

Université Mohamed Khider – Biskra
Faculté des Sciences et de la technologie
Département: Architecture
Ref :.....

جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم: الهندسة المعمارية
المرجع:.....

Mémoire présenté en vue de l'obtention
du diplôme de
Magister en : Architecture

Option : « Architecture, Formes, Ambiances et Développement Durable ».

**“Ambiance lumineuse, visibilité et accessibilité visuelle”; paramètres contribuant à l'humanisation des espaces d'accueil des hôpitaux.
Cas des hôpitaux à Sétif.**

Présenté par :
BOUANDES KARIMA

Soutenu publiquement le : 02 Juillet 2012

Devant le jury composé de :

Pr. BELLAL Tahar	Professeur	Président	Université de Sétif
Pr. MAZOUZ Saïd	Professeur	Rapporteur	Université de Biskra
Pr. ZEMMOURI Nouredine	Professeur	Examineur	Université de Biskra
Dr. BELAKEHAL Azzeddine	Maitre de Conférences 'A'	Examineur	Université de Biskra

A « Allah »

A mes parents,

A toute ma famille,

pour m'avoir soutenu tout au long de ma vie

Remerciements...

Un éminent merci à mon directeur de mémoire Pr. MAZOUZ Saïd, pour sa contribution, et pour la patience et la confiance qu'il m'a accordée ;

Aux membres de jury de ma soutenance; Pr. BELLAL. T., Pr. ZEMMOURI. N. et Dr. BELAKHEHAL. A., d'avoir accepté d'évaluer mon travail.

A l'équipe de post graduation de Biskra et de Sétif, et tout particulièrement à celles et ceux qui m'ont apporté leur aide et leur soutien amical;

A tous mes enseignants de graduation (Sétif) et de post graduation (Biskra) pour leurs efforts et générosité.

Aux responsables et personnels des trois hôpitaux (CHU de Sétif, hôpital El Eulma et hôpital Ain Azel) pour leur patience et aide si inestimable.

A ma chère Mme BOUADJADJA SAMAI Assia, pour tout ce qu'elle m'a offert, tant sur le plan scientifique que personnel;

A mes chers amis (es) ; mes facteurs ambiants prépondérants, pour leur assistance, leurs « mots » et leurs sourires enchanteurs;

A mes frères « Ziad et Yacine » et mes sœurs « Sana, Houda, Fadia » ainsi que ma sœur « Sameh », son mari « Nacer » et leur fils « Monsif », pour leur présence, amour et toutes leurs concessions ;

A mes parents « Miloud et Malika Louiza », pour leur confiance et aide si précieuse ;

A toute ma famille et tous les gens qui m'ont aidé de près ou de loin.

 Karima

Résumé :

Suivant le développement de la définition de l'hôpital et le développement de la médecine et de la technique, le fameux concept de « **Humanisation** » a été développé, en devenant à nos jours un vaste champ; un souci où les acteurs, les moyens et les axes sont multiples. La présente recherche traite la question de l'humanisation de l'hôpital, particulièrement celle des espaces d'accueil, d'orientation et d'attente. Notre intention est de vérifier, est ce que le triptyque de paramètres « ambiance lumineuse générée par la lumière naturelle, visibilité et accessibilité visuelle » est toujours présent dans les espaces d'accueil ? Ainsi, s'il est présent, est ce qu'il contribue réellement à humaniser ces espaces?

Pour atteindre cet objectif, la méthode d'approche qui semble la plus idoine est basée sur trois appuis. Le premier vise à caractériser la visibilité et l'accessibilité visuelle, en adoptant différentes techniques et analyses de la théorie de la syntaxe spatiale –VGA, convexe et axiale-, pour obtenir les mesures -intégration visuelle, contrôle visuel, le choix et l'intelligibilité- tout en utilisant le logiciel (DEPTHMAP). Egalement, en vue de caractériser la qualité de l'ambiance lumineuse et par conséquent qualifier le confort visuel et psychique ressenti des usagers, en se basant sur des photographies HDR, on a fait recours aux logiciels (LUMINANCE HDR, DAYSIM/EVALGLARE), et pour caractériser la qualité visuelle et spatiale des espaces étudiés, on a adopté l'analyse des propriétés des isovistes (faite par DEPTHMAP). Cependant, la lecture visuelle des corrélations des résultats des deux caractérisations et simulations précédentes, a fait l'objet du second appui. L'acte soutenant ces opérations correspond à des corrélations numériques à plusieurs niveaux, faites à la base des résultats de l'ensemble des simulations précédentes. Ces corrélations ont été réalisées en adoptant l'analyse en composantes principales (ACP) effectuée par (XLSTAT 2011).

Le corpus d'étude est constitué de trois hôpitaux situant à Sétif « CHU de Sétif, l'hôpital d'El Eulma et celui d'Ain Azel ». Trois services « urgences, chirurgie générale et médecine interne », ont été choisis pour être évalués. Les résultats obtenus ont montrés que l'espace d'accueil et d'attente ne présente pas toujours le triptyque de paramètres réuni, ce qui a confirmé la première hypothèse. L'hypothèse disant que la prise en considération de ce triptyque contribuerait à humaniser et à dédramatiser ces espaces, n'a pas été vérifiée à ce stade et reste à confirmer ou à infirmer dans d'autres axes de prospection futures.

Mots clés : ambiance lumineuse, visibilité, accessibilité visuelle, humanisation, espaces -d'accueil, d'orientation et d'attente- dans l'hôpital, wayfinding, syntaxe spatiale, EVALGLARE.

Abstract :

Following the development of the definition of the hospital and the development of medicine and technology, the famous concept of "Humanization" was developed, becoming to the present day a vast field, a concern where the actors, means and multiple axes. This research addresses the question of the humanization of the hospital, particularly the reception areas, waiting and guidance. Our intention is to check, what is the triptych of parameters "Luminous ambient generated by natural light, visibility and visual accessibility" is always present in the reception areas? Thus, if present, is it really helps to humanize these spaces?

To achieve this objective, the most suitable method is based on three supports. The first is to characterize the visual visibility and accessibility, by adopting different techniques and analyzes the theory of space syntax-VGA, and axial-convex, for action-visual integration, visual control, choice and intelligibility, while using the software (DEPTHMAP). Also, to characterize the quality of the lighting and thus qualify the visual and psychological comfort feel of the users, based on photographs HDR, we made use of software (RADIANCE HDR DAYSIM / EVALGLARE), and to characterize the spatial and visual quality of urban spaces, we adopted the analysis of properties of isovists (made by DEPTHMAP). However, the visual reading of the correlations of the results of two previous characterizations and simulations, has been the subject of the second support. The act supporting these operations corresponds to correlations digital multi-level, made the results of all previous simulations. These correlations were performed by adopting the principal component analysis (PCA) performed by (XLSTAT 2011).

The corpus study consists of three hospitals located in Setif (Setif University Hospital, the Eulma hospital and the Ain Azel hospital). "Three services' emergency general surgery and internal medicine": were chosen to be evaluated. The results have shown that the reception and waiting area does not always promote the Triptych of parameters, which confirmed the first hypothesis. The hypothesis stating that the consideration of this triptych would help humanize and dramatize these spaces, has not been verified at this stage and yet to confirm or invalidate in other future exploration.

Key words: Luminous ambient, visibility, visual accessibility, humanization, reception, guidance and waiting-in the hospital, wayfinding, space syntax, EVALGLARE

الملخص:

مع تطور مفهوم المستشفى ، وتطور الطب والتكنولوجيا، تطور أيضا المفهوم الشهير " للأنسنة " ليصبح في وقتنا الراهن مجالا واسعا، حيث الجهات الفاعلة والوسائل و المحاور متعددة. هذا البحث تناول مسألة الأنسنة في المستشفى، وخاصة في مجالات الاستقبال، والانتظار والتوجيه. نيتنا كانت التحقق من ما إذا كانت ثلاثية المعايير "المحيط الضوئي النابع عن الضوء الطبيعي، الرؤية و النفاذية البصرية" دائما متوفرة في مناطق الاستقبال؟ و إن وجدت فهل تشارك حقا في أنسنة هذه المجالات؟

لتحقيق هذا الهدف، منهج المقاربة الذي يبدو الأكثر ملاءمة لهذا البحث، تركز على ثلاث دعائم. الأولى تهدف الى توصيف و تخصيص الرؤية و النفاذية البصرية ، من خلال الاعتماد على تقنيات مختلفة وتحاليل خاصة بنظرية تركيب البنية الفضائية (Syntaxe spatiale) باستخدام برنامج (DEPTHMAP) من أجل الحصول على القياسات اللازمة. من أجل تخصيص نوعية المحيط الضوئي و بالتالي وصف الراحة البصرية و النفسية المحسوسة لدى مستعملي المجال، لجأنا إلى برامج مثل: (LuminanceHDR و DAYSIM / EVALGLARE) معتمدين على صور تعكس تقنية (HDR). من أجل تخصيص النوعية البصرية والفضائية للمجالات المدروسة، اعتمدنا على تحليل خصائص (les isovistes) الذي أدلى بها برنامج (DEPTHMAP). الدعامة الثانية اعتمدت على القراءة البصرية لتطابق نتائج عمليتي التخصيص و التمييز السابقة. و في الأخير، الخطوة الشاملة لمجموع هذه العمليات، تمثلت في ارتباطات و علاقات رقمية أنجزت على مستويات متعددة قد أجريت عن طريق اعتماد تحليل المكونات الرئيسية (ACP) التي أداها برنامج (XLSTAT 2011).

ثلاثة مستشفيات تقع في سطيف "المستشفى الجامعي بسطيف، مستشفى العلمة وعين أزال"، تم اعتمادها كنماذج لدراسة حالة، و التي على أساسها قد تم اختيار ثلاثة أقسام ليتم تقييمها، ألا وهي قسم الجراحة العامة، قسم الاستعجالات و قسم الطب الداخلي. وقد أظهرت نتائج هذا البحث أن مناطق الاستقبال والانتظار لا يتوفر فيها دائما اجتماع المعايير الثلاثة السابقة معا، مما أكد صحة الفرضية الأولى. الفرضية التي تقضي بأن اجتماع هذه الثلاثية من شأنه أن يساعد على أنسنة هذه المجالات، لم يتم التحقق منها في هذه المرحلة، و لكنها ستبقى محل اهتمامنا إلى حين التأكد من صحتها أو عدمه في بحوث مستقبلية أخرى.

الكلمات المفتاح: المحيط الضوئي، الرؤية والنفاذية البصرية ، الأنسنة ، مجالات الاستقبال و التوجيه والانتظار في المستشفى، wayfinding ، نظرية تركيب البنية الفضائية (Syntaxe spatiale)، EVALGLARE.

TABLE DES MATIERES :

Dédicace	I
Remerciements	II
Résumés	III
Table des matières	VI
Liste des figures	XIV
Liste des tableaux	XXIX
Liste des équations	XXX
Liste des annexes	XXXI
Introduction générale	1
1. Problématique et hypothèses.....	4
2. Objectifs	5
3. Méthode d'approche	6
4. Structure du mémoire.....	7
Chapitre I : Hôpital et Humanisation	11
Introduction	11
I.1. Aperçu sur l'évolution du concept et typologies d'hôpitaux	11
I.2. Définitions, évolution et dimensions de la notion de l'humanisation	15
I.3. Axes et mesures de l'humanisation des hôpitaux	18
I.3.1. Mesures aspatiales.....	18
I.3.2. Mesures spatiales.....	20
I.3.2.1. Humanisation des conditions d'hospitalisation.....	20
I.3.2.2. Humanisation de l'information et de l'orientation spatiale des usagers.....	23
I.3.2.3. Clarté fonctionnelle, ambiance lumineuse et vues.....	24
I.3.2.4. Echelle, évolutivité et ouverture de l'hôpital.....	26
Discussion.....	28
I.4. Définitions et typologies des espaces d'accueil des hôpitaux	28
I.4.1. Typologies convexes ou centrales.....	29
I.4.1.1. Le hall d'accueil.....	29
I.4.1.2. Salles et espaces d'attente, réfectoires et cafétérias.....	37
I.4.1.3. Les patios et les jardins.....	43
I.4.2. Typologies linéaires.....	45
I.4.2.1. Couloirs et coursives.....	45
I.4.2.2. La galerie publique.....	46
Discussion.....	53
Conclusion	55
Chapitre deux : L'ambiance lumineuse et sa caractérisation	56
Introduction	56
II.1. Définir et caractériser une ambiance lumineuse	58
II.2. Types d'ambiances lumineuses	59

II.3. Qualifier les ambiances lumineuses	60
II.4. Facteurs contribuant à caractériser la qualité de l’ambiance lumineuse.....	61
II.4.1. La luminance.....	62
II.4.2. La notion de contraste et les rapports de luminances.....	63
II.4.3. L’éblouissement.....	69
II.4.3.1. Définitions.....	69
II.4.3.2. Types d’éblouissement.....	71
II.4.3.2.1. L’éblouissement d’inconfort « gênant ».....	71
II.4.3.2.2. L’éblouissement d’incapacité « perturbateur »	71
II.4.3.3. Indicateurs pour l’éblouissement (concepts et indices).....	73
II.4.3.3.1. La probabilité d’éblouissement « DGP ».....	78
II.4.3.3.2. La probabilité du confort visuel « VCP ».....	80
II.4.3.3.3. L’indice d’éblouissement « DGI ».....	82
II.4.3.3.4. L’estimation unifiée d’éblouissement « UGR ».....	85
II.4.3.3.5. Indice d’éblouissement CIE « CGI ».....	89
Conclusion.....	90
Chapitre trois. Visibilité et accessibilité visuelle	91
Introduction.....	91
III.1. La perception visuelle.....	92
III.1.1. Définition de la perception visuelle.....	92
III.1.2. Phénomène et lois de la vision et de la perception visuelle.....	94
III.1.3. Orientation visuelle.....	96
III.1.3.1. La définition de la visibilité.....	96
III.1.3.2. Mécanisme de l’orientation visuelle.....	99
III.1.3.3. Champ de vision et « vision centrale/ périphérique ».....	99
III.1.3.3.1. La vision « centrale ou fovéale ».....	100
III.1.3.3.2. La vision « périphérique ».....	101
III.1.4. Vision et phénomènes perceptifs.....	102
III.1.4.1. Les phénomènes de constance perceptive.....	102
III.1.4.2. Le phénomène de l’adaptation visuelle.....	103
III.1.4.2.1. Adaptation à la lumière.....	103
III.1.4.2.2. Adaptation à l’obscurité.....	104
III.1.4.3. Le mécanisme de la concentration visuelle.....	104
III.1.4.4. Le phénomène de perturbation de l’attention.....	105
III.2. Les différentes approches et théories traitant la notion de visibilité.....	105
III.2.1. Jean Cousin.....	105
III.2.1.1. La notion d’espace.....	105
III.2.1.2. La vision de l’espace.....	106
III.2.1.2.1. Œil, vision et interprétation visuelle.....	106
III.2.1.2.2. L’ellipse de vision.....	107
III.2.2. Kevin Lynch.....	108
III.2.2.1. « Lisibilité / Imagibilité ».....	108
III.2.2.2. La notion de cartes mentales.....	109
III.2.3. La théorie de la forme « Gestalt théorie ».....	110
III.2.3.1. Rapports perceptuels.....	110
III.2.3.2. problèmes perceptifs et lois d’organisation perceptive.....	111

III.2.4. L'approche écologique de perception.....	113
III.2.4.1. La perception en rapport direct avec l'environnement.....	113
III.2.4.2. Vision et principes de la perception visuelle.....	114
III.2.4.2.1. Le champ optique ambiant.....	116
III.2.4.2.1.1. L'occlusion et les arrêtes occlusives....	116
III.2.4.2.1.2. Invariants pour la perception visuelle	118
a. Phénomène d'accrétion / délétion.....	119
b. Phénomène de magnification et minification.....	119
III.2.4.2.1.3. L'interprétation de la distance et de la taille.....	120
III.2.4.2.2. Le concept de l'affordance.....	121
III.2.5. Théorie de la syntaxe spatiale.....	123
III.3. Accessibilité, orientation spatiale et le wayfinding.....	126
III.3.1. Accessibilité et mouvement.....	126
III.3.2. Définitions de l'orientation spatiale et le wayfinding	127
III.3.3. Le besoin de s'orienter et l'influence de l'attente préperceptive et de l'expérience antérieure.....	130
Conclusion.....	131
Chapitre quatre : La syntaxe spatiale et le traitement de la visibilité et de l'accessibilité visuelle	133
Introduction.....	133
IV.1 Définition de la syntaxe spatiale.....	133
IV.2. Comment la syntaxe spatiale fonctionne?	136
IV.3. Méthodes utilisées et principales mesures de la syntaxe spatiale	140
IV.3.1. Mesures du premier ordre.....	140
IV.3.2. Mesures du second ordre.....	143
IV.4. L'analyse de plans d'édifices par la syntaxe spatiale.....	145
IV.4.1. Eléments structurants.....	145
IV.4.2. Méthodologie.....	145
IV.4.2.1. Transcription du système en graphe.....	145
IV.4.2.2. Classification des graphes.....	148
IV.4.2.3. Détermination visuelle de patterns	150
IV.5. Développements de la Syntaxe Spatiale.....	151
IV.5.1. Limites de l'approche axiale et genèse de l'approche isoviste	151
IV.5.2. La « Visibility Graph Analysis » et le concept « d'Isoviste »	152
IV.5.2.1. Définitions, propriétés et mesures de viewsheds	152
IV.5.2.2. Mesures des propriétés d'isoviste.....	155
IV.5.2.2.1. La compacité (clustering) ou convexité.....	156
IV.5.2.2.2. Le désaccord et l'obliquité.....	156
IV.5.2.2.3. L'occlusivité.....	156
IV.5.2.2.4. La dérive.....	156
IV.5.2.2.5. Irrégularité, dentelure ou jaggedness.....	157
IV.5.2.2.6. La dispersion.....	157
IV.5.2.3. Qualités spatio-visuelles déterminées à la base des propriétés des isovistes.....	158
IV.5.2.3.1. La qualité de spaciosité.....	158

IV.5.2.3.2. La qualité de l'ouverture de l'espace.....	158
IV.5.2.3.3. La qualité de complexité.....	159
IV.5.2.3.4. La qualité de l'ordre.....	159
IV.5.3. Etapes pour l'application du logiciel DEPTHMAP.....	160
IV.5.3.1. Construire le graphe.....	160
IV.5.3.2. Analyser le graphe.....	161
IV.5.3.2.1. L'intégration.....	162
IV.5.3.2.2. Le contrôle.....	163
IV.5.3.2.3. Profondeur moyenne.....	163
IV.5.3.2.4. Entropie de profondeur de point.....	164
IV.5.3.2.5. Coefficient de compacité	164
IV.6. Pourquoi et quand employer la syntaxe spatiale ?.....	165
Conclusion.....	166
Chapitre cinq. Méthodologie d'approche	167
Introduction.....	167
V.1. Caractérisation de la visibilité et de l'accessibilité visuelle.....	167
V.1.1. Analyse axiale (Réduction de la « All Line Analysis »).....	167
V.1.2. Analyse VGA " Visibility Graph Analysis".....	168
V.1.3. Analyse convexe.....	168
V.1.4. Analyse "isoviste"	169
Discussion	169
V.2. Caractérisation de la qualité de l'ambiance lumineuse.....	170
V.2.1. Capture d'images.....	171
V.2.1.1. Type d'appareil numérique.....	171
V.2.1.2. Précautions de réglages.....	172
V.2.1.3. Modalités de captures.....	173
V.2.2. Création des photos HDR.....	173
V.2.3. Simulation et caractérisation de la qualité de l'ambiance lumineuse à la base des photos numériques.....	175
V.2.3.1. Simulations à l'aide des logiciels	176
V.2.3.1.1. PHOTOLUX.....	176
V.2.3.1.2. Simulation en ligne par WEBHDR.....	177
V.2.3.1.3. RADIANCE.	179
V.2.3.1.4. EVALGLARE	181
V.2.3.2. Méthode de Demers. C. (2006)	184
V.2.3.1. Niveau de détail.....	184
V.2.3.2. Position du motif dominant.....	185
V.2.3.3. Graduation de l'image.....	185
V.2.3.4. Etude du contraste	185
V.2.3.3. Techniques d'analyse des données de par pixel.....	186
V.2.3.3.1. Outils automatisés disponibles.....	188
V.2.3.3.1.1. Images fausses couleurs et lignes de contour - iso-.....	188
V.2.3.3.1.2. Analyse d'éblouissement.....	190
V.2.3.3.2. Méthodes numériques.....	193
V.2.3.3.2.1. Distribution, ratios (rapports) et contraste de luminances.....	193

V.2.3.3.2.1.1. Evaluation par région d'intérêt....	193
V.2.3.3.2.1.2. Evaluation par soustraction d'image....	196
V.2.3.3.2.1.3. Evaluation par Ratios de Luminance.....	197
V.2.3.3.2.1.4. Evaluation par contraste de luminance...	199
V.2.3.3.2.1.5. Evaluation par champ visuel de la vue...	201
Discussion	202
V.3. Corrélations et confrontations des résultats.....	203
V.3.1. A quoi ça sert une corrélation?.....	203
V.3.2. Méthodes d'analyse des données statistiques.....	204
V.3.3. Présentation générale de l'analyse en composantes principales ...	206
V.3.3.1. Définition de l'analyse ACP.....	206
V.3.3.2. Objectifs et principe de l'analyse ACP.....	207
V.3.3.3. Représentation des résultats de l'analyse ACP.....	209
V.3.3.4. Avantages de l'analyse ACP.....	211
V.3.3.5. Limites de l'analyse ACP.....	211
V.3.4. Logiciels d'analyse des données.....	211
V.3.5. Présentation du module XLSTAT.....	212
Discussion	214
Conclusion.....	215
 Chapitre VI. Présentation des cas d'étude 	
Introduction.....	217
VI.1. Présentation du CHU « Saâdna Abdenour » de Sétif	219
VI.1.1. Données générales : site / situation / rapport à la ville.....	219
VI.1.2. Lecture de la structure spatiale.....	221
VI.1.3. Etude détaillée des services: configuration, évolution et fonctionnement	222
VI.1.3.1. Zone 01.....	223
VI.1.3.1.1. Pavillon initial- premier bloc.....	226
a. Le sous-sol.....	226
b. Le Rez de chaussée.....	228
c. Le premier étage.....	230
d. Le deuxième étage.....	232
VI.1.3.1.2. Pavillon initial- deuxième bloc.....	234
VI.1.3.2. Zone 02.....	236
VI.1.3.2.1. Le laboratoire central.....	236
VI.1.3.2.2. Les consultations externes.....	237
VI.1.3.3. Zone 03.....	240
VI.1.3.4. Zone 04.....	241
VI.1.3.5. Zone 05	243
VI.1.3.6. Zone 06	244
VI.1.3.7. Zone 07	246
VI.1.3.8. Zone 08.....	247
VI.1.4. Discussion « Lecture critique ».....	247
VI.2. Hôpital Saint Arnaud à El Eulma « Saroub El Khouthir »	250
VI.2.1. Données générales : site / situation / rapport de l'hôpital à la ville.....	250
VI.2.2. Lecture de la structure spatiale.....	252
VI.2.3. Etude détaillée des services: configuration, évolution et fonctionnement	255
VI.2.3.1. Zone 01: le plan initial de 1958.....	255

VI.2.3.1.1. L'administration.....	256
VI.2.3.1.2. L'imagerie médicale et le bloc opératoire.....	257
VI.2.3.1.3. Les services d'hospitalisation.....	258
VI.2.3.1.4. Les espaces techniques.....	261
VI.2.3.2. Zone 02.....	262
VI.2.3.3. Zone 03.....	264
VI.2.4. Discussion « Lecture critique ».....	266
VI.3. Hôpital Ain Azel.....	268
VI.3.1. Données générales : site / situation / rapport de l'hôpital à la ville.....	268
VI.3.2. Lecture de la structure spatiale	270
VI.3.3. Etude détaillée des services: configuration, évolution et fonctionnement	271
VI.3.4. Discussion « Lecture critique ».....	279
Conclusion.....	279
Chapitre sept :	
Résultats de la caractérisation de la visibilité et de l'accessibilité visuelle	281
Introduction.....	281
VII.1. Cas des plans de masse.....	283
VII.1.1. La mesure du choix.....	283
VII.1.2. La mesure de la connectivité.....	285
VII.1.3. La mesure de l'intégration.....	286
VII.1.4. La mesure du contrôle.....	288
VII.1.5. La mesure de l'entropie visuelle et de la step depth.....	291
VII.1.6. La mesure de l'intelligibilité visuelle.....	293
VII.2. Cas des urgences	294
VII.2.1. Urgences; cas des portes ouvertes	294
VII.2.1.1 Les mesures de la connectivité et de l'intégration...	294
VII.2.1.2 Les mesures du contrôle visuel.....	296
VII.2.1.3 Les mesures de l'entropie visuelle	297
VII.2.1.4. Les mesures de la Step Depth	298
VII.2.1.5. Les mesures de l'intelligibilité.....	298
VII.2.2. Urgences; cas des portes fermées.....	299
VII.2.2.1. Les mesures de la connectivité, d'intégration et du contrôle visuel.....	299
VII.2.2.2. Les mesures de l'entropie visuelle et de la Step Depth.....	301
VII.2.2.3. Les mesures de l'intelligibilité.....	302
VII.1.3. Discussion.....	302
VII.3. Cas du service de la chirurgie générale.....	303
VII.3.1. La chirurgie générale; cas des portes ouvertes.....	304
VII.3.1.1. Les mesures de la connectivité et de l'intégration	304
VII.3.1.2. Les mesures du contrôle visuel.....	305
VII.3.1.3. Les mesures de l'entropie visuelle.....	307
VII.3.1.4. Les mesures de la Step Depth	307
VII.3.1.5. Les mesures de l'intelligibilité.....	308
VII.3.2. La chirurgie générale; cas des portes fermées.....	309
VII.3.2.1. Les mesures de la connectivité, d'intégration et du contrôle visuel.....	309
VII.3.2.2. Les mesures de l'entropie visuelle et de la Step Depth	311

VII.3.2.3. Les mesures de l'intelligibilité.....	312
VII.3.3. Discussion	313
VII.4. Cas du service de la médecine interne.....	314
VII.4.1. La médecine interne; cas des portes ouvertes.....	314
VII.4.1.1. Les mesures de la connectivité et de l'intégration	314
VII.4.1.2. Les mesures du contrôle visuel	317
VII.4.1.3. Les mesures de l'entropie visuelle.....	318
VII.4.1.4. Les mesures de la Step Depth	319
VII.4.1.5. Les mesures de l'intelligibilité.....	320
VII.4.2. La médecine interne; cas des portes fermées.....	321
VII.4.2.1. Les mesures de la connectivité, d'intégration et du contrôle	321
VII.4.2.2. Les mesures de l'entropie visuelle et de la Step Depth	323
VII.4.2.3. Les mesures de l'intelligibilité.....	324
VII.4.3. Discussion.....	325
VII.5. Cas particuliers.....	326
VII.5.1. Cas du CHU de Sétif.....	326
VII.5.1.1. Les mesures de la connectivité et de l'intégration.....	326
VII.5.1.2. Les mesures du contrôle visuel	329
VII.5.1.3. Les mesures de l'entropie visuelle.....	330
VII.5.1.4. Les mesures de l'intelligibilité.....	331
VII.5.1.5. Discussion.....	332
VII.5.2. Cas de l'hôpital Ain Azel.....	332
VII.5.2.1. Les mesures de la connectivité et de l'intégration.....	333
VII.5.2.2. Les mesures du contrôle et de l'entropie visuelle.....	334
VII.5.2.3. Les mesures de l'intelligibilité.....	334
VII.5.3. Discussion.....	335
Conclusion.....	336
Chapitre huit : « Application et résultats »	338
Première partie :	
« Caractérisation de la qualité lumineuse, visuelle et spatiale des espaces »	338
Introduction.....	338
VIII.1. Caractérisation de la qualité lumineuse, visuelle et spatiale.....	339
VIII.2. Classification des diagrammes polaires.....	342
VIII.2.1. La première classe.....	342
VIII.2.2. La deuxième classe.....	343
VIII.2.3. La troisième classe.....	343
Conclusion	346
Deuxième partie : « Confrontation des résultats »	347
Introduction	347
VIII.1. Statistiques descriptives.....	349
VIII.2. Matrice de corrélation (Spearman).....	350
VIII.3. Analyse en Composantes Principales.....	352
VIII.3.1. Valeurs propres.....	352
VIII.3.2. Vecteurs propres.....	353
VIII.3.3. Représentation des variables.....	354
VIII.3.3.1. Coordonnées des variables.....	354

VIII.3.3.2. Corrélations entre les variables et les facteurs.....	354
VIII.3.3.3. Représentation des variables sur le premier plan factoriel de projection des variables.....	356
VIII.3.3.4. Contributions (%) et cosinus carrés des variables.....	359
VIII.3.4. Représentation des individus.....	361
VIII.3.4.1. Coordonnées et projections des individus dans la carte factorielle.....	361
VIII.3.4.2. Contributions (%) et cosinus carrés des observations.....	369
Conclusion.....	372
Conclusion générale.....	374
Bibliographie.....	392
Annexes.....	404

Liste des figures:

Chapitre I: Hôpital et humanisation:

Figure I. 1. Bîmâristân El Mansouri Qalaun à Caire. Source: (Bouandes, 2008).....	12
Figure I. 2. Bîmâristân de Qalaun Halabé (Syrie). Source: (Bouandes, 2008).....	12
Figure I. 3. La halle de l'église: un lieu de soins. Source: (FERMAND, 1999).....	13
Figure I. 4. Hospices de Beaune (côté d'Or) conçu au XVe siècle. Source: (DHOMM, SUN, TELLIER, 2006).	13
Figure I. 5. Plan, Hôpital St. Louis, 1788, Paris (de Claude Vellefaux). Source: (FERMAND, 1999).....	13
Figure I. 6. Perspective, Hôpital de Ménilmontant (posteriorment Hôpital St. Louis), 1833-1882, Paris (d'Etienne Billon). Source: (FERMAND, 1999).....	14
Figure I. 7. Perspective, Hôpital de la Pitié, 1903, Paris (de Justin Rochet). Source: (FERMAND, 1999).	14
Figure I. 8. L'hygiénisme et les machines à guérir: L'architecture ventilée, modèle révolutionnaire. Source: (FERMAND, 1999).....	14
Figure I. 9. L'hôpital de BEAUJON à CLICHY, conçu en 1932. L'hôpital avec des terrasses solarium (état initial), et avec des escaliers de secours (état actuel). Source: (FERMAND, 1999).....	15
Figure I. 10. Façade et vue aérienne sur la cité hospitalière de Lille- France. Source: (FERMAND, 1999).....	15
Figure I. 11. Evergreen Hospital Medical Center. Source: Healthcare Design Insights, Daylighting, Issue 01, 2009.	21
Figure I. 12. Providence Newberg Medical Center. Source: Healthcare Design Insights, Daylighting, Issue 01, 2009.	21
Figure I. 13. Rogue Valley Medical Center. Source: Healthcare Design Insights, Daylighting, Issue 01, 2009.....	21
Figure I. 14. Esquisse illustrant comment la lumière naturelle inonde la surface du bureau de la station d'infirmière. Le résultat est décrit à droite. Source: Healthcare Design Insights, Daylighting, Issue 01, 2009.	25
Figure I. 15. Un puits de lumière au-dessus d'une station d'infirmière à la chambre de secours du centre médical de rue Mary. Source: Healthcare Design Insights, Daylighting, Issue 01, 2009.....	25
Figure I. 16. Esquisse illustrant comment la lumière naturelle rebondit outre des angles spécifiques du mur pour dessiner profondément la lumière dans l'intérieur sans les faisceaux directs ou les ombres. Le résultat est décrit à droite. Source: Healthcare Design Insights, Daylighting, Issue 01, 2009.....	25
Figure I. 17. Lumière naturelle diffusée au service du rayonnement d'oncologie de l'hôpital Evergreen. Source: Healthcare Design Insights, Daylighting, Issue 01, 2009.	25
Figure I. 18. Vue sur le hall d'accueil. Source: (www.chu-tours.fr).	31
Figure I. 19. Vue sur la réception. Source: (www.chu-tours.fr).	31
Figure I. 20. Vue sur l'espace d'accueil. Source: http://www.zumtobelstaff.com	31
Figure I. 21. Vues sur le Hall d'accueil général d'Hôpital Européen Georges Pompidou. Source: (FERMAND, 1999).....	32
Figure I. 22. Vues sur le Hall d'accueil général du Centre Hospitalier de Saintes. Source: (FERMAND, 1999).....	32
Figure I. 23. Schéma «accueil et centre de vie». Premier lieu de contact, le hall général est un espace de réception, d'orientation et d'information. Son traitement architectural a un impact déterminant sur les patients. Source: (FERMAND, 1999).	32
Figure I. 24. Plan du niveau 1 du CHU de Nover. Source: (FERMAND, 1999).	33
Figure I. 25. Maquette du projet du centre hospitalier. Source: (FERMAND, 1999).....	33
Figure I. 26. Vue extérieure sur le C.H.U d'Angers. Source: (Chaudet, Durel, 2006).....	35
Figure I. 27. Vue sur la coupole du CHU d'Angers. Source: (Chaudet, Durel, 2006).	35
Figure I. 28. Vue intérieure sur la bambouseraie et la coupole. Source: (Chaudet, Durel, 2006).	35
Figure I. 29. Vues sur l'espace d'accueil de la chapelle du CHU d'Angers éclairé zénithalement et animé par la présence de la bambouseraie et les fresques murales. Source: (Chaudet, Durel, 2006).....	36
Figure I. 30. Croquis en façade, perspective et plan représentant la bambouseraie. Source: (Chaudet, Durel, 2006).....	36
Figure I. 31. Vue sur le hall du centre hospitalier de SAUMUR. Source: (Chaudet, Durel, 2006).....	36
Figure I. 32. Le hall d'accueil est doté des pots du «végétal vivant» renforcé par la couleur rose. Source: (Chaudet, Durel, 2006).	36
Figure I. 33. Vue sur l'espace d'attente du centre hospitalier de SAUMUR avec ses Eucalyptus naturalisés. Source: (Chaudet, Durel, 2006).	37
Figure I. 34. CHOUCOU ET LOLA, création: Françoise Chauvigné. Source: (Chaudet, Durel, 2006).....	37
Figure I. 35. Vue sur un espace d'attente animé par des couleurs et des dessins. Source: (Barbier, 2009).....	38
Figure I. 36. Espace d'attente de l'hôpital BRETONNEAU- TOURS. Source: www.chu-tours.fr	38
Figure I. 37. Vue intérieure sur la cafétéria. Source: http://www.zumtobelstaff.com	39

Figure I. 38. Vue extérieure sur la cafétéria. Source: http://www.zumtobelstaff.com	39
Figure I. 39. Plan du RDC de l'hôpital Finchley. Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).	41
Figure I. 40. Vue plongeante sur l'ensemble de l'hôpital. Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).	42
Figure I. 41. La masse de l'hôpital Finchley. Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).	42
Figure I. 42. Des croquis indicatifs de l'espace public intérieur (au centre) et extérieur (à droite) et de réception (à gauche). Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).	42
Figure I. 43. Plan du premier étage de l'hôpital Finchley. Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).	42
Figure I. 44. Vue en plan (au centre) présentant la localisation des espaces publics, d'accueil et d'attente de l'hôpital Finchley situés au RDC, et des vues en perspectives sur un même espace d'attente, éclairé par une lumière naturelle latérale (à gauche) et par une lumière naturelle zénithale (à droite). Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).	43
Figure I. 45. Vues sur des espaces publics «accueil, attente et orientation visuelle et spatiale» éclairés par une lumière naturelle latérale ou zénithale, et un jeu de couleurs et textures. Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).	43
Figure I. 46. Vue sur un espace d'accueil doté par une lumière zénithale. Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).	43
Figure I. 47. Faisceau clinique comportant un certain nombre de salles, d'espaces modulaires de soutien. Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).	43
Figure I. 48. Vues sur patio et jardin d'entrée de l'hôpital BRETONNEAU- TOURS. Source: www.chu-tours.fr	44
Figure I. 49. Vue sur l'entrée (à gauche), sur la réception (au centre) et sur l'espace d'accueil (à droite) de l'hôpital Saint Pierre. Source: (BRUNET, 2007).	45
Figure I. 50. Vue sur l'Agora (à gauche) et sur le patio (à droite) de l'hôpital Saint Pierre. Source: (BRUNET, 2007).	45
Figure I. 51. Vue sur le couloir de passage. Source: http://www.zumtobelstaff.com	46
Figure I. 52. Vue sur le hall d'accueil avec ses escaliers de transition. Source: http://www.zumtobelstaff.com	46
Figure I. 53. Vue sur la galerie de l'hôpital BRETONNEAU- TOURS. Source: (www.chu-tours.fr).	47
Figure I. 54. Vue d'ensemble de l'hôpital pédiatrique Robert Debré réalisé par P. Riboulet. Source: (FERMAND, 1999)	49
Figure I. 55. Vue d'intérieure de l'hôpital Robert Debré. Source: (Riboulet, 2005).	49
Figure I. 56. Organigramme représentant l'accueil, l'accessibilité et la galerie publique. Source: auteur.	50
Figure I. 57. Vue sur l'espace d'accueil et la galerie publique. Source: (FERMAND, 1999).	50
Figure I. 58. Vue sur la rue publique. Source: (FERMAND, 1999).	50
Figure I. 59. Vue sur l'espace d'accueil de l'hôpital Robert Debré. Source: (Riboulet, 2005).	51
Figure I. 60. Vue sur l'entrée de l'hôpital Robert Debré. Source: (Riboulet, 2005).	51
Figure I. 61. Vues en perspectives sur le centre hospitalier de la région d'Annecy». Source: www.ch-annecy.fr	51
Figure I. 62. Le niveau 4. Entrée et rue publique. Source: www.ch-annecy.fr	52
Figure I. 63. La galerie hospitalière de l'hôpital de Percy à Clamart. Source: (FERMAND, 1999).	52
Figure I. 64. Plan de masse de l'hôpital de Percy. Source: (FERMAND, 1999).	52
Figure I. 65. Schéma de comparaison entre les espaces d'accueil et d'attente des cliniques traditionnelles et ceux des cliniques nouvelles. Source: (Leather et al. 2006).	53
Figure I. 66. Schéma de comparaison (points d'effort rapportés par individu) entre les espaces d'accueil et d'attente traditionnels et nouveaux. Source: (Leather et al. 2006).	54
Figure I. 67. Schéma de comparaison (fréquence du pouls) entre les espaces d'accueil et d'attente traditionnels et nouveaux. Source: (Leather et al. 2006).	54

Chapitre II: Ambiance lumineuse et sa caractérisation:

Figure II. 1. L'ambiance de la lumière du jour. Source: (Narbori, 2006).	58
Figure II. 2. Les paramètres de l'ambiance lumineuse. Source: (HAMONIC, 2008).	61
Figure II. 3. La luminance. Source: (Bodart, 2002).	63
Figure II. 4. Un exemple d'environnement souvent mesuré. Source: (Hopkinson, 1963).	64
Figure II. 5. Contrastes ou dégradé des luminances, pour les valeurs plutôt claires des luminances, schéma présenté par Mudri. Source: (Mudri, 1996).	65
Figure II. 6. Echelles de comparaison entre ce que l'œil voit et ce que le luxmètre lit. Source: (Liébard et De Herde, 1996-2004).	66
Figure II. 7. Le champ visuel humain, entre Fovéa, Ergonoma et panorama. Source: (Bodart et al, 2003).	67
Figure II. 8. Délimitation des zones pour l'étude des ratios de luminance. Source: (Sutter et al, 2006).	67
Figure II. 9. Image représentant le champ visuel et ces deux zones (Ergorama et Panorama). Source: (Berruto, 1996 ; Duval, 2011).	67

Figure II. 10. Les différentes appréciations de l'observateur suivant l'angle du regard en présence d'une source lumineuse de haute luminance. Source: (Bodart et Deneyer, 2003).	70
Figure II. 11. Le domaine visible (de l'ensemble du système visuel) délimité par la courbe de sensibilité aux contrastes de luminance « CL », se situe dans la partie inférieure. Source: (HAMONIC, 2008).	72
Figure II. 12. Les deux types d'éblouissement. Source: (Zemmouri, 2009).	72
Figure II. 13. Schéma représentant l'état de gêne à cause de l'éblouissement. Source: (Mudri, 2008).	73
Figure II. 14. Schéma représentant l'état de confort visuel en absence de l'éblouissement. Source: (Mudri, 2008).	73
Figure II. 15. Schéma présentant l'angle solide. Source: (Mellon Carengie, Yi Chun Huang. 2008).	75

Chapitre III: La visibilité et l'accessibilité visuelle:

Figure III. 1. Schéma expliquant la visibilité d'un objet. Source: (Clément, 2008).	96
Figure III. 2. Schéma expliquant la non visibilité d'un objet. Source: (Clément, 2008).	96
Figure III. 3. Courbes de visibilité spectrale relative de l'œil humain. Source: (TAREB, 2010).	97
Figure III. 4. Les différents types de visions (centrale et périphérique). Source: (Berruto, 1996).	100
Figure III. 6. Les variables visuelles. Source: (Roussel, 2008).	101
Figure III. 5. Plan et élévation du champ visuel. Source: (Tareb, 2010).	101
Figure III. 7. L'ellipse de vision. Source: (Cousin, 1980).	107
Figure III. 8. La figure réversible. Source: (Shepard, 1990).	111
Figure III. 9. La ségrégation figure/ fond. Figure réversible; Vase/ profils Rubin. Source: (LAM, 1977).	111
Figure III. 10. Figure semblable au fond. Source: (LAM, 1977).	111
Figure III. 11. Les lois et principes de l'organisation perceptive. Source: (Roussel, 2008).	112
Figure III. 12. Le carré de Kanizsa. Cette figure illustre le phénomène de complétion. Le cerveau nous fait percevoir un carré qui n'existe pas ! Source: (Barais, 1998).	116
Figure III. 13. Le principe d'occultation. Source: (Barais, 1998).	116
Figure III. 14. Schéma expliquant la notion d'affordance. Source: (Roussel, 2008).	121
Figure III. 15. Schéma présentant les types d'affordance. Source: (Roussel, 2008).	121

Chapitre IV: La syntaxe spatiale et le traitement de la visibilité et de l'accessibilité visuelle:

Figure IV. 1. Le schéma de la création psychologique d'une cellule. Source: (« Humanizing space », Progressive Architecture, New York, Avril 1969).	136
Figure IV. 2. Le schéma de création du mouvement provoqué par des densités différentes d'espace. Source: (« Humanizing space », Progressive Architecture, New York, Avril 1969, p.131).	137
Figure IV. 3. Le schéma de la provocation d'un mouvement fort. Source: (Mazouz, 2009).	137
Figure IV. 4. Le schéma de la création d'un mouvement circulaire. Source: (« Humanizing space », Progressive Architecture, New York, Avril 1969, p.133).	137
Figure IV. 5. Figures représentant le changement du champ visuel suivant les déterminants et la configuration de l'espace vu. Source: (Mazouz, 2009).	138
Figure IV. 6. La logique sociale des espaces axiaux et convexes et des isovistes. Source: (Mazouz, 2009).	139
Figure IV. 7. La dimension locale et globale de l'espace. Source: (Mazouz, 2009).	139
Figure IV. 8. Principe de la convexité. NB: Le point Y vu axialement et « convexement ». Source: (Mazouz, 2009).	139
Figure IV. 9. Les principales mesures de la syntaxe spatiale. Source: (Mazouz, 2009).	144
Figure IV. 10. Schéma présentant la relation de perméabilité. Source: (Mazouz, 2009).	146
Figure IV. 11. Application à trois villas de Frank L. Wright. Source: (Mazouz, 2009).	146
Figure IV. 12. Quelques exemples des espaces construits et leurs graphes justifiés. Source: (Mazouz, 2009).	147
Figure IV. 13. Les différentes étapes de la transcription du système en graphe. Source: (Mazouz, 2009).	147
Figure IV. 14. Classification des graphes selon les différentes propriétés du système. Source: (Mazouz, 2009).	148
Figure IV. 15. Etiquetage des espaces. Source: (Mazouz, 2009).	148
Figure IV. 16. Les mêmes générateurs configurationnels pour construire des patterns ayant des propriétés différentes « symétrie, asymétrie, distributivité, ... ». Source: (Mazouz, 2009).	149
Figure IV. 17. Graphes justifiés des quatre édifices. Source: (HILLIER, HANSON, 1984).	149
Figure IV. 18. Détermination visuelle de patterns. Source: (HILLIER, HANSON, 1984).	151
Figure IV. 19. Bâtiment 5 (Palaikastro) - plan et graphe simplifiés. Source: (Quentin Letesson, 1984).	151
Figure IV. 20. De la ligne axiale à l'isoviste. Source: (Mazouz, 2009).	152
Figure IV. 21. Isovistes et viewsheds. Source: (Mazouz, 2009).	152

Figure IV. 22. Quelques exemples des isovistes, ampleurs d'isovistes à 200m (gris-clair) et à 400m (gris-foncé) d'un endroit d'échantillon, de gauche à droite: à un endroit au centre de la ville; deux points différents dans un lotissement résidentiel d'après-guerre. Source : (Mazouz, 2009).	153
Figure IV. 23. Isoviste s'est produit d'un modèle de forme T. Source : (Mazouz, 2009).	153
Figure IV. 24. Construction de l'isoviste. Source : (Mazouz, 2009).	153
Figure IV. 25. La génération de l'isoviste. À gauche: un environnement d'intérieur hypothétique; milieu: le secteur ombragé est évident du point d'observation de la personne dans l'environnement; droite: l'isoviste en résultant et ses mesures de base. Source : (Mazouz, 2009).	158
Figure IV. 26. Relation de premier ordre entre 'isovistes'. Source : (Mazouz, 2009).	160
Figure IV. 27. Relation de second ordre entre 'isovistes'. Source : (Mazouz, 2009).	160
Figure IV. 28. Taille de voisinage. Source : (Mazouz, 2009).	161
Figure IV. 29. Analyse du graphe à l'aide du logiciel DEPTHMAP. Source : (Mazouz, 2009).	162
Figure IV. 30. Villa Mairea, Alvar Aalto simulé à l'aide du logiciel. Source : (Mazouz, 2009).	162
Figure IV. 31. Bâtiment 5 (Palaikastro) – Cartes visuelles (intégration; profondeur d'étape; contrôle; contrôlabilité). Source : (Mazouz, 2009).	162
Figure IV. 32. Représentation de l'intégration dans le logiciel. Source: (Mazouz, 2009).	162
Figure IV. 33. Intégration locale d'un construit. Source: (Mazouz, 2009).	162
Figure IV. 34. Représentation du contrôle dans le logiciel. Source: (Mazouz, 2009).	163
Figure IV. 35. Représentation de la profondeur moyenne dans le logiciel. Source: (Mazouz, 2009).	163
Figure IV. 36. Représentation de l'entropie de profondeur de point dans le logiciel. Source : (Mazouz, 2009).	164
Figure IV. 37. Graphe très "clusterisé"(le coefficient de compacité moyen est de 0.705). Source: (Claramunt, 2005).	165
Figure IV. 38. Représentation du coefficient de compacité (Clustering coefficient) dans le logiciel. Source: (Mazouz, 2009).	165

Chapitre V: Méthodologie d'approche:

Figure V. 1. Organigramme présentant le modèle d'analyse et de caractérisation de la visibilité et de l'accessibilité visuelle. Source: auteur.	170
Figure V. 2. Appareil photo numérique type PANASONIC-LUMIX modèle No DMC- FS33. Source: auteur.	172
Figure V. 3. Appareil photo type SONY modèle Optical Steady Shot DSC- W360. Source: auteur.	172
Figure V. 4. Cinq photographies LDR (format .JPEG) de l'espace d'attente et d'accueil du service de la médecine interne de l'hôpital Ain Azel, capturées en l'absence de la lumière artificielle, avec des valeurs d'expositions successivement (-2Ev, -1Ev, 0Ev, +1Ev, +2Ev). Source: Auteur.	175
Figure V. 5. Importation de cinq photographies LDR (format .JPEG) par le logiciel LuminanceHDR 2.0.2. Source: Auteur.	175
Figure V. 6. Réglages dans le logiciel LuminanceHDR 2.0.2, nécessaires afin d'obtenir la photo HDR. Source: Auteur.	175
Figure V. 7. Régénération et enregistrement de la photo HDR créée à l'aide de LuminanceHDR 2.0.2. Source: Auteur.	175
Figure V. 8. Vue sur un espace de travail avec un objectif Fish-eye et sa carte de luminance, générée par le logiciel PHOTOLUX. Source: (COUTELIER, 2003).	176
Figure V. 9. Téléchargement et importation des photographies LDR (format .JPEG) dans WEBHDR et l'opération de réglage des entrées. Source: site officiel WEBHDR.	177
Figure V. 10. Confirmation de téléchargement de webhdr. Source: site officiel WEBHDR.	177
Figure V. 11. Des photographies générées dans WEBHDR sous formes des images fausses couleurs et images de courbes -lignes de contours- iso. Source: site officiel WEBHDR.	178
Figure V. 12. L'ensemble des réglages et des outputs de la photographie HDR, générés par WEBHDR sous formes des images fausses couleurs et cartes de luminance WEBHDR et courbe de réponse et commentaires d'interprétation et d'amélioration de l'image. Source: (site officiel WEBHDR).	178
Figure V. 13. Résultats de WEBHDR. Source: (site officiel WEBHDR).	178
Figure V. 14. Exemple de carte de luminance WEBHDR. Source: (site officiel WEBHDR).	178
Figure V. 15. Résultats de simulation sous Ecotect. Source: (Ecotect 2009).	180
Figure V. 16. Module d'importation entre Radiance et Ecotect 2009. Source: (Ecotect 2009).	180
Figure V. 17. Fenêtre de dialogue de la commande MS DOS lors de l'introduction des entrées pour la simulation par EVALGLARE. Source: (Doyle et Reinhart, 2010).	182
Figure V. 18. Image générée par EVALGLARE présenté sur Radiance Image Viewer. Source: auteur.	184
Figure V. 19. Image identifiant les sources d'éblouissement en couleurs, générée par EVALGLARE présenté sur Radiance Image Viewer. Source: auteur.	184

Figure V. 20. Image identifiant les sources d'éblouissement en couleurs et la situation de la plus grande probabilité de l'éblouissement, générée par EVALGLARE présentée sur Radiance Image Viewer. Source: auteur.	184
Figure V. 21. Extraction de données de Par-Pixel à partir des rendus de la photographie HDR. Source: (Inanici, 2010).	187
Figure V. 22. Images fausses couleur produites à partir des photographies HDR qui capturent le secteur d'escalier sur la partie Sud de la maquette car le tissu d'ombre a été actionné dans un des 4 modes. Source: (Inanici, 2010).	189
Figure V. 23. Analyse d'Iso-contour produite d'une photographie HDR capturant le secteur d'escalier sur la partie Sud de la maquette. (Des images d'exposition multiple sont prises le 10/25/2004 entre le 16h04: 36 - 16h05: 23; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturateur entre 1/4 - 1/500 sec; ciel partiellement nuageux). Source: (Inanici, 2010).	190
Figure V. 24. L'analyse d'éblouissement d'une photographie HDR d'un poste de travail sur la partie Sud-Ouest de la maquette regardant 4 orientations cardinales: a) Est B) Sud c) Ouest d) Nord. Les cercles rouges sont les sources identifiées d'éblouissement (Des images d'exposition multiple sont prises le 10/25/2004 entre a) le 16:02: 44 - 16:03: 40 b) 16:05: 32 - 16:06: 33 c) 16:07: 11 - 16:08: 05 d) 16:09: 23 - 16:10: 10; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturateur entre 1/4 - 1/4000 sec; ciel clair). Source: (Inanici, 2010).	192
Figure V. 25. Histogramme présentant l'indice de la DGI calculé pour des images montrées dans figure V. 24. Source: (Inanici, 2010).	192
Figure V. 26. Analyse d'éblouissement d'une photographie HDR d'un poste de travail sur la partie Nord-Ouest de la maquette. (Des images d'exposition multiple sont prises le 10/27/2004 entre le 13:28: 53 - 13:29: 50; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturateur entre 1 - 1/1000 sec). Source: (Inanici, 2010).	192
Figure V. 27. Photographies qui capturent la partie Sud de la maquette comme le tissu d'ombre a été actionné dans un des 4 modes. (Des images d'exposition multiple sont prises le 10/26/2004 entre a) le 11:38: 46 - 11:39: 41 b) 11:40: 42 - 16:41: 43 c) 11:43: 34 - 11:44: 41 d) 11:46: 58 - 11:47: 54; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturateur entre 1/4 - 1/4000 sec; ciel partiellement nuageux). Source: (Inanici, 2010).	195
Figure V. 28. Minimum, maximum, et valeurs moyennes de luminance dans la scène entière pour les images montrées dans la figure V. 27. Source: (Inanici, 2010).	195
Figure V. 29. Masquage de la mi-partie de la fenêtre. Source: (Inanici, 2010).	196
Figure V. 30. Les histogrammes des valeurs de Pixel (luminance) dans la mi-partie de la fenêtre pour les positions d'ombre 'a' et 'c'. Source: (Inanici, 2010).	196
Figure V. 31. La méthode de soustraction d'image pour comparer les distributions de luminance entre les alternatives 11.d-f démontrent les secteurs avec 2.3 et 4 unités logarithmiques de différence de luminance entre les images a et B. (des images d'exposition multiple sont prises le 10/27/2004 entre a) le 16h12: 25 - 16h13: 24 b) 16h14: 35 - 16h15: 34; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturateur entre 1/4 - 1/4000 sec; ciel clair). Source: (Inanici, 2010).	196
Figure V. 32. Décomposition de la scène en éléments architecturaux pour étudier les ratios (rapports) de luminance (des images d'exposition multiple sont prises le 10/25/2004 entre le 10:11: 02 - 10:12: 09; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturateur entre 1 - 1/2000 sec; ciel partiellement nuageux). Source: (Inanici, 2010).	198
Figure V. 33. Les histogrammes des valeurs de Pixel (luminance) dans la scène en tant qu'observateur regarde une tâche d'ordinateur: 11.a illustre les distributions pour la gamme entière; 11.b - d illustrent des distributions pour des gammes de luminance respectivement de 0 à 1000, 500, et 100. Source: (Inanici, 2010).	199
Figure V. 34. Contraste sur l'écran d'ordinateur. 14a-f illustrent le volume vu par l'écran d'ordinateur à deux fois différentes avec 3 modes de tissu d'ombre (des images d'exposition multiple sont prises le 10/26/2004 entre a) le 15:32: 59 - 15:33: 45 b) 15:36: 09 - 15:36: 53 c) 15:39: 25 - 15:40: 06 d) 16:51: 14 - 16:52: 01 e) 16:56: 43 - 16:57: 35 f) 16:59: 24 - 17:00: 24; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturateur entre 1/15 - 1/4000 sec; ciel clair). Source: (Inanici, 2010).	200
Figure V. 35. La démonstration du champ visuel humain quand l'utilisateur regarde vers l'intérieur dans un des bureaux exécutifs dans le bâtiment de maquette (des images d'exposition multiple sont prises le 10/27/2004 entre le 12:59: 17 - 13:00: 06; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturateur entre 1 - 1/60 sec; ciel clair). Source: (Inanici, 2010).	201
Figure V. 36. La démonstration du 30°, les 60°, et 90° de diamètre quand l'utilisateur regarde vers l'intérieur dans un des bureaux exécutifs dans le bâtiment de maquette (des images d'exposition multiple sont prises le 10/27/2004 entre le 12:51: 25 - 12:52: 18; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturateur entre 1 - 1/60 sec; ciel clair). Source: (Inanici, 2010).	201

Figure V. 37. Organigramme présentant le modèle d'analyse et de caractérisation de la qualité de l'ambiance lumineuse. Source: auteur.....	202
Figure V. 38. Représentation des mêmes résultats dans un nuage de points mais tout en modifiant l'échelle des axes. Source: (SAPORTA. 1990).	204
Figure V. 39. Présentation du logiciel STATISTICA version 7.1. L'ACP fait partie du menu déroulant des techniques exploratoires multivariées. Source: auteur.....	212
Figure V. 40. Présentation de la page d'accueil du logiciel Sphinx -version d'évaluation-. Source: auteur.	212
Figure V. 41. Lancement de l'analyse en composantes principales à partir du menu déroulant « analyse des données » dans le module XLSTAT, 2011. Source: auteur.	213
Figure V. 42. Introduction des données (variables et individus statistiques) dans la fenêtre de dialogue pour l'analyse en composantes principales dans le module XLSTAT, 2011. Source: auteur.	214
Figure V. 43. Diagramme présentant les indicateurs à corrélérer dans l'analyse en composantes principales utilisant le module XLSTAT. Source: auteur.	214

Chapitre VI: Présentation du cas d'étude:

Figure VI. 1. Répartition des wilayas par régions sanitaires, Algérie 2001. Source : Observatoire national de la santé à Alger.	219
Figure VI. 2. L'influence régionale de la wilaya de Sétif. Source : (Lachehab, 2008).....	219
Figure VI. 3. Plan de situation du CHU dans la commune de Sétif. Source : auteur.....	220
Figure VI. 4. Plan de situation qui représente le CHU de Sétif et son rapport à la ville. Source : auteur.....	220
Figure VI. 5. Les différents axes de circulation et accès vers le CHU de Sétif. Source : auteur.	221
Figure VI. 6. Schéma représentant les différentes zones constituant le système hospitalier du CHU de Sétif. Source : auteur.	222
Figure VI. 7. Vue aérienne historique qui remonte aux années 50, présentant l'image initiale du CHU de Sétif avec son contexte immédiat. Source : Auteur.....	223
Figure VI. 8. Vue sur l'ancienne entrée principale du CHU de Sétif, 1939. Source: la collection photographie de Sétif de ma jeunesse.....	224
Figure VI. 9. Plan présentant le bloc initial du CHU de Sétif, 1939. Source: Archives de la DUC-Sétif	224
Figure VI. 10. Schéma présentant le plan du pavillon initial relié aux cliniques d'hématologie et de la cardiologie grâce à la galerie publique du CHU de Sétif, état actuel en 2011. Source: auteur.	225
Figure VI. 11. Salle d'accueil et d'attente du public venant de l'extérieur du CHU. Source: Auteur.....	226
Figure VI. 12. Salle d'accueil et d'attente du public venant de l'intérieur du CHU. Source: Auteur.	226
Figure VI. 13. Schéma présentant les différents services et principaux espaces d'accueil au niveau du sous sol du pavillon initial-premier bloc. Source : relevé réalisé par l'auteur.....	227
Figure VI. 14. Vue sur le patio depuis la terrasse. Source: Auteur.....	228
Figure VI. 15. Vue sur la terrasse. Source: Auteur.....	228
Figure VI. 16. Vue sur la galerie publique du RDC. Source: Auteur.	228
Figure VI. 17. Schéma présentant les différents services et principaux espaces d'accueil au niveau du rez-de-chaussée (RDC) du pavillon initial-premier bloc. Source : relevé réalisé par l'auteur.	229
Figure VI. 18. Vue sur l'espace d'accueil de la réanimation médicale. Source: Auteur.	229
Figure VI. 19. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du service d'orthopédie- traumatologie. Source: Auteur.....	229
Figure VI. 20. Vue sur l'espace d'accueil du service d'hémodialyse. Source: Auteur.....	229
Figure VI. 21. Schéma présentant les différents services et principaux espaces d'accueil au niveau du premier étage du pavillon initial-premier bloc. Source : relevé réalisé par l'auteur.....	231
Figure VI. 22. Vue sur la galerie technique du premier étage avec ces contrastes lumineux. Source: Auteur.....	232
Figure VI. 23. Vue sur le hall d'entrée du service de la chirurgie générale-hommes. Source: Auteur.....	232
Figure VI. 24. Vue sur le couloir du service de la chirurgie générale-hommes. Source: Auteur.	232
Figure VI. 25. Vue sur la coursive publique du service de la chirurgie générale-hommes. Source: Auteur.	232
Figure VI. 26. Vue sur le hall d'entrée du service de la chirurgie générale-femmes. Source: Auteur.....	232
Figure VI. 27. Vue sur le couloir du service de la chirurgie générale-femmes. Source: Auteur.	232
Figure VI. 28. Schéma présentant les différents services et principaux espaces d'accueil au niveau du deuxième étage du pavillon initial-premier bloc. Source : relevé réalisé par l'auteur.....	233
Figure VI. 29. Vue sur le hall d'entrée du service de la neurochirurgie. Source: Auteur.....	234
Figure VI. 30. Vue sur l'entrée et le couloir ouvert aux publics du service de la neurochirurgie. Source: Auteur.	234
Figure VI. 31. Vue sur la salle d'attente du service de la neurochirurgie. Source: Auteur.....	234
Figure VI. 32. Vue sur la coursive de visite des malades réanimés à l'extérieur du service de la neurochirurgie. Source: Auteur.	234
Figure VI. 33. Vue sur le couloir technique du service de la neurochirurgie. Source: Auteur.	234

LISTE DES FIGURES

Figure VI. 34. Vue sur le hall central du service de la neurochirurgie, espace d'accueil, d'orientation et contrôle des flux du public. Source: Auteur.	234
Figure VI. 35. Vue sur le pavillon initial, 2008. Source: Auteur.	234
Figure VI. 36. Vue sur la galerie publique du deuxième bloc du pavillon initial. Source: Auteur.	235
Figure VI. 37. Vue sur l'entrée du service des maladies infectieuses au deuxième bloc du pavillon initial. Source: Auteur.	235
Figure VI. 38. Vue sur les couloirs du service des maladies infectieuses au deuxième bloc du pavillon initial. Source: Auteur.	235
Figure VI. 39. Schéma présentant les différents services et principaux espaces d'accueil du pavillon initial-deuxième bloc. Source : relevé réalisé par l'auteur.	235
Figure VI. 40. Vue sur l'espace d'attente du service de la neurologie au deuxième bloc du pavillon initial, éclairé par des fenêtres en longueur hautes. Source: Auteur.	235
Figure VI. 41. Vue sur le hall du service de la neurologie au deuxième bloc du pavillon initial. Source: Auteur.	235
Figure VI. 42. Vue sur l'espace de visite et de soins et d'observation des malades du service de la neurologie au deuxième bloc du pavillon initial. Source: Auteur.	235
Figure VI. 43. Vue sur l'espace d'accueil des consultations externes en pédiatrie. Source: Auteur.	237
Figure VI. 44. Vue sur l'espace d'accueil des consultations externes anti cancéreux. Source: Auteur.	237
Figure VI. 45. Vue sur l'espace d'accueil des consultations externes en psychiatrie. Source: Auteur.	237
Figure VI. 46. Vue sur l'espace d'accueil des consultations externes en cardiologie et phtisiologie. Source: Auteur.	238
Figure VI. 47. Vue sur la cour centrale; espace d'accueil et d'attente pendant les beaux temps. Source: Auteur.	238
Figure VI. 48. Vue sur l'espace d'accueil de l'unité de la radiologie orthopédique. Source: Auteur.	238
Figure VI. 49. Schéma présentant les différents services et principaux espaces d'accueil des services des consultations externes et celui du laboratoire central au rez-de-chaussée. Source : relevé réalisé par l'auteur.	238
Figure VI. 50. Schéma présentant les différents services et principaux espaces d'accueil du laboratoire central en premier étage. Source : relevé réalisé par l'auteur.	239
Figure VI. 51. Vue aérienne présentant l'école des infirmières, 1953. Source: Auteur.	239
Figure VI. 52. Vue sur le pavillon de tuberculeux et son rapport au jardin, 2011. Source: Auteur.	240
Figure VI. 53. Vue sur le hall de médecine interne- côté femmes. Source: Auteur.	240
Figure VI. 54. Schéma présentant les différents services et principaux espaces d'accueil du laboratoire central en premier étage. Source : relevé réalisé par l'auteur.	240
Figure VI. 55. Plan de masse réalisé en 1961. Source : les archives de la DUC de Sétif.	241
Figure VI. 56. Schéma présentant les différents espaces d'accueil des services d'hématologie et de la cardiologie –côté hommes- en rez-de-chaussée. Source : relevé réalisé par l'auteur.	242
Figure VI. 57. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du service de la cardiologie –côté femmes- en premier étage. Source : relevé réalisé par l'auteur.	243
Figure VI. 58. Vue sur la galerie de desserte publique desservant les services de cardiologie et d'hématologie. Source: Auteur.	243
Figure VI. 59. Esquisse du projet d'une unité psychiatrique, prévu Novembre 1976 par ETAU-ACH, devenu actuellement les deux cliniques d'hématologie et de la cardiologie. Source : la DUC de Sétif.	243
Figure VI. 60. Vue sur le pavillon pédagogique « DAPM ». Juin 2011. Source: Auteur.	244
Figure VI. 61. Vue sur le pavillon des urgences médico-chirurgicales du CHU de Sétif, état Juin 2011. Source: Auteur.	244
Figure VI. 62. Vue sur le centre de transfusion sanguine du CHU de Sétif, état Juin 2011. Source: Auteur.	244
Figure VI. 63. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du service des urgences médico-chirurgicales. Source : relevé réalisé par l'auteur.	245
Figure VI. 64. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du centre de transfusion sanguine. Source : Auteur.	246
Figure VI. 65. Vue sur le centre de désintoxication, Juillet 2011. Source: Auteur.	247
Figure VI. 66. Vue sur le logement de fonction des chinois, Juillet 2011. Source: Auteur.	247
Figure VI. 67. Vue sur le nouveau pavillon de la neurochirurgie, en cours de construction, état Juillet 2011. Source: Auteur.	247
Figure VI. 68. Plan de masse du CHU de Sétif. Actualisé en JUILLET 2011. Source: Relevé réalisé par l'auteur.	249
Figure VI. 69. Carte schématique du sous secteur sanitaire numéro 1 d'El Eulma. Source : la DDS de Sétif.	250
Figure VI. 70. Vue sur l'entrée principale de l'hôpital Saint Arnaud d'El Eulma. Source : Auteur.	251
Figure VI. 71. Plan de situation de l'hôpital Saint Arnaud d'El Eulma, 2011. Source : Auteur.	251
Figure VI. 72. Schéma présentant le contexte immédiat et les grands axes d'accessibilité à l'hôpital Saint Arnaud d'El Eulma, 2011. Source: Auteur.	251

LISTE DES FIGURES

Figure VI. 73. L'hôpital pavillonnaire: Une organisation éclatée en pavillons autonomes; variété de schéma, et de superpositions. Source : (Fermand, 1999).....	253
Figure VI. 74. Schéma présentant les différents services composant l'hôpital d'El Eulma. Source: Auteur.	253
Figure VI. 75. Schéma présentant les accès et les grands axes d'accessibilité à l'hôpital Saint Arnaud d'El Eulma, 2011. Source : auteur.....	254
Figure VI. 76. Vue sur l'axe principal de circulation à l'intérieur de l'hôpital Saint Arnaud d'El Eulma, 2011. Source : auteur.	254
Figure VI. 77. Vue sur l'axe principal de circulation à l'intérieur de l'hôpital Saint Arnaud d'El Eulma, 2011. Source : auteur.	254
Figure VI. 78. Schéma présentant les différentes zones de l'hôpital Saint Arnaud d'El Eulma, état actualisé en 2011, par ordre chronologique. Source : Auteur.....	255
Figure VI. 79. Plan d'ensemble initial- plan du Rez de Chaussée. Source: Les archives de la DUC de Sétif.	256
Figure VI. 80. Plan d'ensemble initial- plan de l'étage. Source: Les archives de la DUC de Sétif.	256
Figure VI. 81. Plan d'ensemble initial- plan de la terrasse. Source: Les archives de la DUC de Sétif.	256
Figure VI. 82. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du pavillon administratif de l'hôpital El Eulma. Source : relevé réalisé par l'auteur.	257
Figure VI. 83. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du bloc opératoire et l'imagerie médicale de l'hôpital El Eulma. Source : relevé réalisé par l'auteur.	258
Figure VI. 84. Vue sur le hall d'entrée; espace d'accueil du service de la médecine interne –côté hommes-. Source: Auteur.	258
Figure VI. 85. Vue sur le hall d'accueil du service de la médecine interne –côté hommes-. Source: Auteur.	258
Figure VI. 86. Vue sur le couloir d'accueil du service de la médecine interne –côté femmes-. Source: Auteur.....	258
Figure VI. 87. Vue sur le couloir d'accueil du service de la médecine interne –côté femmes-. Source: Auteur.....	259
Figure VI. 88. Vue sur le hall; espace d'accueil du service des maladies infectieuses –côté hommes-. Source: Auteur.	259
Figure VI. 89. Vue sur le couloir d'accueil du service des maladies infectieuses –côté femmes-. Source: Auteur.	259
Figure VI. 90. Vue sur le hall d'entrée de secours; espace d'accueil et d'attente du service des maladies infectieuses –côté hommes-. Source: Auteur.....	259
Figure VI. 91. Vue sur le couloir d'accueil du service d'orthopédie –côté hommes-. Source: Auteur.	259
Figure VI. 92. Vue sur le couloir d'accueil du service de la médecine interne –côté femmes-. Source: Auteur.....	259
Figure VI. 93. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du service d'orthopédie de l'hôpital El Eulma. Source : relevé réalisé par l'auteur	259
Figure VI. 94. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du service de la médecine interne - côté hommes - de l'hôpital El Eulma. Source : relevé réalisé par l'auteur.....	260
Figure VI. 95. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du service de la médecine interne - côté femmes - de l'hôpital El Eulma. Source: relevé réalisé par l'auteur.....	260
Figure VI. 96. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du service des maladies infectieuses de l'hôpital El Eulma. Source: relevé réalisé par l'auteur.	261
Figure VI. 97. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du laboratoire central de l'hôpital El Eulma. Source : relevé réalisé par l'auteur.....	262
Figure VI. 98. Plan initial du Rez de Chaussée du service de la chirurgie générale. Source: Les archives de la DUC de Sétif.	262
Figure VI. 99. Plan de masse initial avec la zone d'extension. Source: Les archives de la DUC de Sétif.	262
Figure VI. 100. Vue sur espace d'attente et d'accueil dans le service de la chirurgie générale –côté hommes- . Source: Auteur.....	263
Figure VI. 101. Vue sur le couloir d'accueil du service de la chirurgie générale –côté hommes- . Source: Auteur.	263
Figure VI. 102. Vue sur le patio dans le service de la chirurgie générale –côté femmes-. Source: Auteur.....	263
Figure VI. 103. Vue sur le couloir d'accueil du service de la chirurgie générale –côté femmes-. Source: Auteur.	263
Figure VI. 104. Vue sur le couloir d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale –côté femmes- . Source: Auteur.	263
Figure VI. 105. Vue sur le couloir d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale –côté femmes- . Source: Auteur.	263
Figure VI. 106. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du service de la chirurgie générale de l'hôpital El Eulma. Source : relevé réalisé par l'auteur.	264
Figure VI. 107. Schéma présentant les différents espaces d'accueil des urgences médico-chirurgicales de l'hôpital El Eulma. Source : relevé réalisé par l'auteur.	265
Figure VI. 108. Le plan de masse des urgences chirurgicales et sa liaison avec le pavillon de la chirurgie générale de l'hôpital El Eulma. Mars 1992. Source : Les archives de la DUC de Sétif.	265

LISTE DES FIGURES

Figure VI. 109. Des vues sur l'ensemble des espaces d'accueil, d'attente et d'orientation du public aux urgences médico-chirurgicales à l'hôpital El Eulma, 2011. Source : Auteur.	266
Figure VI. 110. Plan schématisant la situation de l'hôpital d'Aïn Azel, 2004. Source : Auteur.	269
Figure VI. 111. Schéma présentant les différents blocs constituant l'hôpital d'Aïn Azel, 2011. Source : Auteur.	269
Figure VI. 112. Schéma présentant les accès et les axes de circulation au sein de l'hôpital d'Aïn Azel, 2011. Source : Auteur.	270
Figure VI. 113. Vue sur l'entrée principale à partir du bloc A de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.....	271
Figure VI. 114. Vue sur l'entrée du bloc A liée à l'administration de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.....	271
Figure VI. 115. Vue sur l'entrée principale des visiteurs et personnels de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.	271
Figure VI. 116. Schéma présentant les trois blocs reliés constituant l'hôpital d'Aïn Azel, 2011. Source : Auteur.	272
Figure VI. 117. Vue sur le hall d'entrée principal du bloc A. Source: Auteur, 2011.	273
Figure VI. 118. Vue sur la réception et l'espace d'accueil et d'attente du bloc A. Source: Auteur, 2011.....	273
Figure VI. 119. Vue sur la réception du bloc A. Source: Auteur, 2011.....	273
Figure VI. 120. Vue sur la réception et l'espace d'accueil et d'attente du bloc A. Source: Auteur, 2011.....	273
Figure VI. 121. Vue sur le hall d'accueil et d'attente pour admissions au bloc A. Source: Auteur, 2011.	273
Figure VI. 122. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du bloc A. Source: Auteur, 2011.	273
Figure VI. 123. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du bloc A de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.	273
Figure VI. 124. Vue sur l'espace d'accueil des urgences au bloc A de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur....	273
Figure VI. 125. Vue sur l'espace d'accueil des urgences au bloc A de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur....	273
Figure VI. 126. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du bloc A de l'hôpital Aïn Azel, 2011. Source : Auteur.	274
Figure VI. 127. Vue sur la galerie publique couverte ouverte du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.	275
Figure VI. 128. Vue sur l'entrée des visiteurs et personnels du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.	275
Figure VI. 129. Vue sur la galerie publique du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.	275
Figure VI. 130. Vue sur le hall d'accueil et sortie d'évacuation des femmes du service de la maternité-génécologie du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.	275
Figure VI. 131. Vue sur la galerie publique du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.	275
Figure VI. 132. Vue sur la galerie publique du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.	275
Figure VI. 133. Vue sur le couloir d'accueil du service de pédiatrie du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.	275
Figure VI. 134. Vue sur le couloir d'accueil du service de la maternité- génécologie du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.....	275
Figure VI. 135. Vue sur le couloir d'accueil du service de la maternité- génécologie du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.....	275
Figure VI. 136. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du bloc B –niveau RDC de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source : Auteur.....	276
Figure VI. 137. Vue sur le hall d'accueil du service de la médecine interne du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.	276
Figure VI. 138. Vue sur le couloir d'accueil du service de la médecine interne « femmes » du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.....	276
Figure VI. 139. Vue sur le hall d'accueil et d'attente du service de la médecine interne « femmes » du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.	276
Figure VI. 140. Vue sur le couloir d'accueil du service de la chirurgie générale « hommes » du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.....	277
Figure VI. 141. Vue sur le couloir d'accueil du service de la médecine interne « hommes » du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.....	277
Figure VI. 142. Vue sur le hall et couloir d'accueil du service de la médecine interne « hommes » du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.....	277
Figure VI. 143. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du bloc B –premier et deuxième étage « plan type » de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source : Auteur.....	277
Figure VI. 144. Vue sur la galerie technique entre les blocs B et C de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.	278
Figure VI. 145. Vue sur la galerie de service du bloc C de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.....	278
Figure VI. 146. Vue sur la galerie d'accueil des consultations externes et morgue du bloc C de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.....	278

Figure VI. 147. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du bloc C –niveau RDC de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source : Auteur.....278

Chapitre VII: Résultats des analyses syntaxiques:

Figure VII. 1. Carte du choix visuel de l'analyse axiale du plan de masse du CHU de Sétif. Source: Auteur.....283

Figure VII. 2. Carte du choix visuel de l'analyse axiale du plan de masse de l'hôpital El Eulma. Source: Auteur.....283

Figure VII. 3. Carte du choix visuel de l'analyse axiale du plan de masse de l'hôpital Ain Azel. Source: Auteur...283

Figure VII. 4. Carte de connectivité visuelle de l'analyse axiale du plan de masse du CHU de Sétif. Source: Auteur.....286

Figure VII. 5. Carte de connectivité visuelle de l'analyse axiale du plan de masse de l'hôpital El Eulma. Source: Auteur.....286

Figure VII. 6. Carte de connectivité visuelle de l'analyse axiale du plan de masse de l'hôpital Ain Azel. Source: Auteur.....286

Figure VII. 7. Carte de connectivité visuelle de l'analyse VGA du plan de masse du CHU de Sétif. Source: Auteur.....286

Figure VII. 8. Carte de connectivité visuelle de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital El Eulma. Source: Auteur.....286

Figure VII. 9. Carte de connectivité visuelle de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital Ain Azel. Source: Auteur.....286

Figure VII. 10. Carte de l'intégration visuelle de l'analyse axiale du plan de masse du CHU de Sétif. Source: Auteur.....288

Figure VII. 11. Carte de l'intégration visuelle de l'analyse axiale du plan de masse de l'hôpital El Eulma. Source: Auteur.....288

Figure VII. 12. Carte de l'intégration visuelle de l'analyse axiale du plan de masse de l'hôpital Ain Azel. Source: Auteur.....288

Figure VII. 13. Carte de l'intégration visuelle de l'analyse VGA du plan de masse du CHU de Sétif. Source: Auteur.....288

Figure VII. 14. Carte de l'intégration visuelle de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital El Eulma. Source: Auteur.....288

Figure VII. 15. Carte de l'intégration visuelle de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital Ain Azel. Source: Auteur.....288

Figure VII. 16. Carte de contrôle visuel de l'analyse axiale du plan de masse du CHU de Sétif. Source: Auteur....290

Figure VII. 17. Carte de contrôle visuel de l'analyse axiale du plan de masse de l'hôpital El Eulma. Source: Auteur.....290

Figure VII. 18. Carte de contrôle visuel de l'analyse axiale du plan de masse de l'hôpital Ain Azel. Source: Auteur.....290

Figure VII. 19. Carte de contrôle visuel de l'analyse VGA du plan de masse du CHU de Sétif. Source: Auteur....291

Figure VII. 20. Carte de contrôle visuel de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital El Eulma. Source: Auteur.....291

Figure VII. 21. Carte de contrôle visuel de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital Ain Azel. Source: Auteur.....291

Figure VII. 22. Carte de l'entropie visuelle de l'analyse axiale du plan de masse du CHU de Sétif. Source: Auteur.....292

Figure VII. 23. Carte de l'entropie visuelle de l'analyse axiale du plan de masse de l'hôpital El Eulma. Source: Auteur.....292

Figure VII. 24. Carte de l'entropie visuelle de l'analyse axiale du plan de masse de l'hôpital Ain Azel. Source: Auteur.....292

Figure VII. 25. Carte de l'entropie visuelle de l'analyse VGA du plan de masse du CHU de Sétif. Source: Auteur.....292

Figure VII. 26. Carte de l'entropie visuelle de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital El Eulma. Source: Auteur.....292

Figure VII. 27. Carte de l'entropie visuelle de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital Ain Azel. Source: Auteur.....292

Figure VII. 28. Carte de la step depth de l'analyse VGA du plan de masse du CHU de Sétif. Source: Auteur.....292

Figure VII. 29. Carte de la step depth de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital El Eulma. Source: Auteur.....292

Figure VII. 30. Carte de la step depth de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital Ain Azel. Source: Auteur.....292

LISTE DES FIGURES

Figure VII. 31. Graphe d'intelligibilité de l'analyse axiale du plan de masse du CHU de Sétif, avec un $R^2= 0.85$. Source: Auteur.....	293
Figure VII. 32. Graphe d'intelligibilité de l'analyse axiale du plan de masse de l'hôpital El Eulma, avec un $R^2= 0.72$. Source: Auteur.....	293
Figure VII. 33. Graphe d'intelligibilité de l'analyse axiale du plan de masse de l'hôpital Ain Azel, avec un $R^2= 0.86$. Source: Auteur.....	293
Figure VII. 34. Graphe d'intelligibilité de l'analyse VGA du plan de masse du CHU de Sétif, avec un $R^2= 0.83$. Source: Auteur.....	293
Figure VII. 35. Graphe d'intelligibilité de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital El Eulma, avec un $R^2= 0.83$. Source: Auteur.....	293
Figure VII. 36. Graphe d'intelligibilité de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital Ain Azel, avec un $R^2= 0.88$. Source: Auteur.....	293
Figure VII. 37. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA des urgences de CHU de Sétif. Source: auteur.....	295
Figure VII. 38. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe des urgences de Chu de Sétif. Source: auteur.....	295
Figure VII. 39. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.....	295
Figure VII. 40. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe des urgences de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.....	295
Figure VII. 41. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.....	296
Figure VII. 42. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe des urgences de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.....	296
Figure VII. 43. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA des urgences de CHU de Sétif. Source: auteur.....	297
Figure VII. 44. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.....	297
Figure VII. 45. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.....	297
Figure VII. 46. Carte d'entropie à partir de l'analyse VGA des urgences de CHU de Sétif. Source: auteur.....	297
Figure VII. 47. Carte d'entropie à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.....	297
Figure VII. 48. Carte d'entropie à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.....	297
Figure VII. 49. Carte de Step Depth à partir de l'analyse VGA des urgences de CHU de Sétif. Source: auteur.....	298
Figure VII. 50. Carte de Step Depth à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.....	298
Figure VII. 51. Carte de Step Depth à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.....	298
Figure VII. 52. Carte d'intelligibilité à partir de l'analyse VGA ($R^2=0.85$) des urgences de CHU de Sétif. Source: auteur.....	298
Figure VII. 53. Carte d'intelligibilité à partir de l'analyse VGA ($R^2= 0.59$) des urgences de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.....	298
Figure VII. 54. Carte d'intelligibilité à partir de l'analyse VGA ($R^2=0.86$) des urgences de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.....	298
Figure VII. 55. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA des urgences de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	300
Figure VII. 56. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA des urgences de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	300
Figure VII. 57. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	300
Figure VII. 58. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	300
Figure VII. 59. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	300
Figure VII. 60. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	300
Figure VII. 61. Carte d'entropie à partir de l'analyse VGA des urgences de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	301
Figure VII. 62. Carte d'entropie à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	301

LISTE DES FIGURES

Figure VII. 63. Carte d'entropie à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	301
Figure VII. 64. Carte de Step Depth à partir de l'analyse VGA des urgences de CHU de Sétif. Source: auteur.	301
Figure VII. 65. Carte de Step Depth à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.	301
Figure VII. 66. Carte de Step Depth à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.	301
Figure VII. 67. Carte d'intelligibilité à partir de l'analyse VGA ($R^2=0.7479$) des urgences de CHU de Sétif. Source: auteur.	302
Figure VII. 68. Carte d'intelligibilité à partir de l'analyse VGA ($R^2=0.5676$) des urgences de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.....	302
Figure VII. 69. Carte d'intelligibilité à partir de l'analyse VGA ($R^2=0.9550$) des urgences de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.....	302
Figure VII. 70. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Source: auteur.....	305
Figure VII. 71. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Source: auteur.....	305
Figure VII. 72. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.	305
Figure VII. 73. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.	305
Figure VII. 74. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.	306
Figure VII. 75. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.	306
Figure VII. 76. Carte de contrôle du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Source: auteur.....	306
Figure VII. 77. Carte de contrôle du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.....	306
Figure VII. 78. Carte de contrôle du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.	306
Figure VII. 79. Carte d'entropie du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Source: auteur.	307
Figure VII. 80. Carte d'entropie du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.	307
Figure VII. 81. Carte d'entropie du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.....	307
Figure VII. 82. Carte du step depth du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Source: auteur.	308
Figure VII. 83. Carte du step depth du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.....	308
Figure VII. 84. Carte du step depth du service de la chirurgie générale (côté hommes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.	308
Figure VII. 85. Carte du step depth du service de la chirurgie générale (côté femmes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.	308
Figure VII. 86. Carte d'intelligibilité à partir de l'analyse VGA ($R^2=0.6270$) du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Source: auteur.....	309
Figure VII. 87. Carte d'intelligibilité à partir de l'analyse VGA ($R^2=0.8511$) du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.....	309
Figure VII. 88. Carte d'intelligibilité à partir de l'analyse VGA ($R^2=0.8223$) du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.	309
Figure VII. 89. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.	310
Figure VII. 90. Carte de contrôle à partir de l'analyse convexe du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.	310
Figure VII. 91. Carte d'intégration du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	310
Figure VII. 92. Carte de contrôle du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	310
Figure VII. 93. Carte du d'intégration du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.	310
Figure VII. 94. Carte du contrôle du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	310
Figure VII. 95. Carte d'entropie à partir de l'analyse VGA du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	311
Figure VII. 96. Carte d'entropie du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	311

LISTE DES FIGURES

Figure VII. 97. Carte d'entropie du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	311
Figure VII. 98. Carte de la step depth à partir de l'analyse VGA du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.	312
Figure VII. 99. Carte de la step depth du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	312
Figure VII. 100. Carte de la step depth du service de la chirurgie générale (hommes) de l'hôpital d'El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	312
Figure VII. 101. Carte de la step depth du service de la chirurgie générale (femmes) de l'hôpital d'El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	312
Figure VII. 102. Carte d'intelligibilité à partir de l'analyse VGA ($R^2=0.2943$) du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	313
Figure VII. 103. Carte d'intelligibilité à partir de l'analyse VGA ($R^2=0.8945$) du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	313
Figure VII. 104. Carte d'intelligibilité à partir de l'analyse VGA ($R^2=0.9050$) du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.	313
Figure VII. 105. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Source: auteur.....	316
Figure VII. 106. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.	316
Figure VII. 107. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Source: auteur.....	316
Figure VII. 108. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe du service de la médecine interne (hommes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.....	316
Figure VII. 109. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.	316
Figure VII. 110. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe du service de la médecine interne (femmes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.....	316
Figure VII. 111. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de l'hôpital Ain Azel. Source: auteur.....	316
Figure VII. 112. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe du service de la médecine interne de l'hôpital Ain Azel. Source: auteur.....	316
Figure VII. 113. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Source: auteur.....	317
Figure VII. 114. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de l'hôpital Ain Azel. Source: auteur.....	317
Figure VII. 115. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.	317
Figure VII. 116. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.	317
Figure VII. 117. Carte d'entropie à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Source: auteur.	318
Figure VII. 118. Carte d'entropie à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de l'hôpital Ain Azel. Source: auteur.....	318
Figure VII. 119. Carte d'entropie à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.	318
Figure VII. 120. Carte d'entropie à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.	318
Figure VII. 121. Carte de la step depth à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Source: auteur.....	319
Figure VII. 122. Carte de la step depth à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de l'hôpital Ain Azel. Source: auteur.....	319
Figure VII. 123. Carte de la step depth à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.....	319
Figure VII. 124. Carte de la step depth à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.....	319
Figure VII. 125. Carte d'intelligibilité ($R^2= 0.9429$) à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Source: auteur.....	320
Figure VII. 126. Carte d'intelligibilité ($R^2= 0.8223$) à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de l'hôpital Ain Azel. Source: auteur.	320

LISTE DES FIGURES

Figure VII. 127. Carte d'intelligibilité ($R^2= 0.9311$) à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.....	320
Figure VII. 128. Carte d'intelligibilité ($R^2= 0.8340$) à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.....	320
Figure VII. 129. Carte de l'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	322
Figure VII. 130. Carte de l'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de l'hôpital Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	322
Figure VII. 131. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	322
Figure VII. 132. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de l'hôpital Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	322
Figure VII. 133. Carte de l'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l'hôpital Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	322
Figure VII. 134. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l'hôpital Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	322
Figure VII. 135. Carte de l'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l'hôpital Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	322
Figure VII. 136. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l'hôpital Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	322
Figure VII. 137. Carte de l'entropie à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	323
Figure VII. 138. Carte de l'entropie à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de l'hôpital Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	323
Figure VII. 139. Carte de l'entropie à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l'hôpital Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	323
Figure VII. 140. Carte de l'entropie à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l'hôpital Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	323
Figure VII. 141. Carte de la step depth à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	324
Figure VII. 142. Carte de la step depth à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de l'hôpital Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	324
Figure VII. 143. Carte de la step depth à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l'hôpital Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	324
Figure VII. 144. Carte de la step depth à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l'hôpital Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	324
Figure VII. 145. Carte de l'intelligibilité ($R^2=0.6425$) à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	325
Figure VII. 146. Carte de l'intelligibilité ($R^2= 0.9050$) à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de l'hôpital Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	325
Figure VII. 147. Carte de l'intelligibilité ($R^2= 0.9666$) à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l'hôpital Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	325
Figure VII. 148. Carte de l'intelligibilité ($R^2= 0.8699$) à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l'hôpital Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.....	325
Figure VII. 149. Carte de la connectivité à partir de l'analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d'hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat actuel avec l'existence de l'unité des détenus. Source: auteur.....	328
Figure VII. 150. Carte de la connectivité à partir de l'analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d'hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat initial sans l'existence de l'unité des détenus. Source: auteur.....	328
Figure VII. 151. Carte de l'intégration à partir de l'analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d'hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat actuel avec l'existence de l'unité des détenus. Source: auteur.....	328
Figure VII. 152. Carte de l'intégration à partir de l'analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d'hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat initial sans l'existence de l'unité des détenus. Source: auteur.....	328
Figure VII. 153. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d'hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat actuel avec l'existence de l'unité des détenus. Source: auteur.....	329

Figure VII. 154. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d'hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat initial sans l'existence de l'unité des détenus. Source: auteur.....	329
Figure VII. 155. Carte de l'entropie à partir de l'analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d'hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat actuel avec l'existence de l'unité des détenus. Source: auteur.	330
Figure VII. 156. Carte de l'entropie à partir de l'analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d'hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat initial sans l'existence de l'unité des détenus. Source: auteur.....	330
Figure VII. 157. Carte de l'intelligibilité ($R^2= 0.2381$) à partir de l'analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d'hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat actuel avec l'existence de l'unité des détenus. Source: auteur.....	331
Figure VII. 158. Carte de l'intelligibilité ($R^2= 0.0954$) à partir de l'analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d'hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat initial sans l'existence de l'unité des détenus. Source: auteur.	331
Figure VII. 159. Carte de connectivité à partir de l'analyse VGA de l'hôpital Ain Azel. Cas des trois blocs (A, B et C) assemblés. Source: auteur.....	333
Figure VII. 160. Carte de l'intégration à partir de l'analyse VGA de l'hôpital Ain Azel. Cas des trois blocs (A, B et C) assemblés. Source: auteur.....	333
Figure VII. 161. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA de l'hôpital Ain Azel. Cas des trois blocs (A, B et C) assemblés. Source: auteur.	334
Figure VII. 162. Carte de l'entropie à partir de l'analyse VGA de l'hôpital Ain Azel. Cas des trois blocs (A, B et C) assemblés. Source: auteur.	334
Figure VII. 163. Carte de l'intelligibilité ($R^2= 0.5084$) à partir de l'analyse VGA de l'hôpital Ain Azel. Cas des trois blocs (A, B et C) assemblés. Source: auteur.	335

Chapitre VIII: Applications et résultats:

Figure VIII. 1. Vue sur l'espace principal (la galerie publique) d'accueil et d'attente de l'hôpital Ain Azel, prise le 21.06.2012 à 09:05h. Source: auteur.....	341
Figure VIII. 2. L'analyse isoviste de l'espace principal (la galerie publique) d'accueil et d'attente de l'hôpital Ain Azel. Source: auteur.....	341
Figure VIII. 3. Photo HDR du hall (ex galerie publique) d'accueil et d'attente de l'hôpital Ain Azel, simulé à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.	341
Figure VIII. 4. Diagramme polaire présentant l'ensemble des indicateurs caractérisant la qualité spatio-visuelle et lumineuse de l'espace principal d'accueil et d'attente (hall; ex galerie publique) de l'hôpital Ain Azel. Source: auteur.....	342
Figure VIII. 5. Le graphique Scree plot regroupant valeurs propres et variabilité cumulée (%) de l'ensemble des facteurs, tiré d'XLSTAT, 2012. Source: auteur.	353
Figure VIII. 6. Cercle de corrélation des variables avec absence des variables syntaxiques de l'analyse VGA, tiré de XLSTAT 2012. Source: auteur.	356
Figure VIII. 7. Cercle de corrélation des variables avec présence des variables syntaxiques de l'analyse VGA, tiré de XLSTAT 2012. Source: auteur.	356
Figure VIII. 8. Carte factorielle ou plan de projection des individus (observations) -présentés suivant quatre groupes- sous forme d'un nuage de points, tiré de XLSTAT, 2012. Source: auteur.	362
Figure VIII. 9. Carte factorielle ou plan de projection des individus (observations) par superposition aux variables, sous forme d'un nuage de point, tiré de XLSTAT, 2012. Source: auteur.	362
Figure VIII. 10. Le 1er cas: Cercle des corrélations de 17 variables (cas de 15 individus), tirée de XLSTAT, 2012. Source: auteur.	371
Figure VIII. 11. Le 1er cas: Carte factorielle pour 15 individus (cas de 17 variables), tirée de XLSTAT, 2012. Source: auteur.	371
Figure VIII. 12. Le 2ème cas: Cercle des corrélations de 14 variables (cas de 15 individus), tirée de XLSTAT, 2012. Source: auteur.	372
Figure VIII. 13. Le 2ème cas: Carte factorielle pour 15 individus (cas de 14 variables), tirée de XLSTAT, 2012. Source: auteur.	372

Liste des tableaux:

Chapitre II :

Tableau II. 1. Tableau récapitulatif présentant les gammes d'évaluation de prévision de l'éblouissement. Source: (Alstan Jakubiec et Reinhart, 2011).....	78
Tableau II. 2. Echelle de multiples critères d'évaluation de l'éblouissement gênant (d'inconfort) à la base des valeurs de l'indice DGI. Source: (Chauvel et al., 1983).....	85
Tableau II. 3. Echelle de multiples critères d'évaluation de l'éblouissement gênant (d'inconfort) à la base des valeurs de l'indice UGR. Source: (MELLON et YI CHUN HUANG, 2008).....	88
Tableau II. 4. Recommandations limitant les indices d'éblouissement. Source: (MELLON et YI CHUN HUANG, 2008).....	88

Chapitre IV :

Tableau IV. 1. Tableaux des Valeurs calculées de profondeur, Asymétrie relative pour chaque nœud des plans des édifices précédents. Source: (HILLIER, HANSON, 1984).....	150
Tableau IV. 2. Tableau représentant les propriétés de l'isoviste avec ses équations de calculs. Source : (Mazouz, 2009)......	160

Chapitre V :

Tableau V. 1. L'ensemble des commandes et options du logiciel DAYSIM/ EVALGLARE. Source: (Doyle et Reinhart, 2010).....	182
Tableau V. 2. Tableau présentant les qualités du contraste en fonction des aspects physiques et perceptuels. Source: (Benfarhat, 2010)......	185
Tableau V. 3. Contraste de luminance sur l'écran. Source: (Inanici, 2010).....	200

Chapitre VI :

Tableau VI. 1. La couverture sanitaire de la ville de Sétif. Source : la DSP de Sétif, 2007.	218
---	-----

Chapitre VIII :

Tableau VIII. 1. Tableau présentant l'ensemble des diagrammes polaires des dVIII neuf espaces étudiés. Source : auteur.	344
Tableau VIII. 2. Tableau présentant une classification des diagrammes polaires des 19 espaces étudiés suivant leur niveau de confort ainsi que leur ressemblance de formes de radar. Source: auteur...	345
Tableau VIII. 3. Tableau des données (variables et individus) statistiques, tiré d'XLSTAT 2012. Source: auteur.....	348
Tableau VIII. 4. Tableau illustratif présentant les individus statistiques et leurs codes sur XLSTAT, 2012. Source: auteur.	349
Tableau VIII. 5. Tableau des statistiques descriptives, tiré d'XLSTAT 2012. Source: auteur.....	350
Tableau VIII. 6. Matrice de corrélation (obtenue suivant le coefficient Spearman), tiré d'XLSTAT 2012. Source: auteur.	351
Tableau VIII. 7. Tableau des valeurs propres, tiré d'XLSTAT 2012. Source: auteur.	352
Tableau VIII. 8. Tableau présentant les vecteurs propres, tiré d'XLSTAT 2012. Source: auteur.	353
Tableau VIII. 9. Tableau présentant les coordonnées des variables, tiré d'XLSTAT 2012. Source: auteur.	354
Tableau VIII. 10. Tableau des résultats de corrélations entre les variables et les facteurs, tiré d'XLSTAT 2012. Source: auteur.....	355
Tableau VIII. 11. Tableau des contributions des variables (%), tiré d'XLSTAT, 2012. Source: auteur.	359
Tableau VIII. 12. Tableau des cosinus carrés des variables (%), tiré d'XLSTAT, 2012. Source: auteur.....	360
Tableau VIII. 13. Tableau des coordonnées des observations (individus statistiques ou espaces étudiés), tiré d'XLSTAT, 2012. Source: auteur.	361
Tableau VIII. 14. Tableau des statistiques descriptives des variables regroupant les valeurs maximales, minimales et les moyennes, tiré d'XLSTAT, 2012. Source: auteur.	363
Tableau VIII. 15. Tableau présentant les propriétés des espaces du 1er quadrant, tiré d'XLSTAT, 2012. Source: auteur.	364
Tableau VIII. 16. Tableau présentant les propriétés des espaces du 2ème quadrant, tiré d'XLSTAT, 2012. Source: auteur.	365
Tableau VIII. 17. Tableau présentant les propriétés des espaces du 3ème quadrant, tiré d'XLSTAT, 2012. Source: auteur.	366
Tableau VIII. 18. Tableau présentant les propriétés des espaces du 4ème quadrant, tiré d'XLSTAT, 2012. Source: auteur.	367
Tableau VIII. 19. Tableau des contributions des observations (%), tiré d'XLSTAT, 2012. Source: auteur.	369
Tableau VIII. 20. Tableau des cosinus carrés des observations, tiré d'XLSTAT, 2012. Source: auteur.	370

Liste des annexes :

- Annexe I.** Le « Bimaristane »
- Annexe II.** Autres mesures pour l'humanisation
- Annexe III.** Orientations pour l'éclairage des espaces d'accueil des hôpitaux et normes du confort visuel pour les établissements de santé.
- Annexe IV.** La notion « d'ambiance »
- Annexe V.** Ambiance lumineuse et espace architectural
- Annexe VI.** Indicateurs informant l'environnement lumineux
- Annexe VII.** Effets de l'ambiance lumineuse sur les usagers
- Annexe VIII.** Œil, vision, lumière et confort visuel
- Annexe IX.** Perception visuelle et phénomènes perceptifs
- Annexe X.** La notion de carte mentale, cognitive
- Annexe XI.** La gestalt théorie et l'illusion optique
- Annexe XII.** Applications de la théorie de la syntaxe spatiale (Cas des paysages, musées et hôpitaux)
- Annexe XIII.** Résultats de la caractérisation de la qualité lumineuse et visuelle des espaces d'accueil des hôpitaux à Sétif.
- Annexe XIV.** L'activité hospitalière de l'année 2010 du CHU de Sétif

Liste des équations :

Chapitre II :

Equation II. 1. Formule du contraste. Source: (Mudri, 1996).....	63
Equation II. 2. Formule du contraste. Source: (Mudri, 1996).....	64
Equation II. 3. Formule du contraste. Source: (Mudri, 1996).....	64
Equation II. 4. Arrangement général de formule d'éblouissement, en réunissant l'ensemble des facteurs. Source: (Scott, 2008).....	75
Equation II. 5. Formule générale de l'éblouissement. Source: (Alstan Jakubiec et Reinhart, 2011).	77
Equation II. 6. Formule de la DGP (1). Source: (Alstan Jakubiec et Reinhart, 2011).	79
Equation II. 7. Formule de la DGP (2). Source: (Alstan Jakubiec et Reinhart, 2011).	80
Equation II. 8. Formule de la VCP (Visual Comfort Probability). Source: (COUTELIER, 2006).	81
Equation II. 9. Formule de DGR (Discomfort Glare Rating). Source: (COUTELIER, 2006).....	82
Equation II. 10. Formule de sensation d'éblouissement d'une source ou indice de sensation. Source: (COUTELIER, 2006).....	82
Equation II. 11. Angle solide sous lequel est vu le luminaire i (sr). Source: (COUTELIER, 2006).	82
Equation II. 12. Facteur de l'angle solide. Source: (Inanici, 2010).	82
Equation II. 13. Indice de position. Source: (Inanici, 2010).	82
Equation II. 14. Formule de BGI. Source: (Scott, 2008).	84
Equation II. 15. Formule de DGI (1). Source: (Hopkinson, 1963).	84
Equation II. 16. Formule de DGI (01). Source: (Inanici, 2010).	84
Equation II. 17. Formule de DGI (2). Source: (Scott, 2008).	84
Equation II. 18. Formule de l'UGR. Source: (Scott, 2008).	87
Equation II. 19. Formule de la CGI (1). Source: (Scott, 2008).....	89
Equation II. 20. Formule de la CGI (2). Source: (Coutelier, 2008).	89

Chapitre IV :

Equation IV. 1. Formule de l'asymétrie relative (intégration). Source: (Mazouz, 2009).....	142
Equation IV. 2. Formule de la profondeur moyenne. Source: (Mazouz, 2009).....	142
Equation IV. 3. Formule de la vraie asymétrie relative. Source: (Mazouz, 2009).....	142
Equation IV. 4. Formule du coefficient X; spécifique au calcul de la vraie asymétrie relative. Source: (Mazouz, 2009).	142
Equation IV. 5. Formule de la dentelure. Source: (mazouz, 2009).....	157
Equation IV. 6. Formule de l'ouverture. Source: (Mazouz, 2009).	158
Equation IV. 7. Formule de la redondance. Source: (Mazouz, 2009).....	159
Equation IV. 8. Formule de l'intégration visuelle. Source: (Maouz, 2009).	163
Equation IV. 9. Formule du contrôle visuel. Source: (Mazouz, 2009).	163
Equation IV. 10. Formule de l'entropie de profondeur du point Si. Source: (Mazouz, 2009).	164
Equation IV. 11. Formule du coefficient de compacité. Source: (Mazouz, 2009).....	164
Equation IV. 12. Formule du coefficient de compacité. Source: (Mazouz, 2009).....	164

Chapitre V :

Equation V. 1. Formule de l'exposition en fonction de la vitesse, l'ouverture et la sensibilité. Source: Site officiel du WEBHDR.....	172
Equation V. 2. Formule de calcul du critère d'estimation du pixel (%). Source: (Inanici, 2010).	195
Equation V. 3. Formule du contraste. Avec; Lt: luminance de la cible (target) et Lb: luminance du fond. Source: (Inanici, 2010).....	199

Introduction générale

Introduction générale:

“Eléments de problématique”

Introduction :

L'hôpital, équipement de grande envergure, affaire de l'Etat et du citoyen, est un lieu de naissance et de mort, lieu de vie et de souffrances, aussi celui de la compassion à la lettre de la sympathie. *Formes, espaces, paysage, environnement, fonctionnement, relations humaines et ambiances,...* tant de qualités et potentialités que l'hôpital peut nous offrir. *Contraintes programmatiques et conceptuelles, dysfonctionnements, questions de durabilité et d'évolutivité, problèmes socio-économiques, environnementaux, symboliques et perceptifs,...* tant d'insuffisances, manques ou d'anomalies de conception à régler pour améliorer les conditions de travail et de vie dans l'espace hospitalier ou pour l'adapter aux orientations actuelles des démarches du développement durable ou celle de la HQE.

L'hôpital est un des projets les plus difficiles à concevoir et à réaliser vu tous ces compromis. Généralement, le concepteur d'un hôpital trouve des difficultés quand à la conception des espaces ; une des causes réside au niveau de la conception des espaces fonctionnels purement techniques qui exigent un respect des normes et une maîtrise technique dans un esprit d'évolutivité de la construction dans l'espace et dans le temps. Lorsqu'on parle de la conception d'une chambre d'un malade, salle d'opération, un bureau d'un médecin, salle de soins ou de consultations, ... Ces espaces sont généralement **typiques** pour un modèle d'hôpital, ils exigent la précision et le travail de détail.

En parallèle, il y a des espaces **atypiques**, qui méritent une conception spéciale, avec un jeu de formes, de lumière, de couleurs, des ambiances, ... Ces espaces représentent également les espaces d'accueil qui deviennent avec le temps de véritables lieux de vie, de convivialité, d'intimité et d'évasion.

C'est là où le malade trouve son bien être avec sa famille et ses amis, là où le personnel médical peut trouver un confort et une satisfaction en termes de vie et de travail. Donc, le concepteur dépasse le problème technique, programmatique pour aller répondre à une problématique plus conceptuelle, perceptive et humanitaire, il doit répondre aussi aux attentes des usagers, en termes **d'accueil**, de **confort** et de **convivialité**.

Parlant des espaces d'accueil, qui sont les **espaces publics** de l'hôpital, les centres de gestion des flux, ils ont pour fonctions essentielles de recevoir, d'orienter, d'informer le public dans un univers accueillant et sécurisant. Leur conception doit favoriser la perception immédiate des **accès** aux différents services tout en gardant un contrôle permanent sur les espaces adjacents.

Selon FERMAND (1999), « *De nombreux secteurs de l'hôpital compact ultra-fonctionnel des années soixante-dix sont comparables aux plateaux d'une grande surface commerciale sur un point : les **fenêtres** y sont rares. Mais si l'objectif des commerçants est de faire perdre au public ses repères pour qu'il tourne longtemps et consomme plus, celui des services hospitaliers est au contraire de **faciliter l'orientation** du personnel, des malades et des consultants* », aussi « *L'un des grands acquis des réalisations hospitalières des quinze dernières années est bien l'expression d'une architecture de la **transparence**, capable d'offrir, dans la plupart des secteurs, **vues** et **lumière naturelle**, qualités à présent reconnues comme indispensables au bon fonctionnement d'un hôpital* ». Pour deux raisons faisant que la pénétration de la lumière au sein de tous les services est exigée par l'ensemble du personnel et paramédical, aussi, la lumière naturelle et les vues, notamment sur l'extérieur, renforcent la **lisibilité** des circuits et facilitent leur hiérarchisation, notre présente recherche traite cette question.

Si la présence abondante de vitrage dans les circulations ne résout pas tous les problèmes, notamment ceux des patients ou des visiteurs **angoissés** et **désorientés**, elle facilite le **repérage** dans les lieux de passage et qualifie l'environnement d'un personnel si souvent en mouvement. Cette exigence **d'éclairement naturel** a de très fortes conséquences sur les morphologies car elle conditionne la conception des réseaux de circulation et l'implantation des différents secteurs. Cependant, elle entre en contradiction avec des trajets longs, source de fatigue et de perte de temps pour le personnel, et conduit à des déploiements de façades importants qui pèsent lourdement sur les budgets de construction et d'exploitation.

La qualité de la lumière naturelle conditionne le **confort visuel** et la réussite architecturale d'un ouvrage. Plus que jamais, la lumière est un élément de construction essentiel qui apporte à la femme et à l'homme de l'art une nouvelle liberté de création et d'expression.

Vivre en pleine lumière naturelle, c'est bénéficier en permanence de sa clarté, de ses ambiances, de son bien-être.

« L'espace d'accueil et d'attente doit bénéficier d'une ambiance lumineuse agréable et reposante et d'un niveau satisfaisant pour assurer correctement l'exécution des diverses formalités administratives » (Narboni, 2006).

L'importance grandissante du rôle de ces lieux d'accueil et d'orientation, aujourd'hui intégrés aux programmes (dans des proportions que les architectes trouvent encore bien souvent insuffisantes) a par la suite engendré différentes formes architecturales. L'architecte doit formaliser des espaces de **transition** destinés non seulement à **accueillir** et **distribuer**, mais aussi à **éclairer** et à **séparer** les bâtiments, en l'apparition des **atriums** et des **galeries** monumentales, au statut manifeste d'espace public, majoritairement éclairés par des verrières (FERMAND, 1999).

L'hôpital reflète inconsciemment une image rappelant souvent le stress, la tristesse, la mort, les maladies et la souffrance. Pour cette raison, les concepteurs d'aujourd'hui optent à donner une vie, une image plus optimiste, plus accueillante à l'hôpital, en travaillant des espaces tels que « les galeries publiques, halls d'accueil, patios, terrasses, espaces d'attentes,... » en intégrant également des éléments naturels (**lumière, couleurs, textures, végétal, eau, odeurs, paysage,...**) qui peuvent être des signaux « stimuli » pour caractériser des ambiances et éveiller des sentiments de satisfaction chez les usagers, des sentiments de sécurité et de convivialité au sein de l'hôpital. Ainsi, intégrer des paramètres sensoriels majeurs en acoustique, en thermique, en lumière... et des nouvelles dimensions tels que « l'**art** et l'**humour**, la **culture**, la **musique**, les **couleurs** et l'**esthétique** du paysage,... » Pour améliorer le préjugé des gens sur l'hôpital d'hier en projetant une nouvelle image et des nouvelles perceptions dans les esprits des usagers, qui vont de pair avec l'image de « l'hôpital de demain », pour un « hôpital plus humain ».

L'introduction de la notion des ambiances peut donc être une solution pour humaniser l'hôpital. Et pour se faire, actuellement des nouvelles opérations telles que « rénovation, restructuration, reconstruction,... » se développent au sein des hôpitaux et visent à intégrer cette notion d'ambiances (lumineuses, thermiques, sonores, olfactives, hygrothermiques,...) qui peut rectifier des anomalies de conception.

En effet, cette nouvelle notion d'ambiance dont on parle tant est encore en débat (Amphoux, 2004). En réalité la conception des espaces d'accueil dans la plupart des hôpitaux algériens semble échapper à cette approche. En effet, ils ne semblent pas être intégrés à la notion d'ambiance visant l'humanisation de l'hôpital dont on parle tant. Souvent, celui qui arrive à l'hôpital soit le malade, le personnel ou généralement les visiteurs ou familles,...se perd dans le détail de l'hôpital car ils ne trouvent pas une visibilité claire, ils ne trouvent pas de repères, et sont du coup désorientés...

Généralement, quand on est dans un labyrinthe, on est plus ou moins stressé et désorienté, mais quand les choses sont claires, on a une visibilité claire c-à-d qu'à partir de l'espace d'accueil, on a une facilité de lecture du reste de l'espace, on a une accessibilité visuelle, une facilité d'orientation, on peut se reconnaître dans l'espace. « *Qui ne s'est jamais perdu dans le labyrinthe des couloirs d'un hôpital?* » (FERMAND, 1999).

On peut humaniser une chambre, un bloc opératoire, ... mais on sera obligé de respecter des normes et des aspects purement techniques. En humanisant des espaces d'accueil ou « waiting areas », c'est là où le concepteur peut trouver sa liberté d'expression et peut apporter sa touche, son goût, et sa détermination.

Notre thème de recherche découle de l'ensemble de ces réflexions dans l'absolu et de ces constats. Par conséquent, on s'intéresse à étudier les espaces d'accueil dans les hôpitaux, qui peuvent être des espaces intérieurs ou extérieurs, à l'instar des halls d'accueil, espaces d'admissions, espaces (coins) d'attentes, terrasses, patios, jardins, galeries et « rues publiques » au sein des hôpitaux, aussi bien les espaces d'accueil classiques tel que les grands couloirs et coursives. Notre thème traite la question suivante: « **Ambiance lumineuse, visibilité et accessibilité visuelle; paramètres contribuant à l'humanisation des espaces d'accueil des hôpitaux** ».

Notre corpus d'étude sera composé des espaces d'accueil des hôpitaux se situant dans la wilaya de Sétif, qui sont le CHU de Sétif (Saâdna Abdenour) (1939), l'hôpital Saroub El Khouthir à El Eulma (1958) et l'hôpital Youcef Yâalaoui à Ain Azel (2007).

1. Problématique et hypothèse :

A partir de notre intention de recherche, la **question de recherche** suivante émerge :

Une ambiance lumineuse adéquate, une bonne visibilité et accessibilité visuelle sont-ils des paramètres à même d'assurer l'ambiance humaine qu'on s'attend à trouver dans les espaces d'accueil des hôpitaux ?

Aussi, d'autres sous questions s'imposent pour résoudre cette problématique, telles que :

- Qu'est ce qu'une humanisation?
- Qu'est ce que les espaces d'accueil dans l'hôpital? comment faire pour les humaniser?
- Quelles sont les définitions du triptyque (ambiance lumineuse, visibilité et accessibilité visuelle)?
- Quelles sont les relations de prédiction reliant ce triptyque?
- Ce triptyque de paramètres, peut-il contribuer réellement à concrétiser la dédramatisation des espaces d'accueil?

Deux hypothèses résultent de cette problématique :

- Les espaces d'accueil dans les hôpitaux prendraient rarement en considération les trois paramètres réunis « ambiance lumineuse, visibilité et accessibilité visuelle ».
- La prise en considération de ces trois paramètres contribuerait à humaniser et à dédramatiser ces espaces.

2. Objectifs :

Pour être plus pratique dans l'accomplissement et le développement de cette étude, nos objectifs seront les suivants :

- Caractériser la qualité de l'ambiance lumineuse des espaces d'accueil, en caractérisant la luminance, le contraste et l'éblouissement gênant en vue d'une qualification du confort psycho-visuel des usagers systématiquement attendu et de la qualité lumineuse de l'espace étudié.
- Caractériser la visibilité et l'accessibilité visuelle à travers la caractérisation des qualités spatio-visuelles de l'espace étudié à l'instar de la qualité de spaciosité, de complexité, la qualité de l'ouverture/ fermeture et dispersion.
- Vérifier si le triptyque de paramètres indiqués est toujours présent dans un même espace d'accueil ou non? En d'autres termes, Vérifier si l'endroit où il y a une ambiance lumineuse adéquate correspond à l'endroit où il y a une bonne visibilité et une bonne accessibilité visuelle et vice versa, et quel est l'effet de celle-ci sur l'espace et les usagers.
- L'objectif de vérifier si ce triptyque de paramètres réunis dans un espace contribue réellement à humaniser ce même espace ou non, n'a pas été abordé dans la présente recherche, vu le temps réservé à cette recherche, ainsi que les moyens disponibles. Espérant l'aborder dans d'autres recherches futures.

3. Méthode d'approche :

Pour atteindre nos objectifs, le **mode d'approche** qui sera adopté est le suivant :

a. Pour la simulation de la visibilité et l'accessibilité visuelle, on a opté à choisir la théorie de la syntaxe spatiale (cf. chapitre trois). Travaillant ainsi avec ses techniques et simulant les espaces de notre corpus d'étude suivant quatre types différents d'analyse ; la VGA (Visibility Graph Analysis), l'analyse convexe, axiale et l'analyse des isovistes. Ces simulations se font grâce au logiciel DEPTHMAP qui permet d'obtenir des résultats (visuels et numériques) exacts sous différentes formes : des graphes, des cartes syntaxiques, des tableaux,...etc. Par la suite, qualifier les perceptions des gens systématiquement à travers les résultats des mesures syntaxiques -l'intégration visuelle, la connectivité visuelle, l'entropie visuelle, le contrôle visuel, la step depth, le choix et l'intelligibilité-. Pour deux raisons qui font que, DEPTHMAP est un logiciel qui fait ses calculs et simulations à la base des plans DXF, et vu le manque des plans d'hôpitaux à étudier, on a été obligé d'effectuer des relevés.

b. Pour la simulation de la qualité de l'ambiance lumineuse, on a opté de caractériser la qualité de l'ambiance lumineuse à travers les photos. Les résultats sont obtenus après plusieurs étapes et grâce à plusieurs logiciels et applications à l'instar de GIMP2 -réduction des dimensions des photos-, LUMINANCE HDR -création des photos HDR-, commande MS-DOS -programmation et introduction des données stockées dans les photos HDR- et DAYSIM/ EVALGLARE -simulation finale et génération des cartes des luminances et des valeurs des indices d'éblouissement gênant en vu d'une caractérisation de l'ambiance lumineuse de la scène étudiée-.

c. Une première lecture visuelle des liaisons entre les indicateurs et des ressemblances entre les espaces étudiés a été faite à l'aide de la construction et la classification des ressemblances des formes des diagrammes polaires faites suivant une qualification du confort visuel de l'espace étudié.

En dernier lieu, dont le but de vérifier si la corrélation de l'ensemble des données et résultats étudiés nous aide à concevoir un espace qui est à la fois repérable, facilement accessible et au même temps doté d'une bonne ambiance lumineuse, d'une bonne visibilité et accessibilité visuelle, on a effectué des corrélations numériques adoptant la méthode de l'analyse en composantes principales (ACP) utilisant le module intégré à Excel (XLSTAT).

4. Structure du mémoire :

A partir de l'hypothèse et de la méthodologie d'approche adaptée pour répondre à notre problématique, on a pu construire une structure pour notre travail de la manière suivante :

- **Chapitre introductif :**

Où on a présenté une introduction générale au thème, posant en effet, les questions de recherche qui suivent cette réflexion dans l'absolu, afin d'arriver à une formulation claire de notre problématique. En parallèle, on a énoncé une hypothèse qui reste une réponse provisoire à notre problématique de recherche en attendant sa confirmation ou infirmation à travers ce travail de recherche. Aussi, on a arrêté nos objectifs de cette recherche ainsi que la méthodologie d'approche qui semble la plus adéquate. En dernier lieu, on a fixé les grandes lignes de notre structure de travail, en rapport avec notre problématique et l'hypothèse qui y on découle.

Notre structure de travail se compose principalement de deux grandes parties -théorique et pratique- suivantes :

- a. **La partie théorique** englobe quatre chapitres. Les trois premiers chapitres correspondent aux différents concepts étudiés dans la présente recherche. Le quatrième chapitre sera consacré à la théorie de la syntaxe spatiale, vu son importance pour notre étude.

- **Chapitre premier (Hôpital et Humanisation) :**

Ce chapitre traite en trois grandes parties trois axes. Le premier correspond à la définition du concept hôpital et la présentation des typologies d'hôpitaux recensés dans l'histoire. Le second axe traite la question de l'humanisation des hôpitaux dont on essaie de définir ce concept à travers son évolution et ses dimensions. Ainsi, en présentant les principaux axes et mesures à prendre pour atteindre cette humanisation, on veut vérifier si le triptyque des paramètres (ambiance lumineuse, visibilité et accessibilité visuelle) fait partie des mesures d'humanisation ou non. Le dernier axe correspond à la définition et à la présentation des typologies des espaces d'accueil dans les hôpitaux, tout en faisant référence à des projets livresques dont la contribution de différents paramètres (pas seulement l'espace par l'intégration de la galerie publiques, le patio et les jardins, mais aussi, en intégrant lumière, art, culture, végétal, couleurs, matériaux, etc.) dans l'amélioration de l'ambiance humaine de ces espaces, était primordiale.

- **Chapitre deuxième (ambiances lumineuses et sa caractérisation) :**

Dans ce chapitre, on aborde dans un premier lieu, la question d'ambiance lumineuse générée par la lumière naturelle, ses définitions, ses types et approches, sa caractérisation, sa qualification et sa perception, ses composantes, ainsi que ses paramètres. Tandis qu'en dernier lieu, on a mis en évidence quelques facteurs et paramètres faisant la caractérisation de la qualité de l'ambiance lumineuse dont on a choisi de traiter uniquement trois paramètres de base; la luminance, le contraste et l'éblouissement.

- **Chapitre troisième (visibilité et accessibilité visuelle) :**

Ce chapitre a été l'occasion pour un passage en revue en vue de définir deux concepts; visibilité et accessibilité visuelle, aussi pour établir notre positionnement épistémologique par rapport à ces deux notions, en choisissant l'approche la plus idoine pour résoudre notre problématique.

Ce chapitre est structuré suivant trois grands axes. Le premier traite la notion de la perception visuelle ; où on aborde le processus perceptif, les notions d'orientation visuelle, de perturbation visuelle et les phénomènes de constance et d'adaptation visuelle. Le deuxième axe concerne le positionnement épistémologique dont on traite cinq différentes approches traitant les deux concepts.

Notre présentation des approches n'est pas exhaustive mais elle peut nous a orientée vers une approche adéquate pour résoudre notre problématique. Les approches étudiées sont celle de Jean Cousin, celle de Kevin Lynch, la théorie de la forme « Gestalt theorie », l'approche écologique de Gibson, et enfin la théorie de la syntaxe spatiale. Le Troisième axe traite les notions de l'orientation spatiale et du wayfinding, tout en rappelant le besoin de s'orienter dans l'espace et dans le temps.

- **Chapitre quatrième (La syntaxe spatiale et le traitement de la visibilité et de l'accessibilité visuelle) :**

Ce chapitre traite la théorie de la syntaxe spatiale, ses techniques et outils, tout en essayant de comprendre comment elle fonctionne ? Pourquoi et quand l'employer? Aussi, il aborde ses concepts de base, ses principales mesures, et les méthodes utilisées, ainsi que sa méthodologie d'analyse. Egalement, il montre son développement et ses champs d'application.

b. La partie **pratique** relative à l'analyse et l'interprétation des données issues des simulations, comprend les quatre chapitres suivants :

- **Chapitre cinquième (Méthodologie d'approche):**

Dans ce chapitre, on a présente les approches et les méthodes susceptibles de donner des réponses à nos questions. La méthodologie d'approche qu'on a construite se base sur trois grands axes. Le premier traite la visibilité et l'accessibilité visuelle, utilisant la théorie de la syntaxe spatiale, faisant appel aux différentes analyses syntaxiques (VGA, convexe, isovistes et axiale). Le second traite l'ambiance lumineuse et sa caractérisation, tout en se positionnant épistémologiquement par rapport à cette notion. En effet, plusieurs méthodes sont disponibles pour faire cette opération. Le troisième semble aussi primordial car il fait l'objet des corrélations des résultats à plusieurs niveaux dont une gamme très variée de logiciels et applications est disponible à cet effet.

- **Chapitre six (Présentation des cas d'étude) :**

Ce chapitre est relatif à la présentation du corpus d'étude constitué de trois hôpitaux, situant tous dans la wilaya de Sétif qui sont successivement : le **Centre Hospitalo-universitaire « CHU SAADNA Mohamed Abdenour »** à Sétif, **l'hôpital Saint Arnaud « Saroub El Khouthir »** à la daïra d'El Eulma et **l'hôpital « Youcef Yaâlaoui »** à la daïra d'Ain Azel. Plusieurs relevés ont été effectués dans les trois hôpitaux à fin d'avoir les plans « état 2011 » qui seront simulés par la suite par le logiciel DEPTHMAP. A travers ce chapitre, on a étudié l'évolution de ces établissements à travers le temps, tout en présentant les différents espaces d'accueil de chaque service et pavillon.

Par la suite, on a choisi de centrer notre attention et notre étude sur trois services communs entre les trois hôpitaux, et qui sont les plus utilisés et fréquentés par les usagers. Ces trois services sont : les urgences, la médecine interne et la chirurgie générale.

- **Chapitre septième (Résultats de la caractérisation de la visibilité et de l'accessibilité visuelle) :**

Où on présente les résultats de notre simulation de l'espace qui a été faite par le logiciel (DEPTHMAP) suivant deux phases. La première est consacrée à la simulation du plan de masse utilisant l'analyse VGA et l'analyse axiale (la All Lines Analysis). La deuxième phase est consacrée à la simulation des configurations spatiales intérieures ; celles des espaces d'accueil en rapport avec l'ensemble du système.

Cette simulation est effectuée dans les deux cas ; où les portes sont ouvertes ainsi que lorsqu'elles sont fermées, se basant sur les mesures syntaxiques suivantes: connectivité, intégration, contrôle visuel, entropie visuelle, la step depth et l'intelligibilité.

- **Chapitre huitième (applications et résultats) :**

Ce dernier chapitre comporte deux parties. La première partie fait l'objet des caractérisations de la qualité lumineuse de l'espace étudié sur la base des photos simulées en utilisant le logiciel (EVALGLARE). Le premier degré de corrélation est visuellement ressorti à travers la construction et la classification des diagrammes polaires, sur la base des indicateurs relevés des simulations par EVALGLARE et sur la base des lectures visuelles et numériques des résultats des analyses isovistes faites par DEPHMAP.

La seconde partie est plus approfondie. Elle fait l'objet des corrélations visuellement et numériquement observées et étudiées. L'outil utilisé à cet égard est le module intégré à Excel qui est ((XLSTAT), tout en utilisant l'analyse en composantes principales (ACP). A cet effet, on a corrélé les indicateurs obtenus par (EVALGLARE) avec ceux obtenus des simulations faites par (DEPTHMAP) afin de sortir avec des éléments de réponse concernant la conception des espaces d'accueil et d'attente, dont l'existence du triptyque de paramètres (ambiance lumineuse générée par la lumière naturelle, la visibilité et l'accessibilité visuelle) réunit dans un même espace est toujours valable ou non.

- **Résultats et recommandations :**

Ce travail a pour ambition de contribuer d'un côté, à la réflexion sur la question d'humanisation dans les espaces d'accueil des hôpitaux, en manipulant trois paramètres « l'ambiance lumineuse, la visibilité et l'accessibilité visuelle ». D'un autre côté, mieux appréhender les configurations spatiales architecturales ou urbaines en rapport avec les comportements des usagers en se basant sur la corrélation de ce triptyque. Et comme tout travail de recherche, le notre se termine par une conclusion générale, par les limites de la présente recherche et des recommandations pour un développement vers d'autres horizons de prospection.

C hapitre 01:

« Hôpital et Humanisation »

*“ L’hôpital est un lieu où l’on vit, où l’on naît, où l’on souffre,
où l’on espère la guérison, où l’on meurt aussi.” Gérard Larcher*

Chapitre 01:

“Hôpital et Humanisation”

Introduction:

Le présent chapitre traite la question de l’humanisation des hôpitaux suivant deux échelles. La première est générale car elle correspond à l’humanisation de l’hôpital en tant qu’un système complexe. Tout d’abord, on expose un bref aperçu sur la notion d’hôpital et l’évolution des typologies d’hôpitaux recensées dans l’histoire. Par la suite, on aborde la question d’humanisation ; ses définitions, son évolution, ses dimensions, ainsi que ses axes et mesures susceptibles de la concrétiser. La seconde est spécifique à la présentation -théorique et pratique à travers quelques espaces d’accueil de quelques projets livresques- des typologies et configurations des espaces d’accueil, d’attente et d’orientation dans les hôpitaux.

L’objectif est de définir les concepts: hôpital et humanisation, en explorant comment la notion d’humanisation s’est introduite, s’est développée et s’est traduite au sein de l’hôpital en rapport avec l’évolution de celui-ci. Comprendre les espaces d’accueil, d’attente et d’orientation, du point de vue configuration, conception, organisation, statut et notamment caractérisation. Aussi, vérifier théoriquement la contribution des paramètres (lumière naturelle, ambiance lumineuse, accessibilité, wayfinding et visibilité) dans la concrétisation de cette humanisation et dans la dédramatisation des lieux d’accueil et d’attente.

I.1. Aperçu sur l’évolution des typologies d’hôpitaux dans l’histoire:

Au cours de l’histoire, l’hôpital a connu des mutations radicales en termes d’évolution des typologies, configurations spatiales, taille, échelle et modularité, fonctionnement interne et externe, ainsi qu’au niveau de son statut social, symbolique, culturel, politique, économique et thérapeutique. Ces mutations ont été le résultat de développement de la médecine, de la technique, des exigences foncières, sociales, économiques et surtout politiques.

Au moyen âge, le monde islamique connaît des **équipements de soins luxueux, spécialisés et très confortables**, appelés les **bimaristans**, les **mâristâns** ou **maisons des malades**. L’accueil et la prise en charge des malades n’étaient pas seulement selon la séparation de l’époque suivant le sexe et l’âge des malades mais aussi selon leurs maladies dont on trouve des services et salles

spécialisées (médecine interne, salle d'opération, salle de consultation d'ophtalmologie, maladies mentales,...etc.). L'espace d'accueil principal du bimaristane se situait en général au niveau d'un patio doté par une ambiance humaine accentuée par l'existence de la végétation, le jet d'eau, la lumière naturelle, les odeurs,...etc. Le principe fédérateur pour l'accueil dans le bimaristane était l'égalité sociale et sanitaire ; pas de ségrégation sociale (BELKAMEL, RAOUYANE, 2010). Avec l'allure d'une mosquée, le bimaristane était l'équipement sanitaire (de prise en charge), universitaire (enseignement médical) et urbain, idéal (cf. annexe I).



Figure I. 1. Bîmârîstân El Mansouri Qualaun à Caire.
Source: (Bouandes, 2008).



Figure I. 2. Bîmârîstân de Qualaun Halabé (Syrie).
Source: (Bouandes, 2008).

À cette époque, le monde occidental connaît l'**hôpital halle** ou l'**église hospitalière** qui était un lieu de protection des plus démunis. Il rassemble dans un vaste espace sacralisé des alignements de lits clos, comme autant de refuges sous le large manteau communautaire que constitue l'ordre religieux. Chacun est orienté vers l'autel, dans un espace très verticalisé avec une introduction symbolique de la lumière zénithale (symbole de la guérison et le salut). Cet hôpital se caractérise par une architecture monumentale dont l'espace de la pratique religieuse est au centre de l'édifice.

Il se situe au cœur des villes, mais plus tard, les Hospices sont déplacées à la périphérie de la ville où l'objectif était l'enfermement de tous les indésirables, vagabonds, pauvres, vieillards, femmes de mauvaise vie,...etc. ce type d'hôpitaux présente plusieurs problèmes tels qu'une organisation anarchique et regroupement indifférencié des malades (vieux- enfants- vivants- morts- les brûlés- tuberculeux...) ensemble dans une grande salle, une mauvaise prise en charges des malades même des morts.

Aussi, les mauvaises odeurs des corps des êtres vivants qui sont entassés en juxtaposition avec les cadavres gardés 24 heures après leur mort à l'intérieur de l'hôpital (exemple de l'HÔTEL-DIEU). En d'autres termes, les conditions de vie dans les espaces de soins étaient catastrophiques: les **maladies, la mort, la vie, la souffrance et l'accueil** ont été réunie dans le même espace.

Avec de telles conditions, les malades n'étaient pas satisfaits, et le pourcentage de vie était négligeable. Les églises et les établissements de charité ont joué un rôle important pour sauver la vie des gens, pour héberger les passagers, tout en présentant des sentiments de solidarité. Malheureusement, l'église ne suffisait pas à répondre aux attentes des gens.



Figure I. 3. La halle de l'église: un lieu de soins.
Source: (FERMAND, 1999).

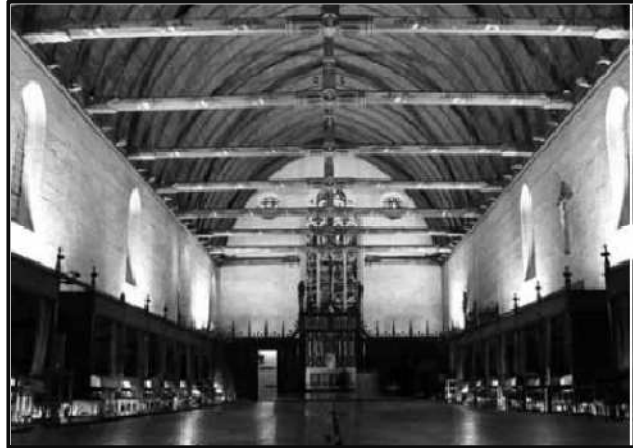


Figure I. 4. Hospices de Beaune (côté d'Or) conçu au XVe siècle.
Source: (DHOMM, SUN, TELLIER, 2006).

Durant le XVIe et le XVIIe siècle, **l'hôpital classique** a constitué en grande partie un **lieu d'exclusion et d'isolement des indésirables**. Lors de ces périodes de grandes épidémies, la santé devient aussi une affaire de mœurs et l'hôpital est chargé d'enfermer les malades. L'architecture établit un univers carcéral avec cellules, cour de promenade et enceinte fortifiée à l'instar de L'hôpital exemplaire « Saint Luis, 1788 conçu par Claude Vellefaux ».

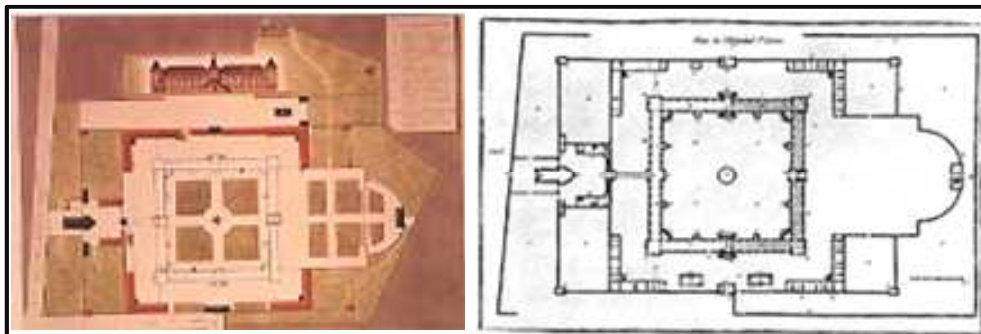


Figure I. 5. Plan, Hôpital St. Louis, 1788, Paris (de Claude Vellefaux). Source: (FERMAND, 1999).

Les changements instaurés durant le Siècle des Lumières, puis au XIXe siècle, font évoluer la médecine et intègrent l'architecture comme une donnée susceptible de créer un environnement sain. **L'hôpital hygiéniste** segmente et spécialise les espaces, crée des ventilations continues, apporte l'air et la lumière comme une nouvelle donnée thérapeutique.

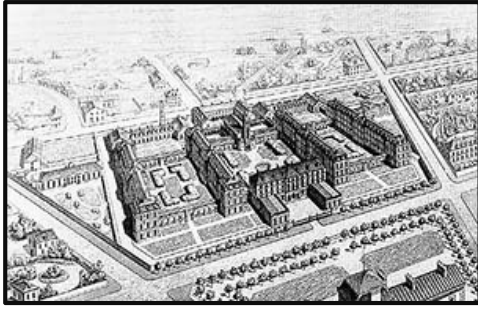


Figure I. 6. Perspective, Hôpital de Ménilmontant (postérieurement Hôpital St. Louis), 1833-1882, Paris (d'Etienne Billon). Source: (FERMAND, 1999).

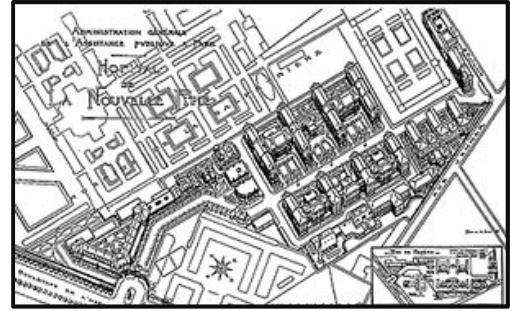


Figure I. 7. Perspective, Hôpital de la Pitié, 1903, Paris (de Justin Rochet). Source: (FERMAND, 1999).

L'**hôpital pavillonnaire** poursuit cette recherche de séparation des unités de soins en organisant l'échelle de plus en plus vaste des hôpitaux par un dessin volontairement urbain. L'hôpital devient un quartier avec ses rues, ses places, ses commerces. L'exemple de l'hôpital **Lariboisière** conçu par l'architecte Martin Pierre Gauthier (1790- 1855) où six cents malades sont accueillis dans six pavillons séparés par les préaux – promenoirs. Ils sont distribués en peigne de part et d'autre d'une cour centrale rectangulaire, délimitée par une **galerie de circulation**, un corridor surmonté d'une galerie découverte. Deux quartiers de trois pavillons chacun sont ainsi nettement séparés, l'un accueillant les femmes, l'autre les hommes, selon les principes de répartition de l'époque.

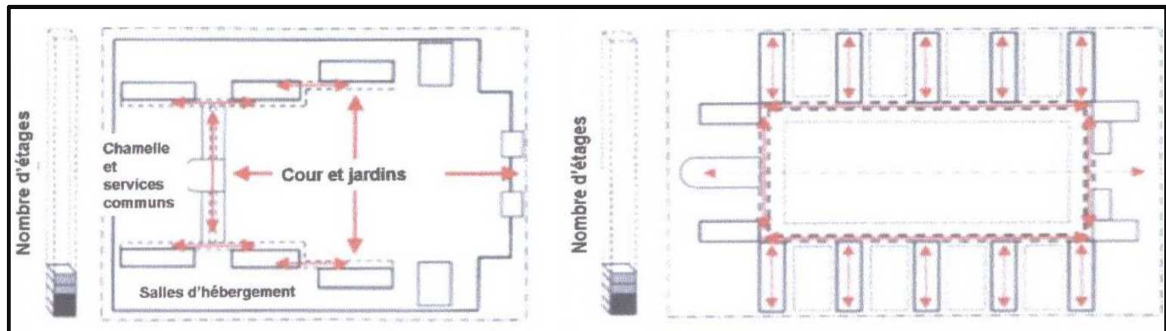


Figure I. 8. L'hygiénisme et les machines à guérir: L'architecture ventilée, modèle révolutionnaire. Source: (FERMAND, 1999).

L'**hôpital fonctionnaliste** apparaît avec l'industrialisation et les transformations nées au début du XXe siècle. Installé à l'écart des villes, cette typologie d'hôpitaux, ordonné verticalement sous la forme de barres ou de tours, se rationalise dans sa construction (préfabrication, utilisation du béton armé..) et son fonctionnement (plateau technique, circulations..). De nouvelles expériences apparaissent également comme les **sanatoriums**, posant de nouveau la question du rapport à l'environnement et à la nature (air, lumière, **vue**, isolement..) comme un **élément participant aux soins**.



Figure I. 9. L'hôpital de BEAUJON à CLICHY, conçu en 1932. L'hôpital avec des terrasses solarium (état initial), et avec des escaliers de secours (état actuel). Source: (FERMAND, 1999).



Figure I. 10. Façade et vue aérienne sur la cité hospitalière de Lille- France. Source: (FERMAND, 1999).

L'hôpital actuel conserve certaines caractéristiques de son évolution passée. Il demeure un lieu un peu "à part" du reste de la ville, peut-être inspiré par la gravité de certaines des situations qu'il abrite: la naissance, la souffrance, la guérison, la mort. Le sentiment d'enfermement y est encore parfois présent, tout comme **la sectorisation** et la **rationalisation** à outrance qui fait ressembler l'édifice à **une machine plus qu'à un lieu d'accueil**.

I.2. Définitions, évolution et dimensions de la notion d'humanisation:

« **L'humanisation** »¹ de l'hôpital en tant qu'une préoccupation remonte précisément à la fin des années 1920 avec l'ouverture des hôpitaux aux classes moyenne » dit **Anne Nardin**². Durant la Seconde Guerre mondiale, les besoins sanitaires se sont multipliés et les pouvoirs publics ont décidé que l'hôpital deviendrait le service public chargé de soigner l'ensemble de la population. Dans les années d'après-guerre, ce concept d'humanisation s'est développé de manière très importante ce concept, il s'est imposé au milieu des années 1950.

¹ COMMUNIQUÉ DE PRESSE: L'humanisation de l'hôpital. MODE D'EMPLOI une exposition du Musée de l'AP-HP. 21 octobre 2009 – 20 juin 2010 Un mouvement de réforme amorcé dès les années 1930.

² Anne Nardin, conservatrice en chef du musée de l'Assistance publique-Hôpitaux de Paris, voir également: www.aphp.fr

Dans les années cinquante, il désigne le mouvement de réforme profonde de l'hôpital pour tenter de l'ajuster aux évolutions profondes de la société: modes de vie, sensibilité, évolutions des techniques médicales et des attentes des patients (BIENVAULT, 2010). Issu de l'hospice, l'hôpital était initialement un lieu d'assistance dédié à la prise en charge des indigents. Parallèlement à **l'explosion des techniques médicales** et à la quête du "toujours plus" (plus de recherche et plus d'appareils, pour plus de guérison), l'hôpital connu des travaux pour se moderniser et « **s'humaniser** ». En 1956, le mot acquiert la dimension d'un slogan dans la perspective d'une politique nationale à élaborer. L'ampleur de ce mouvement au sein de l'histoire hospitalière du XXe siècle est proportionnelle à la pesanteur des héritages. L'hôpital est resté ce grand organisme taillé aux cotes de **l'indigence** puis de **l'assistance**. Le 5 décembre 1958, la publication de la première circulaire française « **relative à l'humanisation des hôpitaux** » marquait une étape nouvelle dans le processus d'adaptation de l'hôpital aux évolutions de la société (BIENVAULT, 2010).

Dès son essor, le concept de l'humanisation s'est développé en présentant des dimensions tels que la:

- **Dimension matérielle:** dans les années cinquante, tout a changé en insistant notamment sur les efforts matériels de modernisation des espaces. Cette transformation des hôpitaux a été très lente à se mettre en place, notamment en raison d'un problème de disponibilité des lits, toujours prioritairement affectés aux patients sans ressources. Il y avait aussi une volonté de ne pas mélanger les nécessiteux et ces nouveaux «patients payants». L'idée fut alors de construire dans les enceintes des hôpitaux des « **maisons de santé** », pour **accueillir** ces patients des classes moyennes. Pour autant, l'humanisation ne tient pas tout entière dans la seule dimension matérielle.
- **Dimension matérielle et symbolique** constituée par la fermeture des salles communes et les mesures portant sur la vie quotidienne de la population hospitalisée (régime horaire des malades, visites, conservation des effets personnels,...etc.). Aujourd'hui, les salles communes sont interdites dans un sacre hospitalier. Aussi, quand on évite les implantations classiques de l'hôpital hors la ville, on rompt avec cette image de forteresse implantée au cœur ou aux franges des cités, qui a pendant des siècles symbolisé l'exclusion, la maladie et la mort. « *Pour qu'un hôpital devienne un équipement ouvert, dépassant son image de « machine à soigner », il doit être structuré par un système de liaisons lisibles et claires qui favorise la **dédramatisation des lieux** et constitue une véritable **structure signalétique***» (FERMAND, 1999).
- **Dimension relationnelle:** celle de la protection des droits des usagers.

- **Dimension fonctionnelle:** L'humanisation, bien qu'elle constitue un impératif de qualité pour la satisfaction des usagers, mais elle reste un aspect très souvent négligé dans les hôpitaux publics.
- **Dimension physique:** celle de la rationalisation des tailles et typologies des hôpitaux (rendre à l'échelle humaine) en évitant la monumentalité et l'aspect gigantesque de l'équipement, et celle de l'insertion de l'équipement au sein de la ville pour qu'il puisse s'intégrer à la vie quotidienne et puisse tisser des relations humaines avec son environnement architectural, urbain, social et économique ainsi qu'environnemental...etc.
- **Dimension humaine:** celle de la prise en compte progressive de l'importance d'une relation humanisée entre les professionnels et les usagers, celle de l'humanisation de l'espace hospitalier, et l'humanisation de l'accueil. Elle se traduit par des politiques nouvelles, visant à améliorer l'accueil et l'accompagnement des personnes hospitalisées et de leurs familles et à assurer aux personnels soignants un cadre professionnel plus agréable.

C'est à la recherche de concrétiser cette dimension que des générations d'hospitaliers ont fait recours à des métaphores du "**chez-soi**" telles que « **hôpital comme à la maison** », « **Maison de santé** », « **maison de verre** », « **maison accueillante** », « **maison des malades** », « **maisonnée** », « **maison des usagers** » « **hôpital ; ami des enfants** » pour imaginer l'hôpital idéal, refuge rassurant et salvateur. En d'autres termes, c'est la nécessité de faire de l'hôpital un **lieu d'accueil** conçu de plus en plus comme un espace public; **un lieu plus humain, plus ouvert à la cité**, qui est aujourd'hui reconnue comme une priorité par l'ensemble du secteur médical et hospitalier et par le grand public. Sa capacité d'accueil répond aussi bien à des exigences d'hospitalisation à court ou long terme qu'à des exigences de réception, telles que les consultations externes.

Comme l'hôpital est un lieu de **résidence** et de **passage**, il est aussi un **lieu de travail**; une pépinière de compétences et de spécialisations. Donc, l'hôpital est devenu un **lieu de vie, de soins, d'attentes, de recherches, d'échanges, d'espoir** et de **réconfort** aussi; où de nombreuses disciplines y sont représentées et de nombreux corps de métiers interviennent dans des domaines très divers mais toujours complémentaires. L'objectif majeur est d'adapter tous les espaces aux besoins des malades, des équipes soignantes et des autres utilisateurs. Praticité, confort, hygiène, accessibilité et pérennité sont des critères à prendre en compte en aval de chaque projet d'hôpital, au stade de la programmation. Ceci tant au niveau de l'organisation spatiale qu'au niveau des choix qualitatifs de toutes les composantes du projet, à travers des critères très précis, avec l'application de normes de fonctionnement optimales et un choix de matériaux judicieux.

Aujourd'hui, Le chantier de l'humanisation est permanent et ne cesse de s'étendre, les progrès de l'humanisation passent par la promotion de nouvelles notions, comme la « **qualité** », ou encore la « **bienveillance** »...etc, chacune porteuse de nouvelles applications. Les expérimentations s'additionnent: mobilier, hôtesse, couleurs, confort, information, portes-ouvertes, loisirs... Les premières réponses viennent tout d'abord des Etats-Unis, pays qui fait longtemps rêver les hospitaliers d'un **hôpital « confortable et gai »**. L'hôpital semble parti pour se confondre avec un lieu accueillant et rassurant. Mais les moyens ne sont pas au rendez-vous et les programmes traînent et s'épuisent devant l'énormité de la tâche. Pendant ce temps, l'humanisation cède le pas **à la qualité, mesurée, évaluée, chiffrée.**

I.3. Axes et mesures pour l'humanisation des hôpitaux:

« **Humanisation** » est le terme employé pour **qualifier** les nouvelles conditions d'hébergement, de **qualité des espaces d'accueil et de vie** des malades ainsi que le personnel hospitalier (FERMAND, 1999). La liste des mesures de l'humanisation est très vaste, elle comporte des:

I.3.1. mesures spatiales:

Dont l'objectif est de changer les idées des personnes hospitalisées, de les détourner de la maladie, faire fuir l'ennui et pour en finir avec cette image de lieu froid, impersonnel et austère, et pour rendre les services plus agréables, plus accueillants et plus rassurants et par conséquent rendre l'hôpital un lieu plus familier et plus ouvert, diverses recommandations et mesures peuvent être formulées pour que les droits des usagers -notamment les malades qui soient personnes âgées, adolescents ou enfants- à l'hôpital soient mieux respectés.

Parmi celles-ci, on peut citer:

- Organisation de nombreuses activités dirigées par les équipes médicales, aussi des ateliers, des spectacles, des sorties, aussi bien à l'intérieur des services (ateliers, cyberspace, cuisine, peinture, chant, lecture, informatique, des rencontres, etc.) qu'à l'extérieur (promenades dans le jardin, sorties, etc.)³.
- Aménagement des espaces conviviaux et adaptés notamment aux enfants tels que des salles de jeux, salles de classe, des bibliothèques, des animations, etc est aussi important.

³ Voir également en ligne: www.tridonicatco.com

Ces activités permettent notamment aux enfants et aux adolescents de discuter, de jouer et de se divertir. Ceci participe également à la guérison⁴.

- Le recours à des couleurs pour redonner du baume au cœur, la gaieté des fresques murales, l'installation de nouveaux mobiliers et de fauteuils plus confortables, la décoration des chambres, contribuent à apporter un peu plus de chaleur dans les services. Le décor et l'accueil ont aussi un impact immédiat sur l'anxiété ressentie par les patients.

Dans cette optique, et dans le cadre du Festival Européen des Arts Visuels à l'Hôpital⁵ (2009), plusieurs projets d'hôpitaux, qui ont subi des **interventions artistiques et culturelles** au niveau de leurs espaces d'accueil (halls, espaces d'entrée, patios, jardins, salle de jeu et de détente des enfants, couloirs, espaces d'attentes) ont été présentés (cf. annexe II). Parmi les paramètres manipulés par les artistes et les architectes d'intérieurs en vue d'humaniser ces espaces, on peut citer:

- **Lumière, couleurs** (filtres ou adhésifs colorés), **matériaux et signalétique**: quatre paramètres utilisés au niveau du hall d'entrée, patio, salle de jeu et de détente des enfants, couloir, et une inscription sur les murs et les portes des services d'endoscopie et de radioscopie. Ces trois paramètres sont matérialisés dans les œuvres «La Couleur du Ciel», "Champ de Couleurs", « Sliding doors », «Flower beds » et l'œuvre « Somewhere over the rainbow»-.
- **Energies renouvelables**: vents –les éoliennes dans l'œuvre «Fleur du Vent»-, soleil –avec l'intégration des panneaux photovoltaïques dans l'œuvre "Champ de Couleurs"-, eau,... Elles ont été utilisées au niveau du patio et de l'entrée sur le parvis du bâtiment.
- **Le végétal et le sidéral**: un rapport matérialisé dans l'œuvre « fusion du végétal et du sidéral », depuis l'entrée des consultations, en passant par le hall d'entrée, jusqu'à l'espace d'attente. Aussi, dans l'œuvre «Flower beds » où un rapport accentué entre la végétation et deux sculptures florales.
- **Végétation, vents et musique**: matérialisés dans l'œuvre «Parcours artistique» où dès la sortie de la résidence, une promenade s'instaure en conduisant les promeneurs jusqu'à la mer située à 300 mètres.

⁴ Ces recommandations s'inspirent largement des recommandations formulées dans le cadre du rapport *Dessine-moi un hôpital. L'hôpital à travers le regard des enfants* publié par UNICEF Belgique, ainsi que du travail de réflexion réalisé par les associations actives dans ce secteur (voir notamment références incluses dans le note de bas de page 2) et de la Commission des droits de l'enfant hospitalisé coordonnée par le Délégué général aux droits de l'enfant.


⁵ Voir également en ligne: www.adlcfestival.eu.


I.3.2. mesures spatiales:

Qui sont celles qui nous intéressent le plus dans le cadre de la présente recherche. Elles touchent l'aspect architectural et configurationnel de l'espace hospitalier. Parmi celles-ci, on peut citer:

I.3.2.1. Humanisation des conditions d'hospitalisation:


Humaniser est tout d'abord humaniser les conditions d'hospitalisation⁶ par: la suppression des salles communes (chambres de plus de quatre lits), la généralisation progressive des chambres à un ou deux lits et la rationalisation de l'organisation des services médico-techniques au sein de l'hôpital (implantation, liaisons, regroupement). Il s'agit aussi de **rationaliser l'accueil** et la prise en charge aux services d'accueil et de traitement des urgences à l'échelle d'un quartier ou d'une ville. En Juillet 1951, il a eu lieu, à Bruxelles le Congrès International des hôpitaux, qui a regroupé 28 nationalités. Des rapports furent présentés sur les conditions du confort physique, psychologique et culturel du malade à l'hôpital (Abdalaoui, 1987).

 **Le confort psychologique:** concerne les comportements et devoirs du médecin, de l'infirmière et de l'assistante sociale, ainsi que ceux des étudiants, vis-à-vis des malades.

 **Le confort culturel:** concerne les différentes distractions (lecture, télévision,...). Ce point englobe aussi le problème du nombre de lits dans une chambre de malades.

Les considérations émises par le professeur Pierre Delore, médecin des hôpitaux, dans son ouvrage sur **l'hôpital humanisé**, paru en 1959 à ce sujet sont:

- L'alimentation: la température, la présentation, l'heure des repas,...etc.
- Les soins: la relation entre le médecin et le malade, la présence des parents accompagnant de malade hébergé (surtout pour les malades graves, les enfants), le bulletin d'informations à l'usage des malades,...etc.

 **Le confort physique:** regroupe plusieurs points:

- **La suppression des salles communes:**

Ce point constitue l'élément le plus important de l'humanisation de l'hôpital. Le dernier hôpital comportant des salles communes avec boxage remonte à 1950, et c'est la cité hospitalière de Lille. Avec cela des perfectionnements dans le domaine hôtelier ont été ramenés et appliqués aux hôpitaux construits postérieurement. Parmi ces perfectionnements:

- La limitation du nombre de lits dans une chambre à 1, 2, 3 ou 4 lits.

⁶ « *Le plus bel hôpital du monde, le mieux équipé, ne serait qu'un centre de zootechnie supérieure et risquerait fort de devenir un moyen d'expérimentation sur des hommes devenus des numéros, sans une âme collective: la confiance des malades, l'esprit d'équipe et le désintéressement du personnel à tous les degrés, la sollicitude toujours en éveil des dirigeants, enfin la sympathie d'une cité où serait reconnues à côté des valeurs de santé, l'éminente dignité du malade et la valeur inestimable de la souffrance et de l'angoisse de l'homme* » (Imbert, 1982).

- La climatisation, la dotation des chambres de lavabos, puis de cabinets de toilettes plus tard, de postes téléphoniques, de télévision, d'armoires, de penderie, ...etc.
- La programmation de salles de séjour dans les différentes unités de soins pour les malades partiellement alités.

Si le nombre de lits diminue dans les services d'hospitalisation, en revanche leurs surfaces restent importantes du fait de la multiplication des chambres à un lit. Les bâtiments d'hospitalisation deviennent les satellites de plus en plus autonomes du plateau technique.

Quant aux chambres ou services d'hospitalisation, IMBERT (1982) a cité dans son ouvrage de référence (Histoire des hôpitaux), les deux impératifs suivants:

- **Sur le plan fonctionnel:** L'un des grands choix organisationnels de l'hôpital concerne la position des services d'hospitalisation par rapport au plateau technique. Ils sont soit superposés, soit clairement séparés dans des bâtiments distincts. Cette question, posée dès les premières constructions d'hôpitaux-blocs reste déterminante pour la conception globale de l'hôpital. Il s'agit de concilier les impératifs de proximité, de rentabilité des liaisons, d'évolutivité avec les impératifs d'autonomie des bâtiments abritant les plateaux techniques.
- **Sur le plan environnemental:** Il s'agit du confort des malades, notamment de la qualité de leur environnement, là où les architectes accordent une importance particulière à la **qualité des vues** depuis la chambre, très souvent étudiée à partir du lit du malade. Cette attention se retrouve dans de nombreuses réalisations. Citons l'hôpital de Mantes-la-Jolie, qui offre aux malades des vues lointaines sur la forêt, la clinique de la Sagesse à Rennes, implantée dans un parc de manière à offrir également aux chambres les meilleures vues.



Figure I. 11. Evergreen Hospital Medical Center. Source: Healthcare Design Insights, Daylighting, Issue 01, 2009.



Figure I. 12. Providence Newberg Medical Center. Source: Healthcare Design Insights, Daylighting, Issue 01, 2009.



Figure I. 13. Rogue Valley Medical Center. Source: Healthcare Design Insights, Daylighting, Issue 01, 2009.

- **Les locaux d'accueil:**

Un autre élément d'humanisation et qui ne manque pas non plus d'importance. Les **bureaux d'accueil humanisés** permettent une réception individuelle des patients, l'accueil des familles par des hôtesse, le livret d'accueil des malades, l'amélioration notable de service hôtelier, suivant les axes suivants:

- Poursuivre la recherche de la simplification du circuit du patient: regrouper à terme les lieux d'accueil du public au rez-de-chaussée (hôtesse, admissions, frais de séjour, caisses de consultations, prestations télévision et téléphone, Régie), tout en maintenant quelques sites délocalisés pour les consultations et les admissions;
- Concevoir des locaux ergonomiques et fonctionnels tant pour les professionnels que pour les patients et leurs proches (accessibilité, confort, confidentialité). Intégrer une «banque d'accueil» général pour orienter et un espace d'attente;
- Maintenir le secteur social à proximité de la structure d'accueil des patients;
- Ainsi développer une **stratégie d'humanisation** de soins qui donne une importance primordiale à **un accueil personnalisé et convivial du patient**; qui doit être préparé et permettre au patient d'être en confiance dès son entrée dans l'unité.

Jean Labasse a écrit dans son ouvrage « **l'hôpital et la ville** », « *Humaniser l'hôpital revient à faire progresser la **qualité d'être** comme la **qualité du vécu** de ceux qui y travaillent ou y séjournent. La qualité d'être consiste en une disposition à l'écoute, au respect et à la valorisation d'autrui et en un comportement inspiré par ces valeurs. Quand à la qualité du vécu à l'hôpital, il s'agit d'une **satisfaction ressentie** par les patients et les soignants dans leurs besoins matériels comme dans leurs aspirations profondes* ». Réaliser une humanisation serait donc, **aboutir à un fonctionnement qui puisse répondre à toutes les exigences** (IMBERT, 1982).

Pour Denise Delière et Xavier Leroy dans leur ouvrage « **Humanisons les hôpitaux** », **humaniser l'hôpital** c'est agir sur **l'aménagement** et le **fonctionnement** de l'hôpital, et sur **l'attitude du personnel** à l'égard des malades, pour donner à l'hospitalisé un environnement physique et social aussi **agréable** que possible, compte- tenu des contraintes inévitables de son traitement. Rendre donc l'hôpital plus humain pour le malade implique le rendre d'abord humain pour son personnel. IMBERT (1982) dit que « *L'hôpital plus humain est celui où le malade se voit entouré par des soignants épanouis dans leur travail et disponibles pour comprendre ses soucis et répondre à ses besoins* ».

Pour donner au personnel, puis à l'hospitalisé un environnement physique agréable il faut agir sur **l'organisation et l'architecture de l'hôpital**; car les **aspects architecturaux** (types, qualités, caractéristiques et composantes des espaces) ont des liens notoires avec les possibilités d'humanisation, et les **options architecturales** pèsent pour longtemps sur la vie de l'hôpital et **peuvent favoriser ou freiner l'humanisation** (IMBERT, 1982).

I.3.2.2. Humanisation de l'information et de l'orientation spatiale des usagers:

L'hôpital est un lieu de soins où se mélangent l'espoir de vivre, l'attente de la guérison, la solitude, angoisse pour les patients, de stress permanent pouvant conduire, chez les personnes âgées, à des états de désorientation voire de démence (Barbier, 2009). Or le contact avec l'hôpital, déjà traumatisant lorsqu'il se fait « à froid », devient déstabilisant lorsqu'il se situe dans le contexte de l'urgence, qui, par sa soudaineté et ses incertitudes cumule tous les facteurs anxiogènes. Dans ces circonstances, le cadre de l'accueil et l'approche humaine jouent un rôle fondamental⁷.

A cet égard, **l'information et l'orientation** du patient et des accompagnants est capitale. Tout doit être fait pour éviter l'attente inexplicée. Cette information peut être favorisée par des moyens simples: livret d'accueil, bornes interactives à écran tactile qui présenteraient le service et les modalités d'accueil, couleurs, matériaux ou par la configuration spatiale elle-même.

« *Humaniser l'Hôpital...* », tel fut le souhait de Simone Veil lorsque l'élévation du niveau et de la technicité des soins soulignait de façon visible l'absence d'humanité et parfois d'humanisme. En effet, il semble primordial de mettre en valeur la place des rapports humains, la présence du soignant auprès du malade, l'espace de paroles, qui se trouvent parfois relégués à une place seconde car non-quantifiable objectivement en terme de « bénéfices ». Pour atteindre cet objectif, on doit replacer le patient au cœur d'un système de soins de qualité, recentrer le débat sur les acteurs (médecins, infirmières, patients) plutôt que sur les structures et les équipements, améliorer sans cesse la qualité des soins et humaniser la prise en charge des patients.

L'accueil se traite comme un espace de transition entre l'intérieur et l'extérieur, de part et d'autre de la frontière entre espace public et espace hospitalier, un sas d'acclimatation, une « piste d'atterrissage » pour individus en détresse. Les espaces de vie commune sont des lieux véritablement chaleureux où la présence humaine et l'échange ont toute leur place. Des lieux sont spécifiquement consacrés à la détente et au recueillement, à part des lieux de soin (Barbier, 2009).

⁷ Les rencontres de l'IMS. Petit Déjeuner débats « Entreprises et hôpitaux: vers de nouveaux partenariats solidaires», 9 septembre 2003.

L'axe de réflexion pourra être **le cheminement du patient à travers l'hôpital et la question du wayfinding des usagers**; depuis l'accueil aux salles d'attente, espaces de consultation et services d'hospitalisation, en passant par les couloirs et autres lieux de passage, aux chambres. Pour répondre à ces questions, des artistes et architectes d'intérieur sont sollicités pour donner des solutions en matière de **la signalétique**, de l'identification des pôles et fédérations définies, de l'équipement et l'accessoire, qui sont des aspects abordés dans le cadre de l'aménagement.

Depuis plus de trente ans les concepteurs s'attachent à «débloquer» l'hôpital en maintenant un équilibre entre fonctionnalité et qualité du cadre de vie à travers la mise en forme **d'espaces de transition**. Les chercheurs d'intégration urbaine, conjuguées aux objectifs de **bonne accessibilité** et de **clarté des circuits**, se traduisent par un soin tout particulier porté aux parties « publiques » de l'hôpital. À la manière d'un **projet urbain**, tout projet d'hôpital se fonde sur la **maîtrise des flux** et des **réseaux** qui l'irriguent.

De l'hôpital pavillonnaire à l'hôpital-bloc, la question des accès, de **l'irrigation**, des **liaisons**, des **déplacements** du personnel, du transport des malades et des matières reste primordiale. Les choix morphologiques actuels répondent à cette problématique, et l'architecte travaille son projet hospitalier comme un urbaniste étudie la conception d'un nouveau quartier. Ainsi, l'architecture hospitalière est en de nombreux points comparable à celle de la ville tant au niveau de l'organisation des réseaux internes que des **liens à créer** avec son environnement.

L'accueil est donc, un moment privilégié pour donner toute l'information utile au patient concernant son séjour, **son orientation, son information et son repérage dans l'espace et dans le temps** (favorisé grâce à une meilleure **signalisation des lieux**). Il faut également améliorer les conditions de séjour en améliorant les relations humaines. En effet, "**l'humanisation**" est donc, une approche globale du patient qui ne le réduit pas au seul problème médical.

I.3.2.3. Clarté fonctionnelle, ambiance lumineuse et vues:

La lumière stimule, fascine et interpelle l'humain. En effet, elle permet à l'homme de d'y voir tout en influençant sa perception et ses sensations (Narbori, 2006). La **dynamique de la lumière naturelle**, avec ses variations de direction, d'intensité et de couleur selon les heures et les saisons, joue un rôle primordial. Une ambiance favorable à la guérison dans les hôpitaux et les maisons de soins réalisée par la combinaison de couleurs et de lumière est plus recherchée au lieu d'une ambiance monotone; les **couleurs** sont assorties aux changements de **luminosité** de la **lumière naturelle** pour une détente et un bien-être améliorés. (Voir en ligne: www.tridonicatco.com).

L'**ambiance et la personnalisation** peuvent revêtir une importance toute particulière dans les salles d'examen, les salles d'attente, les chambres et les halls d'entrée/réceptions. Un bon éclairage ne permet pas seulement de mieux voir; il influence également l'humeur (Narboni, 2006).

L'horloge biologique est rythmée par la succession du jour et de la nuit. Parmi les nombreuses caractéristiques de la lumière, deux influencent de manière significative le bien-être physiologique et psychologique: il s'agit de l'**intensité** lumineuse et de l'**apparence «chaude» ou «froide» de la lumière** (AMPHOUX et al. 2004). Le bien-être peut s'avérer déterminant dans les bureaux du personnel, ainsi que dans les chambres des patients. L'**éclairage naturel** est le plus approprié tant au niveau physiologique que psychologique mais **sa variabilité** nécessite un apport complémentaire d'éclairage artificiel ou à d'autres moments l'utilisation d'occultations temporaires (Voir aussi les recommandations relatives à l'éclairage des hôpitaux (AFE, éditions Lux, 1981).

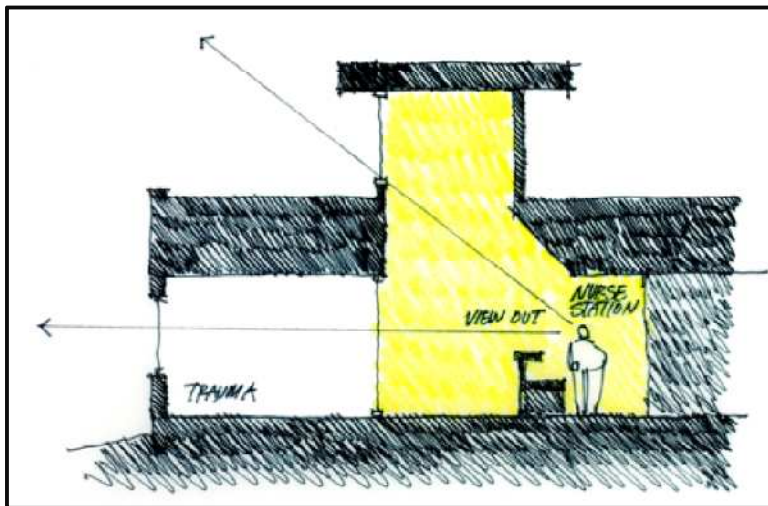


Figure I. 14. Esquisse illustrant comment la lumière naturelle inonde la surface du bureau de la station d'infirmière. Le résultat est décrit à droite. Source: Healthcare Design Insights, Daylighting, Issue 01, 2009.



Figure I. 15. Un puits de lumière au-dessus d'une station d'infirmière à la chambre de secours du centre médical de rue Mary. Source: Healthcare Design Insights, Daylighting, Issue 01, 2009.

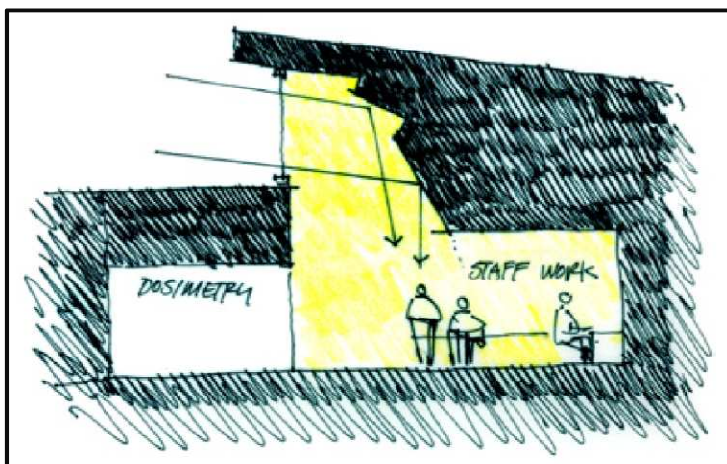


Figure I. 16. Esquisse illustrant comment la lumière naturelle rebondit outre des angles spécifiques du mur pour dessiner profondément la lumière dans l'intérieur sans les faisceaux directs ou les ombres. Le résultat est décrit à droite. Source: Healthcare Design Insights, Daylighting, Issue 01, 2009.



Figure I. 17. Lumière naturelle diffusée au service du rayonnement d'oncologie de l'hôpital Evergreen. Source: Healthcare Design Insights, Daylighting, Issue 01, 2009.

L'un des grands acquis des réalisations hospitalières des quinze dernières années est bien l'expression d'une **architecture de la transparence**, capable d'offrir, dans la plupart des secteurs, **vues et lumière naturelle**, qualités à présent reconnues comme indispensables au bon fonctionnement d'un hôpital, pour deux raisons: la pénétration de la **lumière** au sein de tous les services est exigée⁸ par l'ensemble du personnel médical et paramédical; aussi, la **lumière naturelle** et les vues, notamment sur l'extérieur, **renforcent la lisibilité des circuits et facilitent leur hiérarchisation** (Ferland, 1999).

Et même si la présence abondante de vitrages dans les circulations ne résoud pas tous les problèmes, notamment ceux des patients ou des visiteurs angoissés et désorientés, elle **facilite quand même leur repérage et leur orientation spatiale** dans ces lieux de passage et qualifie l'environnement d'un personnel si souvent en mouvement. Une large utilisation des baies vitrées permet de bénéficier du contact visuel avec l'extérieur. **La vue** à travers une fenêtre, même si elle n'est pas spécialement attrayante permet de se situer par rapport au monde extérieur. La possibilité de regarder à travers une fenêtre est reposante (SCHULZ. N., GENIUS. L. 1981). La **salle d'attente** largement vitrée sur un patio paysagé et éclairé pour les séances de nuit donne un aspect convivial et rassurant à l'attente. Les ambiances (confort visuel notamment) a des **répercussions sur le comportement** du personnel, plus détendu, moins stressé, le personnel est plus motivé et plus réactif. Ce traitement lumineux lui donne la possibilité d'exercer un **contrôle visuel** des patients tout en préservant leur intimité.

I.3.2.4. Echelle, évolutivité et ouverture de l'hôpital:

Les bâtiments hospitaliers qu'ils soient publics ou privés deviennent de véritables équipements urbains -ils retrouvent un statut **d'équipement urbain-**, mieux intégrés à la ville comme à leur environnement immédiat. Cette prise de conscience est née à la fin des années soixante-dix.

Cette approche va de paire avec une idée essentielle qu'entre la ville et ses architectures, doit être tissé le lien fondamental de **l'espace public** (Ferland, 1999). En correspondance avec cette exigence, leur organisation interne se traduit par un travail d'hiérarchisation des espaces et de différenciation des secteurs et de leurs accès (IMBERT, 1982). La conception des hôpitaux repart alors sur d'autres bases. Les impératifs quasi exclusifs de **proximité, de rapidité de circulation, de rentabilité** extrême de l'espace médicalisé, sont désormais amendés par un regard plus large sur l'équipement au sein de son quartier, sur la qualité de l'accueil de ses usagers et les conditions de travail de ses utilisateurs (Ferland, 1999).

⁸ Cette exigence d'éclairage naturel a de très fortes conséquences sur les morphologies car elle conditionne la **conception des réseaux de circulation** et **l'implantation des différents secteurs**. Cependant, elle entre contradiction avec le rejet des trajets longs, source de fatigue et de perte de temps pour le personnel, et conduit à des déploiements de façades importants qui pèsent lourdement sur les budgets de construction et d'exploitation.

L'**échelle** des bâtiments se réduit, elle devient plus «**humaine**» par la composition de petites entités adaptées aux différents secteurs du projet médical, lequel est spécifique à chaque établissement. Cette **réduction de l'échelle** est également plus adaptée aux objectifs de **souplesse** et **d'évolutivité** exigés dans la plupart des secteurs de l'hôpital par la programmation actuelle. Les établissements de santé aujourd'hui ont des morphologies beaucoup plus «**éclatées** » rejoignant l'esprit pavillonnaire, parfois de manière littérale comme à l'hôpital de Purpan à Toulouse, parfois par des plans construits à partir de séquences, alternant barres, **cours, jardins, galeries** ou implantations en peigne, déclinées dans de très nombreux projets d'échelles différentes (Fermand, 1999).

Ces configurations ont en commun la recherche d'un équilibre ; solution à une équation complexe entre **principes de modularité**, plus adaptés à une certaine évolutivité, **indépendance des secteurs** et **maintien d'une certaine compacité**, sans que cette dernière réitère les écueils de l'hôpital-bloc (IMBERT, 1982). Il est aussi à noter que l'intégration de **la culture et l'art**⁹ peut servir de soutien ou de support à une démarche d'ouverture de l'hôpital sur le quartier. Le projet architectural peut ainsi intégrer des espaces extérieurs, inscrits dans l'enceinte de l'hôpital, mais ouverts aux habitants du quartier.

Comme dans son ouvrage «**hôpital et humanisation** », le docteur Péquignot souligne la nécessité de « structures adaptables », l'évolution étant continue tant sur le plan hôtelier que sur celui des techniques médicales. La recrudescence des infections nosocomiales, conduit de plus en plus à « débloquer » l'hôpital. Outre les questions de contamination, l'indépendance des différents secteurs répond à la nécessité d'organiser clairement dans l'espace des activités spécifiques, autonomes et reliées entre elles, susceptibles d'évoluer chacune selon des temps et des fonctionnements indépendants. Cette forte orientation des programmes hospitaliers se traduit par des **architectures très aérées**, indépendamment des options morphologiques basées sur la verticalité ou l'horizontalité.

L'évolution des contraintes fonctionnelles, techniques, économiques et sociales se conjugue avec une volonté d'intégration à l'environnement et donnent lieu à la conception de nouvelles morphologies, de nouvelles architectures¹⁰ au service de l'image contemporaine de l'hôpital.

⁹ Ces recommandations s'inspirent largement des recommandations formulées dans le cadre du rapport *Dessine-moi un hôpital. L'hôpital à travers le regard des enfants* publié par UNICEF Belgique, ainsi que du travail de réflexion réalisé par les associations actives dans ce secteur et de la Commission des droits de l'enfant hospitalisé coordonnée par le Délégué général aux droits de l'enfant.

¹⁰ « *L'hôpital est un équipement public qui doit être ouvert à tous et dynamique. Cette relation dynamique entre l'hôpital et la ville est symbolisée par un espace public: un atrium, une rue, une galerie vitrée sur toute sa hauteur, l'accueil est d'abord fonctionnel puisqu'il orchestre tous les niveaux, tous les parcours mais il s'ouvre sur la ville et offre une dimension sociale et culturelle. L'hôpital est un monument signifiant et signalétique à l'échelle urbaine mais aussi à l'échelle humaine, c'est l'élément fort et structurant d'un quartier, d'une ville* » (Farah, 2006).

Donc, l'une des grandes difficultés est de concevoir un hôpital qui est un bâtiment abritant un microcosme très particulier, qui doit être à la fois un **lieu protégé** et **ouvert** sur l'extérieur, sur la ville (Ferland, 1999).

Discussion:

Cette section nous a permis de ressortir quelques éléments de réponse, relatives à la question de la conception et l'humanisation de l'hôpital. A travers la présentation des différentes typologies des hôpitaux recensés dans l'histoire, on a vu que la notion d'humanisation a été développée avec le développement de celles-ci, au point où aujourd'hui, ce concept d'humanisation est exigé dans l'hôpital.

Ainsi, on a pu saisir et cerner la définition du concept « humanisation » tout en mettant en évidence ses diverses dimensions, divers axes et mesures « aspatiales et spatiales » à mettre en application pour concrétiser cette humanisation qu'on a ressortie. Au-delà, on est arrivé au fait que l'ambiance lumineuse générée par la lumière naturelle est exigé dans l'espace hospitalier, la visibilité et l'accessibilité visuelle, les conditions de l'accueil et du contrôle visuel, de repérage et d'orientation spatiale doivent être contrôlées afin de créer une ambiance humaine au sein des espaces.

I.4. Définitions et typologies des espaces d'accueil des hôpitaux:

Cette section est réservée à la définition et la présentation des différentes typologies des espaces d'accueil, en exposant quelques exemples de projets livresques qui peuvent être des supports pour mieux comprendre et apprécier ces espaces.

D'une manière générale, l'hôpital constitue un environnement propice pour augmenter le stress et l'anxiété des usagers (malades et accompagnants), qu'on ne peut atténuer sans un **accueil de qualité**. Ce qui revient concrètement à **bien informer** et **orienter** les usagers hospitaliers, à les **préparer**, à les **sécuriser**, à les **accompagner** avant et tout au long de leurs parcours de soins.

L'image des hôpitaux publics ne peut être valorisée sans que ces actions ne soient couplées à l'amélioration des trois aspects complémentaires de l'accueil, à savoir les aspects d'organisation, de structure et du comportement. L'objectif est d'améliorer la satisfaction des usagers et valoriser l'image de marque de l'hôpital par l'amélioration de l'accueil et de l'orientation à l'hôpital.

Par définition, les espaces d'accueil sont des espaces destinés aux usagers. Ils ont pour fonctions principales **d'accueillir**, de **recevoir** avec égard, **d'orienter**, de **renseigner**, **d'informer** et **d'accompagner** les utilisateurs de l'hôpital (Barbier, 2009).

C'est non seulement des lieux qui provoquent des «moments» mais des «manières» d'entrer en relation, dont l'accueil est une composante intégrée aux activités de soins. Pour déterminer le nombre de points d'accueil «espaces d'accueil» dans un hôpital, on se base sur les points suivants: **la taille de la structure de soins, la forme architecturale de l'établissement, les voies d'accès et le flux des usages.**

Allant de pair avec chaque période de mutation de l'hôpital, les **espaces d'accueil** suivaient le même parcours de mutation de statut et de typologie que l'hôpital. La prise en compte des espaces publics d'accueil est reconnue dès lors comme élément fédérateur de la qualité de vie et de soins à l'hôpital (FERMAND, 1999). Parce qu'il matérialise le premier contact du patient ou visiteur avec l'hôpital, l'espace d'accueil revêt une importance toute particulière. Espace de transition entre l'intérieur et l'extérieur, il doit être pensé, de part et d'autre de la frontière entre espace public et espace hospitalier, comme un sas d'acclimatation, une «piste d'atterrissage» pour individus en détresse. La nécessité impérieuse d'un contact personnel, pour des personnes qui arrivent souvent inquiètes et désemparées, où l'existence ordinaire de chacun évolue au sein de deux sphères: espace public et espace intime (FERMAND, 1999).

Les espaces d'accueil dans les hôpitaux peuvent être des espaces intérieurs ou extérieurs. Ils peuvent être groupés selon leurs typologies et échelles, en deux grandes familles. Les typologies convexes ou centrales à l'instar des halls d'accueil, espaces d'admissions, espaces d'attentes, terrasses, patios, jardins. Et les typologies linéaires à l'image des galeries ou «rues publiques» au sein des hôpitaux contemporains, aussi bien les espaces d'accueil classiques tels que les couloirs et les coursives. Dans ce qui suit, une présentation conceptuelle et pratique des deux typologies des lieux d'accueil expliquée à travers quelques projets livresques.

I.4.1. Typologies convexes ou centrales:

I.4.1.1. Le hall d'accueil:

L'hôpital contemporain se caractérise par l'existence d'un nouvel espace « hall d'accueil » qui acquiert un statut d'espace public devenant de plus en plus fédérateur de la composition architecturale dont il fait la transition entre la ville et les secteurs protégés de l'hôpital, comme il offre l'opportunité d'introduire une séparation au cœur des bâtiments, y apportant lumière et clarté fonctionnelle, apportant un soin particulier à l'ambiance intérieure et à l'éclairage naturel (Narboni, 2006).

Le hall général est un lieu multifonctionnel, polyvalent dont ses principales fonctions sont: l'accueil, la réception, la distribution, le guidage et l'orientation des patients comme des visiteurs, le contrôle et la gestion des flux, le passage, l'attente, la communication, la représentation et l'information du public dans un univers accueillant et sécurisant (cf. annexe III). Le hall d'entrée se compose généralement de quatre zones distinctes -qui nécessitent être perceptibles dès la pénétration dans l'hôpital-: l'entrée proprement dite, le comptoir de réception (réservé pour la lecture, l'écriture, le travail sur ordinateur et, surtout, la communication), la zone d'attente et la zone qui mène vers le reste de l'immeuble. La perception immédiate des accès aux différents services à partir du hall est nécessaire pour une bonne orientation et repérage du public (Ferland, 1999). Certains halls d'accueil sont conçus comme de véritables piazzas intérieures richement aménagées et ouvertes au public où se déroulent parfois des expositions artistiques et des animations culturelles.

Selon la taille et le rôle du hall, la dimension du hall d'accueil varie considérablement d'une architecture à une autre. Sa fonction d'accueil peut être exprimée par la présence des sous espaces qui présentent des lieux de rencontre et de détente, et aussi plusieurs services, tels que: une antenne pharmacie, une halte garderie, une oratoire, des commerces parmi lesquels le kiosque à journaux et surtout le café -qui tient une place centrale-, un poste de sécurité, une banque d'accueil ou de contrôle, un salon d'attente, une zone de distributeurs de boissons, un espace de jeux pour enfants, une galerie d'exposition, un restaurant, une boutique de cadeaux (Ferland, 1999).

Quand les temps d'attente du public sont relativement longs, certains secteurs peuvent être laissés dans la pénombre pour ceux qui souhaitent s'y reposer (Demers, 2008). De ce fait, quels que soient les choix d'éclairage effectués, il faut veiller à alterner les ambiances et les contrastes lumineux¹¹ dans le volume de manière à signaler les différents usages du lieu et à permettre aussi bien le repos et la détente que l'accomplissement de tâches visuelles plus complexes (lecture, écriture, etc.), comme réfléchir aussi à la quantité de la lumière naturelle et par conséquent à la qualité de l'ambiance générée notamment en fonction des occupations du hall, des besoins des usagers et des moments de la journée (TIBERGUE, 2008).

La mise en lumière de certaines parois verticales, judicieusement choisies en fonction de leur présence dans les perspectives de l'orientation donne de la profondeur à l'espace, rythme les parcours, les possibilités de découverte et valorise les qualités de l'espace (Demers, 2008).

¹¹ Les **forts contrastes et les contre-jours violents** sont à proscrire pour ne pas orienter inutilement l'occupation du lieu. L'abus d'éclairage artificiel, la pollution atmosphérique et les niveaux sonores liés aux voies à grande circulation, **la perte de repères** ressentie dans certaines espaces ou la surabondance de signalétique, que l'on observe dans la plupart des espaces, sont à l'inverse reconnus comme des facteurs agressifs augmentant le stress et dégradant la santé (HAMONIC, 2008). Avec une **lumière attrayante** dans le hall d'entrée, l'hôpital peut sembler **plus accueillant**.

Alors, une atmosphère lumineuse idoine et harmonieuse permet aux gens de se sentir plus en sécurité, inspire la confiance et confère un aspect accueillant.

Le hall d'accueil est un lieu de passage, de jonction entre l'extérieur et l'intérieur. Il joue donc un rôle essentiel de sas lumineux, diurne et nocturne, en traitant la transition visuelle. Donc, l'éclairage d'un hall d'accueil doit impérativement prévoir des traitements lumineux différenciés capables d'assurer diversement les transitions diurnes et nocturnes. De nuit, le hall fera aussi l'objet d'un niveau d'éclairage beaucoup plus faible (de l'ordre de 150 lux), pour jouer le même rôle d'accompagnement visuel (car la vision nocturne scotopique est beaucoup plus adaptée aux faibles intensités lumineuses que la vision diurne photopique). (Narboni, 2006).

Le hall et ses lieux constitutifs et souvent moins privatifs, sont en effet propices à la rencontre, l'activité physique, le contact avec les éléments naturels changeants que sont la lumière, le temps qu'il fait, les saisons, les végétaux. Autant de stimulations et d'échanges possibles susceptibles de générer des sensations de bien-être à condition qu'ils intègrent une **dimension humaine et pacifique**. La conception simultanée de la décoration et de la lumière s'impose, pour composer une image globale qui transmet l'identité de l'édifice dont il fallait prendre en compte la fonction de représentation (Narboni, 2006).

Donc, la conception architecturale du hall procède pour l'essentiel à la réalisation d'espaces adaptés aux usages, comme elle vise à créer des espaces où l'équilibre psychique, physique et social peut trouver sa place, c'est-à-dire un lieu participant à la bonne santé de ses usagers (Narboni, 2006). En d'autres termes, le hall ne doit pas devenir oppressant, déstabilisant ou provoquant des sensations de vertige du fait de l'absence de repères, inadaptés ou générant le malaise par des sensations lumineuses éblouissantes ou à l'inverse trop sombres (Voir également les recommandations relatives à l'éclairage des hôpitaux (AFE, éditions Lux, 1981).

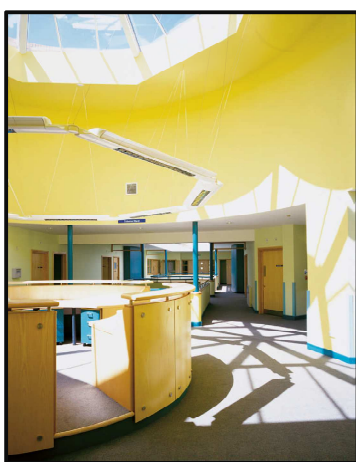


Figure I. 18. Vue sur le hall d'accueil.
Source: (www.chu-tours.fr).



Figure I. 19. Vue sur la réception.
Source: (www.chu-tours.fr).



Figure I. 20. Vue sur l'espace d'accueil.
Source: <http://www.zumtobelstaff.com>.



Figure I. 21. Vues sur le Hall d'accueil général d'Hôpital Européen Georges Pompidou. Source: (FERMAND, 1999).



Figure I. 22. Vues sur le Hall d'accueil général du Centre Hospitalier de Saintes. Source: (FERMAND, 1999).

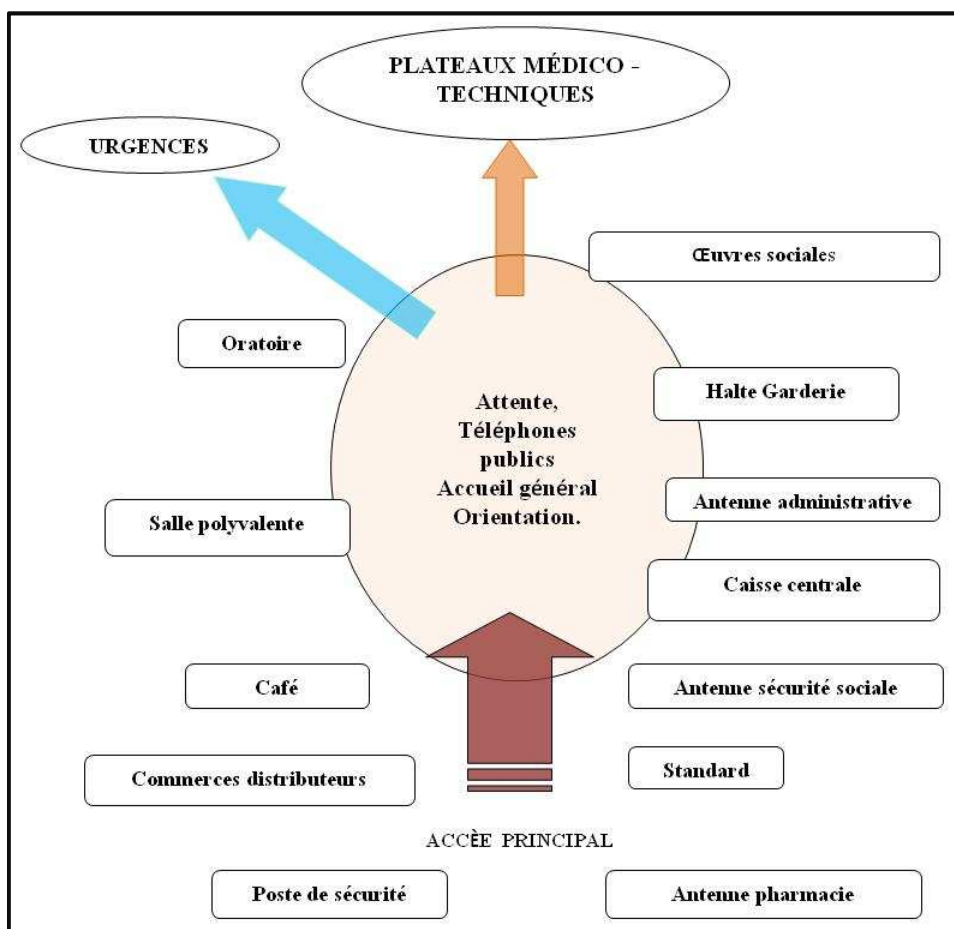


Figure I. 23. Schéma «accueil et centre de vie». Premier lieu de contact, le hall général est un espace de réception, d'orientation et d'information. Son traitement architectural a un impact déterminant sur les patients. Source: (FERMAND, 1999).

L'hôpital universitaire du Sart- Tilman, conçu par Charles Vandenhove à Liège au début des années soixante-dix, propose une disposition de bâtiment, satellites reliés par un atrium central couvert d'une immense verrière pyramidale. Le hall est le cœur de cet édifice isolé de la ville. Il est le symbole de la centralité, de l'urbanité propre à l'univers de cet immense équipement (Ferland, 1999).

De même, à l'**hôpital de Berlin- Neukölln**, l'architecte Joseph Paul Kleihues a composé sur un terrain étroit un bâtiment fermé sur lui-même, irrigué en son centre par un immense hall galerie éclairé par une verrière, lieu d'accueil et de rencontre (Ferland, 1999).

Le **projet du centre hospitalier de Nevers** (juin 2002), conçu par l'agence S. Farah et associés, riche de la complexité de son programme, il définit une nouvelle architecture médicale à vivre dans l'espace, le temps et la lumière. Avec une priorité: la qualité de l'accueil sous couverture transparente –EVERLIGHT-, Samir Farah dit que «*l'hôpital est un monument signifiant et signalétique à l'échelle de la ville mais aussi et surtout à l'échelle de l'homme* » (Farah, 2002). Pour concrétiser cette approche à visage humain, S. Farah et associés ont répondu à une idée forte d'insertion architecturale dans le site, par le jeu des volumes, et de lien constant entre l'univers médical et la vie extérieure par la **transparence et la lumière naturelle**.

Un **accueil vivant et chaleureux** se retrouve dans le **hall d'entrée** linéaire situé au RDC, marqué par un **atrium de lumière** au cœur de l'hôpital, permettant d'orienter le public vers les différents pôles.

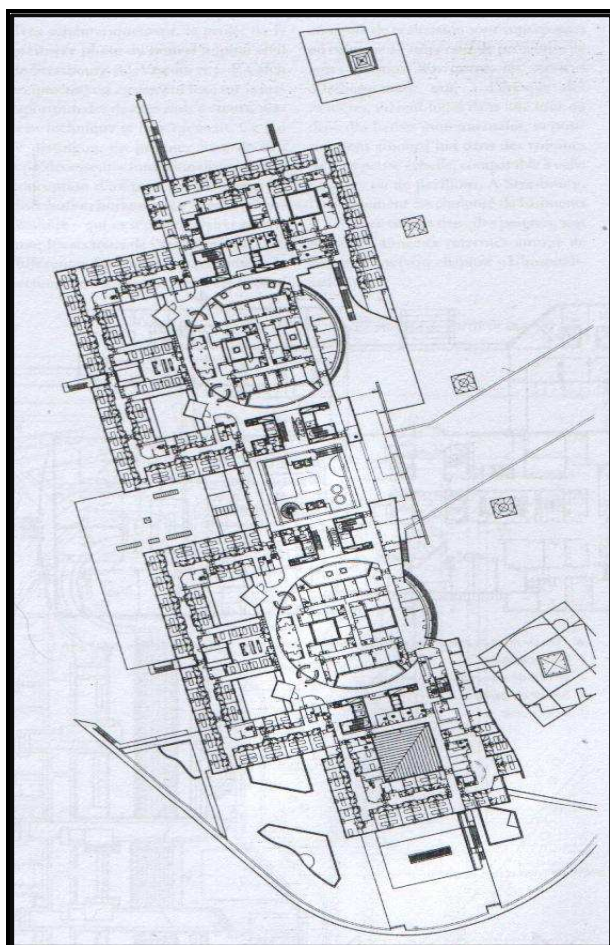


Figure I. 24. Plan du niveau 1 du CHU de Nerver.
Source: (FERMAND, 1999).

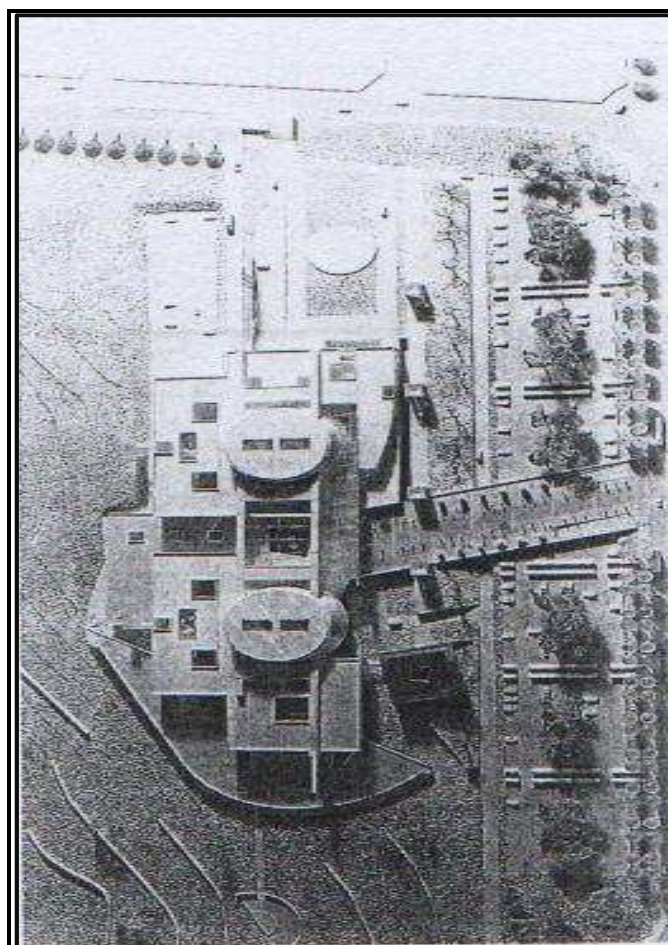


Figure I. 25. Maquette du projet du centre hospitalier.
Source: (FERMAND, 1999).

« *L'accueil doit être rassurant et convivial. Ouvert sur quatre des cinq niveaux de l'ouvrage, cet atrium est couvert d'une verrière en Everlight arrondie comme la surface d'un œil. En sous face, pour masquer la structure métallique et les caillebotis d'accès techniques, du verre sablé vient former un vaste lustre Un éclairage cristallin* »; une véritable peau cristalline, qui éclaire la relation qu'entretiennent les patients, les visiteurs et le personnel avec l'hôpital. (Ferland, 1999). « *Ici, tout est lumière et ouverture sur l'environnement: l'accueil transparent devient terrasse belvédère sur la Loire; dans les chambres, de grandes fenêtres permettent d'avoir une vue panoramique, même en position couchée* » (Farah, 2002).

L'organisation en pôles circulaires de 75 à 100 lits, étudiée pour regrouper les moyens techniques, vient renforcer, là encore, l'humanité de la prise en charge des malades. Des **espaces de rencontre** entre parents et enfants, un lieu multicultes. Largement ouverts contribuent, à leur tour, à faire de cet hôpital un monument d'expression de l'architecture lumière (Ferland, 1999).

Le projet «**Architecture et végétal**» fait par **Christine DUREL** (architecte d'intérieur dans le CABINET TAMARIS) et **Genevière CHAUDET** (paysagiste d'intérieur dans l'ATELIER FLORAL), présente un projet d'intervention pour humaniser les halls d'accueil des hôpitaux (Voir en ligne: www.Plantsforpeople.org). Ce projet est composé de deux interventions.

La première intervention est celle de la réhabilitation de la chapelle SAINTE MARIE et la création de l'espace «Admission» au niveau du CHU d'Angers. C'était une ancienne chapelle; un lieu de culte avec sa coupole qui assure un **éclairage zénithal**. Trois fonctions (communication, échange et détente) étaient matérialisées par une zone d'admission, une zone de communication et un pôle végétal. L'architecte a proposé une **bambouseraie** (de 6m de hauteur) dont le but était de résoudre certaines contraintes liées à l'édifice et à l'utilisation des lieux, ainsi que proposer un environnement différent basé sur une atmosphère **remplie de plus d'humanité dans l'accueil d'un hôpital**. L'opération opte à faire **l'espace un lieu de vie**, tout en sachant que l'arrivée ou le séjour dans un hôpital en qualité de patient ou de visiteur est souvent lié à un évènement générateur de stress. De cet esprit, l'objectif est **de dédramatiser l'espace en améliorant l'environnement**. En effet, **l'utilisation du végétal**¹² peut aider à la diminution du stress et de l'anxiété; car l'espace vert contribue volontiers à plus de détente d'où la présence des bambous pour pouvoir passer «sous et entre» les arbres, s'y asseoir et se détendre.

¹² **La végétation** et les éléments «naturels» notamment la lumière naturelle jouent un grand rôle dans la perception des espaces. Souvent associés au bien-être d'un point de vue culturel, ils sont aussi de véritables régulateurs pour notre environnement et notre santé. **Les arbres** créent des conditions de fraîcheur et d'humidité bénéfiques en été. Certains végétaux fixent les poussières et atténuent ainsi la pollution de l'air, d'autres sont capables de filtrer avantageusement l'eau. Les patients et visiteurs seront aussi moins intimidés s'ils trouvent facilement leur chemin, s'ils se repèrent clairement spatialement.

Le premier coup d'œil du visiteur est un **hôpital jardin** dans une ville jardin; grâce à la mise en œuvre des espaces verts qui est déterminante sur le caractère de l'établissement (Voir en ligne: www.Plantsforpeople.org).

La seconde intervention présente un projet d'un **réaménagement du hall d'accueil** du centre hospitalier de SAUMUR. La démarche du projet était de **créer une ambiance chaleureuse** au sein d'un volume très architecturé et rigoureux, sans cacher l'architecture mais l'accompagner en harmonie. Pour en faire, trois paramètres ont été manipulés en rapport avec les caractéristiques de l'espace et notamment avec la lumière.

Ces paramètres sont le végétal, la couleur et l'art. **l'intégration du végétal**, notamment qu'il existe une jardinière sous l'escalier vide et des Eucalyptus naturalisés dans l'espace d'attente, était sous forme des pots de végétation de couleur rose. Ces pots ont été mis dans le hall d'accueil qui était un volume important avec un apport de lumière conséquent grâce à une galerie généreusement éclairée par une verrière zénithale.

L'utilisation du «**végétal vivant**» comme un élément favorisant le bien-être psychologique. Par sa fonction chlorophyllienne en présence de lumière, il absorbe le gaz carbonique contenu dans l'air et rejette l'oxygène, il transpire et augmente l'hygrométrie favorisant un air moins sec et peut réduire le taux de poussière dans l'air. Donc, l'introduction de la nature, semble permet une meilleure transition entre l'extérieur et l'espace intérieur et améliore la qualité de l'air.

Aussi, **l'introduction de l'art** dans le projet par des sculptures de française Chauvigné qui ont contribué à enrichir l'ambiance, car sa présence est peut être thérapeutique et apporte les mêmes vertus que le végétal.



Figure I. 26. Vue extérieure sur le C.H.U d'Angers. Source: (Chaudet, Durel, 2006).



Figure I. 27. Vue sur la coupole du CHU d'Angers. Source: (Chaudet, Durel, 2006).



Figure I. 28. Vue intérieure sur la bamboueraie et la coupole. Source: (Chaudet, Durel, 2006).



Figure I. 29. Vues sur l'espace d'accueil de la chapelle du CHU d'Angers éclairé zénithalement et animé par la présence de la bamboueraie et les fresques murales. Source: (Chaudet, Durel, 2006).

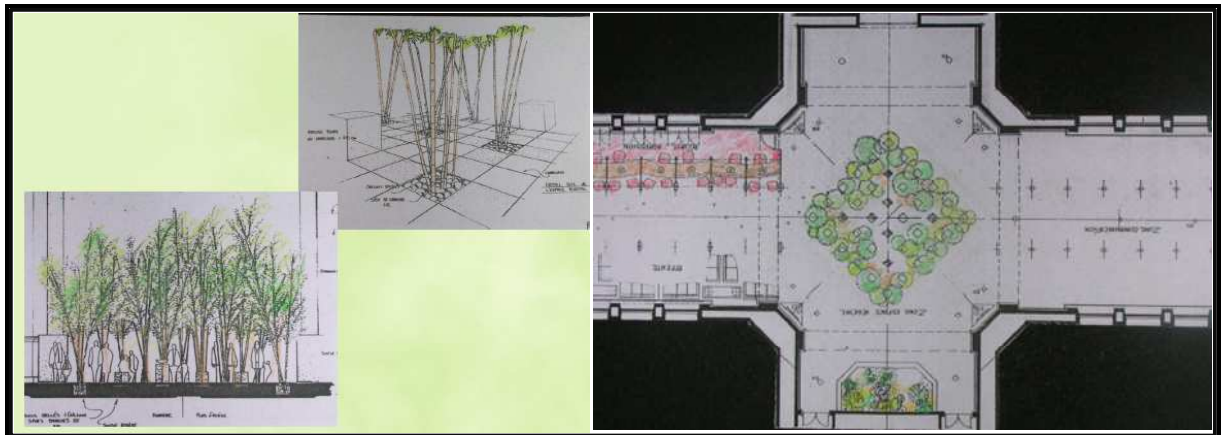


Figure I. 30. Croquis en façade, perspective et plan représentant la bamboueraie. Source: (Chaudet, Durel, 2006).



Figure I. 31. Vue sur le hall du centre hospitalier de SAUMUR. Source: (Chaudet, Durel, 2006).



Figure I. 32. Le hall d'accueil est doté des pots du «végétal vivant» renforcé par la couleur rose. Source: (Chaudet, Durel, 2006).



Figure I. 33. Vue sur l'espace d'attente du centre hospitalier de SAUMUR avec ses Eucalyptus naturalisés. Source: (Chaudet, Durel, 2006).



Figure I. 34. CHOUCHOU ET LOLA, création: Françoise Chauvigné. Source: (Chaudet, Durel, 2006).

I.4.1.2. Salles et espaces d'attente, réfectoires et cafétérias:

Les espaces réservés aux visiteurs doivent être accueillants. En termes d'aménagement et dans un bon nombre de cas, la salle d'attente pourrait offrir aux patients et visiteurs une expérience bien plus plaisante. Des espaces lumineux ouverts ou même délimités **contribuent à créer un climat plus intime** sans la sensation d'être à l'étroit (Ferland, 1999).

L'ameublement et la décoration devraient dégager une impression de calme et de tranquillité qui détourne les visiteurs de leurs préoccupations. Un décor vivant, agrémenté de plantes vertes, de tableaux et de meubles de couleur stimule l'optimisme et remonte le moral. Outre le mobilier tel que les chaises, livres et magazines, il pourrait par exemple y avoir un comptoir réservé aux visiteurs auprès duquel on peut emprunter un casque radio, un baladeur, ou encore des jeux vidéo. Dont l'objectif est de détendre les utilisateurs dans un univers relaxant, il pourrait également y avoir une zone TV avec casques individuels où on peut se divertir sans déranger les autres ou des tables où on peut jouer aux cartes, voire brancher son ordinateur portable.

L'espace d'accueil et d'attente doit bénéficier d'une ambiance lumineuse agréable et reposante et d'un niveau satisfaisant pour assurer correctement l'exécution des diverses formalités administratives (Narboni, 2006). La salle d'attente constitue, à n'en pas douter, l'endroit idéal pour débiter la conception d'un éclairage d'ambiance. Dont l'objectif est d'apaiser et reconforter les usagers, l'éclairage des espaces lecture doit offrir une intensité et une luminosité suffisantes pour permettre également aux personnes âgées de lire à l'aise. Les solutions d'éclairage destinées aux salles d'attente doivent être principalement axées sur les personnes, adultes ou enfants, qui vont s'y arrêter. Un éclairage chaleureux a un effet apaisant sur les patients qui attendent. Pour parvenir à générer une telle ambiance positive, il convient d'utiliser davantage l'éclairage indirect que direct en choisissant une lumière blanche chaude, différents systèmes d'éclairage pour les diverses zones de la salle d'attente (Narboni, 2006).

L'éclairage basé sur la lumière naturelle générera une sensation accrue de bien-être et créera un lien avec le monde extérieur favoriser en l'existence d'une vue panoramique sur patio intérieur ou encore sur l'extérieur qui soit la ville ou la forêt ainsi que des éléments de récréation et promouvoir l'interaction sociale (Ferland, 1999). (Voir également en ligne: <http://www.zumtobelstaff.com>).

Les réfectoires et cafétérias peuvent aussi jouer un rôle des espaces d'attente pour le cas des gens qui restent en position d'attente pendant des heures. Elles sont généralement aménagées dans le style restaurant. Des plantes vertes, des groupes de fauteuils dans différents agencements, le zonage de l'espace par la lumière sont autant d'éléments capables de définir avantageusement les espaces. Le rôle essentiel de l'éclairage est de susciter une atmosphère agréable favorisant la communication, un climat de détente qui incite à rester. En jouant sur la couleur de la lumière, on peut obtenir différents types d'ambiance. L'utilisation des différentes teintes de couleurs permet d'obtenir ou de générer une ambiance lumineuse agréable et dynamique qui par conséquence créer un climat de détente. Pour plus d'information sur les normes d'éclairage naturel (cf. Annexe III – tableau 2) et artificiel des espaces dans les hôpitaux, voir également Annexe III.

EXTRAITS DE LA NORME DIN EN 12464-1			
Chapitre de la norme	Type de pièce, activités visuelles	Niveau d'éclairage recommandé par la norme, en lux	Indice de Rendu de Couleurs
7.1	PIECES MULTI-FONCTIONS		
7.1.1	Salles d'attente	200	80
7.1.2	Entrées: de jour	200	80
7.1.3	Entrées: de nuit	50	80
7.1.4	Salles de repos de jour	200	80

Tableau I. 1. Tableau des recommandations pour les niveaux d'éclairage et l'IRC, extrait de la norme DIN EN 12464-1. Source: (FERMAND, 1999).



Figure I. 35. Vue sur un espace d'attente animé par des couleurs et des dessins.
Source: (Barbier, 2009).



Figure I. 36. Espace d'attente de l'hôpital BRETONNEAU-TOURS. Source: www.chu-tours.fr



Figure I. 37. Vue intérieure sur la cafétéria. Source: <http://www.zumtobelstaff.com>.



Figure I. 38. Vue extérieure sur la cafétéria. Source: <http://www.zumtobelstaff.com>.

L'hôpital commémoratif « **Finchley Memorial Hospital** » est un projet représentatif quant à la qualité et les typologies de ses salles et espaces d'attente (halls, terrasses, cours,...). Ainsi représentatif du fait des solutions adaptées en vue de favoriser une bonne visibilité et accessibilité visuelle, et pour améliorer le repérage, le wayfinding et l'orientation spatiale.

Le bâtiment est conçu en deux grands blocs reliés par trois blocs de raccordement qui font l'articulation et le raccourcissement des parcours à l'intérieur du bâtiment. La conception était centrée sur la composante du patient d'où la considération des effets physiques, psychologiques, émotifs et thérapeutiques de l'environnement de bâtiment sur ses usagers, et celle de la variété des voies patientes dans le bâtiment.

Les bureaux de réception et de personnel sont localisés stratégiquement de sorte qu'il y ait une bonne observation de tous les utilisateurs de bâtiment déplaçant autour du bâtiment. Les halls sont éclairés grâce à deux cours intérieurs. Les secteurs d'attente secondaire, fournissent aux espaces sur une plus petite échelle généralement, des vues dans des secteurs aménagés en parc par l'extérieur. Les espaces d'attente sont prédominamment configurés pour supporter les conditions d'attente et d'accueil hospitalier. Ils sont facilement reconfigurables « adaptables et évolutifs dans l'espace et dans le temps » dans le cas d'urgence ou des catastrophes pour créer des grands espaces publics qui répondent aux exigences de la situation. Le noyau principal de circulation se composant d'un ascenseur et des escaliers aux niveaux supérieurs sont placés près du bureau de réception principal.

L'environnement des secteurs est stimulant et thérapeutique grâce à la lumière et le calme qui dominant. De même, **vues** au paysage extérieur, présenté par le vitrage aux extrémités des couloirs des services pour fournir un sens de la direction qui peut autrement être perdu dans les couloirs internes.

Le premier étage contient les secteurs d'hospitalisé. Des **terrasses** enfoncées de toit placées entre les chambres à coucher groupées en **faisceaux**¹³, et des **dispositifs solaires d'ombrage** qui se projettent en façade. Ces cavités et projections fourniront les modèles subtiles de la **lumière et de l'ombre** à travers les surfaces simples et élégants rendues blanches. Ceci fournit l'espace extérieur pour des patients au niveau de salle et présente également la lumière naturelle dans les itinéraires de circulation autour des salles.

Les espaces sont conçus pour être satisfaisants visuellement (matériaux normaux, réduction de l'éblouissement, la sélection des couleurs sensible et appropriée, la lumière naturelle) et acoustique confortable (réduction d'écho). Aussi, les surfaces de mur, de plafond et de plancher répondent à la nécessité d'éviter la réflexion de la **lumière** et de réduire la réverbération de bruit.

Des **couleurs, des tissus, des matériaux** et des textures ont été employés le long des itinéraires externes de circulation pour soulager, apaiser et fournir l'intérêt pour présenter une **balance humaine** au bâtiment. Les **choix des matériaux** ont été faits pour donner les caractéristiques d'un bâtiment moderne de soins de santé qui représentent la vision pour la prestation de service améliorée.

Plusieurs facteurs dans cet hôpital peuvent contribuer à favoriser une bonne **visibilité**, améliorer l'**accessibilité visuelle** et l'orientation, tout en maximisant la sécurité quand les secteurs spécifiques sont accessibles hors des heures de visite, à l'instar de:

- La centralisation des secteurs publics et de l'entrée principale de l'hôpital près des itinéraires verticaux principaux de circulation afin de raccourcir et réduire au minimum la variété des courses internes dans le bâtiment de l'entrée principale à chacune des différents secteurs et d'avoir les moyens d'accès simple et facile à chacun des départements cliniques sans passer par d'autres secteurs notamment pour ceux avec des difficultés de mobilité du personnel, visiteurs et patients.
- La taille accrue de l'avant du bâtiment en soulignant l'entrée principale centrale en rapport avec le toit verrière de café d'arrivée qui été augmenté lui aussi pour attirer l'attention et appeler sur cette zone centrale de la communauté, ce qui forme un lien et un raccordement physique vers un jardin commémoratif du côté opposé de la place d'arrivée.

¹³ L'hôpital commémoratif semble maximise la **flexibilité et l'adaptabilité**. Des liens entre les faisceaux cliniques ont été également considérés afin de permettre au personnel et aux patients de passer entre les faisceaux sans passer par des secteurs publics. Ceci permet une plus grande **flexibilité** dans l'utilisation des espaces cliniques en permettant à la taille d'une unité opérationnelle d'augmenter et se contracter pour l'adapter à la taille de la clinique. Un diagramme indiquant un faisceau clinique typique dont toutes les salles sont classées et placées de manière à refléter les principes de la **flexibilité** de sorte que le bâtiment soit capable à être adapter simplement et facilement au futur changement tout en réduisant au minimum le besoin de changement au tissu de bâtiment.

- L'utilisation des secteurs étendus de vitrage et de balcon permet une bonne visibilité aux diverses destinations dans l'hôpital.
- La conception considère non seulement les besoins des utilisateurs de fauteuil roulant, mais aussi ceux des enfants et de leurs parents, de ceux avec la mobilité pauvre, en particulier des personnes âgées et de ceux qui sont altérés sensoriellement.

Aussi ce qui peut favoriser et faciliter le «**wayfinding**», **l'orientation et le repérage**, est:

- La disposition simple et logique du bâtiment
- Des itinéraires plaisants et simples dans le bâtiment.
- **Des espaces de circulation** ont été conçus pour être non-institutionnel en réduisant la longueur des couloirs autant que possible, évitant des impasses, présentant aux passants des endroits et des zones de stockage en incorporant la lumière naturelle et les vues externes et internes.
- Le positionnement et la conception de **la signalisation, le balisage** et l'utilisation appropriés de **couleur contrastée** notamment pour indiquer des changements d'orientation et pour aider les personnes avec la vision altérée.
- Les dispositifs et la plantation dans les **cours** servent de **marqueurs visuels** facilitant **l'orientation** en déplaçant autour du bâtiment.

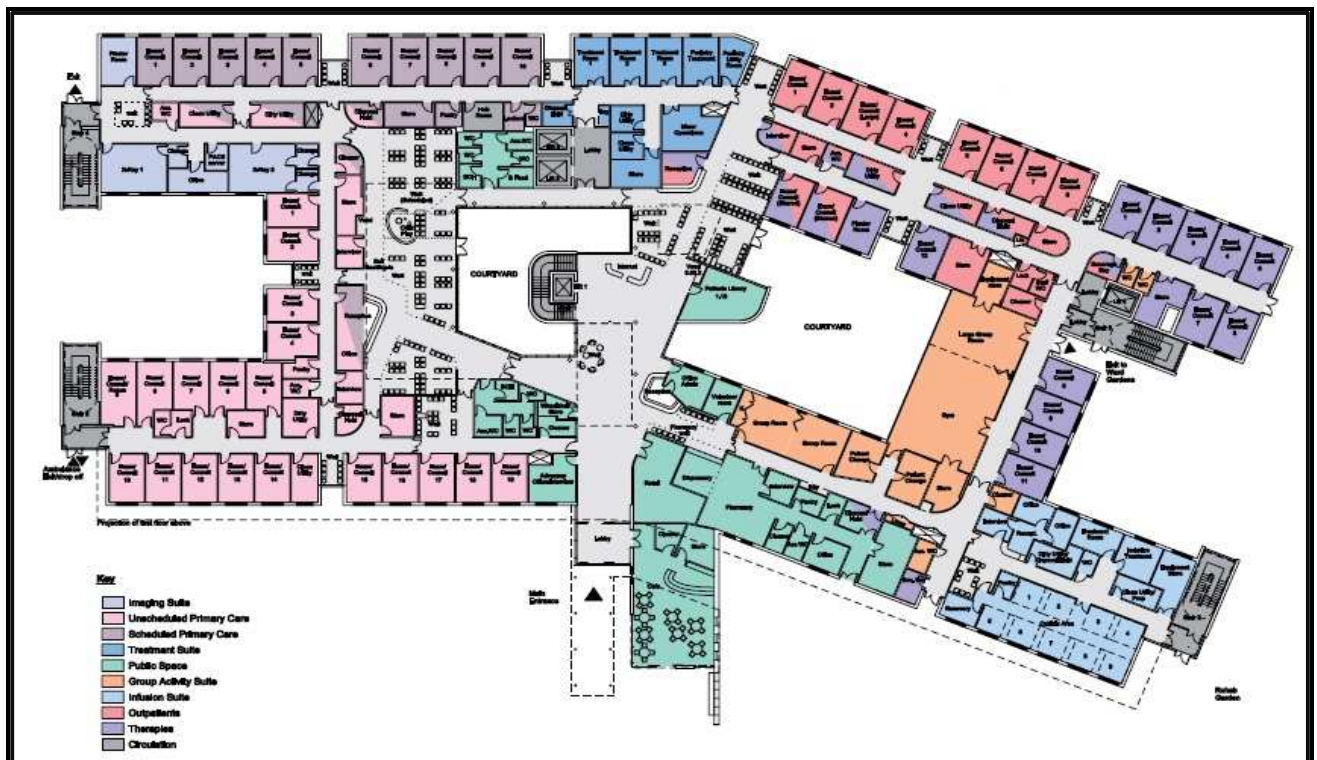


Figure I. 39. Plan du RDC de l'hôpital Finchley. Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).



Figure I. 40. Vue plongeante sur l'ensemble de l'hôpital.
Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).

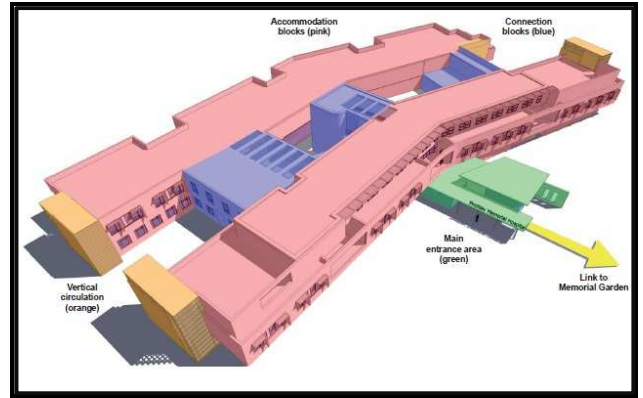


Figure I. 41. La masse de l'hôpital Finchley. Source:
(NHS Barnet - murphy philipps, 2009).

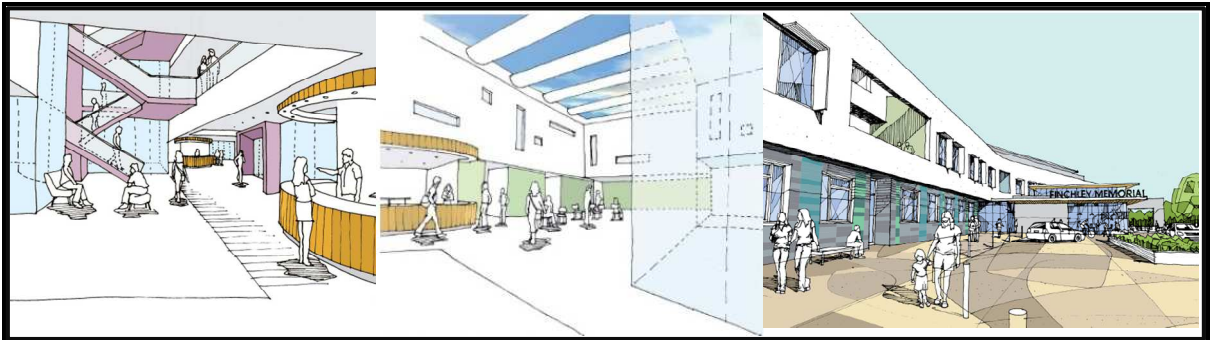


Figure I. 42. Des croquis indicatifs de l'espace public intérieur (au centre) et extérieur (à droite) et de réception (à gauche). Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).



Figure I. 43. Plan du premier étage de l'hôpital Finchley. Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).

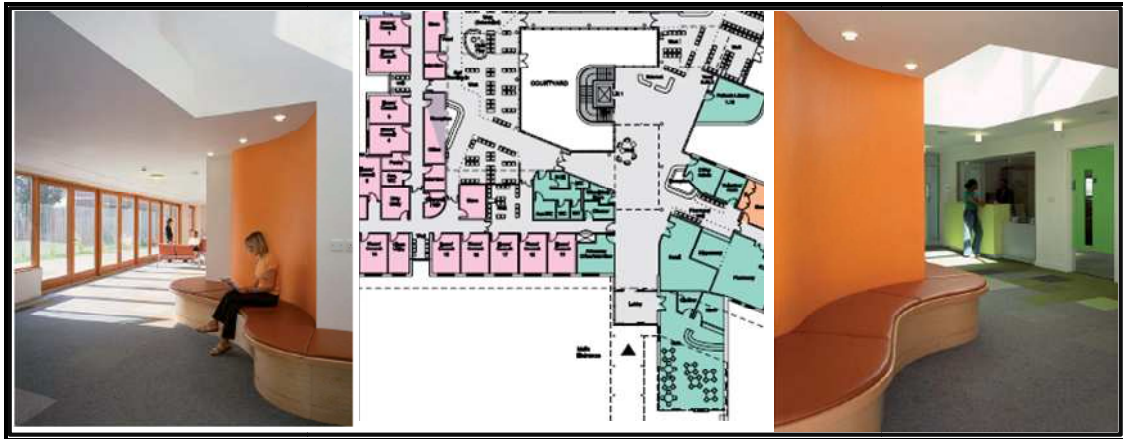


Figure I. 44. Vue en plan (au centre) présentant la localisation des espaces publics, d'accueil et d'attente de l'hôpital Finchley situés au RDC, et des vues en perspectives sur un même espace d'attente, éclairé par une lumière naturelle latérale (à gauche) et par une lumière naturelle zénithale (à droite). Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).



Figure I. 45. Vues sur des espaces publics «accueil, attente et orientation visuelle et spatiale» éclairés par une lumière naturelle latérale ou zénithale, et un jeu de couleurs et textures. Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).



Figure I. 46. Vue sur un espace d'accueil doté par une lumière zénithale. Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).

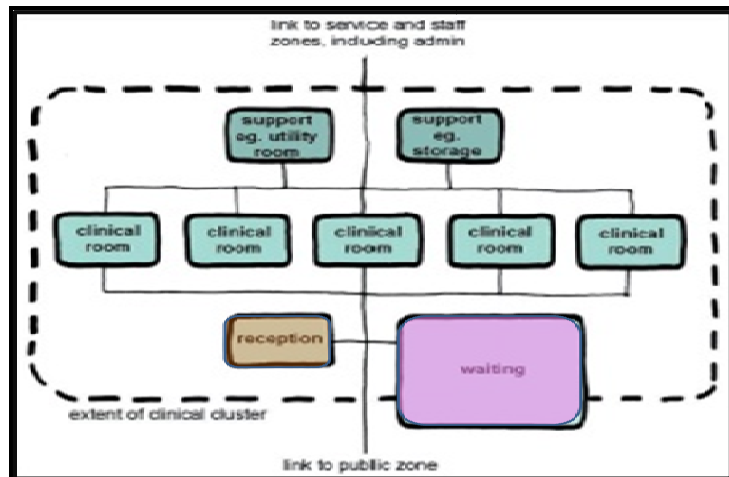


Figure I. 47. Faisceau clinique comportant un certain nombre de salles, d'espaces modulaires de soutien. Source: (NHS Barnet - murphy philipps, 2009).

I.4.1.3. Les patios et les jardins:

Dans le cas de morphologies plutôt horizontales, la séparation des secteurs dans des bâtiments distincts se matérialise soit par **l'intégration de patios** - de proportions souvent généreuses et traités de manière **minérale ou végétale** - soit par des **voies de desserte** ouvertes, accessibles aux véhicules, aux ambulances et/ou aux pompiers, qui irriguent le bâti, soit, enfin, par des **galeries de distribution couvertes**.

Les patios et les jardins –qui sont également intégrés au bâti- intérieurs des projets contemporains trouvent une correspondance lointaine avec les cours et les jardins des hôpitaux du passé, même si leur statut a été modifié et leurs dimensions considérablement réduites (Ferland, 1999). Dans le cas de l'hôpital Robert- Debré, la galerie hospitalière surplombe un vaste jardin sous verrière, la clinique de la Sagesse réalisée par Rémy Butler à Rennes est dotée d'une serre plantée située dans le prolongement du hall. Le bâtiment Babinski de la Pitié- Salpêtrière, dessiné par Pierre Riboulet, est également marqué par l'aménagement d'un jardin, patio de forme oblongue, compris entre les deux ailes de l'édifice et sur lequel donne le hall (Ferland, 1999).

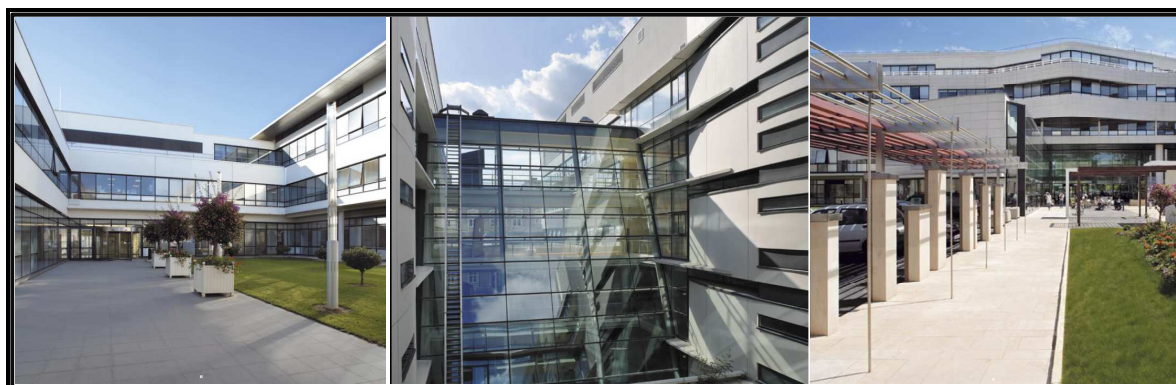


Figure I. 48. Vues sur patio et jardin d'entrée de l'hôpital BRETONNEAU- TOURS. Source: www.chu-tours.fr

L'hôpital Saint Pierre conçu par l'architecte Jérôme BRUNET (Paris), présente une autre dimension de l'utilisation des patios et jardins. C'est pour s'évader du contexte travail, des lieux d'**Agora**, sont mis à disposition des personnels soignants comme ces patios aménagés, tout en mettant en valeur les richesses locales au niveau des patios.

Les principales données du projet de l'hôpital Saint Pierre reposaient sur trois bases fondamentales: Hôpital, enfants, bord de mer. D'entrée, la volonté du maître d'ouvrage était que ce nouvel établissement ne ressemble pas à un hôpital, mais à un **lieu d'accueil privilégié** où chaque enfant se sente comme dans une croisière ou dans un voyage qui le mène vers la guérison. **L'accueil** est qu'on a la première impression d'un lieu où le séjour ne débute pas dans des conditions idéales, puisque c'est la blessure ou la maladie qui amène l'enfant jusqu'à l'Institut st Pierre. Couleurs, matériaux, **lumière naturelle** animent l'espace d'accueil aussi bien pour le malade que le personnel.



Figure I. 49. Vue sur l'entrée (à gauche), sur la réception (au centre) et sur l'espace d'accueil (à droite) de l'hôpital Saint Pierre. Source: (BRUNET, 2007).



Figure I. 50. Vue sur l'Agora (à gauche) et sur le patio (à droite) de l'hôpital Saint Pierre. Source: (BRUNET, 2007).

I.4.2. Typologies linéaires:

Cette typologie est représentée par les couloirs et la galerie publique.

I.4.2.1. Couloirs et coursives:

Contrairement à leur fonction de base comme étant des espaces de circulation et de transition, les couloirs et les coursives présentent d'une façon non voulu notamment dans les anciens hôpitaux coloniaux des espaces d'accueil, d'attente et d'orientation des usagers (cf. annexe III). Les couloirs et cages d'escaliers nécessitent un traitement spécial relativement à l'orientation spatiale et à la visibilité et qualité de l'ambiance lumineuse.

L'éclairage fonctionnel des couloirs et escaliers doit principalement servir à l'orientation. On doit éviter les labyrinthes et favoriser le repérage et le wayfinding des usagers à travers l'utilisation des couleurs contrastées, des matériaux appropriés et une signalétique claire qui favorise elle-même une visibilité claire des accès et raccourcit les parcours. L'éclairage et la luminosité du sol doivent être étudiés de sorte que même les personnes âgées puissent se déplacer en toute sécurité en vue d'accroître la visibilité. Une ambiance lumineuse adéquate où les niveaux moyens d'éclairage recommandés pour les circulations intérieures varient de 80 à 250 lux.

Ils sont donc légèrement plus faibles que ceux généralement demandés pour les espaces d'activité. On peut alors y réaliser des éclairages doux et localisés qui les différencieront des espaces contigus. Aussi, on démarquera les accès aux ascenseurs et les croisements de couloirs par un éclairage plus intense. Les ascenseurs, quant à eux, sont plus accueillants s'ils sont éclairés par une lumière chaude et intense qui efface l'impression de claustrophobie (Voir également Lumière pour hôpitaux et maisons de retraite (2005), en ligne: <http://www.zumtobelstaff.com>).

Au niveau des couloirs étroits, l'accentuation lumineuse du plafond et des murs a pour effet d'élargir l'espace, de stimuler et de détendre. Les couloirs et autres zones de passage relient entre elles les différentes zones de l'hôpital qui est bien souvent ouvert 24 heures sur 24. Les gens préfèrent, bien évidemment, emprunter un couloir bien éclairé plutôt qu'un couloir sombre.

Donc, Pour faciliter l'orientation et pour assurer une bonne visibilité, l'éclairage des couloirs et cages d'escaliers, doit être homogène. Une bonne luminosité ainsi qu'une ambiance lumineuse chaude, exempte d'éblouissement, estompent le caractère stérile et monotone des zones de passage. (Voir également les recommandations relatives à l'éclairage des hôpitaux (AFE, éditions Lux, 1981).



Figure I. 51. Vue sur le couloir de passage. Source: <http://www.zumtobelstaff.com>.

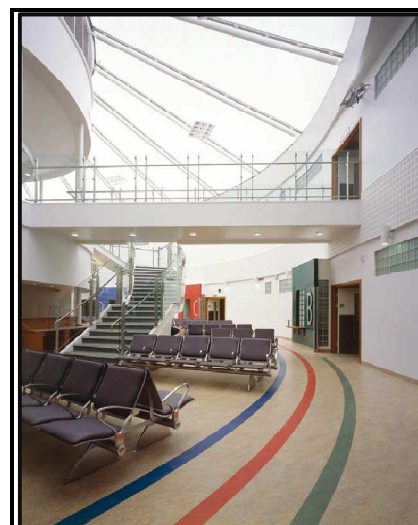


Figure I. 52. Vue sur le hall d'accueil avec ses escaliers de transition. Source: <http://www.zumtobelstaff.com>.

I.4.2.2. La galerie publique:

Avec l'apparition de l'hôpital contemporain à partir des années 1980, un nouveau concept s'est développé, celui de la «*rue publique*» «*rue intérieure*», «*galerie piétonnière*», «*galerie hospitalière*», «*rue médicale*», des atriums et des galeries monumentales dont le rôle est **d'accueillir et d'orienter le public, irriguer l'hôpital et relier** clairement les réseaux de circulation interne par des **passerelles** intérieures ou extérieures, couvertes ou fermées, des couloirs largement **vitrés**, qui permettent de **se repérer** et desservent clairement les montées verticales.

L'urbain pénètre à l'intérieur de l'hôpital et le rôle de l'architecture est d'en maîtriser les accès comme de qualifier une hiérarchisation des espaces. **Cette typologie d'hôpitaux est le reflet de la politique d'humanisation** (Ferland, 1999). Les cheminements s'organisent le long d'une **rue intérieure**¹⁴ **piétonne ouverte** à tous sur laquelle viennent se greffer des modules de consultations et d'hospitalisation disposant de leur propre circulation verticale. Cet axe central qui guide aisément le patient ou le visiteur est relié à l'espace public urbain. Très animé, il **accueille** des fonctions non médicales et **symbolise le prolongement de la ville dans l'hôpital**.

Quelques hôpitaux contemporains s'inspirent des typologies croisées, présentant une nouvelle typologie des espaces hospitaliers où l'éclatement des secteurs s'exprime clairement dans des compositions conciliant séparation et compacité, structurées très souvent par une épine dorsale que peut matérialiser une **galerie publique**.

Ce thème s'est, depuis, largement imposé dans l'architecture hospitalière contemporaine, parce qu'il constitue une **réponse adaptée au traitement spatial des lieux d'accueil et du réseau de circulations**¹⁵.

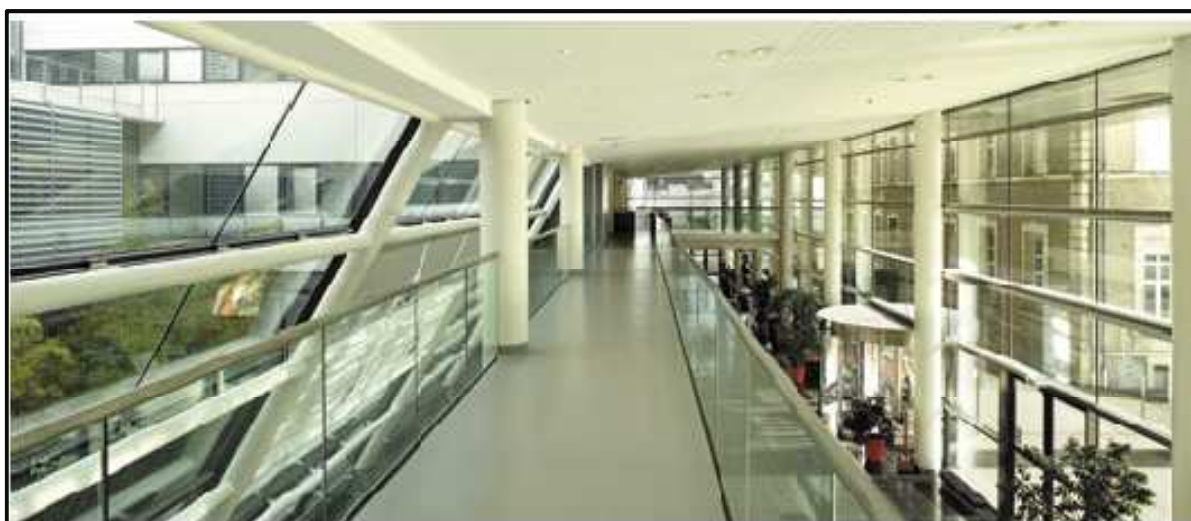


Figure I. 53. Vue sur la galerie de l'hôpital BRETONNEAU- TOURS. Source: (www.chu-tours.fr).

¹⁴ On ne peut parler de **rues hospitalières** sans citer la rue intérieure des «**cités- jardins verticales**» de Le Corbusier. La conception de la cité hospitalière d'aujourd'hui s'appuie largement sur **la pensée moderne, par la synthèse qu'elle opère entre organisation fonctionnelle et réflexion sur urbanité et architecture**.

¹⁵ Chez tous les concepteurs de grands programmes hospitaliers: « [...] *Cet axe, véritable rue intérieure - atrium, est en fait la pénétration urbaine dans l'hôpital. C'est un ensemble construit transparent, qui permet à chaque niveau la relation visuelle avec la ville; [...] cet axe permet au visiteur une compréhension immédiate de la distribution; cette clarté fonctionnelle est aussi bien valable pour le personnel médical que technique, identifiant suivant un schéma évident les parcours et les zones d'intervention* ». (Samir Farah, présentation du projet de l'hôpital général de Gap).

« [...] *des dispositifs types de rues hospitalières ont été imaginés. C'est un espace dont la configuration facilite le repérage des services et la bonne distribution des accès aux étages. Il permet en outre d'apporter au sein de bâtiments souvent compacts pour des raisons de fonctionnalité la lumière naturelle par des verrières. Enfin, lorsque cette rue traverse le bâtiment de part en part comme dans le cas de l'hôpital du quinzième arrondissement, elle peut devenir un élément structurel du quartier.* » Aymeric Zublena, in *Malade ou client ?* Sous la direction de Dominique et Christiane Jolly.

Quand on parle du concept de galerie publique –que les architectes nomment «**narthex**» ; élément fédérateur et générateur dans le projet de santé-, trois projets méritent d'être présentés pour comprendre l'apport de cette nouvelle typologie dans la conception et le fonctionnement global du système hospitalier. Ces hôpitaux sont: l'hôpital pédiatrique «mère- femme- couple » Robert Debré, le centre hospitalier de la région d'Annecy et l'hôpital d'instruction des armées de Percy- Clamart-Paris.

L'hôpital pédiatrique «mère- femme- couple » Robert Debré est conçu par l'architecte Pierre Riboulet). Cet hôpital est le résultat d'un vaste plan de **restructuration** de la pédiatrie du nord et de l'est de Paris. L'hôpital est né de la fusion de deux hôpitaux d'enfants situés au nord de Paris: Hérold (19e arrondissement) et Bretonneau (18e arrondissement), ouverts en 1901.

Le bâtiment principal en arc abritant l'hospitalisation, se décline en gradins, entièrement tourné au Sud vers Paris, protégé des nuisances du périphérique par un second bâtiment- écran «une barre» abritant les laboratoires et bureaux médicaux. La conception d'un plan horizontal, le long des 250 mètres de ce bâtiment curviligne à l'image du relief et des courbes du quartier, s'est imposée.

L'architecture particulière de l'hôpital Robert Debré marque la rupture avec l'image de l'hôpital traditionnel «**barres**» ou «**tours**», où *Pierre Riboulet* a su tirer parti au maximum de la forte dénivellation du terrain d'origine pour intégrer l'hôpital sur la colline toute entière dans le cadre d'une composition en étages en réalisant le programme pour moitié au-dessous et pour moitié au-dessus qui permet la séparation des fonctions des différents services hospitaliers,. L'effet de muraille était ainsi évité. L'idée de l'architecte consistait également à installer, au premier niveau, l'ensemble des locaux à caractère non médical, comme la crèche pour les enfants du personnel, la halte-garderie, l'accueil, les bureaux administratifs, les salles d'enseignement du CHU, et le restaurant. Ces services ont donc été placés le long de cette galerie qui parcourt tout l'édifice, constituant à elle seule l'étage d'accueil et créant un immense espace de transition (Ferland, 2000).

Les six plots s'organisent symétriquement et de manière très aérée autour d'un long jardin intérieur qui apporte une large respiration au bâtiment sur l'ensemble de son axe longitudinal. Le **jardin** anime le **hall** et les circulations du rez-de-chaussée, et se prolonge par la **galerie publique**¹⁶ conduisant à l'hôpital pédiatrique. Par ailleurs, **éléments végétaux et lumière naturelle** jouent un rôle essentiel dans l'accueil des jeunes patients. Un **jardin d'hiver** intérieur planté sur deux niveaux présente l'apparition de la végétation sur terre.

¹⁶ Cette opération est, en France, la première référence d'hôpital conçu à partir du principe d'une véritable **galerie hospitalière**

Ce jardin des plantes primitives met en relation le public avec un univers végétal rare de plantes sans fleurs et le paysage recréé constitue un spectacle pour tous les patients.

L'hôpital ROBERT Debré fait l'exemple le plus connu qui montre cette nouvelle typologie de **galerie publique** «**galerie médicale, rue hospitalière artère principale** ; une longue galerie panoramique hospitalière irriguant l'ensemble du bâtiment», éclairée zénithalement, qui la traverse de part en part, en desservant les différents services, prolongeant la ville à l'intérieur de l'hôpital. Cette ouverture sur la ville constitue également une des grandes innovations du projet «**Urbanité intérieure et extérieure**», qui était la volonté de l'architecte Pierre Riboulet. Le bâtiment s'ouvre vers la ville par des terrasses blanches et cubiques et près de 7500 m² des **terrasses jardins** sont plantées sur ce vaste ensemble aux formes courbes.

Le concepteur mène parallèlement un travail **d'inscription d'un «monument «dans la ville**, et un travail de **hiérarchisation de ses circuits internes**, depuis les espaces les plus dilatés jusqu'au plus petit sas d'accès. Dans un site enserré entre les boulevards périphérique et extérieur, le premier travail de l'architecte de ce projet a été de fixer de vraies limites à son bâtiment avant de s'atteler à la définition des multiples parcours qui le traversent.

« {...} L'étude des réseaux conduit à mettre en place un système d'irrigation semblable aux veines et aux artères d'un corps. C'est une chose intéressante du point de vue de l'espace et de la composition. L'ensemble du site fonctionne lui aussi sur des traversées et des parcours. Nous sommes à Paris dans une ville où les déplacements ont une importance accrue par la mécanisation et, heureusement, par la promenade. Il y avait, de ce point de vue, cohérence entre le site et le programme. {...} Dans l'espace moderne, plus que partout ailleurs, ces notions de déplacement et de fluidité sont constamment présentes.» (Interview de Pierre Riboulet dans L'Architecture d'aujourd'hui, Avril 1988).



Figure I. 54. Vue d'ensemble de l'hôpital pédiatrique Robert Debré réalisé par P. Riboulet.
Source: (FERMAND, 1999).



Figure I. 55. Vue d'intérieure de l'hôpital Robert Debré.
Source: (Riboulet, 2005).

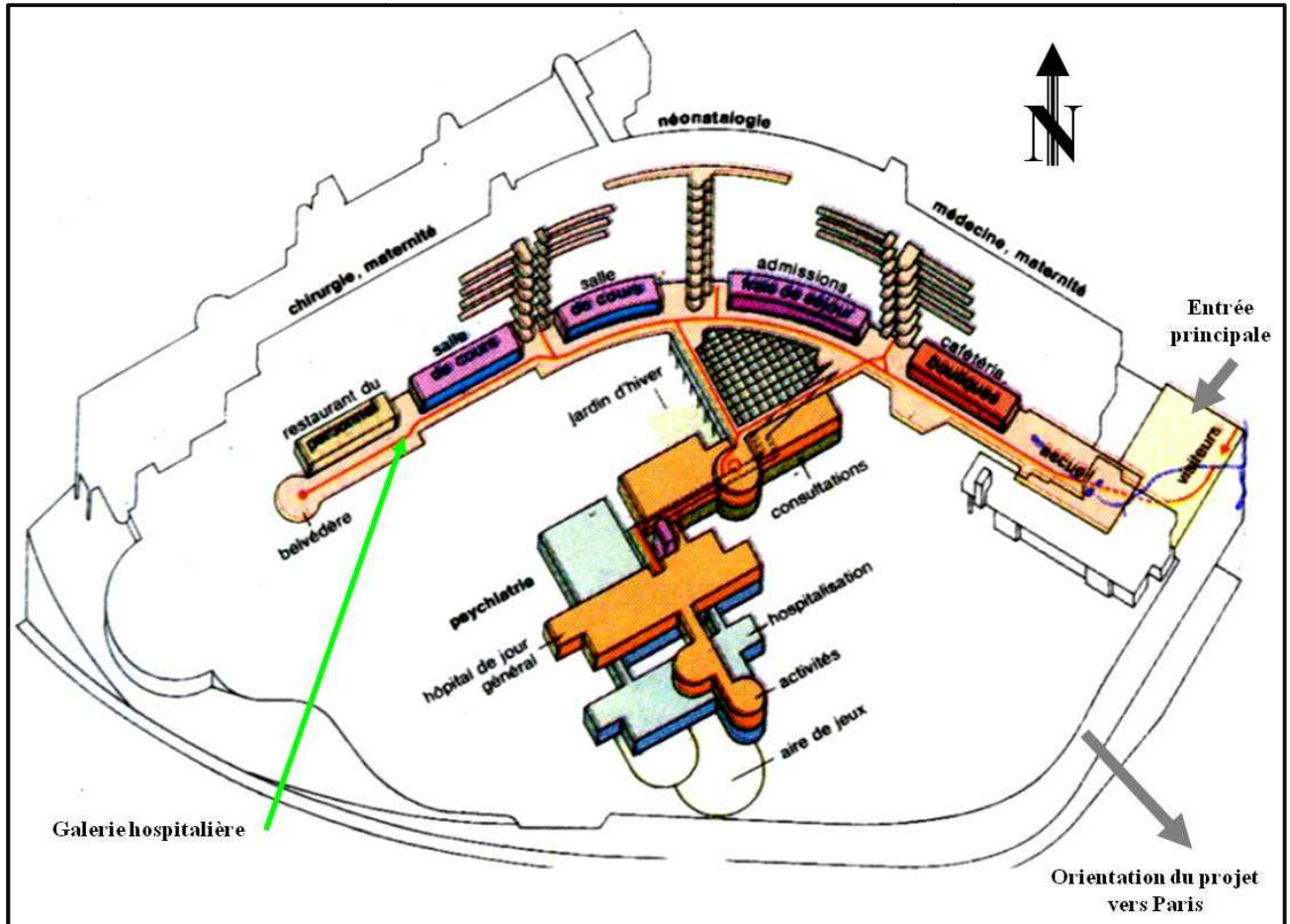


Figure I. 56. Organigramme représentant l'accueil, l'accessibilité et la galerie publique. Source: auteur.



Figure I. 57. Vue sur l'espace d'accueil et la galerie publique. Source: (FERMAND, 1999).

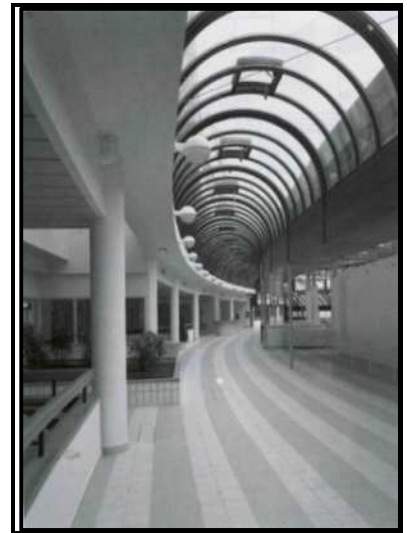


Figure I. 58. Vue sur la rue publique. Source: (FERMAND, 1999).



Figure I. 59. Vue sur l'espace d'accueil de l'hôpital Robert Debré. Source: (Riboulet, 2005).



Figure I. 60. Vue sur l'entrée de l'hôpital Robert Debré. Source: (Riboulet, 2005).

Le centre hospitalier de la région d'Annecy (Cabinet Reichen et Robert & Associés), où l'architecte a conçu l'hôpital comme une petite ville, une «**cité jardin hospitalière**» qui donne une large place aux **espaces verts**. L'horizontalité du bâtiment et sa faible hauteur permettent une **d monumentalisation** de l'hôpital. Calqu e sur l'organisation en pôles d'activités, l'architecture peut-être perçue comme un ensemble de maisons médicales à **taille humaine** abritant chacune un pôle d'activités. Ces pôles sont **desservis par des rues: rue publique, rue médicale, rue de service et rue logistique**, aux fonctions bien particulières. Ce principe de rues permet une **différenciation optimale des flux** (flux de patients, flux de soignants, flux de matériel).

La conception de l'hôpital est très riche grâce à l'**intégration des cours, des patios, des jardins, ainsi que des liaisons très fonctionnelles et rapides matérialisées par l'utilisation de systèmes de rues**. La **rue publique** est la desserte principale. A partir du Hall d'entrée, elle distribue les accueils des pôles au niveau de quatre blocs qui servent de **repères** dans la rue (Marie-Christine Prud'homme, 2008).



Figure I. 61. Vues en perspectives sur le centre hospitalier de la région d'Annecy». Source: www.ch-annecy.fr

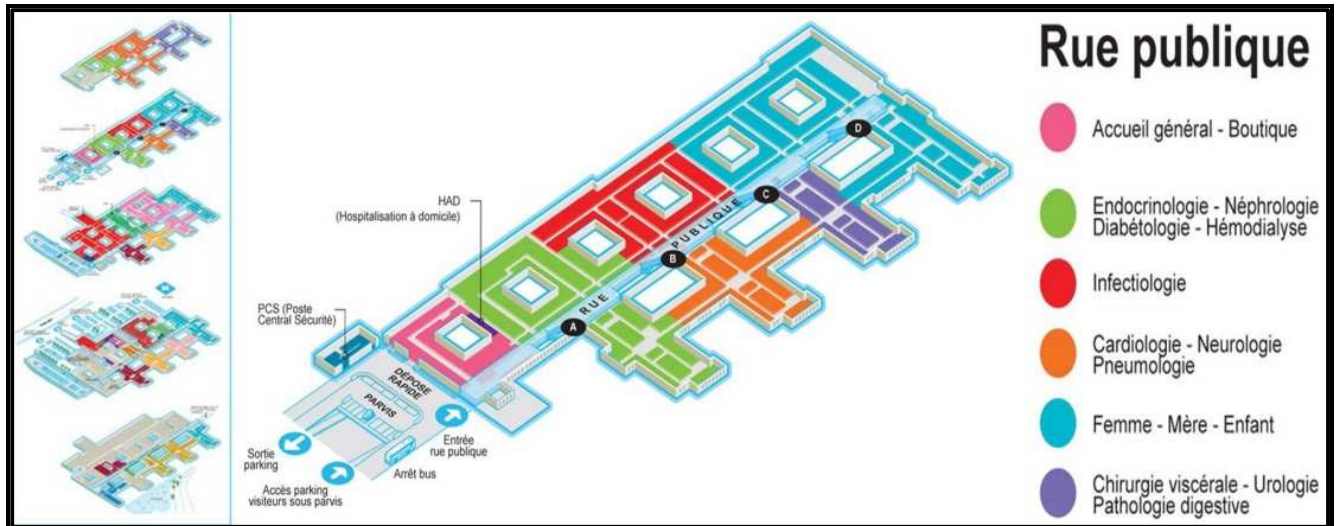


Figure I. 62. Le niveau 4. Entrée et rue publique. Source: www.ch-annecy.fr

Egalement, l'hôpital d'instruction des armées de Percy -Clamart- Paris, conçu par l'équipe d'architectes W. Mitrofanoff, S.Farah et associés, est «mis en scène» et surtout **qualifié par sa galerie publique**, commerçante, déployée sur toute la hauteur du bâti, éclairée par une **verrière zénithale** et bordée de coursives à tous les niveaux. Au premier étage, les consultations bénéficient de **larges espaces d'attente ouverts sur le hall**.



Figure I. 63. La galerie hospitalière de l'hôpital de Percy à Clamart. Source: (FERMAND, 1999).

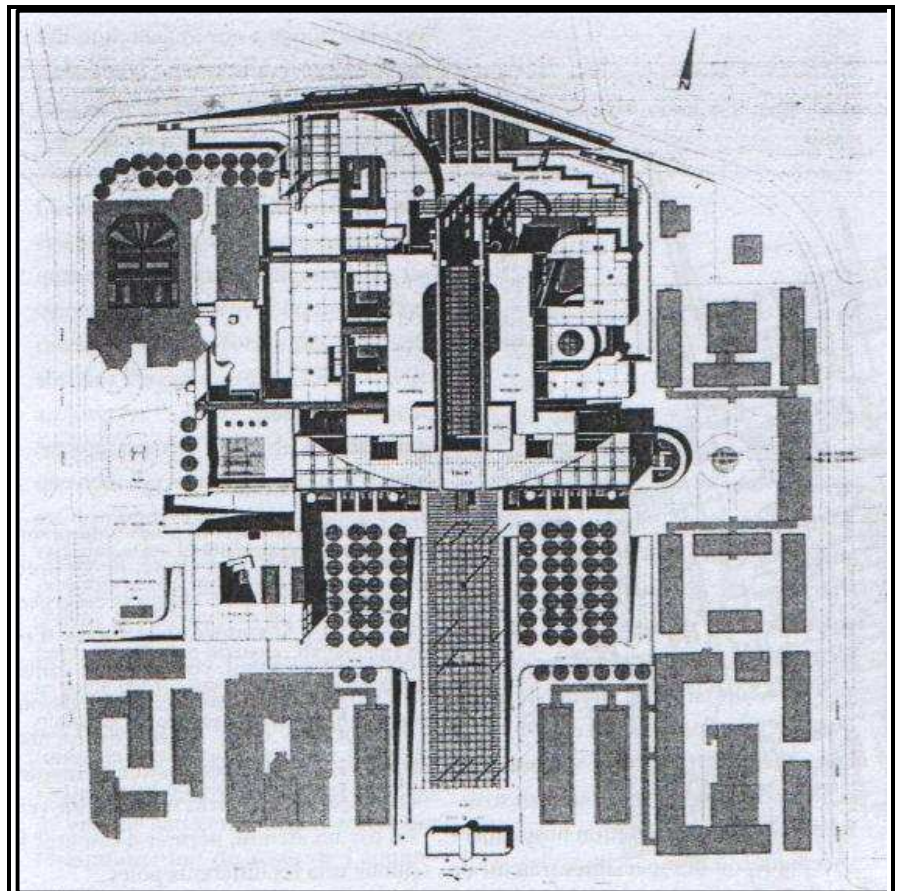
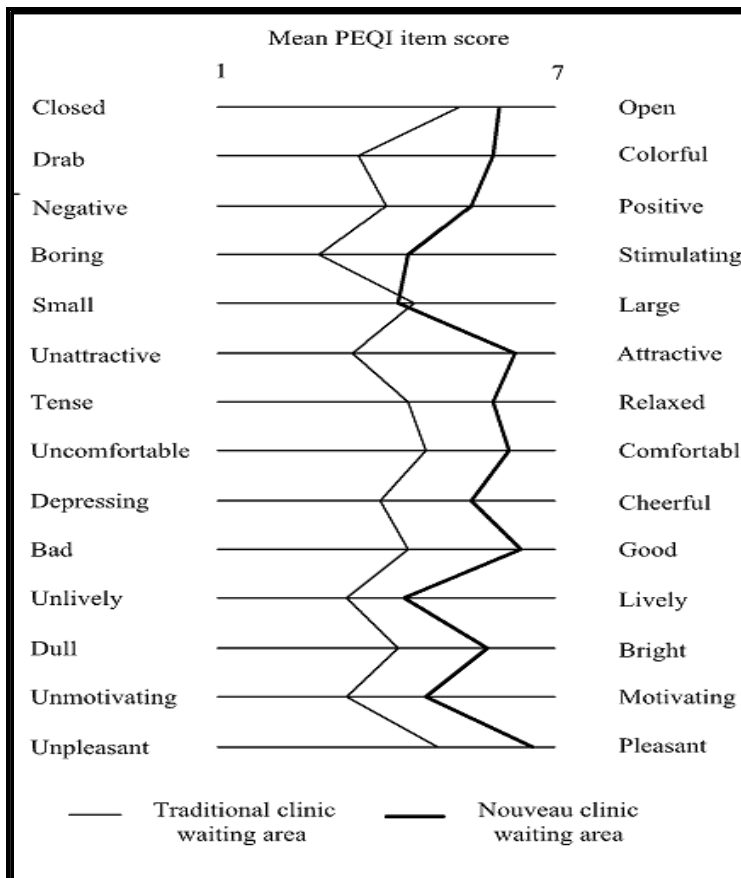


Figure I. 64. Plan de masse de l'hôpital de Percy. Source: (FERMAND, 1999).

Discussion:

A travers la section précédente, on a présenté deux grandes typologies d’espaces d’accueil avec toutes leurs spécifications et exigences. Les typologies convexes ou centrales qui se résument dans les formes classiques à l’instar des halls d’accueil et d’attente, salles et espaces d’attente, patios et jardins, cafétérias....etc. les typologies linéaires qui présentant deux configurations: couloirs et coursives souvent adaptés dans les anciens hôpitaux (style colonial), et les galeries publiques représentant une nouvelle configuration des espaces d’accueil dans les hôpitaux contemporains.

Quant à la question de l’ancienne et la nouvelle configuration des espaces d’accueil et leurs impacts sur état et confort psychologique des usagers, Angeli Santos a effectuée une étude comparative des deux échantillons «les espaces d’accueil traditionnels et nouveaux» dans le service de la Neurologie avec de telles conditions et qualités d’ambiance intérieures. L’échantillon présente 145 patients de neurologie, 81 dans des espaces d’accueil traditionnels et 64 dans des espaces d’accueil nouveaux, où elle a dégagée l’équivalent en termes de genre, âge, diagnostics patients, reportage d’individu et de médecins de «la douleur, de l’inquiétude et de l’incapacité », poids, tabagisme.



Le schéma ci-contre montre que les espaces d’accueil des nouveaux cliniques présentent des qualités meilleurs que celles des espaces existants dans les cliniques traditionnelles, du point de vue confort, ouverture, relaxation, plaisance, bien être, motivation et attractivité, stimulation même s’ils étaient pas grands du point de vue dimensions spatiales.

Figure I. 65. Schéma de comparaison entre les espaces d'accueil et d'attente des cliniques traditionnelles et ceux des cliniques nouvelles. Source: (Leather et al. 2006).

Les figures (II. 66 et 67) montrent que la fréquence d'impulsion ainsi que le niveau de stress chez les patients diffère suivant le type d'espace.

- Dans les **espaces d'accueil traditionnels:**

Le taux de stress est élevé (4.68) dès l'arrivée du patient, mais au fil du temps, il s'élève encore (4.96). Alors que la fréquence du pouls des gens est de 73.30 dès l'arrivée et après un certain temps d'attente la fréquence serait 71.42, ce qui prouve que ces espaces sont pauvres pour l'accueil et l'attente des gens puisque ils les influencent, les excitent et ils contribuent à augmenter leur stress de plus en plus.

- Dans les **espaces d'accueil nouveaux:**

Le taux de stress est moins élevé (4.34) dès l'arrivée du patient, mais au fil du temps, on remarque une diminution remarquable jusqu'à (3.68). Tandis que, la fréquence d'impulsion des gens est de 77.82 dès l'arrivée et elle augmente encore après un certain temps d'attente, elle serait 80.34, ce qui prouve que ces espaces sont adéquats pour l'accueil et l'attente des gens puisque ils les stimulent, les rassurent et les aident à trouver le confort, le calme, la relaxation et le bien être qu'ils cherchent.

Les résultats obtenus confirment que la qualité des espaces d'accueil actuels ou nouveaux influence l'état moral ou mental des personnes en attente. Ainsi, la qualité des espaces d'accueil, leurs aménagements, leurs conceptions en termes de configuration, de dimensions, de hauteur, de revêtements, de couleurs, de matériaux, de quantité et qualité de la lumière naturelle, d'ambiance interne.... Tous ces éléments contribuent à **améliorer l'ambiance humaine** et donner plus de confiance et de confort aux usagers, et notamment à améliorer l'état psychique des patients qui restent dès fois pendant des heures en attente.

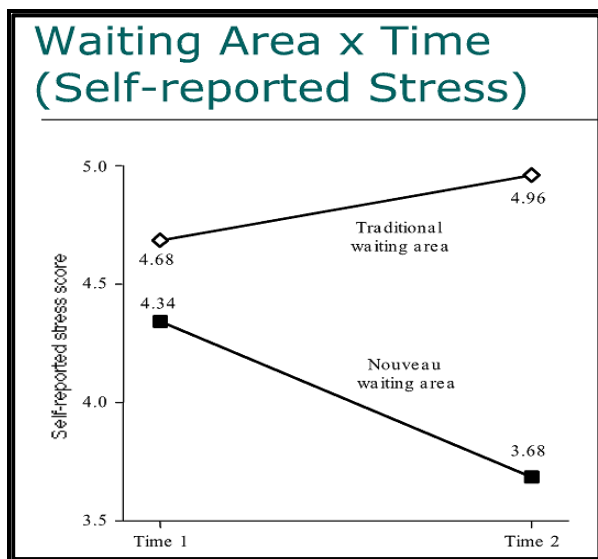


Figure I. 66. Schéma de comparaison (points d'effort rapportés par individu) entre les espaces d'accueil et d'attente traditionnels et nouveaux.
Source: (Leather et al. 2006).

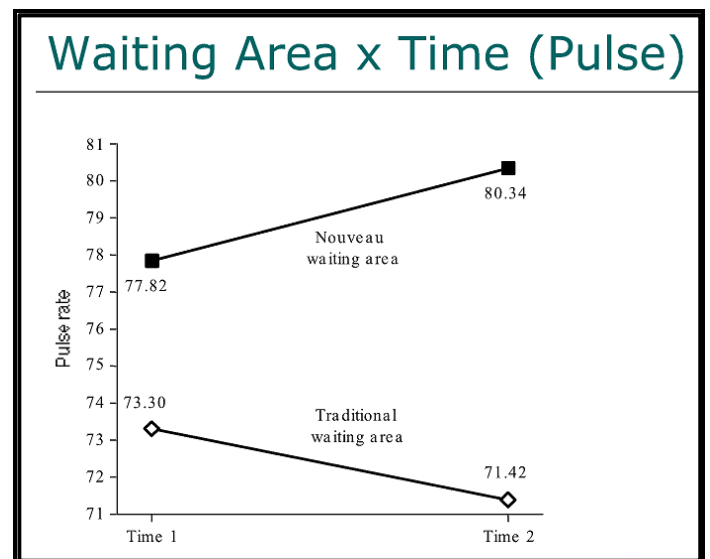


Figure I. 67. Schéma de comparaison (fréquence du pouls) entre les espaces d'accueil et d'attente traditionnels et nouveaux. Source: (Leather et al. 2006).

Conclusion:

A travers le présent chapitre, on a pu ressortir des éléments de réponse, relatives à la question de la conception et l'humanisation de l'hôpital et ses espaces d'accueil.

La notion d'humanisation a été développée avec le développement des différentes typologies des hôpitaux recensés dans l'histoire. La définition du concept « humanisation » tout en mettant en évidence ses diverses dimensions, n'est pas seulement le fait d'agir sur des couleurs vivantes, ou des tableaux muraux ou des sculptures, elle n'est pas aussi un bon aménagement de l'espace ou des meubles luxueux,..., elle est une approche globalisante qui inclut l'humain (comportements,...), l'architecture (espace et ses déterminants, lumière, orientation spatiale,...), l'art, la culture. Elle est l'affaire de l'état et des usagers (personnels, patients, visiteurs,...).

Egalement, divers axes et mesures « aspatiales et spatiales » à mettre en application pour concrétiser cette humanisation ont été ressortis.

D'une manière générale, l'hôpital constitue un environnement propice pour augmenter le stress et l'anxiété des usagers (malades et accompagnants), qu'on ne peut atténuer sans un **accueil de qualité**. Ce qui revient concrètement à **bien informer** et **orienter** les usagers hospitaliers, à les **préparer**, à les **sécuriser**, à les **accompagner** avant et tout au long de leurs parcours de soins.

Les espaces d'accueil sont donc, des espaces destinés aux usagers. Ils ont pour fonctions principales **d'accueillir**, de **recevoir** avec égard, **d'orienter**, de **renseigner**, **d'informer** et **d'accompagner** les utilisateurs de l'hôpital (Barbier, 2009).

Pour atteindre cet objectif, il faut une amélioration des trois aspects complémentaires de l'accueil, à savoir les aspects d'organisation, de structure et du comportement. L'objectif est d'améliorer la satisfaction des usagers et valoriser l'image de marque de l'hôpital par l'amélioration de l'accueil et de l'orientation à l'hôpital (Imbert, 1982).

La présentation des différentes définitions et typologies des espaces d'accueil des hôpitaux en rapport avec quelques projets livresques, a permis de comprendre au près ces lieux, et les éléments qui peuvent les caractériser. Aussi, on a soulevé les exigences fonctionnelles, spatiales et architecturales à respecter, ainsi que les paramètres à manipuler pour créer une ambiance humaine, chaleureuse, accueillante et sécurisante. Au-delà, on est arrivé au fait que des paramètres -tels que: l'ambiance lumineuse naturelle qui est exigée dans l'espace hospitalier, la visibilité et l'accessibilité visuelle, l'accueil et les conditions du contrôle visuel, de repérage et d'orientation spatiale- doivent être contrôlées afin de créer une ambiance humaine au sein des espaces.

Le suivant chapitre présente un des paramètres contribuant théoriquement à créer cette ambiance humaine dans les espaces d'accueil des hôpitaux. Il traite la notion d'ambiance et sa caractérisation.

*« La clé est la lumière, la lumière illumine les formes
et les formes ont un pouvoir émotionnel » Le Corbusier.*

C hapitre 02:

« L'ambiance lumineuse et sa caractérisation »

« Je ne saurais parler abstraitement de la lumière, parce qu'elle n'existe pas en soi, indépendamment de la disposition des choses. Aussi la question se déplace-t-elle vers celle de l'architecture. Il m'est impossible de penser la lumière sans l'objet qui la fabrique, qui la porte, qui la sollicite. C'est pourquoi je parle à propos de la création architecturale, de la nécessité de réinventer des formes, des topologies, et donc des lumières. » Henri Gaudin [1991] dans L'Architecture d'Aujourd'hui, N° 274, pp. 94-99.

Chapitre 02:

“L’ambiance lumineuse et sa caractérisation”

Introduction:

La notion d’ambiance ou d’ambiances (au pluriel) est un concept complexe et globalisant qui acquiert plusieurs définitions: « Le terme **ambiance** indique une atmosphère matérielle et morale qui environne un lieu, une personne » (Narbori, 2006), ou encore « Les éléments et dispositifs physiques qui font une ambiance » (Amphoux, 2004) (cf. annexe IV). On peut aussi entendre parler des ambiances thermiques, sonores, lumineuses, olfactives, hygrothermique,...etc, qui présentent des types d’ambiances dont leurs complémentarité composent « l’ambiance » (PENEAU, 2004).

Le présent chapitre traite uniquement la question des ambiances lumineuses générées par une lumière naturelle et les éléments intervenants à sa compréhension, à sa définition et à sa caractérisation. L’objectif étant réellement, de définir théoriquement le concept de « ambiance lumineuse » et déterminer les relations de prédictions liant ce concept avec les concepts de « visibilité » et « d’accessibilité visuelle », et enfin de connaître quels sont les paramètres contribuant à effectuer une caractérisation de la qualité de l’ambiance lumineuse?

En effet, pour atteindre cet objectif, les questions suivantes s’imposent:

- Qu’est que l’ambiance lumineuse et quels sont ses types, paramètres et ses composantes?
- Quels sont les éléments déterminants pour sa caractérisation et sa qualification?

Avant d’entamer la question de l’ambiance lumineuse, les rôles majeurs de la lumière naturelle dans la vie humaine tout au long de l’histoire de l’humanité, méritent d’être cités en premier lieu.

La lumière était utilisée pour différentes tâches pas uniquement l’éclairage, mais aussi le chauffage et le séchage des produits agricoles...etc. La source principale de la lumière naturelle étant le soleil; une source d’énergie renouvelable inépuisable qui parmi ces exploitations majeures est celle de l’éclairage naturel des espaces.

En effet, la lumière était utilisée par l'homme pour voir, organiser l'espace, décorer, impressionner, transfigurer, ce qui explique toute l'importance de l'ambiance lumineuse que l'homme vient de créer ainsi que les réactions mentales et sensorielles qu'elle va entraîner: chaleur, repos, sécurité, plaisir, satiété, beauté, sociabilité, pouvoir (Narboni, 2006). La lumière naturelle est un support indispensable en architecture pour illuminer les pièces, procurer confort et bien-être ou encore offrir une énergie naturelle propre et gratuite.

La lumière naturelle joue aussi un rôle déterminant dans les rituels religieux, et dans toutes les activités des hommes et est présente dans tous les lieux qu'ils occupent. Elle joue sur notre état moral; sa présence nous adoucit, et malgré qu'elle a parfois le don de nous surprendre et de nous éblouir, son absence nous désole. La lumière est aussi un **phénomène culturel**. Sa perception dépend en grande partie du vécu de chaque individu, depuis la toute petite enfance jusqu'à l'âge adulte. L'adaptation à la lumière naturelle est continue et commence dès la naissance. Les ambiances lumineuses solaires qui baignent les premières années de vie imprègnent durablement la mémoire sensorielle des individus. A l'instar des Occidentaux préférant la lumière forte et symbolique, les Coréens préfèrent la lumière délicate et enveloppante héritée des ancêtres -lumière réfléchie-, la lumière soleil d'aube, et les Japonais, favorisent la lumière du soleil couchant, qui disparaît pour renaître selon l'idée de la réincarnation.

L'ambiance lumineuse peut provenir d'un **éclairage naturel et / ou artificiel**; elle peut être diurne ou nocturne. L'équilibre entre la lumière naturelle et la lumière artificielle est primordial pour la réussite d'une telle ambiance lumineuse. Toutes les deux sont nécessaires; elles s'accompagnent jour et nuit, se répondent et se complètent. D'où l'importance de conjuguer agréablement lumière naturelle et artificielle lors de la composition des ambiances lumineuses, tout en sachant que La **lumière naturelle** est l'**éclairage d'ambiance** par excellence (Narbori, 2006).

Donc, la lumière génère des impressions psychologiques; elle nous révèle des sensations qui nous permettent de **qualifier l'espace** (cf. annexe V). Elle éveille des émotions enfouies dans notre mémoire et entre en interaction avec nos références culturelles. La composante psychologique de la lumière s'avère un facteur prépondérant de notre impression de bien-être.

La lumière naturelle¹ apparaît comme un moyen architectural particulièrement riche. Elle peut révéler un bâtiment par son action sur les espaces, les formes, les structures, les matériaux, les couleurs et la signification de l'édifice. De plus, elle est au cœur même de la définition du geste créateur: exprimer, c'est-à-dire mettre en lumière, extraire de l'ombre.

¹ Dans un espace architectural, les sources lumineuses sont diverses. Selon Fontoyon (1987), Serra (1998) et Baker et Steemers (2002), la lumière naturelle provient du soleil, du ciel ou des constructions avoisinantes et s'introduit à travers une ou plusieurs ouvertures situées sur les parois de l'espace dont ses composantes ont été classées en: composante externe, externe réfléchie (par l'environnement construit immédiat) et la composante interne réfléchie.

II.1. Définir et caractériser une ambiance lumineuse:

Narbori (2006) a développé une définition de l'ambiance lumineuse en la caractérisant comme étant « *le résultat d'une interaction entre une ou des lumières, un individu, un espace, et un usage* ». Cette interaction influence momentanément ou durablement la **perception** et le **ressenti** « **sensation** » de l'espace **illuminé**. Pour cerner au mieux le champ sémantique du concept, la définition d'une ambiance lumineuse en architecture doit combiner **plusieurs dimensions**.

De sa part, Augoyard (Amphoux et al., 2004) a qualifié l'ambiance comme étant « *l'interaction de phénomènes physiques avec un environnement spatial, perçue par l'occupant de cet espace qui est mise en avant* ».

A travers ces deux définitions et ces deux approches voisines, les éléments de définition contribuent à **caractériser** une ambiance vécue en mettant en avant **l'interaction entre l'espace éclairé et le sujet**.

Une ambiance lumineuse est un phénomène qui relève de points de vue multiples. Elle renvoie à des **phénomènes physiques**, à des **phénomènes socio-humains** ou encore à des **phénomènes sensibles et esthétiques** (Narbori, 2006).

On peut parler d'une ambiance lumineuse de la lumière du jour si les interactions suivantes sont tous réunies et visibles:

- **Lumière naturelle / Usage:** identifier une condition pour la **qualité** et la **quantité** de la lumière du jour.
- **Lumière naturelle / Espace:** définir les **effets de la lumière** de jour.
- **Espace / Usage:** informer au sujet **des dispositifs lumineux**; les configurations formelles et spatiales et dispositifs architecturaux à mettre en application.

Cette caractérisation de l'ambiance lumineuse peut nous permettre de se baser sur cinq domaines: **quantité de lumière**, **espace** (caractéristiques des surfaces intérieures), **usage**, **effet de lumière**, **dispositifs lumineux** (Narbori, 2006, Chaabouni, Bignon et Halin, 2008).

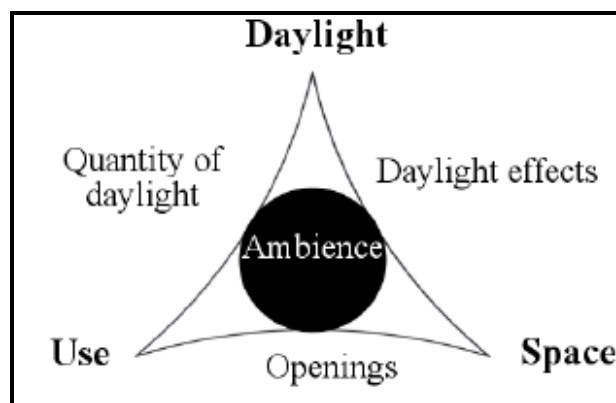


Figure II. 1. L'ambiance de la lumière du jour. Source: (Narbori, 2006).

Dans un espace donné, la lumière et l'obscurité interagissent avec l'individu de différentes façons. **Physiologiquement**, suivant les capacités oculaires des yeux et du corps à percevoir la lumière. Cette perception varie selon les individus au cours de leur vie. **Psychiquement**, à travers les lectures mentales provenant du cerveau qui analyse la lumière et l'espace. Aussi, **culturellement**, mais cette fois-ci, en fonction de l'observateur, de son origine géographique, de son vécu, de ses connaissances, de son état d'esprit (Narbori, 2006).

« *Un éclairage considéré sous l'aspect de ses effets physiologiques et psychologiques* », une définition de l'ambiance lumineuse donnée par l'Association Française de l'Eclairage (AFE) qui ne traduit pas la complexité du sujet.

La lumière interagit simultanément avec **l'observateur**, et **l'espace éclairé**, où l'éclairage ne peut être considéré uniquement du point de vue du vécu physiologique et psychologique de l'observateur. Donc, pour **caractériser et définir** les ambiances lumineuses, le **contexte de l'espace traité** est un élément essentiel de perception qui doit être pris en compte.

L'ambiance lumineuse peut être analysée selon ses différentes fonctions, dont on peut citer quatre fonctions. La première fonction est **utilitaire** car elle permet la **vision** et le **déplacement** dans l'espace, la seconde est **signalétique**; nécessaire pour le **repérage** ou la **navigation** vers les limites d'un lieu. La troisième fonction est **esthétique** ou **décorative** car elle valorise l'endroit dans son ensemble en certaines de ses parties. Et enfin, la fonction **sensorielle**, déterminant la perception de cet espace et l'impression qui en restera dans notre mémoire (Narbori, 2006).

Grâce à la **lumière naturelle**, l'espace éclairé naturellement est visible dans son ensemble; il révèle ses qualités ou ses défauts; il est perçu de manière positive ou négative. L'évolution quasi continue de la **lumière solaire (en intensité, en couleur et en direction)** en fait néanmoins une source **variable dynamique** qui modifie en permanence l'espace éclairé, donc sa perception.

II.2. Types d'ambiances lumineuses:

Les ambiances lumineuses se particularisent suivant la source de la lumière. En effet, il se trouve qu'il y a trois types d'ambiances lumineuses; celles générées par la **lumière naturelle**, celles créées par des dispositifs et des systèmes d'éclairage produisant une **lumière artificielle**, ainsi que celles créées par la **juxtaposition des deux** lumières « naturelle et artificielle ». L'utilisation de la lumière n'est jamais neutre car elle engendre toujours l'un ou l'autre type d'ambiance, même lorsque ce n'est pas volontaire. La **composante lumineuse** et la **composante spatiale** sont étroitement liées et c'est l'interaction entre elles qui permet de générer différentes catégories d'ambiances lumineuse.

Partant du fait qu'il est indispensable de tenir compte des implications sensorielles, symboliques et psychologiques de la lumière, et en se basant sur la **luminosité d'un espace** et le **rapport entre la lumière et l'ombre**, on peut distinguer trois catégories fondamentales d'ambiances lumineuses (Gallas, 2008):

- **la pénombre**: comme étant un dialogue entre l'ombre et une lumière solide qui la transperce par endroits.
- **L'ambiance luminescente** qui se caractérise par une clarté ambiante, une omniprésence d'une lumière qui tend à disparaître parce qu'elle est partout.
- **L'ambiance inondée** se caractérise par une exaltation de la lumière embrassant tout l'espace; il se trouve qu'il y a trop plein d'une lumière envahissante et parfois écrasante.

Ainsi, il devient possible de définir une **ambiance dynamique**, une **ambiance calme** et **feutrée**, une ambiance qui pourrait être **triste** (sans le vouloir), **monotone**, etc Toutefois, chacun de ces types d'ambiances recouvre une grande variété de manières d'admettre la lumière et une multitude de qualités de lumières. Et comme toute ambiance physique, il faut considérer l'ambiance lumineuse sous **deux approches**. La première est une **approche spatiale** par le fait d'établir des variations lors de **déplacements**, en réalisant une **carte d'ambiance** sur tout l'espace à étudier. La deuxième est une **approche temporelle** en s'assurant de la reproductibilité des mesures, à condition de prendre compte des conséquences qui peuvent être générées par les cycles journaliers ou saisonniers (Chaabouni et al, 2008).

II.3. Qualifier les ambiances lumineuses:

Selon qu'elles sont perçues positivement ou négativement, les ambiances lumineuses peuvent être qualifiées en deux grandes familles dont le vocabulaire permettant de ces qualifications est relativement varié. L'ambiance lumineuse peut être **festive, reposante, colorée, chatoyante**, mais aussi décrite comme **agressive** ou **monotone**. De ce fait, l'ambiance est dite **agréable, conviviale, chaleureuse, douce**, ou, à l'opposé, **dure, triste, angoissante, sinistre, glauque**. « **Lumière** », « **état d'esprit de l'observateur** » et la « **tâche qu'il accomplit dans le lieu** », tant de facteurs déterminants pour la qualification de l'ambiance lumineuse. En effet, le premier paramètre permettant de qualifier une ambiance lumineuse est le **niveau d'éclairement**, qui devra correspondre à la tâche visuelle à effectuer.

Le contraste de luminance, les luminances, le niveau d'éclairement, la température des « T° » couleurs et l'indice de Rendu des Couleurs « IRC », sont des paramètres de l'ambiance lumineuse influençant le confort visuel et les performances psycho-sensori-motrices ainsi ils conditionnent santé et sécurité (cf. annexe VIII).

Donc, Le niveau d'éclairage de la lumière et sa qualité, l'utilisateur et son état d'esprit et la tâche à accomplir lors d'un usage, déterminent et qualifient l'ambiance lumineuse. La **mémoire sensorielle**, associée à des émotions déjà vécues, entre aussi en jeu.

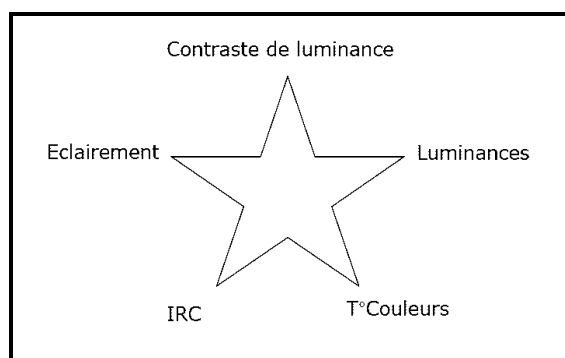


Figure II. 2. Les paramètres de l'ambiance lumineuse. Source: (HAMONIC, 2008).

La notion de confort visuel est très souvent confondue avec celle d'ambiance lumineuse par le public. Pourtant, le confort visuel ne participe que partiellement à la perception d'un espace éclairé, mais permet utilement de compléter la **qualification** d'une ambiance lumineuse. Aussi, la question de la nature et du degré de la présence d'une gêne est importante pour la qualification d'une ambiance en termes de confort et d'agrément (Voir également la thèse de Mudri, 1996).

Comme Boyce le dit, une ambiance confortable n'est pas nécessairement une ambiance agréable et plaisante. Ce qui est confortable n'est pas désagréable (car, désagréable implique gêne) mais, n'est pas toujours agréable. Mudri a donné l'exemple des hôpitaux qui sont colorés en bleu uniforme à l'intérieur même à l'extérieur, où l'effet de la teinte bleue est connu comme calmant psychophysiologique dont il n'y a pas de gêne visuelle -ni au niveau des chromaticités ni au niveau des luminances-, en d'autres termes, le lieu est confortable et donc n'est pas désagréable. Mais dans l'ensemble, l'ambiance est souvent trop monotone et elle n'est donc pas agréable non plus. Aussi, (Mudri, 1996).

II.4. Facteurs contribuant à caractériser la qualité de l'ambiance lumineuse:

Parmi les indicateurs de performance informant l'environnement lumineux, François Cantin (2008) cite huit indicateurs qui sont: le Facteur de lumière du jour (Daylight factor FLJ), l'éclairage naturel utile (Useful Daylight Illuminance), le ratio d'éclairage vertical / horizontal, les plages de lumière directe, les ratios de luminance dans le champ de vision, la variabilité de la luminance (Luminance Difference Index), l'éblouissement, la «Flow» de lumière.

En effet, la section suivante expose des éléments de définition et de caractérisation ainsi des ratios concernant deux principaux indicateurs qui sont successivement la luminance (rapport des luminances et notion de contraste) et l'éblouissement (cf. annexe VI).

II.4.1. La luminance:

La sensation de luminosité -qui est donnée sensorielle- ressentie par l'œil est représentée par la notion de luminance (Liébard et De Herde, 1996-2004). Elle exprime le niveau de luminosité sans tenir compte du débit de lumière. Cette dernière est la grandeur photométrique réellement perçue par l'œil humain, et qui correspond le mieux à nos sensations visuelles qu'on a de la lumière; de la luminosité créée par une source lumineuse principale ou par une source secondaire. Le clair et l'obscur sont deux valeurs extrêmes de la même mesure: la luminance (cf. annexe VIII).

La luminance est une mesure de l'intensité lumineuse² visible d'une source donnée par unité de surface apparente de cette source pour l'observateur. Elle est la qualité qui décrit la clarté d'une surface, comme un mur, un bureau ou une fenêtre translucide, comme elle permet de quantifier l'impression lumineuse perçue par un observateur qui regarde une source de lumière. Elle est associée à la sensation d'éblouissement. Parfois, il est intéressant de mesurer la luminance de surfaces -à l'aide d'un luminancemètre, dont l'unité de mesure est candela sur mètre carré (cd/m²)- selon différentes directions du champ visuel d'un observateur, de manière à caractériser l'homogénéité ou la non-homogénéité de l'environnement lumineux.

La luminance n'est pas liée à la taille de la surface lumineuse et n'importe quel rayon unique et très fin transporte toute la luminance. En effet, Il y a plusieurs facteurs qui influencent le niveau de luminance à l'instar, de l'intensité lumineuse de la source de lumière, la coloration de la source lumineuse, mais aussi, lorsque la luminance est renvoyée par une surface éclairée, il est à considérer tous les paramètres géométriques qui pondèrent plus ou moins la luminance. Aussi, la luminance d'une surface dépend de l'éclairement reçu par celle-ci, de son coefficient de réflexion et de sa brillance (Bodart, 2002).

Les luminances typiques de surfaces intérieures d'un bâtiment varient entre **1** et **100 cd/m²** ou entre **100** et **1000 cd/m²** pour les surfaces d'apparence lumineuse. Quand à elle, les sources lumineuses (ciel, réflexion du soleil sur des éléments de constructions et luminaires), ont une luminance variant entre **1000** à **10000 cd/m²**, et sont en général éblouissantes si elles se situent dans le champ de vision. Le soleil peut atteindre des luminances supérieures à **100000 cd/m²** (Fontoynd. M. 1999 in Daylight performance of building.).

Les objets qui nous paraissent briller avec éclat sont par eux-mêmes attirants et constituent des **centres d'intérêt visuels** naturels dont la présence est toujours souhaitable dans notre environnement.

² L'intensité lumineuse est le flux lumineux émis par unité d'angle solide dans une direction donnée. Elle se mesure en candela (cd). En photométrie, elle est une mesure de l'éclat perçu par l'œil humain d'une source lumineuse.

Bien que notre perception des éléments présents dans le champ puisse être affectée par la luminance propre de ces objets, le caractère attirant des sources qu'ils constituent empêche qu'il n'en résulte une perturbation gênante de notre attention (Lam, 1970).

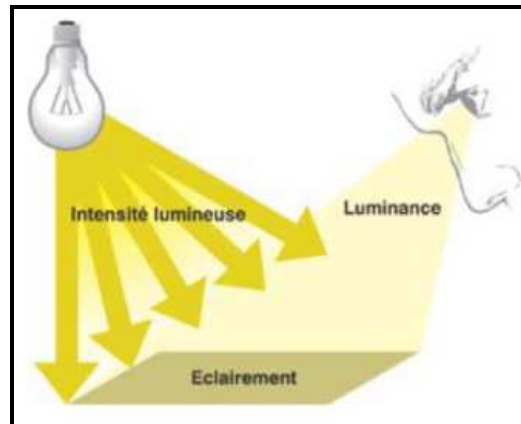


Figure II. 3. La luminance. Source: (Bodart, 2002).

II.4.2. La notion de contraste et les rapports de luminances:

En évitant les zones extrêmement sombres ou brillantes qui donnent naissance à l'inconfort visuel et les différences excessives de luminance (contrastes excessifs des luminances) dans un espace, cela exprime qu'on participe à une étude d'équilibre des luminances et une distribution lumineuse la lumière naturelle de ce même espace qui offre aux occupants une bonne perception des objets -permet de voir correctement- et des couleurs dans une ambiance agréable.

La répartition des luminances implique la notion de **contraste**. Le contraste est une appréciation subjective de la différence d'apparence entre deux parties du champ visuel vues simultanément ou successivement. Il peut s'agir d'un contraste de couleur, de luminance, d'un contraste simultané ou successif. Le contraste des luminances est souvent défini en termes de luminances d'un objet et de son environnement immédiat. Du point de vue physique et de manière quantitative, le contraste (Hopkinson, 1963) entre un objet de luminance L_1 et de son environnement proche dont la luminance est L_0 est généralement représenté par la formule:

$$C = (L_1 - L_0) / L_1$$

Equation II. 1. Formule du contraste. Source: (Mudri, 1996).

Au-delà, le contraste décrit la différence perceptible, et considère des adaptations environnementales. Les rapports de contraste, n'explique pas la loi de Weber, et décrit simplement le rapport entre les luminances minimales et maximales. (Non utile aux gammes extrêmes). (Mellon.C, Yi Chun.H. 2008).

N.B.: Le contraste de Weber est applicable quand la tâche visuelle est seulement une petite partie de champ visuel, dont: Le contraste = Différence des luminances /luminance de fond.

$$C = (l - l_b) / l_b$$

Equation II. 2. Formule du contraste. Source: (Mudri, 1996).

Le contraste de Michelson est applicable quand les dispositifs lumineux et foncés prennent les fractions semblables du secteur, dont: Le contraste = différence maximale / 2 X luminance moyenne.

$$C = (l_{\max} - l_{\min}) / (l_{\max} + l_{\min})$$

Equation II. 3. Formule du contraste. Source: (Mudri, 1996).

La plupart des travaux de recherche traitant la réponse subjective aux contrastes et à l'éblouissement, prennent cette définition en compte pour l'étude de la qualité d'une ambiance du travail dont on trouve que L_1 est une luminance sur le lieu de l'activité (Voir la figure suivante). En effet, les valeurs des contrastes³ recommandés sont **(3:1)** pour un champ de la tâche (environnement proche), **(10:1)** pour un champ de la tâche (environnement périphérique), **(20:1)**⁴ pour des contrastes maximaux des deux surfaces contiguës, (à l'instar de la source de la lumière et son entourage immédiat) et **(40:1)** pour des contrastes maximaux de deux surfaces non-contiguës (l'intérieur en général).



Figure II. 4. Un exemple d'environnement souvent mesuré. Source: (Hopkinson, 1963).

Par des méthodes expérimentales, d'autres recherches cherchent à identifier d'autres précisions sur les rapports de luminances optimaux ou limites, à l'instar de K. F. Roll et H. J. Hentschell, qui confirment que "*le rapport des luminances entre le champ de la tâche et le champ visuel de l'environnement proche est estimé plus agréable pour des valeurs qui ne dépassent pas 3:1*", en confirmant la valeur recommandée mais ils ajoutent que "*la tâche visuelle doit être plus lumineuse que l'ambiance, mais que le rapport de la tâche à l'ambiance lumineuse plus éloignée -*

³ Ici, les valeurs des contrastes sont calculés comme L_1 / L_0 .

⁴ Le rapport (20:1) considéré par l'ensemble des chercheurs comme rapport limite des luminances des surfaces contiguës, qui risquent d'être gênantes pour un observateur.

spécialement le plafond, a une tendance à un agrément mauvais si la luminance du plafond est plus élevée que trois fois la luminance de la tâche", donnant ainsi une information plus précise sur la luminance du plafond (Roll et Hentschell, 1987).

Mudri de sa part, expose deux termes dont le but est pouvoir généraliser la définition (1) pour considérer les rapports entre tous les plans faisant partie de l'enveloppe intérieure du local, quelle que soit sa fonction tout en décrivant un espace architectural en fonction des contrastes des luminances de son enveloppe intérieure. Le premier terme est celui des « **contrastes ou dégradés de luminances** » présenté par des sous-ensembles flous des contrastes sur une échelle de termes⁵ allant de juste imperceptibles, très doux, plutôt doux, plutôt forts, très forts, dramatiques jusqu'à excessifs. Le second terme est le « **niveau global de luminances** » aussi allant des luminances très sombres, sombres, plutôt sombres, plutôt claires, très claires jusqu'à excessives. Ce qui présente réellement la première étape pour relier les données quantitatives et qualitatives (Mudri, 2002).

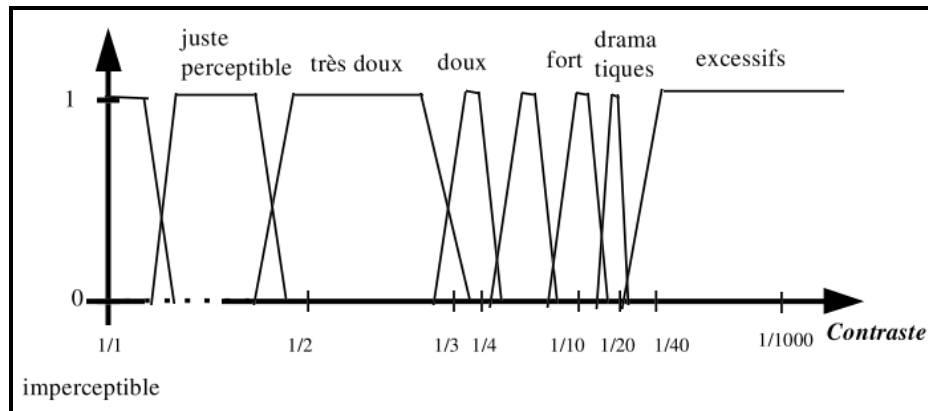


Figure II. 5. Contrastes ou dégradé des luminances, pour les valeurs plutôt claires des luminances, schéma présenté par Mudri. Source: (Mudri, 1996).

Les **contrastes de luminance et de couleur** entre les détails d'une tâche visuelle et l'arrière-fond facilitent leur perception. En outre, pour favoriser la perception du relief des objets, un contraste suffisant devrait être appliqué. Donc, il s'agit de trouver un compromis entre ces exigences. Cependant, Lorsque'il y a de grandes différences de luminance dans le champ visuel, l'œil doit s'adapter lorsque la direction du regard change.

Pendant son adaptation, l'acuité visuelle est diminuée. Alors, il convient de ne pas dépasser certaines valeurs de contraste entre les différentes zones du champ visuel, pour éviter de telles fatigues inutiles. Cependant, une impression de monotonie très désagréable sera créée dans le local si les différences entre les niveaux de luminance sont trop faibles (cf. annexe VIII).

⁵ Ces termes pourraient être associés à des valeurs quantitatives, provenant des évaluations des indices de base.

De leur part, Alain Liébard et André De Herde (2004) présentent les échelles de comparaison entre ce que l'œil humain voit et ce que le luxmètre lit sur la figure suivante. Dans la partie -a- ils joignent les variations de luminance à la sensation de l'œil; un rapport⁶ variant entre (1/15 et 1/30) entre deux points du champ visuel apparaît comme modéré. Dans la partie -b-, il paraît que le niveau d'adaptation de l'œil est déterminé par le rapport des brillances des surfaces situées dans les directions de vue principales.

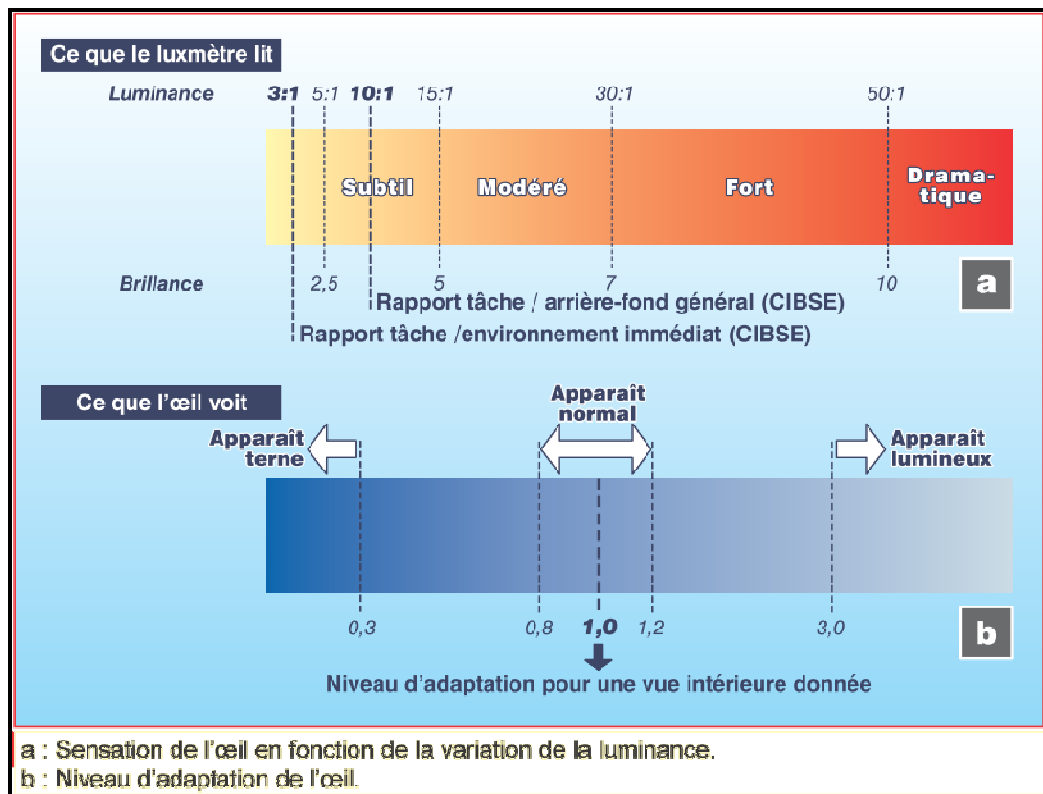


Figure II. 6. Echelles de comparaison entre ce que l'œil voit et ce que le luxmètre lit. Source: (Liébard et De Herde, 1996-2004).

Bodart et Arnaud (2003), concernant les rapports de luminance, précisent que la pratique générale veut qu'on prenne les rapports maximaux admissibles suivants: **1/3** dans l'**ergonoma**, **1/10** dans le **panorama** et **1/40** dans l'**ensemble du local**. Mais, des recherches actuelles montrent que ces rapports ne soient pas très satisfaisants et qu'ils sont très difficiles à respecter et que leur dépassement n'implique pas toujours des problèmes d'éblouissement.

Sutter *et al.* (2006) font référence aux travaux de Dubois (2003) qui, suite à une recension de la littérature, a pu définir des zones comme suit:

- La luminance dans le champ de vision (cône de 60 degrés) ne doit pas excéder trois fois la luminance de la tâche visuelle ou être inférieure à un tiers de cette même luminance.

⁶ Ce rapport est recommandé comme rapport maximal entre une tâche visuelle et l'arrière fond général du local.

- La luminance dans un cône de 120 degrés ne doit pas excéder dix fois la luminance de la tâche visuelle ou **être inférieure à un dixième** de cette même luminance.

Les cônes de 60 et 120 degrés ont été utilisés par Sutter et *al.* (2006) afin de valider l'hypothèse selon laquelle le ratio de luminance **1:3:10** était adapté au travail sur ordinateur. Pendant quatre jours, les auteurs ont mesuré la luminance dans le champ de vision de huit employés qui consacrent environ 70% de leur temps au travail sur ordinateur.

Les mesures ont été effectuées lorsque les occupants se disaient satisfaits de leur environnement lumineux. L'analyse des données a démontré que les situations satisfaisantes respectaient le ratio **1:3:10**. Cependant, lorsqu'une fenêtre occupait une partie du champ de vision de l'occupant, il a été observé que le ratio **1:6:20** était plus représentatif des besoins des occupants. De plus, une tolérance allant jusqu'à un ratio de **1:50** a pu être observée lorsqu'une fenêtre était présente dans le champ de vision et que la dimension de la plage de luminance intense demeurait relativement petite (environ 5% du champ de vision). Sutter et *al.* (2006) tirent la conclusion que le ratio **1:3:10**, généralement reconnu comme standard, ne devra pas représenter la limite absolue entre un espace confortable et inconfortable sur le plan visuel (cf. annexe VIII).

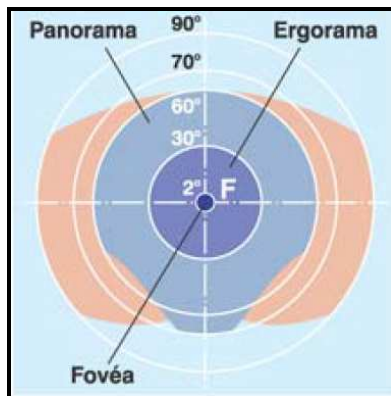


Figure II. 7. Le champ visuel humain, entre Fovéa, Ergorama et panorama.
Source: (Bodart et al, 2003).



Figure II. 8. Délimitation des zones pour l'étude des ratios de luminance.
Source: (Sutter et al, 2006).

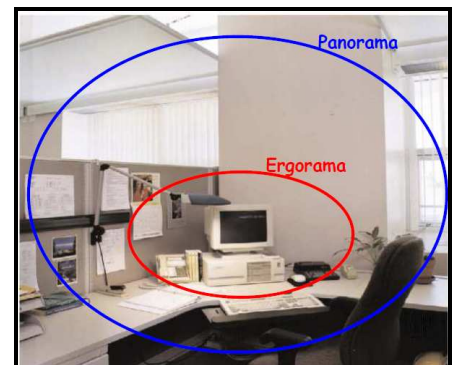


Figure II. 9. Image représentant le champ visuel et ces deux zones (Ergorama et Panorama). Source: (Berruto, 1996 ; Duval, 2011).

Donc, ce qu'il faut retenir, c'est que les valeurs recommandées pour la luminance maximale présente dans le macro-champ visuel (Belakhal, 2006), sont fonction de la taille de la source lumineuse dans le champ visuel et du type de cette source, artificielle ou naturelle.

- Lorsque la source occupe une surface minimale de ce champ (une lampe à incandescence...), il est recommandé que sa **luminance doit être inférieure à 2000 cd/m²**; quand cette surface est considérablement large par rapport au champ visuel (mur ou une vitre...), sa **luminance maximale ne doit pas être supérieure à 500cd/m²** (Brruto, 1996).

- Pour le cas d'un éclairage naturel, la présence du ciel dans le champ visuel ne sera **gênante que lorsque la valeur de sa luminance excède les 2000cd/m²** (Brruto, 1996).

Sans préciser de quelle surface s'agit-il, Baker et al (1993) affirment que, sous un éclairage naturel, toute surface dont la luminance est supérieure à **500 cd/m²** est à considérer comme **éblouissante**.

Suivant un grand nombre des travaux des chercheurs tels que Mudri et Lénard (1995), Berruto (1996), Leo (1998), Parpairi (2002) et Moore et al (2003), un certain nombre d'indices, peut être calculé à partir de mesures absolues de luminances en divers points du champ visuel à l'instar de la **luminance moyenne du champ visuel et / ou de murs, le rapport luminance minimale / luminance maximale** ou l'inverse, le **rapport luminance « moyenne »/ luminance médiane**, les **rapports entre luminance de la tâche/luminance de l'environnement immédiat et celui général**, le **rapport entre luminances de surfaces adjacentes et la luminance totale équivalente à la mesure de l'éclairement lumineux vertical** au niveau des yeux de l'observateur.

Parmi les différents indicateurs, indices et rapports pouvant caractériser le macro-champ visuel lumineux d'un usager, les indicateurs (mesures absolues) et indices (mesures calculées)⁷ qui nous intéressent sont les suivants:

- **La luminance maximale, moyenne et minimale.**
- **Le rapport luminance maximale/ luminance minimale (Ratio 1):**

Selon Grandjean (1983), les valeurs recommandées pour le ratio 1 (luminance minimale / luminance maximale), sont comme suit:

- Inférieur à 1/20 (0.05) entre une surface et une source lumineuse (fenêtre ou autre) dans le champ visuel.
- Inférieur à 1/ 40 (0.025) entre n'importe quelles deux surfaces du champ visuel.

Selon A.F.E (1977), Baker et al (1993), un ratio de 1/50 (0.02) est le **contraste maximal** à utiliser pour mettre en valeur un élément du champ visuel.

- **Le rapport luminance au niveau de la tâche (premier plan utile) / luminance maximale parmi celles du macro-champ visuel (Ratio 2):**

Pour le ratio 2, les valeurs maximales, moyennes et minimales sont respectivement égales à 0.008, 0.72 et 2.66.

⁷ Il y a d'autres indicateurs (mesures absolues) et indices (mesures calculées) utilisées pour caractériser le macro-champ visuel à l'instar du rapport de l'éclairement lumineux vertical d'en face/ éclairement lumineux vertical derrière (EL VF / ELH), le rapport éclairement lumineux vertical de gauche / éclairement lumineux vertical de droite (EVF / EVDR), le rapport de la différence entre éclairement lumineux vertical d'en face et éclairement lumineux horizontal / éclairement lumineux horizontal ((V-H)/H), le rapport de la différence entre éclairement lumineux vertical d'en face et éclairement lumineux horizontal / éclairement lumineux vertical ((V-H)/V).

II.4.3. L'éblouissement:

II.4.3.1. Définitions:

La source principale d'éblouissement dans un local éclairé naturellement est la fenêtre. Bien que considéré comme un "**paramètre de confort**", l'éblouissement est essentiellement un élément d'inconfort; il est une source importante de gêne pour l'œil humain, qui peut occasionner une perte momentanée ou durable de tout ou partie de la vision. Il correspond aux «conditions de vision dans lesquelles on éprouve une **gêne** ou une **réduction de l'aptitude** à distinguer de petits objets, par suite d'une répartition défavorable des **luminances** ou d'un **contraste excessif** situé dans le champ visuel» (Vocabulaire de l'éclairage, op. cit., p. 10).

Donc, cet effet est dû généralement:

- A l'existence dans le champ visuel d'une luminance relativement basse, d'une tache de luminance importante souvent liée à la présence d'une source lumineuse ou à la réflexion spéculaire sur une surface polie (Lam, 1977).
- A des **contrastes de luminance trop forts** dans l'environnement visuel immédiat (Desoile et al, 1980), ou soit lorsque les **variations de luminance** (dans le temps ou dans l'espace) sont trop fortes, ou par des **sources lumineuses intenses** plus éloignées (comme pour lors de la vision directe d'une source), c'est-à-dire le passage rapide d'un lieu obscur à un endroit fortement éclairé ou bien la perception d'une source lumineuse particulièrement intense sur un fond sombre
- au fait que les fenêtres occupent une portion du champ de vision de l'occupant, ou encore sont présentes par réflexion dans l'écran d'ordinateur.
- A l'interférence d'une lumière intense avec la perception de ce que nous désirons voir ou avons besoin de voir; c'est donc en fait une forme de bruit de fond visuel. Par conséquent, l'opportunité d'un stimulus -sa désirabilité, en quelque sorte- peut jouer un rôle plus important dans l'apparition de la sensation d'éblouissement que des facteurs procédant de considérations théoriques tels que la luminance ou les rapports de luminance (Lam, 1977).

En présence d'une lumière artificielle, l'éblouissement augmente avec le **flux lumineux** des lampes et l'**intensité** des appareils d'éclairage; il progresse fortement lorsque le point lumineux se rapproche de la direction principale du regard (cf. annexe VIII). A intensité égale, la sensation d'éblouissement produite par une source lumineuse soudaine est plus forte et plus prolongée lorsque la luminosité ambiante est faible (d'où un plus fort aveuglement la nuit).

La sensibilité à l'éblouissement est aggravée par certaines anomalies oculaires (la myopie, par exemple) ou des facteurs temporaires tels que l'absorption d'alcool (Bodart et Deneyer, 2003).

Les mesures de luminances permettent également de repérer les sources éventuelles d'éblouissement se trouvant dans le champ visuel d'un observateur. En effet, les valeurs admissibles sont difficiles à quantifier; elles dépendent de l'endroit du champ visuel dans lequel elles apparaissent. Une source lumineuse intense causera un éblouissement si elle est située dans un angle compris entre 0° et 5° par rapport à la direction du regard alors qu'elle ne causera qu'un inconfort si elle est située dans un angle compris entre 20° et 40° . En pratique, la gêne sera d'autant plus faible que l'angle compris entre la direction de la source et celle du regard est plus grand (minimum souhaitable $30-40^\circ$).

L'éblouissement est un phénomène difficile à évaluer précisément, bien qu'on puisse le faire à partir de l'analyse des diverses luminances présentes dans le champ visuel.

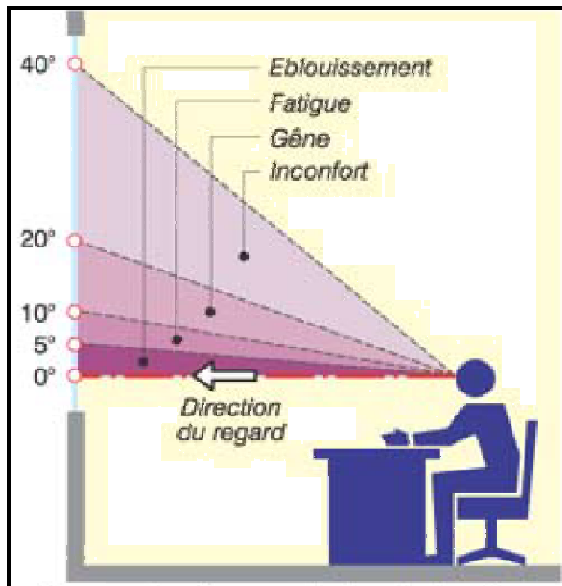


Figure II. 10. Les différentes appréciations de l'observateur suivant l'angle du regard en présence d'une source lumineuse de haute luminance. Source: (Bodart et Deneyer, 2003).

Dans la conception architecturale, **l'éblouissement par adaptation** est le plus fréquent. Il se produit quand l'œil doit s'adapter sans cesse à un champ de luminances très hétérogène, avec des extrêmes qui sont hors de la capacité **d'adaptation visuelle**, et qui de ce fait ne peuvent être visualisés.

Pour éviter l'éblouissement, une luminance moyenne mesurée dans le champ visuel central est recommandée, et qui ne doit pas excéder pour les sources lumineuses **3000 cd/m²** (**2000 cd/m²** dans la norme AFNOR) et pour un plafond, un mur, une fenêtre **600 cd/m²** (**500 cd/m²** dans la norme AFNOR). Aussi, le rapport entre deux luminances voisines ne doit pas dépasser **50**.

Afin d'éviter cette gêne, il est recommandé d'utiliser des surfaces mates ou des éclairages diffus à l'endroit de la tâche visuelle et même au niveau des sols et des plafonds, ainsi de disposer de revêtements clairs qui atténuent les contrastes dans une pièce.

II.4.3.2. Types d'éblouissement:

Plusieurs auteurs (Osterhaus, 2005; Kim et Yasuko, 2004; Marty et al., 2003; Vos, 2003; Velds, 2002; Nazzal, 2001; Ruck, 2000), trouvent que l'éblouissement constitue l'un des principaux problèmes liés à l'utilisation de la lumière naturelle pour éclairer un espace. Ainsi, selon son effet sur l'utilisateur, Osterhaus (2005) et Bülow-Hübe (1995), définissent deux principaux types d'éblouissement qui soit un **éblouissement d'inconfort (psychologique)** ou un **éblouissement incapacitant (physiologique)**.

II.4.3.2.1. L'éblouissement d'inconfort « gênant » ou éblouissement psychologique:

C'est une sensation de distraction ou de douleur causée par la vue en permanence des sources lumineuses intenses et/ou réparties non uniformément dans le champ de vision. L'œil est sollicité alors que la tâche à effectuer requiert une concentration visuelle; c'est-à-dire la présence des luminances trop contrastées dans le champ de vision de l'observateur qui provoquent simultanément l'ouverture et la fermeture de la pupille.

L'éblouissement d'inconfort peut créer de l'inconfort comme il est ressenti comme **gênant** et **désagréable**, sans qu'il produise une diminution mesurable de la perception visuelle, c'est-à-dire il procure une gêne de la vision sans pour autant empêcher la vue de certains objets ou détails; sans perte de visibilité. Il est fréquent à l'intérieur dont il est difficilement décelable. Il peut avoir des conséquences néfastes en ce qui concerne le bien-être général, le rendement, la sécurité au travail, la capacité de se concentrer et la fatigue notamment la fatigue visuelle parfois accompagnée de maux de tête. Si le rayon arrive sur un autre point de la rétine, on parle **d'éblouissement indirect**⁸ qui peut perturber la vision, mais sans la rendre impossible.

II.4.3.2.2. L'éblouissement d'incapacité « invalidant ou perturbateur » ou éblouissement physiologique:

C'est un éblouissement qui trouble la vision et diminue mesurablement la visibilité et la perception visuelle et parfois il ne permet pratiquement aucune vision. La visibilité et la performance visuelle sont affectées (cf. Annexe VIII).

⁸ Selon Moore (1985), et selon les sources qui le provoquent, l'éblouissement qui soit inconfortable ou perturbateur est peut être catégorisé en deux types direct ou réfléchi. Cette classification **direct/indirect** s'utilise également dans bien des cas pour distinguer les éblouissements produits directement par une source située dans le champ visuel de ceux qui proviennent d'une réflexion sur une surface brillante en reflétant l'image de la source lumineuse (par exemple une table revêtu d'une surface vitrée).

Il est dû à une luminance perturbatrice ou luminance de voile provenant de la diffusion de la lumière dans l'œil qui se superpose à la luminance de l'image rétinienne (la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), 1995). L'effet de voile est causé par la dispersion de la lumière au sein de l'œil. Quantifié par l'indice TI (Threshold Increment), il traduit «l'augmentation relative du contraste au seuil de visibilité qu'il est nécessaire d'établir pour que l'observateur, soumis à l'éblouissement, commence à percevoir l'objet dans des conditions équivalentes à celles qu'il obtiendrait sans subir d'éblouissement perturbateur » (AFE, Recommandations relatives à l'éclairage des voies publiques, éditions Lux, p. 86).

L'éblouissement incapacitant aussi appelé **direct** en arrivant directement sur la fovéa, provoqué par des luminaires, des surfaces lumineuses telles que fenêtres, jours zénithaux, etc. Il est provoqué par la vue d'une luminance très élevée pendant un temps très court. Celui-ci peut, juste après l'éblouissement, empêcher la vision de certains objets sans pour autant créer de l'inconfort. L'éblouissement direct est provoqué par la luminance excessive propre aux sources lumineuses (lampes, luminaires, fenêtres).

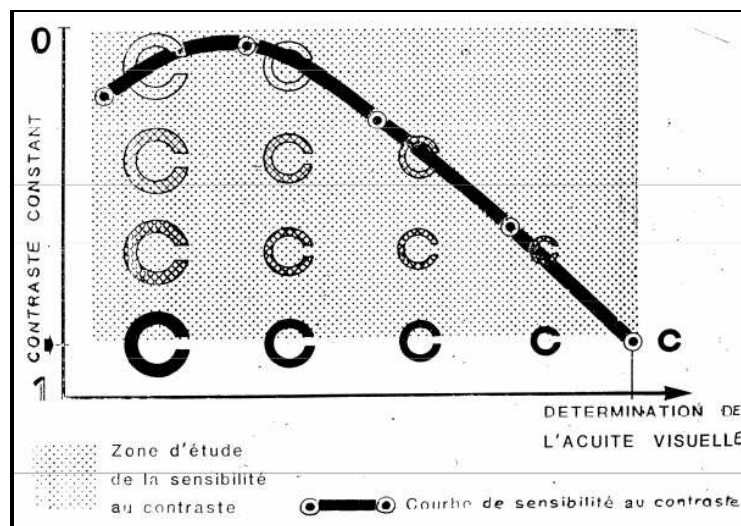
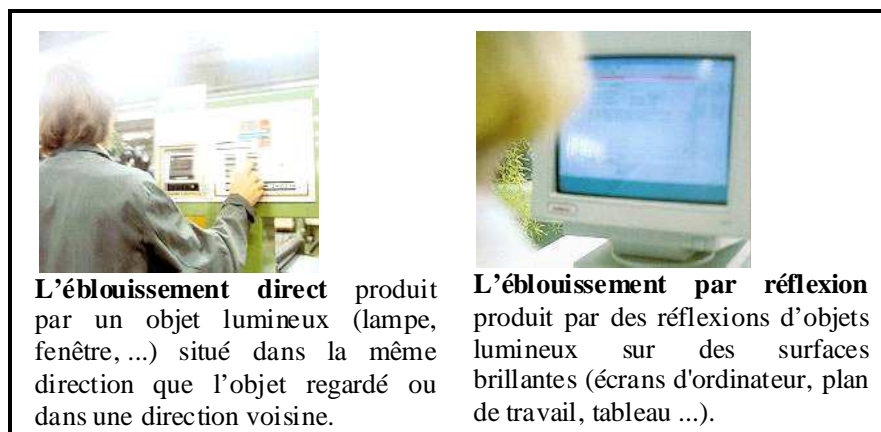


Figure II. 11. Le domaine visible (de l'ensemble du système visuel) délimité par la courbe de sensibilité aux contrastes de luminance « CL », se situe dans la partie inférieure. Source: (HAMONIC, 2008).



L'éblouissement direct produit par un objet lumineux (lampe, fenêtre, ...) situé dans la même direction que l'objet regardé ou dans une direction voisine.

L'éblouissement par réflexion produit par des réflexions d'objets lumineux sur des surfaces brillantes (écrans d'ordinateur, plan de travail, tableau ...).

Figure II. 12. Les deux types d'éblouissement. Source: (Zemmouri, 2009).

Une autre classification des divers types d'éblouissement peut également être faite en considérant la position du rayon lumineux gênant impactant l'œil.

On distingue ainsi deux types d'éblouissement. **L'éblouissement par contraste**, provoqué par exemple par des écrans d'ordinateurs sombres et des fenêtres claires en arrière-plan, des tables lumineuses dans des locaux peu éclairés, etc. **L'éblouissement par réflexion** ou **par diminution de contraste**, dû à la réverbération d'une luminosité intense sur des surfaces brillantes.

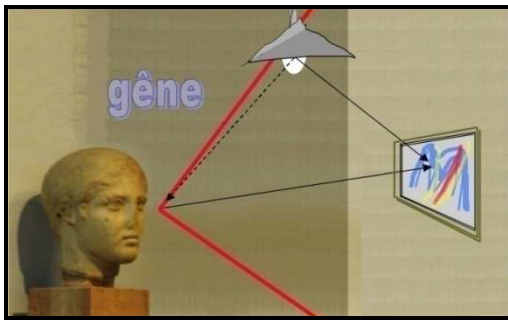


Figure II. 13. Schéma représentant l'état de gêne à cause de l'éblouissement. Source: (Mudri, 2008).

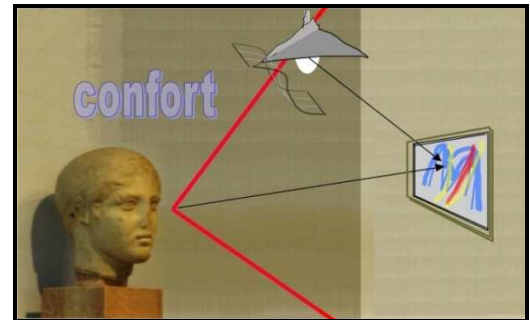


Figure II. 14. Schéma représentant l'état de confort visuel en absence de l'éblouissement. Source: (Mudri, 2008).

II.4.3.3. Indicateurs pour l'éblouissement (concepts et indices):

Dans le contexte de l'analyse, l'éblouissement d'incapacité et l'éblouissement gênant sont séparés seulement par les extrémités de la luminosité des sources d'éblouissement. En effet, l'empêchement contre l'éblouissement gênant exclut la possibilité d'éprouver l'éblouissement perturbateur. Ceci est reflété dans la plupart des calculs métriques d'éblouissement qui prévoient la probabilité d'éprouver le malaise (l'inconfort) visuel, plutôt que l'incapacité visuelle dans un espace (Andrew Scott, 2008). L'intérêt et le besoin de mesurer et éviter l'éblouissement gênant ont augmenté considérablement, notamment dans les bâtiments modernes où la plus grande utilisation du vitrage.

Tandis que les architectes ont généralement des susceptibilités pour d'autres facteurs subjectifs tels qu'un espace « agréable » ou une belle « vue », il n'est pas toujours clair quelle quantité d'éblouissement est acceptable. (Hopkinson, 1972).

L'éblouissement est un phénomène complexe et est également difficile de mesurer ses effets, bien que les chercheurs ont essayé d'identifier et mesurer les divers facteurs qui devraient être limités ou commandés pour réduire l'impact ou au moins la probabilité des états d'éclairage qui pourraient réduire le confort ou la productivité. Par conséquent, il y a eu longtemps un intérêt pour mesurer (quantifier) l'éblouissement dans les bâtiments, utilisant le concept « d'indice d'éblouissement », qui est une expression numérique dérivée de la **distribution de luminance dans le champ visuel d'un observateur**.

Historiquement, il y a eu plusieurs tentatives séparées **pour prédire quantitativement l'éblouissement**, chacune a développée des circonstances expérimentales sous variées et pour différents buts. C'étaient des tentatives très limitées de comparer des prévisions de cette métrique et de définir leurs gammes d'applicabilité. En conséquence, il est plutôt difficile qu'un concepteur décide quelle métrique d'éblouissement à employer, si aucun.

En outre, plusieurs méthodes ont été élaborées et par conséquent plusieurs indices ont été déterminés tels que « *Glare Index* » (Hopkinson et al, 1966), le « *Comfort Satisfaction Performance Index* » (Bean et Belle, 1992) et « *Visual Comfort Probability* » (Di Laura, 1976). Ces indices n'étaient pas sûrement applicables pour le cas des ambiances lumineuses naturelles, parce qu'ils ont été au départ destinés au cas des ambiances lumineuses artificielles (Fontoynt, 1999; Laar, 2001; Laurentin, 2001 et Berruto, 1996). Or, Christoffersen et Johnson (1998) ont abordés d'autres indices développés spécifiquement pour le cas des ambiances lumineuses générées par la lumière naturelle, mais cette fois- ci plusieurs déficiences ont été soulevées.

Selon Brutto (1996) et Fontoynt (1999), ces indices ont été incapables de traduire les impressions des utilisateurs, parce qu'ils ont été élaborés dans des laboratoires et validés sur terrain sauf dans peu d'investigations. Aussi, plusieurs chercheurs à l'instar de Chauvel et al (1982), Boubekri et Boyer (1992), Nawab et Altland (1997), Yener (1999) et Nazzal (2001), ont trouvés que les indices tel le « *Daylight Glare index* » ont été restreints aux cas où la source d'éblouissement (fenêtre) fait partie du champ visuel, c'est-à-dire si l'espace ne comportait pas ni fenêtres ni vues sur le ciel, l'indice ne peut pas être calculé (voir également, l'exemple de la recherche de Parpairi (1999) menée sur les usagers des bibliothèques). Ceci, implique la non applicabilité de ces indices dans toutes les circonstances, situations et positions des utilisateurs dans leurs espaces (Belakhal, 2006).

Ainsi, suite à une revue de la littérature portant sur les indices d'éblouissement, Marty et al. (2003) et Dubois (2001), concluent qu'aucun des indices existants ne peut prédire avec une précision satisfaisante le niveau d'éblouissement subi par les occupants d'un espace éclairé naturellement. En fait, les formules existantes conduisent généralement à des degrés d'inconfort théoriques supérieurs à ceux observés sous des conditions lumineuses réelles (Velds 2002).

Actuellement, la plus grande utilisation des modèles numériques tridimensionnels pendant la conception de bâtiment est combinée avec la disponibilité et la rentabilité augmentées des moteurs validés et basés physiquement sur la simulation, signifie que beaucoup d'équipes de conception architecturale ont maintenant accès aux visualisations élevées de dynamique des espaces existants et non construits (Reinhart et Breton, 2009).

Une des utilisations de ces visualisations est **d'évaluer la probabilité d'éblouissement dans les espaces en utilisant des indices d'éblouissement** à l'instar de la probabilité d'éblouissement (DGP), la probabilité de confort visuel (VCP), l'estimation unifiée d'éblouissement par CIE (UGR), l'indice d'éblouissement (DGI) et l'indice d'éblouissement selon CIE (CGI).

Pendant, cette fonctionnalité est rarement employée par des praticiens, probablement dus au nombre embrouillant de métrique disponible en concurrence et à peu de conseils quant à la façon dont et pour quels types d'espaces cette métrique devrait être appliquée. (Alstan Jakubiec et Reinhart. C, 2011). Un certain nombre d'indices de prévision pour le degré probable de perception d'éblouissement gênant existent. Chaque formule rapporte les facteurs qui sont considérés importants pour la perception d'éblouissement et emploie des exposants pour peser chaque facteur convenablement. Quelques indices montrent des corrélations plus fortes avec la prévision du degré de perception d'éblouissement gênant des environnements artificiellement allumés et d'autres avec des environnements naturellement éclairés. (Reinhart. C, 2011).

$$G = \left(\frac{L_s^e \cdot \omega_s^f}{L_b^g \cdot f(\Psi)} \right)$$

Equation II. 4. Arrangement général de formule d'éblouissement, en réunissant l'ensemble des facteurs. Source: (Scott, 2008).

Les plus importants facteurs typiquement inclus dans l'évaluation de l'éblouissement gênant (SCOTT, 2008) sont définis comme suit:

- **L'angle solide projeté par une source d'éblouissement (ω):** Dans le cas de l'éclairage artificiel, c'est l'angle tridimensionnel de la lumière projetée de la source sur une sphère imaginaire comme vu à l'œil. Il peut être dérivé de la surface projetée **Ap** de l'appareil d'éclairage et de la distance **r** du centre de l'appareil d'éclairage à l'observateur (Mellon et Yi Chun Huang, 2008), $\omega = Ap/r^2$. Il est mesuré en stéradians. Dans le cas de la lumière du jour c'est la quantité de ciel évident comme vu à travers une fenêtre à partir d'un point de vue donné de l'utilisateur.

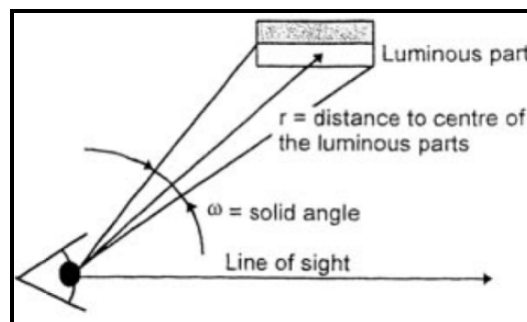


Figure II. 15. Schéma présentant l'angle solide. Source: (Mellon Carengie, Yi Chun Huang, 2008).

- **La luminance de source d'éblouissement (L_s):** Dans le cas de l'éclairage artificiel c'est habituellement le filament ou la lampe elle-même (si visible à partir d'un point de vue de l'utilisateur). Avec la lumière du jour, c'est la luminance maximale comme observée à partir d'un point de vue de l'utilisateur, typiquement trouvée au niveau ou à travers une fenêtre.

Généralement dérivée de l'intensité lumineuse I de l'appareil d'éclairage dans la direction de l'observateur, et de la surface projetée A_{proj} de l'appareil d'éclairage, dont: $L = I/A_{proj}$.

- **La luminance de fond à la source (L_b):** Sendrup (2001) définit la luminance de fond comme « L_b , est déterminé en tant que cette luminance uniforme des environnements entiers qui produit le même éclairement sur un plan vertical à l'œil de l'observateur comme champ visuel de l'étude en l'exclusion des sources d'éblouissement ». C'est la luminance moyenne dans le champ visuel avec les sources d'éblouissement étant enlevés (Coutelier, 2006). Elle est le produit de toute la lumière qui atteint l'œil -y compris l'impact de la luminance de la source d'éblouissement L_s - (Carengie et Chun Huang, 2008).

Des définitions alternatives pour des niveaux de luminance de fond incorporant l'éclairement vertical à l'œil de l'utilisateur pour expliquer ceci, ont été employées dans des indices postérieurs. Ainsi, si l'éclairement indirect à l'œil de l'observateur étant donné comme E_i , $L_b = E_i/\pi$. Alternativement, des méthodes informatiques peuvent être employées pour déterminer la luminance sur des surfaces dans le champ visuel, puis l'éclairement à l'œil de l'observateur et finalement L_b . Ainsi, la sagesse de cette définition quant aux recommandations de ratio de luminance est parfois remise en cause puisque la définition courante n'explique pas l'impact de la source d'éblouissement elle-même sur l'adaptation. Ainsi, les aides de luminance de fond placent des niveaux d'adaptation de l'œil mais ne sont pas le seul facteur.

- **La position dans le champ visuel (' Ψ ' ou ' P ')**: Les formules d'éblouissement qui sont décrites au-dessous toutes incorporent une certaine forme de fonction complexe de position pour tenir compte du fait que l'endroit de la source d'éblouissement dans le champ visuel concerne son impact sur la perception d'éblouissement. Dérivé empiriquement, l'indice de position⁹ explique des variations de la sensibilité liée à la position de la source d'éblouissement dans le champ de vision. Etant donné la même luminance et déplacement du centre du champ visuel, l'éblouissement gênant sur l'axe horizontal est plus prononcé que l'axe vertical.

⁹ **FINDGLARE**, n'explique pas toujours l'endroit d'une source d'éblouissement en identifiant des sources potentielles. Davantage d'arrangement de la façon dont la position affecte la perception de l'impact de d'éblouissement, les outils comme FINDGLARE pourrait être rendu plus robuste le rendant plus utile une fois utilisé en même temps que des recommandations de rapport (ratios) de luminance. Ceci réduirait le besoin de calculs plus compliqués avec les données de rendement (cf. chapitre six: Méthodologie d'approche).

L'indice de position s'applique pour les directions qui sont au-dessus du champ visuel de l'utilisateur (où les installations telles que des bureaux localiseraient typiquement des appareils d'éclairage par exemple le plafond).

Ceci cause potentiellement d'autres disparités dans des prévisions d'éblouissement pour des dispositions avec des sources d'éblouissement de vastes zones (par exemple un mur rideau) pendant que la source d'éblouissement se prolonge bien au-dessous du champ de vision d'utilisateurs ou remplit la majorité du champ visuel si un utilisateur fait face à la source d'éblouissement directement.

$$Glare = \sum_{i=1}^n \frac{L_{si}^{exp} \omega_{si}}{L_b^{exp} P_i^{exp}}$$

Equation II. 5. Formule générale de l'éblouissement. Source: (Alstan Jakubiec et Reinhart, 2011).

En modelant le contraste visuel, quatre métriques populaires (indices) ont adapté la structure de base de l'équation (2), qui sont respectivement: l'indice d'éblouissement (DGI), l'indice d'éblouissement de CIE (CGI), la probabilité de confort visuel (VCP), et l'estimation unifiée d'éblouissement par CIE (UGR). De ces derniers, seulement le DGI a été développée pour considérer la présence de grandes sources d'éblouissement, telles qu'un ciel lumineux vu par une fenêtre. Cependant, on ne le considère pas fiable quand la lumière du soleil directe ou les réflexions spéculaires sont présentes dans le champ visuel.

Les CGI et les UGR, développés par la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), ont été développés à partir des études existantes d'éblouissement et n'incluent pas des études humaines directes dans leur dérivation. La VCP est seulement valide pour les sources lumineuses électriques de tailles typiques. Ces indices d'éblouissement forment une collection des principales métriques de confort visuel qui sont employées dans différents pays autour du monde. VCP et DGI sont les métriques qui sont actuellement employées en Amérique du Nord pour évaluer l'éblouissement gênant.

D'autres travaux, qui concernent l'inconfort visuel ou la réponse subjective à l'éblouissement, s'intéressent de plus près aux aspects sémantiques qualitatifs de l'ambiance lumineuse en gardant toutefois des liens avec des caractéristiques quantitatives, c'est-à-dire établir une échelle sémantique qui correspondrait à des valeurs quantitatives (cf. les articles de Iwata (1991), Chauvel (1983) et Loe (1991)). Selon Jakubiec et Reinhart (2011), le DGI, le CGI et les UGR évaluent dans une gamme où plus considérablement, **28-31** correspond à l'**éblouissement intolérable** et plus moins de **13-18** suggère que l'éblouissement ne soit pas **perceptible**, qui n'est pas une balance facilement compréhensible pour prendre des décisions de conception.

En revanche, la **VCP** évalue dans une gamme numérique de **0 à 100**, spécifiant un pourcentage des personnes qui se sentiraient confortables dans les circonstances semblables d'éclairage.

	Imperceptible	Perceptible	Gênant, inconfortable	Intolérable
DGI	< 18	18 – 24	24 – 31	> 31
UGR	< 13	13 – 22	22 – 28	> 28
CGI	< 13	13 – 22	22 – 28	> 28
VCP	80 – 100	60 – 80	40 – 60	< 40
DGP	< 0.3	0.3 – 0.35	0.35 – 0.4	> 0.45

Tableau II. 1. Tableau récapitulatif présentant les gammes d'évaluation de prévision de l'éblouissement. Source: (Alstan Jakubiec et Reinhart, 2011).

Pour la caractérisation des phénomènes d'éblouissement d'inconfort (diagnostiquer, évaluer), plusieurs indices de confort visuel ont été développés de par le monde. Parmi ces indices, on a sélectionné ceux qui sont utilisés le plus actuellement, à l'instar du concept de **DGP** et les caractéristiques du **CGI**, de l'**UGR**, du **DGI** et du **VCP** qui sont ainsi détaillées ci-dessous:

II.4.3.3.1. La probabilité d'éblouissement « DGP »:

Une approche récemment proposée par Wienold et Christoffersen (2005, 2006) afin de déterminer un nouvel indice d'éblouissement: le Daylight Glare Probability (DGP) qui est une métrique dérivée des évaluations subjectives d'utilisateur dans des bureaux de sidelit.

Son développement s'appuie entre autres sur **les fortes corrélations observées** par Velds (2000) entre **l'éclairement vertical au niveau de l'œil et la perception subjective de l'éblouissement**.

Un changement important dans le calcul d'éblouissement gênant dans DGP est l'addition d'un terme du premier semestre de l'équation, utilisant l'éclairement vertical d'œil (E_v) en tant que son entrée unique; ceci signifie que dans des scènes excessivement lumineuses, l'inconfort peut être prévu même sans contraste visuel significatif. La dernière moitié de l'équation emploie la comparaison familière de la luminance et taille de la source contre la luminance de scène et l'indice de position de la source d'éblouissement, une évaluation de contraste visuel. Dans ce sens, **la DGP est l'évaluation d'éblouissement qui considère la plupart des facteurs qui contribuent à l'inconfort**.

La balance de la valeur de DGP est intuitive car elle tombe dans une gamme entre **0.184** et **1**. Une probabilité plus considérablement que **0.45** d'éblouissement correspond à un éblouissement **intolérable** -c'est-à-dire, environ 45% de personnes sentiraient le malaise dans une telle situation d'éclairage-, alors qu'une valeur plus moins de **0.3** est considérée **imperceptible**.

L'équation (II. 6) de la DGP est adaptée au prélèvement subjectif substantiel d'utilisateur en Danemark et en Allemagne dans des conditions d'essai soigneuses.

$$DGP = 5.87 \times 10^{-5} E_v + 9.18 \times 10^{-5} \log_{10} 2 \left(1 + \sum_{i=1}^n \frac{L_{si}^2 \omega_{si}}{E_v^{1.87} P_i^2} \right)$$

Equation II. 6. Formule de la DGP (1). Source: (Alstan Jakubiec et Reinhart, 2011).

D'autres travaux ont été menés conjointement par l'institut danois de recherche du bâtiment (Danemark) et l'institut Fraunhofer les systèmes d'énergie solaire (Allemagne), dont les chercheurs ont mesuré la **distribution lumineuse à l'intérieur du champ visuel** à l'aide d'une caméra CCD dans une première pièce (pièce de référence). En parallèle, dans une deuxième pièce identique (pièce d'évaluation), plus de 70 participants ont évalué leur degré d'inconfort dû à l'éblouissement en répondant à des questionnaires. La cueillette de données a été effectuée pour trois façades différentes comportant respectivement 21%, 45% et 89% de surface vitrée dotée de différents dispositifs d'occultation solaire, utilisés lors de l'expérimentation (SCOTT, 2008).

En effet, trois éléments clés permettent à leur recherche de se distinguer. Le premier élément est, contrairement à la majorité des études antérieures portant sur l'éblouissement, l'objectif était **de qualifier le degré d'inconfort** des participants lors de situations impliquant une tâche.

L'éblouissement a été quantifié non pas en fixant directement une source lumineuse artificielle, mais bien en relation avec des tâches précises à accomplir au sein d'un bureau (lecture, travail sur ordinateur).

Le second élément est le fait qu'**aucun éclairage artificiel n'a été utilisé lors des sessions d'évaluations**. La décision d'exclure l'éclairage artificiel de l'expérimentation est basée sur les travaux de Velds (2000) qui a démontré que l'éclairage **artificiel avait un impact négligeable sur le niveau d'éblouissement dans le cas d'un espace de travail éclairé latéralement par une fenêtre**. Le dernier élément à considérer est, au lieu de questionner les participants sur le degré d'éblouissement perçu (imperceptible – perceptible – dérangeant – intolérable), les chercheurs ont plutôt cherché à **quantifier la probabilité d'être importuné dans une situation donnée** (imperceptible – dérangeant). Une telle approche permet d'éviter les difficultés associées au niveau de perception de l'éblouissement propre à chaque personne; il s'agit donc, **d'identifier les situations inconfortables et non pas nécessairement le degré d'inconfort perçu**. (COUTELIER, 2006).

Au-delà, les résultats obtenus ont démontré que **la corrélation entre la réaction des participants et le DGP pouvait être améliorée en tenant compte, en plus de l'éclairement vertical et des sources d'éblouissement présentes dans le champ de vision.**

Par conséquent, la formule (II.7) permet d'obtenir la meilleure corrélation:

$$DGP = 5,87 \cdot 10^{-5} \cdot E_v + 9,18 \cdot 10^{-2} \cdot \log \left(1 + \sum_i \frac{L_{s,i}^2 \cdot \omega_{s,i}}{E_v^{1,87} \cdot P_i^2} \right) + 0,16$$

Equation II. 7. Formule de la DGP (2). Source: (Alstan Jakubiec et Reinhart, 2011).

Où:

- E_v correspond à l'éclairement vertical au niveau de l'œil;
- L_s correspond à la luminance de la source (cd/m^2);
- ω_s correspond à l'angle solide (perçue par l'œil) de la source en stéradians;
- P correspond à l'indice de position= de Guth.

Comme le montre la formule précédente, le **DGP minimal** pouvant être calculé est de **0,16 (16%)**. Le fait qu'aucune situation totalement exempte d'éblouissement n'ait été considérée lors des travaux entourant le développement du DGP explique cette limitation. En fait, les auteurs mentionnent qu'il est difficile de quantifier avec exactitude la probabilité d'éblouissement pour une situation ne présentant pas ou peu d'éblouissement puisqu'un biais est toujours présent en raison de participants qui demeurent importunés peu importe les conditions lumineuses.

Ainsi, les auteurs restreignent la validité de l'indice à une valeur de 0,20 (20%). **Une valeur comprise entre 0,16 et 0,20 doit donc être interprétée avec prudence.**

D'après les auteurs, il est cependant raisonnable d'affirmer qu'un DGP^{10} inférieur à 0,20 correspond à une situation où très peu de gens seraient incommodés (gênés).

II.4.3.3.2. La probabilité du confort visuel « VCP »:

Le Visual Comfort Probability (VCP), méthode élaborée par Guth dès 1963, correspond au pourcentage d'observateurs qui jugeraient acceptable l'environnement lumineux considéré (visuellement confortable) et prévoit si un système d'éclairage aurait des problèmes directs d'éblouissement. En d'autres termes, **la probabilité de confort visuel de Guth (VCP) est « la probabilité qu'un observateur normal n'éprouve pas le malaise en regardant un système d'éclairage dans des conditions définies».**

¹⁰ EVALGLARE est un programme qui a été développé et distribué gratuitement, pour l'évaluation de DGP et autres métriques d'éblouissement. Voir également le chapitre six: Méthodologie d'approche.

Cependant, les variables incluent le champ visuel, la taille de support d'appareil d'éclairage, la luminance, la taille de pièce et la réflectivité extérieure. VCP est la méthode actuellement adaptée par "Illuminating Engineering Society of North America" (IESNA) pour évaluer l'éblouissement direct dans une chambre (Alstan Jakubiec et Reinhart, 2011)..

Le critère est la luminance juste nécessaire pour causer le malaise¹¹. La formulation fournit des estimations de confort visuel en termes de pourcentage des personnes qui considéreront comme étant acceptable un système d'éclairage donné. Par conséquent, **la valeur de VCP augmente pendant que le malaise (l'éblouissement) diminue** (Inanici, 2010).

Les valeurs prises par le VCP sont comprises entre 85 et 18. Le système assure que l'éblouissement direct ne sera pas un problème, si certaines luminances maximales de luminaires ne sont pas excédées et si VCP est supérieur à 70 qui est la valeur correspondant à la limite entre confort et inconfort (« **Bordeline between Comfort and Discomfort** » ou BCD).

Si les valeurs de VCP calculées pour deux systèmes d'éclairage ne diffèrent pas de plus de 5 unités, alors le confort visuel de ces deux installations est jugé identique; c'est à dire les différences inférieures à cinq (<5) sont non significatives¹² (COUTELIER, 2006).

L'IESNA (Illumination Engineering Society of North America) préconise l'utilisation du VCP et détaille son calcul pratique dans son « Lighting Handbook » [IESNA, 1993]. Suivant [ISO 8995-1 et CIE S 008/E], la VCP doit être (**VCP > 70**) dans les lieux de travail dans le cas des USA, mais (**VCP > 80**) dans les espaces de travail ouverts.

Selon Coutelier (2008), la formule (5) du VCP, est déduite de celle du Discomfort Glare Rating (DGR):

$$VCP = \frac{100}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{6.374 - 1.3227 \ln(DGR)} e^{-t^2/2} dt$$

Equation II. 8. Formule de la VCP (Visual Comfort Probability). Source: (COUTELIER, 2006).

¹¹ La recherche principale employée pour établir le système de VCP a impliqué des luminances de grandeurs comparables à ceux produites par les lampes fluorescentes. De plus, des expériences dans les chambres simulées ont été employées pour confirmer la prolongation du laboratoire aux installations d'éclairage réelles (Alstan Jakubiec et Reinhart, 2011). Cependant, il est important de noter que l'essai et les études de validation ont été faits l'objectif d'utiliser seulement les systèmes fluorescents directs. Par conséquent, l'extrapolation aux lampes et aux appareils d'éclairage avec les modèles sensiblement (significativement) différents de luminance n'a pas été validée. On ne conseille pas d'appliquer VCP aux sources très petites telles que les appareils d'éclairage incandescents et à haute intensité de décharge, aux sources très grandes telles que le plafond et les systèmes indirects, ou aux sources non-uniformes telles que les réflecteurs paraboliques. (COUTELIER, 2006).

¹² Dans le domaine de l'éclairagisme, l'évaluation de seuil basée sur la limite du confort et de l'inconfort (BCD) formulé empiriquement, applicable aux fabricants « de dispositions standard », emploie les formules de VCP et les conditions standards pour produire des évaluations tabulaires du niveau de l'éblouissement gênant produit par une rangée régulière de leurs appareils d'éclairage pour une gamme des intérieurs standards. Cet indice (VCP) a été principalement élaboré à partir d'installations utilisant des luminaires fluorescents, son extrapolation à des environnements lumineux utilisant d'autres types de sources lumineuse n'a pas été totalement validée.

$$DGR = \left(\sum_{i=1}^n M_i \right)^{n^{-0.0914}}$$

Equation II. 9. Formule de DGR (Discomfort Glare Rating). Source: (COUTELIER, 2006).

M_i correspond au « Glare Sensation » d'une source:

$$M = \frac{0.50 L_s Q}{PF_v^{0.44}} \quad \text{ou} \quad M_i = \frac{L_i Q_i}{2 P_i L_m^{0.44}}$$

Equation II. 10. Formule de sensation d'éblouissement d'une source ou indice de sensation. Source: (COUTELIER, 2006).

$$F_v = \frac{L_w w_w + L_f w_f + L_c w_c + \sum L_s w_s}{5}$$

Equation II. 1. Formule de la luminance moyenne pour l'ensemble du champ visuel. Source: (Inanici, 2010).

$$Q_i = 20.4 \omega_i + 1.52 \omega_i^{0.2} - 0.075$$

Equation II. 11. Angle solide sous lequel est vu le luminaire i (sr). Source: (COUTELIER, 2006).

$$\text{Solid Angle Factor } Q = 20.4 w_s + 1.52 w_s^{0.2} - 0.075$$

Equation II. 12. Facteur de l'angle solide. Source: (Inanici, 2010).

$$\text{Position index } P = \exp \left[\frac{(35.2 - 0.31889\alpha - 1.22e^{-2\alpha/9})10^{-3} \beta + (21 + 0.26667\alpha - 0.002963\alpha^2)10^{-5} \beta^2}{(35.2 - 0.31889\alpha - 1.22e^{-2\alpha/9})10^{-3} \beta + (21 + 0.26667\alpha - 0.002963\alpha^2)10^{-5} \beta^2} \right]$$

Equation II. 13. Indice de position. Source: (Inanici, 2010).

Avec les paramètres suivants:

$L_m = F_v$ Luminance moyenne pour tout le champ visuel (incluant les murs, le plafond, le sol et les sources), L_i = Luminance moyenne du luminaire i , ω_i = Angle solide sous lequel est vu le luminaire i (sr), et P_i = Indice de position de Guth du luminaire i , n = Nombre de luminaires.

II.4.3.3.3. L'indice d'éblouissement « DGI »:

Le Daylight Glare Index (DGI) constitue une bonne alternative pour l'évaluation du niveau d'éblouissement subi par les occupants, malgré qu'il ait tendance à surévaluer l'éblouissement (Fisekis et al., 2003; Velds, 2002). Comme le mentionnent Marty et al. (2003), **le DGI semble être le seul à tenir compte des effets combinés de la dimension et de la position de la fenêtre, du ciel et de la luminance d'arrière-plan (fond), de la ligne de vision de l'occupant, de la distance et de la position de l'occupant par rapport à la fenêtre.**

Quoiqu'ils puissent permettre la comparaison de plusieurs situations, les résultats fournis par cet indice doivent être traités avec précaution. Cependant, certains indices d'éblouissement¹³ comme le DGI ont été développés à partir d'études impliquant un nombre restreint de participants qui fixaient une fenêtre¹⁴.

Des études de grandes sources d'éblouissement de Hopkinson-Cornell ont été entreprises dans des conditions commandées de laboratoire avec un écran lumineux dispersant en grande partie (la lumière des lampes fluorescentes étroitement emballées a été répandue par un écran en plastique opale) qui avait fourni une source uniforme de luminance. La taille de la source a été variée du 10^{-3} sr au champ visuel entier, et à la luminance de la source a été varié entre 3.5 et 15.500 cd/m². Chauvel et al ont étudiés les différences entre l'éblouissement éprouvée d'une vraie fenêtre et l'éblouissement calculée avec l'indice de Hopkinson-Cornell.

La comparaison a prouvée que l'éblouissement dans des environnements du monde réel est plus tolérable que l'indice d'éblouissement prévoit. La différence est attribuée aux différences psychologiques dans le contenu visuel du champ visuel. Chauvel et al., ont modifié la formule originale de Hopkinson-Cornell pour tenir compte cet effet. Aucun soleil direct n'était présent dans cette étude. Plus tard, Boubekri et al., ont étudié l'effet de la taille de fenêtre et de la présence de lumière du soleil sur l'éblouissement.

¹³Le fait que les indices d'éblouissement ont majoritairement été développés dans le cadre d'études impliquant uniquement des sources de lumière artificielle, explique leurs principales limitations. Tel que mentionné par Osterhaus et Bailey (1992), les indices d'éblouissement ne tiennent donc pas compte de la perception du confort ou de l'inconfort en relation avec l'accomplissement de tâches précises comme la lecture ou le travail sur ordinateur (Scott Linney, 2008).

¹⁴Une plus grande fenêtre augmenterait la probabilité d'éblouissement mais en même temps, elle aurait un plus grand impact au niveau d'éclairage de fond dans l'espace qui réduit la probabilité d'éblouissement. La corrélation entre l'éblouissement et l'évaluation prévue n'est pas aussi forte que pour les lumières artificielles avec un angle solide relativement petit. Il pourrait également être dû à des mesures moins objectives, telles que la vue d'utilisateur à travers la fenêtre qui augmente la tolérance de la fenêtre comme source d'éblouissement. Cependant, la même distribution de luminance mais d'une installation d'éclairage artificiel est subjectivement évaluée par des utilisateurs comme plus dérangeante en dépit de la même prévision de valeur des indices d'éblouissement. Bien qu'il soit important de noter que cette tolérance accrue est limitée à des degrés doux d'éblouissement (Hopkinson, 1972). La difficulté de ce facteur de vue s'ajoute au processus déjà complexe de la prévision d'éblouissement dans des environnements éclairés naturellement qui ont été décrits par Hopkinson (1972) de la preuve anecdotique acquise des commentaires des participants d'expérience pendant des enquêtes subjectives d'éblouissement.

*« De ces paramètres non inclus dans la formule d'éblouissement (**luminosité de fenêtre, luminosité de la pièce, la taille de la fenêtre, la position de la fenêtre**) le plus souvent des commentaires des occurrences étaient au sujet de la vue en dehors de la fenêtre. La vue de l'extérieur est assurément une médiation ou un facteur augmentant déterminant l'inconfort de d'éblouissement la fenêtre. Les commentaires montrent qu'il y a un conflit fondamental en faisant une évaluation dans une situation fortement éblouissante si **la fenêtre a une vue plaisante sur l'extérieur** ou avec beaucoup d'information intéressante. Dans une telle circonstance, l'observateur prolongerait son seuil de tolérance à l'inconfort, a même pensé que la vue ne réduit pas réellement l'éblouissement. Dans d'autres cas, les observateurs ont commenté que **des objets dans le champ visuel s'est ajouté à l'éblouissement gênant, particulièrement s'ils réfléchissaient la lumière à partir de leurs surfaces**. Tout à fait, la vue extérieure a été montré pour exercer un effet marqué, mais non prévisible sur le degré probable de l'éblouissement gênant, et donc il ajoute le désaccord du jugement » (ibid P. 212).*

Les résultats de leur étude indiquent que l'éblouissement perçu avec la lumière du soleil présente dans l'environnement est encore inférieur aux calculs du DGI. La différence est de nouveau attribuée aux effets gais et positifs de la lumière du soleil.

Le DGI est calculé dans le module d'éblouissement utilisant la formule de Chauvel et al. (cf. l'équation II. 17). Le DGI est aussi une modification de l'équation (II. 15) de **BGI** « British Glare Index » conçue pour prévoir l'éblouissement de grandes sources lumineuses (cf. annexe VI). Les formules de DGI rapportent deux facteurs comme une fonction directe: la taille de la fenêtre et la luminance de la partie évidente du ciel comme vue au travers et comme fonction inverse: la luminosité de l'environnement intérieur, c.-à-d. les augmentations de probabilité d'éblouissement quand la taille et la luminosité de la fenêtre augmentent et vice versa, les diminutions de celle-ci pendant que la luminosité de l'intérieur augmente.

L'indice d'éblouissement en lumière du jour (**DGI**) se calcule à partir de la constante d'éblouissement ou "formule de Cornell" (16) (Hopkinsson, 1963), dont la formule finale de l'indice d'éblouissement (DGI) est l'équation (18).

$$BGI = 10 \log_{10} 0.478 \sum_{i=1}^n \frac{L_s^{1.6} \cdot \omega_s^{0.8}}{L_b \cdot P^{1.6}}$$

Equation II. 14. Formule de BGI. Source: (Scott, 2008).

$$G = k (L_s^{1.6} \Omega^{0.8} / L_b + 0.07 \omega^{0.5} L_s)$$

Equation II. 15. Formule de DGI (1). Source: (Hopkinsson, 1963).

$$DGI = 10 \log 0.478 \sum_{i=1}^n \frac{L_s^{1.6} \cdot \Omega^{0.8}}{L_b + 0.07 \cdot \omega^{0.5} \cdot L_s}$$

Equation II. 16. Formule de DGI (01). Source: (Inanici, 2010).

$$GI = 10 \log_{10} 0.48 \sum_{i=1}^n \frac{L_s^{1.6} \cdot \Omega_s^{0.8}}{L_b + 0.07 \omega_s^{0.5} L_s}$$

Equation II. 17. Formule de DGI (2). Source: (Scott, 2008).

Où:

k est une constante dépendante de l'unité de luminance, **L_s** est la luminance de la source¹⁵,

L_b est la luminance du fond (cd/m²),

L_s est la source de luminance (cd/m²),

ω_s est l'angle solide sous lequel l'observateur voit la source,

¹⁵ La luminance de la source (L_s) était un produit de l'éclairement global au plan de l'ouverture et de la luminance de fond (L_b) des éclairissements reflétés extérieur et intérieur.

Ω_s est l'angle solide pondéré pour tenir compte de la position des différents éléments de la source dans le champ visuel.

Selon Chauvel, Collins, Dogniaux et Longmore (1983), il se trouve une échelle sémantique des niveaux d'inconfort en rapport avec les valeurs de l'indice d'éblouissement (DGI) présenté dans le tableau ci-dessous. Cependant la zone comprise entre 16 et 22 est considérée comme confortable, tandis que la zone comprise entre 24 et 30 est celle de l'inconfort visuel. Les valeurs 16 et 30 représentent les limites de l'indice DGI (respectivement minimale et maximale).

Zone	Critère d'éblouissement correspondant à la relation moyenne	DGI [16]
Zone d'inconfort	Intolérable	30
	Juste intolérable	28
	Inconfortable	26
	Juste inconfortable	24
Zone de confort	Acceptable	22
	Juste acceptable	20
	Apparent, perceptible	18
	Juste perceptible	16

Tableau II. 2. Echelle de multiples critères d'évaluation de l'éblouissement gênant (d'inconfort) à la base des valeurs de l'indice DGI. Source: (Chauvel et al., 1983).

II.4.3.3.4. L'estimation unifiée d'éblouissement « UGR »:

L'UGR (CIE Unified Glare Rating) ou l'estimation unifiée de l'éblouissement suivant CIE 117, sert à évaluer et à limiter l'éblouissement psychologique direct des appareils d'éclairage¹⁶. Contrairement aux autres méthodes qui évaluent l'éblouissement par le biais des luminances d'un seul appareil d'éclairage, ce procédé calcule l'éblouissement (la valeur UGR exacte) de l'ensemble de l'installation d'éclairage pour une position d'observation donnée, notamment grâce aux nouveaux programmes d'études d'éclairage (Coutelier, 2006).

Conformément à la norme DIN EN 12464, la valeur de référence UGR est indiquée pour une pièce type. **Plus cette valeur est faible, moins l'éblouissement est élevé.** De plus, l'angle d'élévation, de 65°, 75° ou 85°, est indiqué pour des luminances < 1000 cd/m²; il s'agit ici du seuil au-dessus duquel l'appareil d'éclairage a une luminance de 1000 cd/m².

La gamme pratique et utile de ses valeurs est comprise entre 10-30 avec la plupart des systèmes produisant des valeurs dans cette gamme. Des différences d'UGR inférieures à une unité ne sont pas détectables. L'échelle d'UGR est une échelle d'intervalle où les différences entre les nombres représentent des différences perceptibles en valeur psychologique.

¹⁶ Dans le cas de plafonds lumineux ou d'éclairage indirect, la méthode n'a pas été validée.

Seulement les différences sont significatives, la valeur assignée à la valeur la plus basse est arbitraire. L'UGR est limitée pour diriger des sources dans la gamme 0.0003~0.1 stéradians.

Une unité d'estimation d'éblouissement est l'étape la moindre discernable et trois unités d'estimation d'éblouissement est une étape acceptable en termes de critères d'éblouissement (Scott, 2008). La validité de l'UGR n'est pas non plus assurée pour les sources de très petite taille. Deux méthodes dérivées, à partir de courbes ou de tables de données, peuvent aussi être utilisées pour le calcul de l'UGR; mais le calcul à partir de la formule produit la meilleure prédiction d'inconfort.

L'UGR a été établi de manière à afficher une échelle comparable à celle du BGI; on peut donc s'attendre à ce qu'il suive les mêmes tendances que ce dernier. Notons que l'éclairage dû aux seules sources, utilisé dans le calcul du CGI mais difficile à obtenir dans la pratique, n'a pas été inclus dans l'UGR.

Plusieurs études ont été menées dans le but de vérifier le niveau de corrélation existant entre l'UGR et la sensation subjective d'éblouissement ressentie. Coutelier (2006) a cité notamment deux études présentées respectivement lors des 23^{ème} et 24^{ème} sessions de la CIE (Pai et Gulati, 1995; Jensen et al., 1995). La première a permis d'arriver à la conclusion que l'UGR était la méthode de prédiction la plus pratique, notamment dans le cadre particulier des postes de travail VDU. Elle a également mis en évidence le fait que l'UGR n'était pas adapté aux environnements lumineux incluant des sources de très petite taille. Et quand à elle, la seconde étude a conclu que la corrélation existant entre l'UGR et la sensation subjective d'éblouissement ressentie était « relativement bonne »: la limite « imperceptible/ perceptible » est obtenue pour un UGR de 10 et la limite « inconfortable/ intolérable » pour un UGR de 30. On peut déplorer que l'échelle utilisée ne corresponde pas exactement à celle élaborée par Horaguchi (cf. Tableau annexe VI).

Un autre développement par CIE, l'UGR a combiné des parties de la formule de CGI et de BGI pour évaluer les installations d'éclairage artificielles. Le plus précis pour la manière dont il a été développé à partir, est de combiner d'autres incarnations existantes, les affaires d'UGR seulement bien avec des sources d'éblouissement très petites. Ceci est soutenu de la manière que la formule établit une distinction entre le fond et la luminance de source d'éblouissement (HAMONIC, 2008).

Le champ visuel est divisé en deux catégories de leur « source d'éblouissement » et de « fond » qui crée des difficultés en faisant face aux sources d'éblouissement d'éclairage indirect ou de vastes zones (parce que les bords de la source et du fond d'éblouissement ne sont pas bien définis et des sources d'éblouissement de vastes zones telles que des fenêtres ont un impact fort sur l'éclairage des surfaces et par conséquent des niveaux d'adaptation des yeux des utilisateurs). La formule (18) de l'UGR combine des éléments des formules d'Einhorn et d'Hopkinson.

$$UGR = 8 \times \log \left(\frac{0.25}{L_b} \times \sum_{i=1}^n \frac{L_i^2 \times \omega_i}{P_i^2} \right)$$

Equation II. 18. Formule de l'UGR. Source: (Scott, 2008).

Où: L_i : Luminance moyenne du luminaire i ,

L_b : Luminance de fond (calculée sans les sources): L'UGR est relativement peu sensible aux erreurs en L_b , une erreur de +33% en L_b aura comme conséquence une erreur de UGR de 1 unité.

ω_i : Angle solide sous lequel est vu la source d'éblouissement (le luminaire i (sr)).

P_i : Indice de position de Guth du luminaire i , et n : Nombre du luminaire.

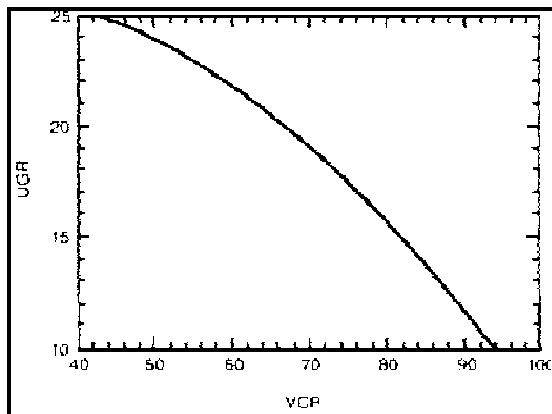


Figure II. 1. L'UGR en fonction de la VCP.
Source: (MELLON et HUANG, 2008).

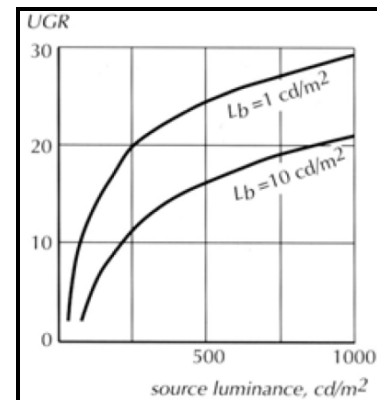


Figure II. 2. L'UGR en fonction de la luminance de la source. Source: (MELLON et HUANG, 2008).

L'UGR est un système élaboré par le TC 3-13 de la CIE et défini dans sa publication No. 35 (CIE, 1995). Plusieurs organismes prescripteurs proposent des valeurs limites d'UGR à ne pas dépasser en fonction de l'environnement considéré. Dans le cadre général des bureaux (écriture, lecture, traitement de données sur papier ou écran d'ordinateur), la valeur d'UGR à ne pas dépasser est de 19 (CIE, 2001).

Suivant les normes [ISO 8995-1 et CIE S 008/E] l'UGR doit être ($UGR < 19$). L'UGR a été récemment adopté comme norme européenne (CEN, 2001) en suivant les recommandations de la CIE. On peut noter que dans cette norme, dès lors que le système UGR est appliqué à des postes de travail équipés d'écrans d'ordinateur, il est associé à des valeurs limites de luminance; prescrites pour divers angles d'élévation.

Les études récentes ont essayé d'atténuer certains de ces facteurs pour rendre la méthode d'UGR appropriée aux sources d'éblouissement de plus grande surface, aux sources d'éblouissement de contraste inférieure et aux sources d'éblouissement qui ne sont pas nécessairement au-dessus du champ de vision d'utilisateur¹⁷.

¹⁷ Les modifications de la (générale estimation unifiée d'éblouissement ou General Unified Glare Rating 'GUGR') (Sendrup, 2001) incluent une redéfinition de L_b pour inclure l'impact de la source d'éblouissement (qui renforce la notion qu'expliquant la source d'éblouissement dans la définition de n'importe quel fond ou valeur de luminance

Des essais ont été effectués avec des divers niveaux de corrélations utilisant une grande source de simulation d'éblouissement pas à la différence de la technique utilisée dans le développement de la formule de le DGI. Le fait que tous ces indices indépendamment de leurs fortes surfaces incorporant une position complexe et une fonction d'angle solide, confirment que la position et la taille de la source d'éblouissement, pas simplement sa luminance sont des facteurs importants dans l'évaluation d'éblouissement.

Zone	Impression	UGR
Zone d'inconfort	Intolérable	> 28
	Juste intolérable	28
	Inconfortable	25
	Juste inconfortable	22
Zone de confort	Acceptable	19
	Juste acceptable	16
	Apparent, perceptible	13
	Juste perceptible	10

Tableau II. 3. Echelle de multiples critères d'évaluation de l'éblouissement gênant (d'inconfort) à la base des valeurs de l'indice UGR. Source: (MELLON et YI CHUN HUANG, 2008).

Einhorn (1998) propose que la clef à une méthode réussie d'évaluation d'éblouissement soit une technique que « (a) évite des anomalies ou ambiguïté et (b) mathématique est assez simple pour être acceptable pour l'usage pratique »; simple est en désaccord avec la nature évidemment complexe de la science d'éblouissement.

Les recommandations de rapport de luminance mentionnées précédemment sont une méthode relativement simple pour les contrôles rapides bien qu'elles soient inchangées par taille ou position des sources d'éblouissement que les indices discutés ici ont clairement illustrées comme important.

Working area	Maximum allowed UGR
Drawing rooms	16
Offices	19
Industrial work, fine	22
Industrial work, medium	25
Industrial work, coarse	28

Tableau II. 4. Recommandations limitant les indices d'éblouissement. Source: (MELLON et YI CHUN HUANG. 2008).

d'adaptation, est une mesure prudente particulièrement si traitant de grandes sources d'éblouissement) et adaptant l'indice de position pour inclure des sources d'éblouissement au-dessous du champ de vision.

II.4.3.3.5. Indice d'éblouissement CIE « CGI »:

La CIE Glare Index (CGI) a été développé à partir d'une formule proposée par Einhorn (1969). Il est la première formule qui a commencée à traiter l'éclairement à l'œil à partir de E_d et E_i (respectivement les composants directs et indirects d'éclairement) comprenant l'impact des sources d'éblouissement sur un plan vertical à l'œil du sujet afin d'évaluer des niveaux d'adaptation de l'œil (Scott, 2008).

Apportée par CIE, la formule du CGI était une amélioration en corrigeant pour certaines contradictions, le plus tôt la formule de BGI ayant la comptabilité des sources multiples.

Les formules de calcul du CGI sont présentées ci-dessous:

$$CGI = 8 \log_{10} 2 \cdot \frac{\left[1 + \frac{E_d}{500} \right]}{E_d + E_i} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{L_i^2 \omega_i}{P_i^2}$$

Equation II. 19. Formule de la CGI (1). Source: (Scott, 2008).

$$CGI = 10 \log_{10} \left(0.1 \frac{1 + E_d/500}{E_e} \sum_{i=1}^n \frac{L_i^2 \omega_i}{P_i^2} \right)$$

Equation II. 20. Formule de la CGI (2). Source: (Coutelier, 2008).

Avec les paramètres suivants:

E_d = Eclairement direct sur le plan vertical de l'œil dû à toutes les sources (Lux),

E_e = Eclairement sur le plan vertical de l'œil incluant la composante indirecte (Lux),

ω_i = Angle solide sous lequel est vu le luminaire i (sr),

P_i = Indice de position de Guth du luminaire i ,

n = Nombre de luminaires.

Les coefficients utilisés dans cette formule ont été ajustés suite à la 19^{ème} session de la CIE, qui s'est tenue à Kyoto en 1976, afin de rendre son échelle de valeurs comparable à celles du BGI et du VCP. Les valeurs prises par le CGI ont alors été ramenées à un intervalle compris entre 10 et 30. Les paliers correspondant aux différentes sensations d'éblouissement sont donc théoriquement les mêmes que ceux présentés dans le tableau des échelles du BGI (cf. Tableau annexe VI).

Une unité du CGI représente le plus petit changement normalement détectable dans la sensation d'éblouissement, mais des paliers de **trois unités** sont généralement utilisés pour différencier deux niveaux d'éblouissement. Le calcul pratique du CGI est détaillé dans la publication No.55 de la CIE (1983).

La publication No.29.2 (CIE, 1986) lui associe un système de limitation de luminance appelé « CIE Suitable System ». Ce système est principalement destiné à s'assurer de la bonne qualité des luminaires¹⁸ vis-à-vis de l'éblouissement d'inconfort dans un cadre d'utilisation général.

Conclusion:

Le présent chapitre était l'occasion pour approcher une notion qui reste pour le grand public floue ou confondue souvent avec celle du confort visuel. La présentation des définitions, des types et composantes de l'ambiance lumineuse, a montrée que la lumière naturelle, ses caractéristiques et ses effets, le contexte et ses circonstances, l'espace et ses déterminants, l'usage et l'utilisateur, tous réunis, contribuent à caractériser cette ambiance lumineuse.

Au-delà, parmi le nombre important des indicateurs contribuant à cette caractérisation, ceux qu'on a choisi pour caractériser et évaluer la qualité des ambiances lumineuses des espaces d'accueil des hôpitaux tout en qualifiant le confort visuel et psychique des usagers, correspondent essentiellement et successivement à la caractérisation de trois paramètres: luminance, contraste et éblouissement gênant. Donc, notre démarche va s'appuyer principalement sur deux bases. La première étant une caractérisation de la luminance et du contraste à travers le relevé des valeurs minimales, maximales et moyennes de luminances, en vue d'avoir les ratios de luminances (max/min) ou l'inverse (min/max), pour des conditions de confort visuel dans un macro-champ visuel qui correspondent à un rapport inférieur à 1:40.

Aussi, la déduction des niveaux de contrastes à travers les valeurs des ratios de luminances et l'évaluation de la répartition des luminances dans le champ de vision des usagers dans un espace donné.

La deuxième étant une prédiction, une évaluation qualitative et une caractérisation de l'éblouissement d'inconfort -à la base des échelles sémantiques correspondant à chacun des indices d'éblouissement (cf. Tableau II.1)- par le biais des données quantitatives correspondant aux différents calculs des indices; DGP, DGI, CGI, UGR et VCP.

Le suivant chapitre traite deux autres concepts étudiés dans le cadre de la présente recherche. Ils concernent, la visibilité et l'accessibilité visuelle. Il traite aussi des notions étroitement liées aux deux dernières à l'instar de la perception visuelle, l'orientation spatiale et le wayfinding.

¹⁸ Notons que, les installations utilisées dans les expériences ont été illuminées à 500 lux utilisant les appareils d'éclairage encastrés de plafond avec un flux lumineux total de 2700 lumens (Lowson, 1981).

C hapitre 03:

« Visibilité et accessibilité visuelle »

Chapitre 03:

“Visibilité et accessibilité visuelle”

Introduction:

A travers le présent chapitre, suite à une recension de la littérature, on va aborder deux concepts; la visibilité et l’accessibilité visuelle, tout en suivant les trois grands axes suivants:

Le premier axe traite **la notion de la perception visuelle** mettant en évidence le phénomène et lois de la vision et la notion d’**orientation** visuelle. Dans un dernier lieu, on traite quelques phénomènes perceptifs qui se manifestent par le système perceptif à l’image des phénomènes de constance perceptive, les phénomènes d’adaptation visuelle, le phénomène de centration visuelle, ainsi que les phénomènes de perturbation de l’attention perceptive. Le second axe concerne, le positionnement épistémologique dont on expose **quelques approches** spatio-visuelles traitant la notion de visibilité et l’accessibilité visuelle. Cette présentation des approches n’est pas exhaustive mais elle est représentative du fait qu’elle permet de choisir une approche qui soit idoine pour résoudre la problématique de la présente recherche. Ces approches sont respectivement, celle de **Jean Cousin**, celle de **Kevin Lynch**, la **théorie de la forme «Gestalt theorie»**, l’approche **écologique de Gibson** et enfin la théorie de la **syntaxe spatiale**. Tandis que le dernier axe traite la notion d’**orientation spatiale** et **du comportement « wayfinding»**.

Par l’élaboration du présent chapitre, on vise atteindre deux objectifs. Le premier étant d’arriver à cerner les définitions des deux concepts (visibilité et accessibilité visuelle) tout en se rapportant à notre besoin de s’orienter dans l’espace et dans le temps, aussi à notre perception visuelle du monde. Le second est un choix d’une approche adéquate pour caractériser et évaluer les deux concepts précédents.

III.1. La perception visuelle:

Cette section traite un aperçu sur la notion de la perception visuelle, tout en exposant quelques définitions. Aussi, on aborde des questions clés dans la perception visuelle à l'instar de la physiologie de l'œil, le phénomène et lois de la vision et de la perception visuelle, le processus perceptif, la notion d'orientation visuelle et des phénomènes tels que la perturbation et la constance dans la perception visuelle.

III.1.1. Définition de la perception visuelle:

La perception visuelle a été définie par plusieurs chercheurs « philosophes, psychologues, anthropologues, chercheurs en neurosciences, architectes, etc », parmi ceux-ci, on peut citer Colliot Pascale (2010), qui considère la perception visuelle comme étant le **résultat d'un traitement complexe d'informations, un ensemble des mécanismes et processus par lesquels l'organisme prend connaissance du monde et son environnement sur la base des infos élaborées par ses sens.**

Vu que, du monde observé, l'œil forme une image rétinienne où les informations qui résultent de cette image sont transmises au cerveau qui construit alors une image mentale. Selon Colliot, la perception est à la base de nombreux comportements: **apprentissage, mémorisation, communication** ... etc. Auparavant, Lam (1977) a considéré que tout ce qu'on voit fait l'objet d'une interprétation perceptive fondée sur les références qui se sont fournies par la mémoire, ce qui signifie que toutes les perceptions visuelles conscientes -la luminosité, la couleur, la distance, la dimension, le mouvement, la profondeur, etc- sont déterminées en partie par l'expérience acquise (Lam, 1977).

Egalement, William Lam (1977) a fait une distinction entre la perception et la sensation¹ -donnée physiologique au niveau des récepteurs sensoriels-. Il considère que la perception s'appuie sur des sensations mais ne se réduit pas à elles. En effet, la perception est une sélection, organisation et interprétation des sensations. Elle ne constitue pas simplement un processus passif d'enregistrement recevant et traitant sans discrimination tous les stimuli sensoriels qui surviennent².

¹ **Sensation:** 1. Événement psychologique élémentaire, déterminé par l'activation de modalités sensorielles. 2. Événement psychique résultant du traitement de l'information dans le système nerveux central à la suite d'une stimulation d'un organe de sens (Bonnet, 1991, p.706). 3. Dans la typologie psychologique de Jung, fonction psychologique permettant à l'individu de sentir ce qui se passe en lui et autour de lui.

² **Perception:** 1. Ensemble des mécanismes et des processus par lesquels l'organisme prend connaissance du monde et de son environnement sur la base des informations élaborées par ses sens (Bonnet, 1991, p.551). 2. Processus qui sélectionne et structure les données sensorielles de façon à leur trouver une signification. Les activités perceptives impliquent des activités sensori-motrices.

Pour lui, la perception visuelle est un processus d'une complexité et d'un raffinement étonnants, qui néanmoins fonctionne en général sans nécessiter l'intervention ni même l'attention de la pensée consciente. «*La **perception visuelle** représente beaucoup plus qu'une réponse aux stimulations lumineuses données de façon passive et prédéterminée; c'est un processus actif et complexe de **sélection, d'interprétation et de stockage de l'information**, dans lequel le **contexte, l'expérience acquise et le contenu de l'attente** sont associés aux données sensorielles présentes en vue de l'élaboration d'une **perception significative*** » (Lam, 1977).

Aussi, Aurelie Massaux (2009), désigne par perception visuelle, le résultat d'apprentissages implicites, de la **mémorisation** de toutes nos expériences visuelles, depuis qu'on a -pour la première fois- ouvert les yeux; elle est construite et repose sur des prédictions, qui sont créées à partir de nos acquis, de nos données mémorisées sur notre environnement. Elle est une interprétation des activités neuronales de notre système visuel, et une interprétation de notre environnement, elle n'est pas une simple fenêtre sur la réalité car elle ne reflète pas toujours la réalité physique du monde qui nous entoure, mais dans la très grande majorité des cas, elle est fiable et reproduit fidèlement notre environnement. Pourtant, ce ne sont pas les objets qui changent dans le temps, mais la perception qu'on en a, et cette perception qui est dépendante de l'état d'activité de notre système visuel.

Encore, comme l'ont souligné de nombreux philosophes, la perception visuelle est la manière à la fois la plus directe et la plus immédiate pour accéder à la réalité (Talmenssour, 2007). Plus que tout autre sens, la vision semble dominer notre vie mentale (Thuan, 2007), et la **lumière qui y sert de support incontournable** est aussi une constante existentielle et expérientielle de l'homme dont ce rôle exceptionnel renforce énormément l'illusion de l'universalité. Au-delà, les connexions de la lumière constituent des éléments sémantiques de base, et que notamment voir mérite d'être considéré comme un primitif sémantique (Wierzbicka, 1996). La perception et la métaphorisation de la lumière est un mécanisme bio-psychique de la pensée (Marchetti, 2001), aussi toute l'intelligence humaine et le langage qui en naît sont "visuellement orientés", tout le lexique de la description mentale est développé à la base d'une observation intérieure et garde sa "trace perceptuelle" (Ryabtseva, 2005). Pourtant, ce point de vue immédiat et naïf est contesté par deux disciplines radicalement distinctes comme les neurosciences cognitives et l'anthropologie de la vision (Ksenya L. Filatova., 2009)

Les neurosciences cognitives montrent que "*l'usage de la vision ne conduit pas toujours à la conscience ou à l'expérience visuelle des objets, ni a fortiori à leur reconnaissance et à leur identification*" (Jacob, 2005).

Elles proposent une longue liste de problèmes physiologiques que la vision pose à la fois au cerveau du sujet regardant -qui arrive parfaitement à les résoudre- et aux chercheurs en neurosciences -qui en débattent encore-.

Parallèlement, des études anthropologiques un peu plus poussées considèrent que **la vision est largement conditionnée par la culture** (Marazzi, 2002; Simon, 2003).

«Dès son exercice spontané, un fait de culture³. En tant qu'elle permet de décoder et de coder le réel, elle s'appuie elle-même sur un code primaire, où sont en jeu le statut conféré aux choses visibles, et l'idée qu'on se fait du regard. Un entrelacs est toujours d'emblée tissé entre voir, savoir qu'on voit et savoir ce que c'est que voir» (Simon, 2003).

III.1.2. Phénomène et lois de la vision et de la perception visuelle:

La vision ne se réduit pas à une simple photographie du monde environnant, elle est un acte cognitif; un mécanisme impliquant des fonctions supérieures. L'acquisition de connaissances sur les objets et les événements environnants à partir des informations lumineuses est possible grâce aux traitements parallèles et synchrones de toutes ces informations dans le **système nerveux** (MASSAUX. A. 2009), chose que les appareils photographiques ne peuvent pas faire. Les données sensorielles visuelles sont d'abord mises en relation avec les informations provenant du contexte par l'intermédiaire des autres sens et qui présentent un rapport avec des **expériences passées** de nature comparable, puis deviennent ou non l'**objet de l'attention** selon que le **stimulus**⁴ reçu prend valeur de **signal** ou de **bruit de fond visuel** (Lam, 1977).

Egalement, **voir** n'est pas une réponse passive déclenchée par des stimulations (ou un stimulus, ou un objet de contemplation) lumineuses, c'est bien plus, un processus actif de recherche d'information dirigé et interprété par le cerveau. Pour être captée par la rétine, la stimulation doit d'abord interagir avec l'attention, et dans ce cas-là elle devient **l'appréhension visuelle: une stimulation visuelle qui attire l'attention** (Sève-Ferrieu, 2001). L'opposition de verbes "**voir vs regarder**", est basée sur le mode de traitement de l'information visuelle, soit contrôlé, soit automatique (Bruyer, 2000).

³ Pourtant, ce point de vue n'était pas partagé dans le cadre de la **Gestalttheorie** (en Allemagne, Kohler, Koffka, Rubin, Wertheim, en France Paul Guillaume) qui minorait à la fois le rôle de l'attention et de la culture dans la fonction perceptive, postulant, en termes qu'on dirait en linguistique assez «référentialistes» que le monde et l'image impose au sujet regardant leur structure intrinsèque (Cocula et Peyrouet, 1986:14).

⁴ **Stimulus**: 1. (Général) Élément de l'environnement susceptible d'activer certains récepteurs sensoriels d'un individu et d'avoir un effet sur son comportement. (Larousse, 1997). 2. Toute forme d'énergie qui se produit à l'intérieur ou à l'extérieur de l'organisme et qui est d'une intensité suffisante pour déclencher une réaction psychophysique spécifique ou, en d'autres mots, pour exciter un récepteur sensoriel.

Selon Marr (1982), le **phénomène de la vision** doit être analysé en trois étapes: la **détection et la localisation du signal** -réalisée au niveau neurosensoriel-, **l'identification du signal** qui pose un problème par rapport à sa localisation -probablement, c'est un processus situé entre le niveau neurosensoriel et le niveau cognitif-, et enfin, **la transposition / transformation des données** -qui appartient entièrement au niveau du traitement cognitive- (Sève-Ferrieu, 2001).

Quant à elle, Sophie Donnadiou (2001), mis en évidence **trois ordres de représentations des objets** (modèle Bottom-up) qui sont: la **détection des relations physiques** entretenues entre les différents objets de la scène visuelle, **l'identification des objets de scène visuelle** et la **détection des règles sémantiques**.

En effet, pour la **reconnaissance et l'identification des objets visuels dans leur contexte**, on a à respecter les règles de Biederman et al. (1982) qui sont des **règles physiques**: de support où un objet repose sur une surface et d'interposition où un objet opaque cachera les objets se trouvant derrière (*occlusion*). Ainsi que des **règles sémantiques**: de probabilité où il est plus probable de trouver un objet dans une scène particulière que dans une autre, de localisation où un objet probable dans une scène se trouvera à un endroit spécifique et de taille où un objet probable dans une scène aura une taille spécifique par rapport aux autres objets de la scène (Donnadiou, 2001).

Bruyer (2000), considère que **l'attention** est un élément très important de la **reconnaissance visuelle** dont le fonctionnement s'organise selon trois degrés de vigilance: **l'attention-alerte** qui équivaut plus ou moins à l'éveil et implique le minimum de conscience nécessaire pour réagir aux stimuli, **l'attention divisée ou distribuée** qui elle permet de s'occuper de plusieurs tâches en même temps, d'englober tout le champ visuel, et **l'attention focalisée ou sélective** qu'elle est centrée sur une cible précise, sur une région particulière de la scène visuelle perçue.

Meiss (1986) a cité quelques **lois de la vision** qui sont de **nature physiologique**, telles la stéréométrie oculaire, la sensibilité de rétine, l'adaptation de l'iris au niveau d'éclairement, l'angle et la précision de la vue, etc. D'autres lois qui sont issues de la **psychologie de la perception** et plus particulièrement des **théories de la «Gestalt»** (théorie de la forme) et qui ont réussi à établir quelques **règles de la vision**, dont certains principes peuvent trouver une application en architecture et dans les arts graphiques, puisqu'ils sont issus d'expériences empiriques sur la vision, au lieu d'être spéculatifs. Le troisième groupe de théories met l'accent sur le **travail mental qui participe à la perception**; telles l'épistémologie, la théorie de l'information, la génétique, et l'anthropologie, etc. qui apparaîtront de manière plus diffuse.

Les théories de la **perception visuelle** débouchent directement, tôt ou tard, sur la connexion entre **vision et connaissance**; c'est ici qu'on retrouve les fondements de la «Métaphore

épistémique» qu'établit l'équivalence entre le **voir** et le **savoir** en définissant également le rôle de beaucoup de constituants de la **scène visuelle**, la **lumière** -est, sans doute, l'acteur le plus énigmatique de l'**épisode perceptif**- y compris (Sève-Ferrieu, 2001).

III.1.3. Orientation visuelle:

Cette section passe en revue en vue d'avoir des définitions des deux concepts « visibilité et accessibilité visuelle ». Elle présente également des mécanismes physiologiques et psychiques ainsi que des phénomènes perceptifs qui se déclenchent et se manifestent pour réunir toutes les données et informations correctes et nécessaires pour la compréhension, l'appréhension et l'identification de l'ensemble des composantes de la scène perçue qui soit objet (figure) et contexte environnant (fond). Parmi ces mécanismes, on traite le mécanisme de l'orientation visuelle, en rapport avec le champ de vision « vision centrale et périphérique», le mécanisme de la centration visuelle. Egalement des phénomènes perceptifs tels que la constance perceptive, l'adaptation visuelle et la perturbation de l'attente perceptive.

III.1.3.1. La définition de la visibilité:

La visibilité revoie à un caractère de ce qui est visible; de tout ce qui peut être vu (Larousse). Selon **Clément** (2008), les conditions de visibilité directe d'un objet sont les suivants:

- On appelle point objet tout point P susceptible d'envoyer de la lumière dans toutes les directions de l'espace. Un objet est un ensemble de points objets.
- Dans un milieu transparent et homogène la lumière se propage suivant une ligne droite. On représente ce phénomène en construisant des droites orientées appelées rayons lumineux. L'orientation d'un rayon est celle du sens de propagation de la lumière.
- Condition de visibilité d'un point objet: P sera vu directement s'il est possible de construire un rayon PO joignant P à l'œil O de l'observateur sans rencontrer une **surface (obstruction** – cf. approche écologique de Gibson-) limitant le milieu de propagation de la lumière dans lequel sont placés P et O (Clément, 2008).

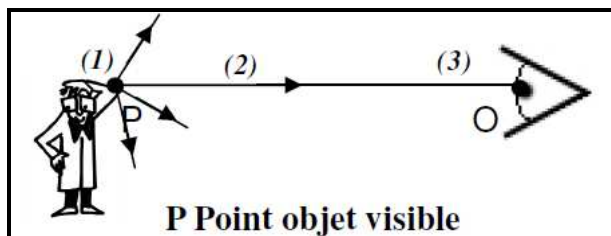


Figure III. 1. Schéma expliquant la visibilité d'un objet.
Source: (Clément, 2008)

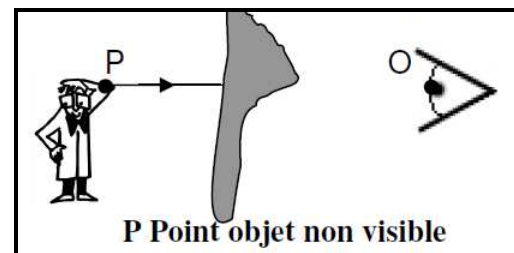


Figure III. 2. Schéma expliquant la non visibilité d'un objet.
Source: (Clément, 2008).

La visibilité est principalement la qualité de vision qui dépend de l'échappée visuelle, elle est définie par la courbe de visibilité, de l'angle de vision et de la portée visuelle. L'échappée visuelle doit être la même pour chaque place; une disposition en quinconce permet une échappée entre les têtes des rangs précédents. La courbe de visibilité est une ligne de tracé visuel idéale qui définit en coupe longitudinale la situation et le profil des places de spectateur afin de ménager pour chacune une vision optimale sur la scène, en bénéficiant d'un dégagement visuel suffisant. Elle peut être définie par une fonction arithmétique ou graphiquement visuelle doit être de 6 cm au minimum et de 10 cm en moyenne alors que la hauteur de l'œil⁵ est considérée entre 1,00 et 1,10 m. Dans la pratique on ne calcule pas la courbe de visibilité par rapport au nez de scène mais par rapport à un point situé entre 1,50 et 2,00 m de ce nez de scène.

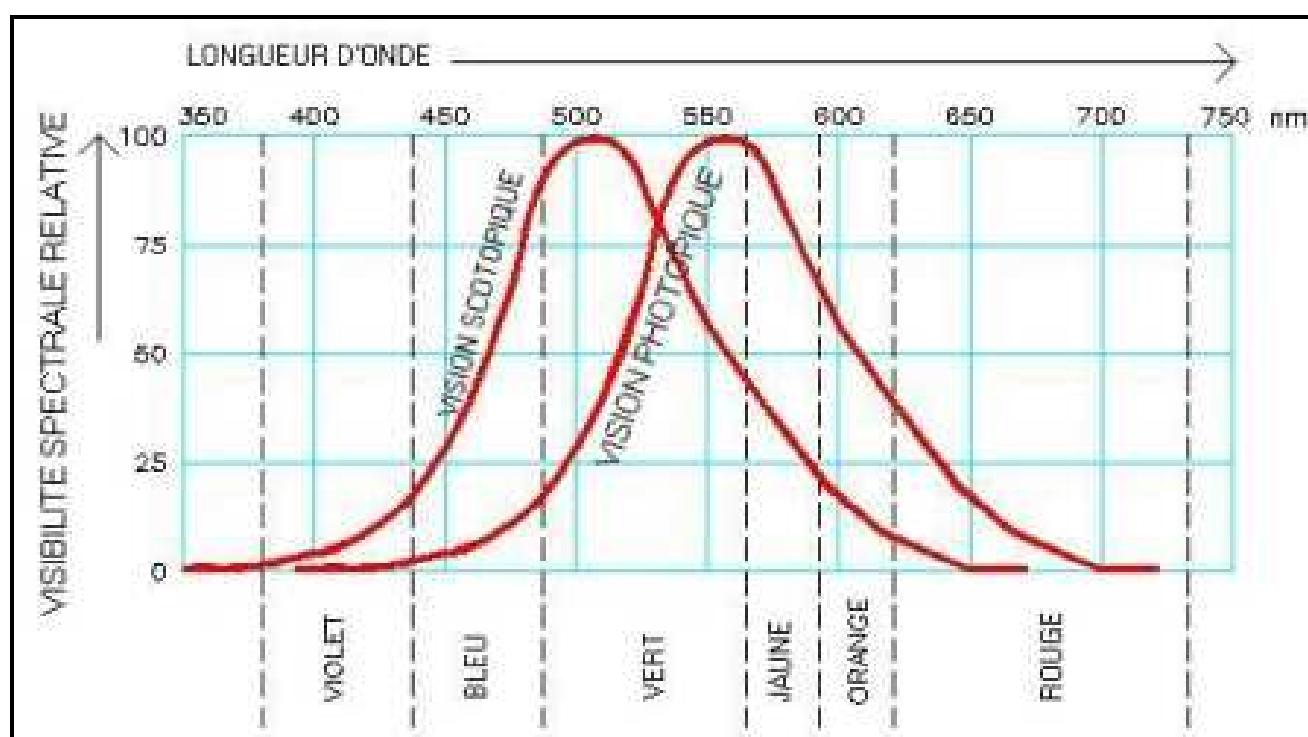


Figure III. 3. Courbes de visibilité spectrale relative de l'œil humain. Source: (TAREB, 2010).

⁵ Les **bâtonnets**, peu sensibles à la longueur d'onde mais sensibles à des niveaux d'éclairement faibles et pouvant interpréter des signaux pour des luminances inférieures à 10 cd/m², sont surtout présent dans la partie périphérique. Ils permettent la vision nocturne ou à faible niveau d'éclairement mais. Ils fournissent une « **vision scotopique** » ; une vision de nuit, floue, qui **n'en permet pas la vision colorée** ; ils interprètent mal les couleurs, et le maximum de sensibilité se situe pour une longueur d'onde légèrement inférieure (Tareb, 2005-2010). Un troisième type correspond à une vision « **mésopique** » qui permet une vision plus ou moins floue dans les conditions du ciel couvert.

Les **cônes** se trouvant principalement en partie centrale et notamment au centre même dans une petite concavité appelée **fovéa**, sont sensibles à la variation de la longueur d'onde et nécessitant un niveau d'éclairement plus élevé et des luminances aussi élevées- ils interprètent des signaux pour des luminances supérieures à 300 cd/m². Ils permettent la **vision du temps ensoleillé « vision photopique » ; nette, précise et colorée**, avec une sensibilité où le maximum se situe dans le jaune vert (0,55 μm). (Tiberguent, 2008).

Veitch (2001) propose d'approfondir le concept de qualité par l'étude de l'interaction entre occupant et environnement. Suite à une recension de la littérature, elle identifie **la visibilité** et la photobiologie⁶ comme étant les principaux processus médiateurs liant occupant et environnement. Elle note que la visibilité a une influence sur la perception de la qualité d'un éclairage et qu'il s'agit d'un processus bien maîtrisé par les spécialistes. Le confort de l'occupant dépend de la capacité d'un environnement lumineux à offrir de bonnes conditions pour **la visibilité** et des stimulations biologiques. Selon Veitch (2001), **une bonne visibilité** se définit par la présence **d'une quantité adéquate de lumière** permettant à l'occupant d'accomplir ses tâches, **une distribution uniforme de l'éclairage et de la luminance, l'absence d'éblouissement** et une **directivité**⁷ **de la lumière** permettant de bien découper les objets dans l'espace. Il importe de rappeler que, fort des constats formulés par Veitch (2001), seul le processus médiateur entre l'occupant et son environnement portant sur la visibilité, peut à ce jour être investigué de façon objective et concluante.

La **visibilité** est le degré de facilité avec lequel le détail critique est détecté et reconnu; la visibilité qui caractérise une tâche est déterminée par la visibilité du détail critique. D'une manière générale, la visibilité du détail critique dépend des facteurs suivants: **dimensions du détail à distinguer -ses dimensions angulaires-, forme du détail, temps d'observation disponible, luminance du détail et sa couleur, luminance d'adaptation, contraste de luminance entre le détail et le fond, contraste chromatique -son contraste par rapport au fond immédiat-, et la position du détail dans le champ visuel - dans le panorama visuel-, l'état du système visuel (âge de l'observateur),...etc.** Par exemple, dans un espace de travail, la visibilité de la tâche est utilisée pour relier la performance visuelle aux paramètres de l'éclairage sans tenir compte de l'attitude de l'observateur à l'égard de la tâche.

Les facteurs qui influencent la visibilité en général sont **le contraste de luminance et l'éclairage** de la zone de travail et des zones de déplacement ou de mouvement. Le niveau d'éclairage doit se situer entre certaines limites (de 200 à 2 000 lux) d'où une augmentation du niveau de l'éclairage améliore la visibilité, la vitesse et la précision d'exécution d'une tâche visuelle. Également, **l'orientation de la source**, dont un éclairage horizontal du plan de travail est généralement suffisant lorsqu'il existe peu d'obstacles à l'éclairage et un coefficient de réflexion des surfaces élevé. Mais si les tâches prédominantes s'effectuent dans un plan vertical ou si un obstacle perturbe l'éclairage, il faut orienter l'éclairage en conséquence.

⁶ La photobiologie; qui s'intéresse à l'impact de la lumière sur la biologie humaine, est un concept relativement nouveau dans le domaine de l'éclairage. Selon Veitch, la photobiologie aura très certainement un impact sur les futures recommandations relatives à l'éclairage naturel.

⁷ Tel que discuté par Madsen et Donn (2006), la combinaison des travaux de Frandsen (1989) et Cuttle (2003) pourrait aider à l'évaluation de la directivité de la lumière.

III.1.3.2. *Mécanisme de l'orientation visuelle:*

Une condition importante pour la perception de l'espace est notre faculté **d'orientation visuelle**. La base de l'orientation est déjà **physiologiquement** dans **l'œil**. Les caractéristiques énergétiques de la lumière (flux, intensité, luminance et éclairement énergétiques) sont transmises à l'œil qui devient *l'appareil de mesure*. Ses réponses ne sont ni linéaires, ni uniformes; elles dépendent, d'une part, de l'énergie émise par la source lumineuse et, d'autre part, des longueurs d'onde qui la composent (cf. annexe VIII).

La vision est parmi les cinq sens le plus sollicité dans les activités professionnelles. L'œil perçoit un très petit spectre parmi les radiations électromagnétiques, cette perception lui permet la reconnaissance des formes et des couleurs, et participe à l'évaluation du mouvement et des distances. **L'appréciation de la distance** est plus complexe dont plusieurs mécanismes interviennent alors: d'une part la déformation du cristallin pour la mise au point de l'image permet **l'évaluation de distances très courtes**, d'autre part la vision binoculaire par l'interprétation des différences entre les images reçues par chaque œil permet le positionnement relatif des objets dans le champ visuel alors que la convergence des yeux nous aide **à apprécier les distances** (cf. Approche écologique présentée ci-dessous). Finalement, c'est par un processus d'apprentissage que nous pouvons apprécier les distances à partir des tailles relatives des objets⁸ et des expériences antérieures. Le seul inconvénient est que ce système est peu fiable, surtout dans des espaces nouveaux ou d'échelle différente de la normale. Cet effet a été utilisé souvent en architecture pour produire des sensations particulières chez le spectateur ou l'utilisateur (TAREB, 2005).

Egalement, on y distingue trois niveaux de séparation dans un ordre cartésien. Le système d'orientation dont on se sert chaque jour avec les parties en opposition «**devant/derrière**» «**droite/gauche**» «**en haut/en bas**» n'est pas seulement une définition fixée par les êtres humains mais une disposition physiologiquement ancrée en nous. Notre mémoire de l'espace est soutenue par l'orientation cartésienne, comparable à une «carte géographique mentale».

III.1.3.3. *Champ de vision et «vision centrale/ périphérique»:*

Le champ visuel n'est pas circulaire, il est de 90° du côté temporal, de 60° du côté nasal, de 50° et 80° vers le haut et vers le bas. En temps normal, nos yeux sont animés d'un mouvement perpétuel faisant en sorte que la vision précise passe d'un objet à un autre, le champ visuel étant globalement contrôlé par la périphérie de la rétine.

⁸ Voir également, ci-dessous l'approche écologique (interprétation de la distance).

Les mouvements de la tête complètent les possibilités de perception visuelle de l'espace qui nous entoure, mais il reste toujours une zone postérieure imperceptible par la vue et qui nécessite l'aide de l'ouïe pour nous permettre de contrôler vraiment l'espace qui nous entoure.

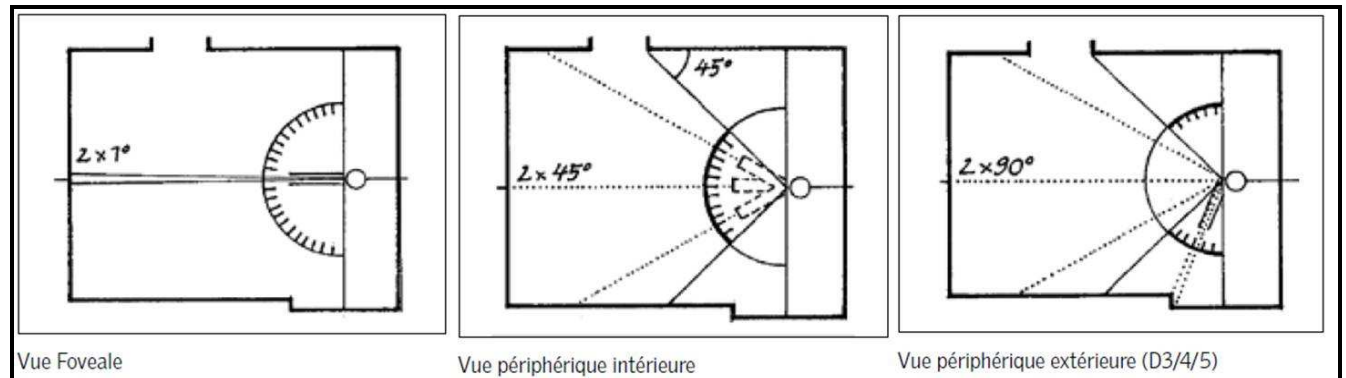


Figure III. 4. Les différents types de visions (centrale et périphérique). Source: (Berruto, 1996).

La position des objets qui nous entourent se définit par la vision en dirigeant la tête et les yeux vers ceux que nous observons. L'action des muscles informe le cerveau de la direction d'observation par rapport à notre corps à partir de l'expérience acquise et mémorisée. Une différenciation naturelle du récepteur visuel se traduit par une différence fonctionnelle entre la vision centrale et la vision périphérique.

III.1.3.3.1. *La «vision centrale ou fovéale»:*

La première zone englobe à la fois le champ central et l'entourage immédiat. L'œil humain a un **champ visuel** à peu près hémisphérique (2π stéradians), avec un angle solide central beaucoup plus petit pour la vision précise qui correspond en fait à la position de la cornée sur la rétine. Pour l'évaluation de **tâches visuelles**, la **vue fovéale**, voir dans une direction fixe sans bouger le regard dans un angle d'espace très serré de 1 à 2 degrés, présente un intérêt tout aussi important. Elle est désignée par **Ergorama** (V. Berruto, 1996) ou encore, D. Loe, quant à lui parle, de lumière de la tâche et lumière du bâtiment, correspondant au **micro-champ visuel** (celui de la tâche) (D. Loe, 1998).

La vision centrale (produite par la fovéa) possède à l'exploration de l'environnement lumineux, et recueille dans leur détail les informations relatives aux éléments du champ vers lesquels le mécanisme de la centration visuelle l'a dirigée (LAM, 1977). L'acuité visuelle caractérise la netteté de la vision, en fonction de la dimension des détails qui peuvent être perçus par l'œil à une distance donnée. Elle est à son maximum dans une très petite région de la rétine, appelée fovéa.

III.1.3.3.2. La «vision périphérique»:

La seconde zone inclut le reste du champ visuel. Aux limites extérieures du champ visuel, la vision devient floue, perdant rapidement la perception des formes et conservant par contre très bien la **perception des mouvements**. Bien que la **vue périphérique** sans bouger les yeux ne donne pas d'images nettes, elle est d'importance primordiale pour **l'orientation dans l'espace** et pour la détection précoce de dangers, étant donné que les images floues sont compensées, sous conditions pratiques, par des sauts de regard, dites saccades. (V. Berruto, 1996) désigne la seconde zone par **Panorama** et insère toutes les deux (**Ergorama** et **Panorama**) au sein d'une même image fish-eye à 180° (cf. Figure II.7).

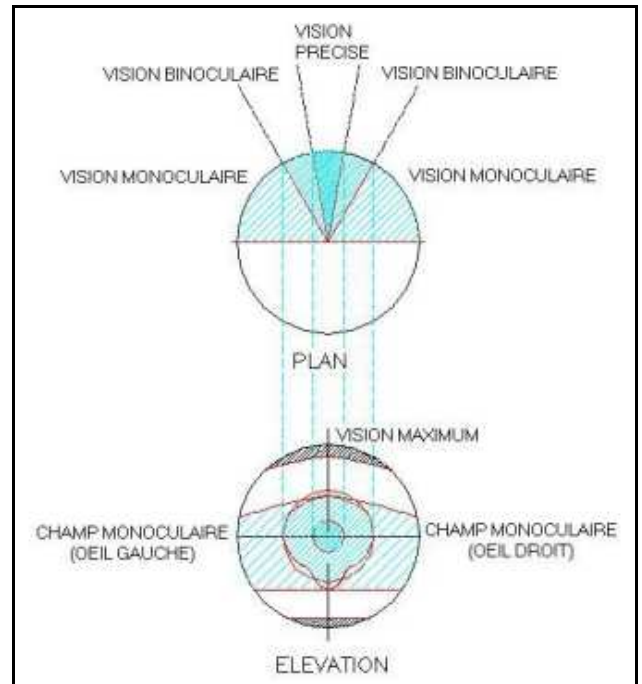


Figure III. 5. Plan et élévation du champ visuel. Source: (Tareb, 2010).

D. Loe (1998) parle, quant à lui, de lumière de la tâche et lumière du bâtiment, correspondant au **macro-champ visuel** (celui l'environnant) (BELAKEHAL, 2009). Simultanément, la vision périphérique (produite par le reste de la rétine) surveille le reste de l'environnement pour y déceler les changements dont la signification psychobiologique pourrait être de nature à réclamer l'attention de la vision centrale. Les **variables visuelles** sont divers; on peut considérer la position, forme, intensité, orientation, relief/ perspective, taille, couleur (teinte), transparence/ opacité, lumière, texture, mouvement,...etc (Roussel, 2008).

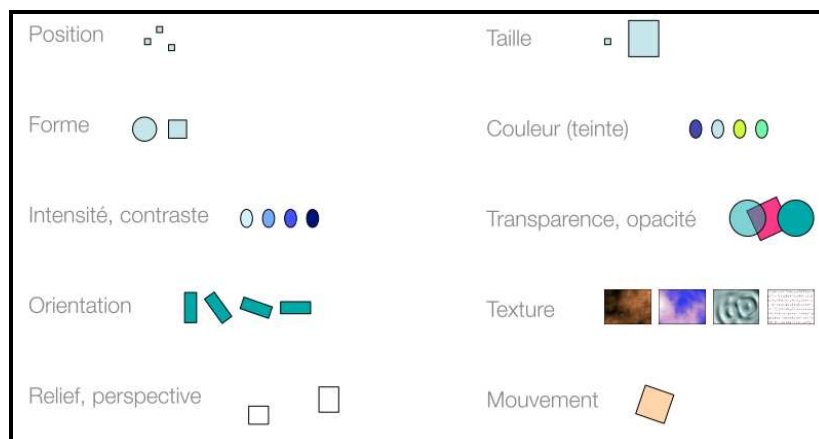


Figure III. 6. Les variables visuelles. Source: (Roussel, 2008).

Donc, dans son environnement visuel, l'œil recherche automatiquement les signaux porteurs d'une information présentant un rapport avec la satisfaction des besoins d'ordre psychologique ou fonctionnel, et tout «objet figural» possédant des caractéristiques (soit **lumineux**, soit en **mouvement rapide**, soit **fortement coloré**, ou **très contrasté**, ou encore **vigoureusement dessiné**, ou même ait présenté une combinaison de ces divers caractéristiques) tend à capter automatiquement l'attention visuelle.

III.1.4. Vision et phénomènes perceptifs:

Le système perceptif peut connaître la manifestation des phénomènes perceptifs qui peuvent aider à la détermination de sa perception de l'environnement et à l'identification de l'objet perçu tels que les phénomènes de constance perceptive, de centration visuelle et les phénomènes de l'adaptation visuelle. Mais aussi, des phénomènes de perturbation qui peuvent perturber notre attention perceptive. Dans la présente recherche, on s'intéresse principalement aux phénomènes suivants:

III.1.4.1. Les phénomènes de constance perceptive:

Les phénomènes de constance se traduisent par l'aptitude du cerveau à reconnaître un même objet lorsqu'il est vu sous des conditions différentes, et l'apprentissage permet à la mémoire associative d'ignorer celles d'entre les modifications affectant les stimuli qui ne sont dues qu'aux changements survenant dans l'éclairage ou dans le point de vue de l'observateur.

On dépend totalement des phénomènes de constance pour se diriger dans l'environnement construit ; c.à.d ces phénomènes de constance conditionnent la reconnaissance des formes et des objets, l'identification et l'évaluation de l'environnement ainsi que la faculté à s'orienter dans l'espace et le temps (Lam, 1977).

Par conséquent, il existe des phénomènes de constance pour chacun des aspects de la perception visuelle –constance de **taille** (cf. Expérience d'Ebenholtz et Rock pour égaliser des lignes), constance de **forme** (elle dérive ou découle de la constance de la taille) et de l'**orientation** (où le facteur important étant l'inclinaison), constance de la **position**, de la **luminosité**⁹ et constance des **couleurs**. Pour expliquer comment le cerveau construit-il, à partir de ces images variables, un monde visuel caractérisé par sa constance? Il y a deux explications à savoir la théorie des relations internes du stimulus¹⁰ et la théorie de la prise en compte¹¹ (Beaudry, 2001).

⁹ **Luminance**: intensité spécifique de la lumière reflétée par une surface et qui frappe l'œil; la puissance de la lumière réfléchi est fonction de la réflectance de la surface et de la quantité de lumière projetée dessus

¹⁰ **Théorie de la relation du stimulus**: c'est quand un rapport particulier de luminance existe au sein de surfaces proches, nous devons percevoir une couleur particulière dans le continuum blanc gris noir. En d'autres termes, lorsque

III.1.4.2. Le phénomène de l'adaptation visuelle:

La perception visuelle change au fur et à mesure qu'elle s'**adapte** à des conditions particulières. Il se produit quand, la présence de sources de lumière intenses dans le champ visuel, provoque la contraction de la pupille, réduise la quantité de lumière qui atteint la rétine (Lam, 1977). Ce phénomène d'adaptation influe profondément sur la perception des luminances¹².

La pupille joue dans le phénomène d'adaptation un rôle déterminant. La quantité de lumière qui pénètre dans l'œil dépend de l'ouverture du diaphragme pupillaire. Ainsi, le passage brusque de l'obscurité à la lumière déclenche la constriction réflexe de l'iris; la transition d'un environnement éclairé à l'obscurité provoque une dilatation réflexe de l'iris. Le diamètre de la pupille varie en fonction de l'intensité de la lumière mais aussi avec l'état du sujet.

Si le diamètre de la pupille augmente en situations émotionnelles, en état de stress et avec la charge mentale, il diminue en revanche avec la fatigue, la somnolence et dans la vision de près. Alors, ces phénomènes d'adaptation visuelle se manifestent avec la présence ou l'absence de la lumière dans l'environnement perçu.

Donc, il y a une adaptation à la lumière et autre à l'obscurité :

III.1.4.2.1. Adaptation à la lumière:

L'adaptation à la lumière est un processus plus rapide que l'adaptation à l'obscurité. Par opposition à l'adaptation à l'obscurité, elle se manifeste par une diminution de la sensibilité de la rétine aux stimuli visuels. Le passage brusque de l'obscurité à la lumière, un excès de luminance dans le champ visuel, des projecteurs ou des phares et des points lumineux dans l'espace visuel provoquent un éblouissement. Il peut être produit directement par une source lumineuse, ou indirectement par les réflexions de la lumière sur des surfaces qui se comportent comme un miroir.

l'éclairage général change, la luminance absolue des surfaces varient alors que les proportions de luminance entre les surfaces restent les mêmes, et ce sont ces proportions (ou rapports) qui guident la constance.

¹¹ **Théorie de la prise en compte:** le degré de luminance d'une région sur la rétine est enregistrée, et la quantité d'illumination est perçue; le système perceptif calcule (ou infère) alors la luminosité de la surface en prenant en compte l'éclairage.

¹² «*En présence d'une scène éclairée quelconque, la sensibilité de l'œil s'établit autour d'un niveau d'adaptation moyen. Ce processus équivaut à la détermination d'une "norme de référence", par rapport à laquelle les objets présentant une luminance plus élevée paraîtront "lumineux" tandis que ceux présentant une luminance moindre paraîtront "sombres". Par conséquent, l'aspect sombre ou lumineux que les objets prennent pour nous ne dépend pas seulement de leur luminance propre, mais aussi du niveau de notre adaptation visuelle. Si le niveau d'adaptation s'élève, les ombres paraissent plus sombres encore; s'il diminue (il suffit de masquer la fenêtre d'une main, par exemple), les ombres s'éclaircissent. Il en va de même pour les objets très éclairés. Ainsi, une surface ayant une luminance de 100 foot-lamberts présente une brillance apparente de 100 pour un œil adapté à cette luminance, mais cette même surface aurait une brillance apparente de 230 si le niveau de luminance auquel l'œil était adapté n'était que de dix foot-lamberts*» (Hopkinson, 1960).

L'éblouissement s'accompagne d'un affaiblissement des fonctions visuelles (diminution de l'acuité visuelle, de la vision des couleurs et du relief, rétrécissement du champ visuel...) suivi d'un temps de récupération plus ou moins prolongé selon les individus et selon leur âge. En d'autres termes, une résistance à l'éblouissement¹³ se manifeste par la rapidité de récupération des capacités visuelles après une courte exposition à une luminance excessive.

III.1.4.2.2. Adaptation à l'obscurité

C'est quand on passe d'un espace fortement illuminé à un espace obscur, les photorécepteurs qui étaient saturés de lumière au soleil ne peuvent pas capter tout de suite les photons présents en petit nombre dans l'espace obscur, il leur faut un temps d'adaptation aux nouvelles conditions environnementales (MASSAUX, 2009). Donc, c'est un processus lent d'augmentation de la sensibilité de la rétine. Après 25 minutes, l'œil s'est adapté à 80 %. L'adaptation complète nécessite presque une heure.

Donc, l'adaptation se traduit par des modifications de la sensibilité du système visuel aux variations d'intensité de la lumière. Heureusement, l'œil humain peut traiter l'information visuelle dans une grande gamme de luminances grâce à la capacité du système visuel à s'adapter aux variations d'intensité de la lumière ambiante.

III.1.4.3. Le mécanisme de la concentration visuelle:

Le mécanisme de sélection de la **centration visuelle** accorde plus d'importance au contenu informationnel du stimulus qu'à sa luminance propre (Lam, 1977). C'est un mécanisme qui s'active quand on concentre notre attention perceptive sur un objet ou une personne (qui forment la figure), sans se concentrer sur les données du contexte environnant même si sa luminance paraît plus importante que celle de l'objet qu'on veut percevoir (Lam, 1977).

Avec de telles conditions, une adaptation visuelle aux conditions lumineuses du fond trop éclairé est nécessaire. Au même temps, la centration de l'attention visuelle portera aussi sur la collecte des informations qui sont nécessaires pour **s'orienter physiquement**; ce qui peut expliquer le fait que la vision périphérique continue néanmoins d'enregistrer les données utiles relatives à cet fond, afin d'une part de fournir l'information contextuelle nécessaire à la classification attributive (l'identification) de l'objet (figure), et d'autre part de satisfaire le besoin constant d'information directionnelle (cf. annexe IX).

¹³ Une bonne résistance à l'éblouissement est exigée chez les routiers, pompiers, conducteurs de grue à tour et engins de chantier, acteurs (de théâtre, de cinéma, de T.V.), forgerons...

III.1.4.4. Le phénomène de perturbation de l'attention:

Ce phénomène dépend dans une large mesure de la **sensation d'inconfort** éprouvée par le sujet, mais pas totalement, car on peut se trouver dans une situation qui soit perturbante sans être réellement inconfortable. Dans un environnement visuel réalisant une situation de ce type, l'effet produit par les espaces perturbants peut être atténué par un certain accroissement du **niveau d'organisation** perçu (Lam, 1977).

Les perturbations affectant l'attention visuelle peuvent avoir un rapport soit avec **l'activité**, soit avec les **besoins psychobiologiques** d'informations, comme elles peuvent être provoquées par la **dominance des luminances ou des formes** (ces types sont détaillés dans l'annexe IX).

III.2. Les différentes approches et théories traitant la notion de visibilité:

Cette section correspond à une brève présentation des approches traitant les notions de visibilité et accessibilité visuelle. Cette présentation n'est pas exhaustive mais elle aide quand même à choisir parmi toutes ces approches présentées, celle qui convient le mieux pour résoudre notre problématique. Ci-dessous, on présente successivement l'approche de Jean Cousin, celle de Kevin Lynch, la Gestalt-theorie ou théorie de la forme, l'approche écologique et enfin, l'approche de la syntaxe spatiale.

III.2.1. Jean Cousin:

Dans son approche, Jean Cousin traite la notion de l'espace, et plus loin celle de la vision de l'espace tout en expliquant l'œil humain, la vision, le champ de vision; en schématisant ce qu'il appelle « ellipse de vision », ainsi que l'interprétation visuelle notamment dans son rapport direct avec l'expérience antérieure de l'observateur.

III.2.1.1. La notion d'espace:

Sur la base des recherches des psychologues et des anthropologues, Jean Cousin a énuméré et décrit dans ses études plusieurs cas de **sensations spatiales**. Il a emprunté directement l'idée de Michael Leonard selon laquelle les **trois axes dynamiques de référence de l'homme** -dont leurs suppression fait origine de la **boîte**- forment une croix à trois dimensions qu'il transporte partout avec lui, mais la déformation de ces axes, peut changer ce caractère; c-à-d à chaque fois qu'un axe est contrarié, il détermine **une possibilité de mouvement et de transition**. Cependant, en fonction de ces **trois axes dynamiques**, la conception et la définition de l'espace de Cousin; qui soit, **positif** –c'est-à-dire qu'il a généralement la qualité d'être **statique** correspondant à notre **bulle** et à son extension autour de nous, et qu'il devient une sorte de **coquille** dès qu'on se trouve à l'intérieur, là où on a l'impression d'être contenus, enfermés et limités- ou **négatif (dynamique)**, peut être une

référence dont l'architecte peut tirer profit et peut par conséquent, créer des espaces ambigus qui seront alternativement ressentis comme positifs ou négatifs, tout en sachant que ce caractère statique ou dynamique de la nature des espaces n'est pas toujours constant.

L'apport principal de Jean Cousin réside dans le fait qu'avec ces principes, il a montré plusieurs façons de provoquer des sensations spatiales en créant un espace dynamique et statique, sans indiquer la finalité des mouvements qui en découle. Ainsi, ses études et travaux ont participé dans la précision et l'évolution de la notion de l'espace. Cette dernière connaît un grand progrès en s'accordant à l'époque actuelle par rapport à une notion qui correspondait à des temps révolus (Moonki Shin, Georges Adamczyk, 2005).

III.2.1.2. *La vision de l'espace:*

Concernant la question de la vision de l'espace, Jean Cousin a abordé deux points qui lui semblent essentiels, qui sont:

III.2.1.2.1. *Œil, vision et interprétation visuelle:*

Cousin estime que plus de 40% des impressions sensorielles du cerveau sont dues à la vue, et précise le rôle de l'œil pour *recréer le monde à l'intérieur de notre cerveau*; que cela exige plusieurs centaines de coups d'œil répondant à plusieurs milliers de mouvements oculaires. Comme il rappelle le rôle du centre de la rétine; permettant une **vision précise** dans un champ très réduit, et de ce qui l'entoure permettant une véritable **conscience d'un monde**, d'un espace cent fois plus grand que la petite tache centrale.

Ainsi, il indique que le champ visuel gauche est «vu» par l'hémisphère droit du cerveau et vice versa, et que l'hémisphère droit a des aptitudes supérieures dans le domaine de **la vision et de la reconnaissance des formes**, et que la vision du champ visuel gauche est toujours plus rapide que celle du champ droit dont à l'intérieur du même champ visuel, l'objet le plus à gauche est perçu en premier. (cf. l'article « Un travail bien partagé » de Françoise Beck).

Cousin rappelle les trois phases « **physique, physiologique et psychologique** » constituant le processus de la vision mentionnées par Vasco Ronchi dans « Histoire de la lumière » (voir également le processus perceptif et ses trois phases –attributive, attente préperceptive et la composante affective de la perception- présenté par Lam (1977), cf. annexe IX). La lumière et la couleur existent dans la phase psychologique où elles présentent des entités exclusivement et absolument subjectives; ce qui explique qu'elles ne peuvent entrer dans le domaine de la physique.

Selon Cousin, la vision joue un rôle prépondérant du fait qu'elle, **renforce l'existence des trois axes de références** et de notre **bulle**, comme elle permet, **la création de limites physiques précises et successives** le long de l'échelle des distances, et tel un amplificateur, elle permet **l'identification du moi** avec les limites visibles de l'espace physique.

L'interprétation **visuelle** doit faire appel à un grand nombre d'**expériences antérieures** pour donner une **signification** regroupant tous les renseignements emmagasinés dans le cerveau. Donc, pour Cousin (1980) « *La vision est la capacité de tirer une signification débordant d'autant plus le cadre de la stimulation que l'expérience antérieure a fourni des renseignements sur l'objet observé* ». Enfin, « *Chaque être humain, normalement constitué, transforme les signaux visuels qu'il reçoit de l'extérieur en entités structurées et significatives. Sans la transformation perceptuelle de ses réactions sensorielles sous forme d'objets dans l'espace, l'homme ne peut s'orienter.* »

Sans l'organisation de son environnement physique en accord avec ces formes, il ne peut survivre. Sa capacité de structurer son environnement en accord avec ses besoins, c'est-à-dire son habileté à élaborer un rapport avec son monde, détermine la qualité de sa vie » (Education de la vision, Introduction, par Gyorgy Kepes).

III.2.1.2.2. L'ellipse de vision:

L'homme voit horizontalement suivant un angle plus ouvert que verticalement dont le rapport est sensiblement constant: de 1.20 à 1.73. L'ellipse de vision est déterminée par les proportions suivantes: des angles de 54° horizontalement et de 37° verticalement, cela est variable d'un individu à l'autre. Ainsi suivant l'anatomie de chaque personne, et par rapport à un **plan horizontal** passant par nos yeux, les angles seront: 23° vers le bas et 14° vers le haut. Ces angles sont un peu différents des données ergonomiques car Jean Cousin a simplement réduit les amplitudes en adoptant les angles balayés le plus fréquemment sans effort.

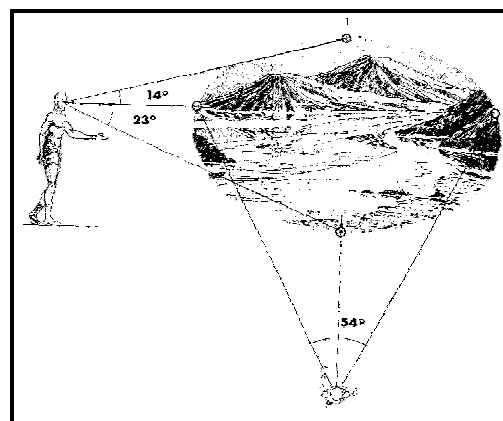


Figure III. 7. L'ellipse de vision. Source: (Cousin, 1980).

L'existence de **l'ellipse de vision** permet **d'apprécier les espaces** d'une manière bien particulière; l'apparence des espaces est conditionnée par cette ellipse de vision et les impressions ressenties en dépendent.

Cousin rappelle que l'environnement qui se présente à notre vue, et qui peut être en contradiction avec l'existence de notre bulle, de nos sensations et de nos trois axes de références, peut provoquer notre vision à infirmer cette existence. L'interaction de trois paramètres fondamentaux (notre **vision, orientation dynamique et manière de nous projeter dans l'espace** -notre bulle-) conditionne et peut varier notre sentiment global d'un environnement donné (Cousin Jean, 1980).

III.2.2. Kevin Lynch:

La démarche suivie par Lynch met l'accent d'un côté, sur la **dimension visuelle des perceptions** des structures urbaines dont le point de départ de sa recherche s'articule autour de la **question de l'orientation** (The image of the city, 1960). En d'autres termes, Lynch étudie la **qualité visuelle** de la ville américaine, via ses **représentations mentales** de cette ville chez ses habitants. D'un autre côté, la **lisibilité (clarté apparente)** du paysage urbain¹⁴.

Dans la section ci-dessous, on présente des concepts et notions importants introduits par Kevin Lynch qui sont: «lisibilité / imagibilité et cartes mentales».

III.2.2.1. «Lisibilité / Imagibilité»:

Lynch comporte spécialement son attention sur une **qualité visuelle particulière; la clarté apparente** ou «**lisibilité**» du paysage urbain qui est cruciale pour reconstruire harmonieusement les villes; pour composer une ville. La lisibilité devient essentielle lorsqu'on se place à l'échelle de la ville, du point de vue de la taille, de la durée et de la complexité, pour examiner l'environnement.

Cependant, Lynch considère qu'une **ville lisible** est celle dont les éléments de la ville (les quartiers, les points de repères ou les voies) peuvent être **facilement identifiables** (reconnaissables) **et aisément organisés et combinés en un schéma cohérent d'ensemble**, permettant un **déplacement facile et rapide** dans celle-ci, facilitant **l'orientation**, et servant ainsi de base au **développement individuel** -trame de référence- (sécurité émotionnelle) mais jouant aussi un **rôle social**; car le désordre, la désorientation ou perte sont toujours accompagnés par la sensation d'anxiété, et suscitent peur, danger et même de terreur.

Pour un objet physique, l'**imagibilité** est «*La qualité qu'à un objet de produire une image*¹⁵ *mentale chez l'observateur*» (Lynch, 1976).

¹⁴ Kevin Lynch 1918-1984. Lynch est un architecte américain, et un urbaniste de formation (Yale), enseignant au MIT. Ces pratiques sont en matière d'urbanisme et design urbain. Parmi ses œuvres, on cite: «The Image of the City», 1960, MIT Press, Cambridge, MA, «What Time is this Place», 1972, MIT Press, Cambridge, MA, et «Good City Form», 1981, MIT Press, Cambridge, MA.

¹⁵ Il définit « l'image » en ces termes: « *il semble que pour n'importe quelle ville donnée il existe une image collective qui est l'enveloppe d'un grand nombre d'images individuelles. Ou peut-être y a-t-il une série d'images collectives*

La création d'images mentales de l'environnement vivement **identifiées**, puissamment **structurées** et d'une grande **utilité**¹⁶ est facilitée par la forme, la couleur ou la disposition. En effet, Lynch considère qu'une ville ayant une «**forte imagibilité; apparence**¹⁷, **lisibilité** ou **visibilité**»¹⁸, devrait apparaître comme **bien formée, distincte, remarquable**; elle devrait inciter l'œil et l'oreille à augmenter leur attention et leur participation. Vu que **l'image se produit par les sensations immédiates et le souvenir de l'expérience passée, et se développe suivant un processus de va-et-vient entre l'observateur et l'objet observé**, on peut donc, la renforcer soit en utilisant des moyens symboliques -des symboles, des souvenirs collectifs, prête vie aux grands mythes collectifs (ex: le souvenir de la ville natale)-, soit en rééduquant celui qui la perçoit «en suivant un processus interne d'apprentissage», soit en refaçonnant son environnement «en agissant sur la forme physique externe ». Les conditions de l'image claire sont que l'observateur doit jouer un rôle actif dans la perception du monde et avoir une participation créatrice au développement de son image.

III.2.2.2. La notion de «carte mentale»:

Chez les anglo-saxons, SHEMYAKIN (1962) a introduit l'idée de «**mental Map**», mais déjà en 1913, l'idée que les individus avaient une image comme une carte de leur environnement dans la tête était apparue chez TROWBRIDGE qui parlait de «**imagery maps**». C'est essentiellement avec les travaux de LYNCH que la notion de « Carte mentale » fut utilisée, adoptée et considérée comme un **outil expérimental** intéressant.

Par la suite, la terminologie s'est développée dans les différentes disciplines qui sont en rapport direct ou indirect avec l'environnement (géographie, urbanisme, architecture, sociologie, psychologie...mais aussi les neurosciences).

correspondant chacune à un groupe nombreux de citoyens. De telles images de groupe sont nécessaires à tout individu qui doit agir efficacement dans son milieu, et agir en commun avec ses compagnons. Chaque représentation individuelle est unique, une partie de son contenu n'est que rarement, ou jamais, communiquée et pourtant elle rejoint l'image collective, qui, suivant l'environnement est plus ou moins contraignante, plus ou moins enveloppante » (Lynch, 1960).

¹⁶ **Les composantes de l'image de l'environnement** sont: l'**identité** -identification de l'objet, reconnaissance comme identité séparée-, la **structure** -relation spatiale ou paradigmatique de l'objet avec l'observateur et les autres objets-, et la **signification** -l'objet doit avoir une signification pratique ou émotive pour l'observateur-. Prenant l'exemple de **la porte**; comme entité distincte, avec sa relation spatiale avec l'observateur et sa signification comme «trou pour sortir».

¹⁷ Il y a cinquante ans, Stern traitait de cette qualité d'un objet d'art et l'appelait «**apparence**». Bien que ce ne soit pas le seul but de l'art, il avait pressenti qu'une de ses deux fonctions principales est «de créer des images qui par la clarté et l'harmonie de leur forme, satisfassent ce besoin d'une apparence vivement compréhensible».

¹⁸ Ces appellations sont prises dans un sens élargi de qualité des objets qui ont non seulement la possibilité d'être vus, mais aussi l'aptitude à se présenter aux sens d'une manière aiguë et intense.

Cette notion a été définie par plusieurs auteurs, parmi eux, **Kevin Lynch** qui a pu démontrer, avec l'exemple urbain, qu'il existait une «image collective¹⁹ de la ville». Les habitants structurent et identifient leur milieu; ils se dotent d'une image de leur environnement, c'est-à-dire d'une **représentation mentale généralisée** de son monde physique extérieur.

En effet, les **images collectives** sont des **représentations mentales communes** à de grandes quantités d'habitants d'une ville, zones d'accord que l'on voit lorsqu'il y a interaction entre: une **même réalité physique**, une **culture commune** et une **nature physiologique identique**. L'idée d'une «**image collective**» qui intéresse les urbanistes fait référence à la communication interindividuelle.

III.2.3. La théorie de la forme «Gestalt théorie»:

De nos jours, la théorie de Gestalt ou «la théorie de la forme» est très connue comme une théorie faisant une des branches de la psychologie de la perception, traitant la question de la perception des formes.

III.2.3.1. Rapports perceptuels :

La perception des formes selon la théorie de Gestalt doit se conjuguer à travers des rapports perceptuels, établis pour aider à la bonne perception et compréhension de l'environnement. Ces rapports traitent des dualités et des rapports perceptifs conflictuels quant à la perception visuelle. On peut résumer ces rapports dans les points suivants:

- **Rapport perception / sensation:** La perception ne peut se réduire à quelque chose d'atomiste car elle ne correspond pas à une sensation élémentaire. Ce qu'on perçoit serait des configurations globales construites à partir des éléments qui les composent, on considère donc que la sensation n'existe pas comme réalité psychologique (Colliot, 2010). Les perceptions sont perçues comme correspondant à des expériences globales -le globalisme est une caractéristique principale de la théorie de Gestalt-. Ce qui est primitif sur le plan de la conséquence c'est la constance perceptive.
- **Rapport parties / tout:** les perceptions sont conçues comme innées -l'innéisme-, le tout est différent de la somme de ses parties dont la forme est le critère principal pour identifier ce que l'on voit. De ce fait, la position originale des psychologues étant que «les parties sont automatiquement appréhendées à partir du tout, du contexte global» (GAPENNE et ROVIRA, 1999).

¹⁹ Chaque individu crée et porte en lui sa propre image mais il semble qu'il y ait une grande concordance entre les membres d'un même groupe.

Cette théorie souligne aussi que «une partie dans un tout est autre chose que cette même partie isolée ou incluse dans un autre tout - puisqu'elle tire des propriétés particulières de sa place et de sa fonction dans chacun d'entre eux.

- **Rapport organisation / ségrégation perceptive:** «*L'organisation perceptive désigne la structuration initiale des données visuelles, c'est-à-dire une condition préalable à l'identification des formes*» (Colliot, 2010). La perception des formes renvoie à une **organisation** de l'environnement désignée sous le terme de **ségrégation perceptive** qui permet l'**identification** d'objets isolés (Colliot, 2010). «*Nous voyons les choses, nous ne voyons pas les trous qui les séparent*» (Guillaume, 1937).
- **Rapport fond / figure:** La **ségrégation perceptive** permet de déterminer ce qui va être identifié comme **figure** ou comme **fond**. En effet, plusieurs **lois** ou **principes d'organisation** perceptive ont été établis permettant la signification et l'identification des objets de l'environnement. Le **phénomène (figure/ fond)** peut être considéré comme fondamental pour la **perception visuelle** dont une loi dit qu'un fond, pour être perçu comme tel, doit avoir une extension «infini» par rapport à la figure (Meiss, 1986). Les **conflits perceptifs** entre la figure et le fond sont encore plus sensibles lorsque les formes de la figure reproduisent identiquement celles du fond (Shepard, 1992) (Voir en ligne: http://fr.wikipedia.org/wiki/Psychologie_de_la_forme).

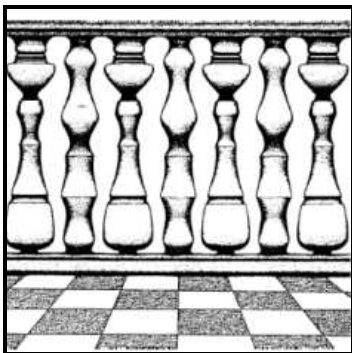


Figure III. 8. La figure réversible.
Source: (Shepard, 1990).

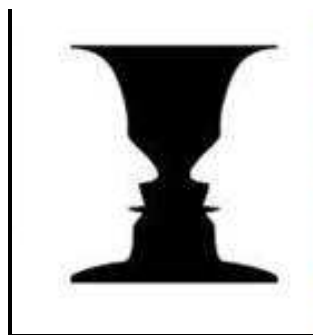


Figure III. 9. La ségrégation figure/ fond. Figure réversible; Vase/ profils Rubin. Source: (LAM, 1977).

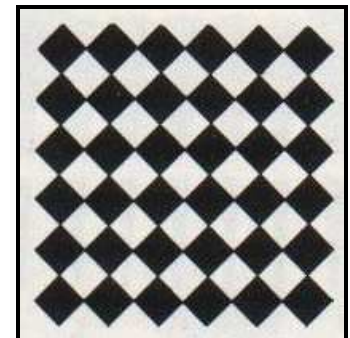


Figure III. 10. Figure semblable au fond. Source: (LAM, 1977).

III.2.3.2. problèmes perceptifs et lois d'organisation perceptive :

La théorie de Gestalt a réglée des problèmes et des conflits perceptifs liés principalement aux capacités oculaires, aux caractéristiques de l'environnement perçu et au caractère inné et globalisant et structurant²⁰ de la perception. Parmi ces problèmes, le problème des figures réversibles qui peut être lié au rapport fond / figure (Shepard, 1990), ainsi que le problème des

²⁰ La caractéristique du structuralisme, aujourd'hui, Livingston et Aubet ont montré qu'il existe plusieurs zones différentes selon les fonctions (Meiss, 1986).

figures illusoirs « notion d'illusion optique liée à la perception de la taille, à la perception du mouvement, les illusions de contours et les phénomènes de complétion, l'illusion de Panzo,... » (cf. annexe XI). Pour régler ces problèmes, les gestaltistes ont mis en évidence un ensemble de règles et de lois pour la vision. Parmi ces règles, une règle définissant la notion du contour comme étant une discontinuité lumineuse créant un contraste, il sert à définir les détails internes des objets, délimiter des ombrages ou des reliefs et représenter des arrêtes ou des coins...etc (Gapenne et Rovira, 1999). Il a une «fonction unilatérale» du fait qu'il appartient à la figure pas au fond, notamment avec la possibilité de produire des formes «subjectives», « illusoirs» ou «cognitives» (Kanizsa, 1979- 1997).

La perception d'un objet se résume en gros à la **perception du contour**²¹ qui le délimite. Ce contour est défini comme **“la région très étroite qui sépare une surface (un objet) d'une autre surface (ou d'un autre objet)”** (Barais, 1998). Pendant le processus perceptif, suivant l'expérience antérieure, le système visuel -avec un caractère inné selon les gestaltistes²²-, a souvent l'intention de grouper les objets situant dans le champ visuel présentant des ressemblances et similitudes de formes de tailles de luminances, de couleurs, aussi suivant leurs positions (proximité),...toute en attribuant à cette organisation perceptive une signification (Lam, 1977).

Les gestaltistes pensent que les perceptions s'organisent en formes significatives où les éléments contribuent à donner du sens au tout (Gapenne et Rovira, 1999). Suivant une telle attitude, cette théorie se base donc, sur un certain nombre de lois de la vision et des principes pour l'organisation perceptive dont il y a le principe de proximité, de similitude; similarité ou ressemblance, de fermeture; clôture, de regroupement ou loi de complétude, le principe de bonne forme, de bonne continuation ou la loi de continuité, le principe du destin ou du sort commun, et le principe de taille relative d'environnement, d'orientation et de symétrie (cf. annexe XI).

²¹ Shepard (1992) dit que *«Notre expérience visuelle est le produit de principes déductifs extrêmement complexes et profondément enracinés, opérant à un niveau de notre système visuel qui est tout à fait inaccessible à l'introspection consciente, et reste hors de notre contrôle».*

²² La caractéristique du caractère inné dans la perception (problème des sens et des relations entre **perception** et **signification**) où les auteurs s'expliquent en disant que c'est toujours **l'organisation perceptive** qui précède la signification, tandis qu'on sait qu'on perçoit mieux les objets s'ils ont une signification que s'ils n'en n'ont pas, donc c'est **différent de l'inné** (Meiss, 1986).

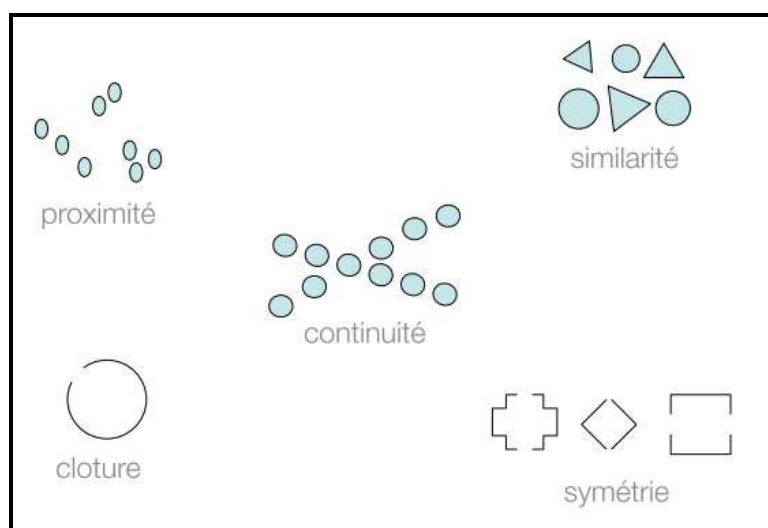


Figure III. 11. Les lois et principes de l'organisation perceptive. Source: (Roussel, 2008).

III.2.4. L'approche écologique de perception:

Selon Gibson, le nom d'approche **écologique** est inspiré du fait qu'on ne peut expliquer la perception que dans la relation de l'animal avec son environnement. La théorie écologique est une théorie **globaliste**²³; on conçoit la perception comme un processus global qui se base sur le concept de **perception directe**. Elle est aussi une **théorie structuraliste**; elle accorde un rôle essentiel à la stimulation, et enfin une théorie **innéiste**.

III.2.4.1. La perception en rapport direct avec l'environnement:

L'approche écologique représentée par James Gibson (1979) décrit la perception comme un traitement direct d'indices « les contrastes, les formes, les textures, les couleurs » présents dans l'environnement qui informent directement le sujet sur les caractéristiques de l'objet perçu (profondeur, distance, densité).

Pour Gibson²⁴, toutes les informations nécessaires à la perception sont présentes dans l'environnement. L'ensemble des indices et leurs rapports respectifs participent à l'identification de l'objet qui n'existe que dans et par son contexte, l'environnement, qui organise la perception. Par conséquent, le sujet (l'être) va détecter l'information qui ne varie pas (les invariants) et qui, de ce fait, va immédiatement organiser sa perception.

²³ La perception correspond à une **expérience globale**. Les gradients de densité de texture sont ce qui correspond au changement graduel de la densité de la texture. Selon Gibson, le changement de densité de texture va spécifier la disposition des surfaces dans l'environnement. Les gradients de texture des surfaces pourraient nous fournir des informations sur un certain nombre de caractéristiques de ces surfaces, l'inclinaison des surfaces, surface planes ou courbes, proches ou lointaines.

²⁴ Gibson fonde son analyse de la perception sur les rapports entre l'animal et l'environnement.

L'approche écologique²⁵ ne comprend l'être humain qu'à travers la relation **environnement-comportement** selon un schéma auto-organisationnel. Elle regroupe deux courants qui se rejoignent: la **théorie de la perception directe** (Gibson, 1979), dont l'influence de la théorie directe de la forme, Gestalt qui étudie les phénomènes dans leur totalité, (Koffia, 1937); et la **théorie dynamique du contrôle moteur** (Bernstein, 1967; Kelso, 1981). Ces deux théories sont construites à partir d'une remise en cause systématique des postulats de base de l'approche cognitive. Selon les hypothèses écologiques, on trouve un **rejet de la théorie cognitiviste de la perception visuelle**.

La perception de l'environnement ne nécessite pas de traitement de l'information ou encore une reconstruction sous forme de représentation, et une **remise en cause du rôle de la mémoire dans la production de l'action**; elle n'est pas nécessaire pour accéder aux informations et pour la production et la régulation de l'action. En outre, Gibson, tout comme les gestaltistes, refuse la distinction entre **sensation et perception**²⁶ comme entité psychologique, comme il refuse d'étudier la perception à partir de situations artificielles où l'on présente des stimuli hors de leurs contextes, car il pense que la **perception correspond à une expérience directe et globale** où toutes les perceptions se feraient directement sans avoir recours à des processus cognitifs intermédiaires; sans il y a besoin de prendre en compte la mémoire, et le sujet ne doit jamais comparer un percept à quelque chose stocké en mémoire. Notre **perception directe**, toutes les perceptions se feraient directement. La perception est active et non passive: «Percevoir est un acte d'attention, pas une impression spontanée» (Gibson, 1979).

III.2.4.2. *Vision et principes de la perception visuelle:*

Dans l'approche écologique; «*Nous sommes dits que la vision dépend de l'œil, qui est relié au cerveau. Je proposerai que la vision normale dépende des yeux dans la tête sur un corps soutenu par la terre, le cerveau étant seulement l'organe central d'un système visuel complet*»

²⁵ L'**approche écologique** est une rupture et une remise en cause systématique du **cognitivisme** ou le **béhaviorisme** C'est une opposition radicale, forte, qui a tourné dans une forme de conflit prouvant l'incompatibilité des deux approches du traitement de l'information. Ce qui est principalement reproché à l'approche cognitive, c'est que cette dernière ne prend pas finalement assez en compte la motricité et que ces explications semblent nettement trop difficiles à gérer par le cortex qui est selon les cognitivistes proche du fonctionnement d'un ordinateur.

²⁶ Dans les modèles traditionnels de la perception, tout commence par les sensations. Ces dernières sont traitées en fonction des souvenirs et des modèles mentaux de la réalité. Ainsi le tout résulte en une **représentation symbolique** du monde.

(Gibson, 1979). Gibson, intéressé par la perception, dans sa théorie, considère que la vision²⁷ nous permette de percevoir directement nos environnements et leurs affordances.

Gibson fait deux distinctions principales. D'un côté, une **distinction entre le champ visuel et le monde visuel**; dans ce dernier, contrairement à notre champ visuel, on interprète le recouvrement des objets: c'est une vision objective²⁸. Il distingue, dans la perception du **monde visuel**, deux problèmes qu'il faut abordé séparément qui sont: la perception du monde réel ou spatial, et la perception du monde des objets utiles ou signifiants dans lequel on se trouve ordinairement. D'un autre côté une **distinction entre stimulus distal et stimulus proximal**. La notion de **perception directe** considère que l'on passe de l'**objet (stimulus distal)** au **perceptif (stimulus proximal)** sans avoir recours à des processus cognitifs intermédiaires (sans stimulus intermédiaire).

Le stimulus distal correspondrait à l'objet lui-même mais auquel on n'a jamais accès directement. Le stimulus proximal excite les récepteurs sensoriels, c'est-à-dire ce sont les ondes lumineuses qui se réfléchissent sur l'objet et qui viennent exciter l'œil, on a accès directement et permet d'avoir de l'information sur le stimulus distal. Pour Gibson, au contraire, rien ne se perd entre le stimulus distal et le stimulus proximal; la théorie écologique accorde un rôle essentiel au stimulus, elle est **structuraliste**.

Les **informations fournies par la perception visuelle** sont de deux types soit **extéro-spécifiques** ou **extéroceptives**; concernent l'environnement, soit **proprio-spécifiques** ou **proprio-ceptives**; concernent l'animal lui-même.

Les **informations sur l'observateur** sont aussi de deux types qui sont **l'animal**²⁹ et **le champ optique ambiant**. Selon Gibson, ces informations sont **perçues directement**. Gibson parle d'**information pickup** ou information collectée du fait que l'information n'est pas stockée en mémoire sous forme d'une image puisqu'elle est toujours disponible directement dans le monde.

²⁷ Notre vision est structurée en fonction de nos interactions avec l'environnement (Nicolas Roussel, 2008).

²⁸ De plus il semblerait, selon **Piaget**²⁸, que la conscience d'un domaine limité, fermé, mais vu de l'extérieur, amène l'enfant à lui donner le caractère d'objet: « il est soit dedans et s'identifie avec lui, soit dehors et il se trouve en relation avec lui » (Cousin Jean, 1980).

²⁹ **L'animal** est un objet du monde et à ce titre il peut être perçu comme toutes les surfaces de l'environnement. Le corps de l'animal cache le sol ou d'autres objets. Il est particulièrement intéressant de remarquer que le «soi» occupe les bords du «champ visuel». En effet, le visage, le nez, entourent les yeux et cela constitue un des nombreux invariants de la perception visuelle.

La théorie de la perception visuelle de **Gibson** s'articule autour de **deux concepts** principaux:

III.2.4.2.1. *Le champ optique ambiant:*

En quelque sorte une version améliorée de la notion de **champ de vision**, qui représente **l'ensemble des rayons lumineux convergeant au point d'observation où se situe l'animal**. Le champ optique ambiant fournit un des types **d'informations proprio-spécifiques**, il change en fonction des mouvements du point d'observation.

La vision renseigne sur les mouvements de l'animal et le rôle du système perceptif visuel est d'extraire les informations présentes dans le monde. De ce fait, percevoir, pour la vision, c'est donc percevoir la structure du champ optique ambiant.

On ne perçoit pas une succession d'images sur lesquels on peut effectuer des traitements, mais on perçoit directement les **invariants de la structure du champ optique**. Cette structure **varie en fonction des déplacements de l'observateur ou des objets de l'environnement**.

III.2.4.2.1.1. *L'occlusion et les arrêtes occlusives:*

Parmi les principes de base de la perception visuelle de l'approche écologique, on peut citer « la perception directe due à une théorie globaliste », l'occlusion et les arrêtes occlusives.

L'environnement contient de nombreux objets dont la surface ne laisse généralement pas passer la lumière; il existe des surfaces transparentes mais elles sont assez rares dans la nature. À un point d'observation donnée, certaines surfaces sont **visibles**; la lumière qu'elles reflètent est projetée au point d'observation, tandis que le reste des surfaces est hors de vue (**invisibles**).

Gibson parle d'**occlusion** dont une **surface occluse** ou *occluded surface* est une surface qui n'est pas visible à un instant et une position donnés. Généralement, lorsque l'observateur se déplace, certaines surfaces occluses apparaissent et certaines surfaces visibles deviennent occluses. Les surfaces occluses à un point d'observation donné ne le seront pas depuis un autre point de vue.

L'occlusion est de plus réversible ; si un déplacement provoque l'occlusion de certaines surfaces et l'apparition d'autres, le mouvement inverse permet de retrouver le point de vue d'origine, les surfaces qui étaient occluses le sont à nouveau, de même que les surfaces qui étaient visibles réapparaissent. C'est le principe de «**l'occlusion réversible**»; qui découle de la réversibilité de l'espace. Il est à noter que le logiciel Depthmap (théorie de la syntaxe spatiale) calcul automatiquement cette propriété d'occlusivité à partir d'une analyse d'un isoviste donné (cf. chapitre quatre).

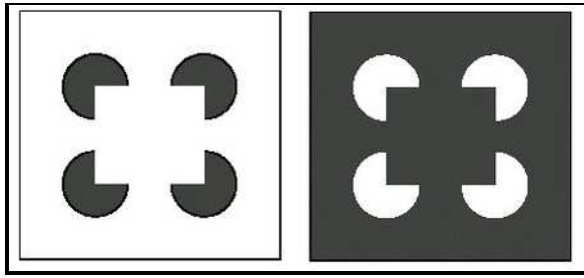


Figure III. 12. Le carré de Kanizsa. Cette figure illustre le phénomène de complétion. Le cerveau nous fait percevoir un carré qui n'existe pas !
Source: (Barais, 1998).

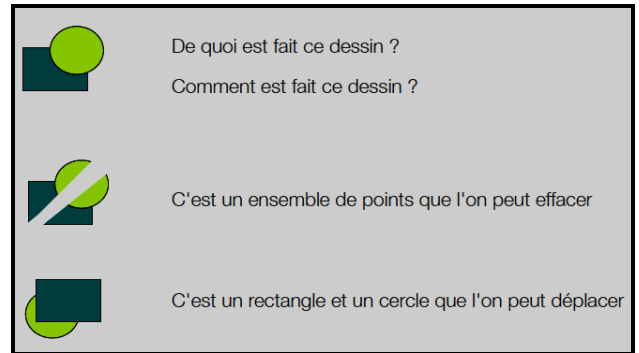


Figure III. 13. Le principe d'occultation.
Source: (Barais, 1998).

La limite d'une **surface occlusive** -une surface qui en cache une autre- est une **arrête occlusive**. Une arrête est la limite entre deux surfaces. Les deux surfaces peuvent être en contact, dans ce cas l'arrête représente un coin, une jonction entre deux surfaces.

Sinon (si elles ne sont pas en contact), il s'agit d'une arrête occlusive. *Une arrête occlusive est donc la séparation, dans le champ optique ambiant, entre deux surfaces dont l'une est cachée derrière l'autre.* Si on considère un point d'observation mobile, deux types d'arêtes (**jonction** ou **occlusion**) peuvent être différenciés.

- **Le cas d'une arrête occlusive:** La disposition des deux surfaces l'une par rapport à l'autre change; la surface qui est derrière l'arrête occlusive se dévoile ou se cache progressivement derrière l'autre surface.
- **Le cas d'une jonction:** Les deux surfaces, la disposition des surfaces ne change pas lorsque le point de vue se déplace. L'horizon est une arrête occlusive pour les astres et les objets qui deviennent trop distants pour être perçus. Les limites du champ visuel se comportent également, d'une certaine manière, comme des arrêtes occlusives.
- **Le cas d'une auto-occlusion:** Lorsqu'un objet se trouve dans le champ de vision d'un observateur, seules les surfaces qui lui font face sont visibles, tandis que les surfaces qui se trouvent derrière sont occluses.

Quand aucun objet n'est intégralement visible; une partie de l'objet est toujours cachée derrière l'objet lui-même; c'est l'auto-occlusion. Si l'observateur se déplace et tourne autour de l'objet, les surfaces qui étaient devant (visibles) se retrouvent derrière (invisibles) et vice versa. Les surfaces cachées et visibles sont interchangeables; en changeant de point d'observation.

L'approche écologique éclaire le problème de la perception selon un angle nouveau³⁰. La perception n'est pas un acte figé dans le temps ou dans l'espace d'où la différence entre le stimulus (la lumière) et les informations pour la perception (la structure du champ optique ambiant). Gibson écrit «L'environnement vu à ce moment ne constitue pas l'environnement qui est vu, pas plus que ne le fait l'environnement vu de ce point».

En effet, le point d'observation n'est pas fixe (il s'agit d'un cas limite) mais mobile et la perception ne représente pas une succession de points mais un flux. Les changements dans ce flux mettent en évidence des **invariants de structure**. **La perception émerge grâce au mouvement.**

La description écologique du monde peut être utilisée pour comprendre comment les **variations** et **invariants** de cette structure sont perçus. Cependant, Gibson dit que la perception va consister à détecter les **invariants** -informations qui ne changent pas- qui spécifient les propriétés des objets, et les **variations du flux optique** qui sont produites soit **par les objets** (ex., recouvrement de certaines parties de la texture lorsque les objets se déplacent), soit par **le mouvement de l'observateur lui-même**; c'est-à-dire qu'on sait que dans une situation de perception c'est tout l'individu qui perçoit. Cette perception active de l'observateur va permettre de transformer le flux optique et cela donne des informations à l'observateur sur deux choses, d'un côté sur **son mouvement par rapport à l'environnement**, d'un autre côté, sur **l'agencement des objets dans l'environnement**. Le sujet doit introduire du changement pour voir ce qui ne change pas (les invariants).

III.2.4.2.1.2. Invariants pour la perception visuelle:

Parmi les exemples d'invariants pour la perception visuelle, on va traiter deux phénomènes (accrétion / délétion) et (magnification / minification) qui semble essentiels pour l'approche écologique.

³⁰ Selon l'approche traditionnelle, la perception est possible par l'intermédiaire d'une représentation mentale. Le rôle de l'œil est de transmettre au cerveau les informations concernant le monde sous forme d'une image mentale en 2 dimensions. Le cerveau effectue ensuite des traitements, des «computations», sur cette représentation. L'œil agit comme une caméra dont la rétine serait la pellicule, et le cerveau comme un ordinateur analysant les données provenant de la caméra. La **perception de la profondeur**, selon cette approche, est un véritable problème. Différents indices seraient fournis par l'image en deux dimensions et par la vision binoculaire. Dans cette approche, la perception est dite **indirecte**. Cette notion de représentation mentale est assez problématique, notamment parce qu'elle déplace le problème de la perception sans vraiment l'expliquer: si une image mentale est utilisée, comment est perçue cette image mentale ? Selon Gibson, cette approche classique est fortement inspirée de l'importance de l'image dans notre société et dans notre conception du monde mais ne correspond pas à la façon dont le monde est réellement perçu.

a. *Phénomène d'accrétion/délétion:*

C'est une **perturbation dans le champ optique ambiant qui intervient au niveau de l'arrêt occlusif**; là que ce passe le changement. Gibson décrit cette perturbation comme une **décrémentation progressive des composants de la structure** ou **délétion** lorsque la surface disparaît, ou l'inverse, une **incrémentation progressive des composants de la structure** ou **accrétion** lorsque la surface apparaît. Cette perturbation concerne la surface qui est couverte, et non celle qui couvre. Pendant le déplacement du point d'observation, si une telle perturbation apparaît dans le champ optique, cela signifie la présence d'une arrêt occlusif, et donc de deux surfaces distinctes, l'une étant caché derrière l'autre. Les arrêtes qui ne sont pas concernées sont des jonctions entre deux surfaces.

L'absence de cette perturbation indique donc le contact. Lorsque les astres disparaissent ou apparaissent derrière l'horizon, on observe le même **phénomène d'accrétion/délétion**, ce qui est normal puisque l'horizon est une arrêt occlusif pour les astres.

Ceci s'applique également aux limites du champ visuel. Lorsque l'observateur tourne la tête, on a un phénomène d'accrétion à une extrémité du champ -dans la direction de laquelle l'observateur tourne la tête- et un phénomène de délétion de l'autre côté -sans compter les accrétions/délétions au niveau des autres arrêtes occlusives-.

La même chose intervient lorsqu'un objet détaché se déplace et que l'observateur reste fixe. Ainsi lorsqu'un objet se déplace en face de l'observateur, la surface qui se trouve derrière cet objet (le sol, d'autres objets, ...) est couverte d'un côté de l'objet (délétion) et découverte de l'autre (accrétion). Si l'objet en se déplaçant se cache derrière une surface, on a délétion de la surface de l'objet en mouvement, puis accrétion de la surface d'arrière-plan.

Il existe cependant une différence notable entre le déplacement de l'observateur et le déplacement d'un objet. Le déplacement de l'observateur perturbe en général toutes les arrêtes occlusives, alors que le déplacement d'un objet ne perturbe que les arrêtes occlusives de l'objet. Lorsqu'un objet se déplace, ou que le point d'observation se déplace, la distance entre l'objet et le point d'observation, dans le cas général, varie. Cette variation de distance est importante et doit être perçue, notamment pour éviter les collisions.

b. *Phénomènes de magnification et minification:*

Les mouvements de l'observateur ou des objets sont généralement accompagnés d'un autre type d'invariant que Gibson nomme **magnification** et **minification**. Une **magnification du contour** veut dire que la **taille apparente augmente** dans le champ optique ambiant.

Si l'objet s'éloigne, on a **accrétion de l'arrière-plan** et **minification du contour**; c'est-à-dire on a une **diminution de la taille apparente**. L'approche d'un objet est également spécifiée par un flux centrifuge de la texture de l'objet, l'éloignement par un flux centripète: «l'approche d'une surface solide est spécifiée par un flux centrifuge de la texture du champ optique» (Gibson, 1979). Ensuite, la vitesse de magnification/minification est également significative. Ainsi, Gibson écrit «Une approche à vitesse constante est accompagnée d'une magnification à vitesse croissante. Au point théorique où l'œil devrait toucher l'objet, ce dernier occupe un angle visuel de 180°».

III.2.4.2.1.3. *L'interprétation de la distance et de la taille:*

Gibson considère qu'il est préférable de considérer l'impression de la distance d'une manière continue, au long d'une même surface qui s'étendrait de l'observateur vers l'infini. En effet, une telle surface est projetée comme une image sur toute la surface de la rétine et non en un seul point. Gibson et Hall ont, dans leurs travaux, dressé la liste des **différents facteurs** qui participent à la notion de distance et de profondeur (Cousin, 1980). L'expression «**taille apparente**» est d'ailleurs un peu trompeuse car la magnification / minification n'est pas perçue comme un changement de taille de l'objet mais comme une diminution ou une augmentation de la distance. La taille apparente d'un objet est d'autant plus petite que l'objet est distant. Si l'objet devient trop distant, il n'est plus visible du tout; il disparaît derrière l'horizon. La taille perçue, qu'il faut donc bien distinguer de la taille apparente, ne change pas.

Gibson met en évidence au moins **deux indices** permettant de différencier deux objets de tailles différentes de deux objets placés à des distances différentes. Le premier indice présente la **texture³¹ du sol** (ou de l'arrière-plan), où le **grain de la texture** des surfaces d'arrière-plan varie en fonction de la distance³². Le deuxième indice est **l'horizon** où quelle que soit la distance à laquelle on place l'objet de l'observateur, il sera toujours coupé par l'horizon³³ dans les mêmes proportions.

³¹ La théorie écologique est une théorie qui s'appuie sur des **variables non artificielles**. Ces variables correspondent à celles qui interviennent dans les situations de perception de la vie quotidienne, en particulier la **texture des surfaces, ses modifications selon la perspective**, où elles sont regardées. Gibson s'intéresse aux situations de perceptions non ambiguës, en particulier, il refuse d'étudier la perception à partir de situations artificielles où on présente des stimuli dépourvus de contextes.

³² Soit un champ suffisamment étendu, la texture du sol, qui est en arrière-plan des objets dans le champ, est constitué par les plantes qui y poussent. Même si leur taille varie, globalement, cette texture possède un grain uniforme. Mais le grain apparent est d'autant plus petit que l'emplacement considéré est distant. Si les deux bâtons de taille identique placés à des distances différentes sont perçus comme tels, bien que leur taille apparente ne soit pas la même, c'est que le rapport entre la taille apparente et le grain apparent de la texture d'arrière-plan est le même. Ceci est un invariant qui spécifie que les deux objets sont à des distances différentes.

³³ Soit une rangée d'arbres de même taille, mais de plus en plus éloignés, tous les arbres seront coupés par l'horizon dans les mêmes proportions. Le rôle de l'horizon est également intéressant.

III.2.4.2.2. Le concept de l'affordance:

Selon Gibson, les affordances³⁴ sont «les possibilités d'interaction entre l'animal et son environnement. L'affordance une propriété du monde qui afforde (offre la possibilité) l'action aux individus convenablement équipés. Il y a une relation tri-partite entre l'environnement, l'individu et ses actions d'où l'importance du couplage **perception/action** (Gibson, 1979). L'affordance se situe entre informations et capacités. C'est une information perçue en terme de possibilité d'action. Percevoir une affordance, selon l'approche écologique et Gibson, n'est pas classer un objet.

Les affordances ne sont ni des propriétés objectives du monde, ni des valeurs subjectives: «Une affordance dépasse la dichotomie subjectif /objectif». Les **affordances de l'environnement** sont ce qu'il offre à l'animal, ce qu'il lui fournit, que ce soit bon ou mauvais», elles guident et limitent le comportement des animaux.

Selon Delignière et Duret, l'affordance d'un objet est une combinaison spéciale des propriétés de sa substance et de ses surfaces, fonction du sujet percevant (dans lexique thématique, Vigot). Don Norman; qui a repris le concept d'affordance dans le domaine du design avec toutefois une légère modification du concept qui est à l'origine d'une certaine confusion dans le domaine.

Norman utilisa en effet **le terme affordance pour désigner ce qui aurait été mieux nommé affordances perçues**, les **affordances non perçues** n'étant dans ce domaine d'aucune aide (GOUSSARD, 2001). Il est depuis très utilisé dans ce domaine mais pas toujours à bon escient car le concept originel de Gibson n'a pas toujours été compris. Norman a admis avoir fait l'erreur de parler d'affordances pour désigner les **affordances perçues**. Or les affordances perçues peuvent être de **fausses affordances** comme de **vraies affordances** peuvent n'être pas perçues.

Donc, Norman utilise le terme d'affordance pour désigner les **affordances perçues**, fausses ou réelles (première ligne) tandis que les affordances pour Gibson sont à distinguer des informations qui la spécifient. Dans le domaine du design graphique, le concept d'affordance est également souvent utilisé pour désigner ce qui n'est en fait que des conventions selon Norman.

³⁴ Le mot affordance n'existe pas en anglais, Néologisme inventé par Gibson à partir du verbe *to afford* (se permettre, fournir, offrir la possibilité): «Le verbe (*to afford*) se trouve dans le dictionnaire, mais pas le nom *affordance*. Je l'ai créé. Ce que je veux dire par là est quelque chose qui se réfère à la fois à l'environnement et à l'animal d'une façon telle qu'aucun mot existant ne le fait» (Gibson, 1979).

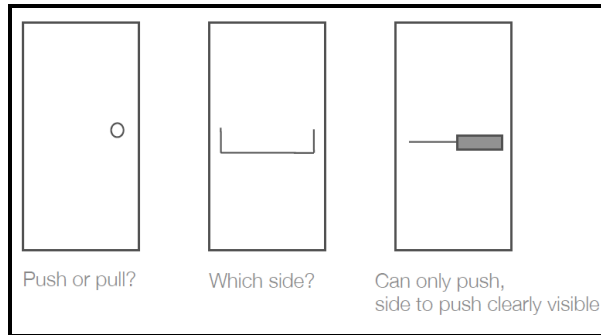


Figure III. 14. Schéma expliquant la notion d'affordance. Source: (Roussel, 2008).

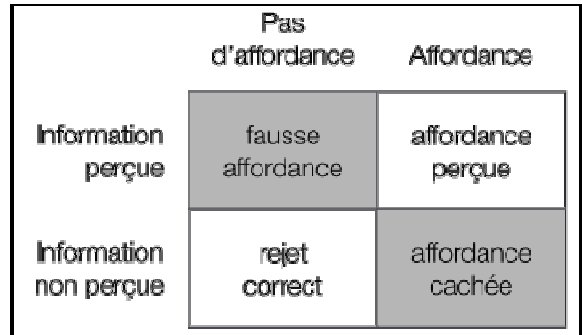


Figure III. 15. Schéma présentant les types d'affordance. Source: (Roussel, 2008).

Les affordances dépendent toujours des caractéristiques physiques de l'environnement (des objets)³⁵ en relation avec les caractéristiques physiques de l'animal; la notion de complémentarité entre les deux est très importante dans une approche écologique. **Les affordances permettent** d'accéder à la relation fonctionnelle entre l'individu et l'environnement et donc de se percevoir dans l'environnement. En d'autres termes, elles permettent de comprendre comment l'acteur donne du sens à l'environnement et peut directement agir en conséquence.

Cela signifie que la spécification des propriétés de l'environnement est perçue en fonction des capacités des actions. On ne perçoit les objets qu'en fonction de l'utilité qu'ils peuvent avoir pour notre action. Il est aussi à noter que l'approche écologie utilise également, le **concept de niche**; «Une niche se réfère plus à comment l'animal vit qu'à où il vit». Ainsi, Gibson décrit **une niche comme un jeu d'affordances**. Niche et animaux sont complémentaires. Lorsque l'être humain modifie son environnement, il en modifie en fait les affordances de façon à le rendre plus facile à vivre.

- Les principes et caractéristiques des affordances: se sont les suivants:
 - Selon la théorie des affordances, **la perception est l'invitation à l'action** (Gibson, 1979).
 - L'origine de cette conception est la théorie de la Gestalt (Koffia, 1935) du fait que les **relations entre les objets sont directes et univoques**.

Les affordances sont **perçues directement**. En d'autres termes: les affordances des objets, tout comme l'invariant géométrique constitué par le gradient, sont **perçues directement**, sans que le sujet ait besoin de recourir à une élaboration interne complexe; c'est à dire sans passer par une représentation intermédiaire, car le champ optique ambiant contient des informations «des invariants» qui les spécifient -et ne sont pas le résultat d'une inférence- de la même manière qu'il existe des invariants pour spécifier la distance ou les arrêtes occlusives.

³⁵ Pour qu'une surface offre une affordance, elle doit être relativement plane, suffisamment étendue et suffisamment rigide, c'est-à-dire relativement à la taille et au poids de l'animal. Si la surface est suffisamment étendue, elle offre aussi l'affordance de marcher sur. Si cette surface est à hauteur de genoux, elle est également capable de reposer sur.

Les **invariants qui spécifient les affordances** sont probablement des combinaisons d'invariants plus élémentaires, mais ils sont tout de même perçus directement, il n'y a pas de calcul pour les déduire à partir des invariants dont ils sont la combinaison.

➤ **La perception des affordances n'est pas innée et doit être apprise.** C'est-à-dire: La présence ou l'absence de réaction est conditionnée par l'apprentissage. Si les affordances sont spécifiées par des informations, alors il est vrai également que des fausses informations peuvent spécifier de **fausses affordances**. Au contraire, les véritables affordances peuvent également ne pas être spécifiées. Soit le cas, par exemple, d'un mur en verre: l'affordance de traverser est spécifiée alors qu'elle n'existe pas ou, autrement dit, l'affordance d'être arrêté par le mur existe mais n'est pas spécifiée. Le cas d'un plancher en verre est également intéressant³⁶.

➤ **Elles sont indépendantes** des catégories d'objets existantes a priori, elles sont des propriétés de l'environnement existant indépendamment de la perception, de telle sorte qu'une affordance non perçue reste toujours une affordance... (Roussel, 2008). Cependant les affordances existent en elles-mêmes, qu'elles **soient perçues ou non**.

Donc, "**Affordance**" réfère à une opportunité d'action offerte par un objet à celui qui le perçoit. L'opportunité d'action d'un objet dépend tout autant des caractéristiques de l'objet ou de l'environnement que de l'observateur (CHELKOFF, 2007).

III.2.5. Théorie de la syntaxe spatiale:

Suivant la théorie de la syntaxe spatiale, la visibilité et l'accessibilité peuvent être déterminées et mesurées à l'aide de plusieurs techniques pour l'analyse spatiale de la syntaxe de forme ou «d'espace» (cf. chapitre quatre). Ces techniques caractérisent les systèmes spatiaux sur la base des manières derrière lesquelles **on lie les espaces avec d'autres espaces dans un plus grand système**, plutôt que par la plus traditionnelle caractérisation de la distance métrique. L'analyse représente un système spatial comme série de plus petites **unités spatiales** ou comme un **système des lignes du mouvement potentiel** entre ces unités spatiales.

³⁶ Warren (1984) a montré que des sujets étaient capables d'estimer avec précision et uniquement à partir de la perception visuelle, la hauteur à partir de laquelle les marches ne sont plus montables normalement, c'est-à-dire sans recours aux mains ou à d'autres comportements d'escalade. Aussi, on peut citer par exemple, une chaise offre l'affordance (permet) de s'asseoir pour un homme³⁶, un thermostat peut être tourné, un bouton peut être pressé, une porte peut être poussée... ou tirée, aussi l'air afforde la vision et la respiration pour l'homme; mais pas pour les poissons, par contre l'eau n'afforde pas la respiration pour l'homme, le sol afforde la marche, une pierre afforde la préhension, un prédateur afforde d'être mangé tandis qu'une proie afforde de manger, le bord d'une falaise et celui d'une bordure possèdent tous les deux une arrête occlusive, qui est spécifiée par un certain type d'invariant, mais une bordure et une falaise n'ont pas les mêmes affordances: la bordure est marchable tandis que la falaise est tombable; la différence entre les deux est la dénivelée dont d'autres invariants spécifient cette dénivelée où un invariant d'ordre plus complexe spécifie alors pour l'animal l'affordance tombable si elle existe.

Pour chacune de ces dernières représentations, l'analyse de la syntaxe spatiale implique l'étude des modèles des **raccordements**. Ces unités spatiales peuvent également être basées sur des **polygones de visibilité ou isovistes**. Le **polygone de visibilité** de limite est employé dans un sens mathématique; il couvre tous les points qui peuvent être liés à un **point racine** indiqué par une **ligne de visibilité** cela n'est interrompu par aucune frontière. Quand ces polygones de visibilité « isovistes » sont dessinés à la **hauteur de l'œil**, ils capturent les **propriétés objectives du champ visuel** également structuré par les **affordances de l'environnement**; c'est le cas de la «visibilité». Mais, quand ils sont dessinés au parquet de niveau, ils capturent les **propriétés objectives de l'environnement affectant le mouvement** c'est le cas de «l'accessibilité» (Gibson, 1979).

En syntaxe spatiale, des dispositions sont étudiées selon le modèle de l'intersection de **polygones de visibilité**, de sorte que chaque position soit décrite non seulement selon les propriétés de son propre polygone de visibilité, mais également selon les **seuils de visibilité** qui sont impliqués dans son rapport avec toutes autres positions dans la disposition.

Le logiciel, est utilisé pour inonder et remplir tout l'espace navigable dans le domaine d'étude de grille de points avantageux, et pour produire de la **visibilité** (*isovistes de hauteur d'œil*) ou de **l'accessibilité** (*polygones d'isovistes du niveau de plancher*) de chacun de ces endroits.

Chacun de ces polygones s'est produit de la grille des positions avantageuses qui peut être caractérisé par une série de propriétés y compris le **secteur**, le **périmètre**, le **minimum**, le **moyen**, et la **longueur radiale maximale**, et ainsi de suite (cf. chapitre quatre). Une fois que les polygones de grille ont été calculés, on peut examiner le rapport entre chaque polygone produit de points et ceux se produisent de chaque autres, se diriger pour développer un ensemble de mesures syntactiques; y compris **connectivité** et **intégration**.

On suggère qu'une disposition soit plus compréhensible et prévisible si on peut glaner «capter» la structure du **système global** sur la base de la **structure du local**. La considération de la nature relationnelle de l'espace est nécessaire pour comprendre la relation entre celui-ci et l'activité humaine qui s'y déroule. Les types de relations qui doivent être considérées par rapport à l'activité humaine concernent: **l'accessibilité physique**; un espace non accessible, ne peut pas être utilisé, et **la visibilité**; un espace qui ne se voit pas ne peut pas être également ni utilisable, mais peut en parallèle être accessible visuellement. **L'accessibilité physique et visuelle** lui assure la relation avec les autres espaces et lui donne une place dans l'agencement spatial global³⁷.

³⁷ La configuration spatiale permet dès lors de gérer les possibilités de mouvement, de vue et d'interactions sociales dans l'espace. Elle facilite, dissuade ou empêche certains comportements de se produire. Elle peut permettre de passer directement d'un espace à un autre si une relation d'accessibilité directe existe entre les deux, comme elle en empêche si cette relation n'existe pas.

Les différents aspects de l'espace peuvent bien s'avérer plus appropriés à d'autres comportements spatiaux, tels que **l'orientation** (définis comme décidant dans quelle direction), **wayfinding**, préférence esthétique, sens subjectif de la sûreté ou du danger, tendance de s'attarder dedans ou passer par un secteur, la prépondérance relative (et par conséquent conscience) des objets locaux, des facteurs induisant la claustrophobie ou de l'agoraphobie,...etc.

Des haches dans une carte axiale le plus facilement sont expliquées comme **champs de vision**. Dans ce cas, une carte axiale globale représente la topologie des angles de vision principaux dans un environnement. La **vision** est encore plus **le principe d'organisation** derrière la technique connue sous le nom **d'analyse de graphique de visibilité** dans la communauté de syntaxe spatiale et **analyse viewshed** aux géographes et aux architectes paysagistes (Dara-Abrams et Drew, 2006). N'importe quel nom est employé, l'ingrédient de base est **l'isoviste; le secteur évident (visible) d'un point particulier**.

Dans le cas des musées, le graphique de la **croix-visibilité** (qui diffère de **l'accessibilité**) a été employé pour **l'entière Visibilité** et autres pour la **visibilité partielle**. La **pleine visibilité** a été définie en tant qu'étant capable de voir un autre élément d'objet exposé afin de **déterminer sa nature et son contenu**. Tandis que la **visibilité partielle** a été définie en tant que pouvant voir assez d'information pour déterminer **la présence** d'un autre élément d'objet exposé, mais non son contenu ou sa nature; c'est « **l'accessibilité visuelle** ».

Or, le «**Graphique de visibilité complète**» est un sous ensemble du «**graphique de visibilité partielle**»; ceci suggère que tout objet qui peut être accessible visuellement, n'est pas toujours visible; cela peut généralement revenir aux conditions spatiales et lumineuses (d'éclairage et à la qualité de l'ambiance lumineuse) disponibles dans l'espace.

En d'autres termes, chaque objet visible est toujours accessible visuellement, mais le contraire n'est pas toujours évident, car ce même objet s'il est accessible visuellement (détection de la silhouette globale; les grandes lignes externes sans pouvoir apercevoir les détails), il ne sera pas forcément visible (détection des détails, des propriétés physiques de cet objet; couleurs, matière,...). Ce phénomène est dû à plusieurs paramètres qui rentrent en jeu à l'instar de la lumière 'niveau d'éclairage', l'âge, l'heure (jour ou nuit), les déterminants de l'espace (configuration spatiale, couleur, texture, ...),...etc. Egalement, si **la visibilité** est prise pour être la **caractéristique de définition de nos interactions avec l'environnement environnant**, alors elle doit être les **critères qu'on emploie pour placer la ligne de frontière qui divise l'espace ouvert et l'espace fermé**³⁸.

³⁸ La question est où tracer la ligne entre l'espace ouvert et l'espace fermé ?

L'espace ouvert inclut les espaces qui sont évidents ou visibles entre eux, tandis que l'espace fermé inclut les **barrières visuelles**. Les grands arbustes et arbres peuvent bloquer la visibilité environ aussi complètement qu'un mur. À la différence du mur, la végétation peut changer d'une saison à une autre. Les buts du modèle détermineront naturellement comment on aborde la **question de la visibilité changeante**. Par exemple, si on l'emploie pour évaluer des débits piétonniers, vraisemblablement le modèle doit refléter la période de la collecte de données.

La connaissance étant glané de la vision et d'autres sens, le **mouvement** utile par un environnement est possible. L'espace ouvert tient compte du mouvement et de l'activité. Les différentes variétés de l'espace ouvert ont les moyennes de différentes quantités de mouvement. Un niveau, passage couvert pavé est accessible à la plupart de chacun, si elles sont à pied ou dans un fauteuil roulant. Les escaliers réduisent l'accessibilité, de même qu'engazonne, à la laquelle seulement certains penseront ou voudront marcher à travers (en fonction de la texture du sol).

III.3. Accessibilité, orientation spatiale et wayfinding:

A travers cette section, on va traiter la question de l'accessibilité en rapport avec le mouvement et l'orientation spatiale. Cependant, on expose l'influence majeure de l'attente préperceptive et de l'expérience antérieure tout en discutant notre besoin continu de s'orienter dans l'espace et dans le temps, d'où les rôles majeurs de la signalétique, et autres repères directionnels (couleurs, textures,...) dans cette orientation spatiale. On aborde aussi, la signification d'un tel comportement wayfinding, tout en rappelant autres significations et définitions des concepts d'accessibilité et de visibilité.

III.3.1. Accessibilité et mouvement:

L'accessibilité peut changer en basant sur des conditions environnementales; comme cela est le cas pour la visibilité. L'accessibilité est généralement la notion utilisée pour mesurer la proximité ou la facilité relative du mouvement d'un endroit à l'autre. Elle a été typiquement appliquée aux problèmes bidimensionnels urbains ou de transport. Cependant, dans de grands bâtiments complexes comme centres commerciaux ou hôpitaux, **l'accessibilité inter-spatiale** doit être tenue compte parmi des compartiments comme dans des dispositions de bâtiment ou la planification d'évacuation.

Le mouvement humain est fréquemment décrit sous une forme soustraite utilisant sa topologie. La description topologique permet à des chercheurs de se concentrer sur le rapport structural parmi des unités du mouvement tout en négligeant les détails des phénomènes. Par exemple, le mouvement piétonnier peut être décrit utilisant **le réseau des lignes simples sans considérer les détails tels que des tailles des formes, le nombre de personnes et la vitesse du mouvement**.

Au delà, la **visibilité** que se soit par définition de Larousse, **ce qui peut être vue** et **l'accessibilité; où les gens peuvent aller**, il ne faut pas oublier encore que **l'accessibilité** est par définition, la conception d'un environnement que tout le monde peut utiliser sans problème; elle favorise l'intégration et la participation de tous et concerne, en architecture, l'environnement physique. En d'autres termes, c'est pouvoir entrer, accéder aux espaces et sortir librement de tout lieu et bâtiment, quel que soit l'état physique de la personne (être normal ou handicap); elle dépend de la connaissance des espaces mis à disposition. Elle est un paramètre fondamental pour pouvoir **communiquer**.

III.3.2. Définitions de l'orientation spatiale et le wayfinding:

Wayfinding³⁹ entoure toutes les manières dont les gens et les animaux s'orientent dans l'espace physique et **dirigez** d'un endroit à l'autre. Wayfinding est employé souvent pour se rapporter à des méthodes traditionnelles de navigation employées par le peuple autochtone. Dans des temps plus modernes, wayfinding est employé dans le contexte de architecture pour se rapporter à l'expérience d'utilisateur de l'orientation et de choisir un chemin dans l'environnement établi, et à lui se rapporte également à l'ensemble d'éléments architecturaux et/ou de conception qui facilitent l'orientation.

Le planificateur urbain, Lynch a défini wayfinding comme «utilisation et organisation cohérentes des sélections sensorielles définies de l'environnement externe».

Le psychologue environnemental, Passini (1984) a édité le «Wayfinding intégral dans l'architecture» et a augmenté le concept pour inclure le signage et l'autre communication graphique, les indices inhérents à la grammaire spatiale du bâtiment, la planification d'espace logique, la communication audible, les éléments tactiles, et la disposition spéciale pour le besoin des utilisateurs.

Historiquement, wayfinding se rapporte aux techniques employées par des voyageurs au-dessus de terre et de mer pour trouver souvent des itinéraires relativement marqué et non marqué. Ceux-ci incluent mais ne sont pas limités à compte mort, carte et boussole, astronomique positionnement et, plus récemment, **positionnement global**⁴⁰.

Dans la littérature anglo-saxonne, il existe une expression qui permet d'identifier une activité de l'orientation spatiale qui est celle de **rechercher une destination dans un environnement réel**, il s'agit du «**wayfinding**» (Passini, 1984). Cette expression anglo-saxonne n'a malheureusement pas son homonyme français.

³⁹ Éducation extérieure Planification urbaine Waymarking. WorldLingo Translations LLC, 2011.

⁴⁰ Ce terme est également employé dans la référence aux stratégies de gestion de stationnement qui aident des conducteurs à trouver des garages de stationnement.

Le wayfinding représente la forme procédurale de l'orientation: elle correspond à une activité cognitive et comportementale de recherche d'itinéraire -Selon Lynch, un itinéraire est un chemin planifié- vers une destination déterminée dans un environnement physique (Martin, 2000). Lynch (1960) pense que, dans l'opération qui consiste à trouver son chemin, le maillon stratégique est l'image de l'environnement, la représentation mentale généralisée qu'un individu se fait du monde physique extérieur. Cette image est produite à la fois par les sensations immédiates et par le souvenir de l'expérience passée, et elle sert à interpréter l'information et à guider l'action (Lynch, 1976). **La lisibilité et le wayfinding correspondent à l'orientation des personnes pour trouver leur chemin et pour comprendre comment un lieu fonctionne** (MAZOUZ, 2010).

Le **Wayfinding est aussi le processus utilisant l'information spatiale et environnementale d'un lieu afin de s'y situer –savoir où l'on se trouve**, ce qui nécessite une représentation mentale du lieu (**carte cognitive**) -et retrouver son chemin-, savoir comment se rendre à une destination, ce qui implique la prise de décision et le développement de plans d'action (Passini et Reinhold, 1992).

Lorsqu'un individu se déplace, il se dirige vers une destination connue ou non, il dispose d'une représentation interne spatiale de sa position de sa propre localisation dans l'environnement dans lequel il circule, il utilise à la fois des **indicateurs internes** neuro- musculaires et des **indicateurs externes** que ce soient des repères naturels (position du soleil, points cardinaux...) ou des repères «élaborés», construits par l'homme (immeubles, édifices, infrastructures routières...).

Tout cela forme une masse d'informations hétérogènes qui vient enrichir la représentation de l'individu. Certains éléments vont décrire l'environnement –couleur, forme, aspect- alors que d'autres, avec des propriétés métriques, contiendront des informations de lieu, de taille et d'orientation. **Ces indicateurs spatio-visuels sont nécessairement associés à des actions liées au déplacement.**

S'orienter fait appel à la fois à des **données intéroceptives** (qui viennent du corps) et des **données extéroceptives** (qui viennent de l'environnement). En cela, l'orientation se présente comme une activité relativement complexe (Martin, 2000). Parmi les données liées à l'environnement qui peuvent favoriser l'orientation temporelle, spatiale «qui soit visuelle ou corporelle», la configuration spatiale «l'espace» elle même, les couleurs contrastées, les matériaux bien choisis et une bonne signalétique, jouent essentiellement un rôle important⁴¹.

⁴¹ Dans un environnement non familier, il est bon que les informations visuelles soient structurées de façon suffisamment cohérente pour qu'on puisse facilement les utiliser pour s'orienter et se diriger. La différenciation des circulations intérieures publiques et privées par le biais de dispositifs **d'éclairage** de types distincts et de **matériaux** et **coloris** variés représente une forme élémentaire de la cohérence qu'on peut introduire dans l'environnement lumineux (Lam, 1977).

Une réelle interaction entre l'espace et l'être humain; où le rôle de la vision reste prépondérant dans l'appréhension de l'espace. En fait, la **modalité visuelle** est dotée de propriétés uniques. Elle peut traiter avec précision, fiabilité et dans un délai très bref, une très grande quantité d'informations, dont certaines sont relativement éloignées. Elle ne subit pas d'interférences, contrairement au son (qu'un autre peut brouiller), aux odeurs (qu'un simple courant d'air va dissiper). Ainsi dans le traitement de l'espace, la prédominance de la vision sur les autres modalités sensorielles est certes qualitative mais aussi quantitative (THINUS-BLANC, GAUNET, 1996). La précision des représentations spatiales dépend de la façon dont l'acquisition des informations est organisée. L'expérience visuelle précoce a un effet déterminant sur cette organisation (THINUS-BLANC, 1996).

Parmi les informations relatives à l'environnement⁴² dont on a un besoin fondamental, Lam (1977), a énuméré le **repérage** de la position que nous occupons, en elle-même et par rapport à des éléments tels que l'eau, la nourriture, la chaleur, le soleil, notre **destination**, les **éventuels itinéraires de fuite**, etc. Il énumère aussi, l'heure du jour et les conditions de l'environnement naturel avec lesquelles nos horloges biologiques se trouvent actuellement en rapport, ainsi que les conditions climatiques, auxquelles sont liés le besoin de se vêtir, de se chauffer ou de se rafraîchir, de même que la nécessité de s'abriter ou la possibilité de s'exposer aux rayons bénéfiques du soleil, etc.

La lumière affecte clairement le **repérage des lieux** et l'**orientation spatiale** (Lam, 1977). Elle participe grandement à notre représentation du monde et nous aide dans notre circulation; par exemple, **les personnes ont tendance à se déplacer ou à se placer du côté où la luminosité est la plus élevée** (TAYLOR, 1974; FLYNN, 1978; YORKS, 1987).

La présence d'une **signalétique** efficace est indispensable dans tout environnement complexe; sans elle les galeries marchandes, les bâtiments administratifs, les immeubles de bureaux, les universités et les hôpitaux se resteraient incompréhensibles. Pourtant, en dépit de leur importance critique, la signalétique et les autres systèmes informatifs sont souvent médiocrement conçus sous le rapport de la perception visuelle d'où la prise en compte des lois de la perception et des phénomènes de bruit de fond, qui prend une importance particulière dans la conception des systèmes de guidage visuel (Passini, 1984). Ce fait souligne l'importance, pour l'**orientation et le guidage** des usagers, d'une conception claire et cohérente de l'environnement lumineux. L'orientation et le guidage des usagers peuvent être réalisés de façon relativement simple (par un système de **signalisation directionnel**) ou s'opérer de manière beaucoup plus subtile, au niveau du subconscient, par le biais d'un dispositif cohérent réalisant, dans l'ensemble du projet, des éclairages de type différent pour chacun des éléments du réseau des circulations (cage d'escaliers, escaliers de secours, zones d'accueil et d'information, couloirs, zone de réception, etc). (Lam, 1977).

⁴² Nos environnements sont extrêmement complexes. On s'y dirige en se fiant essentiellement à sa mémoire, dans laquelle se trouve stockée, sous forme de modèles significatifs et reconnaissables, l'information visuelle utilisée par la conscience dans sa recherche permanente de son **orientation spatiale et corporelle**. Il importe de garder à l'esprit le fait qu'un environnement, quel qu'il soit, contient plus d'information visuelle qu'on n'en peut utiliser ni même appréhender. Parmi toute cette information, on doit être à même d'isoler les configurations particulières qui on permettra de se diriger. Cependant, on se dirige habituellement grâce à des informations visuelles d'un type beaucoup plus subtil, qui peuvent même ne jamais atteindre le niveau de la perception consciente (Lam, 1977).

Aussi, la nature de l'enceinte, la sécurité qu'offre la construction, la position et la nature des dispositifs de contrôle de l'environnement, la protection réalisée contre le froid, la chaleur, la pluie, etc. L'existence de lieux de refuge où s'abriter lorsqu'il y a perception d'un danger. Parallèlement, **l'identification du territoire investi** et de ses frontières, les moyens disponibles pour personnaliser l'espace dans un environnement donné, et les possibilités qui sont offertes sous le rapport de la détente ou de la stimulation de l'esprit, du corps et des sens (Lam, 1977).

III.3.3. Le besoin de s'orienter et l'influence de l'attente préperceptive et de l'expérience antérieure:

La préservation de l'intégrité corporelle nécessite que l'on ait connaissance à chaque instant de l'état de son corps, de sa position et de son mouvement. Toutes les activités physiques (humains) requièrent en permanence une information visuelle d'excellente qualité. Dans l'espace il y a ou on trouve plusieurs **repères visuels** qui peuvent nous aider à s'orienter -dans l'espace et dans le temps- dans les bâtiments, parmi ces repères: la ligne d'horizon qui nous aide à s'orienter par rapport à l'horizontale. Mais lorsque ces repères sont absents ou déformés, l'effet peut être extrêmement déroutant. Le phénomène de désorientation se produit dans les espaces intérieurs ambigus (Lynch, 1960).

Nos sens sont soumis en permanence à un flot continu d'impression -ou réception de données sensorielles brutes- qui sont triées et traitées par l'esprit et les organes sensoriels eux-mêmes de façon que seule l'information pertinente soit transmise à l'attention consciente (Lam, 1977). Quand les **données sensorielles sont ambiguës** où on ne peut pas savoir l'état précis des éléments de l'environnement qui sont biologiquement importants, on devient anxieux et on se sent mal à l'aise et vice versa; le sentiment de détente nous vient du fait que tout est conforme à notre attente et sous contrôle.

L'être humain est doté de mécanismes biologiques qui fonctionnent comme autant d'horloges réglées sur l'alternance du jour et de la nuit, ainsi que sur le rythme d'autres cycles biologiquement importants. Se repérer dans le temps est un besoin biologique important pour lesquels certains types d'informations visuelles relatives à l'environnement nous sont nécessaires. La présence visible du rayonnement solaire satisfait un besoin biologique fondamentale en fournissant des indications majeures tant sur la forme des objets tridimensionnels qu'en matière d'orientation spatiale, tout en contribuant à renseigner l'observateur sur l'état du ciel. A mesure que la durée du jour s'allonge puis diminue au fil des saisons, nos horloges internes s'adaptent en conséquence. Et encore, nos yeux s'adaptent au changement graduel des conditions d'éclairage tout au long du cycle diurne.

Le réajustement permanent de nos **repères temporels** nous fournit une notion précise de la luminosité qu'on doit trouver à l'extérieur des bâtiments et l'attente perceptive joue un rôle majeur dans l'appréciation qu'on porte sur notre environnement lumineux. En effet, cette attente joue pour nous le rôle d'une valeur de référence à laquelle on va rapporter les données sensorielles induites par la luminosité sous laquelle nous apparaît notre environnement immédiat. **L'attente perceptive** et le **repérage temporel** jouent un rôle majeur dans l'évaluation des environnements lumineux extérieurs.

Lam (1977) pense que notre orientation temporelle, spatiale « visuelle et corporelle » et notre évaluation d'un environnement donné est liée directement à notre expérience antérieure qu'on a faite dans des situations analogues⁴³. Le mécanisme interprétatif de la vision fonctionne en accord avec le principe de base qui veut que les mêmes causes produisent les mêmes effets; c'est uniquement parce que la réalité se comporte et leur apparaît habituellement telle qu'on l'attend qu'on peut survivre et fonctionner.

Conclusion:

A travers le présent chapitre, on a trouvé que la perception visuelle demeure, dans la totalité de ses aspects complexes, un processus totalement relativiste, où on peut trouver qu'un éclairage adéquat de faible intensité peut établir des conditions de visibilité très supérieures à celles que procurerait un éclairage inadéquat beaucoup plus intense. Elle comporte la détection, l'identification et l'interprétation des messages transmis de la rétine au cerveau par l'intermédiaire du nerf optique.

Lam (1977), énumère quelques facteurs à prendre en considération dans l'analyse de la qualité de la perception visuelle, tels que : l'expérience propre de l'observateur, son degré d'attention, les caractéristiques de l'objet: sa forme, ses dimensions apparentes, sa couleur, sa texture, sa specularité (réflexion régulière), son facteur de réflexion, son contraste propre, l'effet de contrastes simultanés, la nature du contexte -contenu informationnel, configurations visuelles, séparation de la figure et du fond (prégnance de la forme)-, l'adaptation visuelle de l'observateur, les caractéristiques de l'éclairage et la présence ou l'absence de centres d'intérêt visuels ou de sources d'inattention dans l'environnement lumineux.

⁴³ « De toute évidence, c'est à quoi on s'attend, joue un rôle essentiel dans le processus **d'orientation corporelle**. Notre attention influe de diverses façons sur la réponse émotionnelle qu'on donne à des environnements différents, elle conditionne en particulier la réponse qu'on donne à l'absence ou à la présence de l'information biologiquement nécessaire. Notre évaluation d'un environnement donné se colore du **souvenir de l'expérience qu'on a faite antérieurement de situation analogues** » (Lam, 1977).

Egalement, on a trouvé que les concepts de visibilité et d'accessibilité visuelle sont étroitement liés. Plusieurs facteurs et paramètres sont à prendre en compte afin de les évaluer. Ceux-ci correspondent à la fois à l'utilisateur -âge, capacités oculaires,...etc-, à l'espace -configuration, forme, couleur, texture- et aux conditions de l'environnement lumineux ; plus particulièrement à la qualité et à la quantité de la lumière présente dans l'espace -luminance, éclairage, contraste,...-.

Le **phénomène de l'occultation** lié principalement à la perception du contour demeure un facteur déterminant de notre visibilité et accessibilité visuelle de l'espace perçu. Celui-ci se produit quand un objet de position plus proche couvre la totalité ou une partie de l'autre objet qui se situe directement derrière lui; il en résulte bien sûr que ce dernier n'est pas vu complètement.

Parmi les différentes approches déjà présentées, la théorie de la syntaxe spatiale traite d'avantage ce problème d'occultation automatiquement à travers le calcul des isovistes (champ de vision à 360°) couvrant l'ensemble du champ visuel de l'observateur par le biais des logiciels spécialisés. Elle semble être l'approche la plus adéquate car elle permet l'évaluation quantitative et qualitative de la visibilité et de l'accessibilité, comme la qualification de l'espace et son système d'orientation spatiale ainsi que le comportement wayfinding des usagers. Par conséquent, on peut voir à quel point la structure spatiale permet l'orientation spatiale et temporelle des gens. Cette théorie de la syntaxe spatiale va être présentée dans le suivant chapitre.

C hapitre 04:

« La syntaxe spatiale et le traitement de la visibilité et de l'accessibilité visuelle »

“I know that space syntax techniques work from the tough environment of practice. I love the world of analysis, observation, of research, but also passion, imprecision, the hunch. Space Syntax is the testing of the interaction of these opposing worlds.” Norman Foster

Chapitre 04:

“La syntaxe spatiale et le traitement de la visibilité et de l'accessibilité visuelle”

Introduction:

Le présent chapitre présente la théorie de la syntaxe spatiale. Il traite tout d'abord cette théorie, ses techniques et outils en vue de comprendre comment elle fonctionne? Pourquoi et quand l'employer? Les concepts de base, les principales mesures, les méthodes utilisées, connaître la méthodologie d'analyse, et étudier son développement et ses champs d'application.

Quant au traitement des notions ; visibilité et accessibilité visuelle, les techniques et analyses fournies par cette théorie permettent d'obtenir des résultats visuels et numériques décisifs. En effet, l'objectif à travers l'élaboration du présent chapitre est de comprendre les différentes techniques et analyses de la syntaxe spatiale et de déceler les mesures syntaxiques qui peuvent être des indicateurs pour la caractérisation des deux notions déjà indiqués.

IV.1. Définition de la syntaxe spatiale:

Au 20ème siècle, la représentation de l'individu dans un espace se matérialise couramment par un simple point. **Bill Hillier, Julienne Hanson** et leurs collègues du **Bartlett Collège de l'Université de Londres «UCL»** ont développé et élaboré la théorie dite la '**syntaxe spatiale**' vers la fin des années 1970 et début des années 80 (Claramunt, 2005). La **syntaxe spatiale** est un terme employé pour décrire une famille des théories, un ensemble d'outils et des techniques pour l'analyse des configurations spatiales au sujet du rapport entre **l'espace** et **la société**, utilisant des graphiques simples se composant seulement des chemins et des nœuds (Hillier, 1996). C'est la théorie structurelle et expérimentale des espaces urbains et construits, dont l'objectif est:

- De quantifier l'espace à partir de variables dérivées de la théorie des graphes et de rechercher une ou plusieurs relations entre la structure et les fonctions (Claramunt, 2005);

- de **comprendre le rapport entre l'espace et la société** (plutôt que l'espace et un sujet individuel) (Hillier et Hanson, 1984);
- l'analyse de l'utilisation des espaces, des volumes et de la configuration spatiale;
- arriver à un arrangement des principes de la conception spatiale et à une évaluation critique des précédents et des perspectives.
- Elle a été développée comme approche à l'organisation spatiale d'arrangement humain et pour aider des architectes et des concepteurs urbains à simuler les conséquences sociales probables de leurs projets.

En effet, la syntaxe spatiale aide pour s'occuper aux **questions de conception**, tel que ceux au sujet de conception des raccordements de voisinage de rue ou au sujet de la conception et de la productivité des lieux de travail. « *The social logic of space* » (Hillier et Hanson, 1984) et « *Space is the machine* », éditée en 1984 et 1996 (presse d'université de Cambridge) sont les références séminales.

La proposition fondamentale de la syntaxe spatiale est qu'un bâtiment ou un endroit peut être décomposé en composants spatiaux, de sorte qu'une analyse des interdépendances des composants rapporte des informations sur le modèle de l'espace qui est signalement et fonctionnellement approprié. Elle insiste sur le fait que l'espace peut être assimilé à un ensemble de composants, analysé comme un réseau de choix et représenté ensuite par des cartes et des graphiques qui décrivent la **connectivité** relative et **l'intégration** de cet espace.

Au cours des trente dernières années, la syntaxe spatiale a été avec succès appliquée à la résolution de problèmes divers aussi que la planification principale des villes entières ou l'indication de l'impression de la culture dans les arrangements domestiques.

Les techniques de la syntaxe spatiale étaient développées afin d'analyser des interdépendances entre les structures spatiales et sociales. Aussi contrairement à la morphologie «pure» qui considère le social, le cognitif,...comme des paramètres extrinsèques, la **Syntaxe spatiale modélise le comportement au sein de** l'espace en manipulant **les paramètres relationnels et topologiques** de ce dernier. À l'origine, la syntaxe spatiale a été développée pour analyser les propriétés topologiques des configurations spatiales à grande échelle de la disposition de pièce de complexes de bâtiment aux villes entières. Par conséquent, ces techniques ont délibérément soustrait du détail géométrique (Hillier et Hanson, 1984).

Au début on l'a pensé qu'en tenant une « **configuration spatiale** » pour un objet façonné de la société cela l'a construit, puis en étudiant un tel système des espaces, il devrait être possible pour comprendre plus entièrement la société elle-même.

En détail, une façon extrêmement puissante dont un modèle des espaces, ou d'une configuration, affecte ses utilisateurs par le mouvement piétonnier. Où on place des espaces, de complexité suffisante à décrire comme configuration, et qui forment une hiérarchie spatiale dedans ce que quelques espaces deviennent plus stratégiques et d'autres moins ainsi. Ces espaces stratégiques représentent **les espaces les plus accessibles** qui tendront à attirer un taux plus élevé de mouvement piétonnier que les autres, **les espaces les plus isolé**. Ceci est clairement expliqué dans Bafna¹, une excellente introduction à la syntaxe spatiale (**Bafna**, 2003).

La Syntaxe spatiale s'appuie sur le paradigme qui considère l'espace comme **modificateur du comportement**, véhiculant une syntaxe qu'on peut lire à travers l'œuvre construite. Elle s'appuie sur la théorie des graphes. Pensant à l'espace comme **modèle** de la structure des rapports (**John Peponis**²). Elle est aussi au sujet d'**identifier**, de **représenter**, et de **mesurer** les rapports spatiaux qui aident à poursuivre avec nos vies³. La création de ces rapports est parmi les objectifs principaux.

Ces techniques analytiques « **décrivant, expliquant, prévoyant, concevant** » et ces mesures sont employées pour examiner un nombre de plus en plus important des hypothèses spécialisées au sujet des fonctions et des effets des conceptions. Elles supposent qu'il y a une structure intelligible à l'espace établi car il est perçu et exploré par des utilisateurs se déplaçant dans l'espace. Par conséquent, elles ajoutent à un cadre commun pour décrire comment les environnements spatiaux permettent ou empêchent les comportements des utilisateurs. Au même temps, chaque enquête spécialisée de recherches est une base examinée sur ses propres mérites plutôt que comme partie d'une théorie «overarching».

Les techniques de la syntaxe spatiale désirent produire un **modèle abstrait** de la configuration d'un intérieur de bâtiment ou d'une partie des zones urbaines. Les espaces en question sont formellement décrits en termes de leur topologie, en d'autres termes, en termes de rapports spatiaux parmi ces espaces, tels que des raccordements et des contiguïtés. La recherche en syntaxe spatiale propose que ces modèles puissent représenter et tenir compte de l'analyse du social saillant et les aspects cognitifs des intérieurs de bâtiment et des zones urbaines (**Bafna**, 2003).

¹ **Sonit Bafna**, est un assistant d'architecture à l'Institut de Technologie de la Géorgie. Il a reçu son SM Arch S du MIT en 1993 et de son Ph. D. de l'Institut de Technologie de la Géorgie en 2001. Sa recherche tombe largement dans le secteur de la Morphologie architecturale, en particulier car elle intersecte avec l'esthétique, la théorie de critique, et l'enquête de conception.

² **John Peponis**, Ph.D., Le laboratoire de morphologie à l'Institut de Technologie de la Géorgie.

³ « Implications ». Un bulletin par Informé Design. Un site Web pour la recherche de conception et de comportement humain. www.informedesign.umn.edu Vol. 04 issue 12.

IV.2. Comment la syntaxe spatiale fonctionne?

L'histoire de l'architecture occidentale montre que l'espace était de plus en plus clos et fermé. Une des tâches que se sont données les architectes modernes a été de fracasser cette boîte fermée afin d'articuler et de donner du mouvement à l'espace architectural (Moonki Shin et Georges Adamczyk, 2005).

Selon Michael Leonard, cet espace moderne est créé dès qu'on commence à construire psychologiquement (non pas physiquement) une cellule fermée par quatre murs, parce qu'on tend à compléter l'espace imparfait du fait de la domination du monde visuel. Par exemple, on peut façonner un espace cubique de plusieurs façons en l'imaginant mentalement par expérience: soit quatre poteaux, soit un mur et deux poteaux, soit deux murs courts en angle et diagonalement opposés, soit deux murs face à face, soit un plancher et un plafond, etc. Bref, un volume rectangulaire se complète lui-même, s'il est incomplet. On appelle ceci «l'effet supplétif».

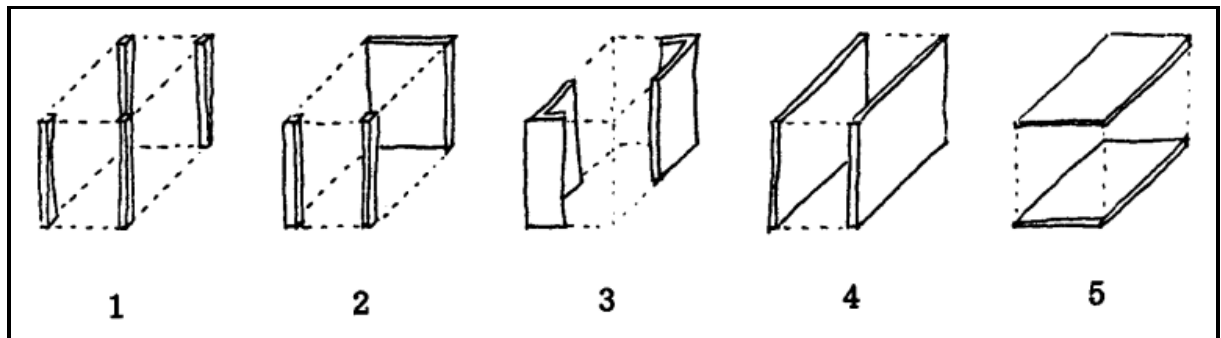


Figure IV. 1. Le schéma de la création psychologique d'une cellule. Source: (« Humanizing space », Progressive Architecture, New York, Avril 1969).

Cet effet supplétif joue un rôle déterminant dans la création de l'impression de mouvement. Lorsqu'on combine plusieurs éléments, on peut avoir différentes densités d'effet supplétif par superposition. Ces différentes densités nous attirent vers la direction du mouvement et nous procurent, selon Michael Leonard, différentes sensations de l'espace.

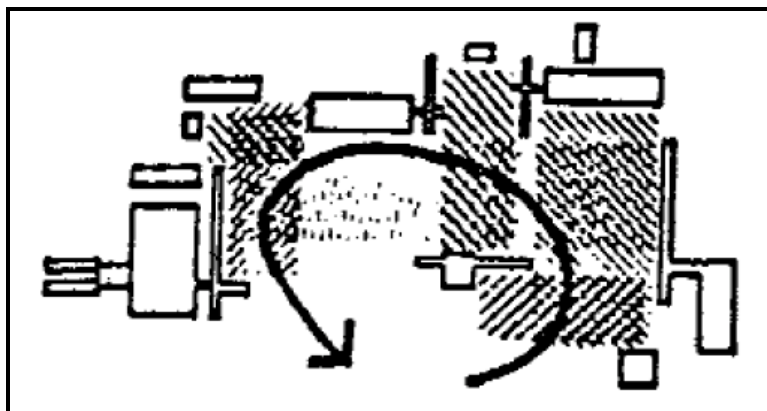


Figure IV. 2. Le schéma de création du mouvement provoqué par des densités différentes d'espace. Source: («Humanizing space », Progressive Architecture, New York, Avril 1969, p.131).

Quand on dispose deux espaces en diagonale, en faisant qu'ils se superposent, on crée un mouvement de complémentarité.

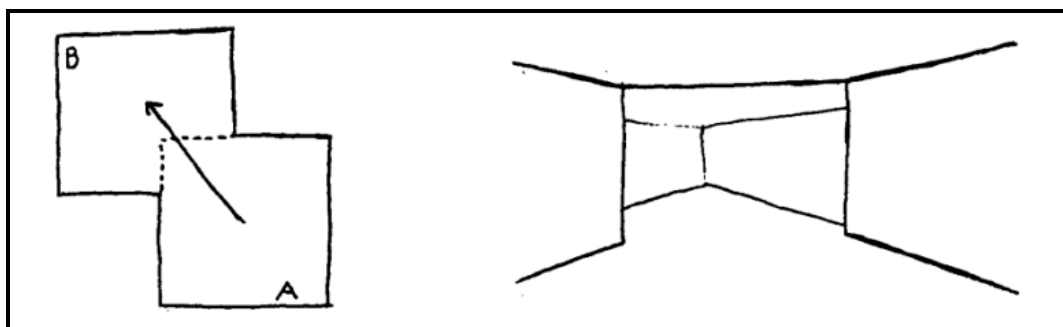


Figure IV. 3. Le schéma de la provocation d'un mouvement fort. Source: (Mazouz, 2009).

De la même manière, lorsqu'on combine plusieurs espaces, on provoque un effet de mouvement circulaire dont l'axe de rotation est le centre de gravité de l'ensemble des espaces.



Figure IV. 4. Le schéma de la création d'un mouvement circulaire. Source: (« Humanizing space », Progressive Architecture, New York, Avril 1969, p.133).

Dans l'étude de l'espace architectural et urbain, on trouve une série de dualités, notamment entre tout ce qui est en « Mouvement / Repos », « Statique / dynamique » et « Accessible visuellement / perméable ».

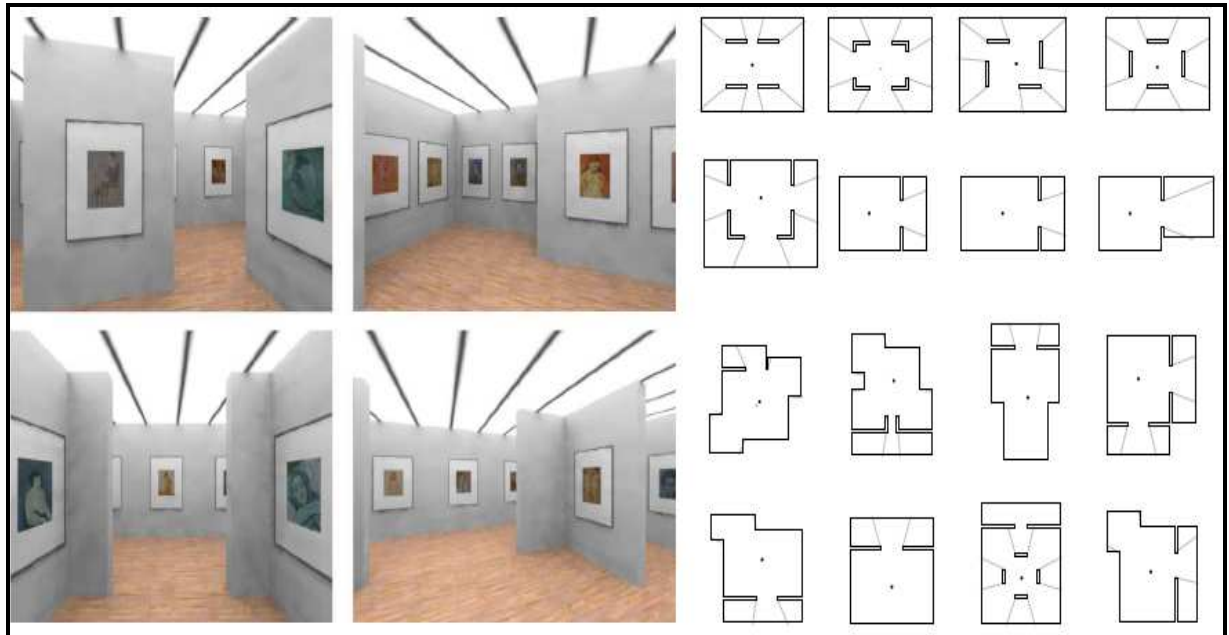


Figure IV. 5. Figures représentant le changement du champ visuel suivant les déterminants et la configuration de l'espace vu. Source: (Mazouz, 2009).

Les configurations spatiales ont non seulement une grammaire, mais également une **syntaxe spatiale**: le modèle des rapports entre les espaces. C'est ce modèle des relations spatiales qui permettent à des configurations d'être significatives et lui est présumé que les gens ont une capacité innée de lire ou comprendre ces significations.

Une **configuration**, dans la terminologie de syntaxe spatiale, est un ensemble de relations spatiales dans lesquelles chacun de rapport des affectations est affectés près de tous les autres; la modification d'une relation spatiale simple aura un effet sur la configuration entière. Habituellement, une configuration est de tels complexité que les mots n'existent pas pour la décrire de la manière qui exprime comme le « **adjacent** » et le « **entre** » qui peut être employé pour décrire un rapport spatial plus simple.

Dans l'espace, les gens se déplacent selon des trajectoires linéaires ou droites (a), interagissent dans des espaces convexes (b) et voient des **champs visuels** changeants en se déplaçant (c) (Hanson et Conroy Dalton, 2007).

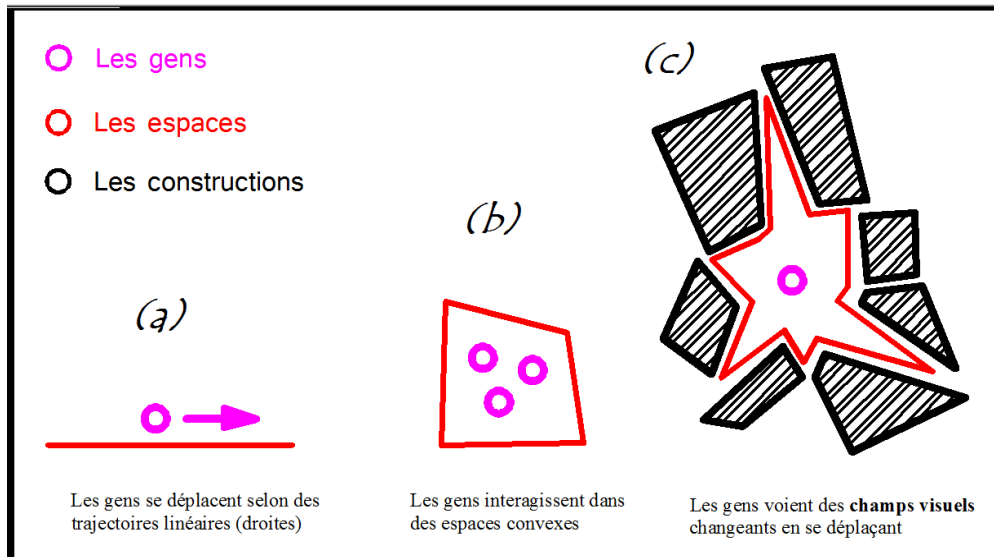


Figure IV. 6. La logique sociale des espaces axiaux et convexes et des isovistes. Source: (Mazouz, 2009).

Lorsqu'il s'agit de la syntaxe spatiale, on trouve deux concepts: **l'axialité** et la **convexité**. La notion de configuration permet de ressortir deux échelles de lecture des relations spatiales. De ce fait, **l'espace possède à la fois une dimension globale et autre locale**.

- **Une Dimension locale:** Appartenance et identification au caractère local qui renvoie au concept de convexité. Elle décrit la position de chaque élément spatial par rapport à son environnement immédiat. Elle concerne des sous-structures locales.
- **Une Dimension globale:** Conscience d'appartenance et identification au caractère global qui renvoie au Concept d'axialité. Elle concerne l'ensemble de la structure spatiale. Elle décrit et précise la position de chaque composant par rapport à l'ensemble du système;

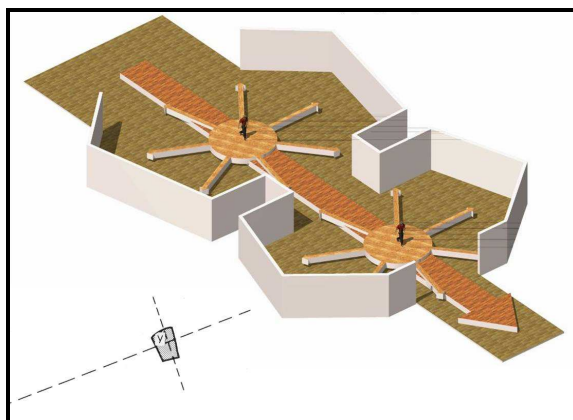


Figure IV. 7. La dimension locale et globale de l'espace. Source: (Mazouz, 2009).

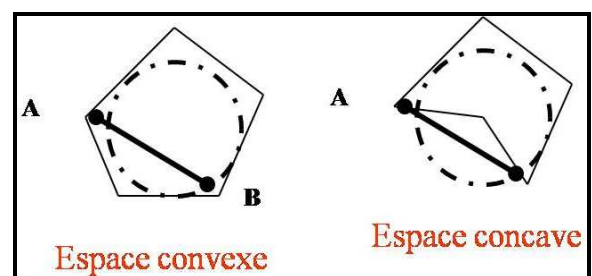


Figure IV. 8. Principe de la convexité. NB: Le point Y vu axialement et « convexement ». Source: (Mazouz, 2009).

La syntaxe spatiale est établie sur trois classes d'unité spatiale, chacune liée à une représentation différente: **lignes axiales**, **espaces convexes** et **champs visuels (isovists)**. Le mouvement est essentiellement une activité linéaire, tandis que l'interaction sociale exige un espace convexe dans lequel tous les points peuvent voir tous les autres.

Une proposition centrale de la syntaxe spatiale est qu'il y a un **lien** entre ces représentations de l'espace et ces aspects observables de la fonctionnalité. Cependant, l'approche de syntaxe spatiale à un espace architectural/urbain n'est pas simplement concernée par les propriétés des différents espaces, mais par les **rappports** entre les nombreux espaces qui forment la **disposition spatiale** d'un bâtiment /de ville. Son principe de base combine entre la décomposition spatiale et les mesures morphologiques (Claramunt, 2005). La syntaxe spatiale emploie la **configuration** de limite pour se rapporter à la manière dont chaque espace contribue dans une disposition à la façon dont tous les espaces soient affectés par un autre système. Une notion fondamentale de syntaxe spatiale est que la disposition d'un réseau des espaces semble être différente une fois vue de différents endroits dans le système, dont les concepts de base sont convexité, axialité, synchronie, diachronie).

IV.3. Méthodes utilisées et principales mesures de la syntaxe spatiale:

Parmi les méthodes utilisées dans la théorie de la syntaxe spatiale, il y a des méthodes manuelles qui déterminent la convexité et l'axialité. Ainsi que des méthodes informatisées (**Agraph**); dont on peut citer:

- a. Méthodes manuelles informatisées (axialité et convexité) à l'aide des logiciels **Axwoman**, **Syntax_2D** et **Depthmap**.
- b. Méthodes informatisées (VGA) à l'aide de logiciel **Depthmap**.

Et comme on a déjà précédé, l'espace possède deux dimensions; locale et global. De ce fait, on trouve deux ordres des mesures (Mazouz, 2009), qui sont les suivants :

IV.3.1. Mesures du premier ordre:

- **Connectivité:** qui est une **mesure locale statique**. Elle mesure, dans une **carte axiale**, le nombre de lignes immédiatement connectées à la ligne en cours d'analyse (à un pas de profondeur). Par exemple, pour traiter la **connectivité** et la conception de rue on représente l'espace comme réseau des lignes potentielles du mouvement.

On étudie les chemins possibles qui lient deux endroits quelconques (**topologie**); le nombre de changements de direction le long d'un chemin (**structure directionnelle**); et la distance entre les intersections, la longueur des lignes ininterrompues de rue, et les largeurs des rues (**propriétés métriques**) dans des réseaux de rue.

- **Contrôle:** qui est une **mesure locale dynamique**. Il représente le degré du choix de l'espace par rapport à ses voisins, la possibilité pour l'espace d'être choisi par le promeneur pour s'y mouvoir, inversement proportionnel au contrôle exercé par un autre espace.

La mesure du contrôle est calculée par une procédure plus simple mais beaucoup plus laborieuse. Cependant, chaque espace a un certain nombre d'espaces voisins immédiats. Chaque espace, par conséquent, donne, à chacun de ses voisins immédiats $1/n$ et ces derniers sont additionnés pour chaque espace recevant pour donner la valeur de contrôle de chaque espace. Les espaces ayant une valeur de contrôle **supérieure à 1** sont des espaces à **fort contrôle**, ceux ayant une valeur **inférieure à 1** sont des espaces à **faible contrôle** etc.....

- **Intégration:** qui est une **mesure globale statique**. Elle décrit la profondeur moyenne d'un espace par rapport à tous les autres espaces dans le système, c.à.d calculant le nombre moyen d'étapes requises pour atteindre chaque nœud de chaque autre nœud dans le graphique. Les espaces d'un système peuvent être rangés du "plus intégré" au "plus ségrégué". Puisque des nœuds fortement intégrés peuvent être rapidement atteints de beaucoup d'autres nœuds dans le graphique, ils sont décrits comme « peu profonds, » tandis que moins les nœuds sont intégrés, ils sont « plus profonds » dans le graphique. (les valeurs de cette intégration sont d'habitude rapportées comme inverses, et ainsi de plus grands nombres reflètent une intégration plus élevée) (Kim et Penn, 2004).

La mesure de syntaxe spatiale d'intégration est étroitement associée au concept de la visibilité proposée par **Lynch** (1960). L'intégration mesure comment chaque axe est étroitement lié dans les groupes locaux (**intégration locale**) et la carte dans son ensemble (**intégration globale**).

Les notions de **profondeur** et **d'intégration** sont intimement liées. La notion de **profondeur** implique aussi celle de l'asymétrie. L'asymétrie décrit la profondeur de l'espace à partir d'un point particulier relativement à la profondeur théorique qu'il pourrait avoir. La **profondeur est minimale** quand tous les espaces sont **reliés à l'espace original**, et est **maximale**, quand tous les espaces sont **disposés de façon linéaire** loin de l'espace original.

1. Pour calculer l'**asymétrie** à partir de n'importe quel point, calculer d'abord la profondeur moyenne du système en additionnant les valeurs de profondeur de chaque espace et en les divisant par le nombre d'espaces dans le système moins un (-1), l'espace original.
2. Calculer ensuite l'**asymétrie relative (l'intégration)** en utilisant la formule:

$$\text{Asymétrie relative (RA)} = 2 (\text{DM} - 1) / (\text{K} - 2)$$

Equation IV. 1. Formule de l'asymétrie relative (intégration). Source: (Mazouz, 2009).

Avec, Md: profondeur moyenne; k: nombre d'espaces dans le système.

Les valeurs basses indiquent que le système est peu profond et les valeurs hautes indiquent que le système est profond et que l'espace à partir duquel on a calculé l'intégration tend à être en **ségrégation** du système plutôt qu'en **intégration**.

$$\text{Profondeur moyenne (Md)} = 1 (\text{K} - 1). E$$

Equation IV. 2. Formule de la profondeur moyenne. Source: (Mazouz, 2009).

(Md): (Toutes les valeurs de profondeur entre un point et tous autres points dans un graphique)
 (1): la valeur de profondeur entre deux points dans un graphique est égal au nombre minimum de raccords qui doivent être pris pour atteindre d'un point à l'autre; le chemin le plus court.
 K est tout le nombre de nœuds dans un graphique, y compris le nœud extérieur.

$$\text{Vraie « réelle » asymétrie relative (RRA)} = \text{RA X}$$

Equation IV. 3. Formule de la vraie asymétrie relative. Source: (Mazouz, 2009).

Là où:

$$X = \{6.644K. \log_{10} (K + 2) - 5.17K + 2\} / (K^2 - 3K + 2)$$

Equation IV. 4. Formule du coefficient X; spécifique au calcul de la vraie asymétrie relative.
 Source: (Mazouz, 2009).

Commander la valeur = l'E 1/Val (b) (4) D (a, b)=1

Là où D (a, b) représente la connectivité du chemin le plus court entre les points (a et b).

Val (b) est le nombre de liaisons directes pour le point (b).

Ainsi que la valeur de commande pour n'importe quel point (a) est calculée en additionnant la réciproque du nombre de raccords pour chaque point directement relié à (a) (Hillier, 1984-1987 et Peponis, 1985).

- **Choix:** qui est une **mesure globale dynamique** du « flux » à travers un espace. Un espace a une valeur de choix élevée quand plusieurs **chemins les plus courts**, reliant tous les espaces à tous les espaces d'un système, le traversent.

Par exemple, on emploie des mesures de **choix** pour identifier les rues les plus susceptibles à fonctionner à travers les routes pour tous les voyages possibles. La mesure du choix permet d'évaluer **l'orientation spatiale** et le comportement **wayfinding** dans l'espace.

- **L'entropie:** la mesure de l'entropie est la mesure de la distribution des emplacements en terme de leur profondeur visuelle d'un nœud plutôt que la profondeur elle-même. Ainsi, si beaucoup d'emplacements sont visuellement près d'un nœud, la profondeur visuelle de ce nœud est asymétrique, et l'entropie est basse. Cette valeur d'entropie nous donne un aperçu de la façon dont le système est ordonné à partir d'un endroit. Les valeurs basses signifient un désordre bas, c'est-à-dire un espace facilement accessible en terme de perméabilité aussi bien que pour les champs de visibilité.

IV.3.2. Mesures du second ordre:

Ces mesures s'obtiennent grâce à la confrontation de deux mesures du premier degré pour ressortir d'autres caractéristiques de l'espace étudié. Parmi les mesures les plus connues, il y a:

- **Accessibilité:** l'analyse VGA donne des résultats concernant l'accessibilité visuelle, alors que l'analyse convexe donne des résultats concernant l'accessibilité tout court. Mais l'ensemble des deux analyses peuvent nous informer sur la perméabilité de l'espace étudié.

- **Intelligibilité:** C'est une **mesure globale statique**. « L'intelligibilité » est la corrélation (un rapport) entre les **mesures locales** (telles que la **connectivité**) et les **mesures globales** (telles que **l'intégration**) et décrit à quelle distance la profondeur d'un espace à partir du plan d'ensemble peut être déterminée du nombre de ses connections directes, c.à.d ce que peut-on comprendre de la relation globale d'un espace de ce qui peut être observé dans cet espace. Le rapport d'intelligibilité se calcule dans chaque espace et se représente dans un diagramme.

- Un coefficient de corrélation R^2 est calculé. S'il est supérieur à 0.50, le nuage de points résultant se rapproche d'une droite de 45°. On dit que le système est intelligible: Chaque espace ayant une bonne connectivité au niveau local est en même temps intégré à l'ensemble du système. L'ensemble du système devient **lisible** depuis ses parties constituantes.

Si R^2 est inférieur à 0.50, le système est dit, inintelligible ou non intelligible. L'échelle globale ne peut pas donc, être déduite de l'échelle locale. Cette mesure semble reprendre quantitativement la notion de la **lisibilité** dans les travaux de Kevin Lynch.

Dans le cas des musées, l'intelligibilité de l'espace est entrelacée avec la façon de laquelle l'espace devient accessible à l'exploration et devient disponible au contenu pour rechercher.

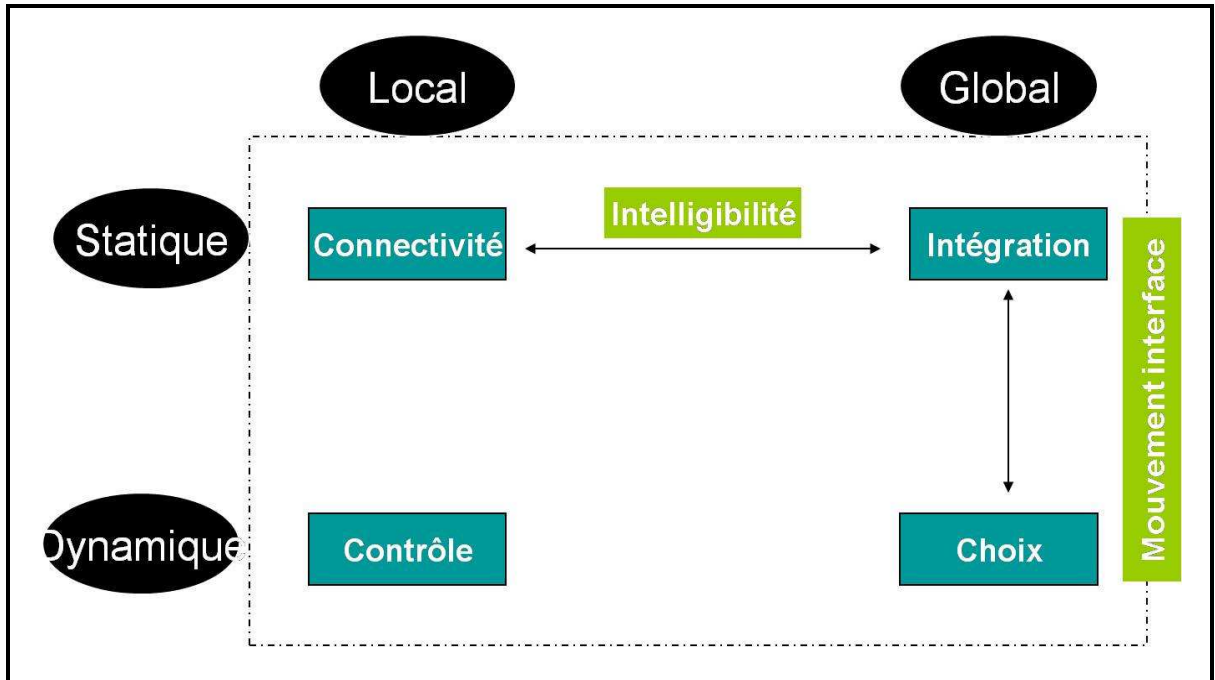


Figure IV. 9. Les principales mesures de la syntaxe spatiale. Source: (Mazouz, 2009).

D'un point de vue mathématique, la plupart des mesures traitent la façon dont des systèmes des nœuds sont liés par des lignes; c'est-à-dire, elles sont " graphique- théorique". La **fonctionnalité** et l'**intelligibilité** sont étroitement liées.

- **L'interface:**

C'est le rapport entre l'**intégration** et le **choix**. Jusqu'à quel degré un espace facilement accessible, à plus de chance d'être parcouru comme étant le chemin le plus court. Il était avancé que la mesure de l'intégration est en rapport avec le mouvement d'usagers qui n'ont pas une connaissance précise du plan urbain qu'ils choisissent les passages les **plus accessibles**.

Tandis que le choix est la mesure du mouvement pour les habitants qui ont une connaissance antérieure précise de l'agencement spatial, ceux qui choisissent les passages les **plus courts**. La corrélation entre l'**intégration** et le **choix** révèle donc le **degré d'interface** entre les habitants et les visiteurs dans un espace urbain (Hillier et al, 1987).

IV.4. L'analyse de plans d'édifices par la syntaxe spatiale:

À travers cette section, et afin d'effectuer une analyse de plans d'édifices par la syntaxe spatiale, on doit tout d'abord connaître quelques éléments structurants, ainsi que la méthodologie d'analyse appropriées. Ceux-ci sont détaillés ci-dessous.

IV.4.1. Éléments structurants:

Construire une théorie des objets eux-mêmes avant de pouvoir élaborer **une théorie des causes et des effets sociaux** de ces objets. Il est indispensable de savoir ce qui dans les objets peut entrer en interaction avec des facteurs extérieurs avant de pouvoir préciser leurs différents modes d'interaction. L'environnement physique n'était pas seulement une toile de fond pour l'action sociale, il était lui-même une forme de comportement social (Forme / espace).

Ce n'était donc qu'en l'étudiant morphologiquement comme un constituant des produits comportementaux de la société que la relation entre l'environnement physique et la vie sociale pouvait être comprise. En effet, l'espace est ce qu'on utilise, alors que la **forme physique**, avec son élaboration morphologique beaucoup plus importante, est essentiellement le moyen permettant de **créer et d'ordonner l'espace**. Isolant temporairement le problème de l'espace, on peut se concentrer sur le problème de sa description, non pas comme un enchaînement de moments déconnectés, mais comme un système de relations. **L'approche relationnelle à la description spatiale** a été appelée **syntaxe spatiale**.

IV.4.2. Méthodologie:

Il faut à ce stade établir la transcription du système en graphe afin de faire la classification des graphes pour pouvoir par la suite déterminer visuellement les patterns.

IV.4.2.1. Transcription du système en graphe:

C'est tout un processus de compréhension de l'espace, des relations de connectivités existant entre les différents corps de l'espace construit à fin de construire son graphe de connectivité.

- Se procurer un corpus représentatif de plans de maisons ou d'autres édifices
- Traduire les plans en graphes: chaque cellule est représentée par un cercle. Les **relations de perméabilité** sont représentées par des lignes joignant les cercles. L'espace support (carrier, à partir duquel le système est considéré) est l'espace en dehors de la cellule.
- Justifier le graphe en affectant à chaque cellule une valeur de profondeur (Depth) selon le nombre de pas à franchir pour arriver à cet espace à partir de l'espace support.

Tous les espaces ayant la même valeur de profondeur sont alignés horizontalement au dessus de l'espace support.

Le **graphe justifié** possède l'avantage de rendre visibles les propriétés syntactiques de symétrie/asymétrie, distributivité/non distributivité etc..... C'est une forme de représentation qui combine le déchiffrage des modèles (patterns) avec les procédures de quantification.

- Les propriétés syntactiques de base sont calculées pour chaque espace dans le graphe justifié
- L'analyse est conduite **en comparant les résultats de l'analyse syntactique avec les fonctions et les usages observés sur terrain.**

N.B: Les propriétés ayant une signification sociale:

1. Profondeur (depth or shallowness).
2. Liaison/annalité (ringiness) Vs contrôle (control)

* structure en anneaux multiples, connections latérales, contrôle dispersé, ou

* linéarité, culs-de-sacs, contrôle renforcé

* Types de contrôle, types d'espace etc...

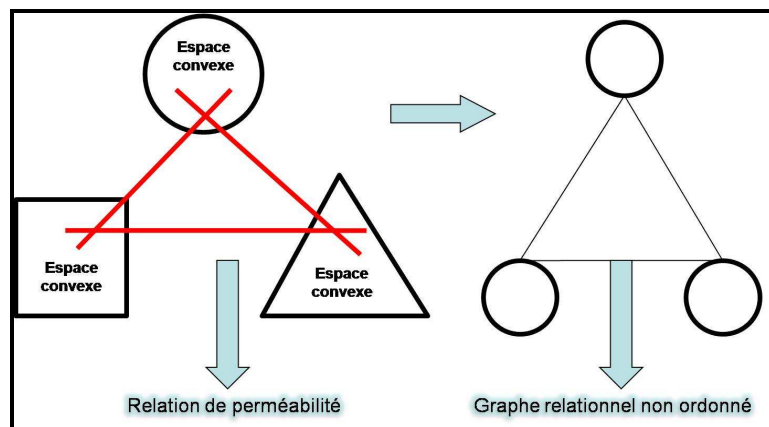


Figure IV. 10. Schéma présentant la relation de perméabilité. Source: (Mazouz, 2009).

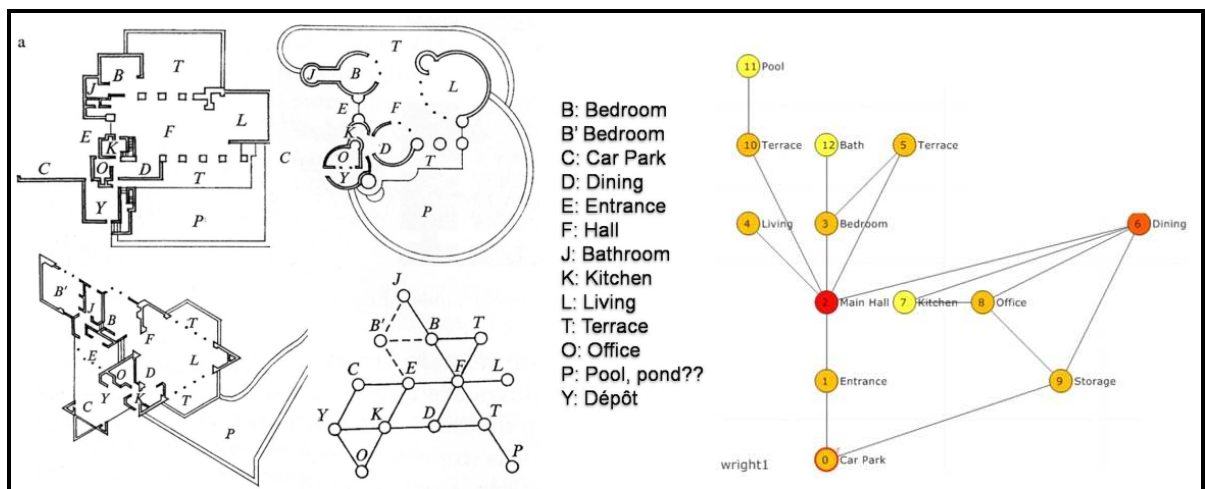


Figure IV. 11. Application à trois villas de Frank L. Wright. Source: (Mazouz, 2009).



Figure IV. 12. Quelques exemples des espaces construits et leurs graphes justifiés. Source: (Mazouz, 2009).

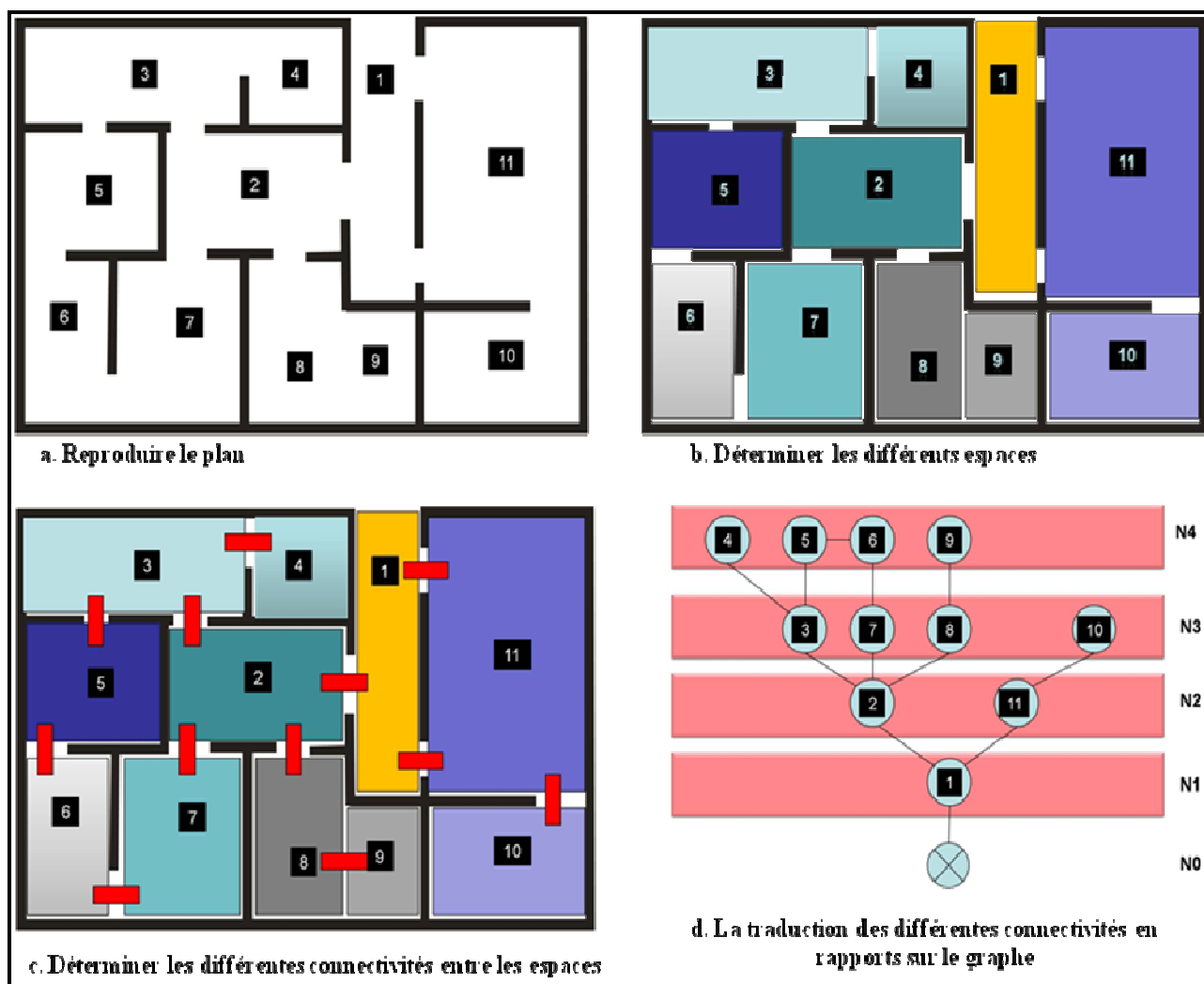


Figure IV. 13. Les différentes étapes de la transcription du système en graphe. Source: (Mazouz, 2009).

IV.4.2.2. Classification des graphes:

Il faut tout d'abord déterminer les **génotypes**. Cette notion du **génotype** en biologie est un ensemble des gènes qui caractérisent un être vivant. Alors que la notion du **phénotype** en génétique est un ensemble des caractères manifestes spécifiques qui constituent l'expression vivante du patrimoine génétique, les caractères héréditaires du génotype absents dans le phénotype. L'aspect observable de l'individu est conditionné par son génotype et le milieu environnant.

Considérant l'**espace** comme **système de relations syntactiques**, en analysant le système en termes de propriétés de base: **symétrie-asymétrie**, **distributivité**, **non-distributivité** etc...qui peuvent être la base pour classifier les graphes, notamment lors de la transcription du système en graphe. Dans ce cas là, on peut classifier les graphes suivants:

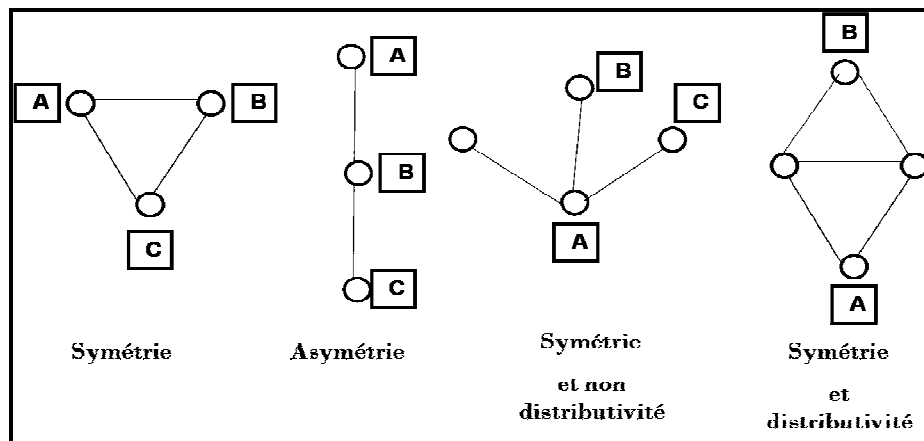


Figure IV. 14. Classification des graphes selon les différentes propriétés du système. Source: (Mazouz, 2009).

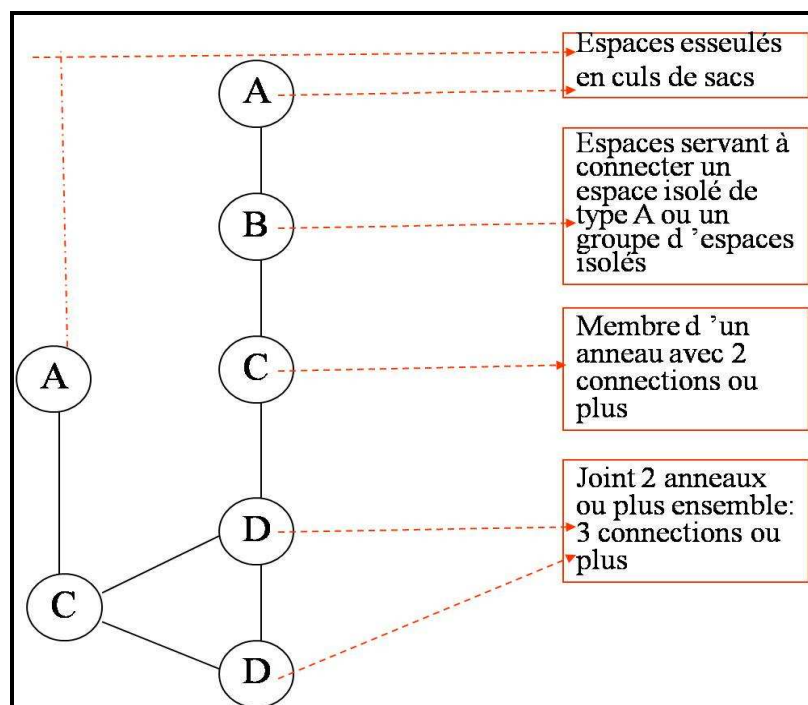


Figure IV. 15. Etiquetage des espaces. Source: (Mazouz, 2009).

On peut utiliser les mêmes **générateurs configurationnels** pour construire des patterns avec les propriétés de la symétrie, distributivité etc.....

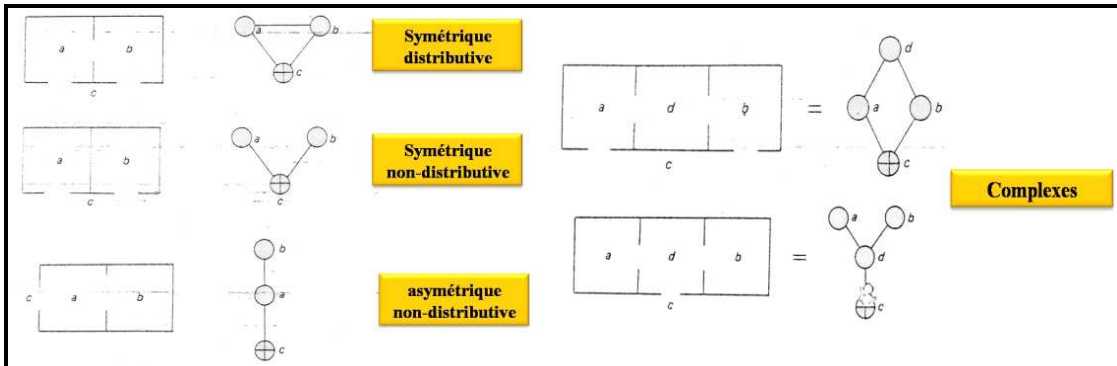


Figure IV. 16. Les mêmes générateurs configurationnels pour construire des patterns ayant des propriétés différentes « symétrie, asymétrie, distributivité,... ». Source: (Mazouz, 2009).

Quatre édifices théoriques avec une géométrie similaire et des organigrammes spatiaux similaires. Graphes justifiés des quatre édifices précédents.

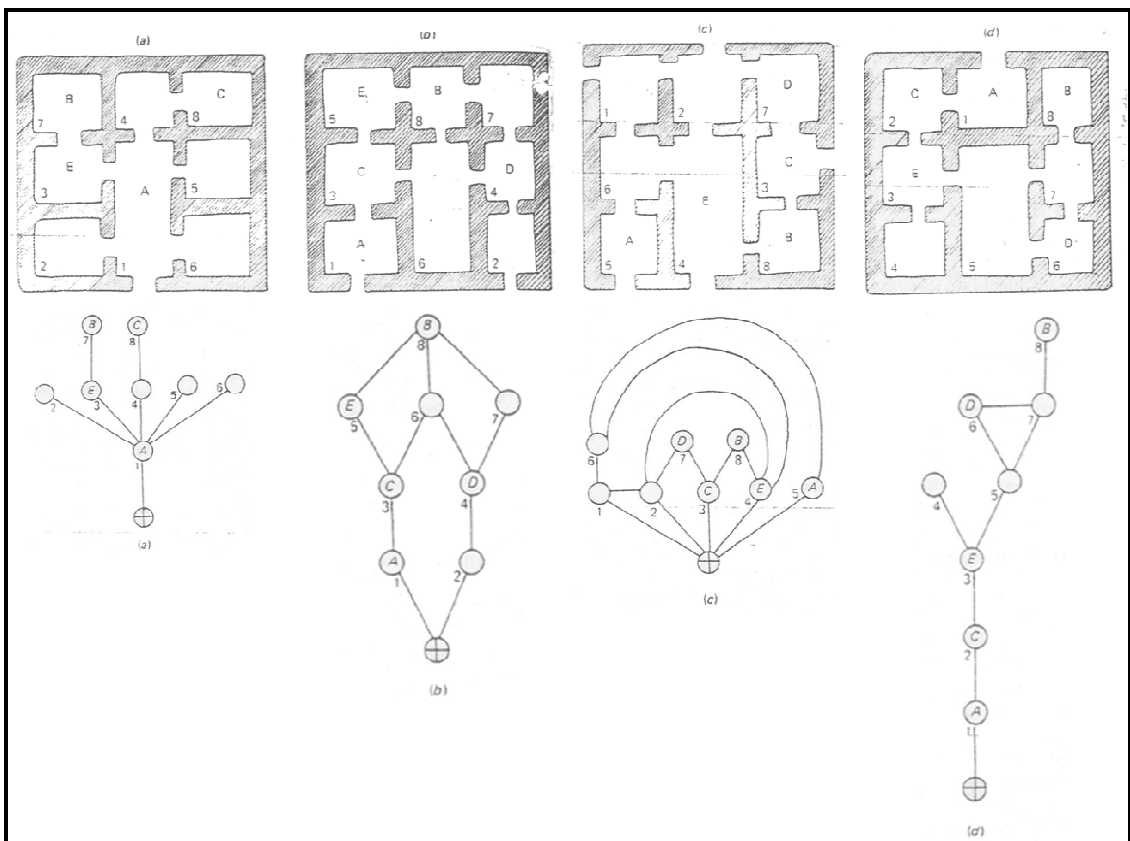


Figure IV. 17. Graphes justifiés des quatre édifices. Source: (HILLIER, HANSON, 1984).

Valeurs calculées de profondeur, Asymétrie relative pour chaque nœud des plans des édifices précédents.

		Depth	RA	RR of	RR from			Depth	RA	RR of	RR from
1	⊕	0	0.321			2	⊕	0	0.392	0.125	0.099
	1	1	0.071				1	1	0.357	0.125	0.116
	2	2	0.321				2	1	0.357	0.125	0.116
	3	2	0.250				3	2	0.250	0.250	0.173
	4	2	0.250				4	2	0.250	0.250	0.173
	5	2	0.321				5	3	0.392	0.125	0.139
	6	2	0.321				6	3	0.214	0.375	0.231
	7	3	0.500				7	3	0.392	0.125	0.139
	8	3	0.500				8	4	0.321	0.250	0.173
	Mean		<u>2.125</u>	<u>0.317</u>				Mean	<u>2.375</u>	<u>0.365</u>	<u>0.194</u>
		Depth	RA	RR of	RR from			Depth	RA	RR of	RR from
3	⊕	0	0.107	0.500	0.347	4	⊕	0	0.786	0.025	0.015
	1	1	0.214	0.250	0.277		1	1	0.536	0.031	0.019
	2	1	0.111	0.500	0.347		2	2	0.357	0.042	0.026
	3	1	0.214	0.375	0.308		3	3	0.250	0.063	0.038
	4	1	0.143	0.500	0.347		4	4	0.500	0.043	0.026
	5	1	0.286	0.125	0.213		5	4	0.286	0.125	0.078
	6	2	0.250	0.250	0.198		6	5	0.464	0.125	0.078
	7	2	0.285	0.250	0.231		7	5	0.429	0.125	0.078
	8	2	0.285	0.280	0.347		8	6	0.571	0.063	0.038
	Mean		<u>1.375</u>	<u>0.202</u>	<u>0.306</u>		<u>0.291</u>		Mean	<u>3.750</u>	<u>0.464</u>

Tableau IV. 1. Tableaux des Valeurs calculées de profondeur, Asymétrie relative pour chaque nœud des plans des édifices précédents. Source: (HILLIER, HANSON, 1984).

IV.4.2.3. Détermination visuelle de patterns:

Sitôt les graphes justifiés établis, certaines propriétés syntaxiques peuvent d'ores et déjà être établies.

1. **(B) et (C)** sont des **formes distribuées**, alors que **(A) et (D)** sont des formes **non distribuées**. **(B) et (D)** sont **relativement profondes** ou **asymétriques**, en comparaison avec **(A) et (C)** qui sont **moins profonds (symétriques)**. En bref, les quatre structures peuvent être présentées comme des variations sur les deux thèmes phares de l'approche syntaxique.

2. Cette simple procédure montre que d'un point de vue syntaxique, les quatre exemples sont très différents les uns des autres. Il apparaît qu'il n'y a pas de **génotype syntaxique** en considérant l'aspect spatial malgré le fait qu'en termes de géométrie et d'organigramme spatial, les quatre exemples sont identiques. Si, par contre, on observe les étiquettes (les dénominations des espaces) certaines régularités peuvent être observées.

A. est toujours peu profond

B. est toujours profond

D. Fait toujours partie d'un anneau et lorsqu'il n'y a pas d'anneau, il n'y a pas d'espace **D.**

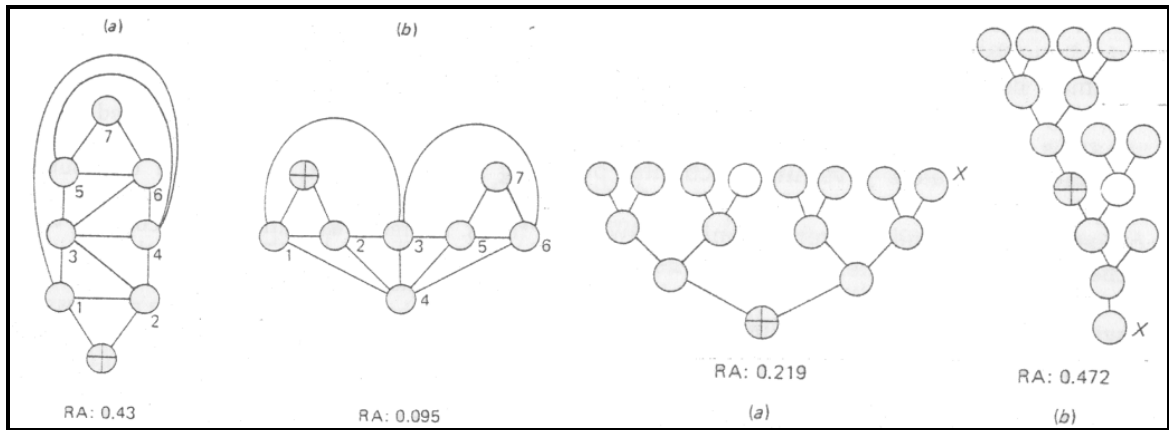


Figure IV. 18. Détermination visuelle de patterns. Source: (HILLIER, HANSON, 1984).

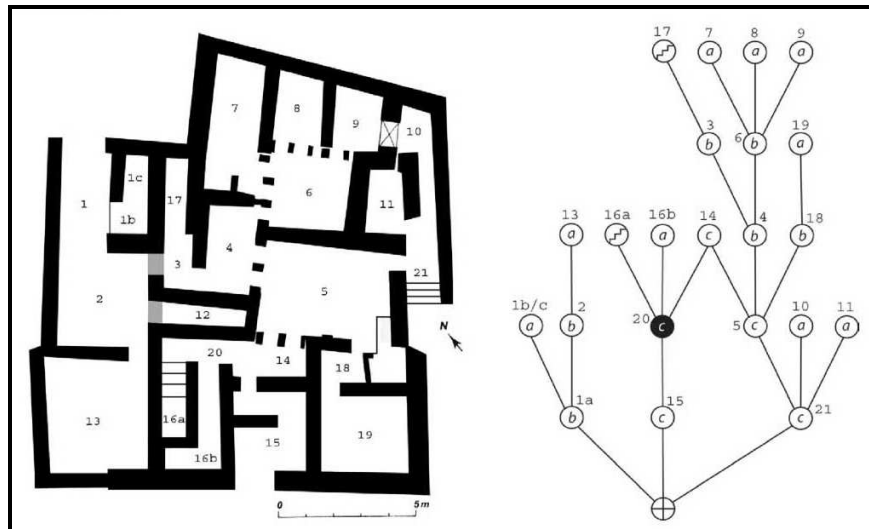


Figure IV. 19. Bâtiment 5 (Palaikastro) - plan et graphe simplifiés. Source: (Quentin Letesson, 1984).

IV.5. Développements de la Syntaxe Spatiale:

L'approche de la syntaxe spatiale a été développée en passant de l'approche axiale basée sur les lignes directrices de vision et de déplacement des usagers dans l'espace vers une nouvelle approche spatiale et visuelle basée à la fois sur l'espace entier et l'humain.

IV.5.1. Limites de l'approche axiale et genèse de l'approche isoviste:

- D'abord, les éléments spatiaux utilisés ne sont pas directement **observables et mesurables**, et bien qu'ils dépendent des **propriétés géométriques de l'espace**, il n'y a aucune méthode convenue ou unique pour leur définition.
- En second lieu, les espaces ne sont pas confinés aux nœuds ou aux points mais sont d'abord définis par les **lignes** qui sont alors considérées comme **nœuds**.
- Troisièmement, les relations entre ces composants ou nœuds sont définies en termes de leur **topologie** et bien que la distance euclidienne soit implicite, des relations sont mesurées en termes binaires – qu'elles existent ou pas.

- Les **lignes axiales** sont associées aux **lignes de visibilité**, ou au moins, des lignes du **mouvement dégagé** par l'espace.

Deux éléments rendent la chose controversée:

- La définition des éléments de base est entièrement laissée à l'utilisateur avec **peu d'orientation sur la façon de générer les lignes axiales**. D'où le risque de ne pas voir le même modèle reproduit par le même chercheur dans des circonstances différentes. (Problème de logique scientifique)
- La convexité n'est pas définie avec précision pour permettre sa répétition systématique et qui peut donner un résultat unique pour le même modèle.

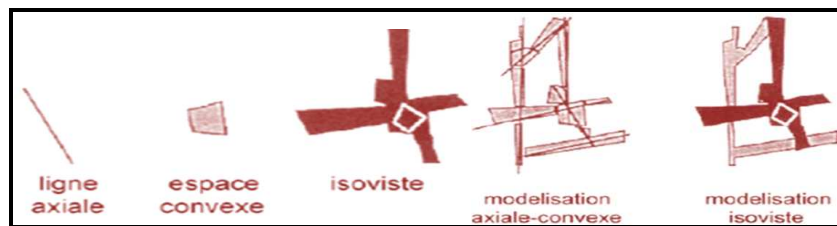


Figure IV. 20. De la ligne axiale à l'isoviste. Source: (Mazouz, 2009).

IV.5.2. La « Visibility Graph Analysis » et le concept « d'Isoviste » :

IV.5.2.1. Définitions, propriétés et mesures de viewsheds:

Nous appelons « **isoviste** » ou « **champ de vision- d'inter- visibilité potentiel** », l'aire dans laquelle toute personne est potentiellement **visible** depuis l'espace convexe et par les membres du groupe s'y trouvant. La forme de l'**isoviste** varie lorsque on se déplace, aussi bien en ville que dans un bâtiment, et donc définit un aspect important de notre expérience spatiale. Il est évident que la plupart du temps les isovistes perçus constituent un **sous-ensemble** plus ou moins extensif du champ de vision potentiel maximal, c'est-à-dire de l'ensemble de tous les isovistes. En simplifiant **VGA** est l'analyse de l'ensemble des isovistes d'un système spatial.

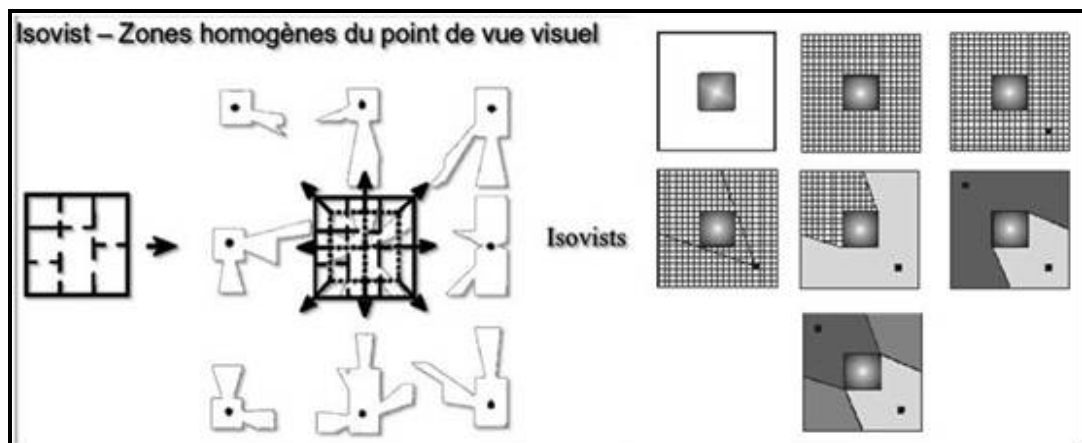


Figure IV. 21. Isovistes et viewsheds. Source: (Mazouz, 2009).

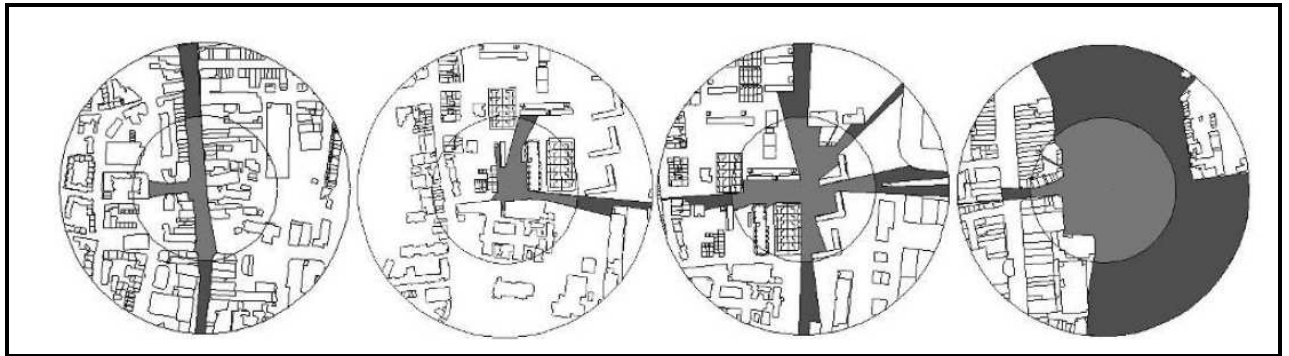


Figure IV. 22. Quelques exemples des isovistes, ampleurs d'isovistes à 200m (gris-clair) et à 400m (gris-foncé) d'un endroit d'échantillon, de gauche à droite: à un endroit au centre de la ville; deux points différents dans un lotissement résidentiel d'après-guerre. Source : (Mazouz, 2009).

Un **isoviste** est défini comme l'espace qui peut être directement accédé à partir d'un point de vue particulier. Ceci pourrait être l'espace qui peut être vu par un observateur et est souvent pris (comme c'est le cas ici) comme **l'espace entier vu quand l'observateur se déplace** par 360° ou 2Π radians. Mais ce pourrait également être l'espace où un observateur peut se transporter sans **obstruction géométrique**.

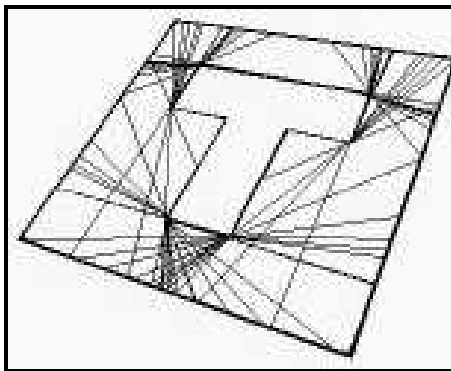


Figure IV. 23. Isoviste s'est produit d'un modèle de forme T. Source : (Mazouz, 2009).

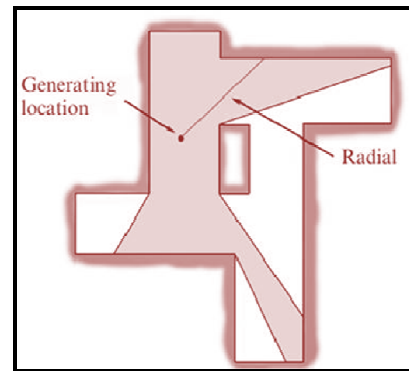


Figure IV. 24. Construction de l'isoviste. Source : (Mazouz, 2009).

Les **isovistes** décrivent fondamentalement les **propriétés géométriques locales** des espaces en ce qui concerne les différents points d'observation et pèsent également toutes les directions possibles de vue. Particulièrement pour l'analyse de la trajectoire individuelle de mouvement, parfois aussi des vues spécifiques des isovistes partiels ont été appliqués.

Les **isovistes partiels** considèrent seulement une partie restreinte du champ visuel théoriquement disponible (par exemple, 90° au lieu de 360°). Ils correspondent mieux aux restrictions de **l'appareil visuel humain**. De façon analogue, plusieurs études ont prouvé que les êtres humains codent l'information spatiale du point de vue ils la rencontrent. Les **isovistes** sont des moyens de décrire des aspects du monde extérieur. Car le but est d'indiquer un raccordement entre les propriétés géométriques du monde extérieur et le monde intérieur.

Isovistas, comme à l'origine conçu par **Benedikt**, également pour décrire toutes les directions possibles de vue d'un seul point d'observation donné, une perspective qui est directement perceptible seulement dans une vue d'œil d'oiseau artificielle d'un environnement spatial. Cependant, les observateurs éprouvent l'environnement principalement d'une perspective intérieure dirigée le long de leur ligne de cheminement principale, suggérant une **pondération** différente des directions de vue selon leur **angle relatif** avec cette force de direction.

Donc, un « **isoviste** » est simplement une **représentation polygonale d'une tranche bidimensionnelle** par le champ visuel potentiel; il est habituellement construit à la taille de l'œil et parallèle au plan de plancher.

En années plus récentes, en syntaxe spatiale, **l'analyse d'isoviste** devient une méthode de plus en plus populaire et fortement connexe aux méthodes précédentes qui ont essayé de **mesurer, représenter ou décrire l'expérience visuelle** pour des **environnements spatiaux complexes**. De manière la plus significative, il peut voir pour être fortement rapporté à la rangée optique de **Gibson**, une entité théorique constituant effectivement un **isoviste tridimensionnel**.

Cependant, très peu de travaux qui ont été fait sur le rapport entre **mesures de champ visuel** et **comportement associé**, en particulier, la petite taille de résolution a permis l'analyse d'isoviste. Ce dernier, de limite a ses racines dans le travail séminal de **Gibson**, qui a discuté cela « *on peut percevoir les surfaces qui sont temporairement hors de vue* ». C'est-à-dire, en vertu des personnes de mouvement ou de déduction peuvent impliquer l'existence des espaces d'isoviste au delà des **barrières d'occlusion**. Bien que le travail de [**Gibson**] ait été **tridimensionnel**, il a influencé plus tard le travail de [**Benedikt**], qui a considéré les isovistes en tant que « **des régions de l'espace** », qui peuvent être décrit par les formes obtenues à partir de la vision des personnes si elles tournent par 360 degrés (360°).

Un autre antécédent notable se situe dans les tentatives par **Lynch** de représenter l'expérience continue et visuelle des itinéraires par les environnements complexes ce qui, à leur tour, a rapporté à sa conviction que les voisinages fonctionnels devraient être lisible, à savoir devrait contenir un certain nombre d'attributs visuels/spatiaux imageables.

Une tentative récente de redéfinir le travail de **Lynch** sur la lisibilité avec des méthodes visuelles, spatiales et l'analyse basée sur la **configuration** a été récemment entreprise par **Conroy Dalton** et **Bafna** ce qui a démontré des rapports entre les caractéristiques d'isoviste d'environnements urbains et d'un certain nombre d'éléments de ville de **Lynch** (en particulier, nœuds, bornes limites et bords).

La pertinence potentielle des isovistes avec l'**orientation** a été au commencement proposée par **Dalton** et **Bafna** qui critiquent la prétention de **Kevin Lynch**, cette orientation à un « nœud » donné dans une ville a dépendu seulement de son avoir une borne limite locale distinctive. **Dalton** et **Bafna**, analysent des isovistes pourraient aider « à différencier entre les nœuds cela contribue à un **sens d'orientation** et aide à la manière conclusion, et aux nœuds qui peuvent la confondre ou gêner ».

En conclusion, de n'importe quel point dans l'espace, il est possible de construire un **champ visuel 360°** qui décrit le secteur et la frontière qui peuvent être directement vus de cet endroit. D'après **Benedikt** (1979), la syntaxe spatiale emploie normalement l'**isovist** de limite {les limites relatives aux études de paysage/géographie seraient **vista** et **viewshed** « isovistes et champs d'isovistes », discuté en détail par **Conroy Dalton** et **Bafna** (2003)}, pour se rapporter à ces tranches de forme irrégulière par l'environnement.

IV.5.2.2. Mesures des propriétés d'isoviste:

La nature de l'analyse d'isoviste dépend d'une définition précise des **frontières opaques** (comme si on ne peut pas voir à travers); telles sont les barrières qui empêcheraient la vision au delà d'elles et deuxièmement considérer seulement les bâtiments en tant que **frontières occluses** (où les objets sont dans une certaine mesure transparents). Les isovistes en résultant ont été marqués respectivement « denses » et « répandre ». Il semble que l'analyse d'isoviste exige des frontières bien définies afin d'être réaliste, qui se produisent seulement dans des secteurs constitués.

Benedikt a introduit un ensemble de **mesures analytiques des propriétés d'isoviste** à appliquer pour réaliser des **descriptions quantitatives** des environnements spatiaux. Il commence par considérer le **volume visible** à partir d'un **emplacement** et puis simplifie cette représentation en prenant une tranche horizontale par le polyèdre « **isoviste** ». Les isovistes résultants sont toujours des **polygones sans trous** (**Benedikt**, 1979).

Benedikt et **Burnham**, ont proposé **quelques mesures** pour **évaluer les formes des isovistes** telles que le **secteur**, le **périmètre**, l'**écart type**, la **compacité**, le **désaccord** et l'**obliquité** des radiaux, et l'**occlusivité**, de tous ce qui informent le degré auquel ces polygones sont d'un **seul bloc** ou **dispersés** dans l'espace. Tous se rapportent à un point donné X, qui est compris comme origine des isovistes. Ces mesures sont donc une famille des mesures basées sur la distribution des longueurs radiales d'un isoviste.

IV.5.2.2.1. La compacité (clustering) ou convexité :

La compacité a été mathématiquement définie par un cercle dont le rayon est équivalent à la longueur radiale moyenne des isovistes, et fait un exposé de combien la forme des isovistes ressemble à un **cercle**.

Cette qualité sert à qualifier le degré de compacité et de convexité de l'espace en s'appuyant principalement sur le coefficient de compacité comme descripteur basé sur la VGA ainsi que comme méthode de calcul. **Ce coefficient est représentatif de la qualité visuelle et socio – spatiale**. La compacité est le pourcentage des paires de places dans l'isoviste qui peut se voir. La convexité est l'arrondi divisé en bondissant des propriétés. Une mesure pour la divination de l'isoviste d'un rectangle. Notons que:

- **Proportion de bondissement:** longueur de l'axe principal d'un rectangle de bondissement minimal divisé par son axe secondaire.
- L'arrondi est un secteur d'isoviste divisé par longueur carrée de périmètre.

IV.5.2.2.2. Le désaccord et l'obliquité:

Ils décrivent respectivement le degré de dispersion du périmètre relatif à x et l'asymétrie d'une telle dispersion. **L'obliquité** est le troisième moment des radiaux, une mesure employée par **Benedikt**, qui a proposé que ce soit un bon indicateur de **l'asymétrie** du périmètre d'un polygone d'isoviste.

IV.5.2.2.3. L'occlusivité:

Elle mesure « la longueur de la séparation radiale non visible de composants spatiaux évident de l'espace où on ne peut pas voir du point X », et donne donc une idée du degré de « spikiness ou déchiquetage ou dispersion » de l'isoviste.

Les mesures initiales de **[Benedikt]** ont été prolongées par le travail de **[Dalton]**, qui a proposé la mesure de « **dérive** ». Comme les mesures précédentes, la dérive, la dentelure et la dispersion sont définies comme suit :

IV.5.2.2.4. La dérive:

Elle est un concept défini par la forme des isoviste, et décrit le vecteur qui lie l'origine des isovistes avec son centre de surface. Elle est une mesure excessivement intéressante; c'est la distance entre l'endroit duquel l'isoviste est produit et son centre de gravité. Ce dernier est calculé comme si l'isoviste était une lame polygonale d'épaisseur négligeable mais uniforme. Cette mesure peut seulement prendre les valeurs positives.

La dérive tendra vers des minimums aux centres des locaux des espaces et les longs couloirs. Les similitudes existent entre les secteurs de la basse dérive et la dissolution axiale des espaces. Le maximum, le moyen et les longueurs radiales minimales sont calculés par la mesure des longueurs des radiaux d'isoviste à intervalles spécifiques (par exemple chaque un degré (1°)). Ces attributs sont produits en calculant la longueur maximale du radial (ou du plus long champ de vision), la longueur moyenne de tous les radiaux (une autre mesure de « spikiness ») et la longueur minimale des radiaux (ou la distance de produire le point d'isoviste sur sa plus étroite surface d'occlusion).

En outre, la recherche récente par **Wiener** et **Franz** a explorée le **rôle des isovistes** comme « *facteurs prédictifs du comportement spatial, proposant l'existence des corrélations fortes entre quelques mesures d'isoviste et la manière dans lesquelles l'espace est expérimenté* ». Parmi elles, les auteurs ont proposé la mesure d'**irrégularité**, et de la dispersion.

IV.5.2.2.5. Irrégularité, dentelure ou jaggedness:

Une qualité définit en cas d'existence des décrochements dans l'espace. Dentelure ou Irrégularité des groupements est la longueur carrée de périmètre divisée par secteur, comme présenté dans l'équation suivante:

$$\text{Dentelure} = (\text{périmètre isoviste})^2 / \text{Surface}$$

Equation IV. 5. Formule de la dentelure. Source: (mazouz, 2009).

Elle est inversement liée à la **convexité de l'isoviste** et est formellement définie par le rapport entre le périmètre carré des isovistes et son secteur. Un isoviste très déchiqueté ou très dispersé, donc, aurait des « transitoires » cela a eu des périmètres relativement longs relativement à leur secteur, tandis que moins il est déchiqueté, il va être plus près de circulaire. Plus il est « cloue », plus la forme de l'isoviste est plus complexe.

IV.5.2.2.6. La dispersion

Elle est la différence entre les valeurs de **l'écart type** moyen et des longueurs radiales des isovistes. Cette mesure peut prendre une valeur positive ou négative.

IV.5.2.3. Qualités spatio-visuelles déterminées à la base des propriétés des isovistes :

L'analyse des isovistes peut déterminer les qualités visuelles et socio-spatiales de l'espace étudié. Parmi lesquelles, on peut citer:

IV.5.2.3.1. La qualité de spaciosité (spaciousness):

On peut attribuer à un espace une qualité de spaciosité à partir de la **surface de l'isoviste** suivant la méthode de calcul nommée « **Taille de voisinage** ». On s'est attendu à ce que la qualité de base de **spaciosité** soit facilement rapprochée par des mesures de base tels que le seul secteur d'isoviste, la superficie de la partie convexe de l'isoviste, ou son espace proche et moyen libre. Le **secteur** est le nombre de places de 1.5m X de 1.5m se trouvant avec au moins l'intérieur de 50% l'isoviste.

IV.5.2.3.2. La qualité de l'ouverture de l'espace (openess):

L'ouverture, motivée par perspective et refuge, l'espace défendable, et des théories de prévisibilité, a été vue pour se rapporter à deux aspects physiques différents, au nombre de vistas dans les salles adjacentes et au taux de clôture physique. A partir de l'ouverture de l'isoviste, on peut qualifier l'espace comme ouvert ou non. L'ouverture est la longueur de résultat ouvert de bords d'occlusions.

On peut déterminer cette qualité en utilisant la méthode de calcul suivante: l'ouverture est le rapport entre la longueur des bordures ouvertes sur la longueur des bordures fermées.

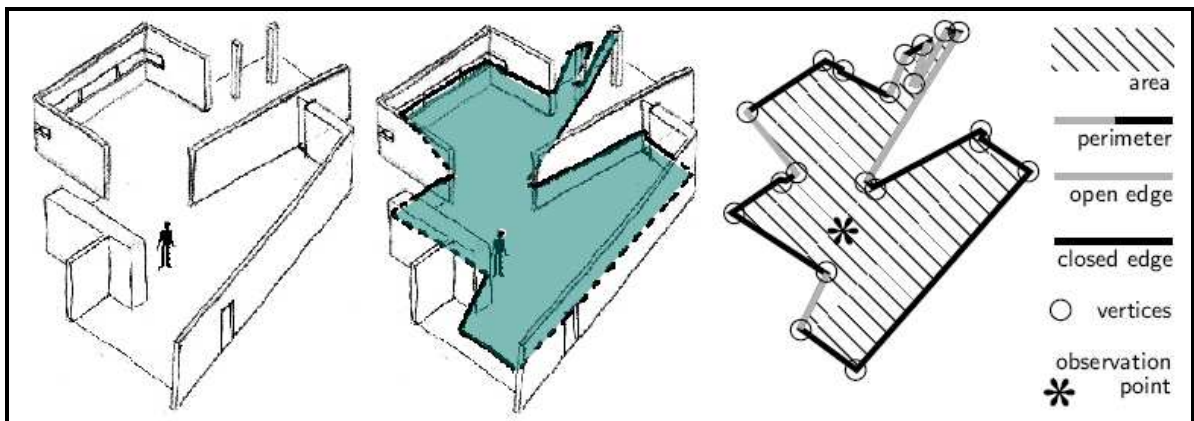


Figure IV. 25. La génération de l'isoviste. À gauche: un environnement d'intérieur hypothétique; milieu: le secteur ombragé est évident du point d'observation de la personne dans l'environnement; droite: l'isoviste en résultant et ses mesures de base. Source : (Mazouz, 2009).

$$L'ouverture = L_{\text{bordures ouvertes}} / L_{\text{bordures fermées}}$$

Equation IV. 6. Formule de l'ouverture. Source: (Mazouz, 2009).

IV.5.2.3.3. La qualité de complexité (complexity):

Celle –ci va être déterminée grâce aux nombres d'arêtes. En parallèle, la méthode de calcul de cette qualité prend en considération le nombre d'arêtes ainsi que le nombre des segments. On s'est attendu à ce que le concept de la **complexité** dénote la quantité absolue de l'information ou de dispositifs, ou la densité relative de l'information.

Les approximations raisonnables pour la complexité de mesure ont pu donc être le nombre de sommets ou de segments composant l'isoviste courant, densité de sommet, et groupant encore la compacité, ou dentelure « l'irrégularité » d'isoviste. Pour vérifier cette complexité, on s'appuie sur deux qualités qui sont la **dentelure** et la **compacité** (cf. section IV.5.2.2.1 et IV.5.2.2.5).

IV.5.2.3.4. La qualité de l'ordre:

La théorie architecturale normative (Ching, 1996) a suggéré de rapprocher des propriétés contribuant à l'**ordre visuel** en recherchant des modèles de **redondance** dans les isovistes, tels que des **symétries** ou le nombre absolu et relatif des sections uniques de polygone. Depuis aucun des mesures existantes de la littérature d'isoviste liée à un tel genre de facteurs, plusieurs combinaisons mathématiques des mesures de base ont été produites.

Pour une validation empirique de leur relation présumée à l'ordre visuel, huit participants ont assorti les cartes imprimées montrant 16 découpes de polygone d'isoviste selon le critère de la régularité.

Donc, à partir de deux descripteurs principaux, la qualité de l'ordre peut être examinée. Ces deux descripteurs sont les suivants:

- **La symétrie:** calculée suivant (n des axes symétriques)
- **La redondance:** calculée suivant l'équation:

$$\text{Redondance} = n_{\text{segments}} / n_{\text{segments}} + 1$$

Equation IV. 7. Formule de la redondance. Source: (Mazouz, 2009).

Pour le cas de notre recherche, on ne va pas calculer la redondance, ni la symétrie pour qualifier l'ordre car on s'intéresse à la configuration spatiale plus que l'aménagement de l'espace ou la fréquentation des gens.

basic spatial quality	isovist and visibility graph based descriptor variables	calculation method
spaciousness	isovist area	neighborhood size
	free near (medium) space	n visible graph vertices at 2 (4) m distance
openness	isovist openness	$\text{length}_{\text{open edges}} / \text{length}_{\text{closed edges}}$
	jaggedness	isovist perimeter ² /area
	revelation	$(\sum \text{area adjacent isovists} - \text{isovist area}) / \text{isovist area}$
complexity	number of vertices	n isovist vertices, n segments
	vertex density	n vertices / area
	roundness	isovist area/perimeter ²
	jaggedness	isovist perimeter ² /area
	clustering coefficient	$n \text{ intervisibilities within current neighborhood} / (\text{neighborhood size} * (\text{neighborhood size} - 1))$
order	symmetry	n symmetry axes
	redundancy	$n_{\text{segments}} / n_{\text{unique segments}} + 1$

Tableau IV. 2. Tableau représentant les propriétés de l'isoviste avec ses équations de calculs.
Source : (Mazouz, 2009).

IV.5.3. Etapes pour l'application du logiciel DEPTHMAP:

IV.5.3.1. Construire le graphe:

Quand l'ensemble complet des attributs ont été calculés pour chaque isoviste, le rapport entre chaque point de vue d'isoviste et chaque autre point de vue d'isoviste peut être examiné et une représentation de graphique de visibilité réciproque ou du graphique de visibilité est construite. Il y a deux types possibles de **raccordement de visibilité**, nommés les rapports du premier et du second degré par [Turner] et autres.

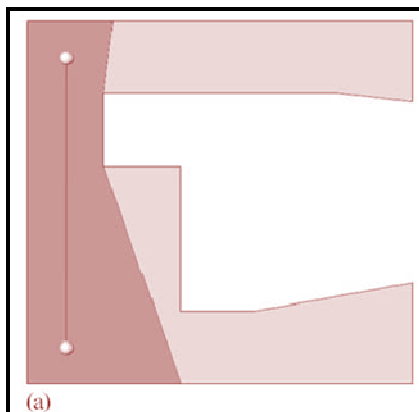


Figure IV. 26. Relation de premier ordre entre 'isovistes'. Source : (Mazouz, 2009).

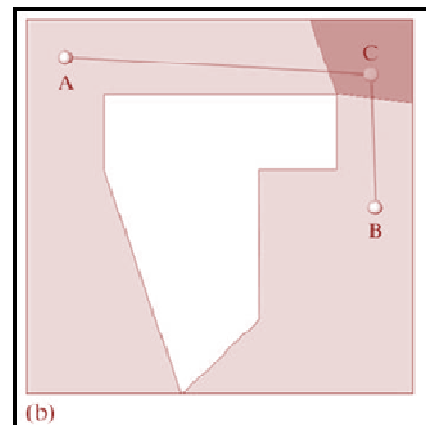


Figure IV. 27. Relation de second ordre entre 'isovistes'. Source : (Mazouz, 2009).

Ainsi déterminer la **taille de voisinage**; le voisinage d'un sommet est l'ensemble de sommets immédiatement reliés à travers une arête. On peut tracer les valeurs de la taille de voisinage (**Neighbourhood size**) pour toutes les situations physiques représenté par des sommets dans le graphique.



Figure IV. 28. Taille de voisinage. Source : (Mazouz, 2009).

IV.5.3.2. Analyser le graphe:

En syntaxe spatiale, des travaux plus récents basés sur des isovistes ont été développés par [Turner] et autres qui, tout en essayant de faire un exposé de l'humain dans une expérience spatiale, a développée un progiciel (**Depthmap**) capable à l'exécution d'une **Analyse de Graphique de Visibilité (VGA)**. La **VGA** impose l'emploi d'une grille sur un espace, et la mesure de la **visibilité** relative mutuelle (réciproque) parmi chacune des places qui composent une telle grille. Une application récente de Depthmap incorpore les mesures de l'isoviste initial de [Benedikt] mais ajoute la « **dérive** » déjà proposé par [Dalton].

A l'aide du logiciel **DEPTHMAP**, on peut déterminer le **coefficient de compacité**, **l'intégration**, le **contrôle**, la **profondeur moyenne**, **l'entropie de profondeur de point**, la **visibilité** et **l'accessibilité visuelle**.

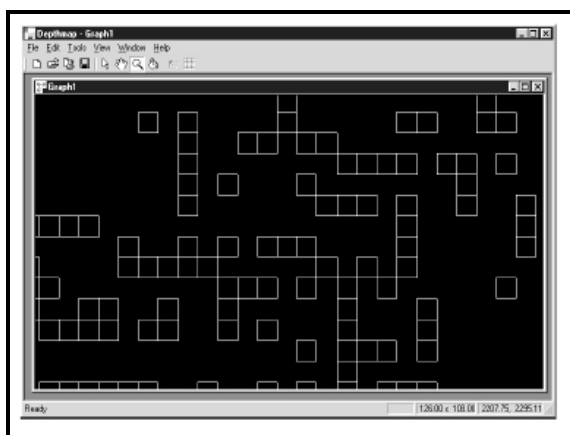


Figure IV. 29. Analyse du graphe à l'aide du logiciel DEPTHMAP. Source : (Mazouz, 2009).

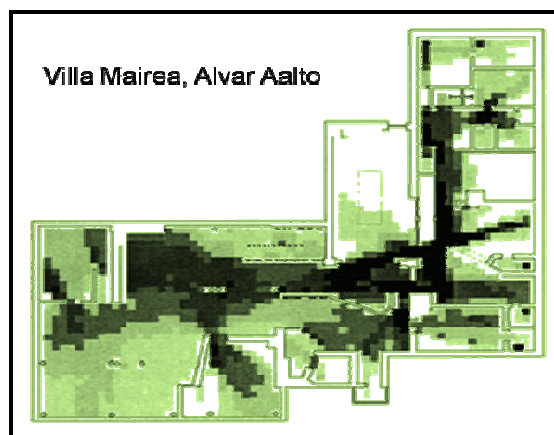


Figure IV. 30. Villa Mairea, Alvar Aalto simulé à l'aide du logiciel. Source : (Mazouz, 2009).

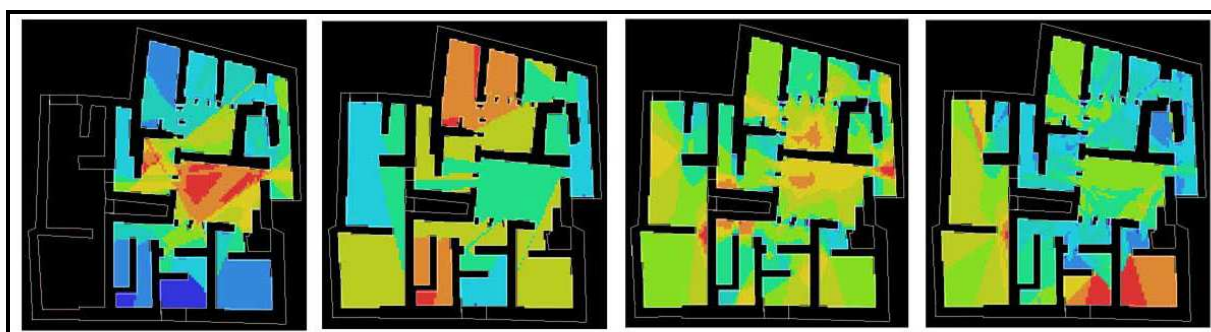


Figure IV. 31. Bâtiment 5 (Palaikastro) – Cartes visuelles (intégration; profondeur d'étape; contrôle; contrôlabilité). Source : (Mazouz, 2009).

IV.5.3.2.1. L'intégration:

Syntactiquement, un système des espaces est plus «**Intégré**» si les espaces peuvent être facilement atteints les uns des autres, ou «**plus isolé**» si on doit passer par beaucoup d'autres espaces pour se déplacer d'un espace à un autre.

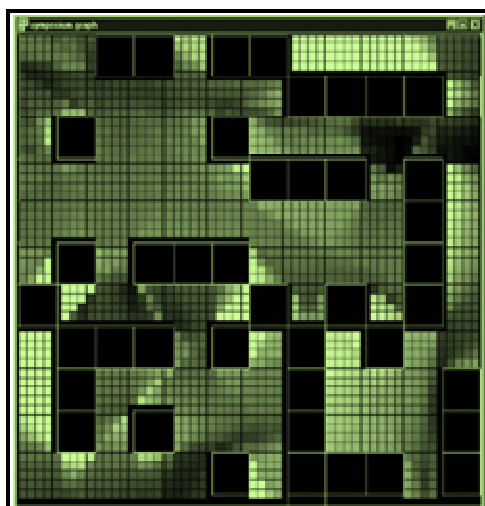


Figure IV. 32. Représentation de l'intégration dans le logiciel. Source: (Mazouz, 2009).

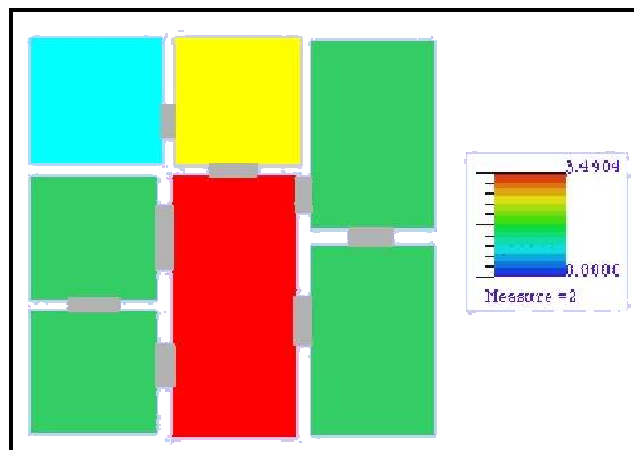


Figure IV. 33. Intégration locale d'un construit. Source: (Mazouz, 2009).

$$\gamma_i = \frac{|E(\Gamma_i)|}{k_i(k_i - 1)}$$

Equation IV. 8. Formule de l'intégration visuelle. Source: (Maouz, 2009).

IV.5.3.2.2. Le contrôle:

La commande pour un endroit, que nous marquerons c_i est définie par **Hillier** et **Hanson** (1984), et est calculée en additionnant les tailles de voisinage réciproques touchant le sommet, suivant les indications de l'équation.

$$c_i = \sum_{v_j \in V(\Gamma_i)} 1/k_j$$

Equation IV. 9. Formule du contrôle visuel. Source: (Mazouz, 2009).

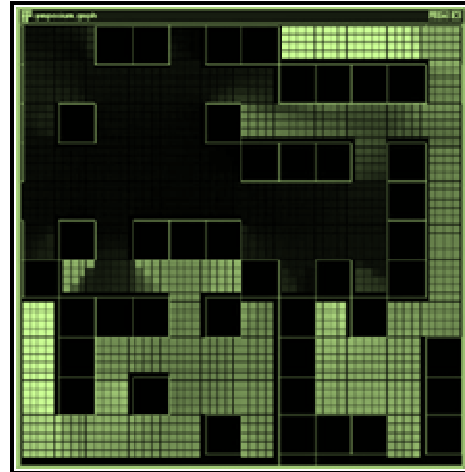


Figure IV. 34. Représentation du contrôle dans le logiciel. Source: (Mazouz, 2009).

IV.5.3.2.3. Profondeur moyenne (Mean Depth) :

La longueur de trajet moyenne L_i d'un sommet est le nombre moyen d'étapes de bord pour atteindre n'importe quel autre sommet dans le graphique utilisant le **nombre le plus court d'étapes** possibles dans chaque cas, montrant comment **visuellement** un sommet est relié à tous autres sommets dans le système.

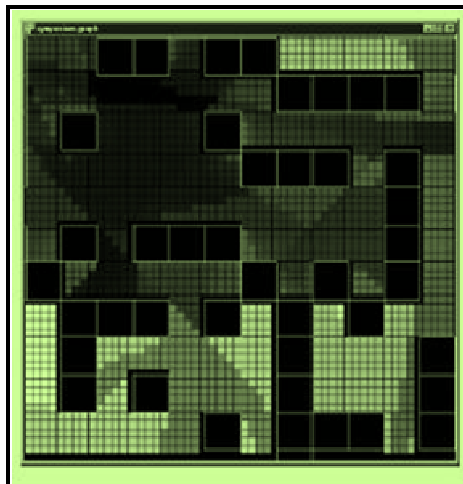


Figure IV. 35. Représentation de la profondeur moyenne dans le logiciel. Source: (Mazouz, 2009).

IV.5.3.2.4. Entropie de profondeur de point « Point Depth Entropy»:

En plus de calculer des mesures telles que la profondeur moyenne, l'entropie de profondeur de point [**pde**] nous permet d'explorer des mesures basées sur la distribution de fréquence des profondeurs. L'entropie mesure le degré de désordre d'un système par rapport à son état initial probable. Calculer l'entropie de profondeur de point [**pde**] peut donner un aperçu passé de la façon dont le système est ordonné à partir d'un endroit. L'entropie de profondeur de point [**pde**] est le **nombre minimal d'arêtes qui nécessitent d'être traversé** d'un sommet à l'autre.

L'entropie de profondeur de point [**pde**] pour un sommet est simplement la moyenne des longueurs des chemins les plus courts de ce sommet à chaque autre sommet dans le système, et représente ainsi une moyenne du nombre de tours requis pour tout voyage dans le système. Ceci est mis en application algorithmiquement dans **Depthmap** (cf. Equation IV. 10). Là où le d_{max} est la profondeur maximale du sommet S_i . Tandis que, p_d est la fréquence de la profondeur du point d du sommet.

$$S_i = \sum_{D=1}^{d_{max}} - p_d \log p_d$$

Equation IV. 10. Formule de l'entropie de profondeur du point S_i .
Source: (Mazouz, 2009).

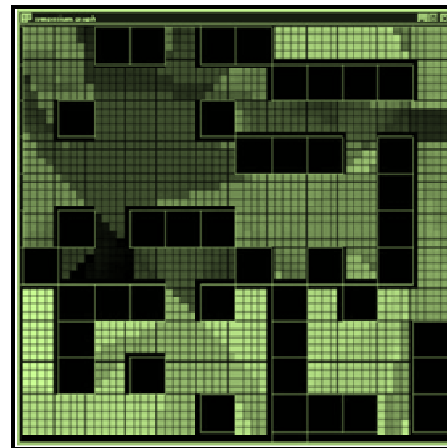


Figure IV. 36. Représentation de l'entropie de profondeur de point dans le logiciel. Source : (Mazouz, 2009).

IV.5.3.2.5. Coefficient de compacité (Clustering coefficient):

Le coefficient de compacité [cc] est une **mesure locale** qui donne une mesure de la **proportion de l'espace inter-visible** dans le voisinage de visibilité d'un point donné. Il est défini comme proportion des sommets qui sont **reliés réellement** dans le voisinage du sommet considéré, comparé au nombre maximal de **sommets accessibles** à partir du sommet.

$$k_i = |V(\Gamma_i)| = |v_j : \{v_i, v_j\} \in E(G)|$$

Equation IV. 11. Formule du coefficient de compacité. Source: (Mazouz, 2009).

$$C(a) = \frac{2 \cdot l}{m(m-1)}$$

Equation IV. 12. Formule du coefficient de compacité. Source: (Mazouz, 2009).

Où m est le *degré* de a et l est le nombre d'arcs parmi les voisins immédiats de a . Les valeurs de $C(a)$ sont définies dans l'intervalle unité $[0,1]$. Pour un nœud, le plus proche de la valeur 1 du **coefficient de compacité**, ce nœud est le plus "**clusterisé**".

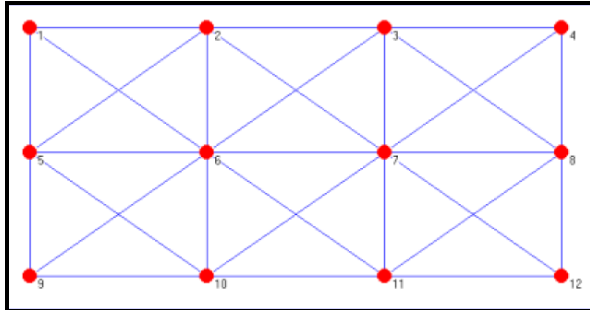


Figure IV. 37. Graphe très "clusterisé"(le coefficient de compacité moyen est de 0.705).

Source: (Claramunt, 2005).

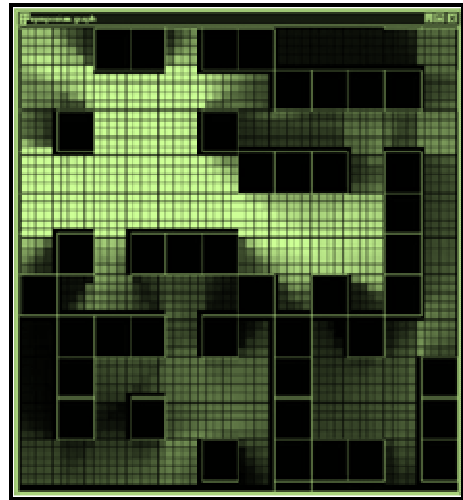


Figure IV. 38. Représentation du coefficient de compacité (Clustering coefficient) dans le logiciel.

Source: (Mazouz, 2009).

IV.6. Pourquoi et quand employer la syntaxe spatiale?

Les praticiens devraient considérer l'utilisation de la syntaxe spatiale pour évaluer comment les options alternatives de conception répondent à des objectifs explicites de conception ou pour aider à produire des solutions de rechange de conception qui abordent un problème spécifique. La syntaxe de spatiale s'applique également dans les domaines de la pratique en matière de conception qui exigent la collaboration.

Par exemple concevant les environnements « pedestrian-friendly »; « de rencontre, d'intimité et de convivialité des piétons » dans les villes, ou améliorant **l'intelligibilité** des **systèmes wayfinding complexes dans les hôpitaux**.

Les chercheurs de syntaxe spatiale ont transformé des **enquêtes** étendues en **conception urbaine**, conception de **musée** et d'**exposition**, environnements de **travail**, et conception **d'hôpital**. Les chercheurs devraient considérer l'utilisation de la syntaxe spatiale quand leur recherches exigent qu'ils **décrivent** avec précision **comment les environnements spatiaux permettent ou empêchent les comportements des utilisateurs**. Leur recherche peut contribuer au développement de la syntaxe spatiale en le rendant de plus en plus sensible aux propriétés spatiales de l'environnement à l'étude. La syntaxe spatiale fournit une base unique pour l'étude et la conception « evidence-based » avec précision parce qu'elle fournit un cadre systématique pour comparer des environnements et leur exécution.

La syntaxe spatiale s'applique aussi bien dans les musées « exemple de la Tate galerie à Londres » que dans les hôpitaux. Dans ce dernier, la syntaxe spatiale est utilisée pour répondre essentiellement à trois questions principales; **le wayfinding, l'écoulement et la circulation des visiteurs au sein des hôpitaux** (cf. annexe XII).

Conclusion:

En passant de la méthode manuelle -utilisant la théorie des graphes-, à des méthodes informatisées -utilisant des logiciels spécialisés-, la syntaxe spatiale n'a pas cessée de se développer. De l'analyse axiale à l'analyse isoviste, la syntaxe spatiale présente de plus en plus des analyses et/ou des techniques permettant d'offrir des mesures syntaxiques capables d'offrir toutes les informations décrivant des configurations spatiales ainsi que des comportements des usagers systématiquement calculés, à l'instar du comportement wayfinding ou de l'orientation spatiale. Parmi ces analyses, et suivant le développement de cette théorie, on s'intéresse aux quatre principaux types suivants du fait que :

- L'analyse axiale permet l'évaluation du comportement wayfinding tout en mettant en évidence les axes les plus intégrés et ceux présentant des fortes valeurs quant au choix et au contrôle visuel. L'analyse axiale est la seule analyse qui permet d'avoir la mesure du choix. Cependant, elle est souvent utilisée dans le contexte urbain ou au niveau des plans de masse.

- L'analyse convexe informe le degré d'accessibilité spatiale ; c'est-à-dire elle fait l'objet de l'analyse de l'accessibilité en prenant en compte l'ensemble de l'espace et non pas une portion de cet même espace. Par contre, l'analyse VGA ou Visibility Graphe Analysis, permet d'évaluer la visibilité et l'accessibilité visuelle en prenant en considération chaque point d'espace du fait qu'elle travaille en fonction d'une grille déterminée au préalable. Ces deux analyses (convexe et VGA) permettent d'avoir les mesures syntaxiques du premier et deuxième ordre décrivant la dimension locale et globale de l'espace étudié. On s'intéresse aux mesures syntaxiques de base qui correspondent à l'intégration, la connectivité, le contrôle visuel, l'entropie visuelle, la step depth et l'intelligibilité avec son coefficient de régression R^2 .

- La dernière analyse correspond à l'analyse isoviste qui est celle de l'analyse du champ visuel à 360°. Cette analyse permet d'avoir les propriétés d'isoviste construit à partir d'un point d'observation donné informant ainsi les qualités visuelles (en rapport avec la surface, le périmètre, l'occlusivité et la compacité de l'isoviste) et les qualités spatiales (spaciosité, ouverture, fermeture, ordre, dispersion) décrivant l'espace étudié.

Le suivant chapitre correspond à une présentation détaillée de la méthodologie d'approche adoptée pour résoudre la problématique de la présente recherche.

C hapitre 05:

« Méthodologie d'approche »

" A picture is an intermediate something between a thought and a thing."
- Samuel Taylor Coleridge

Chapitre 05:

“Méthodologie d'approche”

Introduction:

Dans ce chapitre, on présente la méthodologie d'approche adoptée. Cette dernière sera le support et l'essence même de notre modèle d'analyse. Cependant, elle est basée singulièrement sur trois grands axes essentiels: le premier traite la caractérisation de la visibilité et de l'accessibilité visuelle, utilisant la théorie de la syntaxe spatiale, faisant appel à ces différentes techniques et analyses (cf. chapitre quatre). Le second axe traite la caractérisation de la qualité de l'ambiance lumineuse dont plusieurs méthodes et logiciels sont disponibles. Le troisième axe semble aussi primordial car il fait l'objet des corrélations des résultats à plusieurs niveaux. Dans les sections qui suivent, on présente en détail ces différents axes.

V.1. Caractérisation de la visibilité et de l'accessibilité visuelle:

Cet axe correspond aux différents modèles de visibilité et d'accessibilité visuelle. Notre recherche exige de procéder aux différents types d'analyses syntaxiques afin de cerner les phénomènes étudiés. Cependant, plusieurs analyses sont offertes par la théorie de la syntaxe spatiale tout en utilisant pour la simulation le logiciel « DEPTHMAP ». En effet, après une étude de faisabilité, on est arrivé à proposer pour appréhender le sujet, quatre types d'analyse:

V.1.1. Analyse axiale (Réduction de la « All Line Analysis »):

L'analyse axiale va être appliquée uniquement dans le cas des plans de masse (échelle urbaine). Elle va permettre d'évaluer l'accessibilité, le contrôle de l'espace, le repérage et notamment le wayfinding. La mesure syntaxique de base qui va aider à évaluer le wayfinding est celle du choix. Cependant, l'analyse axiale offre plusieurs techniques permettant de visualiser l'espace étudié, parmi lesquelles on trouve la « All Line Analysis » (cf. chapitre quatre). Cette technique offre toutes les possibilités d'accessibilité que l'utilisateur a, afin de choisir son chemin et sa destination.

Pour notre recherche, on s'intéresse uniquement aux grands axes structurants l'accessibilité, le repérage et le wayfinding des usagers, et pour cette raison, on va s'appuyer uniquement sur les résultats de la réduction de la « All Line Analysis » qui donnent des informations visuelles assez claires et concluantes.

V.1.2. Analyse VGA “Visibility Graph Analysis”:

En se basant sur des plans importés des édifices en format (DXF), on doit choisir une grille d'analyse, afin de lancer la simulation visuelle des espaces qui va générée par la suite des représentations visuelles et des clichés en grilles (pixels), et grâce à lesquelles on peut calculer les mesures syntaxiques de base; globales et locales. Parmi toutes les mesures syntaxiques disponibles, on a choisi d'étudier la connectivité, l'intégration, le contrôle et l'entropie visuelle, la step depth et l'intelligibilité. Cette dernière exige la détermination de son coefficient présentant un système intelligible quand il prend une valeur supérieure à 0.5 ($R^2 > 0.5$), sinon le système est dit inintelligible (cf. chapitre quatre).

L'analyse VGA permet de faire des lectures visuelles des espaces étudiés. Ces lectures visuelles de l'espace, sa configuration, ses déterminants, ses propriétés métriques et géométriques ainsi que fonctionnelles, va nous faire comprendre le système de la structure spatiale. Ces lectures vont être enchaînées par des lectures numériques des mesures syntaxiques déjà citées ci-dessus. La lecture numérique peut se faire sous forme des graphes, des tableaux en se basant principalement sur les valeurs maximales, minimales et moyennes de chaque mesure syntaxique.

V.1.3. Analyse convexe:

Cette analyse offre l'avantage de pouvoir donner une lecture globale de l'intégration ou de la ségrégation des structures du système d'espace pas sous forme des pixels de très petites tailles (carrée de grille spécifiée) comme c'est le cas de la VGA, mais au contraire, l'analyse convexe fait ses preuves en dessinant des cartes convexes qui délimitent chaque espace par rapport à ces espaces mitoyens sous forme des entités, des zones. En effet, on peut qualifier un espace complet pas seulement une partie du même espace comme intégré ou ségrégué.

L'analyse convexe peut remplacée la méthode manuelle basée sur les graphes de connectivités (théorie des graphes) en des cartes convexes où chaque nœuds dans le graphe justifié de chaque espace représente l'espace entier dans la carte convexe. Elle est d'intérêt majeur lors d'une corrélation entre les valeurs maximales de l'intégration visuelle avec la fréquentation des gens.

Enfin, les deux analyses convexe et VGA permettent de faire une lecture visuelle de l'espace étudié ainsi d'enchaîner ces interprétations par des **lectures numériques** qui facilitent la détermination du degré de la visibilité et de l'accessibilité des espaces par rapports aux autres espaces adjacents. Cependant, l'analyse convexe permet de vérifier l'angle balayé par l'isoviste par rapport à la configuration spatiale, et par la suite déterminer à partir de ses propriétés métriques et géométriques, les qualités qu'on peut tirées de cette configuration, le degré de visibilité et d'accessibilité de ce même espace étudié.

V.1.4. Analyse “isoviste”:

Cette analyse va de paire avec l'analyse VGA, car elle fait l'objet du contrôle et de la vérification des résultats obtenus de celle-ci. L'analyse isoviste va être sous forme des tableaux qui regroupe l'ensemble des propriétés de l'isoviste. Notons bien qu'il ne faut pas dépasser de construire plus de trois isovistes dans le même plan, à condition que la position de chacun des trois isovistes soit choisit d'une manière représentative, réfléchit et significative de telle sorte de couvrir un angle le plus large possible. L'analyse isoviste est centrée systématiquement sur la composante de l'utilisateur se trouvant au centre de toutes opérations de calcul et de caractérisation.

Pour arriver à réaliser cette analyse « isoviste », on doit procéder à plusieurs étapes qui sont systématiques mais essentiels. Tout d'abord, il faut repérer les points à partir desquels on va dessiner les isovistes. Le **dessin des isovistes** permet automatiquement, d'obtenir leurs formes, de **déterminer** et de **calculer leurs propriétés et leurs mesures de base** dont on peut citer la surface, le périmètre, l'occlusivité, la compacité, ainsi que les nœuds, les bordures fermées et les bordures ouvertes, tout en spécifiant le point d'observation.

Enfin, notre travail consiste réellement à **interpréter visuellement l'espace à travers les calculs**, comme **prendre des clichés** à partir des mêmes points; lesquels ont été pris nos isovistes. Nos interprétations doivent faire l'objet d'une caractérisation et de détermination des qualités visuelles et spatiales de base de la **spaciosité, l'ouverture de l'espace, complexité, dentelure, compacité et de la qualité de l'ordre** (cf. chapitre quatre).

- **Discussion:**

A travers les analyses précédentes, on a pu construire notre modèle pour la caractérisation de la visibilité et de l'accessibilité visuelle, en se basant sur quelques mesures syntaxiques générées par ces analyses, à l'instar de l'intégration visuelle, le contrôle visuel et l'intelligibilité. Ces trois mesures semble les plus pertinents pour notre recherche car elles permettent d'avoir des résultats visuels et numériques exacts et convainquant. Également, notre modèle d'analyse est construit à la fois, à la base de quatre propriétés d'isoviste (surface, périmètre, occlusivité et compacité), et à la base des qualités spatio-visuelles résultantes (spaciosité, ouverture / fermeture, complexité et dentelure, dispersion). L'organigramme (Figure V.1) présente le modèle de cette caractérisation.

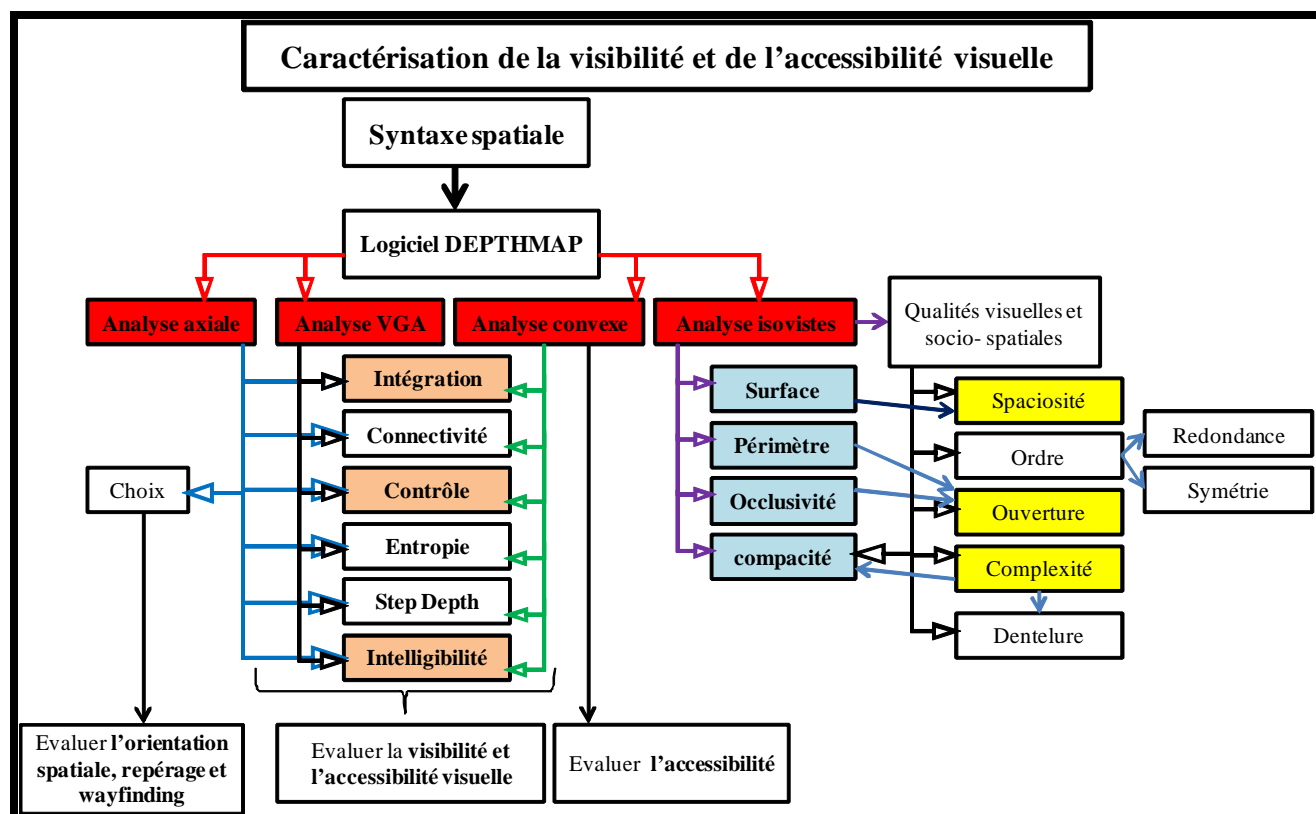


Figure V. 1. Organigramme présentant le modèle d'analyse et de caractérisation de la visibilité et de l'accessibilité visuelle. Source: auteur.

V.2. Caractérisation de la qualité de l'ambiance lumineuse:

Après consultation de la littérature spécialisée, la méthodologie la plus appropriée à cette caractérisation doit se baser sur plusieurs étapes dont le support de notre caractérisation et évaluation de la qualité de l'ambiance lumineuse sera l'image.

Mudri (1996) suppose que l'approche qualitative, pour la question de l'ambiance lumineuse en éclairage naturel, ne devrait pas être entièrement déconnectée des termes quantitatifs. En effet, quand le résultat de la simulation est une image; chaque pixel de cette image a une quantitative. Interprétée d'une manière quantitative, cette image est mesurable, donc cette image est une information quantitative. Mais elle peut présenter d'autres aspects qui ne sont pas mesurés ni peut-être mesurables. C'est l'ambiance que cette image présente qui peut être exprimée dans d'autres termes que quantitatifs.

C'est l'image qui peut offrir cette possibilité de nous évoquer l'impression d'une ambiance intéressante ou monotone, etc., alors qu'une matrice de chiffres ne le pourrait sans doute pas. Dans ce cas, la démarche (les formules) est quantitative, les résultats (les valeurs des niveaux d'éclaircissements, des luminances, etc) sont quantitatifs et qualitatifs et le vocabulaire est technique. Cependant, plus d'importance est donnée à l'expression qualitative (image animée, image fixe, photos, etc.).

Pour analyser qualitativement une image donnée, il serait souhaitable de connaître certaines grandeurs mesurables et de les associer aux sémantiques décrivant la même ambiance afin d'expliquer l'équilibre ou le déséquilibre d'une ambiance lumineuse à travers des indices tels que le type d'éclairage (naturel / artificiel), dimensions, dégradés et rapports de luminances des plans adjacents qui correspondent à des contrastes (très doux, doux, monotones, dynamiques, ...), types, tailles et dispositions des ouvertures ainsi que les niveaux d'éclairage -performants ou non- pour la fonction de l'espace (Mudri,1996).

V.2.1. Capture d'images:

Cette phase est difficile car elle consiste à tenir compte de plusieurs précautions lors des captures des photos. Parmi celles-ci, on peut citer:

V.2.1.1. Type d'appareil numérique:

Il y a une gamme très variée d'appareils numériques qui sont disponibles sur le marché. Parmi ces appareils, on a à choisir entre deux types d'appareil pour l'utiliser lors des captures d'images numériques, qui sont les suivants:

- Un appareil photo numérique type **PANASONIC** modèle No **DMC- FS33**, appelé **LUMIX**, qui se caractérise par un écran tactile (**3.0'' LCD**), **zoom optique de (8x)**, **14 méga pixels**, grand-angulaire de **28mm** (wide angle), des paramètres de la sensibilité **ISO** varient de **80 jusqu'à 1600**.
- Un appareil photo type **SONY** modèle Optical Steady Shot **DSC- W360**, qui se caractérise par un réglage exposition avec paramètres automatiques, un **zoom optique de (4x)**, **14.1 méga pixels**, avec un objectif grand-angulaire de **26mm** (wide angle lens), des paramètres de la sensibilité **ISO** varient de **80 jusqu'à 3200**. L'échelle allant de l'obscurité vers la luminosité est de **(-2)** jusqu'à **(+2)**, avec un réglage automatique pour les couleurs naturelles. Sans oublier sa capacité de récupérer les détails de l'image dans les zones d'ombre de plusieurs façons qui soit standard, ou récupérer plus de détails d'ombre sans perdre hautes lumières ou bien la désactiver carrément. Une option dans cet appareil qui consiste à mettre automatique les paramètres de l'ISO à chaque fois qu'on choisi un réglage exposition avec paramètres automatiques, reste à modifier seulement les valeurs d'exposition, la chose qui va nous faciliter la tâche lors des prises de photos.



Figure V. 2. Appareil photo numérique type PANASONIC-LUMIX modèle No DMC- FS33.
Source: auteur.



Figure V. 3. Appareil photo type SONY modèle Optical Steady Shot DSC- W360. Source: auteur.

Le choix a été arrêté sur l'utilisation du deuxième appareil photo SONY, car il est facile à manipuler par rapport à LUMIX PANASONIC-malgré les possibilités et caractéristiques qu'il offre-, comme il donne une qualité de photo meilleure grâce aux paramètres élevés de la sensibilité ISO qui assure une bonne qualité des photos. Notre choix se justifie principalement en rapport avec la condition de l'exposition qui augmente avec l'augmentation du paramètre ISO dans l'équation suivante:

$$\text{Exposure} = \log_2 (\text{Aperture}^2 * (1/\text{Shutter speed}) * (\text{ISO Speed}/100))$$

Equation V. 1. Formule de l'exposition en fonction de la vitesse, l'ouverture et la sensibilité.
Source: Site officiel du WEBHDR.

Pour déterminer l'exposition d'une image, la vitesse de film d'ISO, l'ouverture et la durée d'exposition étant des informations exigées et indispensables.

V.2.1.2. Précautions de réglages:

- La prise de photos (images) doit être faite tout en modifiant et changeant les **valeurs d'expositions** (EV) ou l'exposition (aperture dite encore l'ouverture du diaphragme de l'appareil) d'une échelle variant de **(-2) à (+2)**.
- le Flash doit être désactivé.
- Le Mode LCD désactivé.
- Les paramètres de la sensibilité ISO seront automatiques variant suivant le contexte de la prise et les valeurs d'exposition. En effet, l'appareil va déterminer automatiquement les valeurs ISO qui conviennent pour faire apparaître la qualité de la photo selon la valeur d'exposition choisie.
- Le mode des balances des blancs ne doit pas être réglé en mode automatique sinon la simulation en ligne à l'aide de webhdr ne réussira jamais. En effet, on doit régler le type de ciel (couvert-nuageux, clair-ensoleillé,...).

V.2.1.3. Modalités des captures:

- Pour le cas de notre recherche, on a choisi pour la prise de photos, une journée avec un ciel clair qui est aussi, la journée la plus longue de l'année; le 21 Juin 2011, dans une période matinale de prise allant de 09:00h jusqu'à 11:30h.
- La hauteur de l'appareil photo numérique doit être respectée en gardant la même hauteur dans toutes les situations choisies pour la prise. Cette condition a été établie à l'aide des trépieds professionnels afin de garder une hauteur de 01.30 m.
- La prise de photos est préférable avec un objectif Fish-eye qui fait l'objet généralement dans les espaces urbains. Dans notre cas, vu qu'il n'est pas obligatoire d'utiliser l'objectif Fish-eye et aussi le manque du matériel, on n'a pas pu travailler avec les photos Fish-eye.
- La prise de photos dans tous les espaces choisis, doit se faire au même temps utilisant des appareils numériques de la même qualité tout en ayant les mêmes caractéristiques.
- Concernant le type d'éclairage, et pour chaque et même vue (scène), il faut:
 - Prendre une pose en allumant la lumière artificielle dans l'espace; pour vérifier l'effet de la juxtaposition entre lumière naturelle et celle artificielle. Ainsi que l'apport de cette dernière à la qualité de l'ambiance lumineuse.
 - Prendre une pose en éteignant la lumière artificielle dans l'espace; prenant uniquement la composante de la lumière naturelle. Respectant cette condition, cinq poses doivent être capturées, suivant l'échelle des valeurs d'exposition.

V.2.2. Création des photos HDR:

Les photos capturées sont des photos LDR (Low Dynamic Range) ou basse gamme dynamique dont les formats peuvent être (.JPEG), (.BMP), (.TIFF)...etc. L'enregistrement de l'image correspondante à ce format s'accompagne d'une compression du contraste maximal, laquelle réduit la clarté du soleil à seulement 255 fois celle de l'ombre où la reproduction du contraste de luminance est altérée. Par conséquent, et pour chaque pose, on doit superposer **cinq photos** du format LDR (JPEG, BMP,...) prises en différentes valeurs d'exposition allant du plus obscur jusqu'au plus clair (-2 à +2) afin de créer une photo HDR (High Dynamic Range ou haute gamme dynamique).

Aujourd'hui, les périphériques de sortie graphiques fonctionnent pour la plupart en régime LDR, avec 255 gradations par canal de couleur en RVB (8 bits). Si dans une scène, le contraste de luminance est très marqué, par exemple par le soleil, certaines zones peuvent être jusqu'à 100 000 fois plus claires que les zones ombrées.

Pour des images au format HDR, le contraste maximal reste inchangé (32 bits), ouvrant ainsi la voie à de nouvelles possibilités de post-lumination ou de rendus. Il est à noter qu'à moyen terme, le format HDR prendra la relève des formats d'image actuels, sans oublier que le format RAW est déjà une première étape en ce sens. L'image HDR correspond à un format technique capable de mémoriser et de représenter un fort contraste de luminance; permet de capturer les luminances du monde réel en quelques clichés photographiques.

Cette technique est très appréciable lorsqu'on souhaite mesurer toutes les luminances présentes dans l'espace. Par conséquent, il est possible d'employer une image HDR créé à partir d'une série d'images à diverses expositions pour déterminer la distribution réelle de luminance dans la scène photographiée. La technique de photographie de HDR présente donc, énormément d'avantages, elle fournit un indépendant d'appareil-photo, un coût bas, et une solution accessible pour un système par acquisition de données avancé qui peut capturer des valeurs de luminance dans, la haute résolution; qui laisse étudier la variabilité temporelle et spatiale dans l'environnement, et dans un grand champ visual; qui couvre toute la vision humaine, qui est 180° horizontalement et 130° verticalement. Ainsi, la (HDR) couvre toute la portée optique humaine, de la lumière des étoiles à la lumière du soleil (10^{-8} à 10^6 cd/m²). (Inanici, 2005).

L'opération de la conversion des images peut se faire par le biais de plusieurs logiciels spécialisés. Toutefois, plusieurs méthodes plus simples d'usages et plus puissants, qui font bien le traitement de l'image HDR afin de révéler sa gamme dynamique en préservant le contraste local, sont disponibles. Photoshop fait bien l'affaire, mais un logiciel moins gourmand en ressources a été téléchargé, il s'appelle « Luminance HDR » qui a été utilisé à cet effet.

Le logiciel LuminanceHDR nécessite l'importation des photographies LDR en format (JPEG) capturées en différentes expositions (du plus obscur au plus clair), tout en réglant l'ensemble des paramètres et d'effectuant l'ensemble des ajustements et modifications nécessaires afin d'obtenir la photographie HDR recherchée. Ces modifications sont nécessaires à cette étape de création de la photo HDR quant à la superposition des photos qui sont légèrement bougées lors des captures ou contenant des tâches non superposables qui se trouvent dans une photo ou deux et absentes dans le reste des photos (personnes, mobiliers amovibles,...), dans ce cas les figures vont contenir des fantômes.

On peut corriger les erreurs par plusieurs commandes disponibles; par exemple corriger les déplacements des photos par la commande « rotation » et supprimer les fantômes par la commande « anti-fantômes ». Les figures suivantes montrent un exemple de création d'une photo HDR de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne de l'hôpital Ain Azel.

Il est aussi à noter qu'à la base de la photo HDR qu'il génère, et à l'aide de la procédure Tone mapping, LuminanceHDR peut donner aux spécialistes en images des qualités meilleures en termes de multitudes des rendus des photos en se basant sur les différents algorithmes disponibles (Mantiuk, Fattal, Durand, Drago, Reinhard'02, Reinhard'05, Pattanaik, Ashikhmin, ...). Dans notre recherche, on n'est pas concerné par cet effet.



Figure V. 4. Cinq photographies LDR (format .JPEG) de l'espace d'attente et d'accueil du service de la médecine interne de l'hôpital Ain Azel, capturées en l'absence de la lumière artificielle, avec des valeurs d'expositions successivement (-2Ev, -1Ev, 0Ev, +1Ev, +2Ev). Source: Auteur.



Figure V. 5. Importation de cinq photographies LDR (format .JPEG) par le logiciel LuminanceHDR 2.0.2. Source: Auteur.

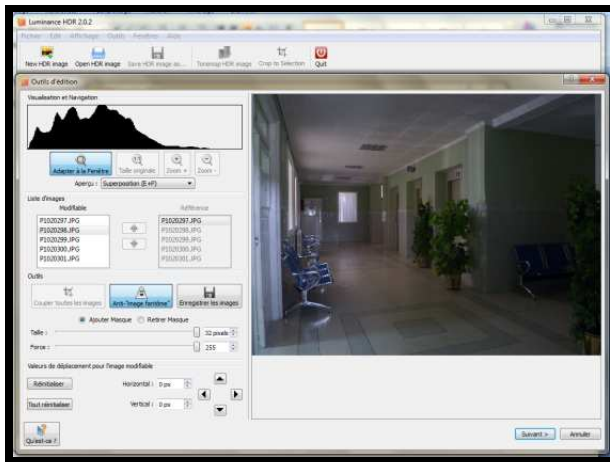


Figure V. 6. Réglages dans le logiciel LuminanceHDR 2.0.2, nécessaires afin d'obtenir la photo HDR. Source: Auteur.

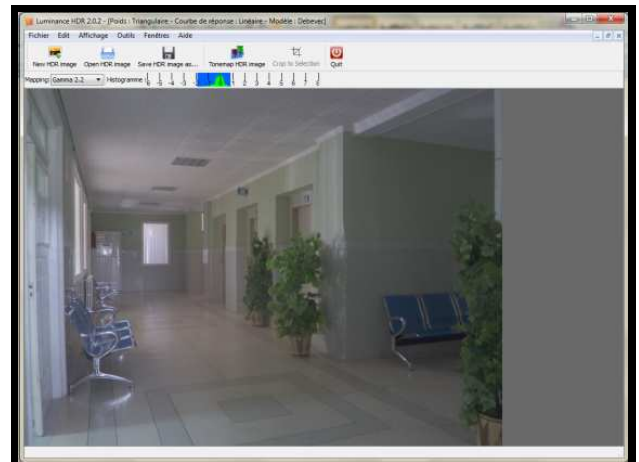


Figure V. 7. Régénération et enregistrement de la photo HDR créée à l'aide de LuminanceHDR 2.0.2. Source: Auteur.

V.2.3. Simulation et caractérisation de la qualité de l'ambiance lumineuse à la base des photos numériques:

Dans le cadre de notre recherche, on a choisi parmi les paramètres contribuant à caractériser une ambiance lumineuse, les paramètres et les facteurs suivants: la luminance, le contraste et l'éblouissement. Cependant, le support de notre caractérisation sera les images. En effet, on a une multitude de logiciels et méthodes pour réaliser les simulations.

Seules, la méthode de DEMERS et la simulation en ligne par WEBHDR qui nécessitent des photos LDR (.JPEG), tandis que le reste des méthodes et logiciels exposés ci-dessous ne travaillent qu'avec des photos HDR. En effet, les photos HDR générées par le logiciel LuminanceHDR 2.0.2 vont être utilisées pour cette raison.

V.2.3.1. Simulations à l'aide des logiciels:

Parmi les logiciels permettant d'obtenir des cartes de luminances à la base des photos HDR, on va présenter uniquement quelques logiciels, à l'instar du logiciel PHOTOLUX, la simulation en ligne par WEBHDR, le logiciel RADIANCE et enfin le logiciel EVALGLARE.

V.2.3.1.1. PHOTOLUX:

Un programme de traitement d'images et de production des cartes de luminance, élaboré par Frans Van Roy et Dominique Dumortier. Il permet d'appliquer les résultats obtenus -relations liant la luminance réelle et la luminance de pixel, en fonction de l'indice de luminance- à chacun des pixels d'une prise de vue et de créer la carte de répartition de luminance correspondante. Afin d'aboutir à cette carte, plusieurs opérations doivent être appliquées successivement à la photographie, parmi lesquelles, on cite:

- ✓ La transformation de l'image dans le mode colorimétrique CIE-Lab afin de permettre l'accès à l'information de luminance de pixel (L^*).
- ✓ La réduction de la taille de l'image par quatre afin de limiter sa taille en mémoire, pour cela des groupes de 2 pixels X 2 pixels adjacents sont réduits à un seul pixel, dont la valeur de L^* correspond à la moyenne des L^* des 4 pixels précédents. Cette taille d'image sera avérée représenter le meilleur compromis rapidité de calcul / qualité d'image.
- ✓ L'angle de vue étant supérieur à 180° -donné à 183° par l'observateur-, le contour d'image est ajusté de manière à ce que la scène soit précisément vue sous un angle de 180° .

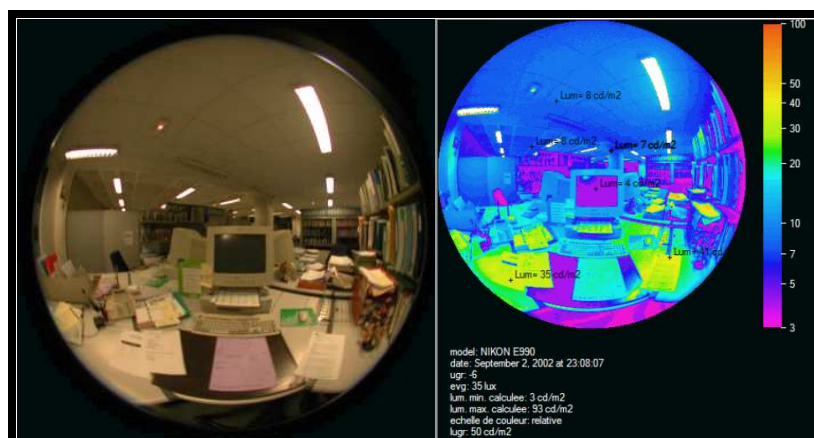


Figure V. 8. Vue sur un espace de travail avec un objectif Fish-eye et sa carte de luminance, générée par le logiciel PHOTOLUX. Source: (COUTELIER, 2003).

La prise en compte de plusieurs photographies est donc l'une des fonctionnalités permises par PHOTOLUX. Son utilisation entraîne la réalisation d'un protocole précis. Il est important de noter que, lorsqu'une carte de luminance est élaborée à partir de plusieurs prises de vue, PHOTOLUX ne peut pas vérifier que celles-ci correspondent bien à la même scène. L'utilisateur doit donc fournir des images parfaitement superposables d'une même scène (sans changement de position, ni évolution de la répartition lumineuse) afin d'obtenir des photographies HDR.

PHOTOLUX présente pour cette recherche un logiciel très efficace vu ses nombreux avantages. Mais, vu le coût très onéreux de ce logiciel, on ne va pas l'utiliser.

V.2.3.1.2. Simulation en ligne par WEBHDR:

A la base des photos LDR (.JPEG), la simulation avec une application gratuite en ligne, qui s'appelle **webHDR**, permet de créer en ligne des photographies HDR afin d'obtenir des cartes de luminances. Les outputs de la simulation par WEBHDR sont donc, sous formes des cartes de luminances présentant les valeurs numériques des luminances informant la répartition des luminances dans la scène étudiée et dans le champ visuel, des images fausses couleurs, des images en courbes ou lignes de contours –iso, aussi les courbes de réponse résultantes correspondantes aux appareils photos utilisés et aux scènes photographiées. Toutes ces données sont nécessaires pour l'interprétation et la lecture visuelle et spatiale de l'espace étudié.

WEBHDR donne aussi la possibilité de modifier les paramètres (luminances,...) afin d'améliorer la qualité et l'exposition des images. Cette fonctionnalité est très utile pour les spécialistes en photographie. Pour plus d'information, la consultation du site officiel de WEBHDR est nécessaire (cf. <http://luminance.londonmet.ac.uk/webhdr/demo4.html>).

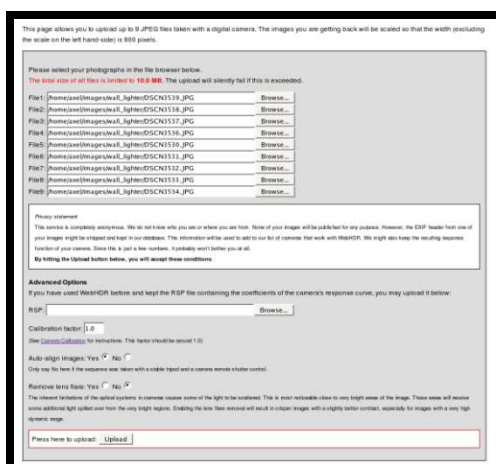


Figure V. 9. Téléchargement et importation des photographies LDR (format .JPEG) dans WEBHDR et l'opération de réglage des entrées.
Source: site officiel WEBHDR.

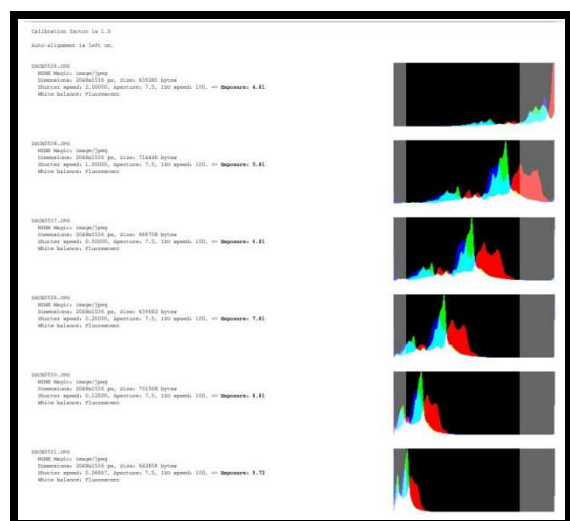


Figure V. 10. Confirmation de téléchargement de webhdr. Source: site officiel WEBHDR.

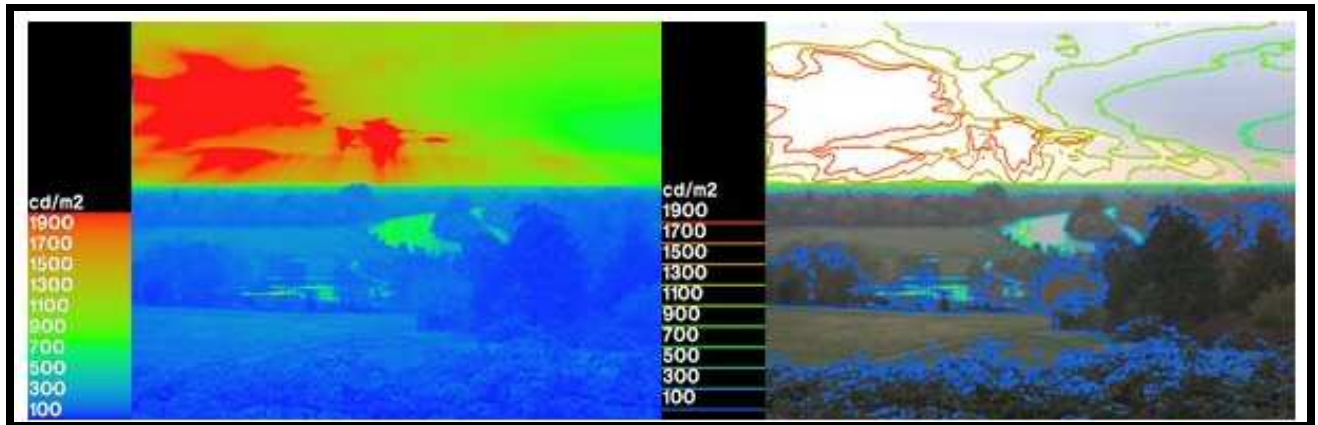


Figure V. 11. Des photographies générées dans WEBHDR sous formes des images fausses couleurs et images de courbes -lignes de contours- iso. Source: site officiel WEBHDR.

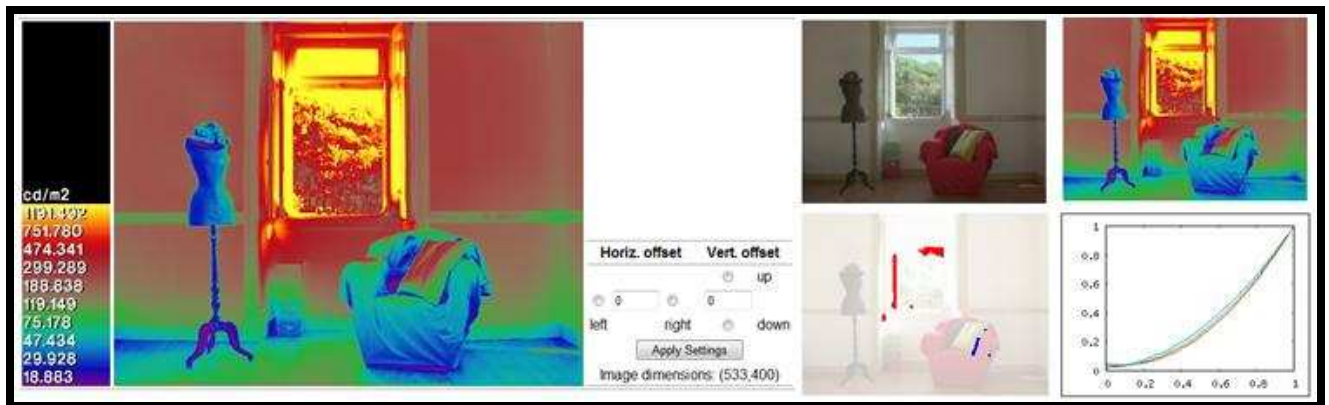


Figure V. 12. L'ensemble des réglages et des outputs de la photographie HDR, générés par WEBHDR sous formes des images fausses couleurs et cartes de luminance WEBHDR et courbe de réponse et commentaires d'interprétation et d'amélioration de l'image. Source: (site officiel WEBHDR).

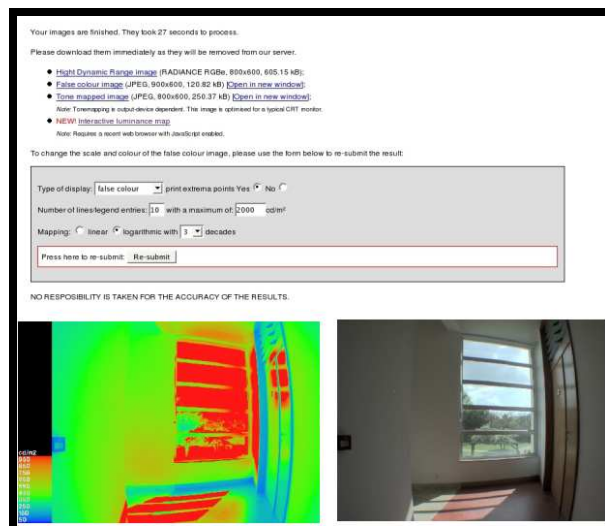


Figure V. 13. Résultats de WEBHDR. Source: (site officiel WEBHDR).

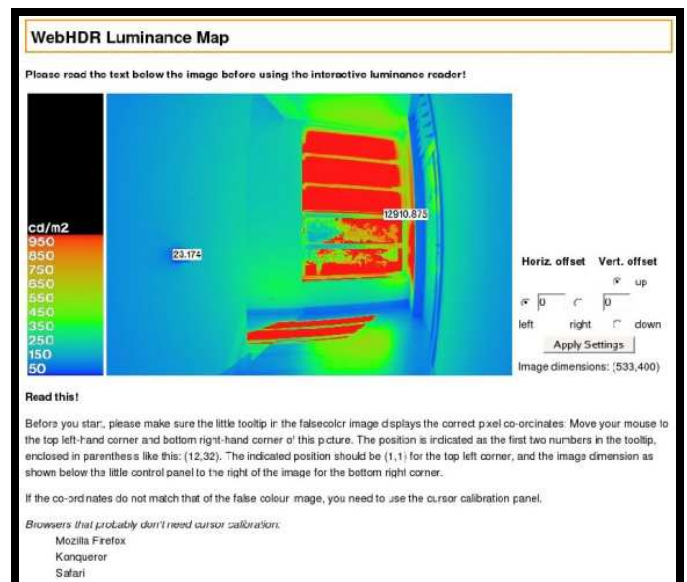


Figure V. 14. Exemple de carte de luminance WEBHDR. Source: (site officiel WEBHDR).

V.2.3.1.3. RADIANCE:

Radiance est un programme professionnel pour la simulation d'éclairage, développé par Berkeley Lab. Son importante gamme d'outils de calcul et d'analyse, qui requiert des connaissances particulièrement approfondies des systèmes d'exploitation et des interpréteurs de commande, trouve ses applications dans les installations de recherche et les entreprises spécialisées. En raison de sa complexité, ce programme ne convient pas pour représenter rapidement une étude d'éclairage qualitative. Egalement, c'est un outil développé dans un cadre de recherche pour des opérations de simulations directes de lumière naturelle et artificielle utilisant la technique du lancer inverse de rayon permettant aussi la simulation de réflexions spéculaires, semi-spéculaires ou diffuses (Maamari, 2004). Donc, il génère des informations sur l'éclairage naturel et artificiel en utilisant des données scientifiques; des techniques de traçage de rayons (Ray tracing) sophistiquées pour créer **des images de qualité photo-réalistique, photographiques et photométrique.**

Les images résultantes peuvent être manipulées à l'intérieur de Radiance, ou converties dans d'autres formats tel que le JPEG afin de pouvoir les faire visionner plus facilement. Il est à noter que Radiance a la capacité de produire des rendus des images avec objectif fish-eye (360°).

Ce logiciel est donc, un programme de simulation d'éclairage puissant qui permet aux architectes, aux ingénieurs et aux spécialistes de l'éclairage de prédire les niveaux d'éclairage tant artificiels que naturels¹, et on obtient des informations détaillées sur les facteurs de lumière du jour (FLJ), niveau des luminances (ce que vos yeux verront) en (cd/m²), niveau de d'éclairement (Lux); au niveau de la surface ou du plan de travail -l'intensité lumineuse que la surface recevra, en fonction de sa couleur et de sa texture-, ainsi que l'inconfort dû à d'éblouissement (les risques). En ré-analysant les **simulations de luminance**, il est possible d'effectuer des analyses d'éblouissement.

L'interprétation de ces informations permet d'aider à optimiser les besoins en éclairage artificiel et à augmenter le niveau de confort visuel, aussi ceci permet de concevoir et de tester les systèmes d'éclairage naturel et artificiel, faisant du bâtiment un meilleur endroit à vivre.

¹ <http://www.design-sim.com>

Un avantage majeur de Radiance est qu'il n'y a pas de limites dans les géométries et les matériaux qui peuvent être simulés dont on peut manipuler la volumétrie du bâtiment, son contexte (le site entourant le bâtiment, les couleurs des surfaces), puis choisir un type de ciel, pour en analyser l'impact sur l'éclairage naturel.

L'heure et la date de la simulation peuvent être définies et le champ de vue de l'image peut être choisi. On peut inclure tout le mobilier de la pièce ainsi que des occupants afin de rendre l'image de la simulation plus photo-réaliste. En combinaison avec **LightPro**, qui permet de définir les lampes et les luminaires depuis la base de données fabricants d'IES, Radiance peut acquérir les informations sur l'éclairage artificiel. Une fois les luminaires placés, leurs positions et leurs informations photométriques sont utilisées par Radiance pour créer une image photo-réaliste.

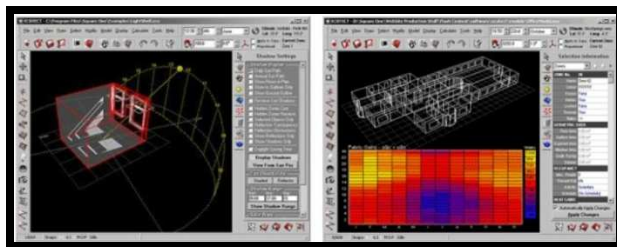


Figure V. 15. Résultats de simulation sous Ecotect.
Source: (Ecotect 2009).

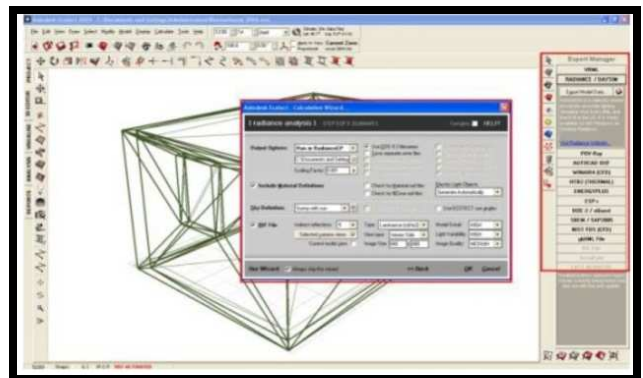


Figure V. 16. Module d'importation entre Radiance et Ecotect 2009. Source: (Ecotect 2009).

Radiance peut être aussi rattaché à d'autres logiciels de simulation comme **Ecotect**² profitant ainsi de ce type d'interface pour un paramétrage plus adapté à des utilisateurs non expérimentés, comme les architectes, pour l'importance de modèle géométrique, la définition des matériaux ainsi que tous les paramètres liés à la position du soleil, type de ciel.

Ce logiciel possède un des niveaux de précision et de similitude les plus forts sur le marché (entre les résultats d'une simulation numérique de l'éclairage et la réalité) ce qui convient à des utilisateurs qui comptent extraire d'une simulation des cartes de luminances pour analyser le confort visuel de l'occupant, plutôt qu'une simple image de synthèse réaliste sans être nécessairement proche de la réalité.

² Ecotect est un logiciel de simulation complet qui associe un modèleur 3D à des analyses solaires, thermiques et acoustiques. Il a été conçu avec comme principe que la conception environnementale la plus efficace est validée pendant les étapes conceptuelles du design. Ses sorties étendues rendent également la validation finale de conception beaucoup plus simple en se connectant par interface à **Radiance**, **EnergyPlus** et à beaucoup d'autres outils plus spécialisés. Un avantage majeur de ce logiciel est que ses résultats sont toujours sous formes visuelles (images en 3D en fausses couleurs) ce qui correspond aux attentes de certains utilisateurs comme les architectes, sans oublier la facilité de paramétrage des scènes et la richesse de sa bibliothèque de matériaux.

V.2.3.1.4. EVALGLARE:

Développé à l'institut de Fraunhofer pour les systèmes d'énergie solaire à Freiburg (Allemagne) et distribué gratuitement comme projet de recherche européen à Freiburg et à Copenhague (Danemark), EvalGlare est un nouvel outil pour évaluer la lumière du jour afin d'obtenir la DGP et autres métriques d'éblouissement à partir du format d'image Radiance RGBE du type fish-eye; produite avec le logiciel Radiance, et permet également la visualisation des sources de base de contraste pour un éblouissement prévue (Wienold, 2010). EvalGlare peut également être employé pour, calculer la luminance des photographies HDR, avoir des informations sur l'éclairage vertical et déterminer les sources d'éblouissement.

Aussi, identifier des sources de luminance basées sur une valeur- seuil, qui peut être:

- manuellement spécifiée par l'utilisateur comme valeur fixe de luminance
- informatique déterminée, basée en moyenne luminance dans le domaine de la vue, ou
- informatique déterminée, basée sur un utilisateur qui a spécifié l'endroit de tâche. Noter qu'EvalGlare est toujours dans un statut expérimental.

Le programme « **EVALGLARE** » calcule la luminance moyenne des pixels contenus dans une zone de tâche prédéterminée. Chacun des pixels présentant une luminance supérieure à la luminance moyenne de cette zone multipliée par un facteur donné (par défaut ce facteur est de 5), est aussi considéré comme un potentiel d'éblouissement. EVALGLARE regroupe ensuite les pixels potentiellement éblouissants qui sont adjacents afin de localiser les sources d'éblouissement. Ces dernières apparaissent avec des couleurs différentes (vert, bleu, jaune, violet). La simulation par le DAYSIM / EVALGLARE nécessite de passer par plusieurs étapes, qui sont les suivantes:

a. Avant de commencer la simulation, il faut installer les logiciels ECOTECT, RADIANCE et DAYSIM / EVALGLARE 3.0.

b. Enregistrer les photos HDR (générées à partir de LuminanceHDR) dans un dossier HDRI créé sur le bureau de l'ordinateur. Il faut noter qu'un format (.hdr = .pic). Les images de RADIANCE générées de la simulation par RADIANCE ont le même format que les photos HDR et peuvent être utilisées l'un pour l'autre pour des analyses d'éblouissement.

c. Utiliser RADIANCE IV pour ouvrir les fichiers (.pic) ou (.hdr). En effet, Radiance Image Viewer va ouvrir ces photos.

d. En parallèle, lancer la commande MS DOS pour pouvoir lancer le programme EVALGLARE et pouvoir réaliser l'analyse d'éblouissement

(Pour avoir plus d'informations sur la liste globale des commandes MS DOS, on peut consulter en ligne: <http://www.computerhope.com/msdos.htm>).

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Version 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

L:\>c:
C:\>cd documents and settings
C:\Documents and Settings>cd sdoyle
C:\Documents and Settings\sdoyle>cd desktop
C:\Documents and Settings\sdoyle\Desktop>cd hdri
C:\Documents and Settings\sdoyle\Desktop\HDRI>
    
```

Figure V. 17. Fenêtre de dialogue de la commande MS DOS lors de l'introduction des entrées pour la simulation par EVALGLARE. Source: (Doyle et Reinhart, 2010).

e. Afin d'accéder aux noms et localisation du fichier HDR (le dossier HDRI), on doit introduire les commandes EVALGLARE.

usage:	
evalglare	[-s] [-y] [-Y value] [-b factor] [-c checkfile] [-t xpos ypos angle] [-T xpos ypos angle] [-d] [-r angle] [-i Ev] [-I Ev yfill_max y_fill_min] [-v] picfile
Options:	
-s	enables smoothing function (default: disabled)
-d	enables detailed output (default: disabled)
-y	enables peak extraction (default: disabled)
-Y value	enables peak extraction with value as threshold for extracted peaks (default: disabled)
-c fname	writes a checkfile in the RADIANCE picture format
-t xpos ypos angle	definition of task position in x and y coordinates, and its opening angle in radiant
-T xpos ypos angle	same as -t, except that the task area is colored bluish in the checkfile
-b factor	Threshold factor, if factor >500, it is used as constant threshold in cd/m ² , regardless if a task position is given or not if factor is <= 500 and a task position is given, this factor multiplied by the average task luminance will be used as threshold for detecting the glare sources if factor is <= 500 and no task position is given, this factor multiplied by the average luminance in the entire picture will be used as threshold for detecting the glare sources, default value=4.
-r angle	search radius (angle in radiant) between pixels, where evalglare tries to merge glare source pixels to the same glare source (default value: 0.2 radiant)
-i Ev	The vertical illuminance is measured externally. This value will be used for calculating the dgp.
-I Ev y_max y_min	The vertical illuminance is measured externally. This value will be used for calculating the dgp. Below y_min and above y_max, the picture is filled up by the last known value. This option should be used, when the provided picture is cut horizontally.
-v	show version of evalglare and exit

Tableau V. 1. L'ensemble des commandes et options du logiciel DAYSIM/ EVALGLARE. Source: (Doyle et Reinhart, 2010).

f. Pour avoir des informations sur l'image à analyser tout en vérifiant les dimensions on doit utiliser le contrôle des dimensions de l'image présenté par la commande « getinfo ». L'image doit être plus petite que 800 x 800 Pixels pour que le logiciel d'EvalGlare soit efficace.

```

C:\Documents and Settings\sdoyle\Desktop\HDRI>getinfo -d FINAL_HDRI.hdr
FINAL_HDRI.hdr: -Y 2376 +X 4224
    
```

g. Si la taille de l'image est grande dépassant 800 X 800 pixels, on doit changer la taille de l'image (réduction) utilisant la commande « pfilter », dont on divise les pixels x et y sur le même facteur (par exemple 5.5) afin de maintenir et obtenir les proportions de l'image désirée (au dessous de 800 X 800 pixels). Cependant, le nom de l'image originale est (FINAL_HDRI.hdr), tandis que le nom de la nouvelle photo réduite est (FINAL_HDRI_small.hdr).

Il est à noter qu'on peut ignorer cette étape si les dimensions de la photo sont petites ou si on utilise un autre logiciel de traitement de photo qui fait bien l'opération de réduction des dimensions et tailles des images à l'instar de PHOTOSHOP, GIMP,...etc. Pour notre cas, on a utilisé (GIMP 2) avant de créer les photos HDR par le logiciel LuminanceHDR.

```
C:\Documents and Settings\sdoyle\Desktop\HDRI>pfilter -x /5.5 -y /5.5 FINAL_HDRI.hdr > FINAL_HDRI_small.hdr
```

h. Pour vérifier les nouvelles dimensions de l'image réduite, on doit réutiliser la commande (getinfo) mais cette fois ci pour confirmer que les dimensions de l'image sont inférieures à 800 X 800 pixels.

```
C:\Documents and Settings\sdoyle\Desktop\HDRI>getinfo -d FINAL_HDRI_small.hdr
FINAL_HDRI_small.hdr: -Y 432 +X 768
```

i. Lancer EVALGLARE pour établir l'ensemble des indices d'éblouissement (DGP, DGI, UGR, VCP et CGI) (cf. chapitre deux). Quant la valeur est par exemple (0.180821), la DGP sera égale à 18% (on prend les deux chiffres après virgule).

```
C:\Documents and Settings\sdoyle\Desktop\HDRI>evalglare FINAL_HDRI_small.hdr
dgp,dgi,ugr,vcp,cgi: 0.180821 9.478831 11.111439 95.458061 14.280996
```

j. Ouvrir la photo (FINAL_HDRI_small.hdr) par Radiance Image Viewer, par un double click. (cf. Figure V. 18).

k. Pour obtenir les sources d'éblouissement, on doit faire un test sur EVALGLARE, afin d'obtenir une image identifiera les sources d'éblouissement en couleur. Les zones qui sont en bleu et vert sont à forte probabilité d'éblouissement. Dans la photo ci-dessous les sources probables d'éblouissement sont les fenêtres. (cf. Figure V. 19).

```
C:\Documents and Settings\sdoyle\Desktop\HDRI>evalglare -c test.pic FINAL_HDRI_small.hdr
```

l. Pour avoir la surface de la tâche et rééquilibrer la DGP en rapport avec la zone de tâche, on doit introduire dans notre programmation DOS, les deux entrées suivantes (cf. Figure V. 20).

```
C:\Documents and Settings\sdoyle\Desktop\HDRI>evalglare -c blue.pic -T 272 362 .
26 FINAL_HDRI_small.hdr
dgp,dgi,ugr,vcp,cgi: 0.181148 9.590449 11.223382 95.410271 14.389360
C:\Documents and Settings\sdoyle\Desktop\HDRI>evalglare -c blue2.pic -T 272 70 .
26 FINAL_HDRI_small.hdr
```

Au niveau de l'image générée on peut avoir les différentes valeurs de luminances des différents plans limitant l'espace étudié ainsi que la situation exacte de la valeur maximale de luminance. Dans la photo ci-dessous, la valeur maximale se trouve au niveau de fenêtre (zone colorée en vert) et est de l'ordre de 12.0 cd/m². Il est à noter qu'on peut obtenir et lire au-dessous de l'image toutes les informations correspondant à une situation donnée (dimensions de l'image, position, luminance et RGB du point choisi), par le fait de mettre le curseur de la souris sur cette même situation. Malheureusement, Radiance joue uniquement le rôle d'un viewer des résultats de simulation EVALGLARE, en d'autres termes, les fonctionnalités de RADIANCE (fausses couleurs, courbes iso,...) ne peuvent pas être investiguées. Pour plus d'information sur l'utilisation du logiciel EVALGLARE, on peut consulter en ligne (www.daysim.com).

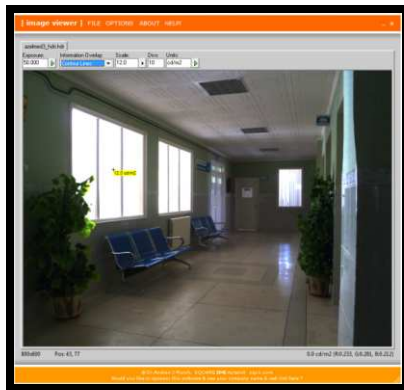


Figure V. 18. Image générée par EVALGLARE présenté sur Radiance Image Viewer. Source: auteur.

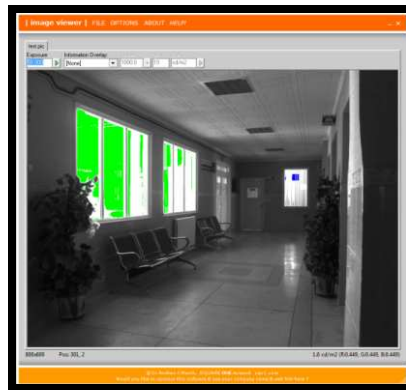


Figure V. 19. Image identifiant les sources d'éblouissement en couleurs, générée par EVALGLARE présenté sur Radiance Image Viewer. Source: auteur.

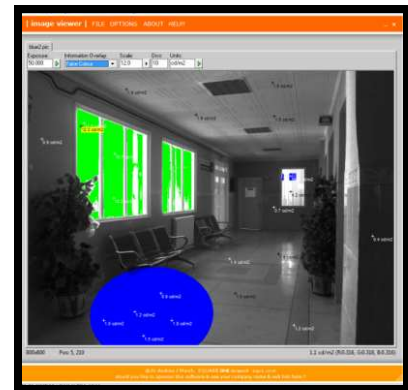


Figure V. 20. Image identifiant les sources d'éblouissement en couleurs et la situation de la plus grande probabilité de l'éblouissement, générée par EVALGLARE présentée sur Radiance Image Viewer. Source: auteur.

V.2.3.2. Méthode de Demers. C. (2006):

Cette méthode est celle de Claude DEMERS (2006), déjà détaillée dans le travail de magister de Benfarhat (2010). Utilisant le logiciel PHOTOSHOP pour caractériser le contraste, cette méthode s'appuie sur les quatre niveaux d'analyse suivants:

V.2.3.1. Niveau de détail:

A ce stade, il y aura une nécessité de faire une lecture de l'édifice, ses textures, ses détails, ses couleurs, etc. La lecture considère que l'image qui combine un nombre important de lignes de contours produit un haut niveau de contraste lumière –texture. Le contraste global se mesure par l'histogramme du logiciel de traitement d'images et par l'écart – types. L'échelle du contraste varie de 1 à 128 et celle de la brillance varie de 1 à 125.

V.2.3.2. Position du motif dominant:

Pour la détermination du motif dominant, il faut déterminer la localisation des paramètres de brillance qui permettent l'établissement de la relation physique entre l'espace et la lumière. Dans le logiciel PHOTOSHOP, on utilise la commande stamp.

La superposition du niveau de détail et de la position du motif dominant permet de savoir si les zones d'une brillance élevée sont aussi d'attraction élevée.

V.2.3.3. Graduation de l'image:

Du clair à l'obscur, cinq niveaux de graduation: 0%, 25%, 50%, 75% et 100%. Pour réaliser cette graduation, on applique la commande: postérisation.

Les lignes de contour caractérisent des niveaux d'éclaircissement différents. Quand les lignes se trouvent rapprochées, cela veut dire qu'on a une forte dégradation avec une faible uniformité, et vice versa.

V.2.3.4. Etude du contraste:

Utilisant pour cette étude la commande « Brightness » dans le logiciel PHOTOSHOP. Cette étude nous permet de déterminer des aspects d'ordre physiques et perceptuels.

Pour le faible contraste, on désigne comme aspects physiques: l'aspect diffus, uniforme ou l'aspect dispersé. En parallèle, et en termes d'aspects perceptuels, on désigne l'aspect d'unité, d'immatérialité ou encore de distraction.

Tout de même, pour le cas de haut contraste, on peut désigner l'aspect direct, non uniforme ou concentré comme des aspects physiques, tandis que l'aspect qui présente la fragmentation, la matérialité ou qui attire l'attention font parties des aspects perceptuels.

	Faible contraste	Moyen contraste	Haut contraste
Aspects physiques	Diffuse		Direct
	Uniforme		Non uniforme
	Dispersion		concentration
Aspects perceptuels	Unité		Fragmentation
	Immatérialité		Matérialité
	distraktion		attention

Tableau V. 2. Tableau présentant les qualités du contraste en fonction des aspects physiques et perceptuels.
Source: (Benfarhat, 2010).

V.2.3.3. Techniques d'analyse des données de par pixel:

Mehlika Inanici (2010) présente, dans son rapport d'analyse des données d'éclairage de par pixel, un ensemble de techniques pour analyser des modèles de distribution de luminance, des rapports de luminance, la luminance d'adaptation et l'évaluation d'éblouissement. L'avantage réside dans le fait que l'ensemble des techniques d'analyse démontrées ci-dessous s'appliquent aux images générées par ordinateur et numériquement saisies; les rendus et les photographies «HDR».

Il est à noter que Mehlika Inanici fait l'exemple de démonstration, la maquette du bâtiment de sièges sociaux de New York Times (NYTimes), en utilisant plusieurs métriques pour déterminer confort visuel et performance.

La base de données d'image utilisée est composée de 150 photographies (HDR) qui a été compilée (assemblée) à partir des ordres d'exposition multiples qui ont été capturés en Novembre 2004. La maquette a fourni une occasion unique pour évaluer les différentes situations d'éclairage, notamment avec les systèmes d'ombrage et d'éclairage commandés et contrôlés. Par conséquent, cette base de données est compatible d'un éventail d'états d'éclairage des bureaux ouverts et privés, fonctionné avec les systèmes de contrôle manuels et automatisés de tissu d'ombre et d'éclairage

Les données d'éclairage de Par-Pixel sont de valeur inestimable en évaluant les aspects qualitatifs et quantitatifs d'un environnement lumineux. L'acquisition de données de Par-Pixel, génération, et les analyses sont les clefs de voûte dans la mesure d'éclairage, simulation, et les analyses de la boîte à outils. Des données de luminance de Par-Pixel peuvent être obtenues par l'un ou l'autre des outils physiquement basé du rendu³ ou des techniques de la photographie HDR (DEBEVEC, MALIK, 1997; MITSUNAGA, NAYAR, 1999).

Les techniques d'analyse de données de Par-Pixel développées dans le virtuel de laboratoire d'éclairage (VLL) (Inanici, 2004) forment la base des options d'analyse dans la boîte à outils. Le VLL est une méthodologie informatique et un outil informatique, où des quantités d'éclairage sont extraits à partir des images RADIANCE et analysé à travers des opérations mathématiques et des routines informatiques sur une échelle de Pixel. Les techniques montrées ci-dessous peuvent fonctionner avec n'importe quelle image HDR; qui soit générée par ordinateur ou numériquement capturée. Le format d'image est RGBE (a.k.a. *.hdr ou *.pic) (Ward, 1991).

³ Des outils tels que la simulation d'éclairage de rayonnement et le système de rendu (cf. Lawrence Berkeley National Laboratory. Radiance Lighting Simulation and Rendering System. <http://radsite.lbl.gov>) ou n'importe quel autre logiciel de simulation d'éclairage qui peuvent fournir le langage figuré (HDR) de High Dynamic Range peuvent être utilisés pour l'analyse de par-Pixel.

La valeur de la virgule flottante RVB de chaque Pixel est transformée en espace chromatique de CIE Trisimulus (CIE XYZ) basé sur les fonctions colorométriques standards de CIE⁴.

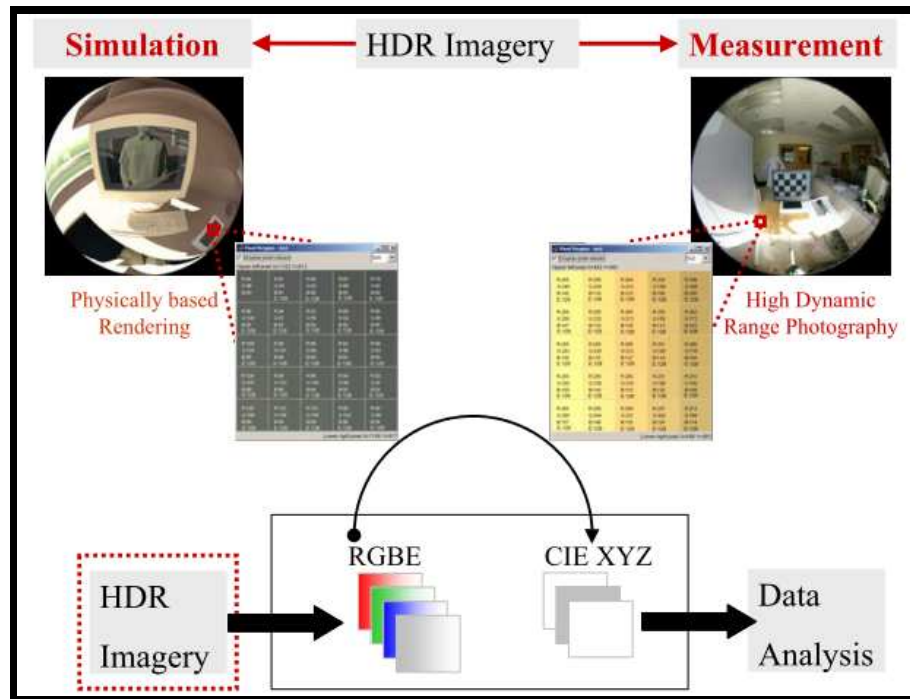


Figure V. 21. Extraction de données de Par-Pixel à partir des rendus de la photographie HDR.
Source: (Inanici, 2010).

Les techniques présentées ci-dessous par Inanici (2010) constitue, un cadre pour utiliser des données de par-Pixel capturées⁵ dans les arrangements complexes pour analyser les aspects qualitatifs et quantitatifs de l'éclairage. Les techniques sont les synthèses des pratiques courantes dans la conception d'éclairage et des pratiques uniques qui peuvent être faites avec la disponibilité de données de par-Pixel. Elles ne sont pas exhaustives en nature; en revanche, elles accentuent certaines des possibilités qui peuvent être employées par des concepteurs d'éclairage, des chercheurs, et des éducateurs.

L'analyse de données par-pixel fournit trois avantages distincts:

1. Elle **améliore l'entrée de l'information et accélère le processus de calcul** pour les techniques disponibles d'analyse (exemple: calculs d'éblouissement).
2. Elle facilite de **nouvelles méthodes d'analyse et études de facteur humain en fournissant des informations détaillées au sujet de l'environnement lumineux**. Inanici et al, collaborent avec le Conseil national " Recherche " du Canada sur **utiliser la mesure de par-Pixel et les techniques d'analyse dans les études du facteur humain**.

⁴ L'explication détaillée de cette technique est disponible dans FY2004 livrable et LBNL-Report#57545 (Inanici et Galvin, 2040).

⁵ Toutes les images présentées dans cette section sont prises avec Nikon 5400 et FC-E9 Nikon avec un objectif fisheye. Les images HDR produites utilisant Photosphere (cf. Ward, G. Photosphere, <http://www.anyhere.com/>), post-traité avec un filtre numérique de dégradé comme décrit dedans (Inanici et Galvin, 2040)).

3. Il crée un milieu flexible d'analyse, où des méthodes d'analyse peuvent être adaptées; basés sur les besoins du client du projet de conception ou de recherche. Par exemple, une analyse qui n'est pas discutée ci-dessous incorpore l'utilisation de la technique de mesure/analyse des données de par-Pixel pour documenter (informer) les propriétés photométriques des sources lumineuses en termes de modèles de distribution de luminance. Cette approche est plus facile pour mesurer et plus intuitive qu'analysant la distribution de puissances de bougie des sources lumineuses. Cette technique est utilisée à LBNL pour mesurer et analyser la distribution des sources lumineuses de LED. Un autre exemple innovateur est d'employer des données de par-Pixel pour mesurer les propriétés angulaires de réflectivité et de transmittance des matériaux.

L'exécution courante des techniques d'analyse de par-Pixel n'est pas fournie par une interface utilisateurs graphique (GUI). Un GUI flexible et complet est suggéré pour l'utilisation étendue.

V.2.3.3.1. Outils utomatisés disponibles:

Les données d'éclairage de par-Pixel peuvent être traitées pour exécuter des analyses d'éclairage avec détail, flexibilité et rigueur qui peuvent être infaisables ou impossibles avec des approches traditionnelles d'analyse d'éclairage. Une application évidente des données de par-Pixel est de les traiter avec des outils d'analyses automatisées dans le logiciel d'éclairage actuellement disponible. Les exemples incluent 'luminance d'images fausses couleurs', 'luminance lignes de contour -iso-', et modules d'analyse déblouissement présentés ci-dessous.

V.2.3.3.1.1. Images fausses couleurs et lignes de contour -iso-:

Les images fausses couleurs et les lignes de contour -iso- sont utilisées pour démontrer les données d'éclairage de HDR, qui ne peuvent pas être montrées dans les valeurs absolues et la gamme complète par les dispositifs d'affichage conventionnels (des écrans d'affichage à cristaux liquides et de tube c'est à dire des écrans LCD et CRT) ou les médias imprimés. Dans des images fausses couleurs⁶, une gamme de couleurs est assignée à une gamme des valeurs de luminance (ou d'éclairement). Une telle analyse est utile pour comprendre la gamme dynamique et pour visualiser les distributions spatiales de luminance (ou éclairement) dans un espace. Dans des images fausses couleurs, les tonalités bleues représentent les valeurs basses de luminance (<200 cd/m², a.k.a. Nits), et les tonalités rouges représentent les valeurs élevées de luminance (>2000 cd/m²) dans la scène.

⁶ Lawrence Berkeley National Laboratory. Radiance Programs: Glare, http://radsite.lbl.gov/radiance/man_html/glare_1.htm

L'analyse de la ligne contour -iso- se compose de courbes de niveau colorées qui sont superposées à l'image originale pour démontrer la distribution des valeurs de luminance. Une image simple illustre non seulement l'image originale de véritable couleur mais également la pleine distribution des luminances avec des courbes de niveau tracées (dessinées) dans des étapes égales.

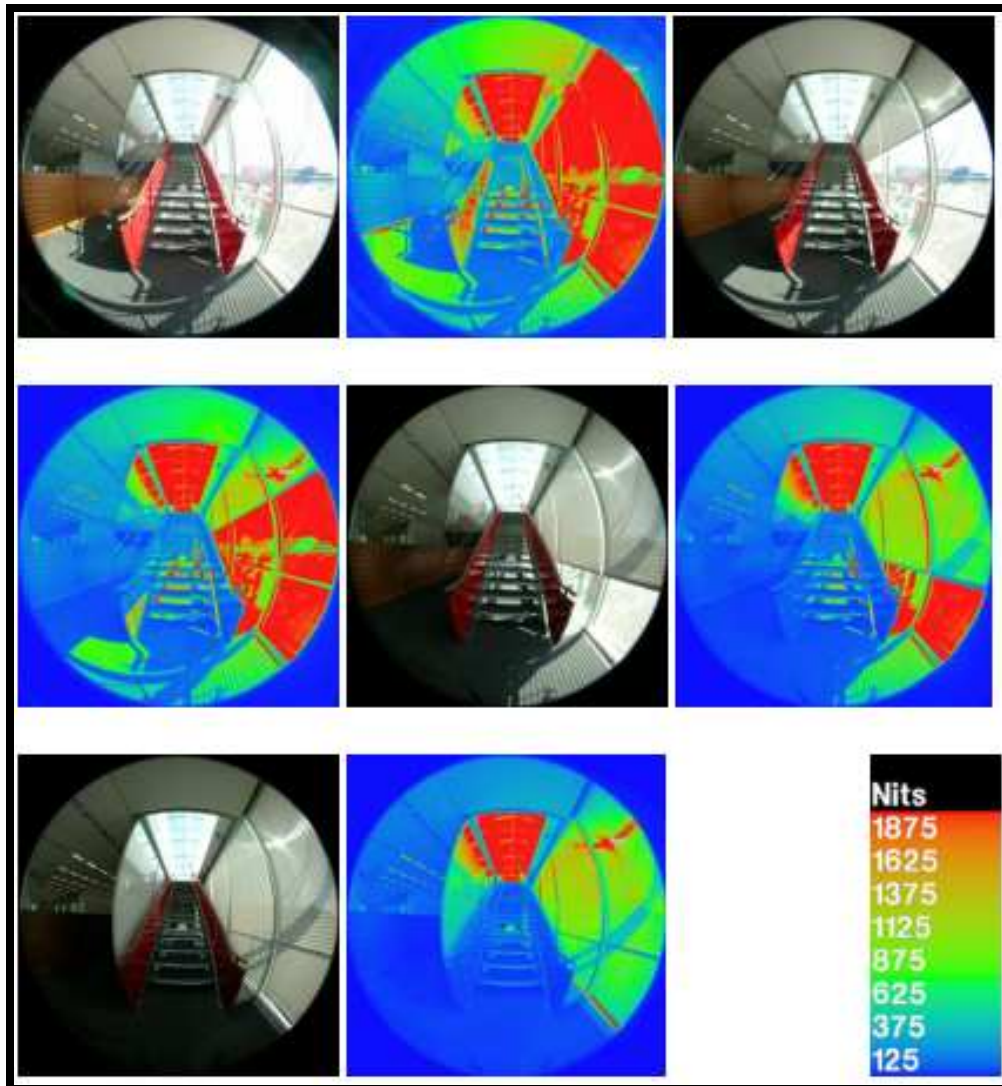


Figure V. 22. Images fausses couleur⁷ produites à partir des photographies HDR qui capturent le secteur d'escalier sur la partie Sud de la maquette car le tissu d'ombre a été actionné dans un des 4 modes. Source: (Inanici, 2010).

⁷ La figure VI. 23. est un exemple de l'analyse de fausse couleur de l'opération de tissu d'ombre. Le tissu d'ombre a été fonctionné dans un des 4 modes (A. ouvert, B. dessiné pour couvrir la partie supérieure de la fenêtre, C. dessiné pour couvrir la portion centrale de la fenêtre, et D. entièrement dessiné); (Les images sont prises en 10/26/2004 entre le 12h52: 46 - 12h59: 59; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturateur entre 1/15 - 1/4000 sec; ciel clair). L'impact des différents modes d'opération du tissu d'ombre a été évalué avec des photographies de HDR. La position du tissu d'ombre détermine non seulement la luminance de fenêtre, mais également la distribution de luminance dans le champ visuel entier. Une quantité proportionnée de variation de luminance assure confort visuel, visibilité, et un environnement esthétiquement satisfaisant. Les quantités qui dévient significativement de la moyenne ou des valeurs cibles (à atteindre) peuvent indiquer des conditions d'éclairage pauvres (cf. REA, M.S. 1999. ed. The IES Handbook. 9. Ed.).



Figure V. 23. Analyse d'Iso-contour produite d'une photographie HDR capturant le secteur d'escalier sur la partie Sud de la maquette. (Des images d'exposition multiple sont prises le 10/25/2004 entre le 16h04: 36 - 16h05: 23; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturateur entre 1/4 - 1/500 sec; ciel partiellement nuageux). Source: (Inanici, 2010).

V.2.3.3.1.2. Analyse d'éblouissement:

L'analyse automatisée d'éblouissement peut être effectuée utilisant: **Glare Module**⁸, **findglare**⁹, **glarendx**¹⁰, **xglaresrc**¹¹, ou **EvalGlare**¹².

Le **module d'éblouissement** est un manuscript interactif pour localiser les sources d'éblouissement et calculer les indices d'éblouissement (cf. chapitre deux). Des sources d'éblouissement sont identifiées basées sur une valeur- seuil, qui peut être:

- 1) spécifiée manuellement par l'utilisateur comme valeur fixe de luminance, ou
- 2) déterminée automatiquement (par ordinateur) à partir de la luminance moyenne dans le champ visuel.

Le niveau d'adaptation est calculé utilisant l'éclairage vertical indirect comme niveau de fond. Les indices et quantités suivants d'éblouissement peuvent être calculés¹³:

- **Probabilité de confort visual "Guth Visual Comfort Probability" ou VCP.**
- **Indice d'éblouissement selon CIE "CIE Glare Index" ou CGI.**
- **Indice unifié d'éblouissement "Unified Glare Index" ou UGI.**
- **Indice BRS d'éblouissement "BRS Glare Index"**
- **Indice d'éblouissement naturel "Daylight Glare Index" ou DGI.**

⁸ Lawrence Berkeley National Laboratory. Radiance Programs: Falsecolor, http://radsite.lbl.gov/radiance/man_html/falsecolor.1.html

⁹ Lawrence Berkeley National Laboratory. Radiance Programs: Findglare, http://radsite.lbl.gov/radiance/man_html/findglare.1.html

¹⁰ Lawrence Berkeley National Laboratory. Radiance Programs: Glarendx, http://radsite.lbl.gov/radiance/man_html/glarendx.1.html

¹¹ Lawrence Berkeley National Laboratory. Radiance Programs: Xglaresrc, http://radsite.lbl.gov/radiance/man_html/xglaresrc.1.html

¹² Wienold, J, Reetz C, et Kuhn T. "Evalglare", Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, Germany, <http://www.ise.fraunhofer.de/radiance>

¹³ Ward, G. "RADIANCE Visual Comfort Calculation", 1992, <http://radsite.lbl.gov/radiance/refer/Notes/glare.html>

- **Estimation d'éblouissement perturbateur ou incapacitant de Guth "Guth Disability Glare Rating" ou DGR.**
- **Eclairement vertical direct "Direct Vertical Illuminance"**
- **Eclairement vertical total "Total Vertical Illuminance"**
- **Eclairement vertical indirect "Indirect Vertical Illuminance"**

Noter que les calculs d'éblouissement exigent des images de fisheye (degrés 180° verticalement et horizontalement). L'éblouissement est une métrique de direction spécifique, ainsi 4 orientations représentent 4 directions que l'utilisateur regarde. Les indices d'éblouissement sont calculés aux points de vue simples dans ces 4 orientations. Les indices d'éblouissement peuvent également être calculés dans des directions multiples (par exemple, pour analyser l'éblouissement due à l'orientation principale). Les images angulaires 360° seraient les meilleures pour exécuter de tels calculs.

Les calculs automatisés d'éblouissement offrent les outils d'analyse faciles à utiliser pour des concepteurs et des chercheurs. Traditionnellement, un obstacle pour utiliser la métrique d'éblouissement a été la difficulté de mesurer les paramètres exigés pour le calcul.

La technique de photographie HDR fournit une solution pour cette barrière. Cependant, il est important de noter que ces indices d'éblouissement ont été développés il y a bien longtemps, quand les chercheurs n'ont pas eu des possibilités de mesure qui sont disponibles aujourd'hui. Les études d'éblouissement ont été principalement fondées sur des simplifications exagérées et des hypothèses peu judicieuses. Par conséquent, l'utilisation de ces indices avec des images HDR hérite ces simplifications exagérées.

D'ailleurs, la DGI et VCP ont été développés pour déterminer l'éblouissement respectivement des sources de vastes zones et des lampes fluorescentes; et ni l'un ni l'autre d'eux n'est capable à déterminer l'éblouissement à partir de la lumière naturelle intégrée et des solutions d'éclairage électrique. Il y a un besoin de nouveaux indices d'éblouissement qui sont développés en utilisant les possibilités de mesure avancées "**par-Pixel**" (Inanici, 2010).

V.2.3.3.2. Méthodes numériques:

Les outils automatisés sont facilement disponibles et sont utiles aux professionnels d'éclairage, mais le vrai potentiel du langage figuré de **HDR** vient avec des techniques flexibles d'analyse de données de par-Pixel qui peuvent être sur mesure pour les besoins spécifiques d'un projet ou d'une recherche. Quelques unes des applications sont présentées ci-dessous:

V.2.3.3.2.1. Distribution, ratios (rapports) et contraste de luminances:

La distribution spatiale de la lumière est une mesure de variabilité de luminance (et/ou éclairement) à travers une surface¹⁴. De manière la plus simple et la plupart brute est, de regarder le maximum, le minimum, et les valeurs moyennes dans la scène entière, sur une surface, ou dans une région d'intérêt. Dans le monde physique, la distribution spatiale de la lumière est déterminée à travers des mesures multi-point. L'inconvénient principal est qu'un grand nombre de mesures doivent être faites dans un **modèle de grille**. **Le nombre de points détermine non seulement la résolution du modèle de distribution, mais également la précision des calculs moyens. Localiser les maximum et les minimum n'est pas toujours une tâche franche.** En raison des variations spatiales, la mesure d'un point contre des autres pourrait produire les différents quantités et ratios (rapports), qui pourraient indiquer un processus de mesure ambigu et non-répétable (qu'on ne peut pas répéter)¹⁵.

Les données de Par-Pixel sont une manière très commode pour étudier les valeurs et les distributions de luminance. Le maximum, le minimum et les valeurs moyennes sont calculés à partir d'une matrice qui peut correspondre à la scène entière (c.-à-d., partie circulaire du fisheye); une surface (c.-à-d., éléments architecturaux tels que le mur, la fenêtre, la table, le plafond, etc.); ou une région d'intérêt (tel qu'un secteur de tâche ou une partie d'un champ visuel humain de la vue).

V.2.3.3.2.1.1. Évaluation par région d'intérêt:

Des masques peuvent être utilisés pour isoler les éléments ou la région d'intérêt du reste de la scène. Le masquage est fait en filtrant l'image originale par une image binaire qui a la même résolution. L'image binaire contient '1' pour les Pixels qui font partie de la région d'intérêt et le '0' pour le reste de l'image. Les valeurs filtrées sont les quantités dans l'image originale (essentiellement, la matrice d'éclairage) qui correspondent aux coordonnées de Pixel avec '1' dans l'image binaire.

¹⁴ Advanced Lighting Guidelines, New Buildings Inc., 2001.

¹⁵ Inanici MN. Transformations in Architectural Lighting Analysis: Virtual Lighting Laboratory [dissertation]. Ann Arbor, MI: University of Michigan, 2004. Available from: ProQuest Information and Learning, Ann Arbor, MI; AAT 3121949.

Elles sont stockées dans une matrice séparée, dans laquelle chaque élément de la matrice correspond à la valeur de luminance d'un Pixel simple. Par conséquent, des opérations mathématiques et statistiques (telles que le minimum, le maximum, la moyenne, l'écart type, la fréquence, et ainsi de suite) peuvent être appliquées aux valeurs de Pixel pour s'enquérir de diverses propriétés de la région d'intérêt. Il y a des manières multiples de créer les masques binaires. Par exemple, la boîte à outils à traitement d'images de **Matlab**¹⁶ offre plusieurs fonctions utiles.

La région basée au Polygone d'intérêt est spécifiée en fournissant les coordonnées de Pixel ou en cliquant simplement sur les sommets d'un polygone dans l'image. Elle est efficace quand la région d'intérêt a une géométrie peu compliquée. La région basée à l'intensité d'intérêt est spécifiée en assurant une gamme d'intensités pour des valeurs de Pixel. La troisième option est d'utiliser des fonctions de détection de bord pour détecter de diverses frontières d'objet dans une image. Cette fonction renvoie une image binaire qui contient 1 pour des bords et 0 dans le reste de l'image. Autre logiciel à traitement d'images, tel que **PhotoShop**¹⁷, peut également être employé pour créer les images de masquage.

Par exemple, la figure V. 28. démontre le choix et le masquage d'une région d'intérêt. La région d'intérêt dans ce cas est choisie comme mi-partie de la fenêtre. Selon les caractéristiques de fourniture de sièges sociaux de New York Times¹⁸, cette partie de la fenêtre ne devrait pas dépasser 2000 cd/m² quand le corps rond du soleil n'est pas dans le champ visuel immédiat. Des Pixels correspondant à la mi-partie de la fenêtre sont isolés dans le reste de la scène en employant le masque dans fig. 28.b. Ces Pixel sont comparés entre les images 28.a et 28.c.

La luminance moyenne de la mi-partie de la fenêtre chute de 5.223 à 612 cd/m², comme tissu d'ombre sont tirés (dessinés) à partir de la position d'ouverture pour couvrir la mi-partie de la fenêtre. **Ce genre d'analyse est utile pour comparer des quantités contre des normes, des recommandations, ou des caractéristiques (specifications).** Bien que la luminance moyenne de la mi-partie de fenêtre soit selon des caractéristiques, la luminance maximum de fenêtre dans la présente partie est 17.099 cd/m², qui est bien au-dessus de la limite 2,000cd/m² spécifique.

Mehlika Inanici présente une analyse plus détaillée utilisant des histogrammes. Ces derniers dans la figure V. 29. sont employés **pour récapituler graphiquement la distribution des valeurs de Pixel (luminance)** dans la mi-partie de la fenêtre. Les colonnes gauches et droites correspondent aux positions d'ombre dans la (Figure V. 28.a) et la (Figure V. 28.c.).

¹⁶ Matlab, Image Processing Toolbox for Use with MATLAB, User's Guide, Version 2, 1997.

¹⁷ PhotoShop, <http://www.adobe.com/products/photoshop/main.html>

¹⁸ Lawrence Berkeley National Laboratory, Procurement Specifications, Daylighting the New York Times Headquarters Building, http://windows.lbl.gov/comm_perf/pdf/NYT_RShades-Spec12-31-04.pdf

La gamme des données est divisée en casiers de taille égale (valeurs de luminance suivant les indications de l'axe horizontal). Alors pour chaque casier, le nombre de Pixels qui tombent dans chaque casier sont comptés et rapportés comme fréquence à l'axe vertical. Les histogrammes supérieurs montrent les distributions de luminance pour la gamme entière des données. Les histogrammes inférieurs montrent les données entre 0 à 2.000 cd/m². Le critère d'estimation mesure la probabilité qu'un critère spécifique est réuni dans un secteur défini (Rea, 1999).

Il peut être exprimé pour différentes quantités d'éclairage telles que la luminance, l'éclairement, le contraste, et le CCT. Le critère d'estimation peut être calculé mieux utilisant des données de par-Pixel comme suit:

$$\text{Pixel Criterion Rating (\%)} = \frac{\text{Number of pixels satisfying the criterion} * 100}{\text{Total number of pixels}}$$

Equation V. 2. Formule de calcul du critère d'estimation du pixel (%). Source: (Inanici, 2010).

Pendant qu'il peut voir des bons histogrammes (position d'ombre 'c'), bien que la luminance maximum soit tout à fait haute (17.099 cd/m²), la majorité (critère d'estimation de Pixel de 99%) des Pixel sont au-dessous du niveau 2,000cd/m². La valeur maximale de luminance se produit, en peu de Pixels qui sont des valeurs crêtes « maximales » de luminance, à la petite taille angulaire qui indiquent des points d'intérêt ou « lumineux » plutôt que des sources d'éblouissement; donc elles peuvent être ignorées. D'une part, seulement 55% de tous les Pixels satisfont les spécifications 2,000cd/m² dans la position d'ombre 'a', indiquant **des vastes zones de valeurs élevées de luminance qui peuvent poser des problèmes de malaise et de visibilité.**

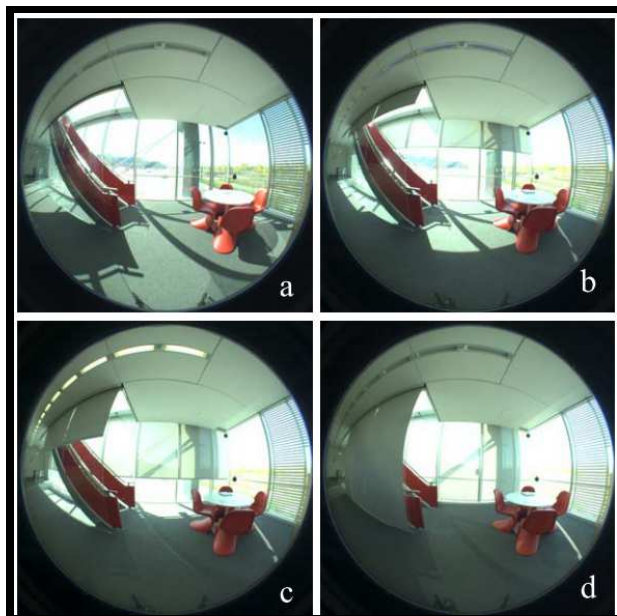


Figure V. 27. Photographies qui capturent la partie Sud de la maquette comme le tissu d'ombre a été actionné dans un des 4 modes. (Des images

d'exposition multiple sont prises le 10/26/2004 entre a) le 11:38: 46 – 11:39: 41 b) 11:40: 42 – 16:41: 43 c) 11:43: 34 – 11:44: 41 d) 11:46: 58 – 11:47: 54; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturateur entre 1/4 - 1/4000 sec; ciel partiellement nuageux). Source: (Inanici, 2010).

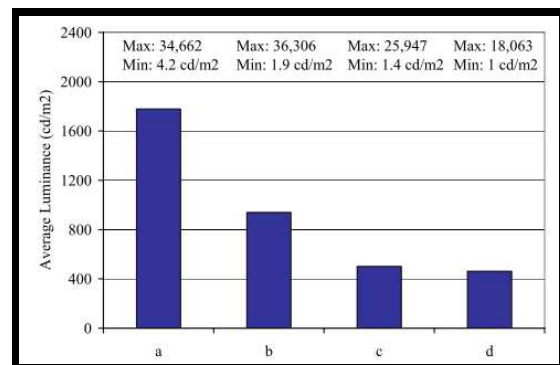


Figure V. 28. Minimum, maximum, et valeurs moyennes de luminance dans la scène entière pour les images montrées dans la figure V. 27. Source: (Inanici, 2010).

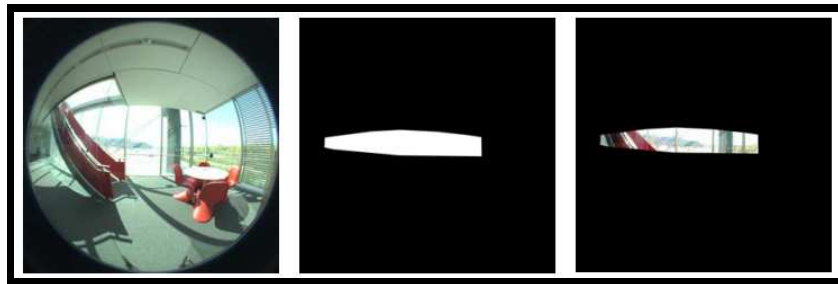


Figure V. 29. Masquage de la mi-partie de la fenêtre. Source: (Inanici, 2010).

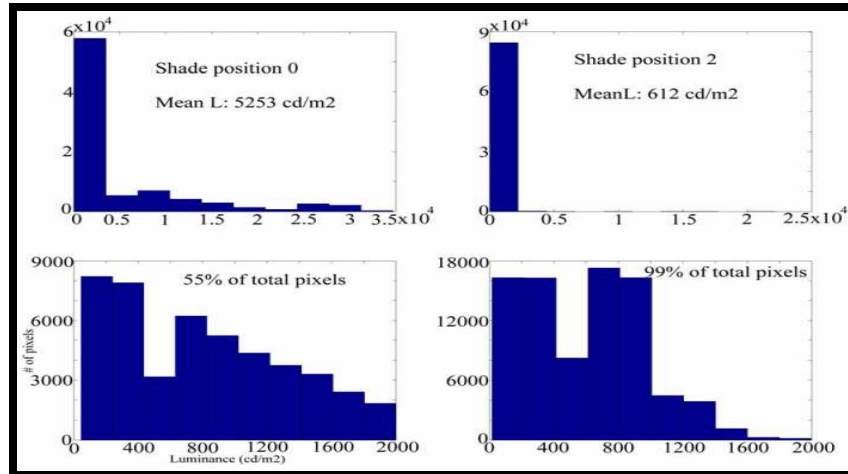


Figure V. 30. Les histogrammes des valeurs de Pixel (luminance) dans la mi-partie de la fenêtre pour les positions d'ombre 'a' et 'c'. Source: (Inanici, 2010).

V.2.3.3.2.1.2. Évaluation par soustraction d'image:

Une autre manière d'étudier les distributions d'éclairage, pour comparer particulièrement les systèmes d'éclairage alternatifs, est d'appliquer **la méthode de soustraction d'image**.

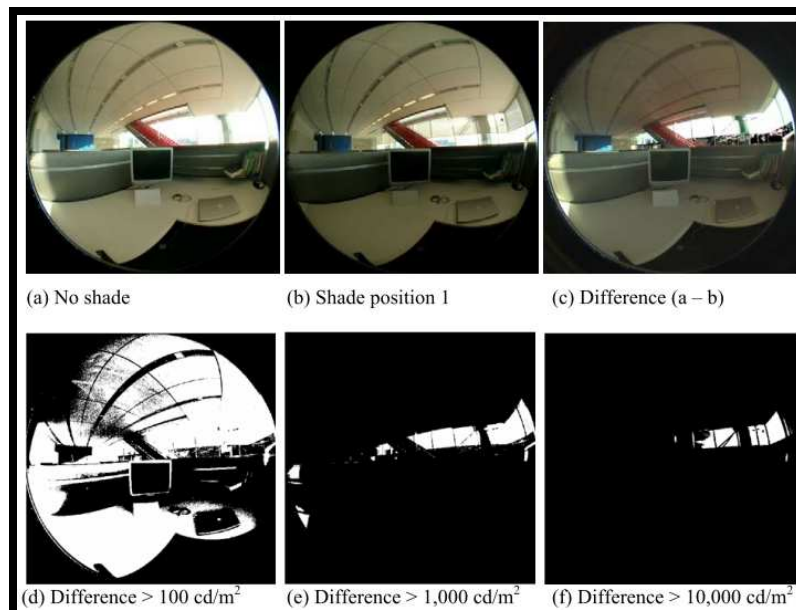


Figure V. 31. La méthode de soustraction d'image pour comparer les distributions de luminance entre les alternatives 11.d-f démontrent les secteurs avec 2.3 et 4 unités logarithmiques de différence de luminance entre les images a et B.

(des images d'exposition multiple sont prises le 10/27/2004 entre a) le 16h12: 25 - 16h13: 24 b) 16h14: 35 - 16h15: 34; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturateur entre 1/4 - 1/4000 sec; ciel clair). Source: (Inanici, 2010).

La (Figure V.32) illustre un poste de travail avec le tissu d'ombre en position 'a' et 'b' (a. ouvert, b. dessiné pour couvrir la partie supérieure de la fenêtre). La troisième image illustre la soustraction de l'image b à partir de a. Les distributions de luminance des scènes alternatives sont tout à fait différentes. La (Figure V. 32. d-f) montre les secteurs où la différence de luminance est respectivement, plus de 100cd/m² (2 unités logarithmiques), 1.000cd/m² (3 unités logarithmiques), et 10.000cd/m² (4 unités logarithmiques). Ce sont des différences qui sont perceptibles par l'œil humain. En effet, elle démontre que la position du tissu d'ombre 'b' est efficace en commandant la luminance¹⁹ de la fenêtre, mais il a l'impact sur toutes autres surfaces architecturales (telles que la surface et le plafond de bureau)²⁰.

V.2.3.3.2.1.3. Évaluation par Ratios de Luminance:

Dans la pratique en matière d'éclairage, il est commun de comparer des ratios (rapports) de luminance sur la tâche et certains éléments architecturaux tels que le mur, le plafond, et la bordure. La variation de luminance à travers la tâche immédiate doit être gardée dans la marge de 3:1, où la luminance de tâche est suggérée pour être plus haute que l'entourage immédiat. Le plafond et les murs sont recommandés pour être dans un rapport de luminance de 3:1. Les surfaces éloignées de pièce sont préférées pour être dans la marge de luminance de 10:1 (40: 1 maximum). (cf. chapitre deux).

Dans les bureaux avec des tâches d'ordinateur, la luminance maximale permise de plafond est 850 cd/m², tandis que la luminance souhaitable de plafond est d'être moins de 425 cd/m² (c'est une recommandation pour l'écran de tube (CRT) et ne s'applique pas pour des écrans d'affichage à cristaux liquides (LCD)). Les maximums aux rapports minimums de luminance de plafond jusqu'au 8:1 sont acceptables tandis que les rapports de 2:1 sont souhaitables. Ces recommandations sont spécifiées d'éviter des différences extrêmes de luminance puisque la vision humaine ne peut pas s'adapter à l'éventail de luminances immédiatement. Elles sont les résultats généralisés des études qui étudient les effets de différentes variables d'éclairage sur le confort visuel et performance²¹ (Rea, 1999).

¹⁹ La luminance de fenêtre est diminuée par 1.000 cd/m² ou plus (>10,000 cd/m²), comme observé dans fig. 11e-f.

²⁰ Les valeurs de luminance de surface du bureau et le plafond sont également diminuées par 100 cd/m² ou plus.

²¹ Advanced Lighting Guidelines, New Buildings Inc., 2001.

La scène dans (figure V. 32) est un poste de travail dans un espace de bureaux en plan ouvert. La scène est décomposée en éléments, qui sont l'écran d'ordinateur, papier, mur derrière la tâche, table, et la fenêtre.

C'est une tâche insignifiante de calculer la moyenne et de localiser les minimums et les maximums dans chaque élément. Gamme et ratios (rapports) de luminance pour chaque élément parmi les autres éléments sont identifiés et comparés aux recommandations d'IESNA. Pour ces points de vue et moment particuliers, les ratios (rapports) mesurés de luminance sont découverts pour être dans des recommandations.

Une analyse plus détaillée de distribution de luminance peut être exécutée utilisant des histogrammes. La figure V. 33 illustre des distributions de luminance quand l'observateur regarde la tâche d'ordinateur. Le premier histogramme démontre que les données sont unimodales et de travers vers la gauche. Bien que les données écartent entre approximativement 0 à 30.000 cd/m², 98% des Pixels tombent dans le casier de luminance qui est entre 0 à 1.000 cd/m². Ces graphiques suggèrent que le modèle de distribution de luminance soit dans la gamme de fin partout dans toute la scène avec une quantité proportionnée de variation; et excepté pour les quelques annexes, les quantités ne dévient pas de manière significative du reste des Pixels.

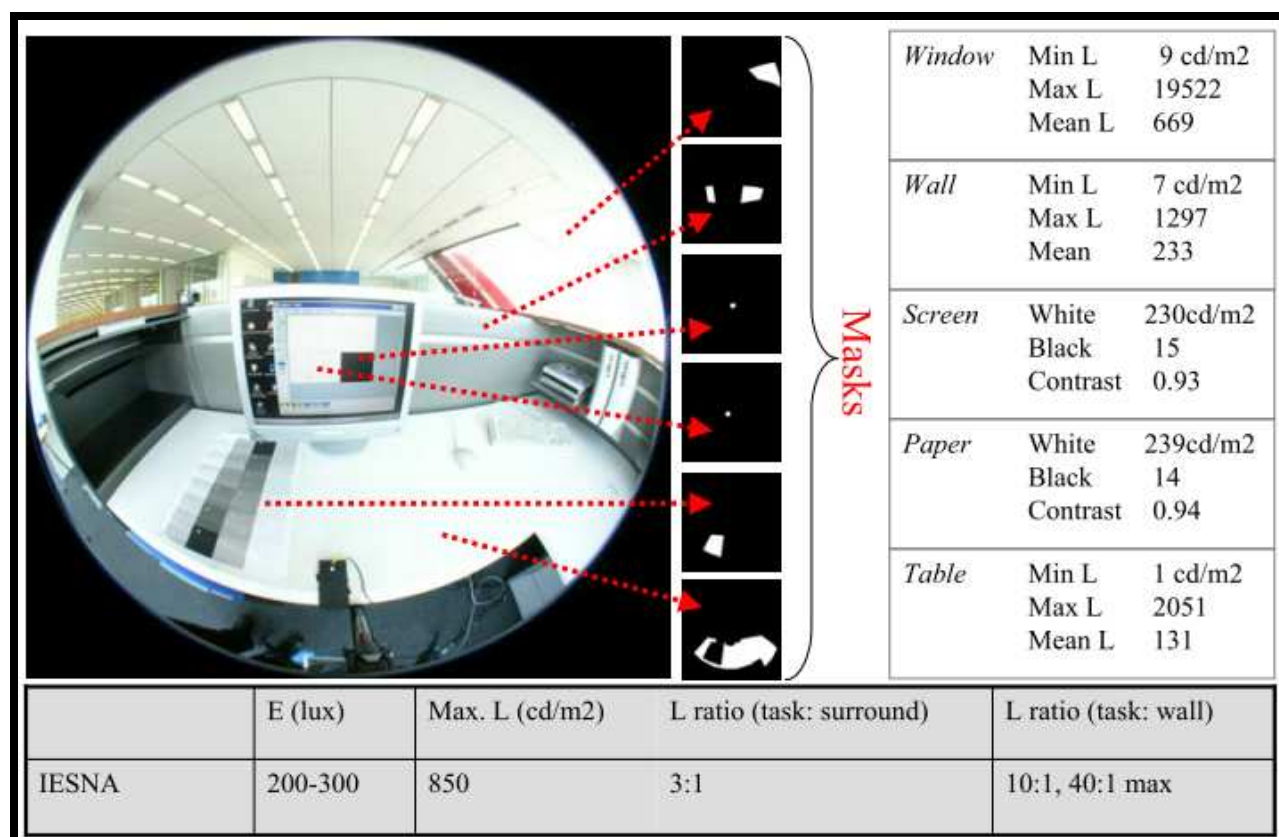


Figure V. 32. Décomposition de la scène en éléments architecturaux pour étudier les ratios (rapports) de luminance (des images d'exposition multiple sont prises le 10/25/2004 entre le 10:11: 02 – 10:12: 09; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturateur entre 1 - 1/2000 sec; ciel partiellement nuageux). Source: (Inanici, 2010).

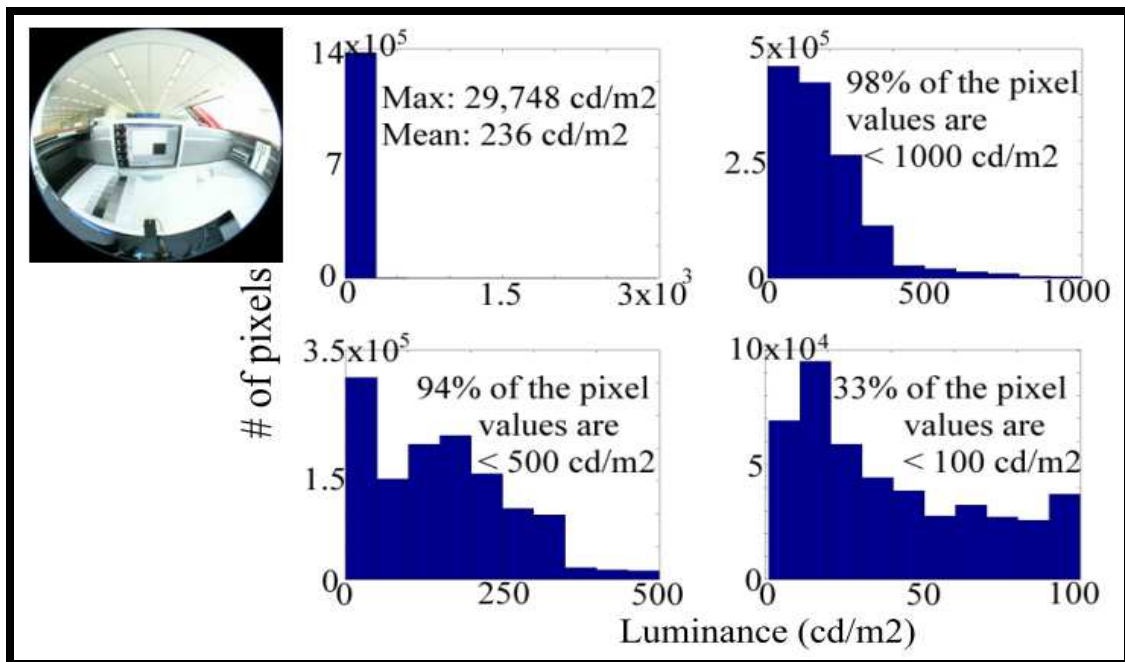


Figure V. 33. Les histogrammes des valeurs de Pixel (luminance) dans la scène en tant qu'observateur regarde une tâche d'ordinateur: 11.a illustre les distributions pour la gamme entière; 11.b - d illustrent des distributions pour des gammes de luminance respectivement de 0 à 1000, 500, et 100. Source: (Inanici, 2010).

V.2.3.3.2.1.4. Evaluation par contraste de luminance:

Le contraste de luminance est une métrique pour étudier le rapport entre les luminances d'une cible et le fond (cf. chapitre deux). Une cible qui est plus grande que la taille minimale est visible (évidente) à l'œil humain seulement si elle se diffère de son fond immédiat par la luminance ou la couleur (Rea, 1999). Le contraste de luminance peut être calculé comme suit:

$$C = \left| \frac{L_t - L_b}{L_b} \right|$$

Equation V. 3. Formule du contraste. Avec; L_t : luminance de la cible (target) et L_b : luminance du fond.
Source: (Inanici, 2010).

Le contraste calculé prend des valeurs entre 0 et 1, si la cible est plus foncée que le fond. Voilant les réflexions (c.-à-d. réflexions des surfaces spéculaires ou glacées) c'est réduire le contraste d'une tâche visuelle. Le seuil de contraste -contraste d'une cible qui est détectée 50% d'occasions- varie, basé sur beaucoup de facteurs tels que la taille de cible, l'éclairement rétinien, et l'âge. La valeur de seuil de contraste de 0.02 - 0.05 peut être prise comme valeur représentative pour tout sauf les plus petits objets vus dans les bureaux sans fenêtres typiques (Rea, 1991), qui ont des valeurs de luminance de 50-250 cd/m². **Cette valeur est un seuil pour définir la visibilité de tâche, ainsi il n'est pas approprié comme but de conception. Les études prouvent que le contraste au-dessus de 0.4 a un effet très léger sur la visibilité pour les tâches noires et blanches (Rea, 1991-1999; Boyce, 2003), et donc il peut être choisi comme un but minimal de conception.**

Le contraste de tâche pour l'écran et le papier sont calculés basant sur la luminance des places noires et blanches, où le noir représente le texte tandis que le blanc représente le fond. Les valeurs calculées de contraste pour la scène dans la figure V. 32 sont respectivement 0.93 et 0.94 pour des tâches d'ordinateur et de papier. Noter que le contraste maximum pour cette tâche est 0.995, basé sur les valeurs minimales et maximales de luminance produites par l'écran (mesuré en tant que 230 et 1.2 cd/m² dans une salle foncée). Le contraste sur un écran d'ordinateur est calculé à deux temps différents, avec 3 modes différents d'opération d'ombre.

Les figures V. 35. a-f démontrent le volume vu par l'écran d'ordinateur dans toutes les mesures de contraste. Les deux ensembles d'images (a-c et d-f) sont pris avec rayonnement solaire direct sur la façade, mais le deuxième ensemble représente un moment où le corps rond du soleil peut être vu à travers la fenêtre, ainsi il peut fournir une situation potentiellement gageure en termes de réflexions de voile. Les valeurs de contraste sont indiquées dans le tableau V.3. Dans tous les cas, le contraste est mesuré bien au-dessus du but de conception. Puisque le poste de travail est situé suffisamment plus loin de la façade, aucun rayonnement solaire direct n'atteint l'écran d'ordinateur qui cause des réflexions voilantes ennuyeuses.

ase	Figure V.32	Figure V.34.a	Figure V.34b	Figure V.34.c	Figure V.34.d	Figure V.34.e	Figure V.34.f
0.995	0.93	0.82	0.82	0.89	0.79	0.85	0.90

Tableau V. 3. Contraste de luminance sur l'écran. Source: (Inanici, 2010).

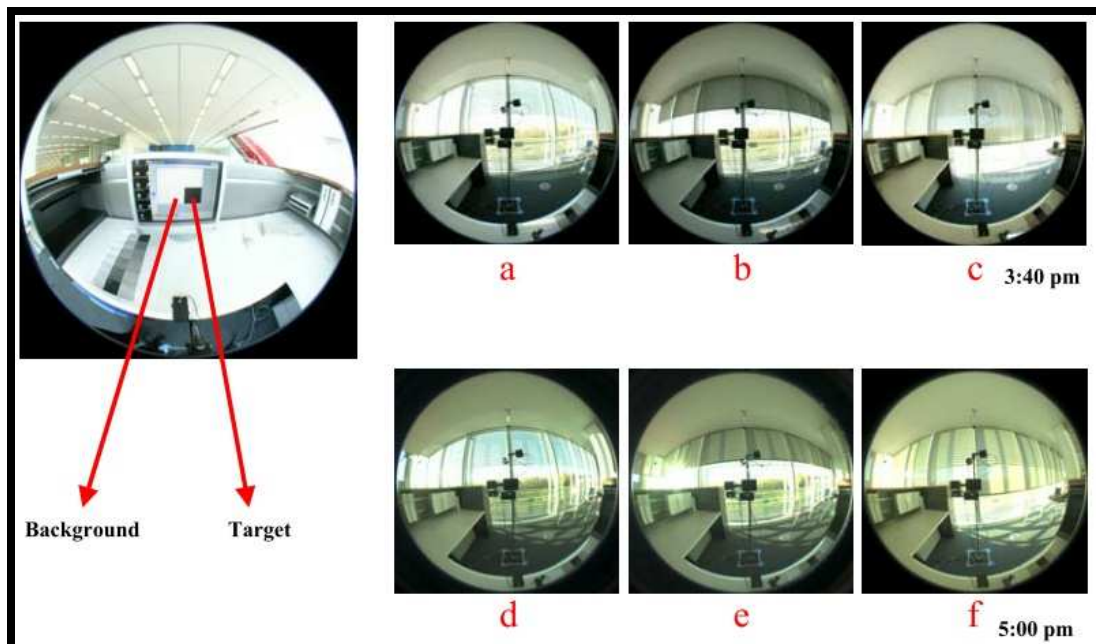


Figure V. 34. Contraste sur l'écran d'ordinateur. 14a-f illustrent le volume vu par l'écran d'ordinateur à deux fois différentes avec 3 modes de tissu d'ombre (des images d'exposition multiple sont prises le 10/26/2004 entre a) le 15:32: 59 – 15:33: 45 b) 15:36: 09 – 15:36: 53 c) 15:39: 25 – 15:40: 06 d) 16:51: 14 – 16:52: 01 e) 16:56: 43 – 16:57: 35 f) 16:59: 24 – 17:00: 24; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturation entre 1/15 - 1/4000 sec; ciel clair).

Source: (Inanici, 2010).

V.2.3.3.2.1.5. Évaluation par champ visuel de la vue:

Les images peuvent également être analysées par la dissection (décomposition) dans diverses régions. La figure V. 36 illustre des parties du champ visuel; qui sont la vision fovéale, la vision binoculaire et la vision périphérique (cf. chapitre trois). Le système visuel humain peut être tout à fait peu sensible aux grandes différences de luminance dans tout le champ visuel, mais il est très sensible aux petites différences de luminance dans la région fovéale. Ce genre d'analyse est utile pour la compréhension de la performance de la vision et de l'adaptation humaine.

En effet, on peut utiliser des cônes de différents diamètres pour vérifier et contrôler les ratios (rapports) de luminance entre la tâche et l'entourage immédiat (30°) et l'entourage éloigné (60°), et n'importe où dans le champ visuel (90°) comme 3:1, 10:1 et 40:1, respectivement.

« La vision fovéale est voir des objets dans la fovéa, qui est approximativement le 2° dans la partie centrale du champ visuel. Il laisse voir un détail beaucoup plus fin que fait la vision périphérique. La vision binoculaire est voir de la partie de l'espace où les champs des deux yeux chevauchent (couvrent). La vision périphérique est voir des objets déplacés du champ de vision primaire et en dehors du champ visuel central» (Rea, 1999).

La figure V. 37 démontre les champs de 30° , de 60° , et de 90° de diamètre quand l'utilisateur regarde vers la façade Ouest dans un des bureaux exécutifs dans le bâtiment de maquette. Les valeurs moyennes de luminance pour 30° , 60° , et cônes de 90° sont 24.7 , 17.4 , et 18.5 cd/m^2 .

La tâche est prise comme 2° central dans l'image (c-à-d on assume que l'œil de l'occupant est fixé) dans la figure V. 36 et les ratios (rapports) de luminance sont calculés comme 1.4:1, 2:1, 1.9:1, respectivement. Les ratios (rapports) sont dans des recommandations d'IESNA.

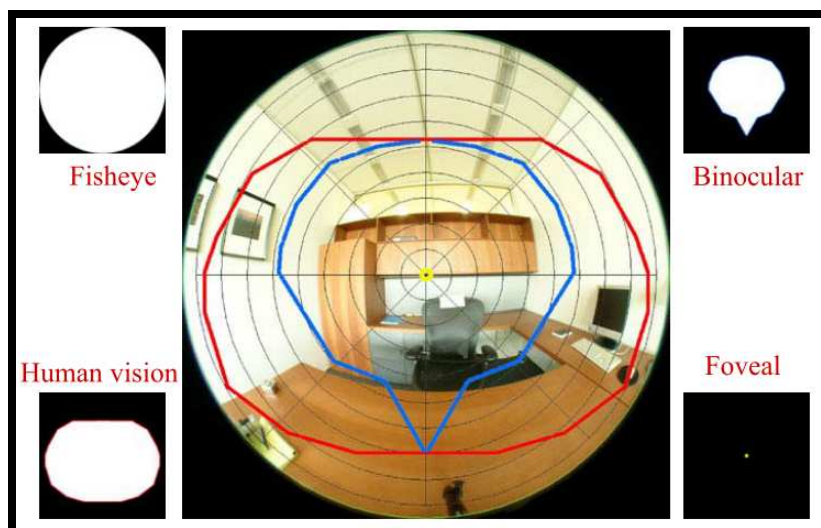


Figure V. 35. La démonstration du champ visuel humain quand l'utilisateur regarde vers l'intérieur dans un des bureaux exécutifs dans le bâtiment de maquette (des images d'exposition multiple sont prises le 10/27/2004 entre le 12:59: 17 – 13:00: 06; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturateur entre 1 - 1/60 sec; ciel clair). Source: (Inanici, 2010).

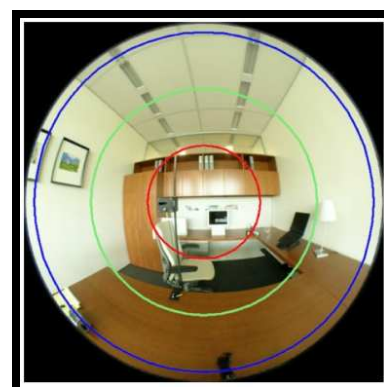


Figure V. 36. La démonstration du 30° , les 60° , et 90° de diamètre quand l'utilisateur regarde vers l'intérieur dans un des bureaux exécutifs dans le bâtiment de maquette (des images d'exposition multiple sont prises le 10/27/2004 entre le 12:51: 25 – 12:52: 18; taille d'ouverture de f/4; vitesse d'obturateur entre 1 - 1/60 sec; ciel clair). Source: (Inanici, 2010).

• **Discussion:**

A travers l'ensemble des méthodes et logiciels et procédures présentés ci-dessus, on a pu construire un modèle d'analyse pour la caractérisation de la qualité de l'ambiance lumineuse représenté dans le diagramme suivant (cf. Figure V.37). Cette caractérisation va être basée principalement sur des résultats des simulations par le logiciel DAYSIM/ EVALGLARE.

En effet, les indicateurs de base de cette caractérisation correspondent aux indices d'éblouissement (DGP, DGI, UGR, VCP et CGI), ainsi que le ratio des luminances (max/ min). Ces indicateurs correspondent intrinsèquement à une évaluation de la distribution des luminances dans le macro-champ visuel, et une caractérisation de l'éblouissement gênant.

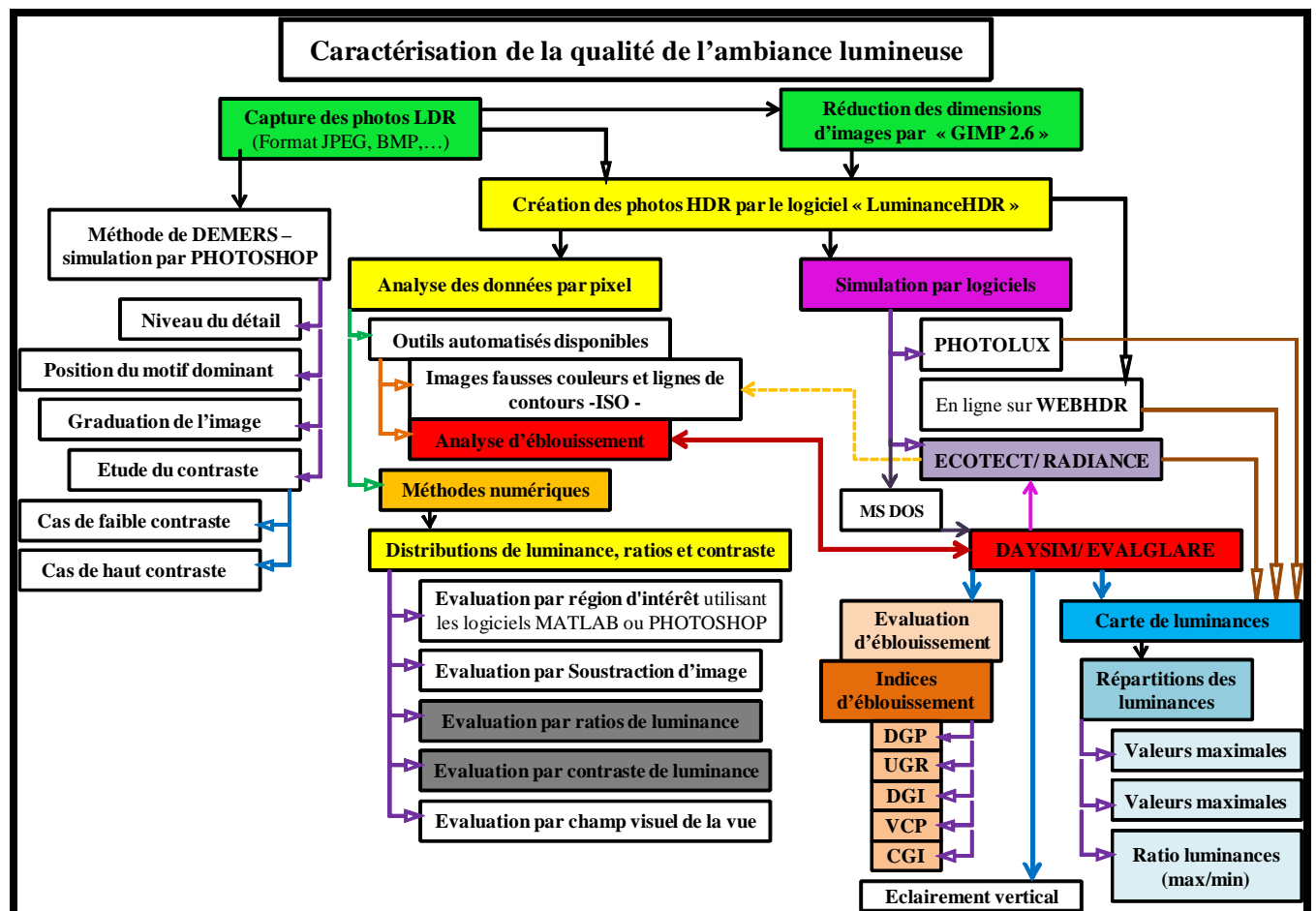


Figure V. 37. Organigramme présentant le modèle d'analyse et de caractérisation de la qualité de l'ambiance lumineuse. Source: auteur.

V.3. Corrélations et confrontations des résultats:

Le troisième appui de notre méthodologie d'approche représente la phase de corrélations des résultats. En rapport avec l'essence même de notre recherche, plusieurs corrélations s'imposent afin d'arriver à des résultats confirmant ou infirmant notre hypothèse. Cependant, on a à vérifier les corrélations entre les propriétés numériques des indicateurs caractérisant la visibilité et l'accessibilité visuelle obtenus à travers les différentes analyses syntaxiques (isovistes, analyse VGA et analyse convexe) et ceux caractérisant l'ambiance lumineuse.

Cette corrélation a pour objectif de vérifier si les espaces qui se caractérisent par une bonne visibilité et accessibilité visuelle (il est bien intégré visuellement, à fort contrôle, intelligible, isovistes assez larges et dispersé, une forte occlusivité, une compacité importante), se caractérisent au même temps par une bonne ambiance lumineuse (absence d'éblouissement, rapport de luminance max/min, absence de fort contraste, absence d'ombre gênante, niveau de luminance adéquat à la fonction de l'espace étudié,...) ou pas?

Ainsi, vérifier si la corrélation entre les différents indicateurs des trois concepts favorise théoriquement le confort visuel des usagers et au même temps contribuer à dédramatiser l'espace et à leur créer l'ambiance humaine dans l'espace ou non?

V.3.1. A quoi ça sert une corrélation?

La corrélation sert à quantifier la liaison mathématique entre variables. Ces variables doivent être quantitatives, par exemple la hauteur des arbres et diamètre des troncs, taille et poids des enfants, vitesse maximale et consommation d'un parc de véhicules...etc. Un coefficient de corrélation (r) varie entre +1 et -1. Si ($r = 0$) alors il n'y a pas de relation entre les variables. Si ($r = -1$) la relation est négative mais parfaite. Si ($r = +1$) la relation est positive et parfaite. En effet, il existe plusieurs coefficients de corrélation: le coefficient de Pearson, noté r qui est le plus utilisé, le coefficient de Kendall, noté τ qui est le plus facile à comprendre,...etc.

Les données sont en général stockées dans un tableau. Les lignes représentent les individus (au sens statistique du terme), tandis que les colonnes représentent les variables. Les individus sont caractérisés par un ensemble de valeurs (un profil de variables). La représentation graphique permet d'avoir une première idée de la relation. Chaque point du graphique est caractérisé par un couple de valeurs. Il est à noter que l'échelle des axes peut modifier notre perception de la relation.

Des paires d'individus peuvent être convergentes ou divergentes. Quand X augmente et Y augmente, les paires d'individus sont dits convergentes, mais aussi, quand X augmente et Y diminue, les paires d'individus sont dits divergentes.

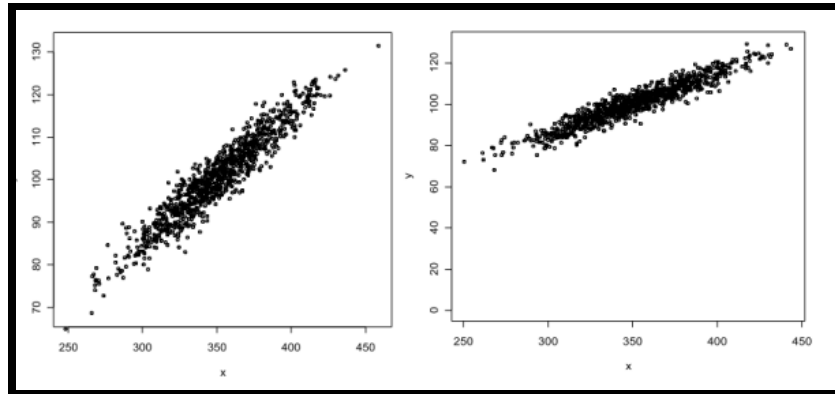


Figure V. 38. Représentation des mêmes résultats dans un nuage de points mais tout en modifiant l'échelle des axes.
Source: (SAPORTA. 1990).

V.3.2. Méthodes d'analyse des données statistiques:

En statistique, la population désigne un ensemble d'unités statistiques. Les unités statistiques sont les entités abstraites qui représentent des personnes, des populations d'animaux ou des objets. On parle d'échantillon d'une population statistique pour désigner le prélèvement, au hasard ou selon une méthode qui permet d'assurer la représentativité par rapport à la population totale, d'un petit nombre d'unités statistiques au sein de la population. Par ailleurs, il est fréquent aussi que l'on divise une population en sous-ensembles au moyen de certains critères (ou dimensions ou encore caractéristiques).

On distingue deux sortes de critères: les critères quantitatifs et les critères qualitatifs. Les critères quantitatifs sont les critères qui sont représentés par des nombres et à condition que les opérations arithmétiques effectuées sur ces nombres aient un sens. C'est la raison pour laquelle on les appelle aussi parfois des variables. Les critères qualitatifs sont tous les critères qui ne sont pas représentés de façon numérique. Pour les distinguer des variables, on les appelle des «caractères» qui prennent des modalités.

Les unités statistiques d'une population peuvent être représentées sous forme d'une série simple ou regroupée. Lorsqu'elles sont regroupées on les appelle des distributions. Elles peuvent être distribuées par valeurs (lorsque le critère de regroupement est numérique) ou distribuées par modalités (lorsque le critère de regroupement n'est pas numérique). On peut aussi effectuer des regroupements par catégories (ou classes) de valeurs ou par catégories (ou classes) de modalités. Lorsqu'on effectue une distribution par catégories ou classes de valeurs, on peut choisir des classes d'égales amplitudes ou des classes d'inégales amplitudes.

L'amplitude de classe est la différence entre la valeur supérieure et la valeur inférieure de la classe. Le centre de classe est égal à la somme de la valeur inférieure et de la valeur supérieure, divisée par deux.

On désigne par **statistique descriptive** un ensemble de méthodes permettant de décrire les unités statistiques qui composent une population. La statistique mathématique s'appuie sur la statistique descriptive, ainsi que sur les probabilités pour formuler des lois à partir de l'observation d'échantillons. La statistique descriptive multidimensionnelle, l'ensemble des méthodes de la statistique descriptive ou exploratoire permettent de traiter simultanément un nombre quelconque de variables; il s'agit d'aller au-delà de l'étude d'une seule ou de deux variables. Ces méthodes sont purement descriptives, c'est-à-dire qu'elles ne supposent, a priori, aucun modèle sous-jacent, de type probabiliste.

Les **méthodes descriptives multidimensionnelles** dont les plus classiques sont appelées **méthodes factorielles**, sont apparues au début des années 30. Elles ont été surtout développées en France dans les années 60, en particulier par Jean-Paul Benzécri qui a beaucoup exploité les aspects géométriques et les représentations graphiques. Dans la mesure où ce sont des méthodes descriptives, elles ne s'appuient pas sur un modèle probabiliste, mais elles dépendent d'un modèle géométrique. Elles consistent à rechercher des facteurs en nombre restreint et résument le mieux possible les données considérées. Elles aboutissent à des représentations graphiques des données - des individus comme des variables- par rapport à ces facteurs, représentés comme des axes. Ces représentations graphiques sont du type nuage de points ou diagramme de dispersion. Les nuages de points en deux dimensions sont faciles à comprendre et à interpréter (Monbet, 2011).

Parmi ces méthodes, il se trouve qu'il y a des méthodes classiquement utilisées pour décrire et visualiser des données multivariées issues de variables continues tels que l'analyse en composantes principales (**A.C.P.**) -une méthode centrale, indispensable pour bien comprendre le fonctionnement de toute technique factorielle- et le positionnement multidimensionnel, l'Analyse Factorielle des Correspondances (**A.F.C.**); cas particulier de l'Analyse des Correspondances Multiples (**A.C.M.**) qui est une méthode souvent utilisée dans les dépouillements d'enquêtes, lorsqu'on souhaite aller au-delà des simples tris à plat (analyses unidimensionnelles) ou tris croisés (analyses bidimensionnelles), et lorsqu'on ne considère que deux variables qualitatives, l'Analyse Factorielle Discriminante et l'Analyse Canonique qui sont des méthodes factorielles plus particulières, et les méthodes non factorielles; principalement la classification. Ces techniques d'analyse descriptive sont utilisées notamment, pour visualiser les données dans un sous espace représentatif, pour détecter des groupes d'individus et/ou de variables, des valeurs extrêmes ou aberrantes ou pour aider au choix de variables.

Ces méthodes permettent aussi de répondre à des questions du type: quels individus se ressemblent du point de vue de l'ensemble des variables? Ou réciproquement quelles variables sont semblables du point de vue des l'ensemble des individus? Une difficulté des méthodes descriptives pour les données de grande dimension est les systèmes de perception humaine.

V.3.3. Présentation générale de l'analyse en composantes principales:

Dans cette présentation de l'analyse en composante principale (ACP), on va présenter sa définition, ses objectifs, son principe de base et la représentation de ses résultats qui soient les variables ou les individus statistiques, également, ses avantages et ses limites.

V.3.3.1. Définition de l'analyse ACP:

L'analyse en composante principale est une méthode qui appartient à tout autre champ de méthodes; à une famille de méthodes qui s'appelle en France « analyse des données».

« L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est une méthode d'analyse de données. Elle cherche à synthétiser l'information contenue dans un tableau croisant des individus et des variables quantitatives. Produire un résumé d'information au sens de l'ACP c'est établir une similarité entre les individus, chercher des groupes d'individus homogènes, mettre en évidence une typologie d'individus. Quant aux variables c'est mettre en évidence des bilans de liaisons entre elles, moyennant des variables synthétiques et mettre en évidence une typologie de variables. L'ACP cherche d'une façon générale à établir de liaisons entre ces deux typologies» (Kaouani et al., 2007).

L'ACP propose, à partir d'un tableau de données comportant les valeurs de p variables quantitatives pour n unités (appelées aussi individus), des représentations géométriques de ces unités et de ces variables. Ainsi, lorsqu'on considère un ensemble de variables quantitatives sur lesquelles on souhaite réaliser une A.C.P., il n'est pas nécessaire de supposer que ces variables sont distribuées selon des lois normales. (Jérôme, 2011). Ces données peuvent être issues d'une procédure d'échantillonnage ou bien de l'observation d'une population toute entière.

Les représentations des unités permettent de voir s'il existe une structure, non connue a priori, sur cet ensemble d'unités. De façon analogue, les représentations des variables permettent **d'étudier les structures de liaisons linéaires sur l'ensemble des variables considérées**. Ainsi, on cherchera si l'on peut distinguer des groupes dans l'ensemble des unités en regardant quelles sont les unités (les individus) qui se ressemblent, celles qui se distinguent des autres (qui sont différents). Aussi, existe-t-il des groupes homogènes d'individus? Si oui, peut-on mettre alors en évidence une typologie des individus?

Pour les variables, on cherchera quelles sont celles qui sont très corrélées (liées positivement) entre elles, celles qui, au contraire ne sont pas corrélées aux autres, et quelles sont celles qui s'opposent (liées négativement)? Peut-on mettre en évidence une typologie des variables? Quelles sont les variables qui caractérisent un même groupe d'individus? Est-il possible de trouver une représentation plane de l'ensemble des variables dans un espace réduit permettant une visualisation des liens numériques d'une part et de déceler des facteurs latents d'autre part?

V.3.3.2. Objectifs et principe de l'analyse ACP:

L'analyse en composantes principales est une méthode de recherche des combinaisons linéaires des variables initiales; de nouvelles variables, qui synthétisent les variables initiales; appelées **facteurs**, ou encore **composantes principales**. En d'autres termes, ACP est un outil de réduction de dimension en remplaçant les p variables initiales par q facteurs appropriés ($q < p$) de manière pertinente tout en conservant l'information essentielle du jeu de données; en déformant le moins possible la réalité, c'est à dire en perdant le moins possible en choisissant et définissant convenablement les q facteurs qui sont des moyennes pondérées des variables initiales.

Cependant, ces **facteurs doivent contenir un maximum d'information, disperser le plus possible les individus** « maximiser la dispersion du nuage des observations (individus)», et **doivent être de variance maximum.**

Alors, on va résumer le tableau des données en extrayant l'essentiel de sa structure en vue de faire des représentations graphiques à la fois fidèles aux données initiales et commodes à interpréter. Ceci permet de retirer la redondance ou la duplicité dans un ensemble de variables corrélées et de revenir à un espace de dimension réduite (par exemple 2). Si on dispose d'un nuage de points dans le plan (autrement dit, en dimension $p = 2$) et qu'on souhaite le projeter sur une droite (donc en dimension $q = 1$), la droite la plus "fidèle" à la configuration initiale est celle qui rend maximum la dispersion – la variance – du nuage après sa projection. On pourra ainsi se contenter d'un petit nombre de facteurs (2 ou 3) pour réaliser des graphiques faciles à lire et à interpréter. En d'autres termes, le principe de l'A.C.P consiste à rechercher, pour une dimension q restreinte (2 ou 3), les q facteurs maximisant l'inertie du nuage lorsqu'on le projette (le résume) dans le sous-espace de dimension q engendré par ces facteurs; en passant de la dimension initiale p à la dimension réduite q , on perd, obligatoirement, de la dispersion, de l'inertie.

Rappelons que la dispersion d'une variable quantitative se mesure, en général, par sa variance (ou par son écart-type, racine carrée positive de la variance). Donc, il s'agit d'obtenir le résumé le plus pertinent possible des données initiales. Cependant, l'ensemble initial est alors représenté par un ensemble réduit de variables dérivées des variables observées.

Ces facteurs, en théorie, indépendants les uns des autres et on peut les classer par ordre d'importance (Nathalie Villa, 2008). Plus généralement, lorsqu'on dispose d'un nuage d'observations en plusieurs dimensions, on parle d'inertie qui est la somme des variances des variables considérées. Si certaines variables initiales sont très dispersées, elles vont prendre le pas sur les autres. Les composantes principales tenteront essentiellement d'expliquer la variance due à ces variables.

Il faut noter aussi que, le **centrage des variables** d'un tableau soumis à une A.C.P. (on retranche à chaque observation la moyenne de la variable correspondante) ne modifie en rien les résultats de l'A.C.P. En effet, on utilise comme **critère la maximisation de la dispersion** (de l'inertie) et la dispersion d'une variable n'est pas modifiée par son centrage. Comme il est plus commode de travailler avec des données centrées (les expressions manipulées sont plus simples à écrire), les A.C.P. sont systématiquement réalisées après centrage de chaque variable.

Dans la pratique, on peut ainsi faire soit une **A.C.P. centrée** -les variables considérées sont seulement centrées-, soit une **A.C.P. réduite** -les variables sont centrées et réduites dont on divise chaque donnée centrée par l'écart-type de la variable correspondante-. On recommande **l'A.C.P. seulement centrée lorsque les variables sont homogènes**: même signification, même unité de mesure, même ordre de grandeur...

Au contraire, on recommande **l'A.C.P. réduite lorsque les variables sont hétérogènes**, c'est-à-dire dans les autres cas. Les données, toujours centrées, doivent en plus être réduites lorsque les variables sont hétérogènes. Le plus souvent, il est préférable d'interpréter une ACP réduite dans laquelle chaque variable va avoir la même contribution. Le résultat est alors indépendant des unités utilisées. Travailler sur les rangs permet d'intégrer des variables qualitatives ordinales, permet d'avoir une ACP non-paramétrique, comme il est plus robuste: pour des données très hétérogènes, aux dissymétries des distributions, et aux valeurs extrêmes; augmente anormalement la variance. Cependant, des techniques mathématiques appropriées permettent de réaliser tout cela de façon automatique et optimale. En bref, le problème consiste à réduire la dimensionnalité d'un ensemble des données (échantillon) en trouvant un nouvel ensemble de variables plus petit que l'ensemble original des variables, qui néanmoins contient la plupart de l'information de l'échantillon. Par information on veut parler de la variation présente dans l'échantillon et donnée par les corrélations entre les variables originelles.

Les nouvelles variables, appelées **composantes principales (PC)**, sont non corrélées, et sont ordonnées par fraction de l'information totale que chacune contient. (Turenne, 2006). La 1^{ère} PC contient la plus grande quantité de variation.

La 2nde PC contient en deuxième lieu la plus grande quantité de variation (Turenne, 2006). Il est à noter que le nombre maximum de composantes²² principales correspond à la dimension intrinsèque des données.

V.3.3.3. Représentation des résultats de l'analyse ACP:

Avant d'analyser les résultats proprement dits d'une A.C.P., il est bon d'en regarder les **résultats préliminaires**. Tout d'abord, pour chaque variable considérée, son minimum, son maximum, sa moyenne et son écart-type. Cela permet d'avoir une première connaissance des données étudiées et, le cas échéant, de décider si l'A.C.P. doit être réduite ou non.

Il est également intéressant d'étudier la **matrice des corrélations** entre variables initiales, dans la mesure où elle permet d'avoir une première idée de la structure de corrélation entre ces variables. Ensuite, le premier tableau de résultats à regarder est le **tableau des pourcentages d'inertie** correspondants aux différentes **valeurs propres**, contenant aussi les **pourcentages cumulés** associés; ce tableau va permettre de choisir la dimension q retenue pour interpréter l'A.C.P.

La technique de l'A.C.P. permet de calculer les **corrélations²³ variables-facteurs**, autrement dit les coefficients de corrélation linéaire entre chaque variable initiale et chaque facteur retenu. Dans un premier temps, ces quantités permettent **un début d'interprétation des facteurs**, dans la mesure où elles indiquent comment ils sont liés aux variables initiales. A ce stade, il est recommandé d'utiliser aussi la matrice des corrélations entre variables initiales, pour compléter cette interprétation.

C'est la **matrice des variances-covariances** (ou celle des corrélations) qui va permettre de réaliser ce résumé pertinent, parce qu'on analyse essentiellement la **dispersion des données** considérées. De cette matrice, on va extraire, par un procédé mathématique approprié, les facteurs que l'on recherche, en petit nombre. Ils vont permettre de réaliser les graphiques désirés dans cet espace de petite dimension (le nombre de facteurs retenus), en déformant le moins possible la configuration globale des individus telle qu'elle est définie par l'ensemble des variables initiales (ainsi remplacées par les facteurs).

Dans un second temps, les corrélations variables-facteurs permettent de réaliser les graphiques des variables dont l'étude détaillée conduit à **préciser la signification des axes**, c'est-à-dire des facteurs.

²² Composante est la combinaison linéaire des variables: $C_k = a_{1k} X_1 + a_{2k} X_2 + \dots + a_{pk} X_p$ où coeff. a_{jk} est la contribution de la variable X_j à la composante C_k

²³ On parle de données très corrélées, si on enlève 50% des dimensions, le taux de perte d'information peut être moins que 10%. Contrairement, on dit que les données sont non corrélées si leur variance est même distribuée dans toutes les directions et si on enlève 50% des dimensions, le taux de perte d'information peut être de 50% (Turenne, 2006).

On doit considérer uniquement le graphique selon les axes 1 et 2 si l'on a choisi $q = 2$; on doit au contraire considérer les 3 graphiques selon les axes: 1 et 2, 1 et 3, 2 et 3, si l'on a choisi $q = 3$. La projection des variables sur les plans factoriels peuvent aider à l'interprétation des composantes. Cette représentation des variables peut s'interpréter comme le positionnement, pour chaque variable, d'un individu type, pour lequel les autres variables auraient leur valeur moyenne et la variable considérée serait amplifiée. Les graphiques obtenus «**cercle des corrélations** obtenu par projection orthogonale sur le sous espace factoriel E_q » permettent de représenter "au mieux" les corrélations entre les variables et, si celles-ci ne sont pas réduites, leurs variances.

Egalement, la technique de l'ACP permet de calculer les **coordonnées des individus** sur les axes, **leurs contributions (%) à la dispersion** selon chacun de ces axes (ainsi que leurs contributions à la dispersion globale, selon les p dimensions) et **les cosinus carrés**. Les coordonnées permettent de réaliser les **graphiques des individus** «**carte factorielle**» (1 ou 3 graphiques, selon que l'on a choisi $q = 2$ ou $q = 3$). Concernant ces graphiques, il faut tout d'abord noter que leurs axes s'interprètent de la même manière que les axes des graphiques des variables: les uns comme les autres sont associés aux facteurs (Baccini, 2010).

En associant à ces graphiques les contributions des individus aux axes, on peut affiner l'interprétation de ces axes: chacun d'entre eux est surtout déterminé par les quelques **individus présentant les plus fortes contributions**; ce sont en général **ceux situés en position extrême sur l'axe**, c'est-à-dire **y ayant les plus fortes coordonnées, soit positives soit négatives**. Bien sûr, avant d'utiliser un tel individu pour affiner l'interprétation d'un axe, il faut s'assurer que cet individu est bien représenté sur cet axe, autrement dit que **le cosinus carré correspondant est grand** (proche de 1).

Lorsqu'on obtient les résultats d'une A.C.P., il faut être capable de les interpréter; c'est l'interprétation de ces graphiques (cercle de corrélation des variables et carte factorielle des individus) qui permettra de comprendre la structure des données analysées. Pour cela, on dispose de graphiques, à la fois pour les variables et pour les individus, ainsi qu'un certain nombre d'indicateurs numériques, appelés «**aides à l'interprétation**».

Ces indicateurs permettent, en association avec les graphiques, de comprendre les éléments clés de la structure des données initiales, et donc aider l'utilisateur d'en faire une interprétation la plus juste, correcte et la plus objective possible.

V.3.3.4. Avantages de l'analyse ACP:

L'ACP est une technique qui est utile pour la compression et la classification des données; elle a l'avantage d'une part de résumer l'ensemble des variables initiales corrélées en un nombre réduit de facteurs non corrélés. D'autre part, elle permet de mettre en évidence des similarités ou oppositions entre variables et individus. Elle est principalement utilisée pour donner une représentation graphique des individus (carte factorielle ou nuage de points) et des variables (cercle de corrélation). Ainsi, lorsqu'on considère un ensemble de variables quantitatives sur lesquelles on souhaite réaliser une A.C.P., il n'est pas nécessaire de supposer que ces variables sont distribuées selon des lois normales.

V.3.3.5. Limites de l'analyse ACP:

Comme pour toute méthode descriptive exploratoire, on peut citer deux limites principales de l'ACP. La première est la visualisation globale des données. Dans certains cas, cette visualisation est suffisante; dans d'autres, par contre, elle permet seulement de situer, dans l'ensemble des données, une recherche plus poussée, qui peut être soit définie a priori, soit établie à la lumière des résultats de l'ACP. La deuxième limite est technique. La mise en œuvre de l'ACP demande le calcul préalable de la matrice carrée de covariance des données, qui est de taille p^2 pour des vecteurs de dimension p . Cette matrice est déjà coûteuse à calculer, et sa taille et son traitement deviennent prohibitifs en haute dimension. Ainsi des données de dimension 1000 donneront lieu à une matrice de un million d'éléments.

D'autres méthodes peuvent être élaborées pour remédier à ce problème. Enfin, réaliser une ACP n'est pas une fin en soi. L'ACP servira à mieux connaître les données sur lesquelles on travaille, à détecter éventuellement des valeurs suspectes, et aidera à formuler des hypothèses qu'il faudra étudier à l'aide de modèles et d'études statistiques différentielles. On pourra aussi, a posteriori, se servir des représentations fournies par l'ACP pour illustrer certains résultats dans un but pédagogique.

V.3.4. **Logiciels d'analyse des données:**

Il se trouve des logiciels permettant de réaliser des corrélations en s'appuyant sur des données quantitatives ou qualitatives ou les deux à la fois. Les plus populaires sont le logiciel **STATISTICA**, **SPHINX** et **SPSS**. Les logiciels tels que **STATISTICA** et **SPHINX** sont très efficaces dans les cas des enquêtes, des analyses des questionnaires, des enquêtes, et autres.. Le logiciel **STATISTICA** fait l'analyse et la corrélation d'un ensemble de variables quantitatives ou qualitatives aussi réunies.

Par ailleurs, il peut réaliser aussi des corrélations en s'appuyant sur un nombre égal de variables quantitatives et qualitatives, par contre, il paraît qu'il ne peut pas faire une corrélation entre une seule variable qualitative et un ensemble de variables quantitatives, ce qui est le cas aussi pour le logiciel **SPHINX**. Il existe encore d'autres outils, modules et logiciels qui permettent à leur tour d'avoir ce type de corrélations, à l'instar des logiciels **SAS** et **SPAD**, ainsi qu'un nouveau module intégré à Excel appelé (**XLSTAT**) qui permet d'avoir des résultats satisfaisantes en matière de représentation des variables et d'individus, ainsi qu'en matière des informations et données liées aux matrices de corrélation et de variance-covariance et aux valeurs propres des variables et celles des facteurs principaux (composantes principales).

L'avantage principal d'XLSTAT réside dans le fait qu'il peut réaliser une ACM (analyse des correspondances multiples) avec un nombre restreint d'individus (observations) c'est-à-dire pas forcément trente (30) unités, comme c'est le cas du logiciel STATISTICA. Aussi, il peut réaliser l'ACM en corrélant uniquement une seule variable qualitative avec un ensemble de variables quantitatives et vice versa, chose que les logiciels STATISTICA et SPHINX semble incapables de faire. Cette nouvelle fonctionnalité aide les chercheurs dans leurs futurs travaux d'analyse des données et leur facilite la tâche de plus en plus. Par conséquent, le travail du chercheur résidera dans l'interprétation des différents résultats.

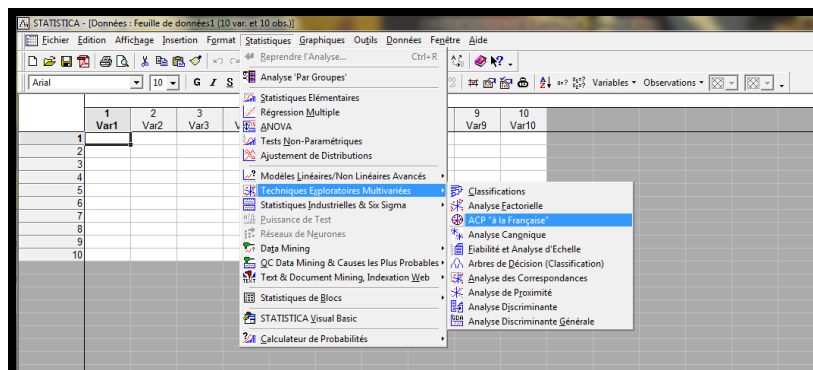


Figure V. 39. Présentation du logiciel STATISTICA version 7.1. L'ACP fait partie du menu déroulant des techniques exploratoires multivariées. Source: auteur.

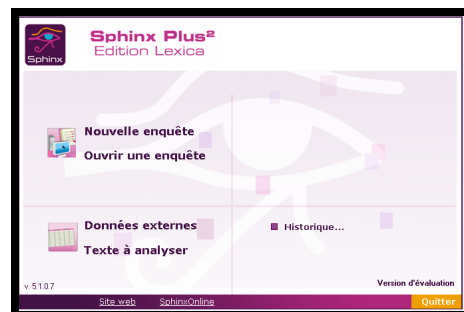


Figure V. 40. Présentation de la page d'accueil du logiciel Sphinx -version d'évaluation-. Source: auteur.

V.3.5. Présentation du module XLSTAT:

Pour réaliser des corrélations, on a choisi d'utiliser l'analyse en composantes principales. Cependant, l'outil informatique met à notre disposition une gamme de logiciels disponible gratuitement (accès libre) sur internet présentés ci-dessus, permettant de traduire en termes de procédures toute la démarche théorique de l'ACP: centrage et réduction des données brutes; bilan des liaisons entre les variables; mise en évidence de variables synthétiques; et représentation plane (ou sur un sous-espace de faible dimension) optimale des individus.

Les différents calculs permettant d'obtenir les résultats d'une A.C.P. ne sont en général pas réalisables "à la main" (pas plus qu'avec une calculatrice d'ailleurs). Seul l'usage d'un ordinateur et d'un logiciel spécialisé, utilisant un algorithme approprié, peut permettre d'obtenir ces résultats.

En effet, XLSTAT présente une palette variée de commandes et outils très utiles pour des analyses statistiques très approfondies dont il peut réaliser l'ensemble des **analyses des données** statistiques approfondies connues. Les plus usuelles et populaires sont **l'analyse factorielle**, **l'analyse en composante principale (ACP)**, **analyse des correspondances multiples (ACM)**, et autres tels que **l'analyse factorielle discriminante (AFD)**, **l'analyse factorielle des correspondances (AFC)**.

XLSTAT peut intégralement établir pour une phase préliminaire, une **préparation de données** (création d'un tableau de contingence et des tableaux disjonctifs complets, codage de données, redressement d'enquêtes, échantillonnage et gestion de données, ...), comme il peut faire des **descriptions des données** (statistiques descriptives, histogrammes, statistiques rééchantillonnées, statistiques de multicolinéarité,...), des **visualisations des données** (graphiques univariés, histogrammes, nuages de points, graphiques de coordonnées parallèles,...), la **modélisation des données** (ajustement d'une loi de probabilité, régression linéaire, régression non linéaire, régression logistique, régression non paramétrique, arbre de classification et de régression,...), et autres fonctionnalités.

Pour réaliser une A.C.P, il suffit d'entrer la base de données sous forme d'un tableau Excel dont les colonnes représentent les variables statistiques, et les lignes représentent les individus (observations) statistiques. Ensuite, dans le menu déroulant des analyses de données, dès qu'on clique sur la commande analyse en composante principale (ACP), une fenêtre de dialogue donne la main pour entrer toutes les variables et les individus statistiques qu'on veut corrélérer. Dès qu'on s'assure des entrées des données sélectionnées, on valide la tâche pour visualiser l'ensemble des résultats déjà cités ci-dessus (cf. section V. 3.3.3).

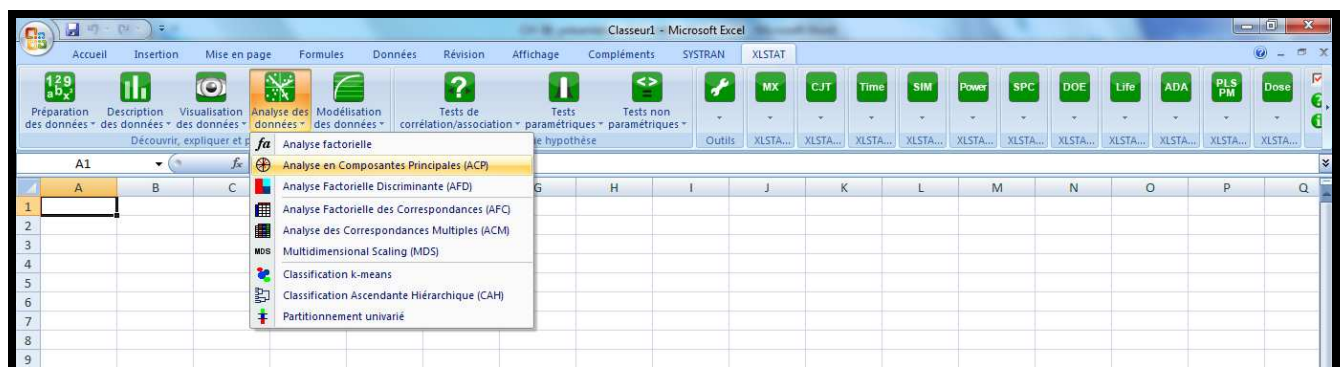


Figure V. 41. Lancement de l'analyse en composantes principales à partir du menu déroulant « analyse des données » dans le module XLSTAT, 2011. Source: auteur.

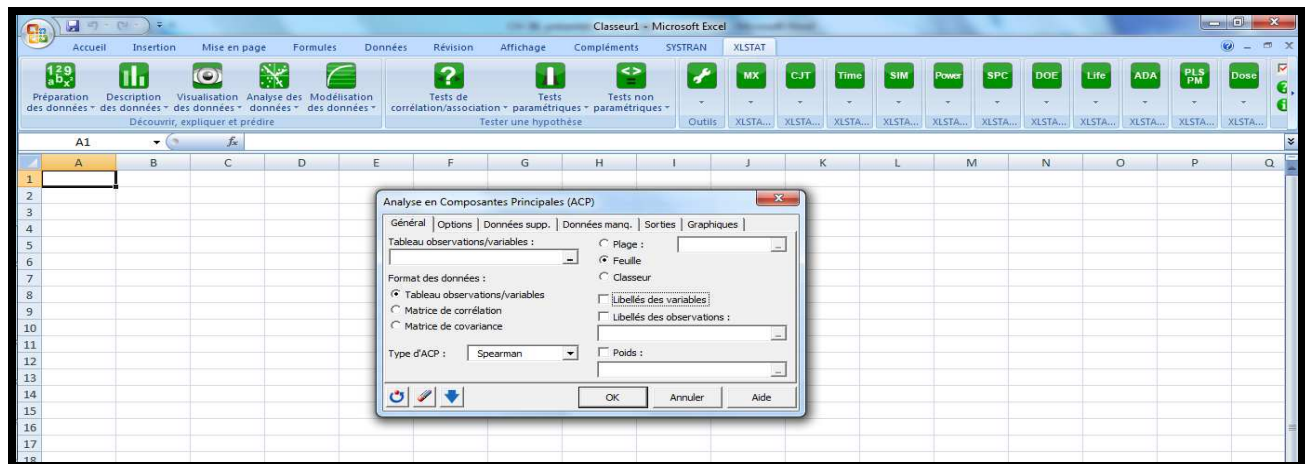


Figure V. 42. Introduction des données (variables et individus statistiques) dans la fenêtre de dialogue pour l'analyse en composantes principales dans le module XLSTAT, 2011. Source: auteur.

L'avantage majeur d'XLSTAT est le fait qu'il est plus facile, très simple et plus rapide pour la préparation des données et leurs traitements et analyses, aussi ses résultats sont assez satisfaisants.

• **Discussion:**

Le diagramme (Figure V.43) présente les indicateurs qu'il faut corrélérer par XLSTAT. Tout en utilisant l'analyse en composante principale, ces indicateurs vont être relevés de l'ensemble des analyses syntaxiques (analyse VGA, convexe et isovistes) utilisant DEPTHMAP « intégration, contrôle et intelligibilité » et des analyses lumineuses utilisant DAYSIM/ EVALGLARE « indices d'éblouissement et rapports des luminances ».

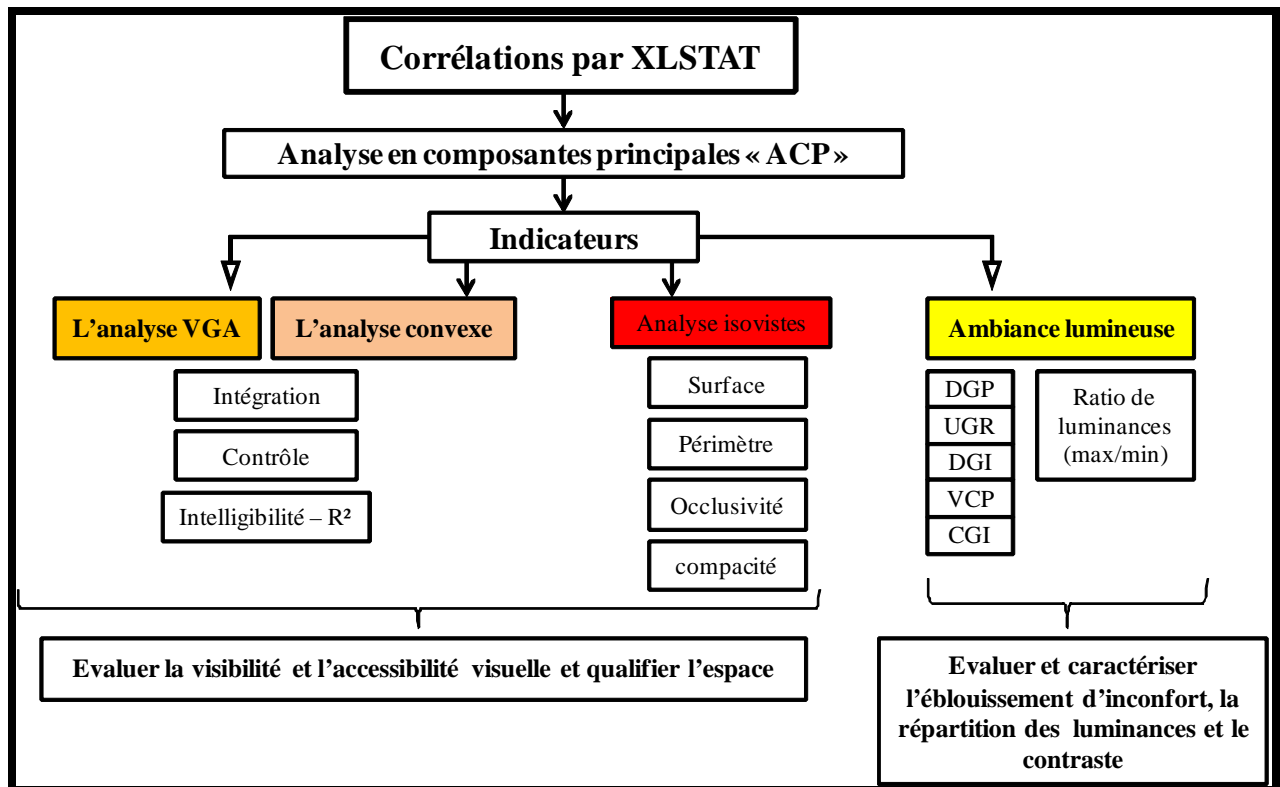


Figure V. 43. Diagramme présentant les indicateurs à corrélérer dans l'analyse en composantes principales utilisant le module XLSTAT. Source: auteur.

Conclusion:

A travers le présent chapitre, on a présenté dans un premier lieu quatre analyses syntaxiques générées de l'approche de la syntaxe spatiale; qui semblent indispensables pour la présente recherche.

Dans un second lieu, on a choisi que l'image soit l'outil d'analyse pour une caractérisation qualitative de l'ambiance lumineuse dont on a mis en évidence toutes les conditions de réglages, de capture et de traitement d'images afin d'obtenir le format d'images HDR. Par la suite, on a passé en revue pour ressortir les méthodes d'analyse des photos, notamment celles qui sont du format HDR, afin de choisir une méthode.

Cependant, trois grandes alternatives sont disponibles. La première est celle de la méthode de Demers qui a fait son analyse en travaillant avec des photos LDR (format JPEG) en but d'évaluer la qualité de l'ambiance lumineuse en se basant sur le contraste et les dégradés de luminances. La deuxième correspond à la simulation avec des logiciels. Une gamme très diversifiée est cependant disponibles à l'instar de ECOTECH/ RADIANCE, WEBHDR (simulation en ligne), PHOTOLUX, DAYSIM / EVALGLARE. La troisième alternative correspond à un choix d'une méthode d'analyse des photos parmi une série de méthodes de par-pixel proposées par Inanici (2010). Celles-ci visent l'évaluation de la qualité de l'environnement lumineux en se basant principalement sur les photographies HDR. Alors, plusieurs méthodes sont disponibles et peuvent être toutes bénéfiques pour la caractérisation des trois concepts (ambiance lumineuse, visibilité et accessibilité visuelle) afin de résoudre la problématique de la présente recherche.

Dans un dernier lieu, on a présenté d'une façon non exhaustive des méthodes et outils (logiciels) disponibles pour réaliser des corrélations des résultats des caractérisations précédentes des trois concepts déjà indiqués. Parmi l'ensemble des méthodes disponibles, on a adopté l'analyse en composante principale (ACP) en utilisant un nouvel module intégré à EXCEL (XLSTAT version 2011). Cette analyse semble la plus idoine pour cette recherche car elle donne des réponses synthétiques qui résument toutes les informations et données (variables et individus statistiques) en deux composantes principales.

Cependant, notre modèle d'analyse est composé de trois composantes, qui sont les suivantes:

- Pour la simulation et la caractérisation de la visibilité et l'accessibilité visuelle, la simulation sera effectuée en utilisant le logiciel DEPTHMAP, à travers la VGA et l'analyse convexe pour l'espace intérieur et l'analyse axiale pour les plans de masse. Cependant, on s'intéresse à trois mesures syntaxiques de base qui semble primordiales pour cette recherche.

Ces mesures sont: l'intégration visuelle, le contrôle visuel et l'intelligibilité visuelle tout en calculant son coefficient de régression R^2 . Les résultats de ces simulations sont représentés dans le chapitre sept (07).

- À la base des photos HDR créées par le logiciel LUMINANCE HDR, la caractérisation de la qualité de l'ambiance lumineuse et la qualification du type de confort visuel, va être effectuée en utilisant le logiciel DAYSIM/ EVALGLARE permettant d'obtenir des valeurs numériques relatives aux indices d'éblouissement ainsi que des cartes de luminances en rendu précis de la répartition et de la distribution des valeurs des luminances dans le champ visuel de l'observateur qui permettent d'avoir les ratios de luminances (max/min). D'une autre part, l'analyse des isovistes permet d'avoir des indicateurs indiquant la qualité visuelle du champ de vision en se basant sur les propriétés des isovistes (surfaces, périmètres, occlusivité et compacité) et informant la qualité spatiale de l'espace en termes de spaciosité, ouverture / fermeture, ordre, dispersion. Enfin, une première lecture synthétique de l'ensemble des résultats de ces simulations (celle obtenues d'EVALGLARE et celle de l'analyse isovistes par DEPTHMAP) sera exposée dans la première partie du chapitre huit (08).

- Les corrélations de l'ensemble des indicateurs précédents et des confrontations des résultats vont être faites en utilisant l'analyse (ACP) à l'aide de « XLSTAT ». L'ensemble des résultats des corrélations sera présenté dans la deuxième partie du chapitre huit (08).

Le suivant chapitre va être consacré à la présentation de corpus d'étude (cas d'étude) composé de trois hôpitaux ; CHU de Sétif, hôpital El-Eulma « Saint Arnaud » et l'hôpital Ain Azel.

C hapitre 06:

« Présentation des cas d'études »

Chapitre 06:

“Présentation des cas d'étude”

Introduction :

Le présent chapitre est consacré à la présentation du corpus d'étude. Quant au choix des hôpitaux, on a opté pour une sélection des cas en premier lieu, suivant un critère incluant seulement des hôpitaux situant à Sétif. Notre souci était de travailler sur des hôpitaux qui sont fonctionnels actuellement, parce que la plupart des établissements hospitaliers sont en mutations perpétuelles; ils acquièrent des opérations de rénovation, restructuration radicale, et des réaménagements. Contrairement, ce choix n'était pas porté sur des critères tels que la date de réalisation ou typologie d'hôpitaux, la raison pour laquelle les hôpitaux présentés et étudiés dans la présente recherche se datent de différentes périodes. Ces hôpitaux sont successivement: le **Centre Hospitalo-Universitaire « CHU SAADNA Mohamed Abdenour »** à Sétif qui se date de 1939, l'**hôpital Saint Arnaud « Saroub El Khouthir »** situé à la daïra d'**El Eulma** qui se date de 1953 et enfin, l'**hôpital « Youcef Yaâlaoui »** situé à la daïra d'**Ain Azel** réalisé en 2007.

Cette présentation est ciblée sur l'évolution, la configuration et la spécificité -spatiale et temporelle- des espaces d'accueil et d'attente pas seulement dans un service spécifique tel que les urgences mais dans l'ensemble des secteurs sanitaires ouverts aux public. Cette spécificité influe la satisfaction des usagers en termes d'accessibilité, de visibilité et peut conditionner par la suite leurs repérage, wayfinding et leurs orientation dans l'espace hospitalier. Cette présentation comporte l'ensemble des espaces d'accueil ouverts et accessibles par les usagers -notamment les visiteurs-, afin de choisir les espaces à simuler par la suite.

Avant d'entamer la présentation des cas d'étude, il est à noter que cette présentation n'a pas pu être faite sans qu'il est des entretiens avec les responsables de la DSS (Direction de la Santé de Sétif) et les architectes concepteurs, des lectures approfondies des plans et documents d'archives des trois hôpitaux; disponibles dans les services techniques des hôpitaux et dans les archives de la DUC (Direction d'Urbanisme et de la Construction), et enfin des relevés continuels vu les modifications radicales et continues que ces hôpitaux ont subis dernièrement.

Selon l'Observatoire National de la Santé d'Alger (2001), l'Algérie est divisée en cinq régions sanitaires suivant leurs orientations et situations géographiques, d'où on trouve la région sanitaire du **centre**, de l'**Ouest**, du **Sud - Ouest**, **Sud - Est** ainsi que la région sanitaire de l'**Est**.

La wilaya de Sétif compose en collaboration avec les autres wilayas limitrophes la région de l'Est. En effet, le rayon d'influence de la wilaya de Sétif ne se résume pas uniquement au niveau du territoire sétifien mais il s'étend au-delà, en couvrant des autres wilayas mitoyennes tels que « Bejaia, Jijel, Mila, Batna, M'Sila et Bordj- Bou Arreridj ».

La Wilaya de Sétif dispose de **dix hôpitaux à vocation régionale** totalisant **2289 lits**, dont un CHU et deux hôpitaux spécialisés respectivement dans la psychiatrie et la rééducation fonctionnelle, 17 Polycliniques, 58 centres de santé, 229 salles de soins et 29 maternités rurales. Les parturientes sont souvent transférées vers la clinique mère- enfant du CHU Saâdna-Abdenmour qui n'est pas mieux lotie que les autres structures en matière de personnel et d'équipements.

Néanmoins, ces résultats ne peuvent en aucune manière occulter les déficits persistants à combler singulièrement par la réalisation d'un pôle médical sur le plateau d'El Bez à l'Ouest de la commune de Sétif, dont un Centre Anti Cancéreux (CAC), un hôpital de Gériatrie pour les vieillards, plus de 65 ans-, deux hôpitaux d'Hématologie et de la radiothérapie, ainsi que la réalisation de quatorze (14) cliniques privées de différentes spécialités; hôpitaux de pathologie unique, tels qu'en maxillo-facial, chirurgie cardio-vasculaire, neurochirurgie, traumatologie, urologie, en l'absence d'un nouveau CHU. Ainsi que la réalisation d'un hôpital de 120 lits à Sétif. «*Notons aussi que le nombre de cliniques privées spécialisées, contrairement à d'autres wilayas du pays, est insignifiant. Seulement, sept (07) cliniques sont ouvertes dans la capitale des Hauts-Plateaux. « Le secteur de la santé dont l'intervention est articulée autour d'un CHU régional de 916 lits, 01 Etablissement Hospitalier Ain Azel de 156 lits, 02 Etablissements Hospitaliers Spécialisés (Psychiatrie Ain Abessa de 240 lits, Rééducation fonctionnelle Ras El Ma de 140 lits), et de 05 Secteurs Sanitaires d'une capacité de 934 lits (Sétif, Bougâa, El Eulma, Ain Oulmène, Ain El Kebira)*» (Nachadi, 2007).

<i>En matière d'équipement</i>		
<i>Désignation</i>	<i>Nombre :</i>	<i>Lit/habitant</i>
Hôpitaux (2289 lits)	10	<u>1 lit pour 720 habitants</u>
Maternités	29	
Polycliniques	17	1 pour 97000 habitants
Centres de santé	58	1 pour 26000 habitants
Salle de soins	229	1 pour 8571 habitants
Centre de planification familiale	130	

Tableau VI. 1. La couverture sanitaire de la ville de Sétif. Source : la DSP de Sétif, 2007.

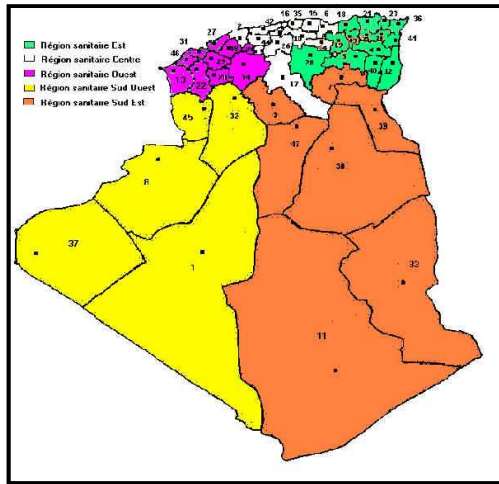


Figure VI. 1. Répartition des wilayas par régions sanitaires, Algérie 2001. Source : Observatoire national de la santé à Alger.



Figure VI. 2. L'influence régionale de la wilaya de Sétif. Source : (Lachehab, 2008).

Les sections qui suivent correspondent à la présentation des espaces d'accueil, d'orientation et d'attente. Cette présentation est articulée autour de trois grands axes, allant du macro au micro qui représentent ainsi des critères de présentation et d'analyse. Le premier est une description des données générales concernant le site, la situation et le rapport de l'hôpital à la ville. Le second correspond à une lecture de la structure spatiale en termes d'accessibilité -étude de la structuration de la voirie-, du repérage des usagers et leurs wayfinding. Le dernier correspond à une étude détaillée des services en rapport avec la configuration spatiale, l'évolution de l'établissement hospitalier dans l'espace et dans le temps, ainsi que le fonctionnement de chaque service.

VI.1. Présentation du CHU « Saâdna Abdenour » de Sétif :

Cette section correspond à la présentation des espaces d'accueil, d'attente et d'orientation du CHU de Sétif.

VI.1.1. Données générales : site / situation / rapport du CHU à la ville :

Le CHU de Sétif se situe dans la partie Nord-Ouest par rapport au noyau historique urbain « centre ville de Sétif ». Les routes nationales; Bejaia, Jijel (RN09), M'sila, BBA (RN05), M'sila (RN28) et Batna (RN28), peuvent favoriser et faciliter les évacuations des malades des wilayas limitrophes vers le CHU de Sétif, ce qui prouve que l'aire d'influence et d'attraction habituelle n'inclut pas seulement la totalité de la ville de Sétif mais aussi ces wilayas. Le CHU de Sétif est entouré par plusieurs équipements : une mosquée, maison d'enfance, CEM Aamira, PTT, l'immeuble hydraulique, bâtiments des travaux public, parc d'attraction, et aussi d'habitation de genre collectif : cité 750 logements, cité le Caire, et autre de genre individuelle.

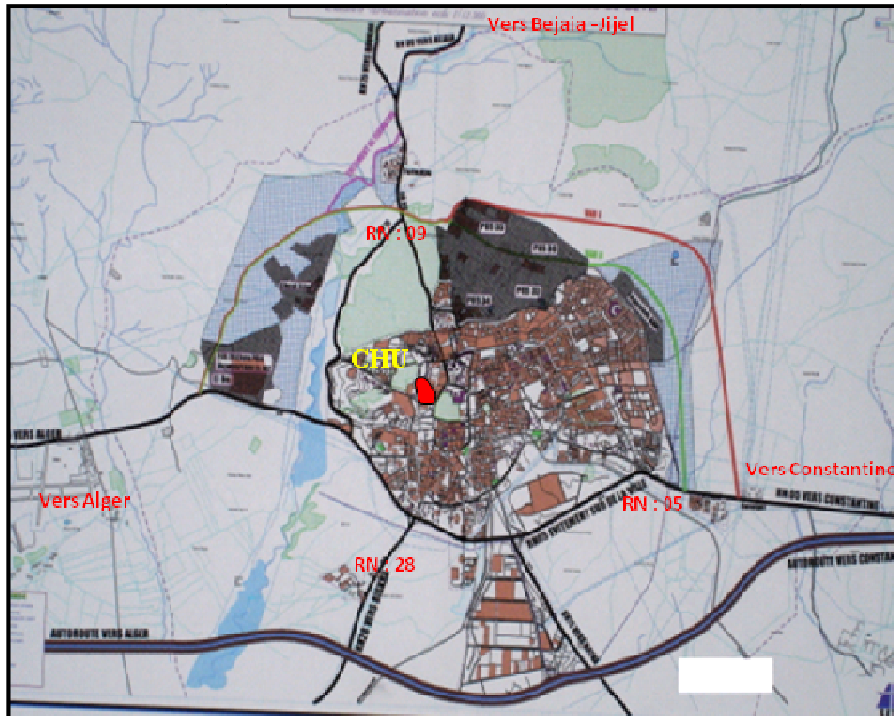


Figure VI. 3. Plan de situation du CHU dans la commune de Sétif. Source : auteur.

Quand au rapport à la ville, le CHU de Sétif s'intègre au tissu urbain en tissant des rapports d'intégration avec son environnement immédiat relatifs au gabarit 'R+3' au maximum, à l'alignement, à la forme, aux couleurs,...), tout en gardant son autonomie interne notamment avec ces unités indépendantes « **mini hôpitaux** » répartis en fonction des pathologies. Cette fragmentation casse l'ordre monumental de la première génération d'hôpitaux pavillonnaires.



Figure VI. 4. Plan de situation qui représente le CHU de Sétif et son rapport à la ville. Source : auteur.

Connaissant bien que L'optimum de capacité se situe autour de 500 à 700 lits, ce qui correspond à une emprise au sol de 40000 à 60000 m². Sur une superficie de **57477.54 m²** le CHU de Sétif atteint aujourd'hui **916 lits** après plusieurs extensions et opérations de réaménagement perpétuelles, ce qui explique le manque d'espace notamment avec ce nombre très élevé des lits. Cette surcharge est due principalement aux évacuations des malades directement vers le CHU de différentes wilayas et daïras mitoyennes.

VI.1.2. Lecture de la structure spatiale : Accessibilité « Structuration de la voirie », Visibilité, repérage et wayfinding :

L'accessibilité est un facteur thérapeutique dans la mesure où des soins doivent être donnés très rapidement. L'accès à l'enceinte de l'hôpital est primordial pour un fonctionnement correct des différents services. En effet, le CHU de Sétif dispose de plusieurs accès dont le nombre total est neuf (09 accès). Les accès sont au service des visiteurs –public-, personnels et des malades de la région ou encore ceux des wilayas limitrophes.

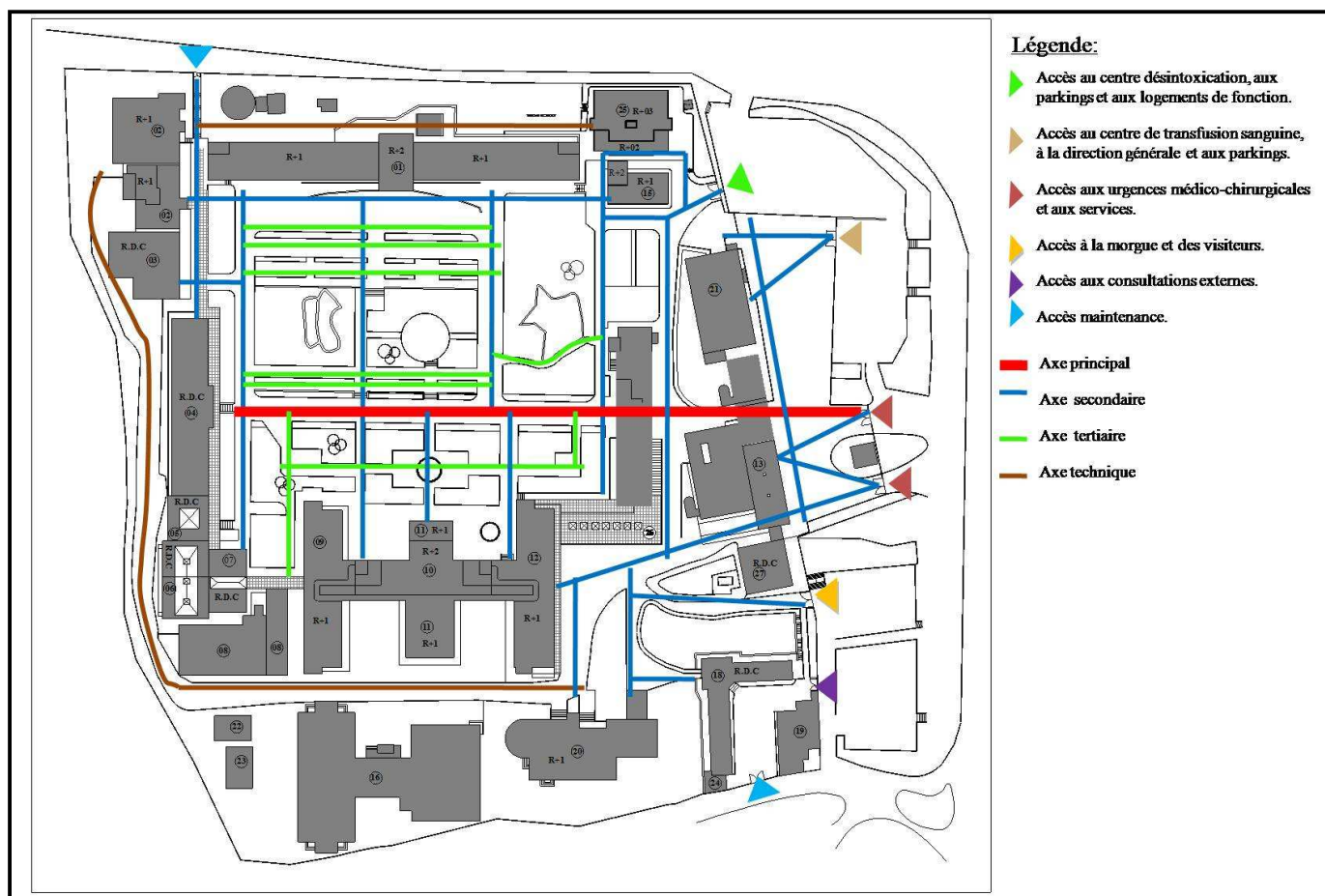


Figure VI. 5. Les différents axes de circulation et accès vers le CHU de Sétif. Source : auteur.

A partir de l'axe principal on peut atteindre directement les entrées des services d'hospitalisation; le cas des urgences médico-chirurgicales, l'administration et le service des maladies infectieuses. Cet axe présente la colonne vertébrale de la structure viaire et au même temps un raccourci vers celles-ci utilisé par le public (malades et notamment les visiteurs lors des moments de visites). En parallèle, il existe d'autres axes –secondaires- qui relient et connectent l'axe principal avec d'autres blocs d'hospitalisation; le cas du pavillon initial (conçu en 1936) où se trouvent plusieurs services d'hospitalisation tels que l'hémodialyse, la néphrologie, l'orthopédie- traumatologie, la chirurgie hommes et femmes, et la neurochirurgie maxillo-faciale. On remarque qu'il y a une hiérarchisation des voies de circulation suivant les flux de circulation « piétonne ou véhiculée ». Comme il existe des axes réservés seulement au personnel médical et ceux de la maintenance où les visiteurs. Ces axes se trouvent généralement derrière les bâtiments d'hospitalisation. L'implantation des blocs d'hospitalisations en unités distinctes, peut aider le piéton comme le véhiculé à se repérer au sein du CHU, par contre, le véhiculé peut rencontrer un problème majeur de stationnement à cause du manque des parkings.

VI.1.3. Etude détaillée des services: configuration, évolution et fonctionnement:

Par ordre chronologique, on peut distinguer plusieurs zones :

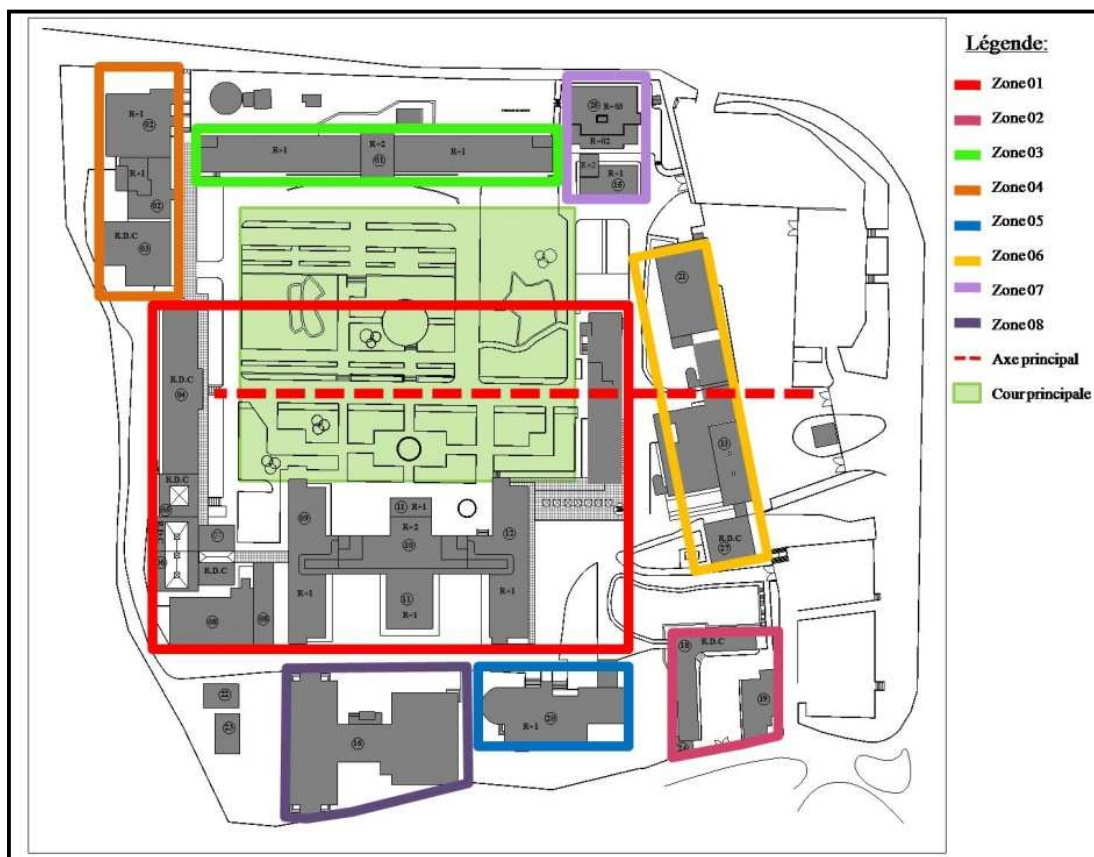


Figure VI. 6. Schéma représentant les différentes zones constituant le système hospitalier du CHU de Sétif.

Source : auteur.

VI.1. 3.1. Zone 01:

Cette zone représente le noyau initial du nouvel hôpital de Sétif conçu en 1936 par Xavier Salvador (architecte D.P.L.G); le maître de l'œuvre principal du projet. Conçu suivant une composition linéaire avec une typologie en dents de peigne en R+02. Cette zone occupe actuellement une position centrale dans la composition d'ensemble.

La typologie en dents de peigne était connue à l'époque, rappelant ainsi l'image de l'hôpital de BEAUJON à CLICHY, conçu en 1932 qui était un exemple des hôpitaux blocs américains (hôpital vertical). À l'époque et contrairement à la typologie pavillonnaire, selon le concepteur, l'hôpital civil de Sétif (aujourd'hui devenu le CHU) avec sa typologie en bloc a apporté des réponses en termes des exigences de la spéculation foncière, qui incitent alors à la réduction de l'emprise des établissements, à la bonne fonctionnalité et à la rentabilité des coûts de construction comme d'exploitation, 40% moins élevé que celui d'une construction pavillonnaire de même importance. Quand à la question de l'accessibilité, cette zone semble facilement et directement atteinte depuis l'axe de circulation principal.

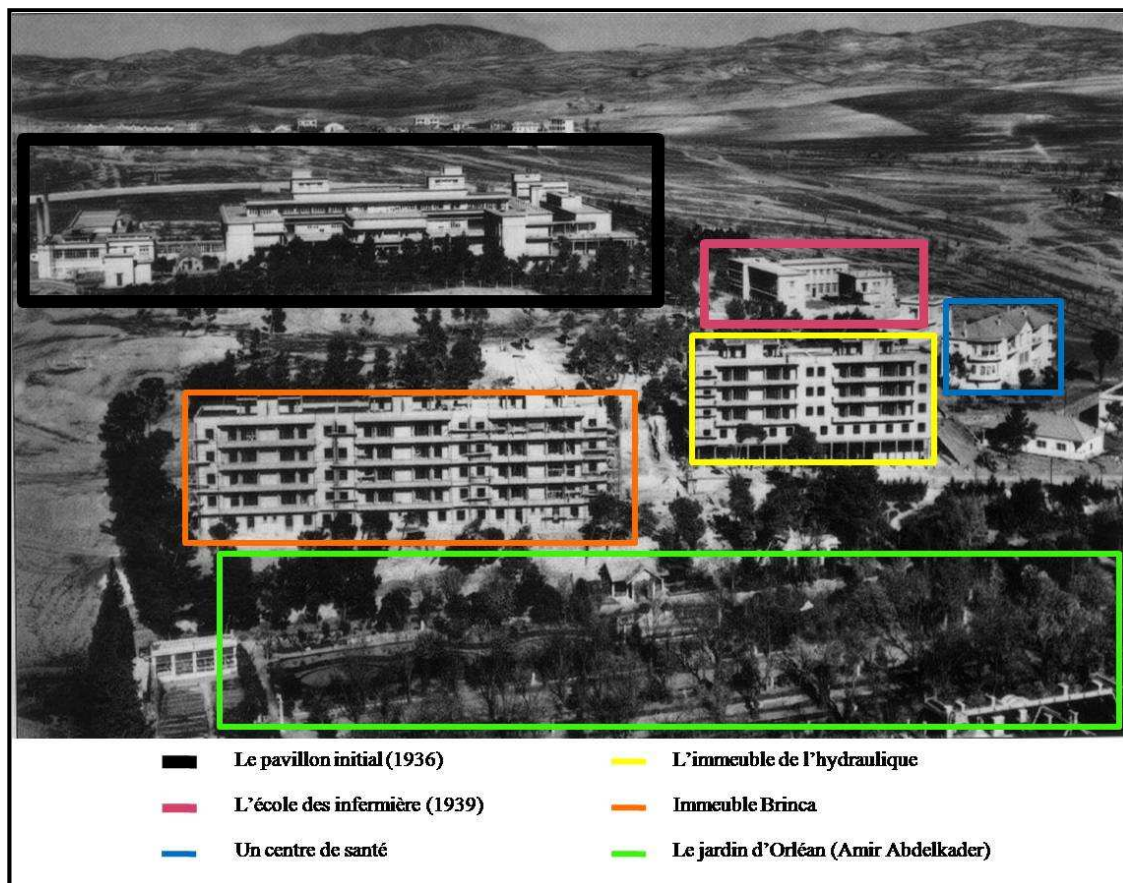


Figure VI. 7. Vue aérienne historique qui remonte aux années 50, présentant l'image initiale du CHU de Sétif avec son contexte immédiat. Source : Auteur.



Figure VI. 8. Vue sur l'ancienne entrée principale du CHU de Sétif, 1939. Source: la collection photographique de Sétif de ma jeunesse.

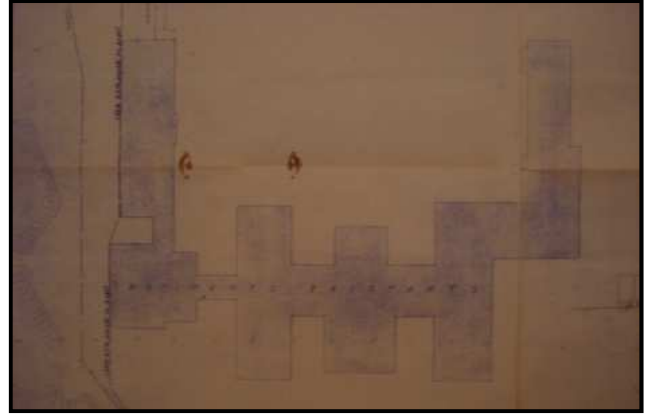


Figure VI. 9. Plan présentant le bloc initial du CHU de Sétif, 1939. Source: Archives de la DUC-Sétif

Le pavillon initial se compose de deux corps de bâtiment, le premier regroupe le plateau médico-technique, alors que le second regroupe des unités de haute sensibilité. Les deux corps dans le plan initial étaient liés grâce à la galerie publique, mais après les opérations de réaménagement, et avec l'ajout de l'unité des détenus la relation spatiale et fonctionnelle est aujourd'hui coupée au niveau de celle-ci. En effet, pour atteindre le deuxième corps du même pavillon initial il fallait ressortir le malade à l'extérieur « quelque soit les conditions climatiques » et faire le tour pour arriver au service destiné. En égard de ces opérations d'amélioration du sacre hospitalier, cette opération a générée un dysfonctionnement notamment quand il s'agit de l'accessibilité, la visibilité de l'ensemble des services et secteurs de l'hôpital et du repérage et wayfinding du public. Dans les parties qui suivent, on va traiter chaque corps séparément.

Comme la plupart des services et pavillons du CHU, cette zone a subi aux plusieurs réaménagements, parmi lesquels :

- Un réaménagement proposé en 2005 par BOUDJEMLINE- N de l'URBASETIF qui a touché l'ex laboratoire pour transformer l'espace en une unité IST HIV SIDA.
- Le réaménagement du service de la neurologie.
- La construction d'un bloc d'orthopédie traumatologie (Blocs opératoires et services d'hospitalisation).
- Le réaménagement de l'ensemble des services d'hospitalisation du pavillon initial suggéré et suivi par l'architecte HARKET Naïm. Les services déjà réaménagés jusqu'à maintenant sont : l'imagerie médicale au sous-sol, la réanimation (Novembre 2006) et la néphrologie (2006-2009) au niveau du RDC.

VI.1.3.1.1. Pavillon initial- premier bloc :

Ce bloc représente une typologie en dents de peigne qui s'élève sur trois étages, regroupant la plupart des services et secteurs du plateau médico-technique avec une hiérarchie de l'époque faisant séparation entre le côté hommes et côté femmes. Structuré autour d'une galerie hospitalière (un long couloir) qui joue à la fois le rôle d'une galerie médicale, technique et même publique lors des moments de visites. Cette galerie est éclairée grâce aux patios et les cours se trouvant entre les peignes.

a. Le sous-sol :

Regroupe les espaces techniques tels que les ateliers et les magasins de stock, ainsi que deux services de base qui sont la radiologie centrale et le service de l'imagerie médicale, qui a connu plusieurs aménagements. Cependant, le dernier a été en fin 2010, proposé par l'architecte Harket Naïm qui a prévu aussi une nouvelle unité de lithotripsie extracorporelle par ondes de choc (LECOC). Malheureusement, l'imagerie médicale et l'unité (LECOC) ne sont pas encore fonctionnelles, ce qui les exclut de nos analyses.



Figure VI. 11. Salle d'accueil et d'attente du public venant de l'extérieur du CHU. Source: Auteur.

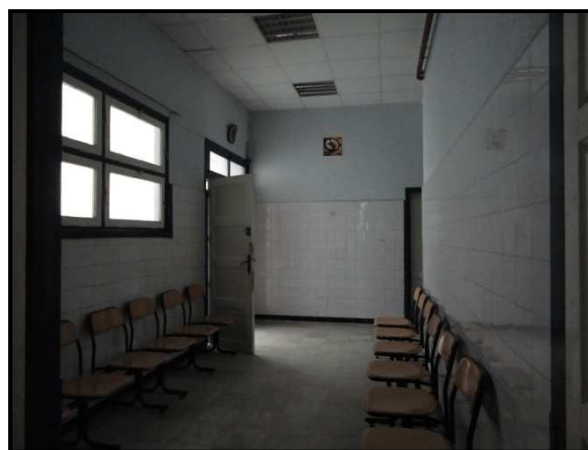


Figure VI. 12. Salle d'accueil et d'attente du public venant de l'intérieur du CHU. Source: Auteur.

Quand à la radiologie centrale, et comme les autres secteurs de l'hôpital, celle-ci a connu des réaménagements, aussi une extension en s'étalant sur la galerie publique qui était couverte ouverte, en la transformant en une galerie publique fermée utilisée pour l'accueil du public venant de l'extérieure de l'hôpital et une salle d'attente bien éclairée grâce à sa situation à l'angle avec deux orientations Est et Sud.

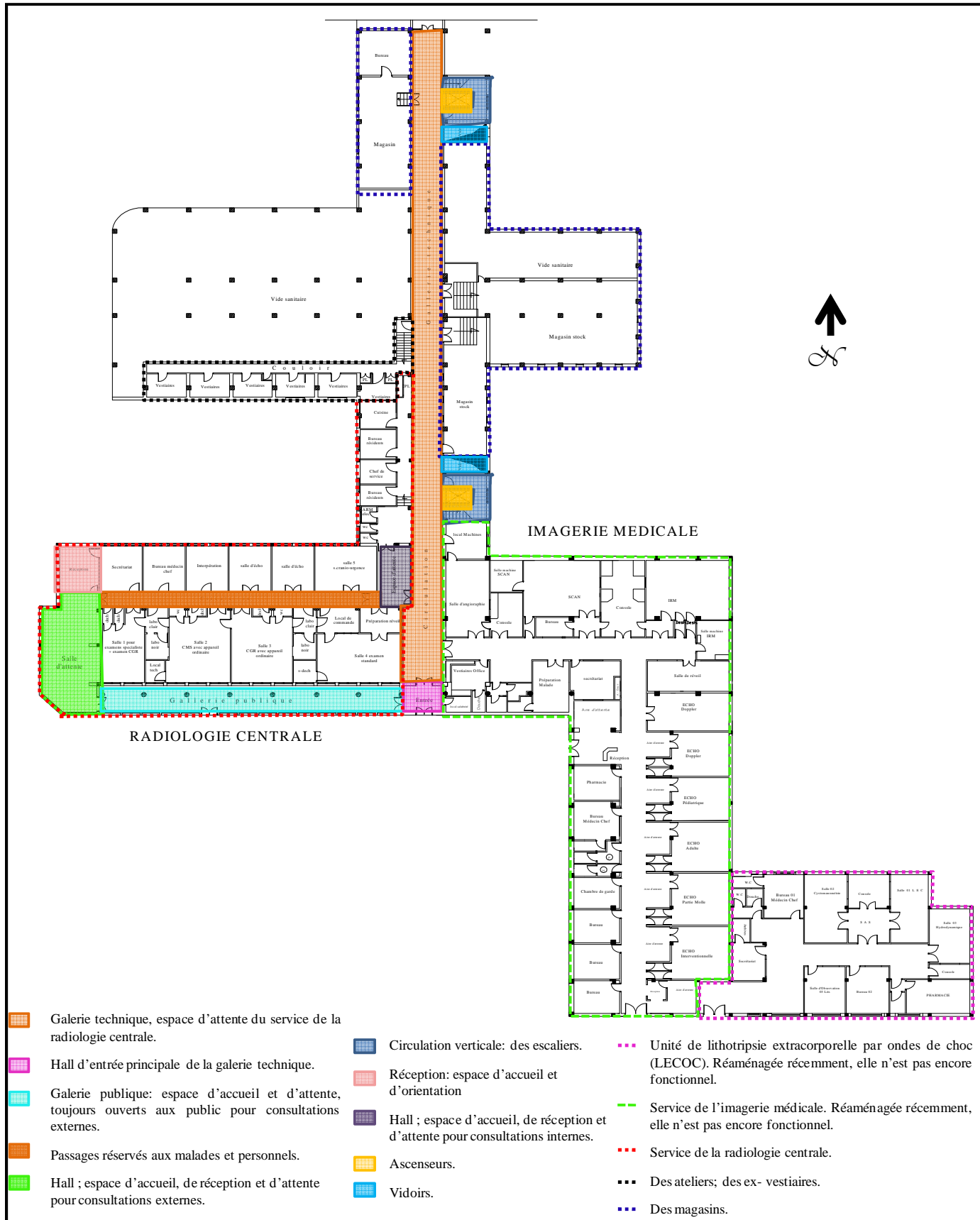


Figure VI. 13. Schéma présentant les différents services et principaux espaces d'accueil au niveau du sous sol du pavillon initial-premier bloc. Source : relevé réalisé par l'auteur.

De cette salle d'attente, il y a une autre salle se trouvant au sein du service réservée aux gens évacués des urgences et autres secteurs internes du CHU. Cette salle est mal éclairée à cause de sa situation dont l'unique moyen d'éclairage naturel est une fenêtre en longueur donnant directement sur la galerie technique principale de desserte. Mais cette solution n'est pas suffisante pour satisfaire le besoin de l'éclairage naturel d'où l'éclairage artificiel est obligatoire.

b. Le Rez de chaussée :

Regroupe un laboratoire d'anatomie pathologique et quatre services d'hospitalisation qui sont le service d'hémodialyse, le service de la néphrologie, la réanimation médicale et le service d'orthopédie traumatologie.

Le RDC est doté d'une galerie publique éclairée naturellement utilisée comme étant l'espace principal d'accueil et d'attente du public, notamment avec son rapport direct avec des terrasses couvertes ouvertes qui donnent sur des patios, jardins et cours. Ce système de terrasses favorise la détente et le confort psychique des gens attendant la visite ou leurs diagnostics.

En outre, dans tout ces services sauf l'hémodialyse, un hall est réservé pour l'accueil l'attente et l'orientation des gens se trouvant à l'entrée du service. Les halls des services d'orthopédie, de la néphrologie n'ont pas un rapport direct avec l'extérieur, ils ne sont pas éclairés naturellement, au temps où les halls des services de la réanimation médicale et celui du laboratoire d'anatomie pathologique sont éclairés naturellement grâce à leur rapport direct avec l'extérieur.



Figure VI. 14. Vue sur le patio depuis la terrasse. Source: Auteur.



Figure VI. 15. Vue sur la terrasse. Source: Auteur.



Figure VI. 16. Vue sur la galerie publique du RDC. Source: Auteur.

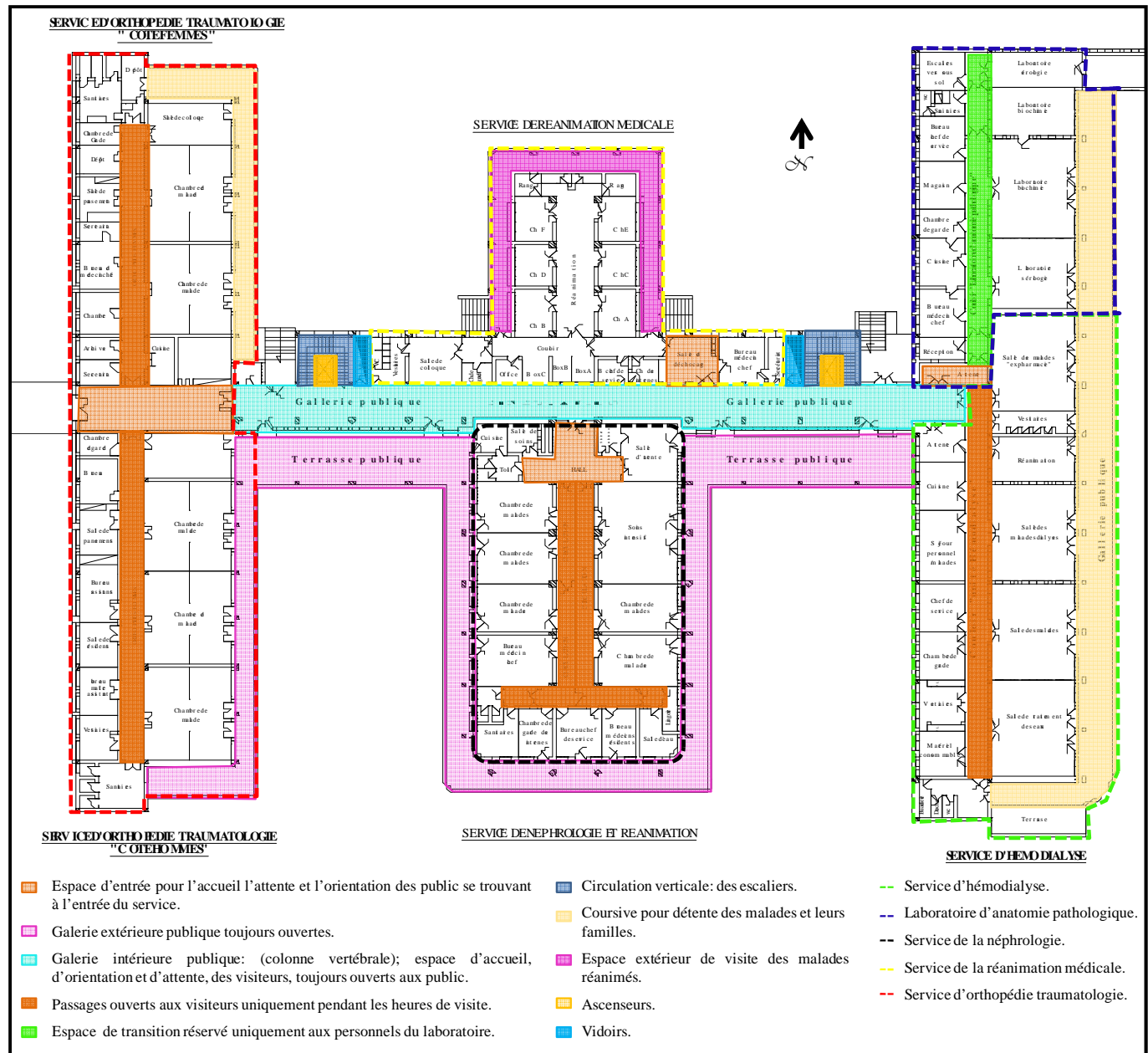


Figure VI. 17. Schéma présentant les différents services et principaux espaces d'accueil au niveau du rez-de-chaussée (RDC) du pavillon initial-premier bloc. Source : relevé réalisé par l'auteur.

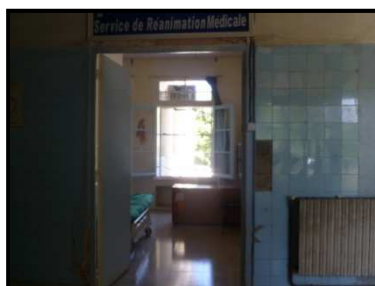


Figure VI. 18. Vue sur l'espace d'accueil de la réanimation médicale. Source: Auteur.



Figure VI. 19. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du service d'orthopédie- traumatologie. Source: Auteur.



Figure VI. 20. Vue sur l'espace d'accueil du service d'hémodialyse. Source: Auteur.

Pour le cas du laboratoire d'anatomie et la réanimation médicale, seul le hall d'accueil et d'attente qui est franchi par le public car l'accès est interdit. En effet, pour la visite des malades réanimés, une terrasse extérieure est ouverte pour permettre aux familles de voir leurs malades sans franchir le service. Le reste des services (orthopédie –néphrologie t hémodialyse) sont ouverts aux visiteurs sauf pendant les heures de visite. Au sein de ces derniers services, les chambres des malades sont dessertes à l'aide des couloirs de circulation d'un côté et de l'autre côté par des coursives offrant des belles vues panoramiques sur l'hôpital et la ville. Ces coursives sont généralement des espaces de d'accueil des familles et détente des malades.

c. Le premier étage :

Le premier étage regroupe les blocs opératoires la réanimation chirurgicale et les services de la chirurgie générale (hommes et femmes).

Notre recherche se concentre sur les espaces d'accueil. En effet, tous les espaces techniques ou les espaces d'accès interdit aux publics tels que les blocs opératoires et les annexes sont exclus. Notre cadre affectera les deux ailes du bâtiment où sont situés les services de la chirurgie générale. Ces derniers ont pratiquement le même schéma de base et le même principe d'organisation. Avec une typologie linéaire, ces services se structurent suivant un axe principal (un long couloir) de circulation où s'effectuent toutes sortes de visites et consultations.

Quand aux espaces d'accueil, le premier étage est doté d'une galerie technique/ publique éclairée artificiellement, risquant toujours vers ses extrémités d'avoir des éblouissements gênants et de forts contrastes. Elle est utilisée comme espace d'attente avant l'heure de visite ou encore en cas de l'attente des résultats des opérations. Par contre chacun des services de la chirurgie est muni d'un hall d'accueil et d'orientation généralement présenté comme étant un espace de transition vers les couloirs de desserte amenant aux chambres des malades.

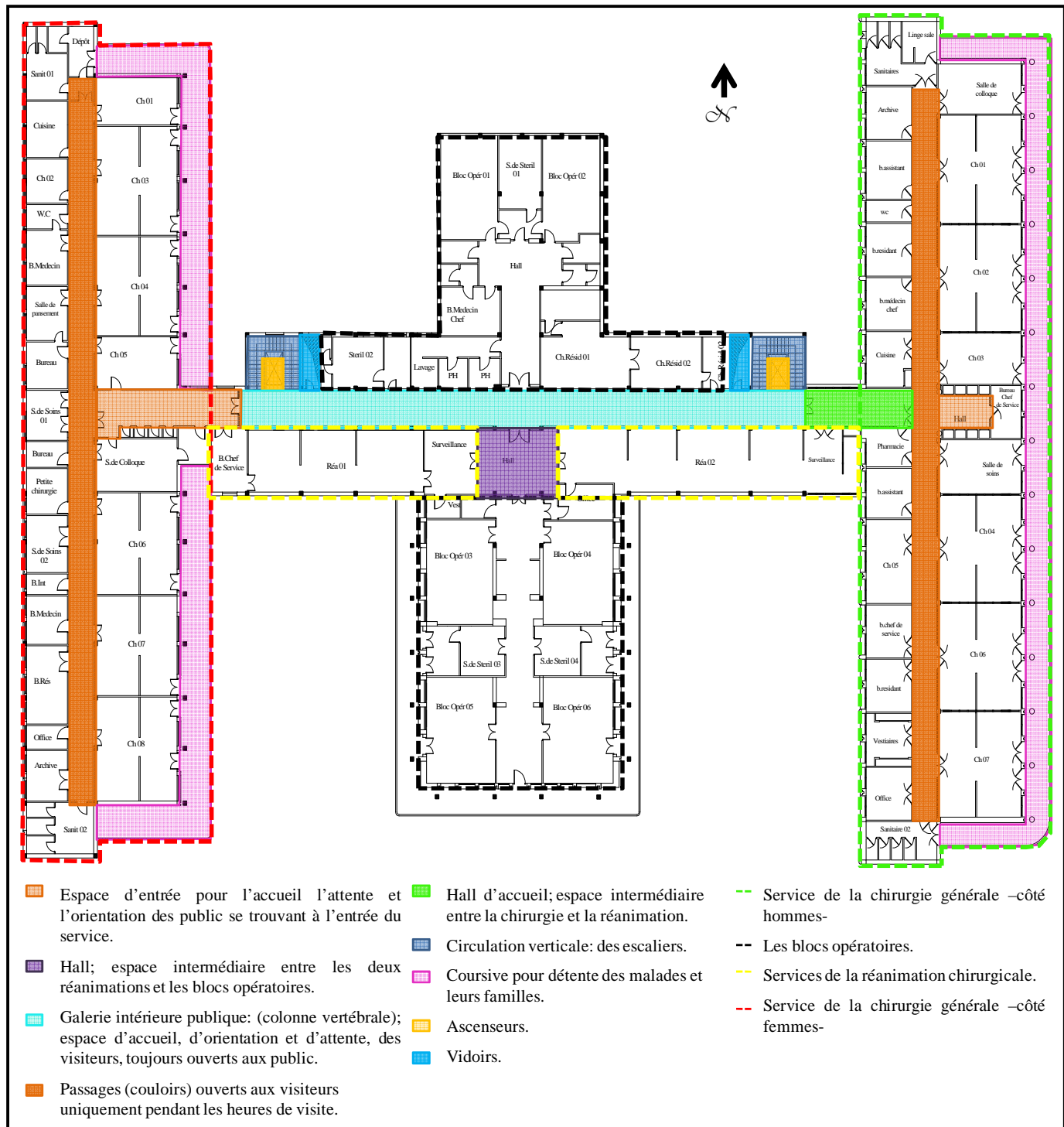


Figure VI. 21. Schéma présentant les différents services et principaux espaces d'accueil au niveau du premier étage du pavillon initial-premier bloc. Source : relevé réalisé par l'auteur.



Figure VI. 22. Vue sur la galerie technique du premier étage avec ces contrastes lumineux.
Source: Auteur.



Figure VI. 23. Vue sur le hall d'entrée du service de la chirurgie générale-hommes. Source: Auteur.



Figure VI. 24. Vue sur le couloir du service de la chirurgie générale-hommes. Source: Auteur.



Figure VI. 25. Vue sur la coursive publique du service de la chirurgie générale-hommes. Source: Auteur.



Figure VI. 26. Vue sur le hall d'entrée du service de la chirurgie générale-femmes. Source: Auteur.



Figure VI. 27. Vue sur le couloir du service de la chirurgie générale-femmes. Source: Auteur.

d. Le deuxième étage :

Le dernier et deuxième étage comporte le service de la neurochirurgie avec son unité des brûlés et maxillo-faciale. Ce service se compose fonctionnellement de plusieurs zones :

- Zone réservé aux médecins et étudiants en médecine dont l'accès est interdit.
- Zone pour les brûlés et maxillo-faciale dont l'accès est interdit.
- Zone composée des chambres de malades et couloir de circulation, ouverte aux publics uniquement lors des heures de visites.
- Zone de soins intensifs (réanimation) dont l'accès est interdit sauf aux personnels. En effet, pour la visite des malades réanimés, il fallait attendre dans une grande salle d'attente et puis voir les malades à travers un vitrage qui sépare la chambre du malade et une coursive/ terrasse en plein air. En outre les visiteurs bénéficient à partir des terrasses de très belles vues panoramiques sur la ville; le parc d'attraction, le centre ville, le contexte immédiat.

En parallèle, ce service souffre d'une surcharge, nombre des lits insuffisant, des problèmes énormes quand au contrôle et à la gestion du flux notamment avec ces terrasses ouvertes, ainsi que des problèmes de l'accueil des visiteurs qui n'ont pas un espace où visiter leurs malades autre que l'extérieur du service. En effet, et pour résoudre tous ces anomalies, actuellement, un nouveau pavillon est en cours de construction, il se sis juste derrière le pavillon initial.

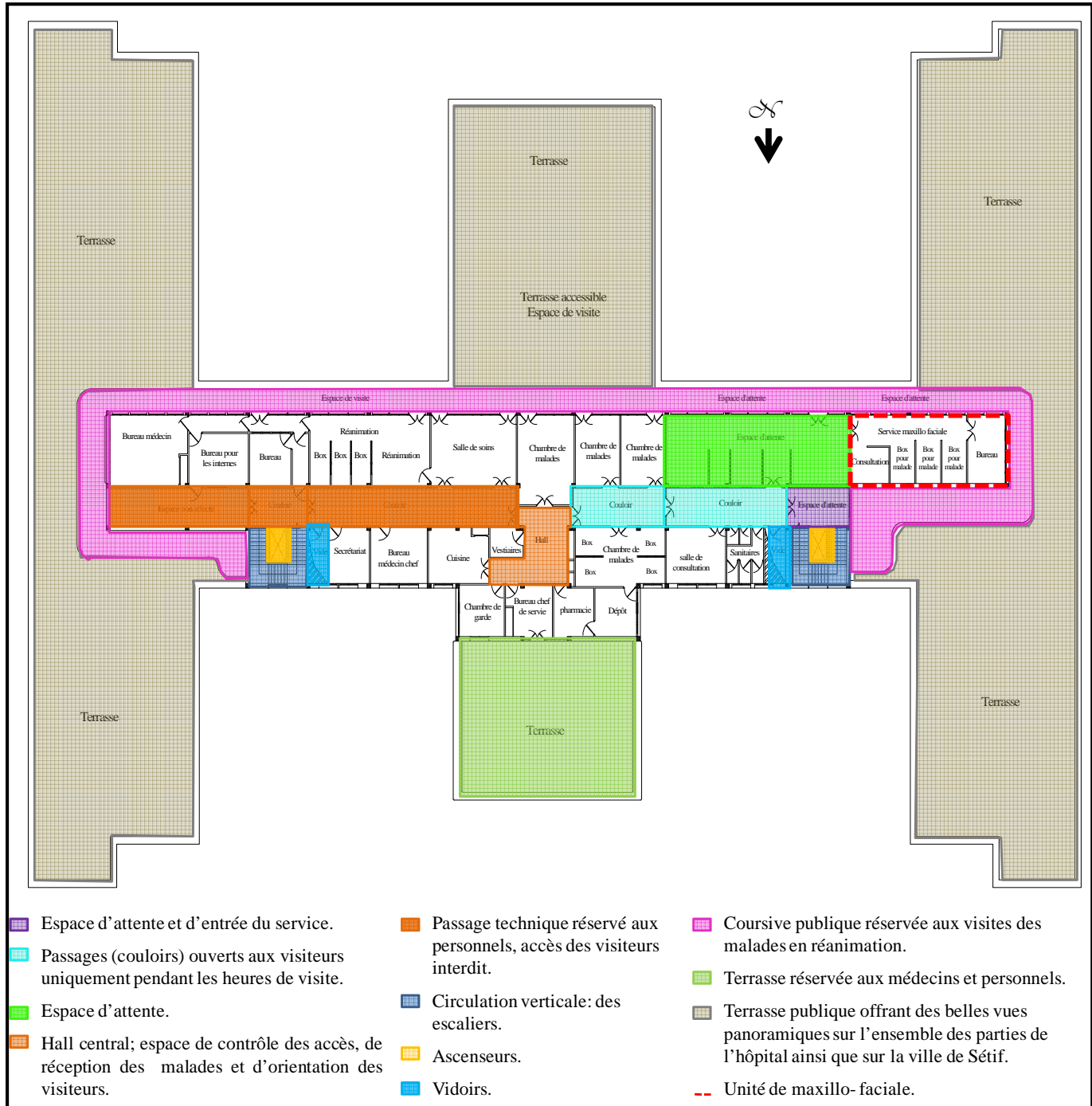


Figure VI. 28. Schéma présentant les différents services et principaux espaces d'accueil au niveau du deuxième étage du pavillon initial-premier bloc. Source : relevé réalisé par l'auteur.



Figure VI. 29. Vue sur le hall d'entrée du service de la neurochirurgie. Source: Auteur.



Figure VI. 30. Vue sur l'entrée et le couloir ouvert aux publics du service de la neurochirurgie. Source: Auteur.



Figure VI. 31. Vue sur la salle d'attente du service de la neurochirurgie. Source: Auteur.



Figure VI. 32. Vue sur la coursive de visite des malades réanimés à l'extérieur du service de la neurochirurgie. Source: Auteur.



Figure VI. 33. Vue sur le couloir technique du service de la neurochirurgie. Source: Auteur.



Figure VI. 34. Vue sur le hall central du service de la neurochirurgie, espace d'accueil, d'orientation et contrôle des flux du public. Source: Auteur.



Figure VI. 35. Vue sur le pavillon initial, 2008. Source: Auteur.

VI.1.3.1.2. Pavillon initial- deuxième bloc :

Avec une typologie horizontale -en un seul niveau- et linéaire –suivant un axe linéaire-, le deuxième corps du pavillon initial regroupe quatre services distincts reliés et structurés tous en fonction d'une galerie publique qui présente un espace polyvalent principal d'accueil, d'attente, d'orientation, et de circulation. Ces services sont respectivement : le service des maladies infectieuses avec sa séparation de l'époque en côté hommes et autre pour les femmes, l'unité IST HIV SIDA créée en 2005 par le maître de l'œuvre URBASETIF; l'étude de l'architecte BOUDJEMLINE. N. après un réaménagement de l'ex laboratoire, le service de la neurologie et l'unité des détenus dont l'accès est interdit.



Figure VI. 36. Vue sur la galerie publique du deuxième bloc du pavillon initial. Source: Auteur.



Figure VI. 37. Vue sur l'entrée du service des maladies infectieuses au deuxième bloc du pavillon initial. Source: Auteur.



Figure VI. 38. Vue sur les couloirs du service des maladies infectieuses au deuxième bloc du pavillon initial. Source: Auteur.

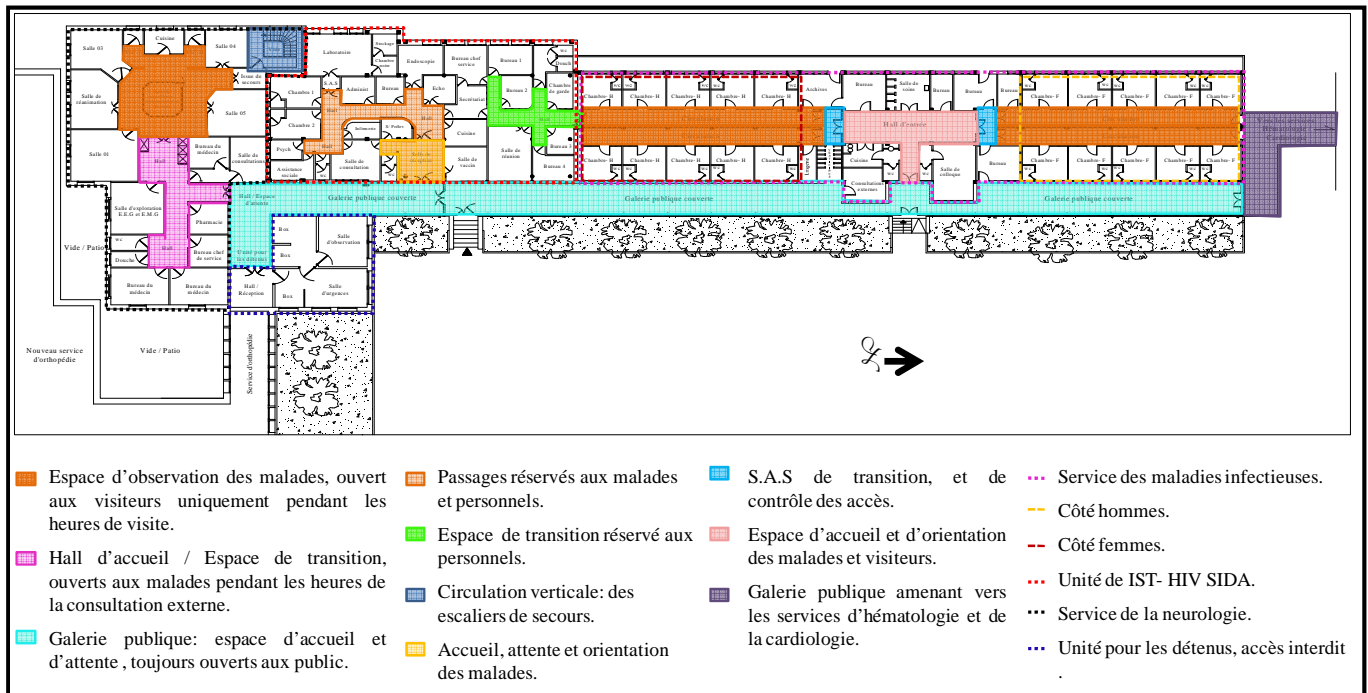


Figure VI. 39. Schéma présentant les différents services et principaux espaces d'accueil du pavillon initial-deuxième bloc. Source : relevé réalisé par l'auteur.



Figure VI. 40. Vue sur l'espace d'attente du service de la neurologie au deuxième bloc du pavillon initial, éclairé par des fenêtres en longueur hautes. Source: Auteur.

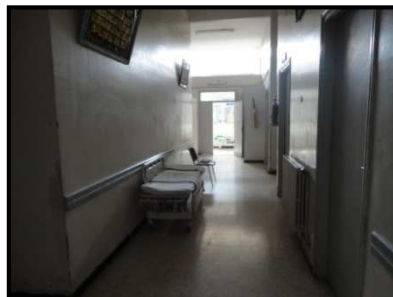


Figure VI. 41. Vue sur le hall du service de la neurologie au deuxième bloc du pavillon initial. Source: Auteur.



Figure VI. 42. Vue sur l'espace de visite et de soins et d'observation des malades du service de la neurologie au deuxième bloc du pavillon initial. Source: Auteur.

L'espace d'accueil et d'attente principal est présenté par la galerie publique offrant aux usagers un grand rapport visuel avec l'extérieur grâce aux grands espaces vitrés, sauf dans son extrémité qui fait un espace d'attente pour des consultations neurologiques où il n'y a pas un rapport visuel avec l'extérieur.

Pour les services de la neurologie et l'unité d'IST HIV SIDA, leurs espaces d'accueil, d'attente et de circulation sont éclairés latéralement par des fenêtres en longueur hautes. Par contre, les espaces d'accueil (hall et couloirs) du service des maladies infectieuses sont dépourvus de l'éclairage naturel dont le besoin à l'éclairage artificiel est primordial pendant les heures de journée. En parallèle toutes les chambres du service qui donnent sur la galerie publique sont éclairées en deuxième jour. Dans les deux services, celui des maladies infectieuses et celui de la neurologie, on remarque l'absence des espaces de réception et d'attente ou encore l'absence d'orientation des visiteurs ce qui pose toujours le problème de gestion et contrôle des flux notamment pendant les heures de visite. Ce problème est accentué à cause de la configuration linéaire et la longueur des couloirs dans le cas du service des maladies infectieuses. L'espace central de soins et d'observation du service de la neurologie est éclairé latéralement grâce à des hautes fenêtres.

VI.1.3.2. Zone 02:

Une zone intégrée à l'enceinte de l'hôpital en 1965. C'était une ancienne école des infirmières en deux niveaux (R+01), conçue en 1939. Transformée actuellement en un laboratoire central et pavillon des consultations externes. C'est une zone qui semble ségréguée par rapport au noyau initial à cause de son implantation éloignée par rapport aux pavillons d'hospitalisation. Au niveau du Rez de chaussée se trouve deux services distincts qui sont :

VI.1.3.2.1. Le laboratoire central :

Le laboratoire central est divisé en deux laboratoires; bactériologie et myco-parasitologie. L'accès du public au laboratoire est interdit. En effet, les espaces techniques du laboratoire se trouvant au RDC ne sont pas inclus dans notre analyse.

VI.1.3.2.2. Les consultations externes :

Elles regroupent plusieurs unités de consultations externes tels que :

- Unité pour consultations en cardiologie, endocrinologie, avis d'anesthésie et autres en parasitologie/ mycologie. Cette unité est dotée d'un hall d'accueil et deux salles d'attente éclairés naturellement par des fenêtres qui donnent directement sur la cour jardin centrale.
- Unité pour consultations en orthopédie traumatologie qui souffert des surcharges vu le nombre important des consultations en rapport avec l'espace réservé à l'unité. Malgré l'existence d'une grande salle d'attente dans ce service, l'espace reste insuffisant pour l'accueil et l'attente des malades et leurs accompagnants, ce qui les oblige à attendre dans le couloir ou encore dans la cour jardin centrale.
- Unité pour consultations pédiatrie, Néphrologie, Neurologie et Psychologie. Cette unité est dotée d'un grand hall en plein air, une salle d'attente de couverture provisoire utilisée pendant l'été, ainsi que deux autres salles d'attente à l'intérieur de l'unité utilisées principalement en hiver.
- Unité pour consultations anti- cancéreux. Cette unité est le réaménagement provisoire des anciens magasins. Elle est munie d'une grande salle d'attente de couverture provisoire, éclairée naturellement par des Nevadas.
- Unité de radiologie spécifique aux consultations en orthopédie traumatologie. Cette unité est dotée aussi d'un coin de réception et d'un espace d'attente ouvert au public.

L'ensemble de ces unités jouissent d'un espace extérieur qui joue le rôle d'un espace d'accueil, d'attente commun des consultants et leurs familles, ainsi qu'un espace de détente des personnels.

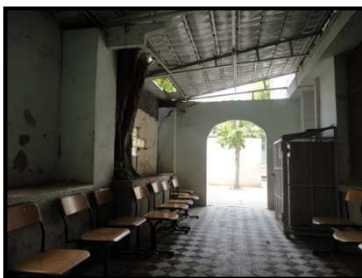


Figure VI. 43. Vue sur l'espace d'accueil des consultations externes en pédiatrie. Source: Auteur.



Figure VI. 44. Vue sur l'espace d'accueil des consultations externes anti cancéreux. Source: Auteur.

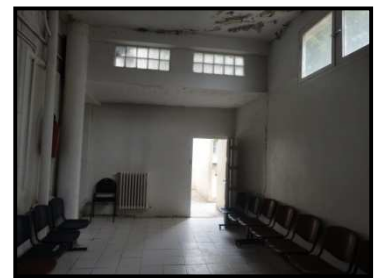


Figure VI. 45. Vue sur l'espace d'accueil des consultations externes en psychiatrie. Source: Auteur.



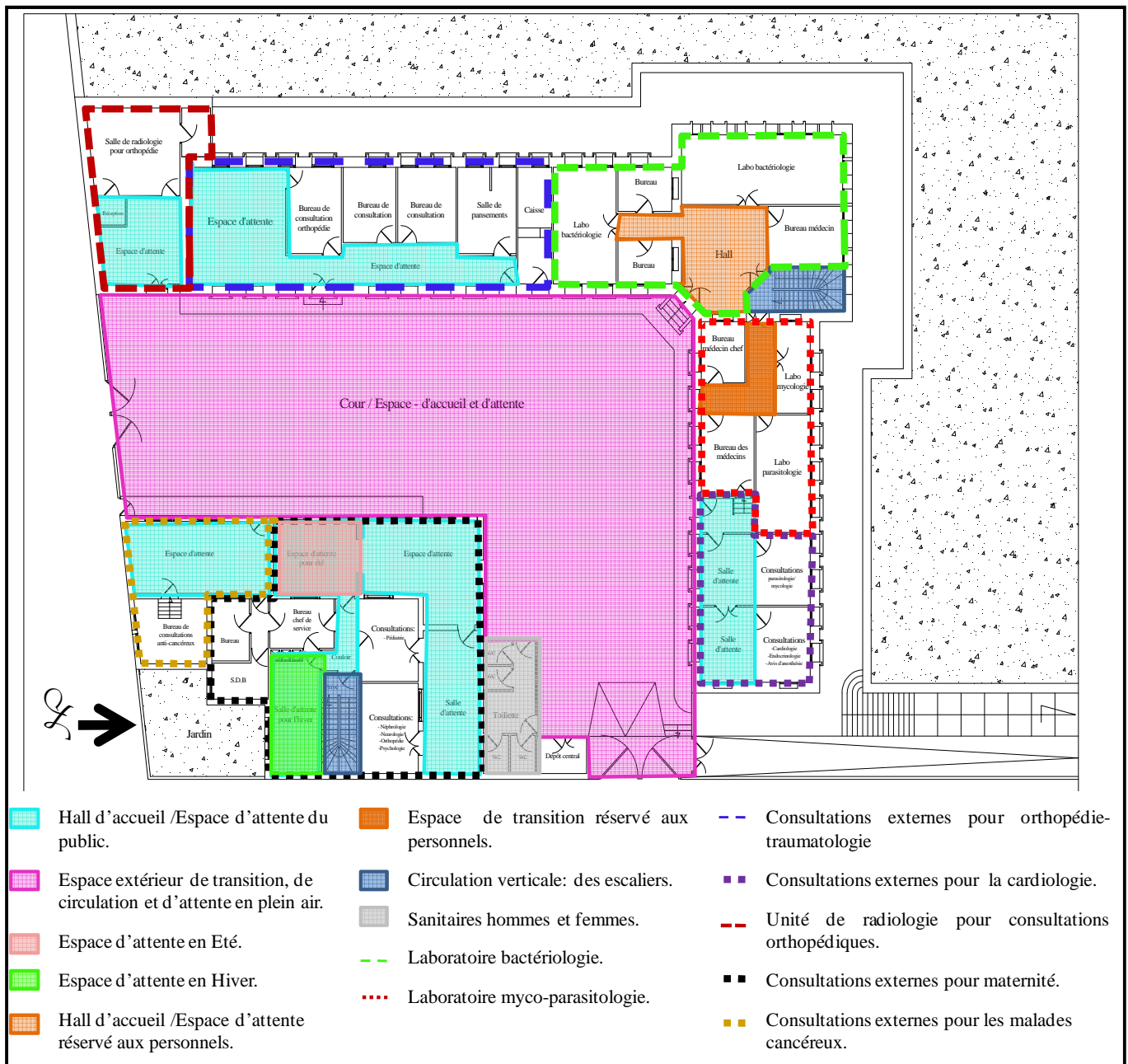
Figure VI. 46. Vue sur l'espace d'accueil des consultations externes en cardiologie et phtisiologie. Source: Auteur.



Figure VI. 47. Vue sur la cour centrale; espace d'accueil et d'attente pendant les beaux temps. Source: Auteur.



Figure VI. 48. Vue sur l'espace d'accueil de l'unité de la radiologie orthopédique. Source: Auteur.



Quand au premier étage, le laboratoire central comporte deux autres unités distinctes qui sont l'unité de biochimie et celle de l'immunologie. Ces deux unités sont d'accès interdit sauf aux personnels portant les tenus de travail. Les gens sont accueillis dans une petite salle d'attente, et orientés grâce à un espace de réception.

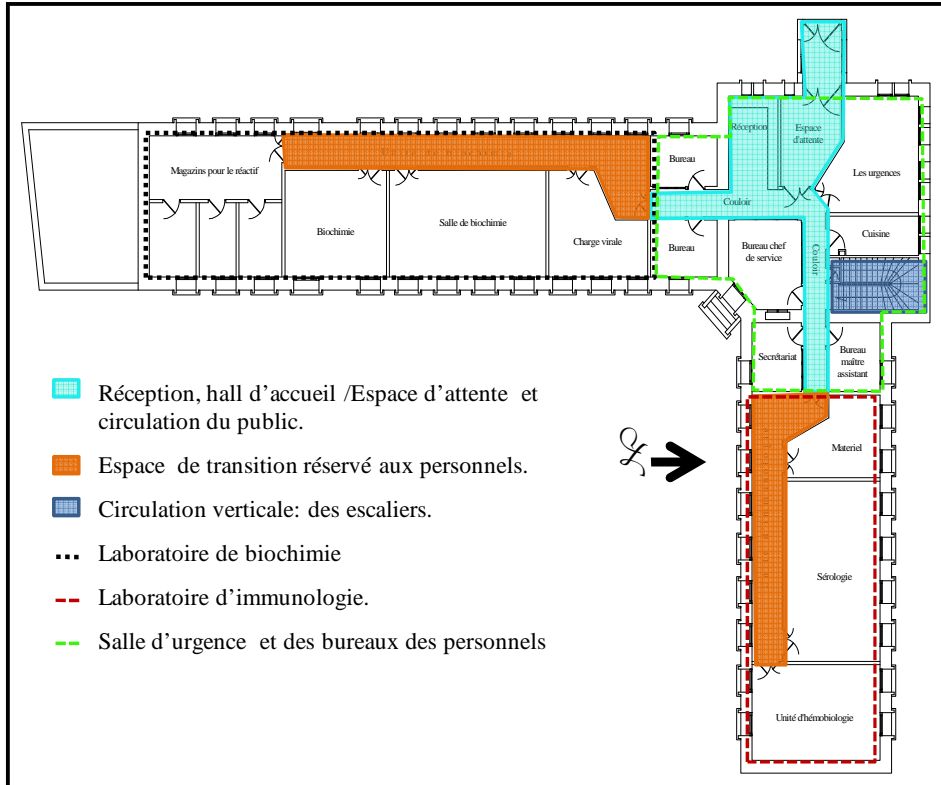


Figure VI. 50. Schéma présentant les différents services et principaux espaces d'accueil du laboratoire central en premier étage. Source : relevé réalisé par l'auteur.

Les quatre unités du laboratoire central, celles du RDC et celles du premier étage se communiquent entre elles grâce à un escalier qui facilite la tâche. En effet, l'escalier est un moyen de transition réservé exclusivement aux personnels du laboratoire.

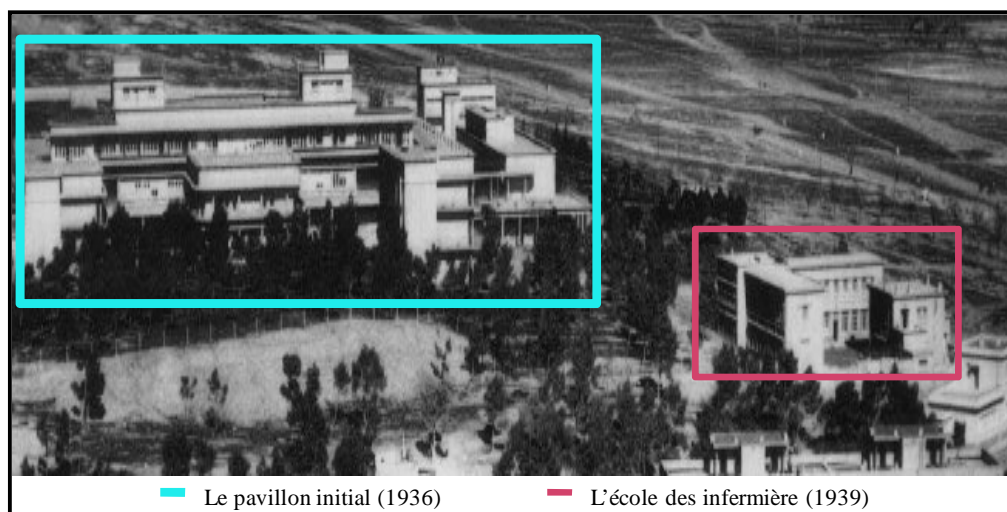


Figure VI. 51. Vue aérienne présentant l'école des infirmières, 1953. Source: Auteur.

VI.1.3.3. Zone 03: Extension datée de 1962 pour la réalisation d'un pavillon de tuberculeux en trois niveaux (R+02), dressé par Gabriel Hassan; architecte du G^L G^{AL}, en Février 1962. Cette zone est ainsi facile à atteindre grâce à son rapport direct et son prolongement vers l'axe principal de circulation. Actuellement ce pavillon regroupe deux services d'hospitalisation; le service de la médecine interne au niveau du R.D.C et le service de la pneumo- phtisiologie en 1^{er} étage, avec une distinction de l'époque en côté hommes et femmes. En parallèle, le pavillon regroupe au niveau du sous-sol la cuisine centrale, la buanderie et l'économat.

Ce pavillon est doté d'un hall d'accueil et d'attente toujours ouvert au public notamment pendant les heures de consultations ou de visites.

En outre, suivant les séparations en côté hommes et femmes, chacun des services, de la médecine interne ou de la pneumologie-phtisiologie est muni de deux halls représentant l'espace principal d'accueil, d'attente et d'orientation des usagers avant de passer aux couloirs amenant aux chambres des malades. Ces couloirs sont généralement franchis par le public uniquement pendant les heures de visite. A l'image d'un tunnel sombre, les couloirs et les halls sont éclairés artificiellement d'où aucun rapport avec l'extérieur.



Figure VI. 52. Vue sur le pavillon de tuberculeux et son rapport au jardin, 2011. Source: Auteur.



Figure VI. 53. Vue sur le hall de médecine interne-côté femmes. Source: Auteur.

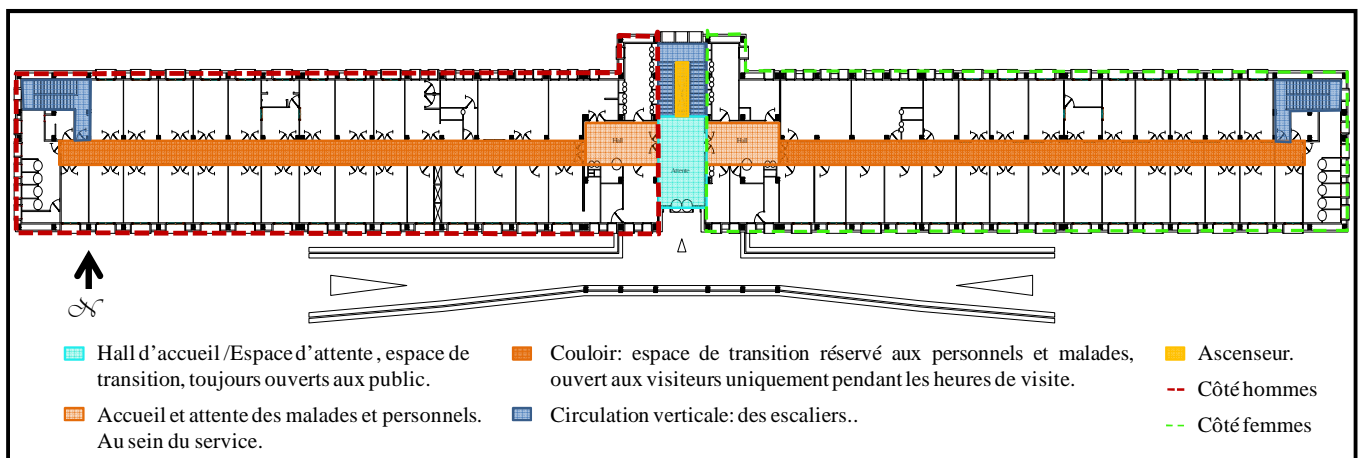


Figure VI. 54. Schéma présentant les différents services et principaux espaces d'accueil du laboratoire central en premier étage. Source : relevé réalisé par l'auteur.

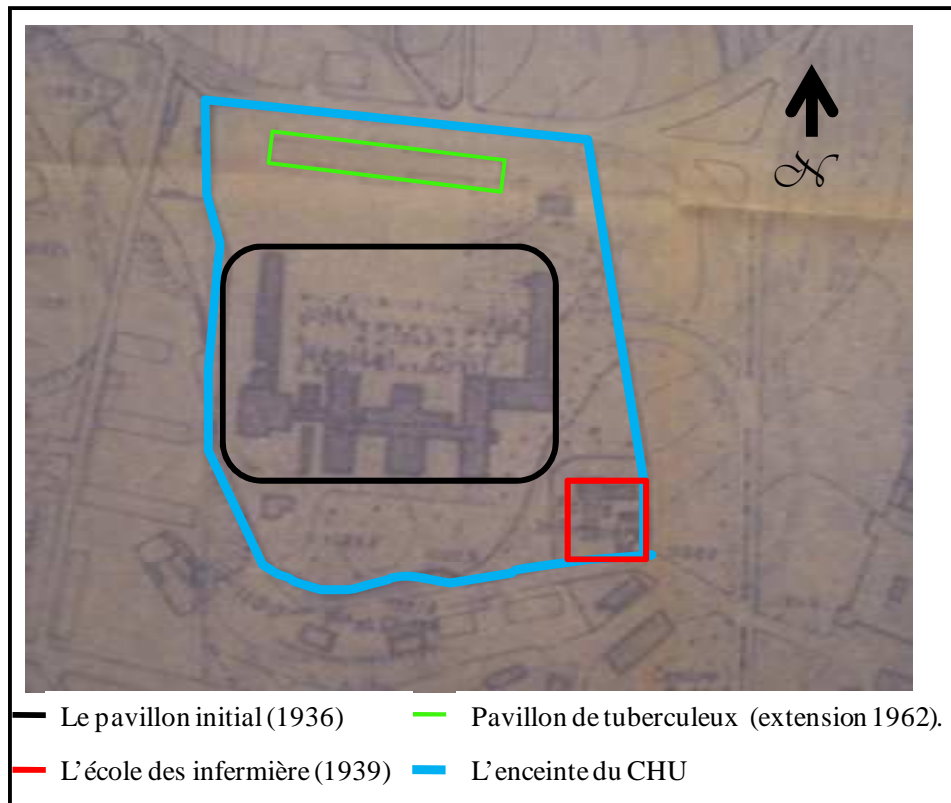


Figure VI. 55. Plan de masse réalisé en 1961. Source : les archives de la DUC de Sétif.

VI.1.3.4. Zone 04 : Extension datée de Novembre 1976 par etau-ach pour la réalisation de l'unité psychiatrique en deux niveaux (R+01) intégré dans un terrain en pente avec sa galerie publique couverte ouverte.

Actuellement et grâce à plusieurs opérations perpétuelles de réaménagement dont la dernière intervention est celle de l'architecte BOUDISSA Badreddine en 2006, l'unité psychiatrique est transformée en deux services; le service de la cardiologie et le service de l'hématologie.

Cette zone est un peu en retrait par rapport à l'alignement de la première zone, ce qui rend son accessibilité et son repérage un peu difficile. Quand à la question de son intégration à l'ensemble, cette zone est connectée directement au service des maladies infectieuses à travers une galerie couverte ouverte, ce qui peut faciliter l'accessibilité piétonne vers ces services.

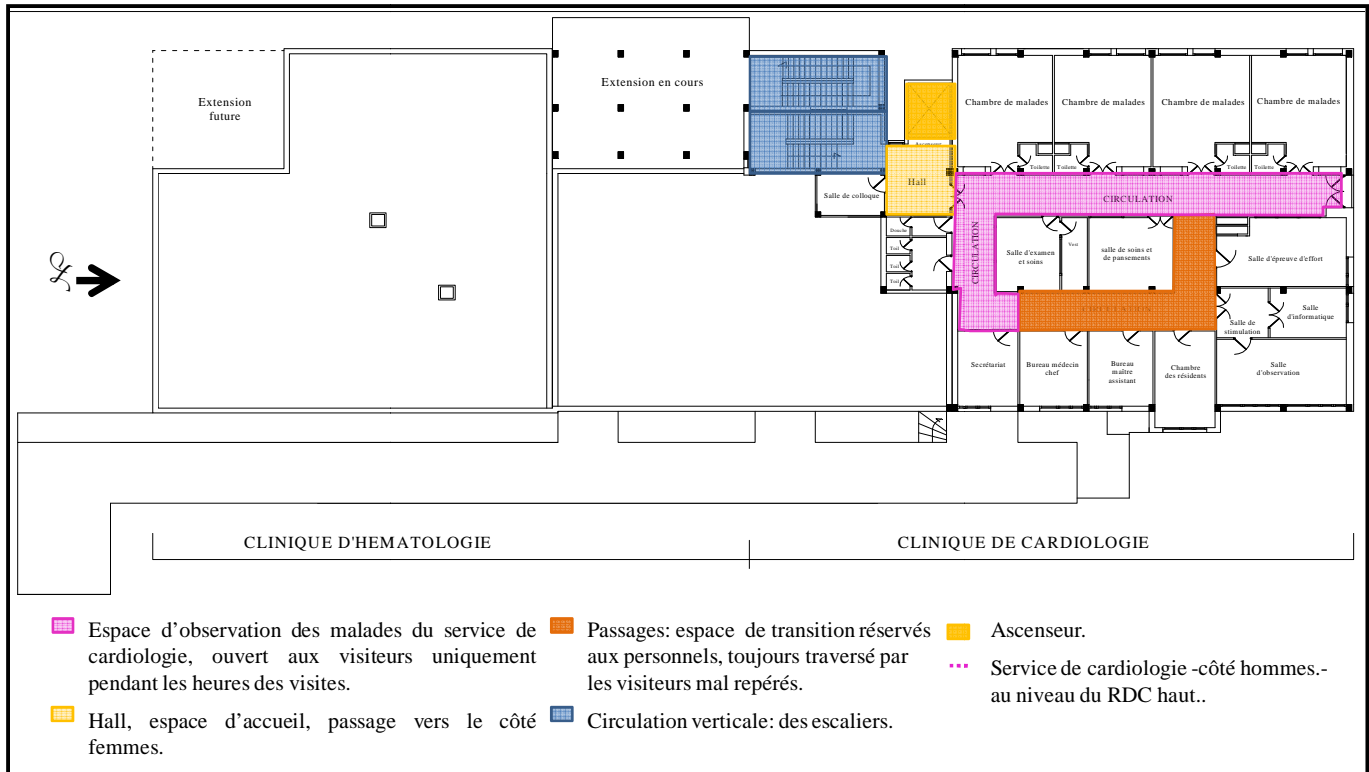


Figure VI. 57. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du service de la cardiologie –côté femmes- en premier étage. Source : relevé réalisé par l'auteur.



Figure VI. 58. Vue sur la galerie de desserte publique desservant les services de cardiologie et d'hématologie. Source: Auteur.

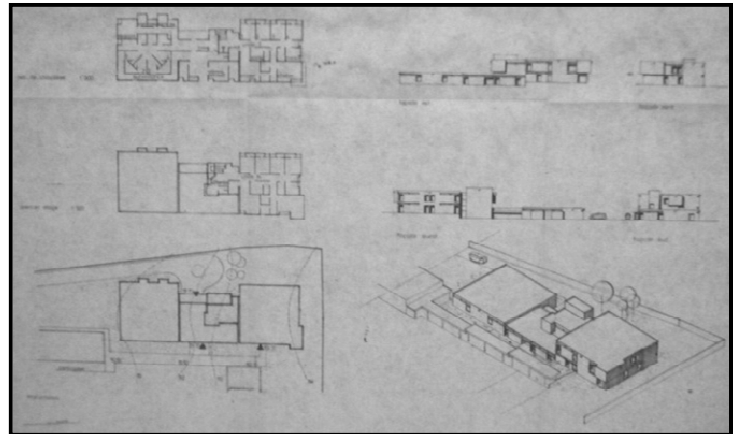


Figure VI. 59. Esquisse du projet d'une unité psychiatrique, prévu Novembre 1976 par ETAU-ACH, devenu actuellement les deux cliniques d'hématologie et de la cardiologie. Source : la DUC de Sétif.

VI.1.3.5. Zone 05 : Cette zone regroupe la pharmacie centrale au niveau du sous-sol, le D.A.P.M (pavillon pédagogique R+01) avec un auditorium pour conférences et séminaires nationaux et internationaux au rez-de-chaussée, la bibliothèque pour étudiants en médecine (internes ou résidents) et le service technique à l'étage.

Quand à l'intégration avec les services d'hospitalisation (zones 01,03 et 04), et vu le problème de la longue distance qui sépare la pharmacie centrale par rapport aux autres services, cette zone semble un peu ségréguée.



Figure VI. 60. Vue sur le pavillon pédagogique « DAPM ». Juin 2011. Source: Auteur.

VI.1.3.6. Zone 06 :

Extension datée de 2005-2007 pour la réalisation de deux pavillons soulevés sur deux niveaux (R+02). Ont l'allure de former un seul projet mais au même temps distincts en fonction, les deux pavillons représentent:

1. Le premier pavillon présente les urgences médico-chirurgicales conçu en 2005, connu deux opérations de réaménagement :
 - La première intervention était en 2006, le suivi par l'architecte BENAWEK Rachid.
 - La deuxième intervention était en 2009 par l'architecte KARA Abdenour qui a changée radicalement et complètement le comportement interne des urgences médico-chirurgicales, tout en gardant l'enveloppe initiale.

Un autre réaménagement proposé par l'architecte HARKET Naïm qui a touché le rez-de-chaussée de la morgue pour le transformer en urgences médicales en Décembre 2006.



Figure VI. 61. Vue sur le pavillon des urgences médico-chirurgicales du CHU de Sétif, état Juin 2011. Source: Auteur



Figure VI. 62. Vue sur le centre de transfusion sanguine du CHU de Sétif, état Juin 2011. Source: Auteur.

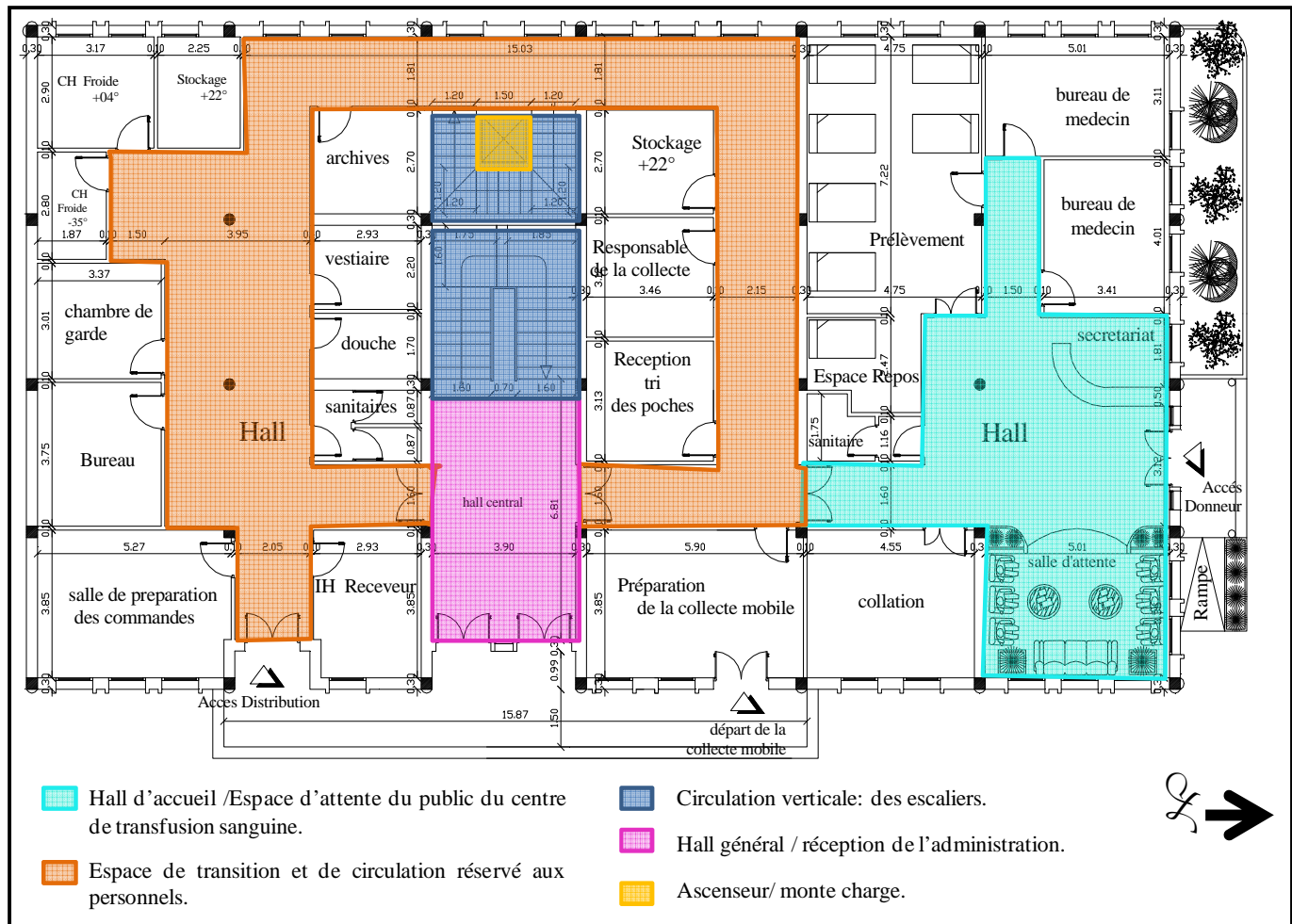


Figure VI. 64. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du centre de transfusion sanguine.

Source : Auteur.

VI.1.3.7. Zone 07 : Zone d'extension datée de 2001-2007.

Cette zone regroupe les logements de fonction des chinois (R+01) réalisé en 2001, ainsi qu'un centre de désintoxication en cours d'achèvement conçu par l'architecte MESSAI Mohamed El Hadi en 2007 soulevé sur trois niveaux (R+02). Cette zone semble autonome par rapport à l'ensemble des pavillons du CHU à cause de son éloignement par rapport à l'axe principal de circulation. Le centre de désintoxication risque d'avoir une accessibilité en chicane vu sa situation derrière les logements de fonction, ce qui rend son repérage et sa visibilité difficile. Le centre de transfusion sanguine n'est pas encore fonctionnel.



Figure VI. 65. Vue sur le centre de désintoxication, Juillet 2011. Source: Auteur.



Figure VI. 66. Vue sur le logement de fonction des chinois, Juillet 2011. Source: Auteur.

VI.1.3.8. Zone 08 : Zone d'extension en cours de construction pour la réalisation d'un pavillon regroupant les nouveaux services de la neurochirurgie, cardiovasculaires et neurologie, conçu par le bureau d'étude GPETA en 2008, le suivi est de la part de l'architecte KARA Abdenmour.



Figure VI. 67. Vue sur le nouveau pavillon de la neurochirurgie, en cours de construction, état Juillet 2011. Source: Auteur.

VI.1.4. Discussion « Lecture critique » :

A travers l'étude de CHU de Sétif « Saâdna Mouhamed Abdenour » on a pu constater et soulever un problème majeur d'accessibilité au sein du CHU généré par la largeur des voies de circulation réduite en rapport avec le nombre important de public et personnel « flux important », le manque des trottoirs et espaces de circulation réservés aux piétons, manque des aires de stationnements des voitures « parkings » des personnels et ambulances, ce qui pose problème d'encombrement et de stationnements.

En rapport à la typologie du CHU en des pavillons décentralisés générés par les diverses opérations d'extensions, la circulation est conditionnée principalement par l'axe central, dont des difficultés majeures lors des évacuations des malades d'un service à un autre notamment des urgences vers les autres services d'hospitalisation, un dysfonctionnement apparent quand à la gestion des flux du public par rapport à la gestion interne des personnels, matériels et malades et problème de longues distances entre les services.

L'avantage réside du fait que tous les services et secteurs du plateau médico-technique mis à part le laboratoire central et les urgences médico-chirurgicales sont regroupés dans un seul pavillon reliés tous par la galerie publique.

En parallèle, le système d'accueil du CHU est réduit à l'échelle de chaque service. On ne trouve pas le hall principal de l'hôpital à partir duquel le public s'oriente et se repère, comme c'est le cas dans les hôpitaux en blocs ou les modèles contemporains. En effet, la surveillance générale joue le rôle d'orientation des gens à fin d'atteindre le service recherché. Ainsi, la signalétique au sein des rues médicales et publiques intérieurs, l'axe principal de circulation ainsi que la cour centrale peuvent être des éléments favorisant le repérage et le wayfinding du public notamment aux moments de visite.

Au sein des pavillons, les espaces d'accueil sont diverses dont on trouve deux configurations de base :

- **Des configurations axiales :**

Dans les anciens pavillons, la présence de la **galerie publique, technique et médicale** est primordiale pour régler les problèmes majeurs de circulation, de repérage, d'accueil, d'attente et d'orientation des usagers. Les galeries sont éclairées latéralement par un éclairage naturel. Celles-ci donnent sur de larges terrasses présentant des espaces d'attente et de détente, offrant ainsi des belles vues panoramiques sur les patios et les jardins extérieurs.

Aussitôt, on trouve un autre espace de transition et de circulation horizontale utilisé comme espace d'accueil et d'attente à l'instar des pavillons de la médecine interne, pneumologie-phtisiologie, cardiologie et hématologie. Cet espace représente les **couloirs** qui sont généralement éclairés grâce au peu de lumière arrivant des chambres de malades « éclairage en deuxième jour »; la plupart du temps des espaces sombres nécessitant une compensation à l'aide d'intégration d'une lumière artificielle. Le repérage au sein des galeries ou couloirs est facile mais en parallèle la question de longs trajets et d'effet d'éblouissement dus aux forts contrastes se pose en premier lieu.

- **Des configurations convexes :**

Les nouveaux pavillons acquièrent des nouveaux espaces d'accueil à l'instar des **halls** aux niveaux des urgences médico-chirurgicales et du centre de transfusion sanguine et des **salles d'attente** aux consultations externes et au service de la neurochirurgie. Ces halls et salles d'attentes sont généralement éclairés naturellement. En effet, au sein de ces espaces la question du wayfinding se pose en plus de celle de l'évitement des effets d'éblouissements créés à cause du mauvais choix des matériaux de construction, des revêtements et des types d'ouvertures favorisant les réflexions lumineuses.

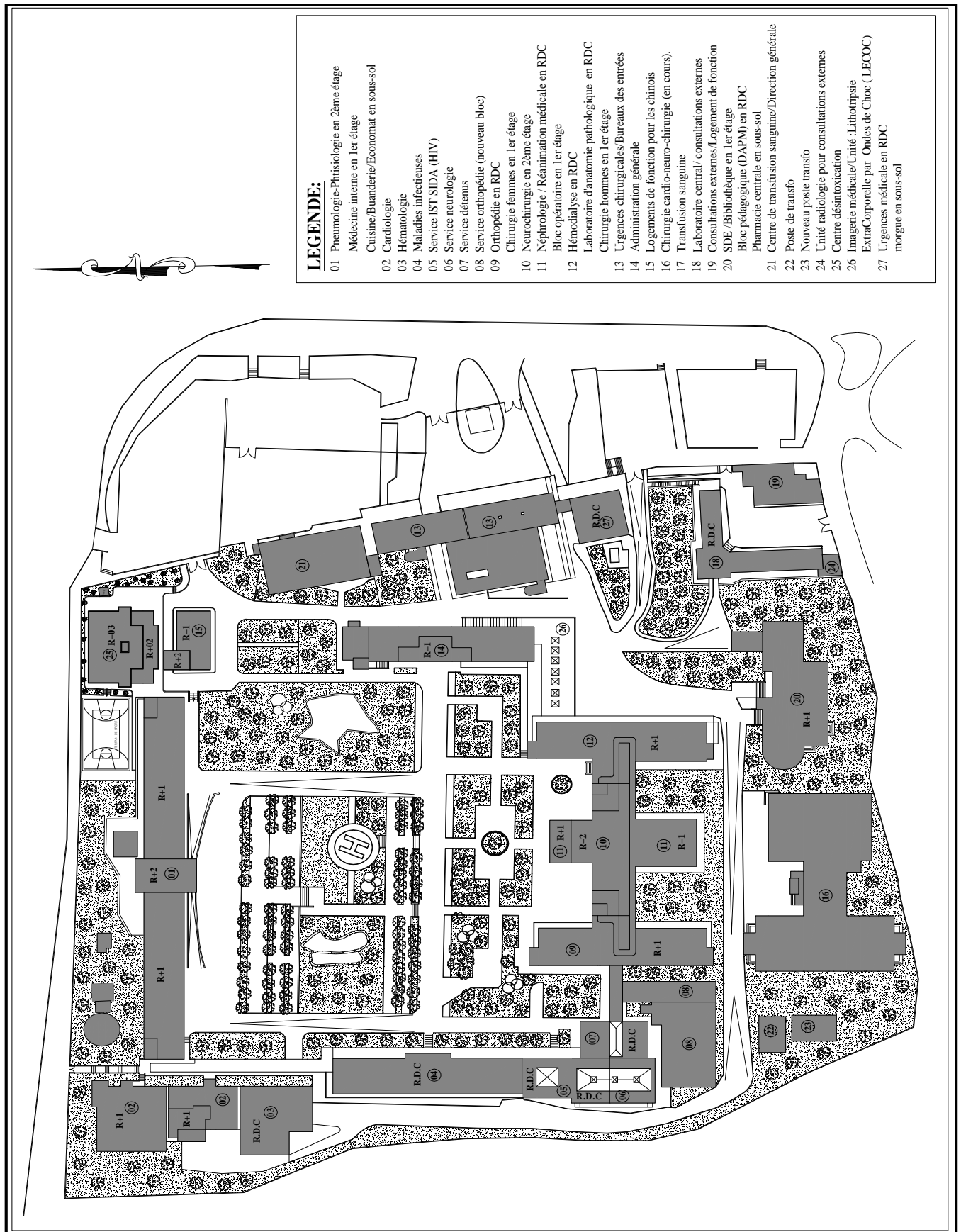


Figure VI. 68. Plan de masse du CHU de Sétif. Actualisé en JUILLET 2011. Source: Relevé réalisé par l'auteur.

VI.2. Hôpital Saint Arnaud à El Eulma « Saroub El Khouthir » :

El Eulma est situé à 27 Km de la wilaya de Sétif, limitée à l'Est par la wilaya de Mila, à l'Ouest par la daïra de Sétif, au Sud par les daïras de Ain-Azel et de Ain-Oulmène, au Nord par la daïra de Ain-El Kebira, à travers les routes nationales N°5 et N°75, on peut atteindre El Eulma.

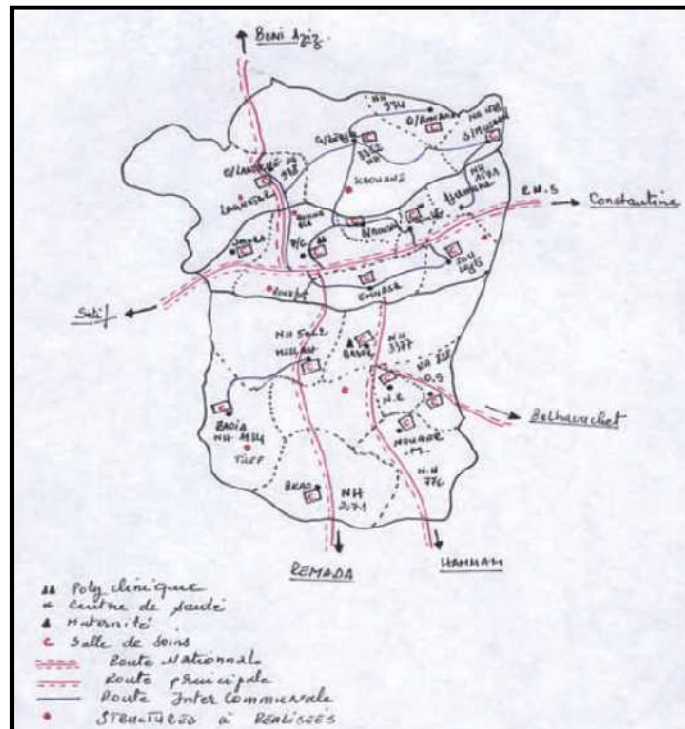


Figure VI. 69. Carte schématique du sous secteur sanitaire numéro 1 d'El Eulma. Source : la DDS de Sétif.

Le secteur sanitaire épouse le territoire administratif de cinq daïras: El Eulma, Bir El Arch, Djemila, Hammam Soukhna et Ain Azel-commune de Beidha Bordj. Il s'étale sur une superficie de : 1699 Km². Il dessert une population de: 343 722 habitants. Il est composé d'un Hôpital, une maternité urbaine, trois polycliniques, un centre de santé, 35 salle de soins, sept maternités rurales intégrées; trois dans des polycliniques, quatre dans les centres de santé, huit unités de dépistage et de suivi (U.D.S) implantées au niveau des établissements pédagogiques et un service du S.E.M.E.P. (Polyclinique El Eulma).

VI.2.1. Données générales : site / situation / rapport de l'hôpital à la ville :

L'hôpital est sis dans la partie centrale de la ville d'El Eulma dans le côté Sud Ouest par rapport à la cité Saint Arnaud; le noyau historique urbain de la ville d'El Eulma. Il a été construit durant la période coloniale, inauguré en 1958 avec une capacité initiale de 100 lits extensible à 400 lits.

Après l'indépendance, et avec la croissance de la demande en soins de la population, la capacité de l'hôpital a été élargie pour atteindre actuellement **184 lits** sur une surface de **25750m²**. Il est limité par la rue du croissant rouge du côté ouest et sud et par le chemin de fer est le nord par la rue de Saïd Ayad. L'hôpital a deux accès un pour le publique et le personnel et l'autre pour les urgences. On remarque une confusion totale entre la circulation piétonne et mécanique, l'insuffisance des aires de circulation et le manque d'espace d'accueil et d'information.



Figure VI. 70. Vue sur l'entrée principale de l'hôpital Saint Arnaud d'El Eulma. Source : Auteur.

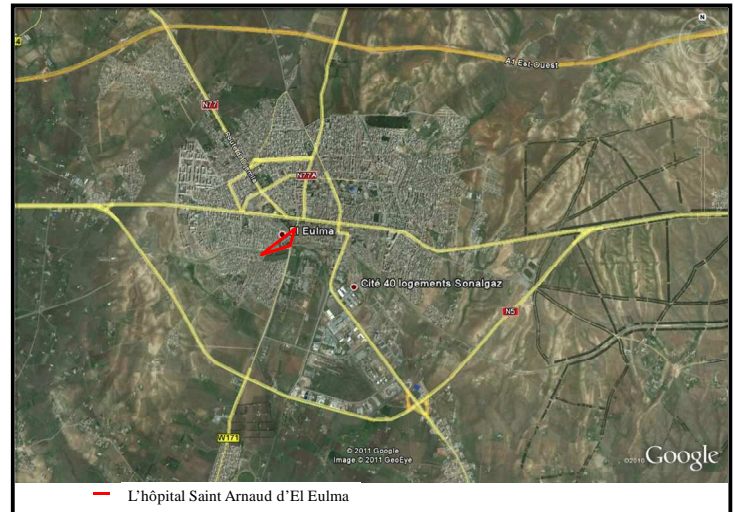


Figure VI. 71. Plan de situation de l'hôpital Saint Arnaud d'El Eulma, 2011. Source : Auteur.

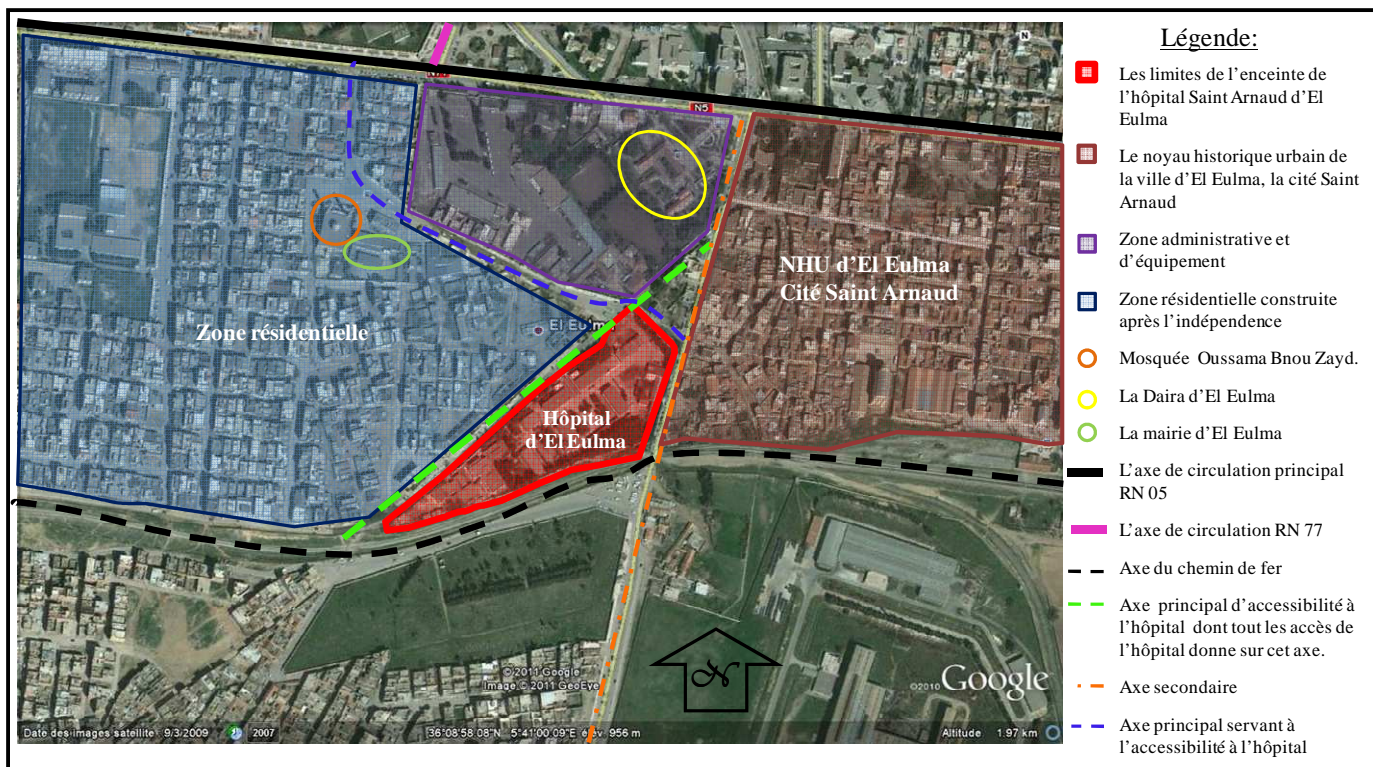


Figure VI. 72. Schéma présentant le contexte immédiat et les grands axes d'accessibilité à l'hôpital Saint Arnaud d'El Eulma, 2011. Source: Auteur.

VI.2.2. Lecture de la structure spatiale : Accessibilité « Structuration de la voirie », Visibilité, repérage et wayfinding :

L'assiette de l'hôpital d'El Eulma présente une forme triangulaire configurée suivant une typologie pavillonnaire de bâtiments modulaires bas, conçue suivant une **échelle non monumentale**, plus « **humaine** ». Une des morphologies horizontales à développement linéaire dont les pavillons sont greffés et branchés sur une « **épine dorsale ou rue hospitalière linéaire** » de desserte qui est l'axe principal; à partir duquel s'articulent éventuellement, à angle droit, d'autres antennes de circulation secondaires. L'assemblage¹ résultant de ces unités s'inscrit donc sur un **réseau en échiquier** qui offre une alternance de pleins (départements) et de vides (**cours** et **patio**) générant un réel potentiel d'éclairage et de ventilation naturels. Ces systèmes d'assemblage modulaires ont également facilités des études de faisabilité des programmes grâce à leur rationalisation maximale à la fois du programme, de la conception et de la réalisation.

En outre, cette composition se caractérise par une grande souplesse d'adaptation aux programmes grâce aux pavillons² éclatés s'élevant sur deux niveaux (R+01), suivant une séparation selon les principes de l'époque : côté hommes et autre pour les femmes, ainsi qu'un fort potentiel d'**évolutivité** permettant des extensions futures sur les espaces extérieurs, où chaque pavillon selon les bouleversements épidémiologiques ou techniques peut également être remplacé ou modifié, sans changer le fonctionnement général de l'ensemble de l'hôpital. En effet, l'hôpital a connu des travaux de rénovation et réaménagement perpétuels pour améliorer l'espace en fonction de l'évolution des techniques de la médecine et suivant la croissance du nombre de la population; mais ça n'empêche pas de soulever et signaler quelques problèmes en ce qui concerne la composition qui est d'un classicisme très rationnel, qui ne laisse aucun contact entre les pavillons et le monde extérieur, ce qui rend la communication entre les pavillons difficile, aussi les frais d'exploitation plus lourds vu que le terrain est étendu donc une assiette foncière importante de 25750m² de surface. Donc, le problème se pose quand ces unités composent un hôpital entier, ils nécessitent des terrains très étendus et plutôt plats.

Quand au rapport à la ville, l'hôpital se traduit par une fragmentation et une autonomie plus importante des bâtiments, devenus dès lors des unités indépendantes, des « les mini- hôpitaux » répartis en fonction des pathologies.

¹ Les unités peuvent se combiner et s'assembler suivant une grande variété de schéma, et de superpositions.

² Pavillons distribués en peigne de part et d'autre d'une cour centrale rectangulaire; les pavillons décentralisés restent dans l'histoire comme origine des premiers principes de rénovation de l'architecture hospitalière.

Du point de vue disposition des services et des pavillons les uns par rapport aux autres, on remarque clairement l'isolement des urgences par rapport aux restes des pavillons sauf avec la chirurgie générale qui est relié aux urgences chirurgicales par un passage technique couvert. En effet, pour que les gens à l'intérieur de l'hôpital atteignent les urgences, il fallait soit traverser le service de la chirurgie générale et par la suite le passage technique pour arriver aux urgences chirurgicales « le bloc opératoire » ou bien faire le tour derrière le bâtiment de la chirurgie générale pour arriver au patio que lui-même donne sur les urgences chirurgicales, ce qui cause dans les deux cas des problèmes de dysfonctionnement énormes; contrôle du flux, confusion des trajets,...etc. Vu que ce pavillon se trouve derrière celui de la chirurgie générale, il n'est pas visible pour les gens, comme il est fonctionnellement éloigné par rapport au bloc opératoire, le laboratoire central ainsi que l'imagerie médicale. En brève la question de l'accessibilité interne en chicane aux urgences médico-chirurgicales, sa visibilité et sa situation pose problème de dysfonctionnement radical.

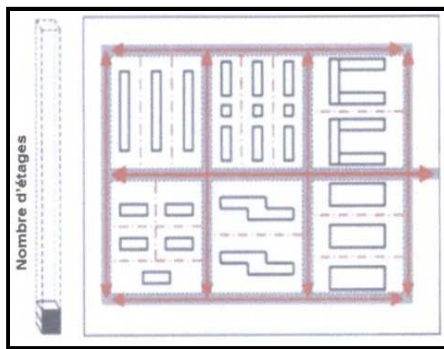


Figure VI. 73. L'hôpital pavillonnaire: Une organisation éclatée en pavillons autonomes; variété de schéma, et de superpositions.
Source : (Ferland, 1999).

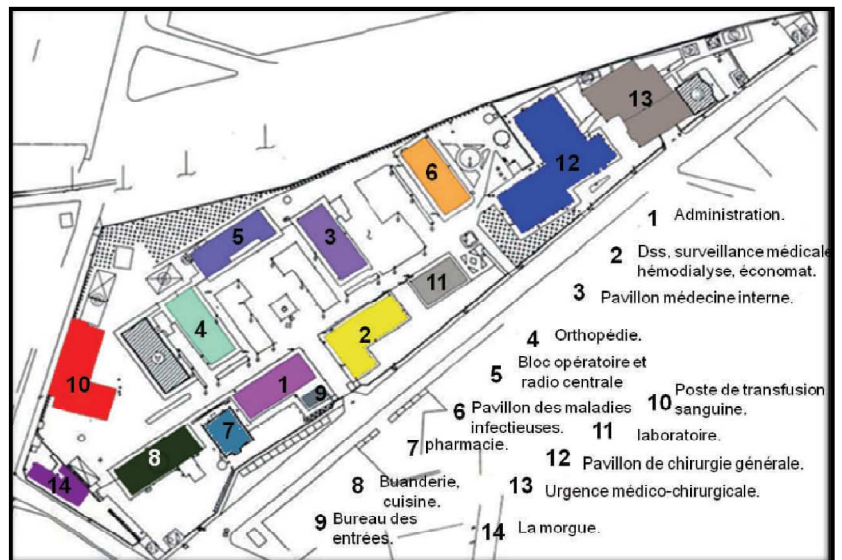


Figure VI. 74. Schéma présentant les différents services composant l'hôpital d'El Eulma. Source: Auteur.

A l'image d'une rue hospitalière, la circulation à l'intérieur de l'hôpital est organisée principalement suivant un axe central qui représente la colonne vertébrale de toute circulation; soit des personnels, des visiteurs, des malades ou circulation technique. Malheureusement, cet axe ne structure que le noyau initial, il ne dessert pas les parties « pavillons » d'extension construites après l'indépendance à l'image des urgences médico-chirurgicales, l'unité de transfusion sanguine ainsi que les annexes.

En outre, on trouve des axes secondaires qui peuvent formés avec l'axe central une structure en damier très claire, qui facilite la circulation, la visibilité et notamment le repérage des gens et leurs wayfinding dans l'espace du sacre hospitalier. Quant à l'intégration des pavillons dans le système, on remarque que le noyau initial est le plus intégré comme il est le plus visible et facilement accessible par rapport aux parties d'extension, notamment celle des urgences médico-chirurgicales qui présente la partie la plus ségréguée dans le système.

Donc, chaque service présente une structure autonome, mais au même temps tisse des rapports de continuité avec le reste des pavillons grâce à la rue principale, sauf le pavillon des urgences qui souffert d'un isolement et un recule par rapport à la structure maitresse de l'ensemble.



Figure VI. 75. Schéma présentant les accès et les grands axes d'accessibilité à l'hôpital Saint Arnaud d'El Eulma, 2011. Source : auteur.



Figure VI. 76. Vue sur l'axe principal de circulation à l'intérieur de l'hôpital Saint Arnaud d'El Eulma, 2011. Source : auteur.



Figure VI. 77. Vue sur l'axe principal de circulation à l'intérieur de l'hôpital Saint Arnaud d'El Eulma, 2011. Source : auteur.

VI.2.3. Etude détaillée des services: configuration, évolution et fonctionnement:

A travers les plans d'archives de la Duc de Sétif et les documents des services techniques et équipements hospitaliers, on a pu distinguer plusieurs zones par ordre chronologique.

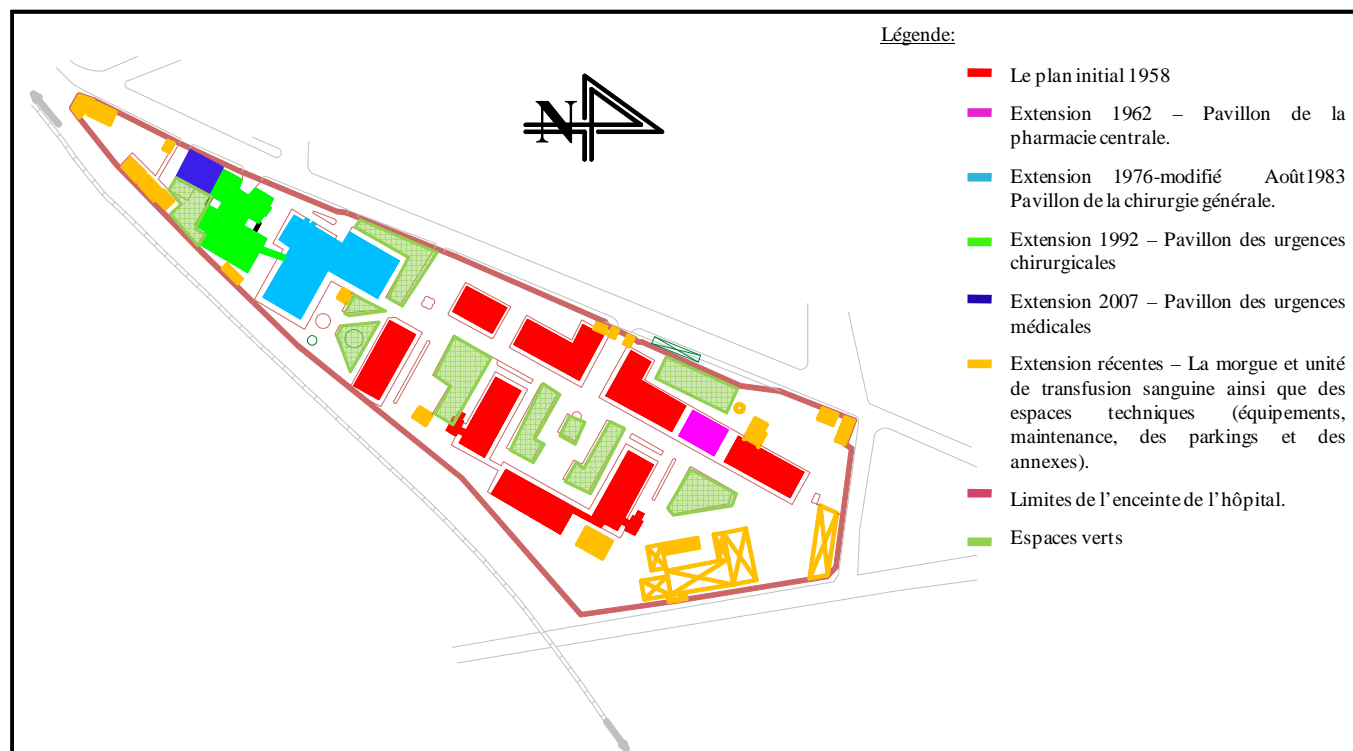


Figure VI. 78. Schéma présentant les différentes zones de l'hôpital Saint Arnaud d'El Eulma, état actualisé en 2011, par ordre chronologique. Source : Auteur.

VI.2.3.1. Zone 01: le plan initial de 1958:

Cette zone représente le noyau initial qui occupe une position centrale dans la composition d'ensemble. La surface initiale fait 18396m². Cette zone regroupe la **logistique médicale**, **hôtelière** et **administrative** dont on trouve le pavillon administratif, les pavillons d'hospitalisation « médecine interne, service des maladies infectieuses, l'hémodialyse et l'orthopédie », ainsi que les services techniques tels que le laboratoire central, la cuisine centrale, la pharmacie centrale et les annexes. La cuisine et la buanderie sont situés dans un seul bloc au côté nord de l'hôpital loin des autres services ce qui pose un problème de transport des repas et de linges au malades hospitalisés.



Figure VI. 79. Plan d'ensemble initial- plan du Rez de Chaussée. Source: Les archives de la DUC de Sétif.

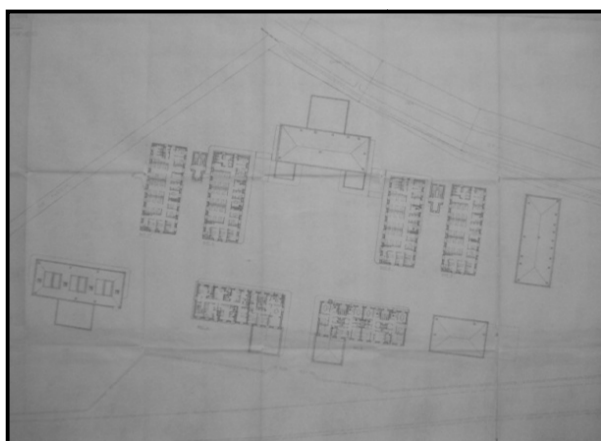


Figure VI. 80. Plan d'ensemble initial- plan de l'étage.
Source: Les archives de la DUC de Sétif.

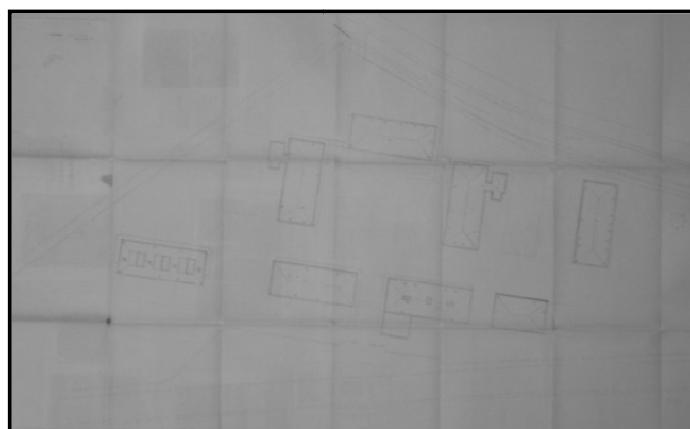


Figure VI. 81. Plan d'ensemble initial- plan de la terrasse. Source: Les archives de la DUC de Sétif.

VI.2.3.1.1. L'administration :

L'administration se situe à l'entrée principale de l'hôpital répartie en quatre blocs qui abritent la direction des services sanitaires, la direction générale, le bureau des entrées et personnels et l'économat.

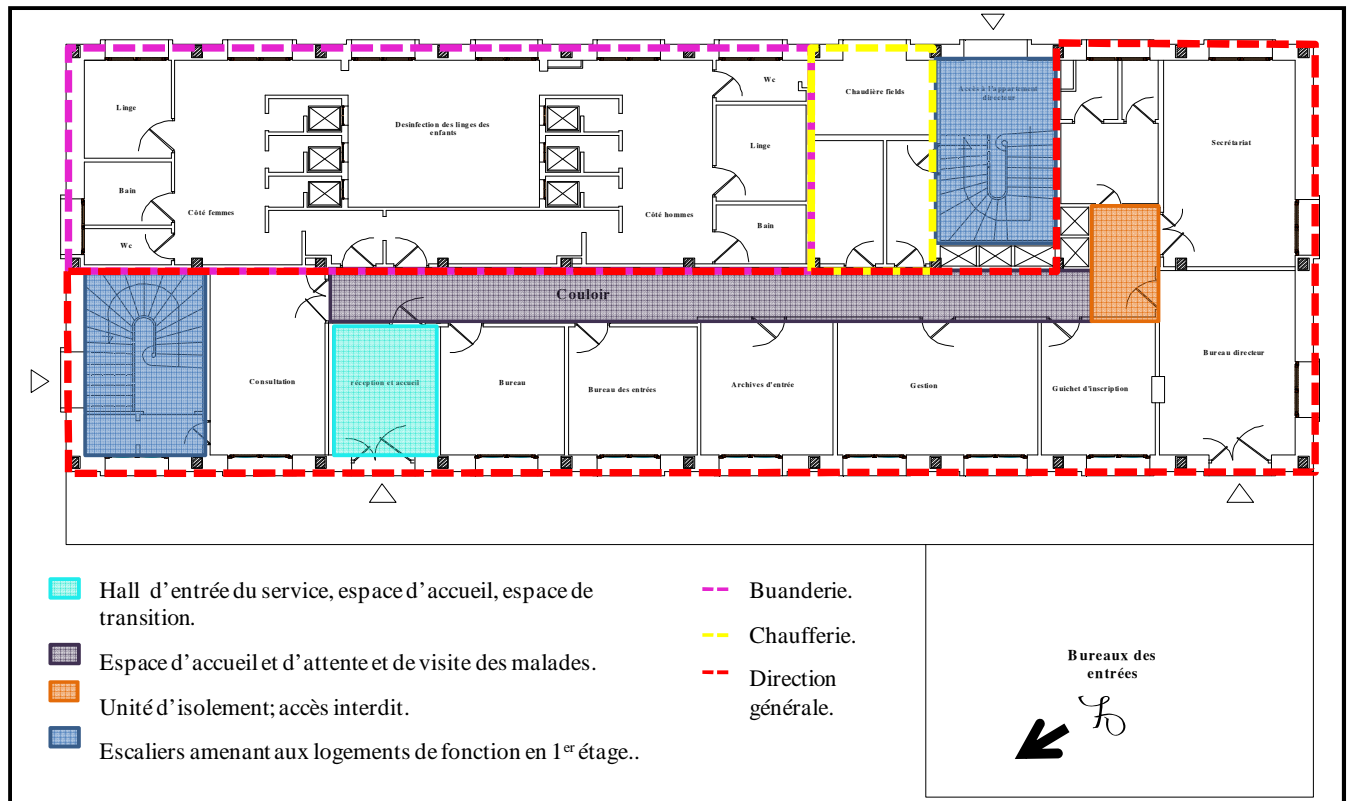


Figure VI. 82. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du pavillon administratif de l'hôpital El Eulma.
Source : relevé réalisé par l'auteur.

VI.2.3.1.2. L'imagerie médicale et le bloc opératoire :

L'imagerie médicale est partagée en une unité au niveau des urgences médicales et une autre au pavillon comportant le bloc opératoire d'orthopédie. L'imagerie médicale est dotée d'une petite salle pour l'accueil et l'attente. Son inconvénient se résume dans sa situation éloignée par rapport aux urgences. Le bloc opératoire se situe près du pavillon d'orthopédie dont il y a une forte relation entre les deux à travers une galerie technique.

Le bloc opératoire souffre de l'absence d'un accès spécifique aux matériels qui se fait généralement à l'aide des guichets, les espaces sont réduits, l'absence des sas et des couloirs de séparation entre la salle d'opération et les autres espaces, manque de vestiaire. En outre, le bloc opératoire souffre aussi du manque des espaces d'attente ou d'accueil des familles.

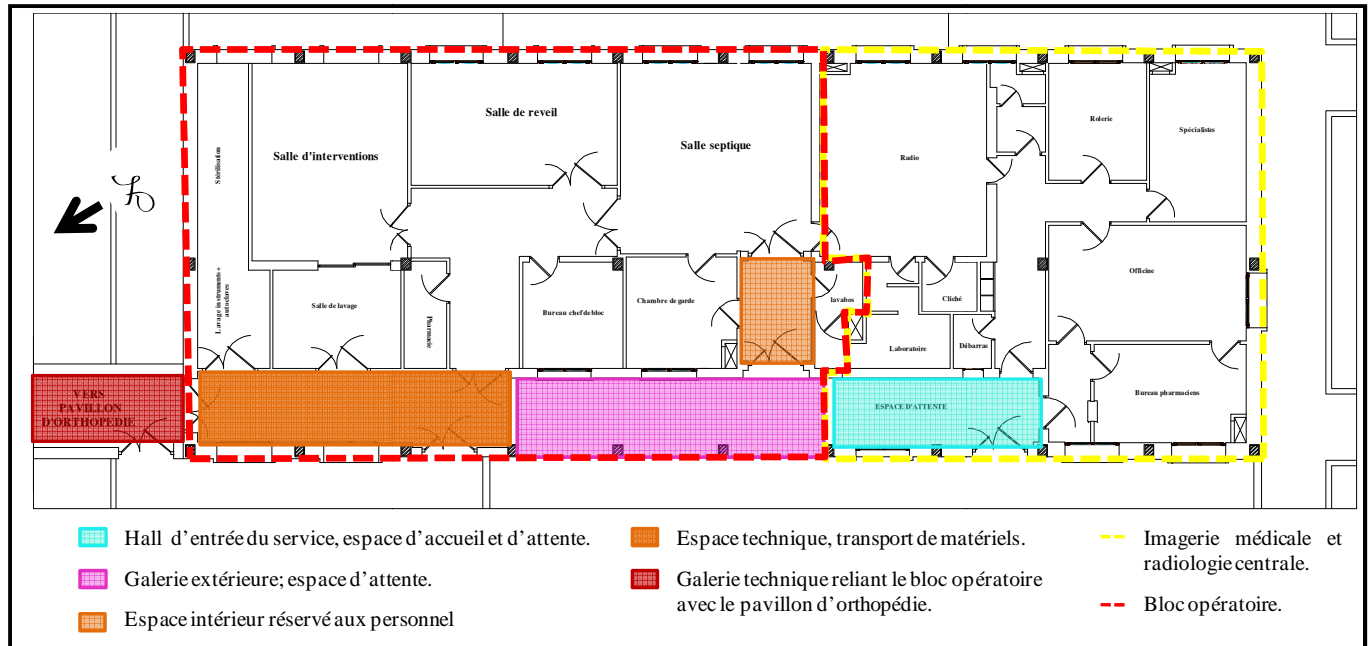


Figure VI. 83. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du bloc opératoire et l'imagerie médicale de l'hôpital El Eulma. Source : relevé réalisé par l'auteur.

VI.2.3.1.3. Les services d'hospitalisation :

L'hôpital contient trois blocs d'hospitalisation; le pavillon de la médecine interne, l'orthopédie et le pavillon des maladies infectieuses. Ces pavillons manquent des salles de stockage de linge salle et propre, et des salles de soin. En outre, le couloir de distribution joue un rôle d'un espace d'accueil, d'attente, et d'orientation des visiteurs et personnels, comme au sein du service, il est le seul espace de détente des malades hors leurs chambres.



Figure VI. 84. Vue sur le hall d'entrée; espace d'accueil du service de la médecine interne –côté hommes-. Source: Auteur.



Figure VI. 85. Vue sur le hall d'accueil du service de la médecine interne –côté hommes-. Source: Auteur.



Figure VI. 86. Vue sur le couloir d'accueil du service de la médecine interne –côté femmes-. Source: Auteur.



Figure VI. 87. Vue sur le couloir d'accueil du service de la médecine interne –côté femmes-.
Source: Auteur.



Figure VI. 88. Vue sur le hall; espace d'accueil du service des maladies infectieuses –côté hommes-. Source: Auteur.



Figure VI. 89. Vue sur le couloir d'accueil du service des maladies infectieuses –côté femmes-.
Source: Auteur.



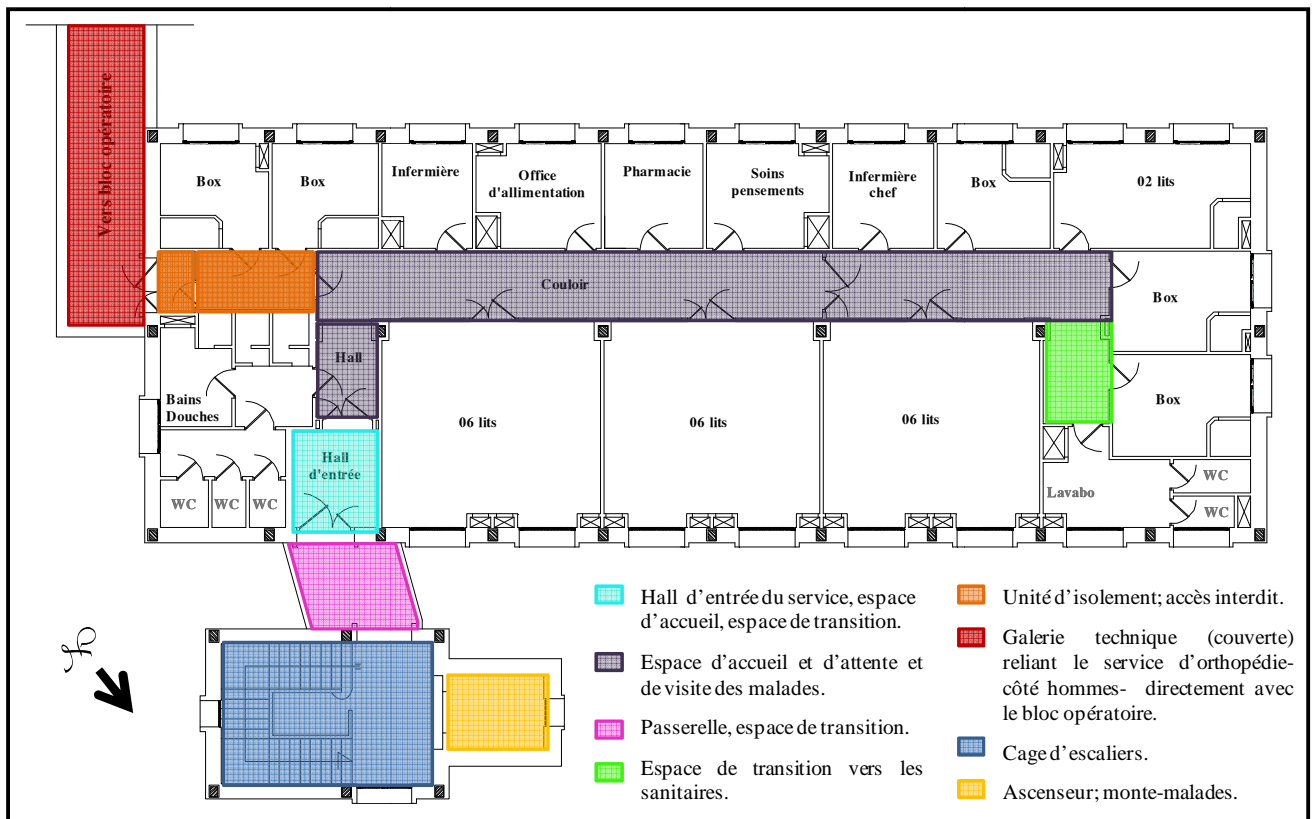
Figure VI. 90. Vue sur le hall d'entrée de secours; espace d'accueil et d'attente du service des maladies infectieuses –côté hommes-. Source: Auteur.



Figure VI. 91. Vue sur le couloir d'accueil du service d'orthopédie –côté hommes-. Source: Auteur.



Figure VI. 92. Vue sur le couloir d'accueil du service de la médecine interne –côté femmes-.
Source: Auteur.



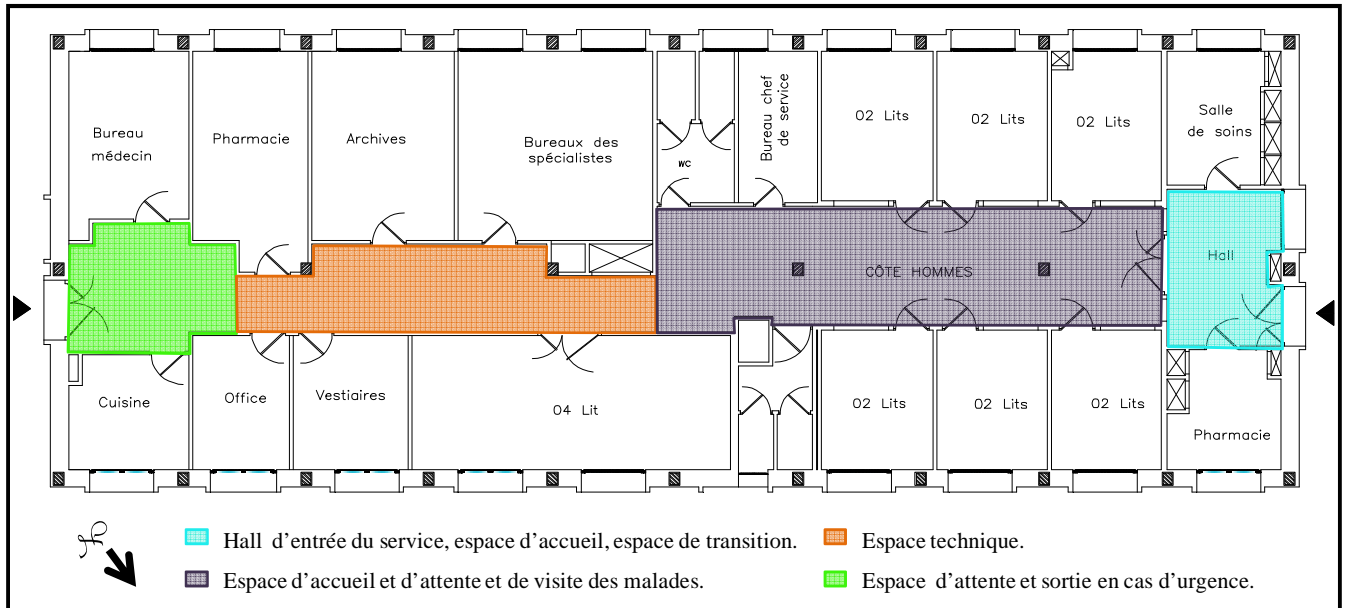


Figure VI. 94. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du service de la médecine interne - côté hommes - de l'hôpital El Eulma. Source : relevé réalisé par l'auteur.

Dans l'ensemble des pavillons d'hébergement, il y a lieu à un hall d'entrée de distribution, d'accueil et d'orientation généralement utilisé comme étant un espace de transition l'intérieur du service notamment vers les chambres des malades.

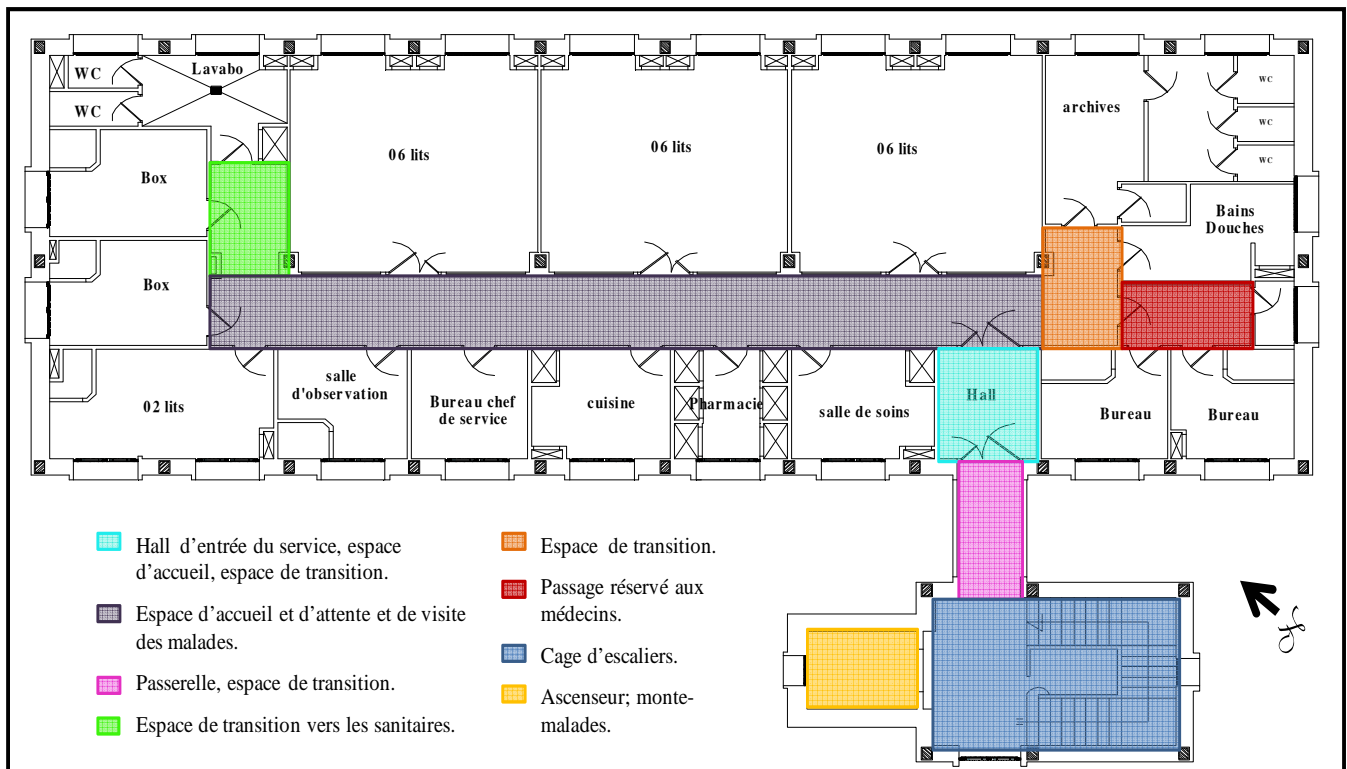


Figure VI. 95. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du service de la médecine interne - côté femmes - de l'hôpital El Eulma. Source: relevé réalisé par l'auteur.

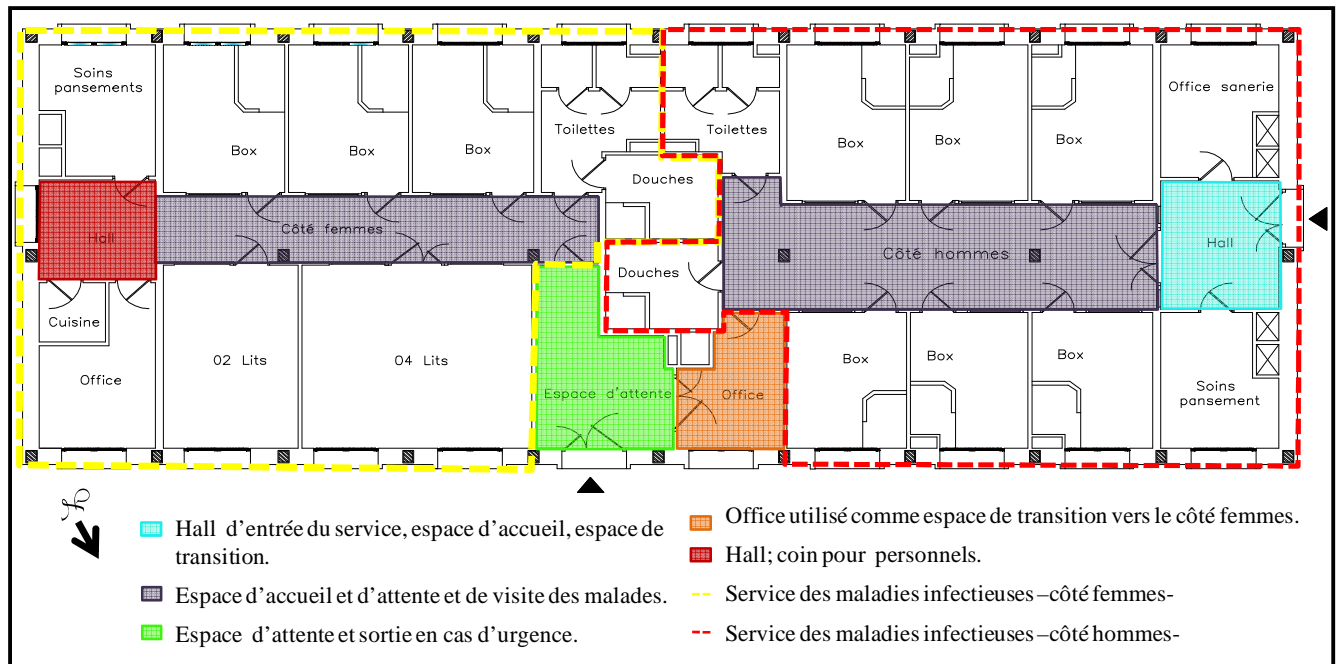


Figure VI. 96. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du service des maladies infectieuses de l'hôpital El Eulma. Source: relevé réalisé par l'auteur.

VI.2.3.1.4. Les espaces techniques :

Les espaces techniques sont réservés aux personnels de l'hôpital. Parmi ces espaces, le laboratoire central qui est un espace aménagé pour faire les examens d'analyses médicales effectuées pour préciser un diagnostic. Doté d'un espace de réception, autre d'attente et une salle de consultations d'urgence, le laboratoire est ouvert au public seulement pendant les matinées.

Aussi, l'unité d'hémodialyse est intégrée à l'économat. Quand au poste de transfusion sanguine, ce dernier est situé isolé à l'extrémité du côté Nord Est de l'hôpital; près de la morgue et espaces annexes (équipements, maintenances,...). Ces espaces sont implantés d'une façon anarchique non organisés au temps où la nécessité fonctionnelle oblige leur regroupement.

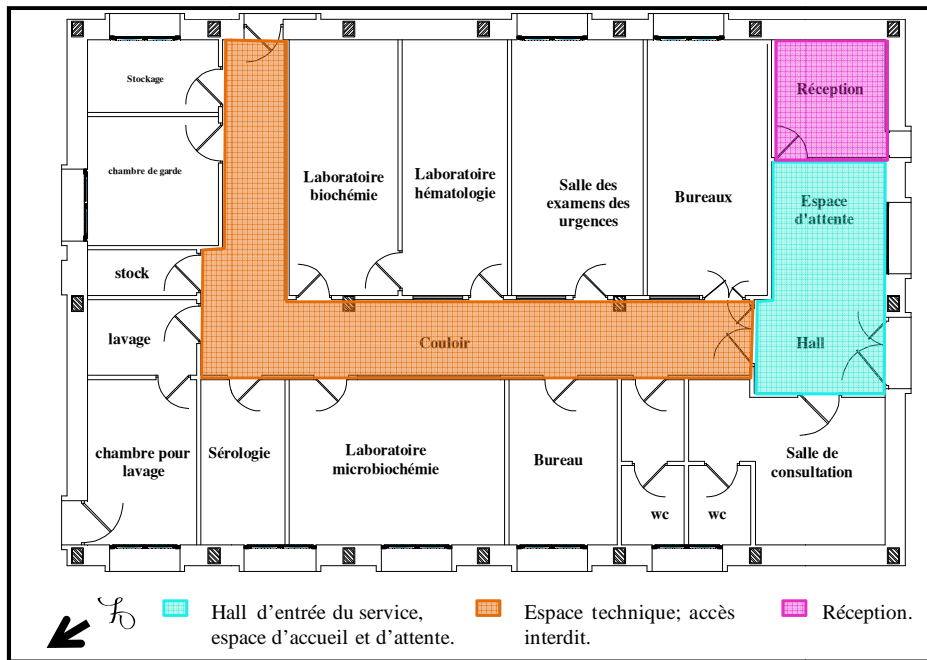


Figure VI. 97. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du laboratoire central de l'hôpital El Eulma. Source : relevé réalisé par l'auteur.

VI.2.3.2. Zone 02: cette zone présente la première zone d'extension; un pavillon de la chirurgie générale, conçue par l'architecte Mohamed SAHRAOUI en Août 1976.



Figure VI. 98. Plan initial du Rez de Chaussée du service de la chirurgie générale. Source: Les archives de la DUC de Sétif.

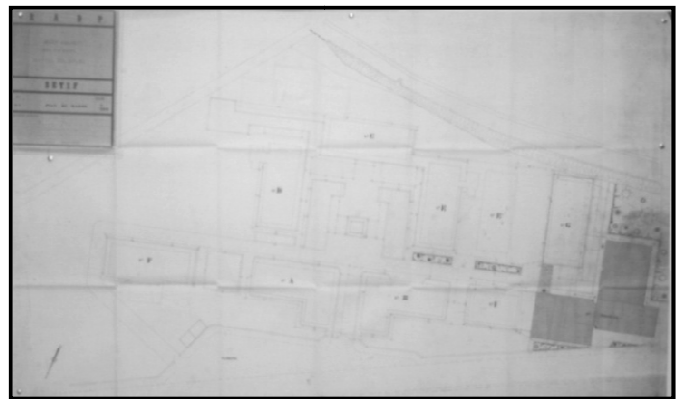


Figure VI. 99. Plan de masse initial avec la zone d'extension. Source: Les archives de la DUC de Sétif.



Figure VI. 100. Vue sur espace d'attente et d'accueil dans le service de la chirurgie générale –côté hommes-. Source: Auteur.



Figure VI. 101. Vue sur le couloir d'accueil du service de la chirurgie générale –côté hommes-. Source: Auteur.



Figure VI. 102. Vue sur le patio dans le service de la chirurgie générale –côté femmes-. Source: Auteur.



Figure VI. 103. Vue sur le couloir d'accueil du service de la chirurgie générale –côté femmes-. Source: Auteur.



Figure VI. 104. Vue sur le couloir d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale –côté femmes-. Source: Auteur.



Figure VI. 105. Vue sur le couloir d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale –côté femmes-. Source: Auteur.

Le pavillon de la chirurgie générale est composé de trois zones, une réservée au bloc opératoire et réanimation chirurgicale, les deux autres zones sont réservées à l'hospitalisation suivant les règles de séparation de l'époque en côté hommes et femmes. La conception initiale fait en sorte de réserver des parties en patios pour l'éclairage, l'aération et la détente des malades.

Malheureusement aujourd'hui et vu le manque de l'espace ces patios ont été transformés en bureaux pour médecins et espace d'attente, seule une partie du patio dans le côté femmes qui a été réservée en tant que telle. Elle est utilisée comme espace de détente des malades et personnels.

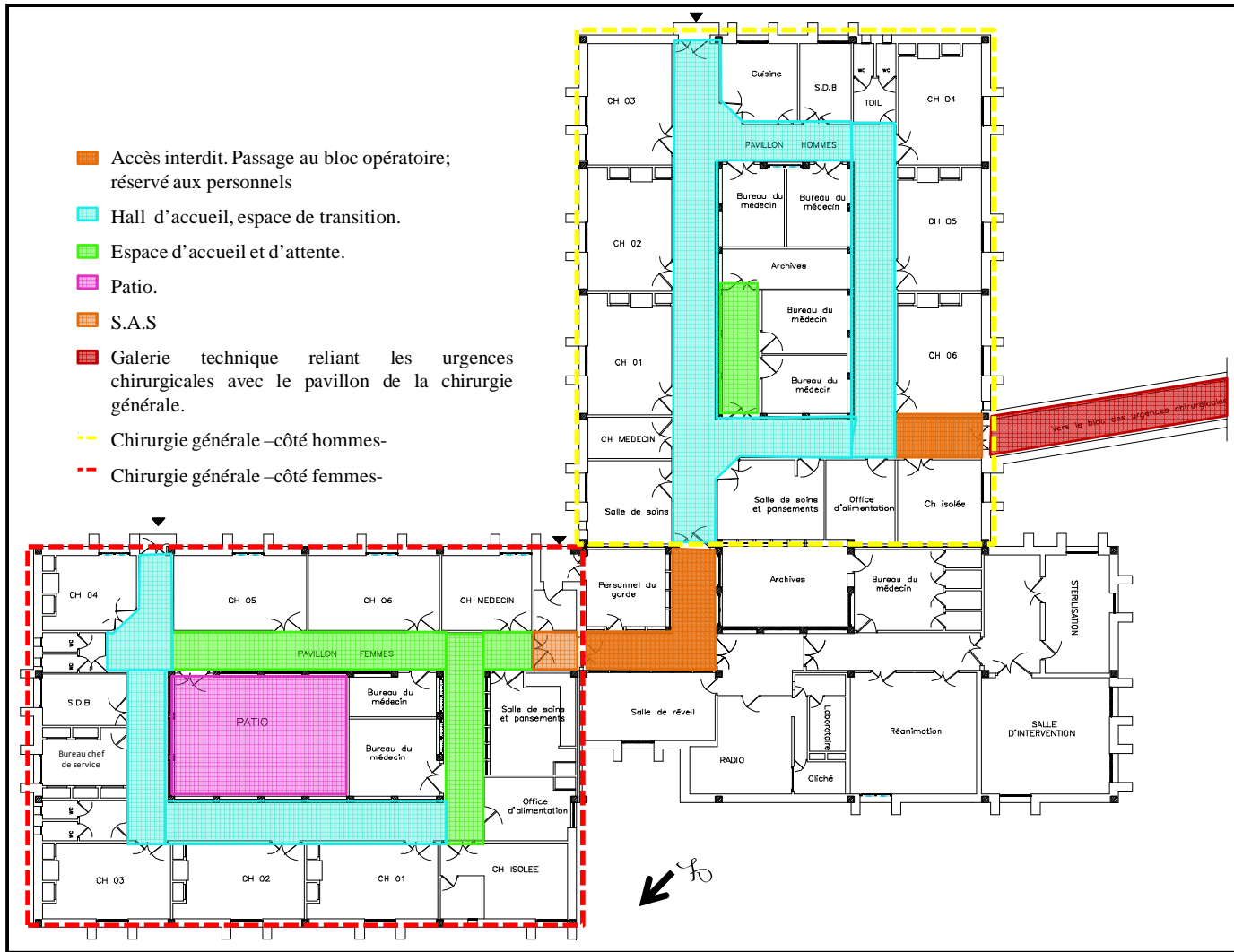


Figure VI. 106. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du service de la chirurgie générale de l'hôpital El Eulma. Source : relevé réalisé par l'auteur.

VI.2.3.3. Zone 03:

Les urgences chirurgicales représentent la deuxième opération d'extension, conçues par les architectes Talbi. A et H. BENREGUIG, en Mars 1992. Les urgences sont situées au côté Sud de l'hôpital avec un accès indépendant. Deux patios sont présents dans la conception initiale et préservés pour mieux éclairer et aérer les espaces. Ces derniers sont insuffisants; notamment les salles de consultation, salles de soins, aires d'accueil et d'orientation et les salles d'attente).

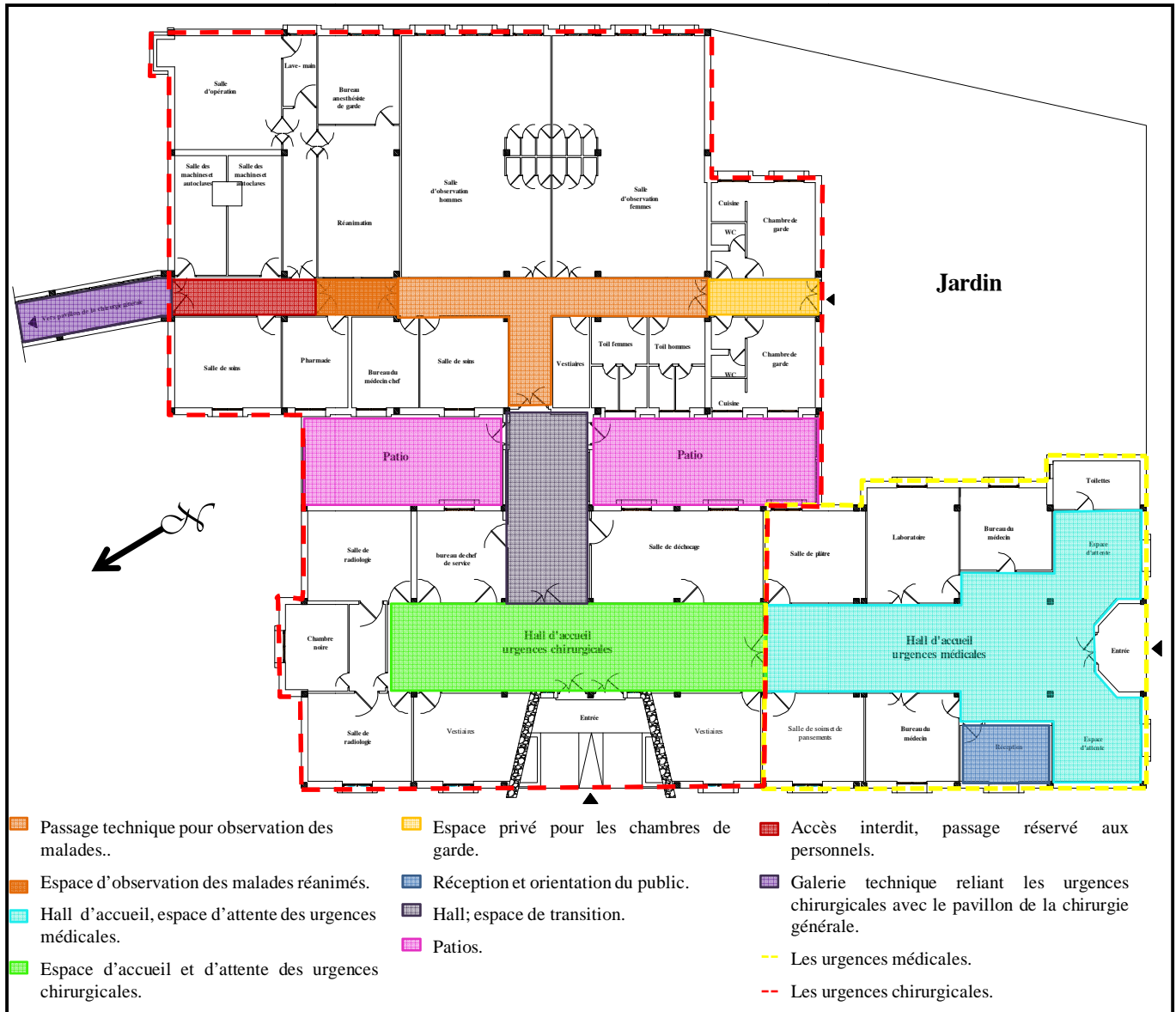


Figure VI. 107. Schéma présentant les différents espaces d'accueil des urgences médico-chirurgicales de l'hôpital El Eulma. Source : relevé réalisé par l'auteur.

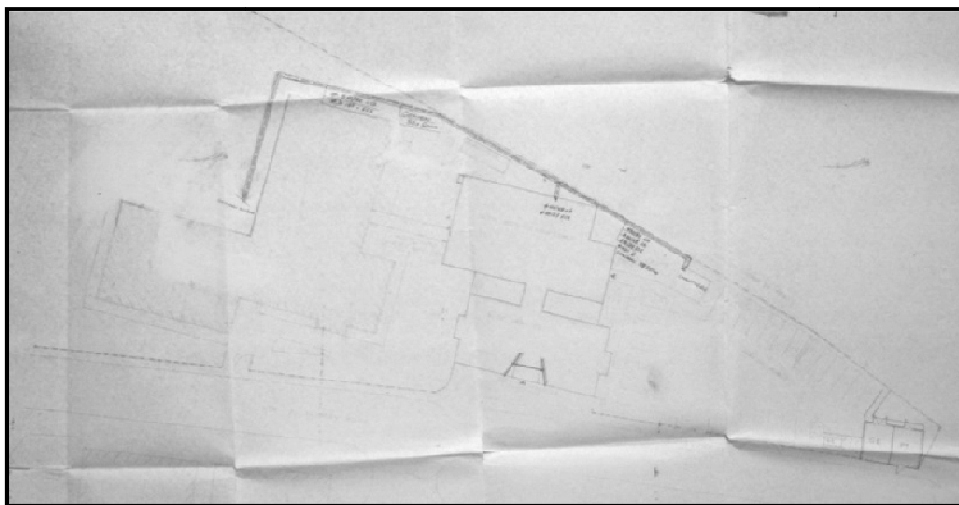


Figure VI. 108. Le plan de masse des urgences chirurgicales et sa liaison avec le pavillon de la chirurgie générale de l'hôpital El Eulma. Mars 1992. Source : Les archives de la DUC de Sétif.

Les halls d'accueil des deux urgences sont éclairés naturellement pendant la journée, mais avec un effet d'éblouissement ressenti très accentué singulièrement aux entrées des urgences. En terme d'accessibilité, une confusion claire entre l'accès mécanique (ambulance) et piétonne. Le plan des urgences est fluide et souple, ce qui peut faciliter le repérage des gens, et leur orientation spatiale.



Figure VI. 109. Des vues sur l'ensemble des espaces d'accueil, d'attente et d'orientation du public aux urgences médico-chirurgicales à l'hôpital El Eulma, 2011. Source : Auteur.

VI.2.4. Discussion « Lecture critique »:

L'étude de l'hôpital d'El Eulma offre l'opportunité d'explorer la typologie pavillonnaire, ses avantages et inconvénients. Parmi les avantages de la typologie en pavillons décentralisés, le potentiel d'éclairage, d'aération et de ventilation naturelle, l'existence de la cour au centre de la composition qui permet d'offrir des belles vues panoramiques, l'évolutivité et les possibilités d'extension futures ou des changements des espaces internes selon les besoins ou le développement de la technique ou de la médecine sans changer l'essence de la conception initiale.

Par contre, on peut soulever plusieurs problèmes dus à la typologie pavillonnaire considérée inadéquate quand au confort des patients et aux conditions de travail à cause des longs trajets en passage en plein air quel que soit les conditions extérieures; en suivant un seul axe de circulation. En effet, on constate une confusion totale entre les trajets des malades, familles et visiteurs, personnels, matériels, repas transportés de la cuisine centrale vers les services, et les traitements arrivant de la pharmacie centrale; tout passe par l'axe central sans distinction des flux et des priorités. Aussi, une mauvaise organisation et emplacement des services qui génère une difficulté de communication entre ces services et un déséquilibre entre la qualité spatiale et les exigences des pratiques médicales de nos jours avec l'absence de certaines spécialités. Difficulté d'adaptation des locaux à la croissance de la demande; capacité de l'hôpital insuffisante ce qui oblige les responsables souvent à des évacuations de malades vers le CHU de Sétif, notamment vers les services d'hématologie, des maladies infectieuses et de la cardiologie.

Quand aux espaces d'accueil, l'ensemble des services du plan initial présentent un hall d'entrée, espace d'orientation et d'attente, et des couloirs de circulation qui représentent à la fois des espaces de travail des personnels et des espaces d'accueil, d'attente, d'orientation et de visite des familles et visiteurs lors des heures de visites.

Au service de la chirurgie générale avec ses deux ailes pour hommes et femmes, l'absence des halls d'accueil, des salles ou espaces d'attente. En effet, l'espace d'accueil « les couloirs » représente à la fois l'espace de circulation du personnel et public, aussi l'espace d'accueil et d'attente des visiteurs. Le côté femme bénéficie d'un patio représentant le seul espace de détente des personnels et malades au sein du service. Le patio aide à éclairer les couloirs et aires d'attente. Au côté hommes de la chirurgie générale, l'élimination du patio en le transformant en des bureaux de médecins a provoquée un déficit flagrant quand à l'éclairage et l'aération des espaces de circulation et d'accueil du public.

Aux urgences, en gardant la relation spatiale et fonctionnelle entre les deux urgences, chacune des urgences médicales ou chirurgicales bénéficient des halls et aires d'accueil, d'attente et d'orientation; qui restent insuffisantes notamment avec le nombre important des accidents au niveau de la RN5. Les halls et espaces de circulation et de travail sont éclairés naturellement soit à partir des fenêtres donnant sur l'extérieur soit par des ouvertures donnant sur des patios, favorisant ainsi la relation des urgences chirurgicale avec l'ensemble des pavillons de l'hôpital.

Du point de vue accessibilité et repérage dans l'hôpital, le seul moyen pour le wayfinding est l'axe de circulation principal à partir duquel, l'ensemble des pavillons se repèrent.

Pour le confort acoustique, un élément très important à citer, celui de l'axe du chemin de fer qui va de paire « en parallèle » avec le mur postérieur d'enceinte de l'hôpital; éloigné par une distance de six (6) mètres au maximum. L'avantage de l'hôpital El Eulma réside dans le fait que le bruit du chemin de fer est ressenti qu'à l'extérieur des services, au temps qu'à l'intérieur le bruit ne se ressent pas grâce à l'épaisseur importante du mur et à la composition des parois en éliminant les ponts thermiques en couvrant les poteaux de l'extérieur et de l'intérieur et le bon choix des matériaux de construction de l'époque (des années 1958).

VI.3. Hôpital Ain Azel :

VI.3.1. Données générales : site / situation / rapport de l'hôpital à la ville :

A la place d'une ancienne forêt, l'hôpital Aïn Azel se sis à la sortie Sud de la ville d'Aïn Azel, accessible principalement grâce à la route nationale **RN 78**. Avec une surface de **41325.814 m²**, l'hôpital dispose à l'origine de 120 lits, actuellement **168 lits**. Vu sa situation, l'hôpital ne tisse pas des rapports avec la ville, il est considéré comme étant un équipement hors la ville, une structure autonome en matière de personnel, matériel et équipements.

L'hôpital Aïn Azel est malheureusement n'est pas visible depuis la route nationale RN 78, mais il est visible et facilement accessible grâce à une rue de desserte dont l'ensemble des entrées et accès de l'hôpital donne sur celle-ci. Cette rue de desserte est efficace pour les gens véhiculés, mais ce n'est pas toujours le cas pour les piétonnes, car c'est une source d'agression des gens vu la situation éloignée de l'hôpital par rapport à la ville.

Sur une grande assiette foncière s'installe l'ensemble des parties constituantes du sacre hospitalier d'Ain Azel, compte tenu le bloc administratif, les logements de fonction avec ses propres aires de jeux, les espaces annexes, blocs techniques et espaces verts qui représentent des aires de détente des malades et personnels.

Avec sa typologie horizontale, sa configuration en blocs reliés par des galeries techniques, l'hôpital d'Ain Azel se sis au centre du terrain entouré par la végétation et les forêts, ainsi par les espaces techniques, le pavillon administratif et le secteur privé. Trois blocs composant l'hôpital d'Ain Azel, dont chaque bloc possède ses propres accès et entrées. L'entrée principale des blocs et des urgences se trouve au niveau du bloc A, tandis qu'au niveau du bloc B se fait l'entrées des visiteurs et personnels. Au niveau du bloc C, on trouve plusieurs accès correspondants à plusieurs destinations; consultations externes, la morgue, la cuisine centrale,...etc.

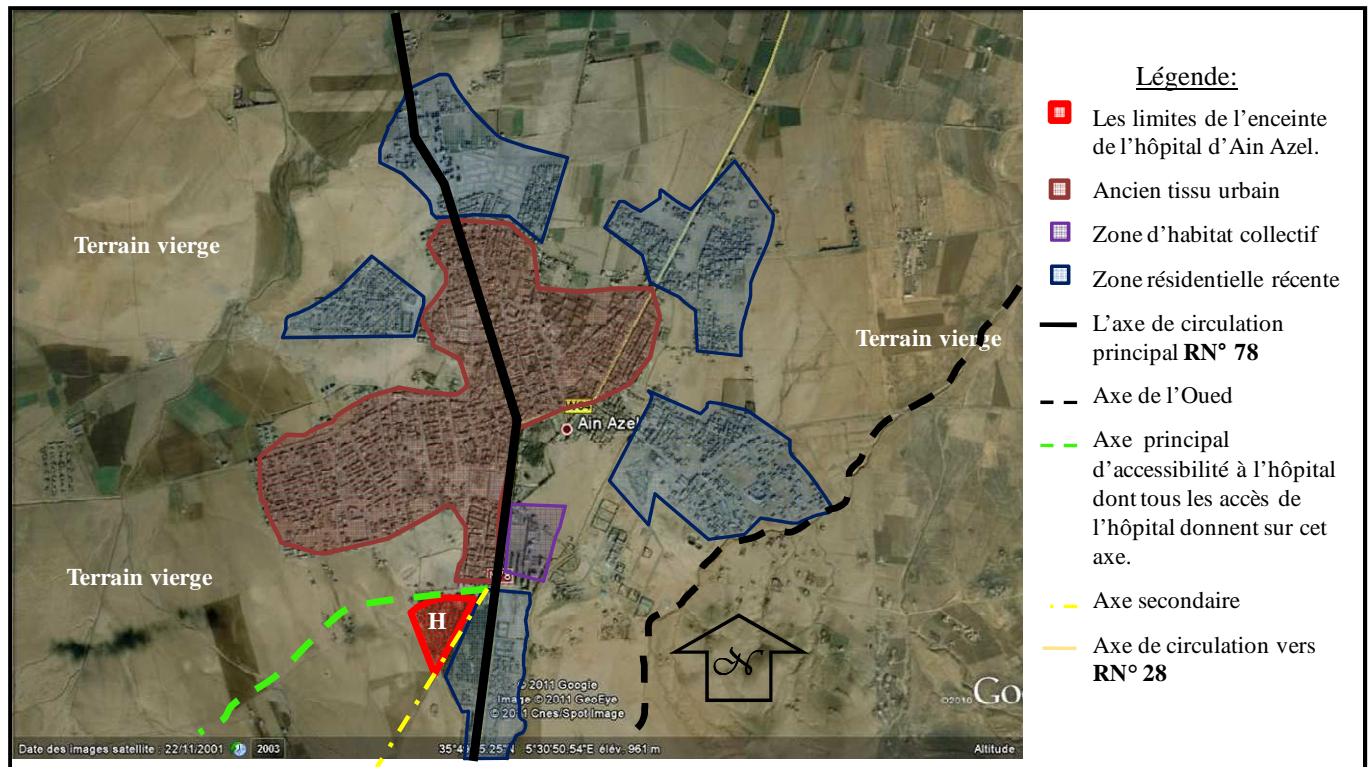


Figure VI. 110. Plan schématisant la situation de l'hôpital d'Aïn Azel, 2004. Source : Auteur.

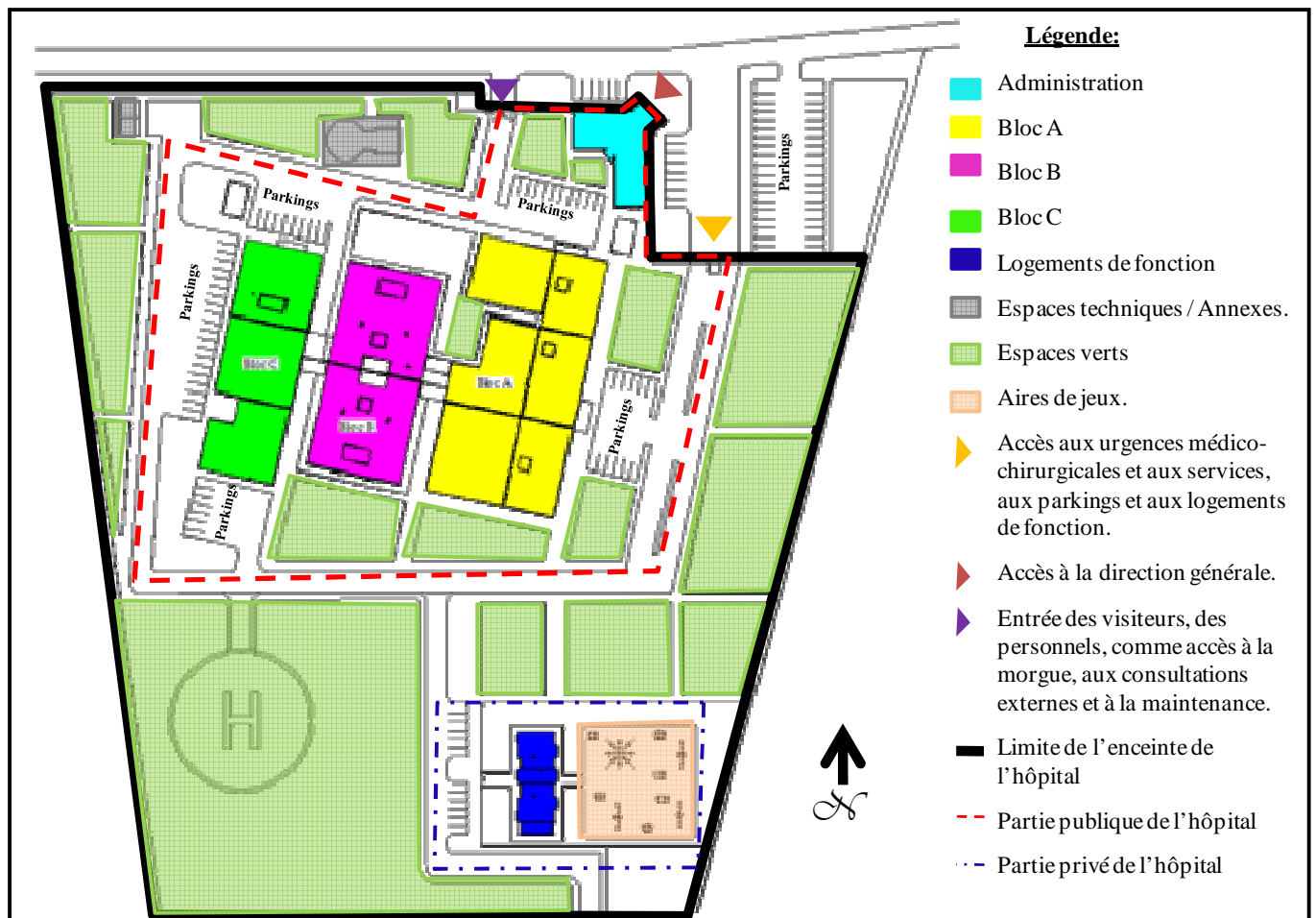


Figure VI. 111. Schéma présentant les différents blocs constituant l'hôpital d'Aïn Azel, 2011. Source : Auteur.

VI.3.2. Lecture de la structure spatiale : Accessibilité « Structuration de la voirie », Visibilité, repérage et wayfinding :

L'accessibilité à l'administration ne pose pas problème parce que le pavillon administratif possède sa propre entrée. Depuis l'entrée principale de l'hôpital, la circulation à l'intérieur de l'hôpital Ain Azel reste périphérique à cause de la typologie de l'hôpital en blocs reliés. En effet, suivant les flux du public et personnels, l'accessibilité se fait principalement suivant trois axes de circulation entourant les trois blocs. Les vides entre les blocs présentant les patios ont généré d'autres axes secondaires de circulation où se trouvent d'autres accès aux blocs à l'instar de l'entrée des visiteurs et personnels.

En parallèle, il y a des axes techniques de circulation réservés aux personnels de l'hôpital (notamment ceux de la maintenance et de la cuisine centrale). Ces axes se trouvent juste derrière les blocs. Les logements de fonction de l'autre côté ont leur propre axe de circulation (côté privé).

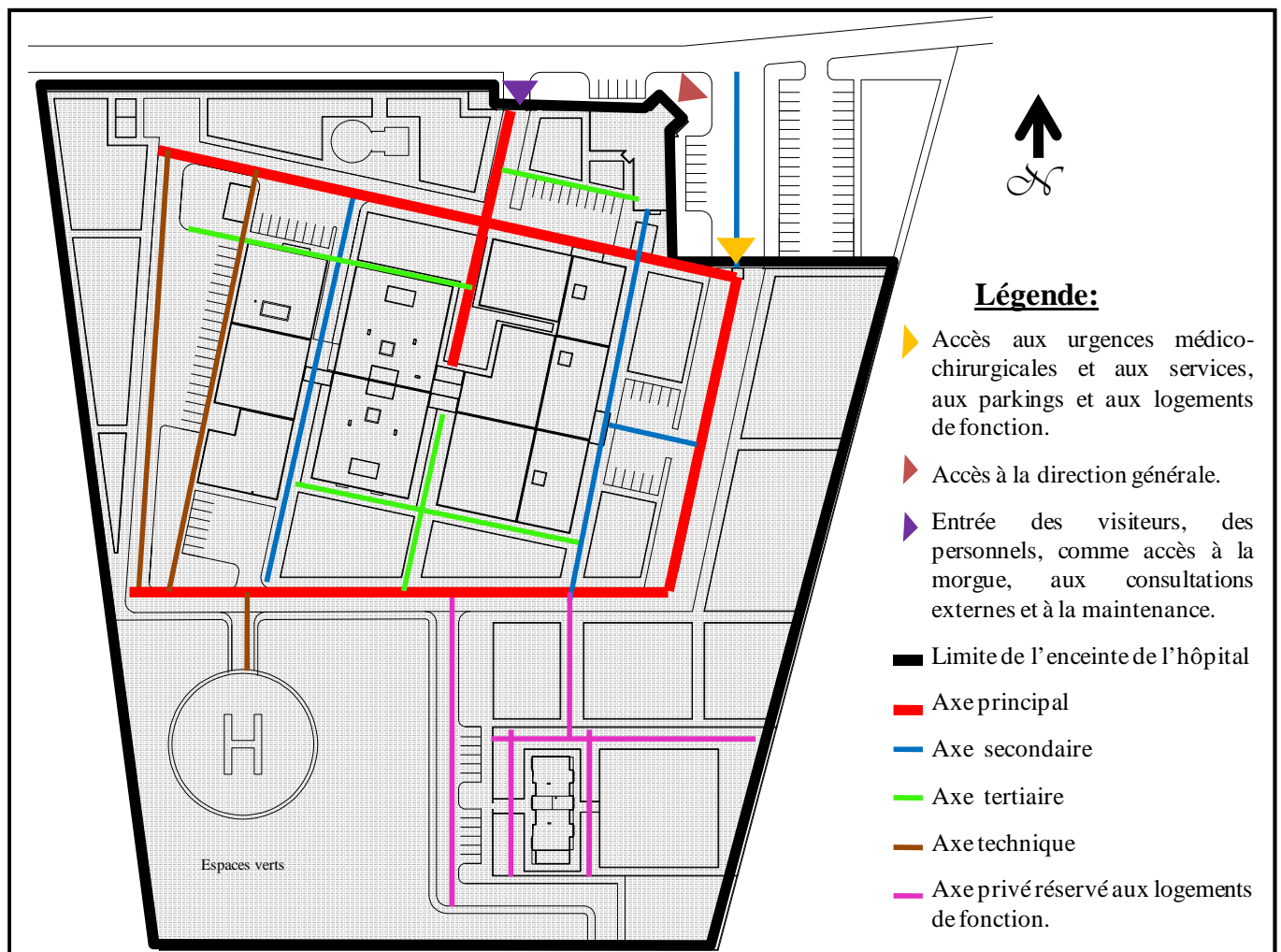


Figure VI. 112. Schéma présentant les accès et les axes de circulation au sein de l'hôpital d'Aïn Azel, 2011.
Source : Auteur.

Dans l'ensemble, l'accessibilité à l'hôpital Ain Azel semble claire et semble facile notamment pour le repérage ou le wayfinding des gens. Le système de signalétique est moyen utilisé pour faciliter l'identification des blocs et accès.



Figure VI. 113. Vue sur l'entrée principale à partir du bloc A de l'hôpital Ain Azel, 2011.
Source: Auteur.



Figure VI. 114. Vue sur l'entrée du bloc A liée à l'administration de l'hôpital Ain Azel, 2011.
Source: Auteur.



Figure VI. 115. Vue sur l'entrée principale des visiteurs et personnels de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.

VI.3.3. Etude détaillée des services: configuration, évolution et fonctionnement:

Grâce aux grands couloirs et halls d'accueil, d'attente et de circulation, les gens peuvent facilement s'orienter dans l'espace et avoir une visibilité claire sur l'ensemble des parties notamment que l'ensemble des corps de l'hôpital est relié. Mais le problème qui se pose en effet, réside dans la gestion du flux du public pendant les moments de visite. Puisque l'ensemble des espaces est ouvert, le public atteint parfois des espaces hautement techniques. Par conséquent, pour bien contrôler l'accessibilité aux services et aux espaces techniques, les gestionnaires de l'hôpital ont décidé d'ajouter des portes de séparation qui restent ouvertes pendant les heures de travail des personnels et se ferment juste pendant les heures de visite.

Au niveau du bloc A, il existe deux entrées, une principale ouverte au public et l'autre pour le personnel et notamment et deux relations internes avec le bloc B. Là où se trouve le plateau médico-technique contenant le service des urgences, le bloc opératoire, l'imagerie médicale et la radiologie centrale, le laboratoire central et la pharmacie centrale, se trouve aussi les bureaux des entrées donnant tous sur une grande galerie publique éclairée naturellement grâce à un système de patios incorporés dans la masse des blocs pour mieux aérer et éclairer les espaces intérieurs. Celle-ci est toujours ouverte au public notamment quand aux consultations d'urgences ou des soins médicaux ou paramédicaux.

La galerie publique présente à la fois un espace d'accueil, de réception, d'orientation, d'information, d'attente et de détente aussi. Elle est éclairée naturellement grâce aux patios dont il n'y a pas recours à l'éclairage artificiel que pendant la nuit. Ouverte spatialement sur l'ensemble des services et secteurs de l'hôpital, cette galerie offre aux usagers de l'espace hospitalier une visibilité très claire sur l'ensemble de l'espace.

La plupart du temps, les usagers pendant les moments d'attente sentent la sécurité et le bien être « confort », mais parfois et notamment dans les jours où les conditions sont défavorable, il y a le risque d'avoir des effets d'éblouissement dus aux forts contrastes ainsi que le mauvais choix des matériaux de construction favorisant les réflexions lumineuses accentuant ainsi cet effet de plus en plus. Cet effet d'éblouissement est soulevé notamment vers les extrémités des longs couloirs de circulation.

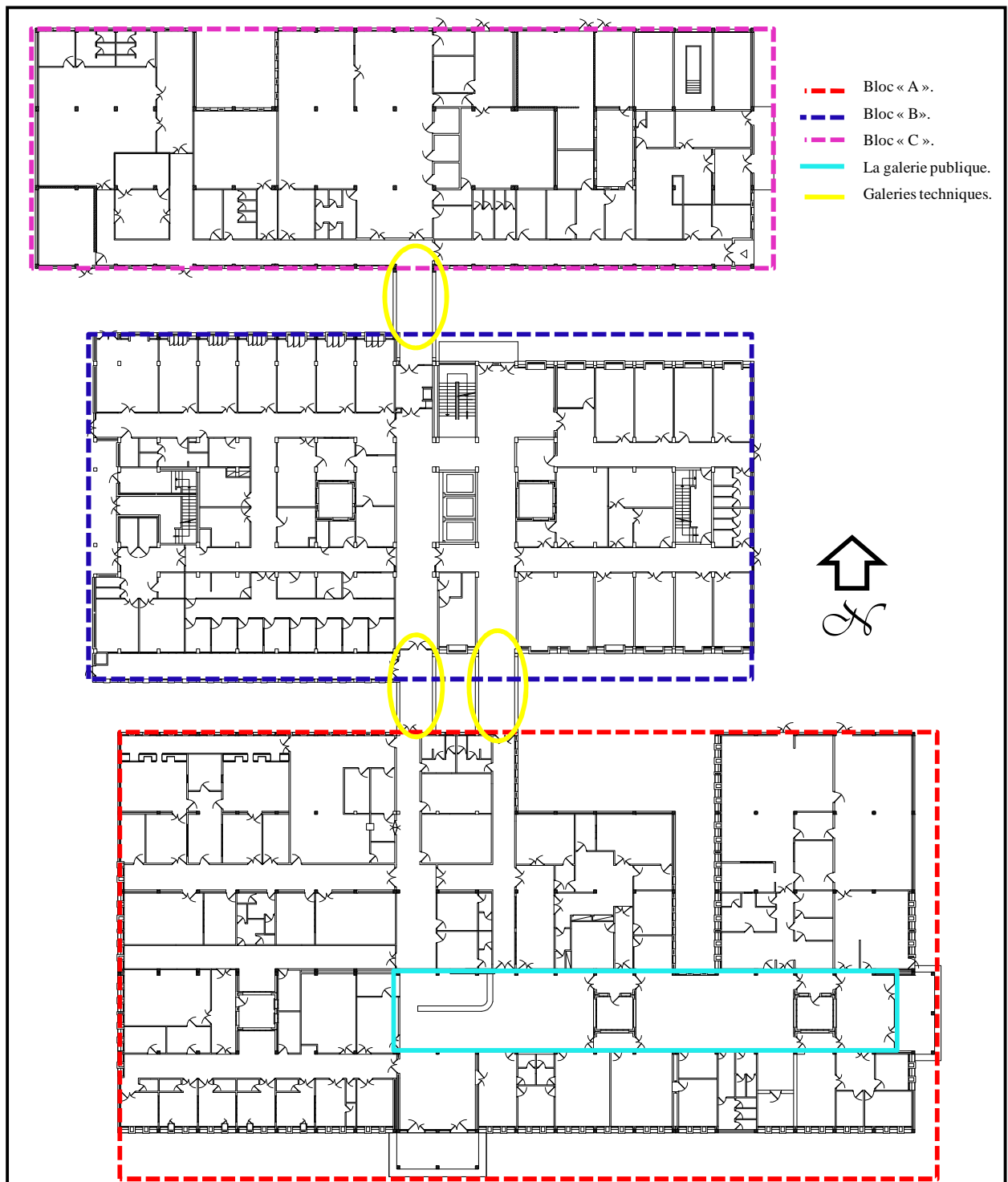


Figure VI. 116. Schéma présentant les trois blocs reliés constituant l'hôpital d'Ain Azel, 2011. Source : Auteur.



Figure VI. 117. Vue sur le hall d'entrée principal du bloc A.
Source: Auteur, 2011.



Figure VI. 118. Vue sur la réception et l'espace d'accueil et d'attente du bloc A.
Source: Auteur, 2011.



Figure VI. 119. Vue sur la réception du bloc A.
Source: Auteur, 2011.



Figure VI. 120. Vue sur la réception et l'espace d'accueil et d'attente du bloc A.
Source: Auteur, 2011.



Figure VI. 121. Vue sur le hall d'accueil et d'attente pour admissions au bloc A.
Source: Auteur, 2011.



Figure VI. 122. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du bloc A.
Source: Auteur, 2011.



Figure VI. 123. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du bloc A de l'hôpital Ain Azel, 2011.
Source: Auteur.



Figure VI. 124. Vue sur l'espace d'accueil des urgences au bloc A de l'hôpital Ain Azel, 2011.
Source: Auteur.



Figure VI. 125. Vue sur l'espace d'accueil des urgences au bloc A de l'hôpital Ain Azel, 2011.
Source: Auteur.



Quand aux moments de visites, les visiteurs ont accès aux services d'hospitalisation directement à partir du bloc B où se trouve l'entrée principale des visiteurs et personnels. Quand aux moments d'accouchements, s'il s'agit des cas d'urgences, l'évacuation des femmes se fait directement à travers une sortie proche du service réservée à cet objectif.



Figure VI. 127. Vue sur la galerie publique couverte ouverte du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.



Figure VI. 128. Vue sur l'entrée des visiteurs et personnels du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.



Figure VI. 129. Vue sur la galerie publique du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.



Figure VI. 130. Vue sur le hall d'accueil et sortie d'évacuation des femmes du service de la maternité-généco-logie du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.



Figure VI. 131. Vue sur la galerie publique du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.



Figure VI. 132. Vue sur la galerie publique du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.



Figure VI. 133. Vue sur le couloir d'accueil du service de pédiatrie du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.

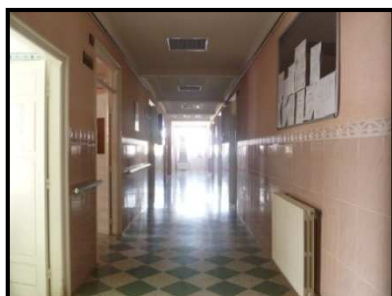


Figure VI. 134. Vue sur le couloir d'accueil du service de la maternité-généco-logie du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.

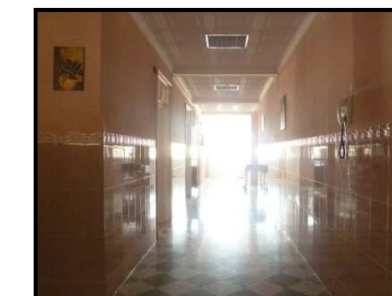


Figure VI. 135. Vue sur le couloir d'accueil du service de la maternité-généco-logie du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.

Parlant du comportement interne du bloc B, l'ensemble des services travaillent en collaboration perpétuelle, dont on trouve au niveau du Rez-de-chaussée, le service de la maternité générale, la pédiatrie et la néonatalogie. Au premier étage se trouve le service de la chirurgie générale avec ces deux secteurs hommes et femmes. Le dernier étage (deuxième plancher) présente le même plan du premier étage « plan type » où se trouve le service de la médecine interne (hommes et femmes). L'accueil du public se fait principalement dans des halls d'accueil et des larges couloirs de circulation.



Figure VI. 136. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du bloc B –niveau RDC de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source : Auteur.

La circulation à l'intérieur du service se fait suivant un système double couloir de distribution. Entre les deux couloirs se trouvent les espaces de travail (salle de soins, de consultation, ainsi que les bureaux et espaces technique; pharmacie, lingerie, archives), les escaliers de secours et les patios pour garder le contact direct avec les autres niveaux et mieux éclairer et aérer ces espaces. Le problème majeur est dans la composante du revêtement du sol (dalle de sol) qui est une texture très glissante et très dangereuse pour les déplacements des usagers.



Figure VI. 137. Vue sur le hall d'accueil du service de la médecine interne du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.

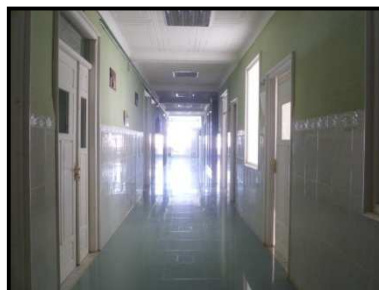


Figure VI. 138. Vue sur le couloir d'accueil du service de la médecine interne « femmes » du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.



Figure VI. 139. Vue sur le hall d'accueil et d'attente du service de la médecine interne « femmes » du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source: Auteur.



Figure VI. 140. Vue sur le couloir d'accueil du service de la chirurgie générale « hommes » du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011.

Source: Auteur.



Figure VI. 141. Vue sur le couloir d'accueil du service de la médecine interne « hommes » du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011.

Source: Auteur.



Figure VI. 142. Vue sur le hall et couloir d'accueil du service de la médecine interne « hommes » du bloc B de l'hôpital Ain Azel, 2011.

Source: Auteur.

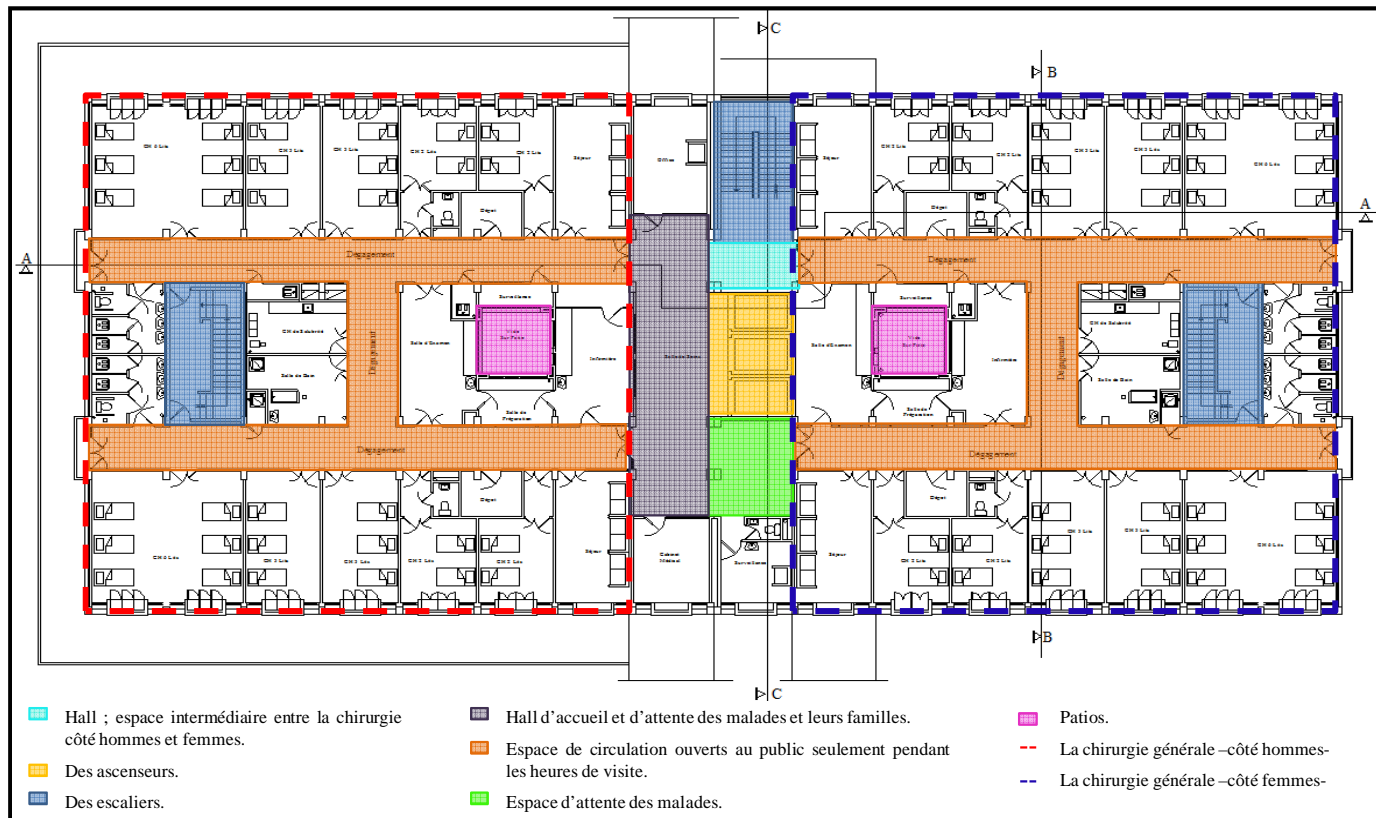


Figure VI. 143. Schéma présentant les différents espaces d'accueil du bloc B –premier et deuxième étage « plan type » de l'hôpital Ain Azel, 2011. Source : Auteur.

Le troisième et dernier bloc est le bloc C présentant l'ensemble des espaces techniques de l'hôpital dont l'accès est réservé exclusivement aux personnels. En parallèle, il existe la morgue et une unité des consultations externes. Celles-ci n'étaient pas prévues dans le plan initial, mais vu les besoins de l'hôpital en matière de consultations externes, il y avait un réaménagement des espaces du bloc C de telle sorte de réserver une partie de la morgue et une autre des magasins de la cuisine centrale pour installer cette unité de consultations externes dont l'accès se fait directement de l'extérieur à partir d'une galerie publique reliant l'ensemble des services et secteurs du bloc C.

VI.3.4. Discussion « Lecture critique »:

L'hôpital Ain Azel bénéficie d'une configuration spatiale³ en bloc qui peut potentiellement présenter un potentiel relativement à la qualité et quantité des espaces d'accueil et d'attente en le comparant avec les autres hôpitaux. La typologie en bloc cherche par principe à favoriser le contrôle des flux et la gestion humaine et matérielle de ce type des espaces, la chose qui reste à vérifier dans le chapitre suivant.

Un des éléments caractéristiques de la composition d'ensemble de l'hôpital Ain Azel est le patio. Les patios au sein des services présentent des poumons pour aérer les espaces, utilisés ainsi pour éclairer et ventiler les espaces internes, tout en gardant la relation au ciel.

Au sein de chaque service, l'accueil et l'attente des usagers se fait dans un hall réservé à l'orientation. Quand aux visites, les flux du public traversent des longs et larges couloirs de circulation pour arriver aux chambres des malades.

Conclusion :

L'étude des trois cas d'hôpitaux à Sétif offre l'opportunité de travailler sur une variété et une diversité de composition, de typologie, de taille, de statut, d'articulation, d'agencement spatial, de nombre et types des services, différences aussi des spécialités, de population, de vocation (locale ou régionale), avec toutes les données que présente chacun des trois hôpitaux datant de différentes périodes chronologiques, mais en parallèle fonctionnant suivant les besoins actuels et orientations contemporaines.

En effet, on a opté pour un choix judicieux qui correspond à l'évaluation et la caractérisation de la visibilité et l'accessibilité visuelle des espaces d'accueil de trois services communs. Ces derniers sont les urgences médico-chirurgicales, la médecine interne et la chirurgie générale afin de caractériser et d'évaluer la visibilité et l'accessibilité visuelle; c'est-à-dire, vérifier si ces espaces offrent réellement une bonne visibilité, perméabilité; souplesse et une forte fluidité fonctionnelle et spatiale au sujet des déplacements et relations fonctionnelles et visuelles internes entre les différents services.

³ **La configuration spatiale :** La configuration spatiale concerne les relations simultanées qui existent entre les parties et qui en constituent la totalité (Hillier & Vaughan, 2006). Une autre définition la présente comme une relation qui prend en compte d'autres relations ; ainsi le configurationnel prend en compte toutes les relations du système spatial relationnel (Hillier, 1996 ; Hillier & Vaughan, 2006). La configuration permet d'établir et de calculer des mesures communes de relationnalité, utilisant la théorie des graphes, entre les différents constituants du système spatial étudié. Elle théorise ces mesures en rapport avec leur potentiel à incarner ou transmettre des idées sociales. Ces calculs sont transformés en des mesures et des représentations spatiales en les reliant à la structure géométriques des espaces étudiés (Hillier & Vaughan, 2006). Les calculs effectués concernent des mesures configurationnelles précises et destinées à exprimer des significations sociales.

En parallèle, on a travaillé sur les plans de masse afin d'évaluer l'accessibilité, le repérage et le wayfinding au sein de l'hôpital.

Notre étude porte donc, sur la simulation des espaces d'accueil, d'attente et de circulation du public, en éliminant tous les espaces techniques et les annexes de l'hôpital, en se basant sur les deux configurations de base existants dans l'ensemble des cas d'étude. Ces deux configurations sont les configurations axiales; tout ce qui englobe les couloirs et les galeries publiques, ainsi que les configurations convexes; présentant les halls, salles et espaces d'attente, espaces d'orientation et d'information du public.

Dans le chapitre suivant, on va présenter les résultats des simulations effectués en utilisant le logiciel de la syntaxe spatiale –DEPTHMAP-, et leurs interprétations.

C hapitre 07:

« Résultats

de la caractérisation de la visibilité

et de l'accessibilité visuelle »

Chapitre 07:

“Résultats de la caractérisation de la visibilité et de l’accessibilité visuelle”

Introduction:

Le corpus d’étude présenté dans le chapitre précédent, présente un ensemble diversifié et hétérogène des services et des spatialités. En effet, pour pouvoir les comparer et les corréler ultérieurement, on a choisi d’étudier à une grande échelle «le plan de masse» et à l’échelle des espaces intérieurs, uniquement trois services communs qui sont «les urgences médico-chirurgicales, le service de la chirurgie générale et celui de la médecine interne».

Le présent chapitre présente les résultats des simulations de la visibilité et de l’accessibilité visuelle de l’espace, faites à la base des plans des trois hôpitaux utilisant le logiciel « **DEPTHMAP** » suivant trois types d’analyse syntaxiques; l’analyse des graphiques de visibilité [VGA], l’analyse convexe et l’analyse axiale (cf. chapitre quatre).

Cependant, pour l’analyse du plan de masse, on a procédé à deux types d’analyses; celle de la **VGA** qui nous indique le degré de visibilité et d’accessibilité visuelle, et celle de **l’analyse axiale** qui indique le degré du choix (efficace aussi pour un souci d’étudier le wayfinding), du contrôle, d’intégration et d’intelligibilité du système. L’objectif étant de comprendre la structure globale du système, déterminer et identifier les grands axes d’accessibilité et leurs degrés d’intégration tout en évaluant la visibilité et l’accessibilité. Aussi, évaluer et quantifier la perméabilité de l’espace et qualifier sa capacité à orienter les gens et à faciliter leur repérage et comportements wayfinding.

A l’intérieur des pavillons, notre application a pour objectif, d’analyser, de caractériser et d’estimer le degré de la visibilité et l’accessibilité visuelle de l’espace d’accueil, d’attente, d’information et d’orientation des gens. En effet, en vue d’atteindre cet objectif, on a choisi d’établir deux types différents d’analyses. Ces dernières sont **l’analyse VGA** « Visibility Graph Analysis » qui donne des résultats concernant la visibilité et l’accessibilité visuelle, et **l’analyse convexe** qui informe le degré d’accessibilité tout court. En parallèle, ces deux analyses peuvent informer la perméabilité de l’espace étudié, évaluer et qualifier la visibilité à partir de ce même espace sur les autres espaces.

Egalement, on présente deux cas particuliers. Le premier correspond au CHU de Sétif, où on aborde la question de l’évolution du plan des pavillons initiaux assemblés au pavillon d’hématologie et de la cardiologie suivant deux schémas; avec et sans ajout de l’unité des détenus (état initial et modifié). L’objectif est de voir si les réaménagements qui se font au niveau du CHU servent-ils réellement à humaniser les espaces d’accueil de l’hôpital, tout en vérifiant l’intégration de ceux-ci par rapport à l’ensemble du système. Le deuxième cas particulier est celui de l’hôpital Ain Azel, où on présente les résultats de la simulation des trois blocs assemblés, pour voir si les espaces d’accueil; notamment la galerie publique, préservent leurs valeurs d’intégration quand l’ensemble des blocs travaillent en collaboration ou non.

Quant à l’analyse VGA, et après importation des plans sous formats (DXF), et insertion d’une grille adéquate, tout en réglant tous les paramètres nécessaires, la simulation des plans est lancée afin d’obtenir des cartes syntaxiques dont les valeurs maximales sont représentées par une couleur rouge et les valeurs minimales par une couleur bleu foncé. Les cartes syntaxiques reflètent un ensemble de mesures syntaxiques. Parmi ces mesures, on va s’intéresser à la connectivité, l’intégration, le contrôle, l’entropie, la Step Depth et enfin construire le graphe d’intelligibilité afin d’avoir le coefficient de régression R^2 . Quand ce coefficient R^2 est supérieur à 0.5, cela veut dire que le système est intelligible e, sinon, il est inintelligible « non intelligible » (cf. chapitre quatre).

Les simulations des plans de l’espace intérieur ont été faites suivants deux conditions; cas des portes ouvertes et fermées. Cette question d’ouverture des portes ou de fermeture a pour objectif de savoir à quel point l’espace d’accueil contrôle l’ensemble des espaces de l’hôpital quelque soient les circonstances, et à quel point les usagers situant dans ce même espace ont une accessibilité visuelle et une visibilité claire sur l’ensemble du système et peuvent au même temps s’orienter et trouver leur chemin dans l’espace; est ce que facilement? Si non « difficilement », pourquoi? Et quelles sont les obstacles?

Vu le temps important des simulations, et pour alléger le volume simulé, on a choisi de séparer les secteurs suivants leurs relations à l’extérieur; c’est-à-dire si le bloc a un accès direct de l’extérieur, dans ce cas là on peut le traiter comme étant une entité à part et par conséquent avoir sa propre simulation avec ses propres mesures sans se référer à l’ensemble du système.

Dans les sections qui suivent, on présente les résultats et les interprétations des plans de masses, ensuite ceux des plans intérieurs des trois services choisis.

VII.1. Cas des plans de masse:

VII.1.1. La mesure du choix:

Dont l’objectif d’étudier le comportement wayfinding et l’orientation spatiale des usagers au sein de l’hôpital, on a procédé à une mesure du degré du choix; c’est-à-dire estimer toutes les possibilités du choix des parcours et itinéraires afin d’optimiser le temps et l’énergie pour se repérer et s’orienter dans l’espace dans le temps et encore pour un souci du wayfinding du sujet (l’usager = l’humain). En d’autres termes, la mesure du choix aide à repérer le maximum de directions, de chemins et de parcours que l’usager a, à choisir dès l’entrée principale de l’hôpital jusqu’à arriver au service ou pavillon destiné. En effet, cette mesure du choix est exclusivement disponible dans l’analyse axiale. Les axes qui acquièrent les valeurs les plus élevées du choix sont en rouges, sinon, ils sont colorés en bleu.



Figure VII. 1. Carte du choix visuel de l’analyse axiale du plan de masse du CHU de Sétif. Source: Auteur.

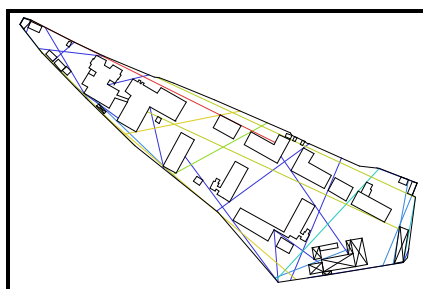


Figure VII. 2. Carte du choix visuel de l’analyse axiale du plan de masse de l’hôpital El Eulma. Source: Auteur.

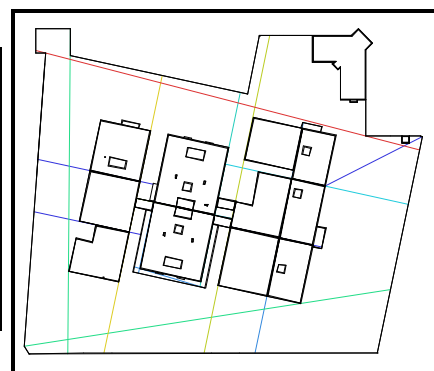


Figure VII. 3. Carte du choix visuel de l’analyse axiale du plan de masse de l’hôpital Ain Azel. Source: Auteur.

La carte du choix du CHU de Sétif présente des valeurs de choix très importantes en comparaison avec les deux autres cartes. En effet, la carte du choix dans le cas du CHU présente d’une façon générale, un axe principal et deux autres axes d’importantes valeurs du choix qui lui sont perpendiculaires, et autres axes diagonaux ayant des valeurs moyennes et faibles.

Cependant, l’axe de très fort choix d’une valeur **217** se situe entre la partie initiale de l’hôpital et la nouvelle partie d’extension; c’est-à-dire celle des urgences médico-chirurgicales et du centre de transfusion sanguine.

D’autres axes de valeurs importantes de choix sont respectivement, l’axe qui s’étend depuis les logements de fonction des chinois jusqu’au laboratoire central (**121**), celui qui se prolonge depuis l’entrée principale jusqu’au service des maladies infectieuses passant à travers le passage sous bâtiment administratif (**143**) et enfin l’axe parallèle au précédent mais du côté derrière le pavillon initial (avec une valeur **159**) reliant le laboratoire central avec les départements de la neurochirurgie

et la cardiologie (sont en cours de construction), le bloc pédagogique et la pharmacie centrale. Les axes inclinés (diagonaux) qui traversant la cour centrale exposent des valeurs moyennes variant de **51** à **64** (en vert). Tandis que le reste des axes sont de faible choix dont les valeurs varient du **3** à **19**.

Par contre la carte du choix de l’hôpital El Eulma présente intégralement trois parties distinctes. La première est celle de la partie initiale de l’hôpital, qui se caractérise par un fort choix généré par l’artère principale se prolongeant de la morgue au service de la chirurgie générale (**156**) et des axes diagonaux se prolongent entre les pavillons (**124** et **176**).

La seconde est celle de la partie d’extension (pavillons des urgences et de la chirurgie générale), où on trouve que le degré du choix est plus faible et presque nul entre les deux services (**0** à **31**). La troisième partie est celle qui relie les nouveaux départements (pharmacie, cuisine, équipement, centre de transfusion, morgue et annexes) dont les valeurs du choix sont aussi faibles variant ainsi du **0** (entre les services annexes) à **47**.

Il aussi à noter qu’il se trouve un axe discret de très fort choix (**237**) parallèle à la voie de circulation externe, situant derrière les pavillons des urgences médico-chirurgicales, la chirurgie générale, le laboratoire central et l’économat. Cet axe correspond au chemin suivi par les personnels et les malades afin de ne pas traverser le service de la chirurgie générale pour atteindre les urgences médico-chirurgicales et vice versa d’aller des urgences vers le reste des pavillons.

L’hôpital Ain Azel à son tour présente, une carte du choix indiquant un nombre très réduit des axes de choix avec des valeurs aussi faibles, c'est-à-dire un nombre limité de possibilité de choix des parcours. L’axe qui présente la valeur la plus élevée du choix est celui qui est parallèle aux entrées de l’hôpital avec une valeur de **2.19**. Contrairement, les axes se trouvant derrière le bâtiment sont ceux qui présentent les valeurs les plus faibles (**1.05**). On remarque que l’écart entre la valeur maximale et minimale est très minime. Aussi, l’ensemble des axes sont parallèles au bâtiment d’hospitalisation. Ceci suggère, que vu sa typologie en bloc, l’hôpital Ain Azel présente un nombre restreint de choix, reflétant un système à circulation périphérique facile quant à l’orientation spatiale et au wayfinding des gens et leurs repérages.

Donc, avec une configuration fragmentée des pavillons d’hospitalisation, les deux hôpitaux (CHU et El Eulma) présentent des multitudes d’axes (parallèles et diagonaux) de très fort choix qui facilitent le repérage et favorise le wayfinding des gens tout en enrichissant le système d’orientation spatiale. Tandis que l’hôpital Ain Azel avec sa typologie en bloc, il présente une circulation périphérique autour du bloc central, ce qui limite le choix (nombre très réduit).

VII.1.2. *La mesure de la connectivité:*

A travers la lecture des cartes de connectivité visuelle correspondant aux analyses axiales et VGA, on remarque de fortes correspondances entre les résultats des deux hôpitaux (CHU et El Eulma), au temps où l’hôpital Ain Azel présente des résultats différents.

Le CHU de Sétif reflète une très forte connectivité centrale (**18196**) correspondant à la situation de la cour centrale (VGA), aussitôt deux axes perpendiculaires d’importantes valeurs de connectivité (**11**) dans la carte axiale correspondant aux principaux axes de circulations. Le premier axe se prolonge de l’entrée principale au service des maladies infectieuses, et le second du centre des intoxications à la pharmacie centrale. Cependant, il y a d’autres axes diagonaux de connectivité qui passent par la cour centrale exposant des valeurs de connectivité aussi importantes (**7 à 10**). Dans les deux cartes (VGA et axiale), les espaces qui sont les moins connectés se trouvent derrière les bâtiments. En effet, tous les bâtiments qui ne donnent pas sur la cour centrale (qui n’ont pas un rapport direct avec) semblent à faible connectivité dans la carte VGA (**19**), correspondant ainsi aux axes en bleu situant derrière les pavillons notamment ceux derrière les pavillons de la médecine interne et des cliniques de la cardiologie – hématologie, qui présentent une valeur de connectivité égale à **2**.

L’hôpital El Eulma, à son tour, présente une forte correspondance entre les résultats de la VGA et ceux obtenus de l’analyse axiale. On trouve que dans les deux cartes de connectivité, l’artère principale (l’axe principal de circulation) présente les valeurs les plus importantes (9 -axiale- et 7085 -VGA-). Tandis que la nouvelle partie d’extension (urgences et chirurgie générale) présente les valeurs de connectivité les plus faibles (1 à 5 -axiale- et 238 à 1209 -VGA-).

L’hôpital Ain Azel présente dans la carte axiale de la connectivité trois axes les plus connectés (5) dont un parmi les trois correspond à l’axe de plus grand choix se trouvant parallèle aux entrées de l’hôpital, tandis que les deux autres axes traversent le bloc central dans ses parties reliées par des galeries techniques. Deux autres axes donnant sur les logements de fonction de moyennes valeurs de connectivité (4). Tandis que les axes se trouvant derrière le bloc C sont les moins connectés par rapport à l’ensemble (2).

Quant à l’analyse VGA, l’hôpital Ain Azel présente deux angles représentant les points les plus connectés présentant les valeurs les plus élevées dont les valeurs moyennes des deux zones sont (8090 et 8734) et la valeur maximale de la connectivité est de l’ordre de 8868. Tandis que les espaces les moins connectés dans le système sont les patios et les espaces entre bâtiments qui présentent des valeurs minimales de connectivité (136).

Dans l’ensemble, les espaces les plus connectés sont ceux de la cour centrale (cas du CHU), de l’axe central principale (cas de l’hôpital El Eulma) et aux angles autour du bâtiment (dans le cas de l’hôpital Ain Azel). Tandis que les espaces les moins connectés présentant les valeurs minimales sont généralement les espaces qui n’ont pas un rapport direct avec l’ensemble des autres espaces connectés dans le système, ils se trouvent derrière les bâtiments (cas du CHU et d’El Eulma), mais dans le cas d’un hôpital en bloc, ces espaces se manifestent dans les vides (patios et cours intérieures) entre bâtiments.



Figure VII. 4. Carte de connectivité visuelle de l’analyse axiale du plan de masse du CHU de Sétif.
Source: Auteur.

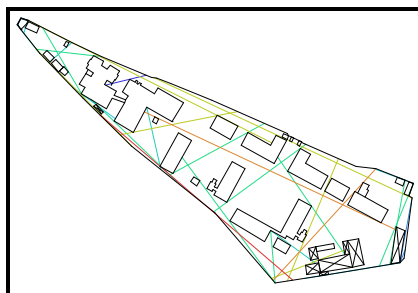


Figure VII. 5. Carte de connectivité visuelle de l’analyse axiale du plan de masse de l’hôpital El Eulma.
Source: Auteur.

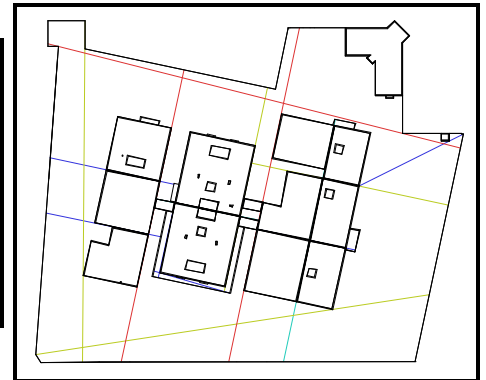


Figure VII. 6. Carte de connectivité visuelle de l’analyse axiale du plan de masse de l’hôpital Ain Azel.
Source: Auteur.



Figure VII. 7. Carte de connectivité visuelle de l’analyse VGA du plan de masse du CHU de Sétif.
Source: Auteur.

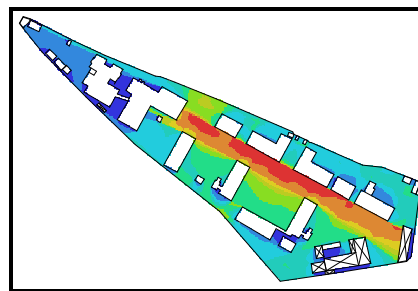


Figure VII. 8. Carte de connectivité visuelle de l’analyse VGA du plan de masse de l’hôpital El Eulma.
Source: Auteur.

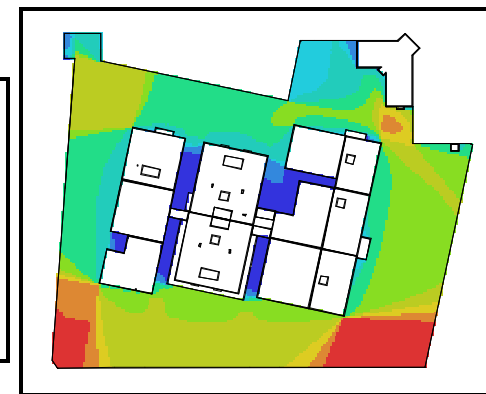


Figure VII. 9. Carte de connectivité visuelle de l’analyse VGA du plan de masse de l’hôpital Ain Azel.
Source: Auteur.

VII.1.3. La mesure de l’intégration:

Les axes les plus intégrés dans les trois cartes axiales d’intégration visuelle correspondent aux axes les plus connectés présentant au même temps les valeurs les plus élevés du choix. Les valeurs qui accompagnent ces axes sont respectivement: 5.52 dans le cas du CHU de Sétif, (2.61 et 2.79) les valeurs des axes diagonaux dans le cas de l’hôpital d’El Eulma et enfin 2.19 pour le cas de l’axe le plus intégré dans l’hôpital d’Ain Azel, tandis que les axes les plus ségrégués (valeurs minimales)

sont ceux qui se trouvent derrière les bâtiments; des espaces techniques dans le cas du CHU (1.08 à 1.35) et hôpital El Eulma (1.15 à 1.52) et des axes principaux de circulation pour le cas de l’hôpital Ain Azel (1.05 et 1.19).

Pareillement, les cartes d’intégration visuelle obtenues de l’analyse VGA présentent ainsi des différences facilement percevables notamment dans les deux cas d’hôpitaux (CHU et Ain Azel), qui présentent des cores d’intégration (centre d’intégration visuelle) occupant les angles. Dans le cas du CHU, le core d’intégration (18.67) prend une situation d’angle par rapport à la cour centrale, exactement entre les logements de fonction des chinois et le pavillon du centre de transfusion sanguine. Ce point est semble stratégique du fait qu’il permet d’avoir une vue lointaine générale et ouverte sur la plupart des départements du CHU, sauf ceux qui se trouvent derrière le pavillon initial; ceux-ci ne peuvent pas être perçus à partir de ce point parce qu’ils sont en réalité en ségrégation totale par rapport au reste des pavillons d’hospitalisation du CHU. Cependant, ces espaces ségrégués représentent les valeurs minimales d’intégration visuelle qui sont de l’ordre de (3.96).

Le core d’intégration de l’hôpital Ain Azel, prend un des angles représentant aussi les valeurs maximales de connectivité. Ainsi, les valeurs maximales d’intégration vont de l’ordre de 22.08 en moyennes (22.55 étant la valeur maximale). Tandis que les patios et espaces entre les blocs A, B et C sont les espaces les plus ségrégués exposant des valeurs minimales de l’ordre de 4.71.

D’un autre côté, seuls les résultats de l’hôpital El Eulma qui présentent des différences par rapport aux deux cas précédents avec ces deux axes diagonaux passants entre les pavillons d’hospitalisation reflétant -dans la carte axiale- les axes les plus intégrés (2.61 et 2.79) dans l’ensemble du système. Ces deux axes ne correspondent pas dans la carte d’intégration de l’analyse VGA, à l’axe principal (artère principale de circulation) qui acquière les valeurs maximales (15.02). Les espaces ségrégués de l’hôpital reste dans les deux cartes; axiale et VGA, ceux de la partie d’extension -les urgences et la chirurgie générale-, dont les valeurs minimales dans l’analyse axiale varient entre 1.15 et 1.50, et dans l’analyse VGA (3.46).

A travers la lecture de l’ensemble des cartes syntaxiques de l’intégration visuelle de l’analyse axiale ou VGA des plans de masse des trois hôpitaux, on trouve qu’il y a des correspondances entre les résultats du choix, de la connectivité visuelle et ceux de l’intégration visuelle qui indiquent qu’un espace à fort degré du choix favorisant le repérage, l’orientation spatiale et le wayfinding des usagers, peut aussi être l’espace le plus connecté et le plus intégré visuellement.



Figure VII. 10. Carte de l'intégration visuelle de l'analyse axiale du plan de masse du CHU de Sétif.
Source: Auteur.

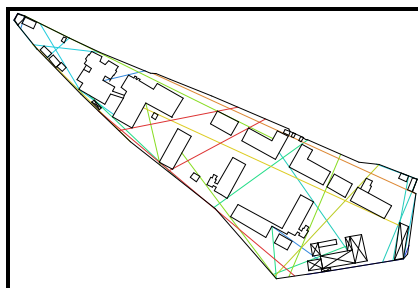


Figure VII. 11. Carte de l'intégration visuelle de l'analyse axiale du plan de masse de l'hôpital El Eulma.
Source: Auteur.

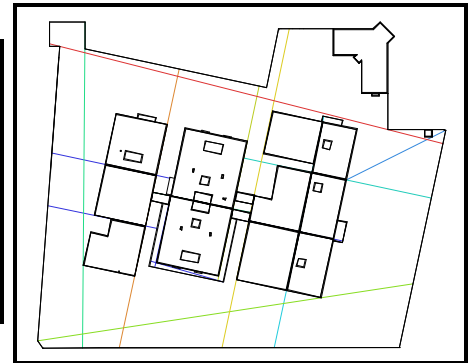


Figure VII. 12. Carte de l'intégration visuelle de l'analyse axiale du plan de masse de l'hôpital Ain Azel.
Source: Auteur.



Figure VII. 13. Carte de l'intégration visuelle de l'analyse VGA du plan de masse du CHU de Sétif.
Source: Auteur.

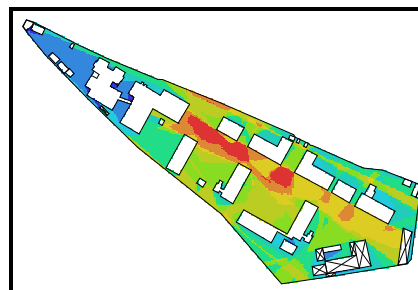


Figure VII. 14. Carte de l'intégration visuelle de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital El Eulma.
Source: Auteur.

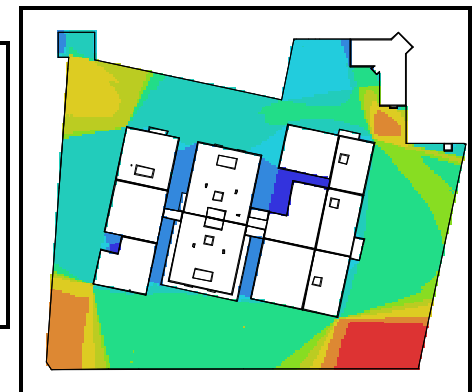


Figure VII. 15. Carte de l'intégration visuelle de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital Ain Azel.
Source: Auteur.

VII.1.4. *La mesure du contrôle:*

Les cartes du contrôle visuel générées par les analyses « axiale et VGA » présentent des correspondances des résultats avec celles qui ont précédées, notamment dans le cas de l'hôpital El Eulma et Ain Azel reflétant des axes contrôleurs avec des valeurs les plus élevées de contrôle visuel. Dans le cas de l'hôpital Ain Azel, les valeurs hautes du contrôle visuel coïncident avec les axes des entrées principales des blocs -entrées des visiteurs et personnels du bloc B- (1.53) et sortie du service de génécologie -en cas d'évacuation vers le Sétif- et l'entrée des consultations externes (1.78). Ces axes correspondent également aux axes les plus connectés. Par conséquent, on suppose qu'un espace qui soit contrôleur du système (ou à fort contrôle), il faut en parallèle qu'il soit connecté et intégré visuellement (ayant une relation visuelle directe) avec les espaces qui lui sont adjacents (espaces contrôlés).

L’hôpital El Eulma indique, un axe contrôleur du système qui coïncide avec l’entrée de service de l’hôpital se prolongeant derrière le laboratoire central et les services de la chirurgie et des urgences (parallèle à l’artère principale). Cet axe montre les valeurs les plus élevées du contrôle (**2.62**) correspondant à l’axe présentant les valeurs élevées du choix. Ceci reflète fidèlement la définition du contrôle visuel qui est une mesure locale dynamique, représentant le degré du choix de l’espace par rapport à ses voisins, la possibilité pour l’espace d’être choisi par le promeneur pour s’y mouvoir.

Dans le cas du CHU, les deux axes principaux de circulation qui représentent les axes contrôleurs (**2.09** –vertical- et **2.00** –horizontal-) correspondent aux axes les plus connectés dans le système. Les espaces derrière (de 035 à 078) et entre (de 0.34 à 0.75) les bâtiments présentent des valeurs très basses de contrôle. Par conséquent, ils sont à faible contrôle.

Les résultats de l’analyse VGA montrent dans le cas de l’hôpital El Eulma un système fortement contrôlable grâce au système de l’artère principale servant les pavillons qui leurs sont perpendiculaires dont les espaces contrôleurs de l’ensemble du système se situent au niveau de l’artère principale (**1.62**) et au niveau de l’entrée (**1.70**) de service et d’approvisionnement. Cette situation correspond aux espaces les plus intégrés et les plus connectés (cf. les cartes de connectivité et d’intégration). Ceci inspire que l’espace qui peut être bien connecté localement, peut être bien intégré dans l’ensemble, et par conséquent intelligible; facilement accessible et à fort contrôle ou encore contrôleur du système. Les espaces situant derrière les bâtiments -espaces de transition ou autres résiduels- sont à très faible contrôle (**0.015**).

L’analyse VGA de l’hôpital Ain Azel indique que les espaces contrôleurs de l’ensemble du système prennent des situations d’angle dont ils présentent des valeurs maximales variant en moyenne entre **1.53** (l’angle à côté du bloc A), **1.47** (l’angle à côté du bloc C) et **1.52** (l’angle entre le pavillon administratif et le bloc A). Ceci suggère que l’ensemble de l’hôpital est fortement contrôlé et les trois espaces d’angle peuvent tous être choisis par les usagers (les promeneurs) lors de leurs déplacements.

Contrairement au deux cas précédents, l’analyse VGA du CHU de Sétif n’indique pas une situation significative où les valeurs maximales (**1.88**) se concentrent du fait qu’elles prennent situation derrière le pavillon initial à l’intersection de la rue technique avec la voie amenant au laboratoire central; c’est-à-dire une situation qui a aucun rapport direct avec la cour centrale ou les pavillons d’hospitalisation.

En revanche, les croisements des rues hospitalières (voies de circulations) présentent des valeurs importantes -en orange- (**1.61** et **1.63**) et peuvent par conséquent être considérés des espaces contrôleurs de la structure hospitalière. Aussi, des espaces à fort contrôle indiquant des valeurs dépassant 01 sont remarqués au niveau de la cour centrale (**1.00** à **1.17**), la rue technique derrière le pavillon initial (**1.10** à **1.64**) ainsi que l’espace intermédiaire entre le laboratoire central, la radiologie et imagerie centrale et le bloc pédagogique (**0.97** à **1.65**). Les espaces de faible contrôle ou les moins contrôlés dans le système sont ceux se trouvant au niveau des décrochements, derrière des occlusions ou entre les bâtiments dont on trouve que leurs valeurs de contrôle ne dépassent pas **0.92** (la valeur minimale étant **0.059** situant entre le bureau des entrées et les escaliers extérieurs).

A travers l’étude des cartes du contrôle visuel (VGA) des trois cas d’étude, on a trouvé dans l’ensemble que l’espace le plus intégré dans le système est celui qui requière des valeurs importantes de contrôle présentant ainsi des espaces contrôleurs du reste des espaces du système. Aussitôt, les espaces ouverts sont en général des espaces à fort contrôle. La cour centrale ou la rue de desserte centrale (artère principale) servent bien à contrôler l’ensemble de l’espace d’une seule situation et d’un seul moment et par conséquent faciliter le repérer et le wayfinding des usagers. Contrairement, la typologie en bloc implique un contrôle périphérique s’appuyant sur les angles (croisements) pour faciliter la tâche, ceci peut générer un contrôle d’un côté au détriment d’un autre; on ne peut pas tout contrôler d’une seule situation, ce qui implique une perte de temps et d’énergie.



Figure VII. 16. Carte de contrôle visuel de l’analyse axiale du plan de masse du CHU de Sétif.
Source: Auteur.

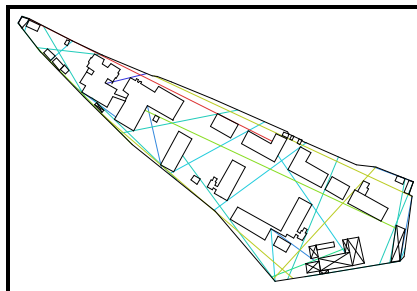


Figure VII. 17. Carte de contrôle visuel de l’analyse axiale du plan de masse de l’hôpital El Eulma.
Source: Auteur.



Figure VII. 18. Carte de contrôle visuel de l’analyse axiale du plan de masse de l’hôpital Ain Azel.
Source: Auteur.



Figure VII. 19. Carte de contrôle visuel de l’analyse VGA du plan de masse du CHU de Sétif.
Source: Auteur.

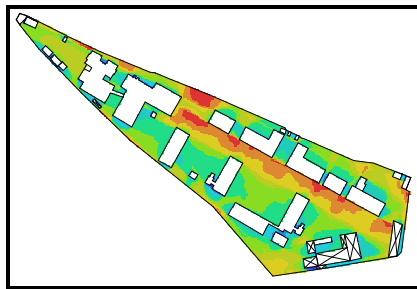


Figure VII. 20. Carte de contrôle visuel de l’analyse VGA du plan de masse de l’hôpital El Eulma.
Source: Auteur.



Figure VII. 21. Carte de contrôle visuel de l’analyse VGA du plan de masse de l’hôpital Ain Azel.
Source: Auteur.

VII.1.5. *La mesure de l’entropie visuelle et de la step depth:*

Parmi les trois hôpitaux étudiés, l’hôpital d’El Eulma est le seul qui semble moyennement homogène, équilibré et peu profond, tandis que les deux autres paraissent plus hétérogènes. Cette appréciation est liée initialement à deux facteurs principaux. Le premier est celui des décrochements qui diminuent la visibilité et empêchent l’appréciation de l’ensemble des parties du système. Le second facteur est celui de l’étendue visuelle, qui est plus importante dans le cas du CHU en le comparant avec celle de l’hôpital El Eulma (la partie d’extension occupe une portion très restreinte par rapport à l’ensemble des pavillons de l’hôpital). Par conséquent la partie d’extension du CHU a provoqué un déséquilibre très fort dans le système spatial; c’est-à-dire une entropie visuelle caractérisée par des zones (espaces) très contrastés visuellement (entre rouge et bleu).

Avec une Step Depth qui ne dépasse pas quatre (04), on peut atteindre les services uniquement avec un seul pas ou au maximum deux pas. Tandis que les espaces ségrégués du système nécessitent au maximum quatre pas. Ceci suggère que l’ensemble des trois hôpitaux étudiés prouve des systèmes peu profonds, facilement accessibles ou franchissables, hautement perméables sauf que le cas du CHU de Sétif présente une contrainte physique liée à une morphologie fortement accidentée qui, lors des déplacements, le site en pente provoque généralement une fatigue chez les usagers du CHU (personnels, visiteurs, malades,...).



Figure VII. 22. Carte de l'entropie visuelle de l'analyse axiale du plan de masse du CHU de Sétif. Source: Auteur.

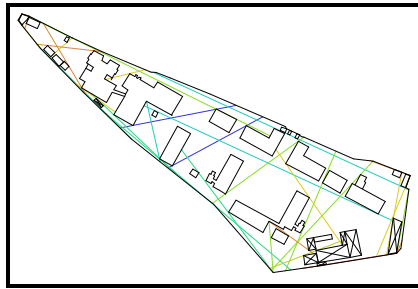


Figure VII. 23. Carte de l'entropie visuelle de l'analyse axiale du plan de masse de l'hôpital El Eulma. Source: Auteur.

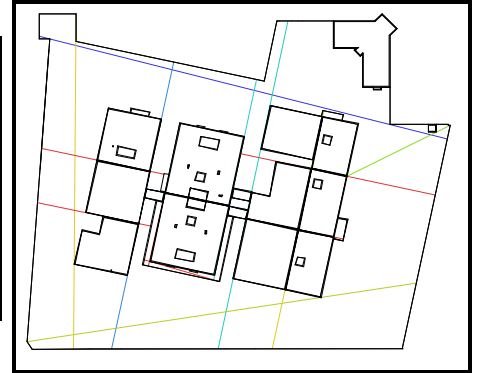


Figure VII. 24. Carte de l'entropie visuelle de l'analyse axiale du plan de masse de l'hôpital Ain Azel. Source: Auteur.



Figure VII. 25. Carte de l'entropie visuelle de l'analyse VGA du plan de masse du CHU de Sétif. Source: Auteur.



Figure VII. 26. Carte de l'entropie visuelle de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital El Eulma. Source: Auteur.



Figure VII. 27. Carte de l'entropie visuelle de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital Ain Azel. Source: Auteur.

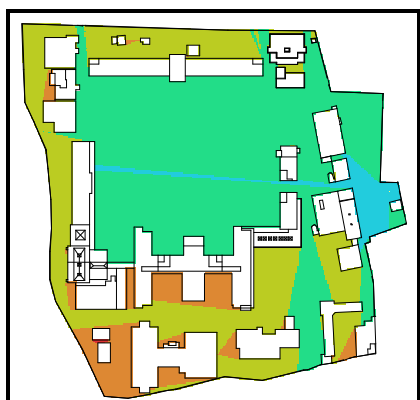


Figure VII. 28. Carte de la step depth de l'analyse VGA du plan de masse du CHU de Sétif. Source: Auteur.

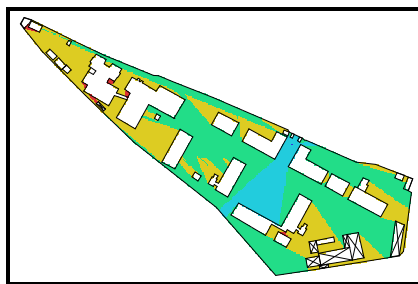


Figure VII. 29. Carte de la step depth de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital El Eulma. Source: Auteur.



Figure VII. 30. Carte de la step depth de l'analyse VGA du plan de masse de l'hôpital Ain Azel. Source: Auteur.

VII.1.6. La mesure de l’intelligibilité visuelle:

L’intelligibilité est par définition la corrélation entre la connectivité et l’intégration visuelle (cf. chapitre 05). Les graphes d’intelligibilité de l’analyse axiale présentent des systèmes fortement intelligibles; facilement accessibles et perméables dont le coefficient de régression (coefficient de corrélation) dépassent ($R^2 > 0.5$). Cependant, ce coefficient est égal à 0.85 dans le cas du CHU de Sétif, et 0.72 dans le cas de l’hôpital El Eulma, tandis que 0.86 dans le cas de l’hôpital Ain Azel. (cf. Figure VII. 31, 32 et 33). Ce qui signifie que chaque espace ayant une bonne connectivité au niveau local est en même temps intégré à l’ensemble du système (à l’échelle globale).

Toutefois, les résultats de l’analyse VGA présentent une correspondance avec les résultats de l’analyse axiale dont l’ensemble des graphes d’intelligibilité résultants montrent des systèmes intelligibles, très accessibles et fortement perméables. Cependant, les coefficients de régressions sont très proches de ceux obtenus de l’analyse axiale. Le CHU de Sétif et l’hôpital d’El Eulma présentent le même coefficient de régression qui est égal à 0.83, tandis que l’hôpital d’Ain Azel présente un coefficient plus élevé qui fait 0.88.

Enfin, on peut considérer que ces résultats sont satisfaisants pour comprendre l’armature et la structure spatiale des systèmes étudiés en rapport avec les concepts étudiés « visibilité, accessibilité visuelle, accessibilité, orientation spatiale et wayfinding des usagers ».

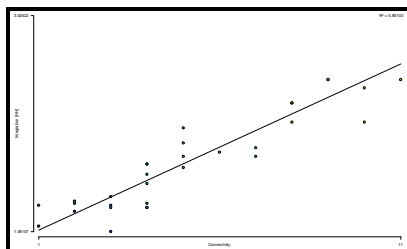


Figure VII. 31. Graphe d’intelligibilité de l’analyse axiale du plan de masse du CHU de Sétif, avec un $R^2 = 0.85$.
Source: Auteur.

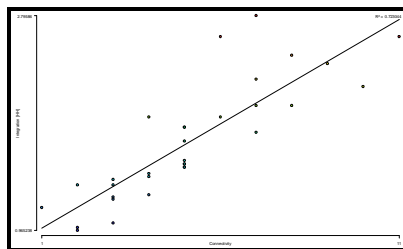


Figure VII. 32. Graphe d’intelligibilité de l’analyse axiale du plan de masse de l’hôpital El Eulma, avec un $R^2 = 0.72$.
Source: Auteur.

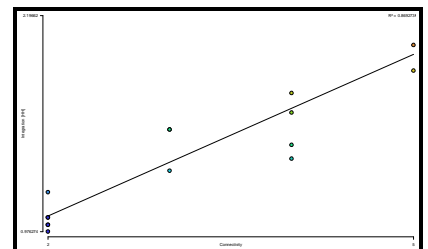


Figure VII. 33. Graphe d’intelligibilité de l’analyse axiale du plan de masse de l’hôpital Ain Azel, avec un $R^2 = 0.86$.
Source: Auteur.

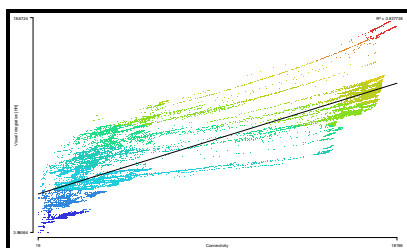


Figure VII. 34. Graphe d’intelligibilité de l’analyse VGA du plan de masse du CHU de Sétif, avec un $R^2 = 0.83$. Source: Auteur.

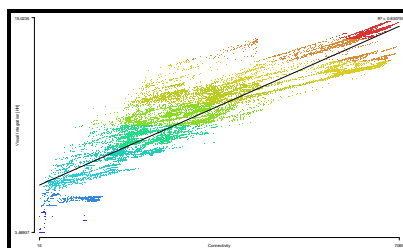


Figure VII. 35. Graphe d’intelligibilité de l’analyse VGA du plan de masse de l’hôpital El Eulma, avec un $R^2 = 0.83$. Source: Auteur.

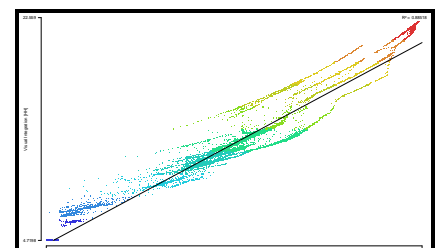


Figure VII. 36. Graphe d’intelligibilité de l’analyse VGA du plan de masse de l’hôpital Ain Azel, avec un $R^2 = 0.88$. Source: Auteur.

VII.2. Cas des urgences:

Au cours de cette section, on va présenter les résultats des simulations des services des urgences médico-chirurgicales suivant les deux cas; portes ouvertes et fermées.

VII.2.1.Urgences; cas des portes ouvertes:

Les mesures syntaxiques de base qui vont être présentées ci-dessous correspondent successivement, à la mesure de la connectivité visuelle, l’intégration visuelle, le contrôle visuel, l’entropie visuelle, la step depth et enfin l’intelligibilité.

VII.2.1.1. *Les mesures de la connectivité et de l’intégration:*

Les cartes syntaxiques ont été réussies grâce à une grille qui fait (0.20 X 0.20 mètre), au détriment du temps important de simulation découlant. A travers la lecture de l’espace hospitalier du service des urgences médico-chirurgicales dans les trois hôpitaux; CHU de Sétif, l’hôpital Saint Arnaud d’El Eulma et l’hôpital d’Ain Azel, on remarque que les espaces les plus connectés sont les espaces d’accueil dont ils acquièrent les valeurs maximales de connectivité. Par contre, ces mêmes espaces ne sont pas forcément les plus intégrés dans le système. Les valeurs maximales représentent les espaces les plus intégrés dans le système, par contre les espaces présentant des valeurs minimales sont les plus ségrégués.

Les valeurs de l’intégration sont respectivement; (valeur maximale=**14.58** et la valeur minimale=**3.81**) au niveau des urgences du CHU et (valeur maximale=**12.50** et la valeur minimale=**3.19**) à l’hôpital Saint Arnaud où le noyau de l’intégration se trouve exactement au niveau du hall d’accueil des urgences chirurgicales et non médicales.

En comparant les deux lectures des cartes de la VGA et celles convexes, on peut dire qu’il y a une différence entre les résultats des deux analyses. Ces différences apparaissent le plus au niveau des noyaux d’intégration qui peuvent être constatés uniquement dans l’analyse VGA, car à travers l’analyse convexe, d’autres espaces apparaissent avec des valeurs d’intégration importantes; l’exemple des couloirs d’attente et d’observations des urgences chirurgicales où les flux de public est très important. Tandis qu’au niveau de l’hôpital Ain Azel, on constate un recoupement et une correspondance entre les résultats de la VGA et ceux de l’analyse convexe. Les résultats des urgences de l’hôpital d’Ain Azel sont plus fiables d’où on trouve une superposition totale entre les valeurs maximales de l’intégration générées soit par **l’analyse VGA** (valeur maximale=**15.18** et la valeur minimale=**3.43**) ou par **l’analyse convexe** (valeur maximale=**1.40** et la valeur minimale=**0.51**).

En effet, l’espace d’accueil présentant des valeurs maximales dans l’analyse VGA est celui le plus intégré dans l’ensemble du système au niveau de la carte convexe, ce qui implique que c’est un espace à la fois **accessible** et **accessible visuellement**, donc il est forcément **perméable**. En outre, le **noyau de l’intégration** est au centre de l’espace d’accueil, d’attente et d’orientation. L’avantage réside dans le fait que **l’étendue de l’intégration** couvre la galerie publique et l’ensemble des espaces d’accueil adjacents.

Dans les trois cas des urgences, on peut à partir de l’espace d’accueil ou d’attente avoir une idée et une vision sur la structure du système entier, se repérer dans l’espace et dans le temps et avoir en parallèle le sentiment de bien-être psychique et de sécurité qu’on recherche tant à trouver dans les espaces d’accueil. Cet état est favorisé grâce à la bonne orientation spatiale due au type de configuration spatiale, à la bonne et la claire visibilité notamment quand il s’agit de cas où les portes sont ouvertes et la transparence dans l’espace ce qui facilite par conséquent le fait de trouver son chemin des gens; leur wayfinding.

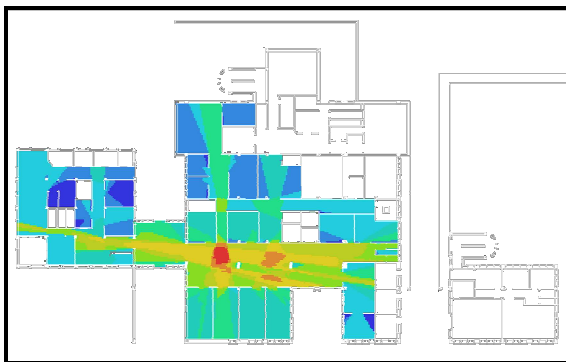


Figure VII. 37. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA des urgences de CHU de Sétif. Source: auteur.



Figure VII. 38. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe des urgences de Chu de Sétif. Source: auteur.

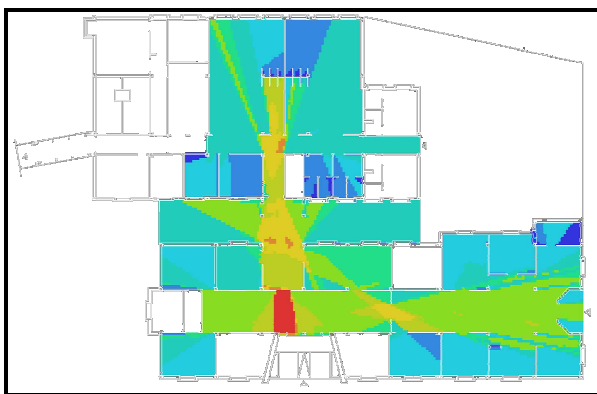


Figure VII. 39. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.

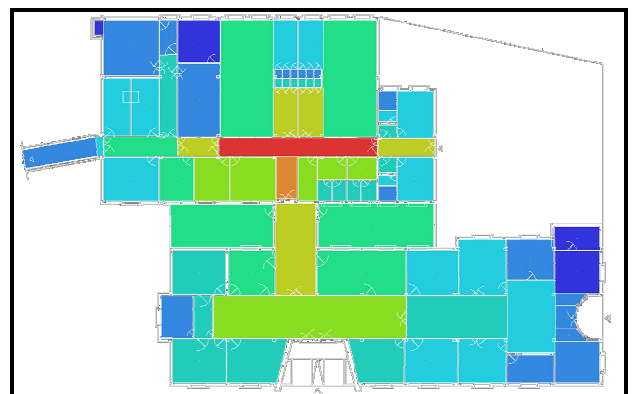


Figure VII. 40. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe des urgences de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.

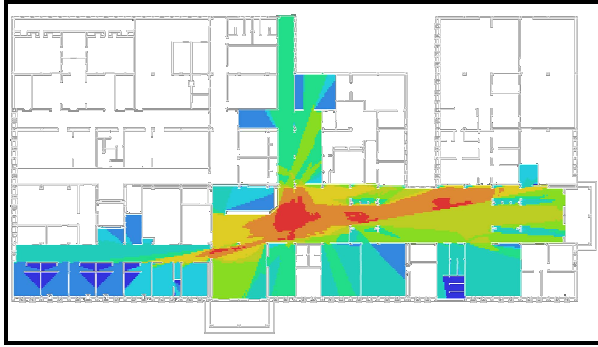


Figure VII. 41. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'Ain Azel.
Source: auteur.

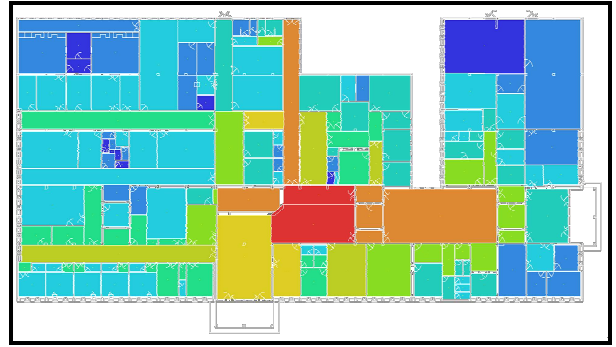


Figure VII. 42. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe des urgences de l'hôpital d'Ain Azel.
Source: auteur.

VII.2.1.2. *Les mesures du contrôle visuel:*

Quant il s'agit du **contrôle** des trois urgences, on constate qu'il ya une forte correspondance entre l'intégration de l'espace et son niveau de contrôle dont l'ensemble des espaces d'accueil les plus intégrés dans le système sont au même temps les plus contrôleurs; qui contrôlent l'accessibilité aux autres espaces.

Quant aux valeurs chiffrées du contrôle, les urgences du CHU présentent les valeurs suivantes: (valeur maximale=**2.19** et la valeur minimale=**0.27**) où l'ensemble des espaces d'accueil des urgences du CHU présentent des valeurs supérieurs à **01** ce qui indique qui sont des espaces à **fort contrôle**.

Aux urgences d'El Eulma les valeurs de contrôle prenent la maximale à **2.15** et la valeur minimale à **0.16**, mais les valeurs maximales ne correspondent pas aux halls d'accueil et d'attente mais par contre elles se focalisent dans le couloir d'observation au sein des urgences chirurgicales; juste devant les portes du bloc opératoire et de la réanimation chirurgicales. Tandis que les valeurs de contrôle des halls d'accueil ne franchissent pas **1.90** au niveau des urgences médicales et **1.45** dans le hall des urgences chirurgicales. Quant à l'hôpital Ain Azel, le noyau contrôleur de l'ensemble des espaces (galerie publique et couloirs de distribution) se trouve au centre de l'espace d'accueil à côté de la réception; avec une valeur maximale **2.14**. Les espaces à faible contrôle qui présentent une valeur minimale de **0.19** sont les sanitaires publics et les passages fermées. Ces derniers créés des obstacles lors du contrôle de l'espace. (voir également annexe).

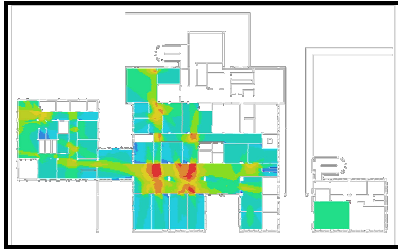


Figure VII. 43. Carte de contrôle à partir de l’analyse VGA des urgences de CHU de Sétif. Source: auteur.

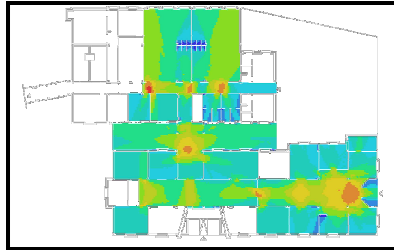


Figure VII. 44. Carte de contrôle à partir de l’analyse VGA des urgences de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.

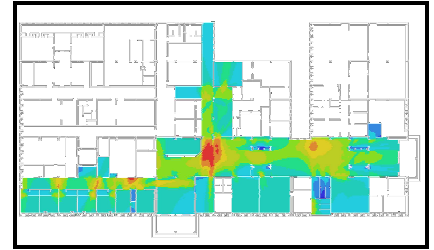


Figure VII. 45. Carte de contrôle à partir de l’analyse VGA des urgences de l’hôpital d’Ain Azel. Source: auteur.

VII.2.1.3. Les mesures de l’entropie visuelle:

En comparant ces trois urgences, l’entropie au niveau des urgences du CHU de Sétif paraît plus fiable car elle représente un **système homogène et équilibré** mis à part l’espace du bureau des entrées qui est d’origine en ségrégation par rapport au pavillon des urgences médico-chirurgicales malgré la continuité fonctionnelle existant entre les deux unités. Cette ségrégation est due au passage sous bâtiment qui a causé une coupure physique (pas de connectivité) mais non fonctionnelle.

Tandis qu’aux niveaux des urgences d’El Eulma et Ain Azel, l’entropie représente une **hétérogénéité du système et un déséquilibre apparent** accentuée par les fortes différences de valeurs entre les plus hautes valeurs et les plus basses. Parallèlement, dans les trois urgences, les espaces ayant des valeurs maximales d’intégration présentent au même temps des valeurs moyennes ou minimales d’entropie.

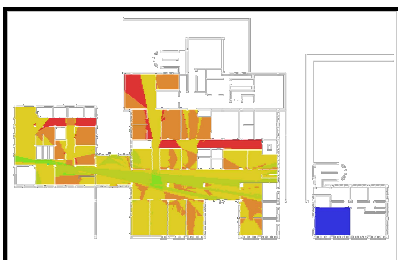


Figure VII. 46. Carte d’entropie à partir de l’analyse VGA des urgences de CHU de Sétif. Source: auteur.

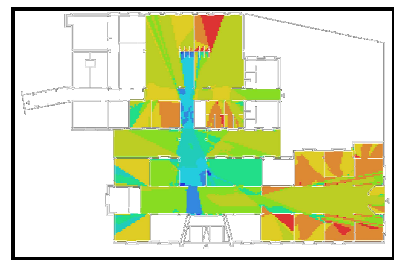


Figure VII. 47. Carte d’entropie à partir de l’analyse VGA des urgences de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.

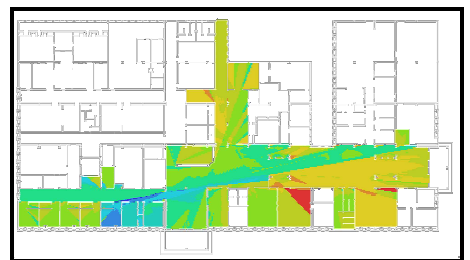


Figure VII. 48. Carte d’entropie à partir de l’analyse VGA des urgences de l’hôpital d’Ain Azel. Source: auteur.

VII.2.1.4. Les mesures de la Step Depth:

A travers la lecture des cartes du Step Depth des trois urgences, on trouve que les urgences du CHU de Sétif et d’Ain Azel, présentent des systèmes moins profonds et plus faciles à accéder (facilement accessible) dont le nombre de pas à franchir est de l’ordre de quatre (04) au maximum. Tandis qu’aux niveaux des urgences d’El Eulma, le système est un peu profond dont il fallait franchir au maximum cinq (05) pas pour arriver à l’espace destiné.



Figure VII. 49. Carte de Step Depth à partir de l’analyse VGA des urgences de CHU de Sétif. Source: auteur.



Figure VII. 50. Carte de Step Depth à partir de l’analyse VGA des urgences de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.



Figure VII. 51. Carte de Step Depth à partir de l’analyse VGA des urgences de l’hôpital d’Ain Azel. Source: auteur.

VII.2.1.5. Les mesures de l’intelligibilité:

L’ensemble des trois urgences présente des graphes cohérents d’intelligibilité avec des valeurs importantes de coefficients de régression R^2 . Parmi les trois, les systèmes qui semble plus intelligibles sont les urgences du CHU ($R^2=0.8529$) et d’Ain Azel ($R^2=0.8665$), qui présentent des graphes cohérents et homogènes.

Tandis que les urgences d’El Eulma présente **un coefficient de régression R^2 égal à 0.5912** qui tourne autour de la **moyenne**, ce qui explique la forte dispersion du graphe d’intelligibilité en comparaison avec les deux autres graphes (du CHU et d’Ain Azel). À travers ces résultats, on peut déduire que l’ensemble des trois **systèmes** sont **intelligibles** malgré la légère dispersion du graphe d’intelligibilité dans le cas des urgences d’El ulma.

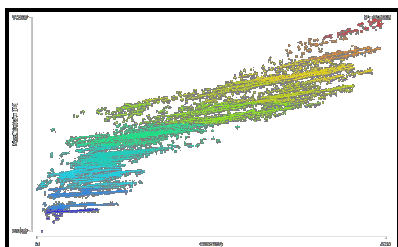


Figure VII. 52. Carte d’intelligibilité à partir de l’analyse VGA ($R^2=0.85$) des urgences de CHU de Sétif. Source: auteur.

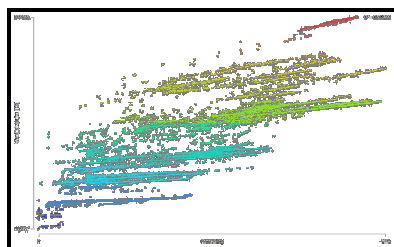


Figure VII. 53. Carte d’intelligibilité à partir de l’analyse VGA ($R^2= 0.59$) des urgences de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.

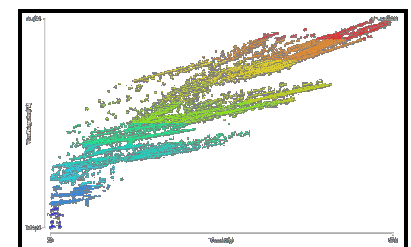


Figure VII. 54. Carte d’intelligibilité à partir de l’analyse VGA ($R^2=0.86$) des urgences de l’hôpital d’Ain Azel. Source: auteur.

VII.2.2. Urgences; cas des portes fermées:

VII.2.2.1. *Les mesures de la connectivité, d’intégration et de contrôle visuel:*

Dans le cas des portes fermées, on remarque que l’ensemble des urgences des trois hôpitaux présentent un recoupement quant aux résultats obtenus d’intégration et de contrôle, où on remarque que l’espace le plus intégré et au même temps le plus celui qui acquière les valeurs maximales de contrôle.

Dans le cas des urgences du CHU de sétif, quand les portes sont fermées, l’espace d’accueil (hall général) contrôle soit même dont l’ensemble de l’espace présente des valeurs maximales de contrôle. Tandis qu’en terme d’intégration, l’espace d’accueil présente des valeurs moins importantes par rapport aux espaces les plus intégrés dans le système. Ces derniers représentent des espaces d’attente près des portes ouvrant sur les couloirs amenant à l’observation médicale dont la valeur maximale atteint **120.618** . L’espace intermédiaire présente des valeurs minimales à cause des deux poteaux qui présentent des obstacles physiques (occultation), qui empêche et diminue librement la visibilité et l’accessibilité visuelle de l’espace jusqu’à **13.08** .

Au niveau des urgences de l’hôpital El Eulma, on remarque que le hall d’entrée est l’espace le plus intégré et le seul à acquérir la valeur maximale qui est de l’ordre de **254.39**. Au même temps, le hall d’entrée des urgences est l’espace le plus contrôleur de l’ensemble des espaces adjacents avec une valeur de contrôle de **1.52**.

Tandis que l’ensemble des espaces d’accueil, d’attente et d’information présentent des valeurs de **8.54** à **30.87**. en effet, ces valeurs minimales indiquent que ces espaces sont les plus ségrégués dans le système. Cette ségrégation des espaces d’accueil est due principalement au système de décrochements présenté sur le plan. En parallèle, ces espaces sont tous contrôlés par le hall d’entrée dont ils présentent des valeurs de **0.55** à **0.93** de contrôle.

Autrement, les espaces d’accueil de l’hôpital Ain Azel sont tous visibles et présentent des valeurs importantes d’intégration (**2.23**) ou l’étendue de l’intégration couvre l’ensemble de la galerie publique. Le core d’intégration se concentre au niveau des espaces d’accueil et du patio se trouvant entre eux. Ces mêmes espaces ne présentent pas les valeurs maximales quant au contrôle; se sont pas les espaces contrôleurs des autres espaces. par contre, malgré que le hall d’entrée du côté de l’administration (à l’extrême droite) acquière des valeurs moins importantes par rapport aux autres halls et espaces d’accueil (**0.73**), il est l’espace le plus contrôleur des autres espaces dont il présente une valeur de contrôle de **1.67**.

Le cas de l’espace de réception qui représente l’espace le plus ségrégué dans le système et à cause du 1.50 m de hauteur du comptoir, il présente une visibilité diminuée jusqu’à **0.49**; mais une valeur du contrôle atteint **0.84**. cette valeur signifie que l’espace de réception contrôle les espaces d’attentes adjacents, ainsi que le hall d’entrée principal mais pas l’ensemble des espaces.



Figure VII. 55. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA des urgences de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.



Figure VII. 56. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA des urgences de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.

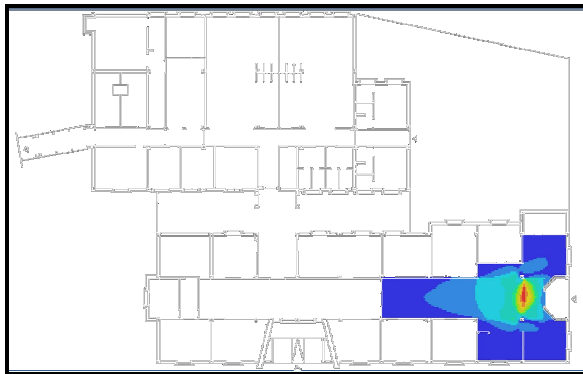


Figure VII. 57. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.

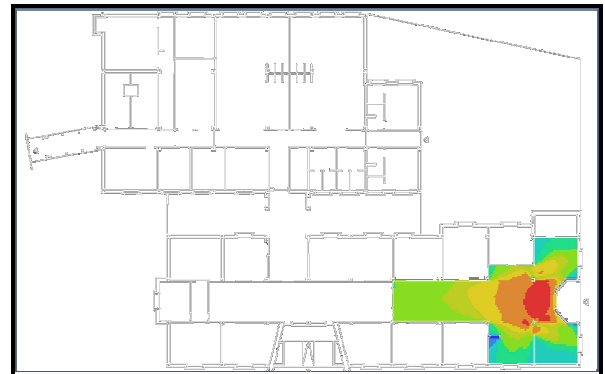


Figure VII. 58. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.

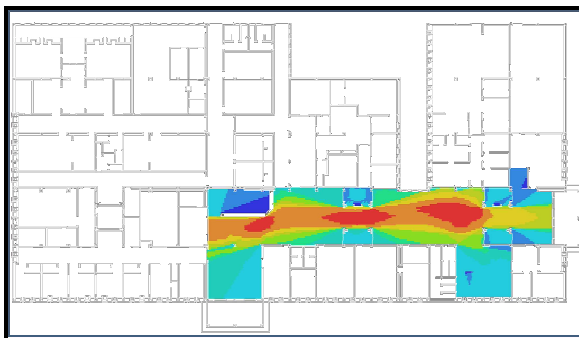


Figure VII. 59. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.

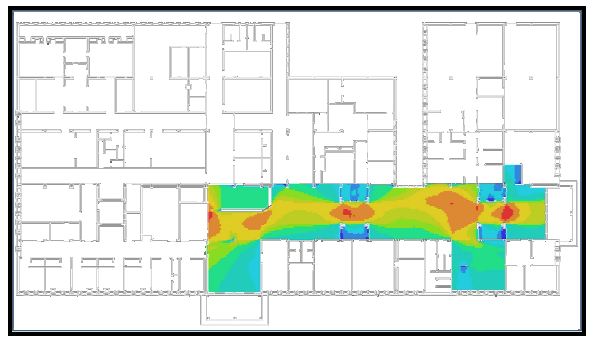


Figure VII. 60. Carte de contrôle à partir de l'analyse VGA des urgences de l'hôpital d'Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.

VII.2.2.2. Les mesures de l’entropie visuelle et de la Step Depth:

Quant les portes sont fermées, en termes d’entropie visuelle, l’ensemble des trois urgences présentent des systèmes hétérogènes et déséquilibrés dont les valeurs basculent de (1.01 à 0.39) au CHU de Sétif, et de (1.20 à 0.23) à l’hôpital El Eulma et de (1.82 à 1.06) à l’hôpital Ain Azel.

Respectivement, les deux premiers systèmes sont facilement accessibles, dont l’ensemble des espaces d’accueil, d’orientation et d’attente du public sont accessibles uniquement à deux pas. Tandis que le troisième système; celui de Ain Azel est le plus profond par rapport aux autres systèmes, dont il faut franchir quatre pas.

Malgré que ce dernier cas présente des bons résultats en termes de visibilité et d’accessibilité visuelle grâce à l’utilisation du vitrage visible (la transparence dans l’espace) et le système de patios, mais en terme d’accessibilité, il est difficile à cause de système de contrôle des accès (des portes). Ce système n’est pas prévu dans la conception initiale mais il est le résultat des modifications apportées à la galerie pour limiter les flux du public et gérer la confusion de destination.



Figure VII. 61. Carte d’entropie à partir de l’analyse VGA des urgences de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.



Figure VII. 62. Carte d’entropie à partir de l’analyse VGA des urgences de l’hôpital d’El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.

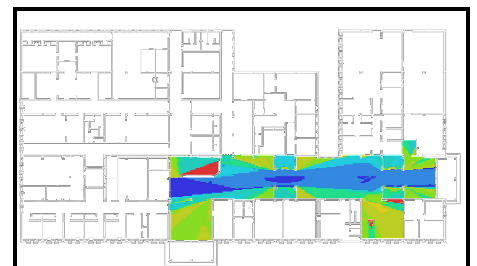


Figure VII. 63. Carte d’entropie à partir de l’analyse VGA des urgences de l’hôpital d’Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.

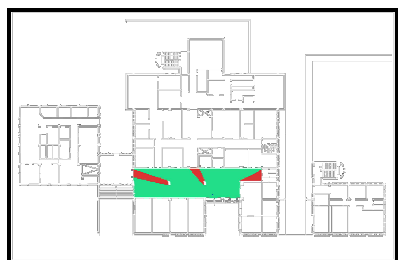


Figure VII. 64. Carte de Step Depth à partir de l’analyse VGA des urgences de CHU de Sétif. Source: auteur.

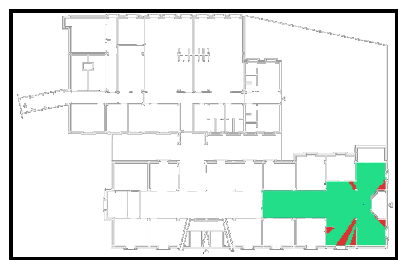


Figure VII. 65. Carte de Step Depth à partir de l’analyse VGA des urgences de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.



Figure VII. 66. Carte de Step Depth à partir de l’analyse VGA des urgences de l’hôpital d’Ain Azel. Source: auteur.

VII.2.2.3. Les mesures de l’intelligibilité:

Les urgences de CHU de Sétif présente un système intelligible présenté sur un graphe sous forme d’une courbe sans aucune dispersion avec un coefficient de régression important $R^2=0.74$ malgré que les portes sont fermées. Tandis que les urgences d’El Eulma et malgré la forme courbe sans dispersion du graphe obtenu, le coefficient R^2 tourne autour de la moyenne dont il fait 0.56, ce qui indique qu’il est un système moyennement intelligible.

Le cas des urgences de l’hôpital Ain Azel présente un graphe dispersé par rapport aux deux premiers mais en parallèle un coefficient de régression $R^2=0.95$; ce qui indique qu’il est le système le plus intelligible et le plus cohérent parmi les trois. Dans l’ensemble, les trois systèmes ont des coefficients de régressions R^2 supérieur à 0.5 reflétant des systèmes intelligibles et facilement accessibles quant les portes sont fermées.

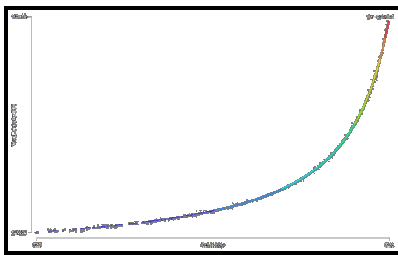


Figure VII. 67. Carte d’intelligibilité à partir de l’analyse VGA ($R^2=0.7479$) des urgences de CHU de Sétif.
Source: auteur.

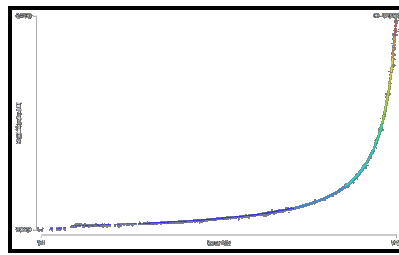


Figure VII. 68. Carte d’intelligibilité à partir de l’analyse VGA ($R^2=0.5676$) des urgences de l’hôpital d’El Eulma.
Source: auteur.

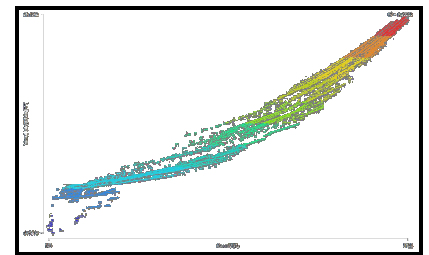


Figure VII. 69. Carte d’intelligibilité à partir de l’analyse VGA ($R^2=0.9550$) des urgences de l’hôpital d’Ain Azel.
Source: auteur.

VII.2.3. Discussion:

Les urgences du CHU de Sétif présente un système intelligible et facilement accessible dans les deux cas; portes ouvertes ou fermées, mais la fermeture des portes à provoquer une fermeture de l’espace ce qui a engendré une diminution en terme de coefficient de régression R^2 de **0.85 à 0.74** ainsi une coupure par rapport à l’ensemble des espaces adjacents au hall principal d’accueil, d’attente et d’orientation; dont le hall contrôle uniquement sa surface. En effet, l’usager (personnels ou public; malades et accompagnants) si les portes sont fermées, n’a pas une visibilité sur l’ensemble des espaces et peut contrôler que l’espace où se trouve (le hall principal). Les poteaux au sein de l’espace d’accueil ont participé à diminuer la visibilité.

Au niveau des urgences de l’hôpital d’El Eulma, on remarque que quelque soit le cas des portes ouvertes ou fermées, le coefficient de régression R^2 tourne toujours autour de la moyenne, mais quand même dans le cas des portes fermées on remarque une légère diminution du R^2 du **0.59** à **0.56**.

En effet, les gens attendant au niveau des deux espaces d’accueil situant de part et d’autre du hall d’entrée se sentent en ségrégation par rapport aux autres espaces d’accueil; ils ont une visibilité partielle à cause des décrochements de l’espace. Malgré ces décrochements, les urgences de l’hôpital d’El Eulma présente quand même un système moyennement intelligible.

Contrairement aux deux premiers cas, le cas des urgences d’Ain Azel, au lieu d’avoir une diminution du coefficient R^2 à cause de la fermeture des portes, on a eu une augmentation du R^2 du **0.86** à **0.95**. Cette augmentation est grâce à la transparence et aux systèmes de patios favorisant la visibilité et accessibilité visuelle. L’avantage dans ce cas est dans le fait que les usagers (personnels ou publics) situant dans n’importe quel espace d’accueil ou d’attente ont une visibilité claire et peuvent contrôler l’ensemble du système; c’est-à-dire ils peuvent s’orienter et trouver leurs chemins par rapports aux autres espaces dans le système.

A partir des résultats obtenus soit dans le cas des portes ouvertes ou fermées, on a trouvé que les trois systèmes présentés sont des systèmes intelligibles et cohérents. La fermeture des portes à provoquer un changement dans la forme des graphes d’intelligibilité et par conséquent un changement du coefficient de régression R^2 mais n’ont pas un changement du caractère d’intelligibilité de l’espace.

VII.3. Cas du service de la chirurgie générale:

La spécificité que présentent ces trois services réside dans le nombre important des malades et visiteurs qui fréquentent ces espaces. Les espaces intermédiaires entre les deux services de la chirurgie générale (hommes et femmes) dans le cas du CHU et de l’hôpital Ain Azel, correspondent aux espaces d’accueil, d’attente et d’orientation du public, tandis qu’ils correspondent dans le cas de l’hôpital El Eulma aux espaces de transitions de l’unité du bloc opératoire de la chirurgie, réservés aux personnels.

Ci-dessous, on présente les résultats des simulations des services de la chirurgie générale en fonction dans les deux cas; portes ouvertes et fermées.

VII.3.1. La chirurgie générale; cas des portes ouvertes:

Les mesures syntaxiques présentées ci-dessous correspondent successivement, à la mesure de la connectivité visuelle, l’intégration visuelle, le contrôle visuel, l’entropie visuelle, la step depth et enfin l’intelligibilité.

VII.3.1.1. *Les mesures de la connectivité et de l’intégration:*

On a trouvé dans le cas précédent des urgences, pas forcément que l’espace le plus intégré dans l’analyse VGA soit le plus intégré dans l’analyse convexe. Quant aux deux analyses (VGA et convexe), l’ensemble des trois services de la chirurgie générale des trois hôpitaux étudiés présente des cartes différenciées en termes de les espaces intégrés.

L’exemple du CHU de Sétif, où la chirurgie générale est divisée en deux ailes (hommes et femmes) reliés par une galerie publique qui représente l’élément d’articulation et le seul moyen de transition entre les deux, on trouve que les valeurs maximales furent vers les intersections des artères de circulations des deux ailes; exactement aux halls d’entrée des services de la chirurgie générale en ses deux côtés, côté droit réservé hommes (valeur=**9.37**) et côté gauche celui des femmes (valeur=**9.04**).

Tandis qu’au niveau de l’analyse convexe, on trouve que la galerie publique et le hall du service de la chirurgie femmes prennent les valeurs maximales (valeur=**1.56**). Mais les deux analyses VGA et convexe coïncident sur le fait que les espaces les plus ségrégués sont la terrasse publique externe donnant sur le patio (valeur VGA= **2.78** et valeur de l’analyse convexe=**0.58**) et les espaces d’eaux à l’extrémité des ailes (valeur VGA=**3.23** et la valeur de l’analyse convexe=**0.66**).

Le service de la chirurgie générale de l’hôpital El Eulma à son tour présente une coupure entre les deux secteurs (hommes et femmes); cette coupure est due au bloc opératoire situant entre les deux secteurs; dont l’accès du public au bloc opératoire est interdit, ce qui a engendré deux parties distinctes (deux entités) lors de l’analyse. Dans l’analyse VGA, le service de la chirurgie femmes avec son patio ouvert présente les valeurs maximales de l’intégration, exactement le hall d’entrée (**14.66**) et le couloir d’attente et patio (**14.28**) sont les espaces les plus intégrés dans le système. Contrairement, à partir de la carte convexe, on trouve qu’au niveau du service chirurgie hommes les valeurs maximales atteignent (**2.37**) et prennent situation, les couloirs de distribution.

Les espaces ségrégués dans le système sont les nouveaux bureaux aménagés à la place de l’ancien patio, qui présentent une valeur d’intégration de **4.20** sur la VGA. Mais sur la carte convexe d’intégration, les sanitaires publics avec une valeur de **0.88** présentent les espaces les plus ségrégués.

Dans le cas de l’hôpital Ain Azel, au temps où les couloirs de circulation et d’orientation du public présentent les espaces les plus connectés dans l’analyse convexe et les plus intégrés dans l’analyse VGA (valeur =**12.29**), ils ne sont pas les plus intégrés dans l’analyse convexe, car l’espace le plus intégré est celui du hall d’accueil avec une valeur de **2.31**.

Le hall d’accueil est commun entre les deux ailes (hommes et femmes), il représente l’espace d’articulation et de transition entre les deux secteurs. Tandis que les sanitaires sont les espaces les plus ségrégués dans le système présentant des valeurs de VGA de **2.99** et de **0.81** dans l’analyse convexe. Le core d’intégration s’étale le long des couloirs de distribution au niveau de l’analyse VGA et l’étendue de l’intégration couvre une surface importante et coïncide avec l’ensemble des espaces d’accueil dans le système sauf le hall d’accueil principal.

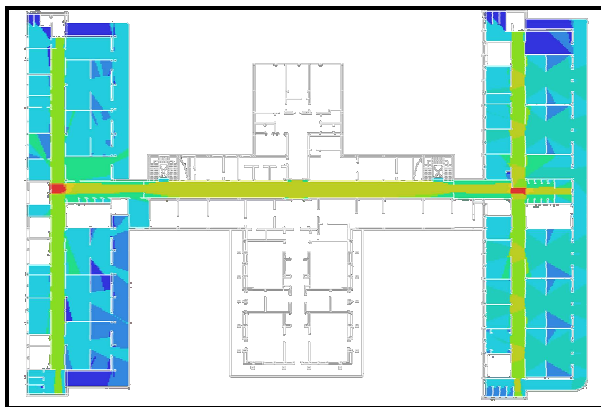


Figure VII. 70. Carte d’intégration à partir de l’analyse VGA du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Source: auteur.

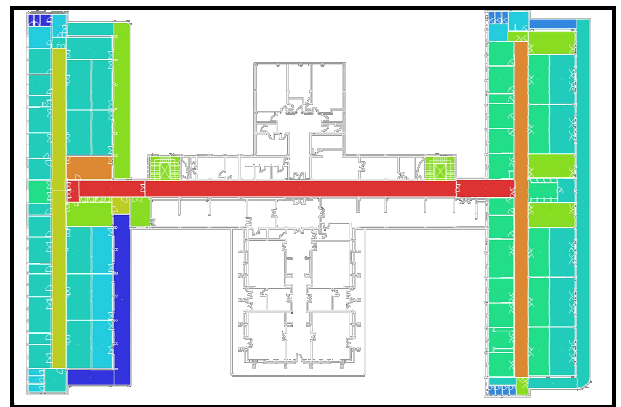


Figure VII. 71. Carte d’intégration à partir de l’analyse convexe du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Source: auteur.

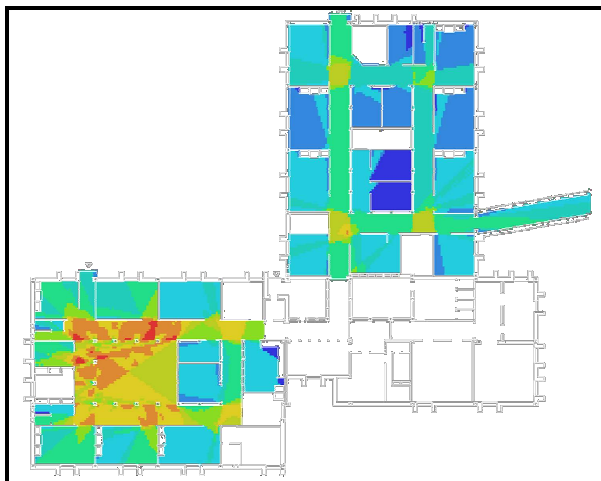


Figure VII. 72. Carte d’intégration à partir de l’analyse VGA du service de la chirurgie générale de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.

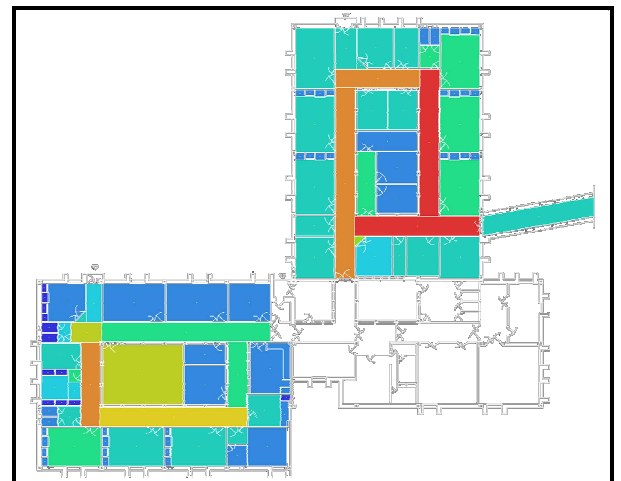


Figure VII. 73. Carte d’intégration à partir de l’analyse convexe du service de la chirurgie générale de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.

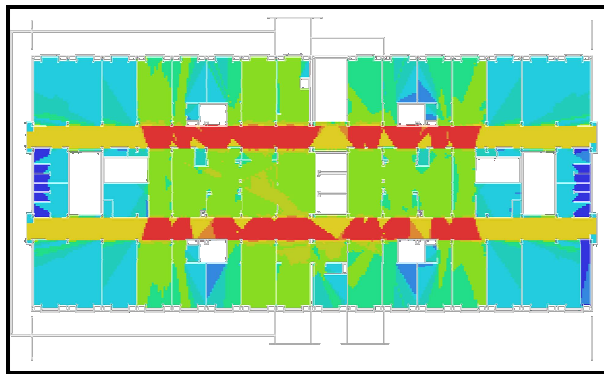


Figure VII. 74. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.

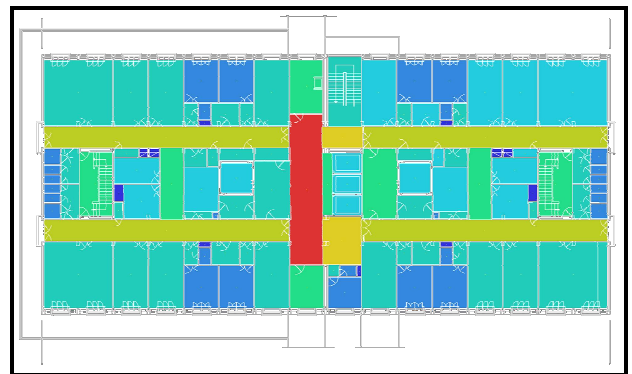


Figure VII. 75. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.

VII.3.1.2. *Les mesures du contrôle visuel:*

Dans les trois services, les espaces contrôleurs du système se trouvent aux intersections et aux croisements des couloirs de circulations. Ces derniers acquièrent des valeurs de contrôle maximales.

En comparant les résultats d'intégration et de contrôle au niveau du CHU et de l'hôpital d'Ain Azel, on trouve que l'espace le plus intégré est celui le contrôleur du système. Au niveau du service de la chirurgie générale du CHU de Sétif, les valeurs du contrôle varient de **0.45** à **2.34** et à l'hôpital de Ain Azel, les valeurs sont plus approchées aux celles du CHU, elles varient aussitôt entre **0.18** à **2.09**. Mais à l'hôpital d'El Eulma l'espace contrôleur du système n'est plus le plus intégré dans ce même système car il peut uniquement contrôler deux couloirs (passages) de desserte uniquement au niveau de la chirurgie homme dont les valeurs varient entre **0.25** et **2.70**.

Parallèlement la chirurgie femmes ne présente pas des valeurs maximales, mais elle représente des espaces ayant des valeurs assez importantes se trouvant aux croisements des couloirs de circulations (**1.50** à **1.65**); ces espaces ont un fort contrôle. Ainsi l'existence du patio ouvert doté d'une telle transparence permette de mieux contrôler l'espace. L'ensemble des espaces d'accueil des trois services présentent des valeurs de contrôle supérieures à 1, ce qui signifie que ces espaces ont un fort contrôle.

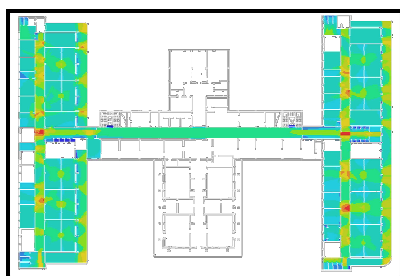


Figure VII. 76. Carte de contrôle du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Source: auteur.

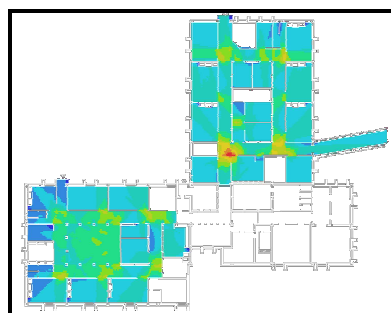


Figure VII. 77. Carte de contrôle du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.

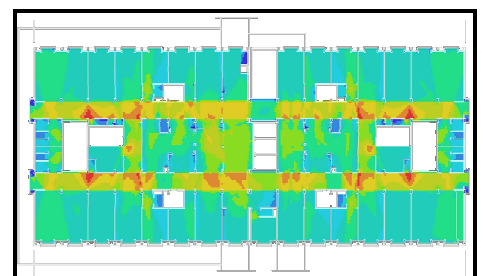


Figure VII. 78. Carte de contrôle du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'Ain Azel. Source: auteur.

VII.3.1.3. *Les mesures de l’entropie visuelle:*

Mis à part les terrasses publiques ouvertes couvertes où l’entropie visuelle fait **2.83**, le système de la chirurgie générale du CHU de Sétif est homogène et équilibré spatialement et visuellement. En effet, les valeurs de l’entropie visuelle varient de **2.17** au niveau des longs couloirs et **2.35** au niveau des chambres des malades. Celles-ci représentent des espaces de visite des malades hospitalisés et des espaces d’accueil, d’attente des familles et visiteurs pendant les heures de visite.

Les deux autres systèmes; celui d’El Eulma et d’Ain Azel sont hétérogènes et déséquilibrés. L’hétérogénéité soulevée au niveau de l’hôpital d’El Eulma est due à la coupure entre les deux ailes (hommes et femmes) où chaque aile a son propre accès. En effet, le logiciel a considéré qu’il y a deux entités et non pas un seul système. Les valeurs les plus importantes de l’entropie visuelle se trouvent au niveau de la chirurgie hommes variant du **1.41** à **2.01**. Tandis qu’au niveau de la chirurgie femmes, on trouve des valeurs d’entropie moins importantes que celles de la chirurgie hommes. Celles-ci varient du **1.02** à **1.47** au maximum.

A l’hôpital Ain Azel, le service de la chirurgie générale présente un système profond, fortement hétérogène et extrêmement déséquilibré; dont les valeurs de l’entropie visuelle varient du **1.41** au niveau des couloirs de circulation à **1.95** aux extrémités des services.

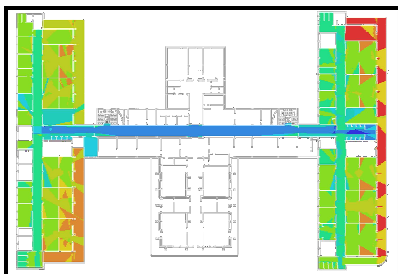


Figure VII. 79. Carte d’entropie du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Source: auteur.

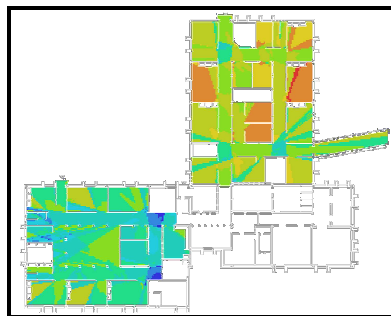


Figure VII. 80. Carte d’entropie du service de la chirurgie générale de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.

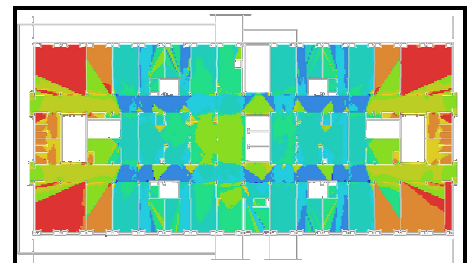


Figure VII. 81. Carte d’entropie du service de la chirurgie générale de l’hôpital d’Ain Azel. Source: auteur.

VII.3.1.4. *Les mesures de la Step Depth:*

Parmi les trois hôpitaux, le cas de service de la chirurgie générale d’El Eulma est le moins profond, il présente un système facilement accessible dont il faut franchir que trois pas quant au côté femmes, et quatre pas quant au côté hommes. Tandis que dans le cas du CHU de Sétif, le système est profond dont il faut franchir cinq pas. Cette profondeur de l’espace est due à la configuration linéaire des pavillons.

Le système le plus profond parmi les trois est celui d’Ain Azel, dont il faut franchir six pas. Malgré que les systèmes du CHU et d’Ain Azel sont profonds mais l’ensemble des espaces d’accueil sont facilement accessible et peuvent être atteints au maximum en franchissant deux pas.

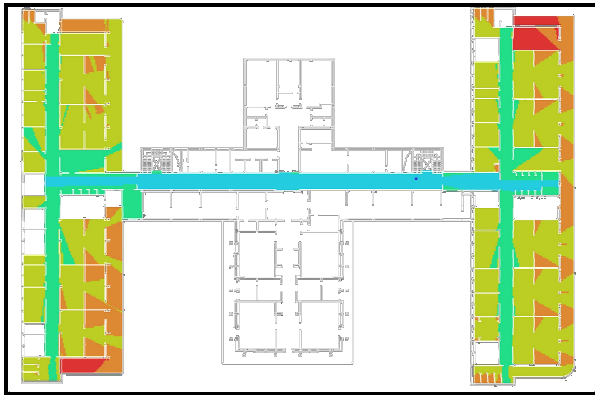


Figure VII. 82. Carte du step depth du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Source: auteur.

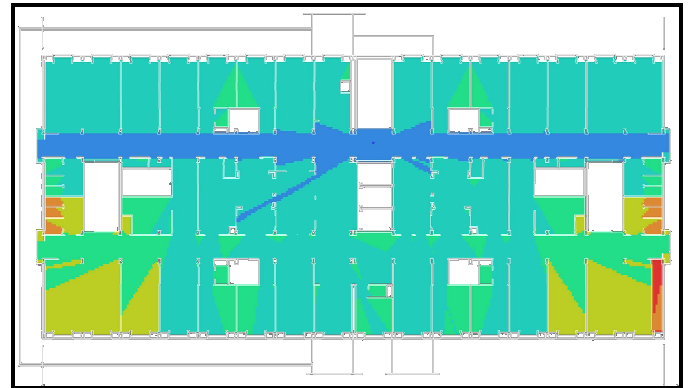


Figure VII. 83. Carte du step depth du service de la chirurgie générale de l’hôpital d’Ain Azel. Source: auteur.



Figure VII. 84. Carte du step depth du service de la chirurgie générale (côté hommes) de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.



Figure VII. 85. Carte du step depth du service de la chirurgie générale (côté femmes) de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.

VII.3.1.5. Les mesures de l’intelligibilité:

A travers la lecture des trois graphes d’intelligibilité, on peut dire que l’ensemble des trois services présents des systèmes intelligibles dont les coefficients de régressions R^2 sont tous supérieurs à 0.5.

Le graphe d’Aïn Azel avec un R^2 égal à **0.82** est le moins dispersé parmi les trois ce qui prouve que les valeurs maximales de l’intégration couvrent des espaces entier, elles ne touchent pas uniquement des points dans l’espace (points de croisements) comme si le cas au CHU (où $R^2= 0.62$) ou encore à l’hôpital d’El Eulma (où $R^2= 0.85$).

Ce dernier cas présente le système le plus intelligible parmi les trois cas étudiés malgré la dispersion du graphe d’intelligibilité. Le graphe le plus dispersé parmi les trois est celui du CHU de Sétif, ce qui explique la valeur du coefficient de régression qui n’est pas loin (proche) de la moyenne.

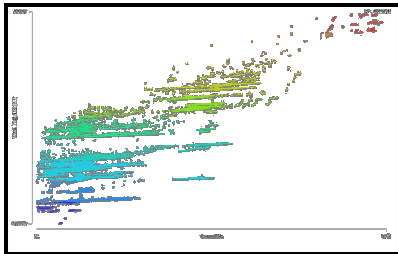


Figure VII. 86. Carte d’intelligibilité à partir de l’analyse VGA ($R^2=0.6270$) du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Source: auteur.

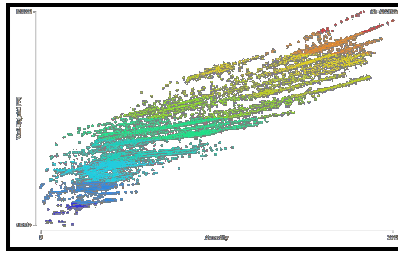


Figure VII. 87. Carte d’intelligibilité à partir de l’analyse VGA ($R^2=0.8511$) du service de la chirurgie générale de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.

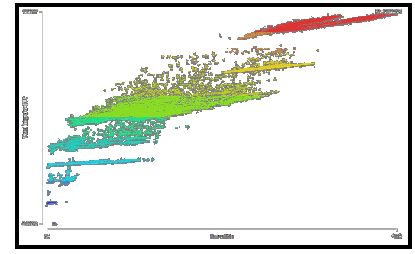


Figure VII. 88. Carte d’intelligibilité à partir de l’analyse VGA ($R^2=0.8223$) du service de la chirurgie générale de l’hôpital d’Ain Azel. Source: auteur.

VII.3.2. La chirurgie générale; cas des portes fermées:

VII.3.2.1. Les mesures de la connectivité, d’intégration et du contrôle visuel:

Quand les portes sont fermées, les espaces à simuler présentent les espaces d’accueil ouverts sur l’espace et les couloirs de circulation des gens. Pour le cas du CHU de Sétif, on remarque que l’espace de la galerie publique reliant les deux services de la chirurgie générale (hommes et femmes) est le seul qui est accessible à n’importe quelle heure de la journée, il présente l’espace le plus intégré avec une valeur d’intégration qui fait **1292.11**, dont le noyau de l’intégration se trouve au centre de la galerie publique juste devant les blocs opératoires. Les espaces les plus ségrégués se trouvent près des cages d’escaliers (**9.60**). En parallèle, la galerie représente un espace qui contrôle soit même avec une valeur de contrôle **1.00**.

A l’hôpital d’El Eulma, on trouve que la partie la plus intégrée dans le système est celle du côté femmes, dont le couloir (espace d’attente) acquière une valeur maximale de **30.96**. Les couloirs en bleu foncé présentent les espaces les plus ségrégués dont les valeurs minimales varient du **6.34** à **8.58**. En outre, les espaces contrôleurs (à fort contrôle) se trouvent aux croisements des couloirs de distribution, notamment dans le côté hommes où les valeurs atteignent **1.64**. L’espace à faible contrôle dans le système se trouve au niveau du couloir d’entrée du côté femmes avec une valeur de contrôle **0.40**.

Quant à l’hôpital Ain Azel, au temps de fermeture des portes, il reste que le hall d’accueil et les deux espaces d’attente à simuler. Les points les plus intégrés (**49.12**) présentent au même temps les points contrôleurs du système (contrôle égal à **1.35**).

Ces points présentent les croisements et les intersections. Le hall d’entrée du service est le plus ségrégué dont il présente une valeur d’intégration égal à **6.00**.



Figure VII. 89. Carte d’intégration à partir de l’analyse VGA du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.

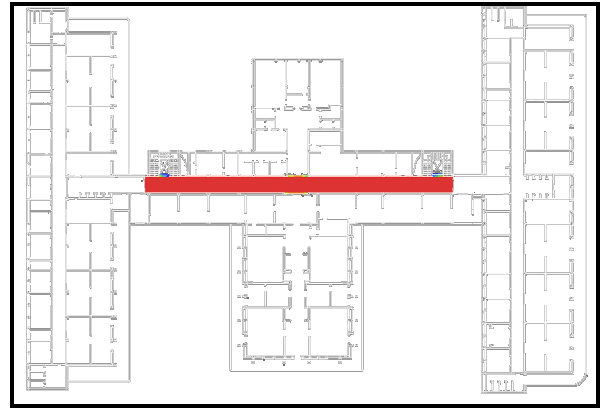


Figure VII. 90. Carte de contrôle à partir de l’analyse convexe du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.



Figure VII. 91. Carte d’intégration du service de la chirurgie générale de l’hôpital d’El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.

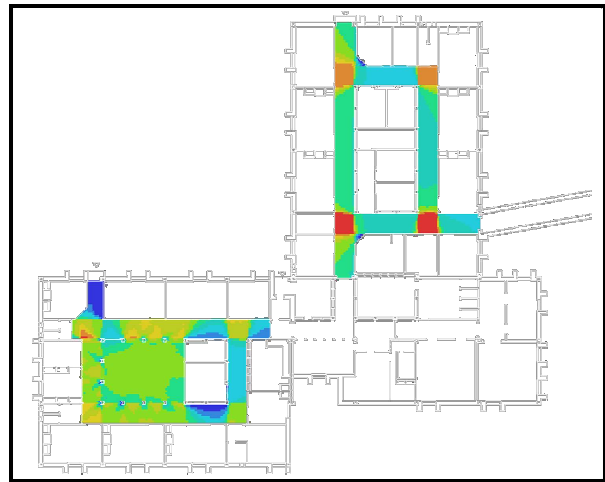


Figure VII. 92. Carte de contrôle du service de la chirurgie générale de l’hôpital d’El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.

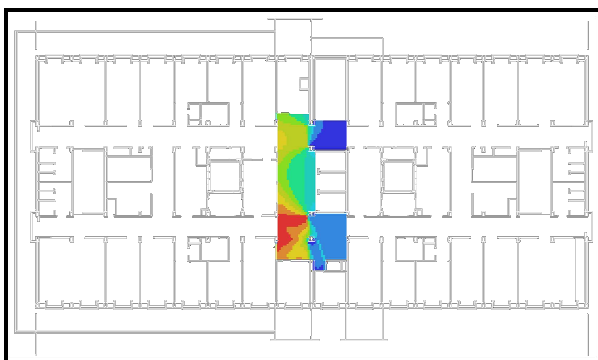


Figure VII. 93. Carte d’intégration du service de la chirurgie générale de l’hôpital d’Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.

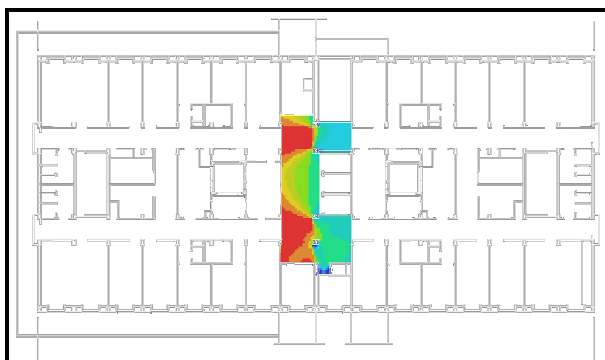


Figure VII. 94. Carte de contrôle du service de la chirurgie générale de l’hôpital d’Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.

VII.3.2.2. Les mesures de l’entropie visuelle et de la Step Depth:

Le système le plus homogène parmi les trois présentés ci-dessous est celui du CHU de Sétif, mais il présente une valeur très basse (**0.07**) au long de la galerie publique. Ainsi, il représente un système extrêmement perméable, facilement accessible en aucune profondeur dont il faut franchir qu’un seul pas pour couvrir l’ensemble de la galerie publique. Les deux autres systèmes; celui d’El Eulma et d’Ain Azel présentent des systèmes déséquilibrés et hétérogènes.

Quant en traitant le côté femmes du service de la chirurgie générale d’El Eulma à part, il présentera un système équilibré et homogène en soit même sans se référer à l’ensemble du système, mais avec des valeurs moyennes d’entropie visuelle. Contrairement, on trouve les valeurs maximales d’entropie (**1.58**) au niveau di côté hommes, exactement au niveau des couloirs de circulations et de desserte des usagers de l’espace.

Quant à l’accessibilité, le service de la chirurgie générale d’El Eulma avec ses côtés (hommes et femmes) présente un système facilement accessible et perméable (non profond), dont on franchit deux pas seulement on peut arriver aux espaces destinés.

Le cas de l’hôpital d’Ain Azel, quand les portes sont fermées présente le système le plus profond parmi les trois cas présentés où il faut franchir trois pas. Aussi, le système le plus hétérogène et déséquilibré. En effet, les valeurs d’entropie visuelle basculent entre **0.66** et **1.54**.

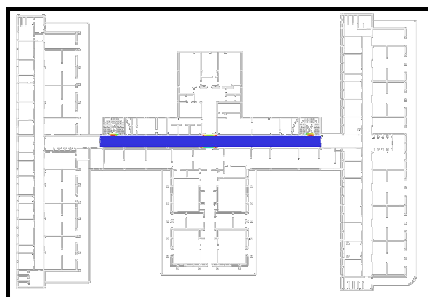


Figure VII. 95. Carte d'entropie à partir de l'analyse VGA du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.



Figure VII. 96. Carte d'entropie du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.

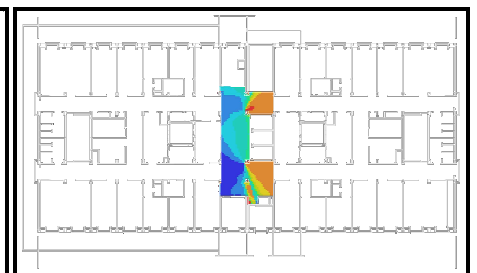


Figure VII. 97. Carte d'entropie du service de la chirurgie générale de l'hôpital d'Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.

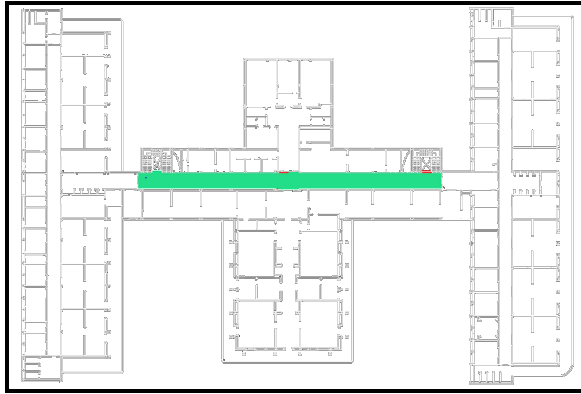


Figure VII. 98. Carte de la step depth à partir de l’analyse VGA du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.



Figure VII. 99. Carte de la step depth du service de la chirurgie générale de l’hôpital d’Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.



Figure VII. 100. Carte de la step depth du service de la chirurgie générale (hommes) de l’hôpital d’El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.

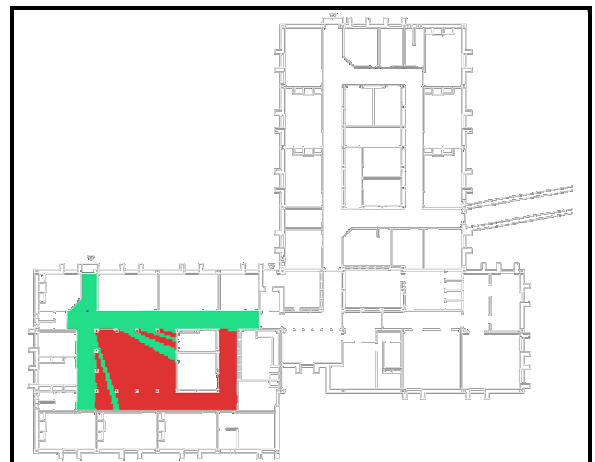


Figure VII. 101. Carte de la step depth du service de la chirurgie générale (femmes) de l’hôpital d’El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.

VII.3.2.3. Les mesures de l’intelligibilité:

A travers la lecture des graphes d’intelligibilité, on trouve que le graphe du service de la chirurgie générale (pavillon initial) du CHU de Sétif est le cas présentant des discontinuités au niveau de la courbe d’intelligibilité, ainsi un coefficient de régression très faible; R^2 égal à 0.29, ce qui signifie que c’est un système non intelligible.

Par contre, les deux autres cas ont des coefficients de régression élevés, dont R^2 à El Eulma est égal à 0.89 suivant une courbe un peu dispersée vu la coupure entre les deux secteurs (hommes et femmes), et le R^2 d’Ain Azel fait 0.90 en suivant une courbe bien alignée sans trop de dispersion. Ces deux cas présentent des systèmes intelligibles, perméables et facilement accessibles.

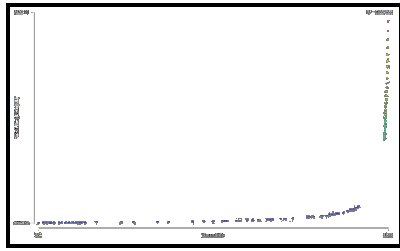


Figure VII. 102. Carte d’intelligibilité à partir de l’analyse VGA ($R^2=0.2943$) du service de la chirurgie générale de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.

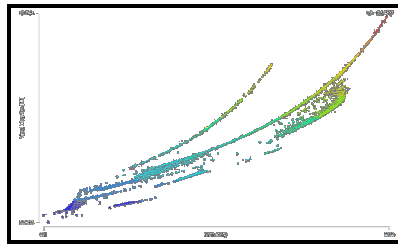


Figure VII. 103. Carte d’intelligibilité à partir de l’analyse VGA ($R^2=0.8945$) du service de la chirurgie générale de l’hôpital d’El Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.

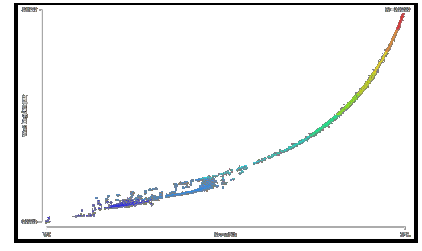


Figure VII. 104. Carte d’intelligibilité à partir de l’analyse VGA ($R^2=0.9050$) du service de la chirurgie générale de l’hôpital d’Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.

VII.3.3. Discussion:

A travers l’étude du service de la chirurgie générale des trois hôpitaux, avec les deux cas; quand les portes sont ouvertes ou fermées, il paraît qu’il y a un changement radical quant aux coefficients de régression R^2 , notamment dans le cas du Chu de Sétif. Ce dernier présente une chute libre dans le coefficient de régression R^2 du 0.62 quand les portes sont ouvertes, jusqu’à 0.29 lors de fermeture des portes. Dès que les portes des services (chirurgie hommes et femmes) soient fermées, la galerie publique perd tout rapport ou contact visuel ou spatial, elle prend la forme d’un long tunnel fermé, éclairé avec une lumière artificielle, sans aucun rapport à l’extérieur.

Contrairement à l’hôpital El Eulma où on remarque qu’avec la fermeture des portes, le coefficient R^2 a connu une légère augmentation du 0.85 jusqu’à 0.89, grâce aux systèmes des couloirs de distributions et du patio avec sa transparence qui permet d’accentuer les relations visuelles et l’ouverture de l’espace (perméabilité et accessibilité de l’espace). Ce phénomène est remarqué notamment dans le côté femmes où le patio hérité de la conception initiale est préservé dont les valeurs d’intégration étaient élevées contrairement au côté hommes, où le patio est disparu en le transformant en des bureaux de consultations des médecins et un espace d’attente, où les valeurs d’intégration ont été diminuées. Mais malgré la disparition du patio dans le côté hommes, le système des couloirs a aidé aussi à perméabiliser l’espace et à offrir une accessibilité facile. Aussi, les points de croisements ont aidés à bien contrôler l’espace réservé aux publics notamment pendant les heures de visites.

Une augmentation considérable quant au cas de l’hôpital d’Ain Azel du coefficient de régression de 0.82 à 0.90. Cette augmentation est engendrée grâce au système des halls d’accueil qui favorisent les relations visuelles et spatiales.

Dans les trois cas étudiés, l’ensemble des graphes d’intelligibilité a connu la disparition de la dispersion au niveau des courbes d’intelligibilité quand les portes sont fermées. Ce phénomène est expliqué en rapport avec la diminution du nombre des espaces à simuler.

VII.4. Cas du service de la médecine interne:

Les espaces intermédiaires entre les deux services de la médecine interne (hommes et femmes) dans le cas du CHU et de l’hôpital Ain Azel, correspondent aux espaces d’accueil, d’attente et d’orientation du public. Contrairement, l’hôpital El Eulma présente un service de la médecine interne en deux niveaux. Le RDC correspond au service médecine interne hommes, tandis que l’étage est réservé aux femmes. Ci-dessous, on présente les résultats des simulations des services de la médecine interne avec portes ouvertes et fermées.

VII.4.1. La médecine interne; cas des portes ouvertes:

La connectivité visuelle, l’intégration visuelle, le contrôle visuel, l’entropie visuelle, la step depth et l’intelligibilité, sont les mesures syntaxiques présentées ci-dessous.

VII.4.1.1. *Les mesures de la connectivité et de l’intégration:*

L’espace le plus intégré dans l’analyse VGA n’est pas toujours le plus intégré dans l’analyse convexe; le service de la médecine interne au deuxième étage du bloc B de l’hôpital Ain Azel fait l’épreuve. Tandis que les deux autres services de la médecine interne du CHU de Sétif et de l’hôpital El Eulma présentent des correspondances et des recouvrements quant aux résultats obtenus à partir des deux analyses (VGA et convexe).

Le service de la médecine interne au CHU de Sétif est divisé en deux ailes (hommes et femmes) reliés par un hall d’entrée principal qui représente l’élément d’articulation reliant les deux services. Les valeurs maximales d’intégration (**14.67**) s’étalent suivant un axe linéaire au long des couloirs de circulation, fortement concentrées au hall d’entrée principal et aux halls d’entrée et d’attente de chaque service de la médecine interne (service pour hommes à gauche et autre pour femmes à droite). En effet, l’étendue d’intégration est très importante dans ce cas. L’analyse convexe présente quatre espaces les plus intégrés dans le système, qui sont respectivement: le hall d’entrée principal (**1.92**), les deux halls d’entrées de chaque service (hommes (**1.95**) et femmes (**1.86**)) et le couloir de distribution du service médecine hommes (**1.84**).

Contrairement à ce dernier couloir, le long couloir du service médecine femmes acquière une valeur moins importante (**1.71**) à cause de l’asymétrie du plan obtenue après plusieurs réaménagements du service de la médecine interne hommes.

Les espaces les plus ségrégués présentés dans l’analyse VGA ne sont pas les mêmes au niveau de la carte convexe, dont à partir de la VGA on trouve l’ensemble des chambres, des bureaux et des espaces annexes et de service se trouvant de part et d’autres des longs couloirs de circulation. Mais dans l’analyse convexe, les espaces d’eaux à l’extrémité des ailes (**0.81**) qui sont les plus ségrégués.

Le service de la médecine interne de l’hôpital El Eulma présente un pavillon regroupant deux services de la médecine interne séparés, un pour hommes au RDC et autre pour femmes à l’étage. Le service réservé aux hommes parait dans l’analyse VGA avec une étendue d’intégration importante et un noyau d’intégration situant au centre du hall d’accueil avec une valeur maximale de l’ordre de **19.66**. Tandis que les sanitaires présentent des valeurs minimales (**4.06**), se sont les espaces les plus ségrégués dans le système. En comparant les résultats de l’analyse VGA et de l’analyse convexe, on trouve que l’espace central du service est le plus intégré (**1.13**) dans l’analyse convexe ne correspond pas au noyau d’intégration de la VGA. Au niveau du service de la médecine interne femmes, on trouve un recoupement et une correspondance quant aux résultats d’intégration obtenus à partir de l’analyse VGA et ceux de l’analyse convexe. L’espace le plus intégré (valeur (VGA)= **18.14**, valeur sur la carte convexe=**2.52**) présente le couloir de distribution, alors que les espaces les plus ségrégués restent les sanitaires aux angles (valeur (VGA)=**3.18**, valeur sur la carte convexe=**0.61**).

Au temps où les couloirs de circulation et d’orientation du public du service de la médecine interne de l’hôpital Ain Azel présentent les espaces les plus connectés dans l’analyse convexe et les plus intégrés dans l’analyse VGA (**12.29**), ils ne sont pas les plus intégrés dans l’analyse convexe (les valeurs basculent de **1.77** à **1.84**). L’espace le plus intégré est le hall d’accueil qui présente une valeur d’intégration égal à **2.31**. Le hall d’accueil commun entre les deux ailes; hommes et femmes, présente l’espace d’articulation et de transition entre les deux. En outre, les sanitaires sont les espaces les plus ségrégués dans le système présentant des valeurs de VGA égal à **2.99** et de **0.81** dans l’analyse convexe. A partir de l’analyse VGA, le core d’intégration s’étale le long des couloirs de circulation et l’étendue de l’intégration couvre une surface importante et coïncide avec l’ensemble des espaces d’accueil dans le système sauf le hall d’accueil principal (**8.53**).

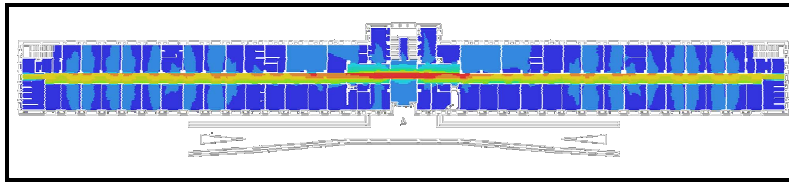


Figure VII. 105. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Source: auteur.

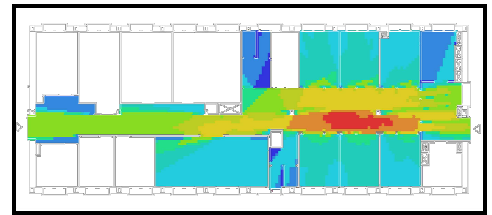


Figure VII. 106. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.

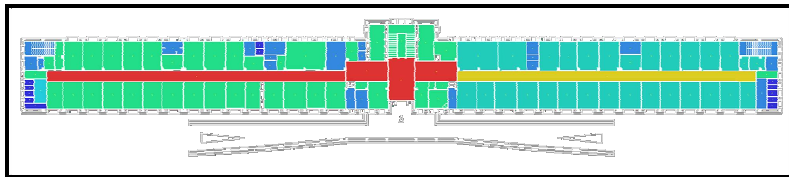


Figure VII. 107. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Source: auteur.

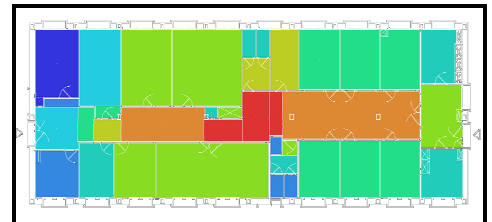


Figure VII. 108. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe du service de la médecine interne (hommes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.

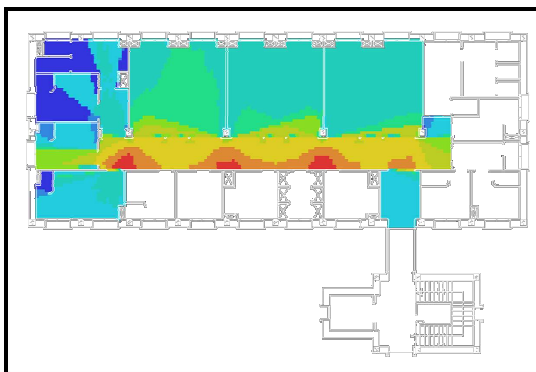


Figure VII. 109. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.

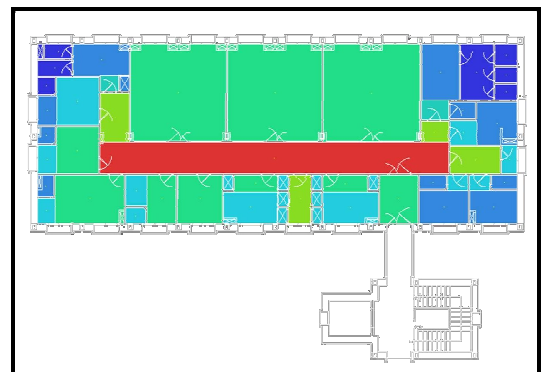


Figure VII. 110. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe du service de la médecine interne (femmes) de l'hôpital d'El Eulma. Source: auteur.

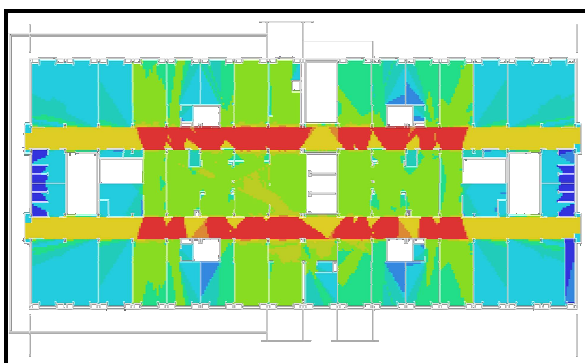


Figure VII. 111. Carte d'intégration à partir de l'analyse VGA du service de la médecine interne de l'hôpital Ain Azel. Source: auteur.

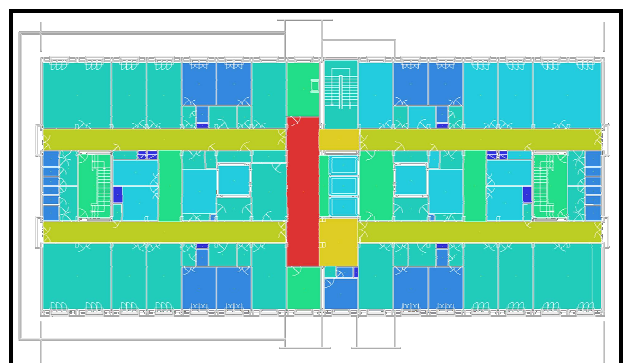


Figure VII. 112. Carte d'intégration à partir de l'analyse convexe du service de la médecine interne de l'hôpital Ain Azel. Source: auteur.

VII.4.1.2. Les mesures du contrôle visuel:

Au CHU, le service de la médecine interne présente deux principaux noyaux de contrôle, chacun des noyaux se trouve au sein des halls d’accueil et d’attente de chaque secteur (hommes et femmes). Ces halls à fort contrôle sont les espaces contrôleurs de l’ensemble du service et sont au même temps les espaces les plus intégrés dans le système, dont ils présentent une valeur de contrôle maximale égale à **2.96**.

L’espace le plus intégré au niveau du service de la médecine interne hommes de l’hôpital El Eulma constitue l’espace contrôleur du système (à fort contrôle) dont il présente une valeur de contrôle égal à **1.94**. Par contre, au service médecine femmes, la valeur maximale du contrôle (**2.39**) se concentre au niveau du croisement résultant du couloir principal de circulation et du passage vers les sanitaires. Cette intersection à fort contrôle présente l’espace contrôleur de tout le service.

En comparant les résultats d’intégration et de contrôle au niveau du service de la médecine interne de l’hôpital d’Ain Azel, on trouve que l’espace le plus intégré (les couloirs de circulation) est celui le contrôleur du système dont il présente les valeurs maximales du contrôle. Au niveau du service de la médecine interne de l’hôpital d’Ain Azel, les valeurs basculent entre **0.18** à **2.09**.

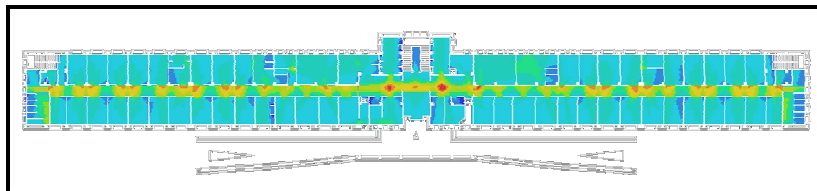


Figure VII. 113. Carte de contrôle à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Source: auteur.

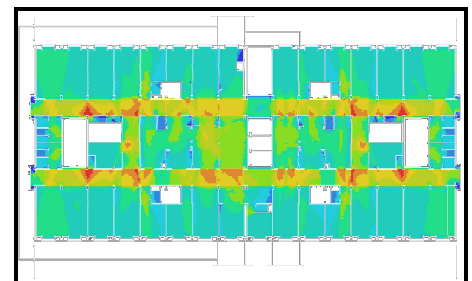


Figure VII. 114. Carte de contrôle à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de l’hôpital Ain Azel. Source: auteur.

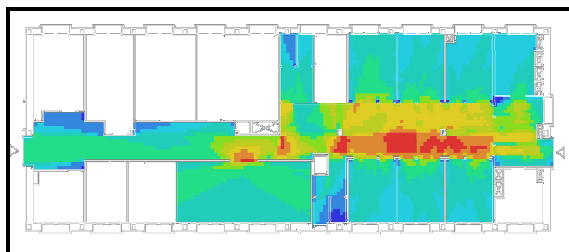


Figure VII. 115. Carte de contrôle à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.

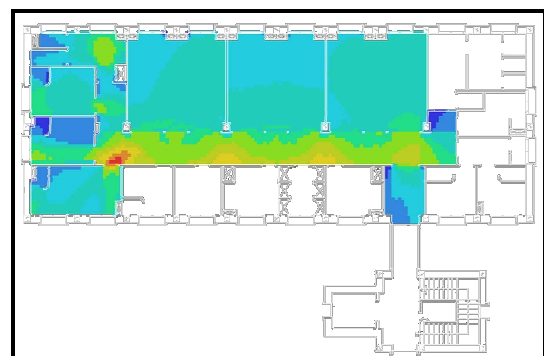


Figure VII. 116. Carte de contrôle à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.

VII.4.1.3. Les mesures de l’entropie visuelle:

Mis à part le système de la médecine interne du CHU de Sétif; qui présente une homogénéité, un équilibre et une perméabilité spatiale et visuelle dont l’entropie visuelle varie entre **0.71** et **1.63**, les trois autres systèmes qui restent; Ain Azel et El Eulma; service hommes et autres pour femmes, sont hétérogènes et déséquilibrés. En effet, au niveau du service de la médecine interne d’El Eulma côté hommes, les valeurs d’entropie visuelle basculent entre **0.73** dans le hall d’accueil et **1.62** au sein de la grande chambre des malades. Contrairement au côté hommes, le côté femmes présente des valeurs d’entropie visuelle basculant entre **0.74** au niveau de l’intersection des couloirs et **1.87** au niveau des chambres des malades et le hall d’entrée du service.

Au centre du service de la médecine à Ain Azel, le système est homogène et équilibré, mais aux extrémités du service le système prend l’allure d’un déséquilibre remarquable, ce qui crée une profondeur dans l’espace; dont les valeurs de l’entropie visuelle varient du **1.41** au niveau des couloirs de circulation à **1.95** aux extrémités des services.

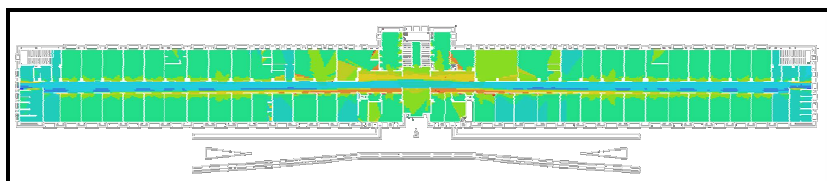


Figure VII. 117. Carte d’entropie à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Source: auteur.

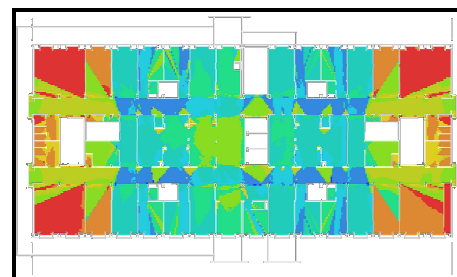


Figure VII. 118. Carte d’entropie à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de l’hôpital Ain Azel. Source: auteur.

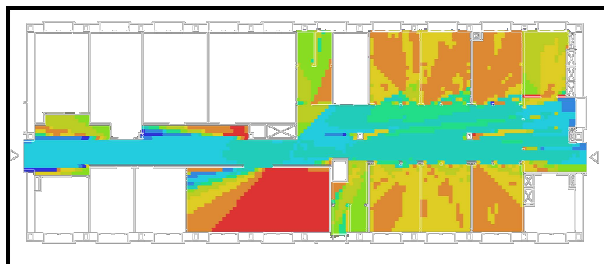


Figure VII. 119. Carte d’entropie à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.

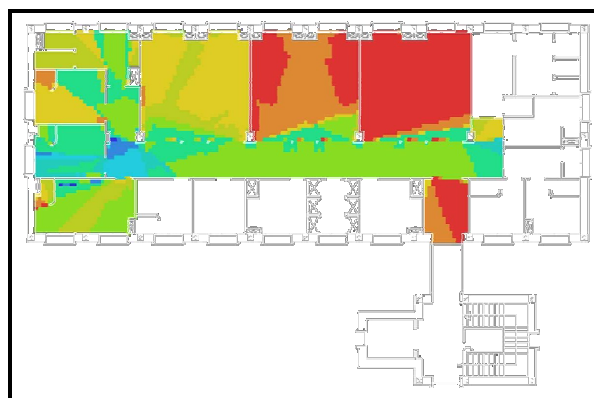


Figure VII. 120. Carte d’entropie à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.

VII.4.1.4. Les mesures de la Step Depth:

Parmi les services présentés, le système qui est facilement accessible et moins profond est celui du service de la médecine interne côté homme d’El Eulma où il faut franchir que trois pas grâce à sa linéarité et ouverture de l’espace. Tandis que le côté femmes à l’étage est plus profond, comme il est difficilement accessible à cause des changements de direction et les décrochements se trouvant dans le plan du service. La profondeur de ce service est représentée par une step depth de l’ordre de cinq pas à franchir.

Autrement le service de la médecine interne du CHU présente une step depth de l’ordre de quatre pas à franchir. En outre, le système le plus profond parmi les quatre systèmes est celui d’Ain Azel, dont il faut franchir six pas. Malgré que les services des trois hôpitaux sont profonds mais tous les espaces d’accueil sont facilement accessibles et peuvent être atteints au maximum en franchissant deux pas.



Figure VII. 121. Carte de la step depth à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Source: auteur.

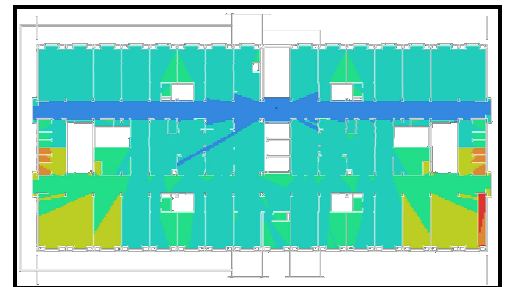


Figure VII. 122. Carte de la step depth à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de l’hôpital Ain Azel. Source: auteur.

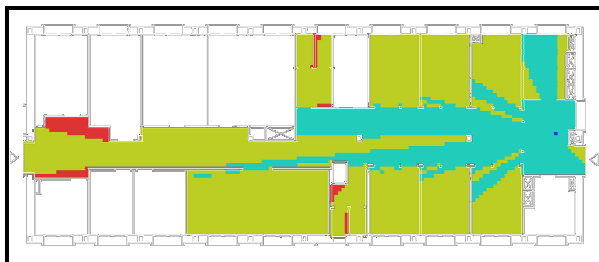


Figure VII. 123. Carte de la step depth à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.

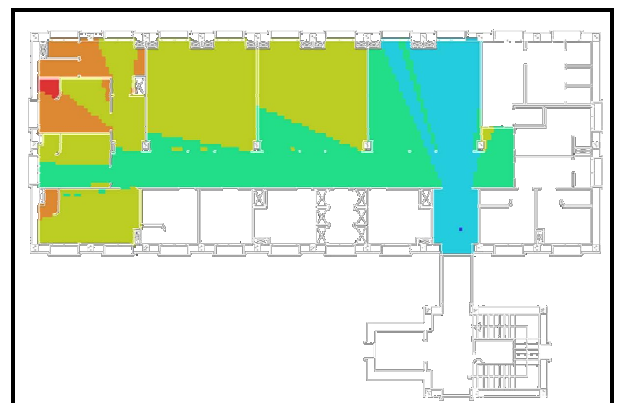


Figure VII. 124. Carte de la step depth à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.

VII.4.1.5. Les mesures de l’intelligibilité:

A travers la lecture des graphes d’intelligibilité, on peut dire que l’ensemble des services présents des systèmes fortement intelligibles dont les coefficients de régressions R^2 sont tous supérieurs à **0.8**. Le graphe d’Aïn Azel avec son coefficient de régression R^2 égal à **0.82** et celui de la médecine interne hommes de l’hôpital d’El Eulma avec son coefficient R^2 égal à **0.83**, sont les plus dispersés.

En outre, les systèmes fortement intelligibles et extrêmement perméables sont les services de la médecine interne du CHU de Sétif où R^2 est égal à **0.94** et de l’hôpital d’El Eulma où le R^2 fait **0.93**.

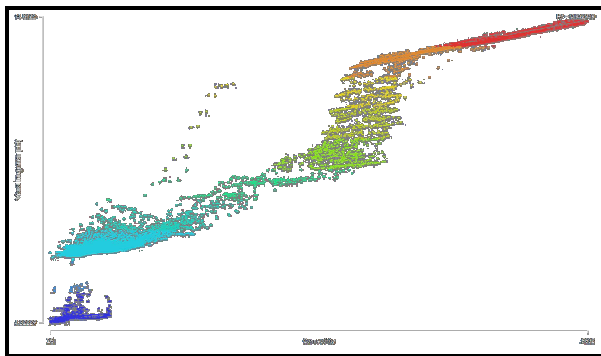


Figure VII. 125. Carte d’intelligibilité ($R^2= 0.9429$) à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Source: auteur.

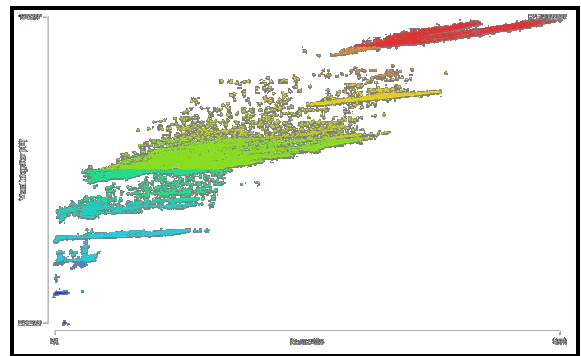


Figure VII. 126. Carte d’intelligibilité ($R^2= 0.8223$) à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de l’hôpital Ain Azel. Source: auteur.

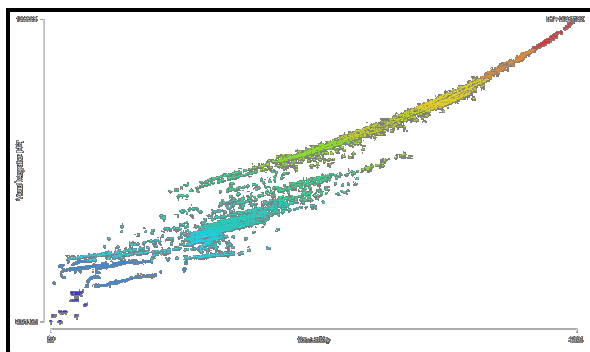


Figure VII. 127. Carte d’intelligibilité ($R^2= 0.9311$) à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.

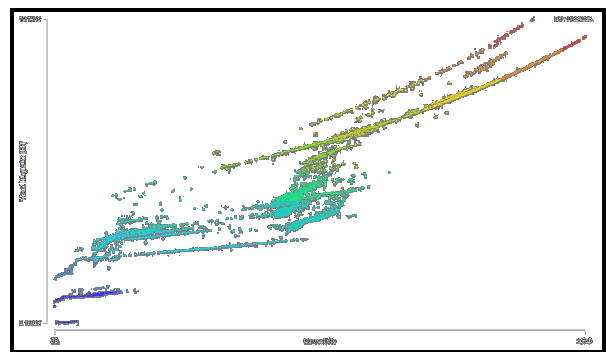


Figure VII. 128. Carte d’intelligibilité ($R^2= 0.8340$) à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l’hôpital d’El Eulma. Source: auteur.

VII.4.2. La médecine interne; cas des portes fermées:

VII.4.2.1. *Les mesures de la connectivité, d’intégration et du contrôle visuel:*

Dans le cas des portes fermées, les résultats de l’intégration et de contrôle présentent de fortes correspondances, dont on constate que les espaces les plus intégrés sont au même temps les espaces contrôleurs de leurs systèmes; les espaces à fort contrôle de l’espace.

Pour le cas du CHU de Sétif, on remarque que le hall d’entrée reliant les deux services de la médecine interne (hommes et femmes) est le seul qui est accessible à n’importe quelle heure de la journée, il présente l’espace contrôleur du système (**1.64**) et au même temps l’espace le plus intégré avec une valeur d’intégration qui fait **135.65**, dont le noyau de l’intégration se trouve sur l’axe horizontal central au centre du hall. Le reste des surfaces des halls d’accueil et d’attente présente les espaces les plus ségrégués avec une valeur minimale d’intégration égale **6.36** et des espaces à faible contrôle avec une valeur de contrôle égale à **0.51**.

Le service de la médecine interne (hommes et femmes) de l’hôpital d’El Eulma, présente des espaces d’accueil (hall d’accueil et couloirs) qui sont les plus intégrés dans le système. Au sein de ces espaces d’accueil, on trouve un core d’intégration regroupant trois noyaux d’intégration acquérant des valeurs maximales de **21.60** dans le service médecine hommes et de **18.14** dans le service médecine femmes). En parallèle, ce même core d’intégration correspond à un core de contrôle. Ce dernier présente des espaces à fort contrôle (**2.22** Au service hommes et **2.39** au service femmes). En effet, ces espaces sont des espaces contrôleurs de leurs systèmes. Les espaces les plus ségrégués se trouvent au niveau des décrochements dont les valeurs minimales varient du **5.87** à **7.32** au côté de la médecine hommes et du **3.18** à **4.66** dans le service de la médecine femmes. Ils acquièrent aussi des valeurs minimales de contrôle, et par conséquent, se sont des espaces à faible contrôle dont les valeurs de contrôle au niveau de la médecine hommes et celles de la médecine femmes sont respectivement: **0.07** et **0.2**.

Quant à l’hôpital Ain Azel, au temps de fermeture des portes, il reste que le hall d’entrée, le hall d’accueil et les espaces d’attente où les points les plus intégrés (**49.12**) présentent les espaces contrôleurs du système (contrôle égal à **1.35**). Ces points sont les croisements. Le hall d’entrée du service est le plus ségrégué dont il présente une valeur d’intégration égal à **6.00**.

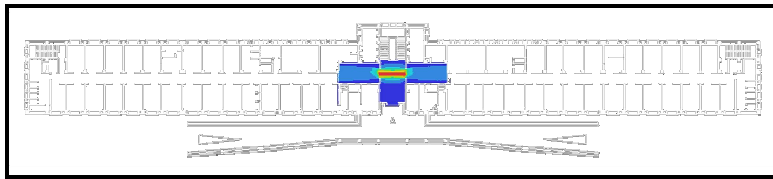


Figure VII. 129. Carte de l’intégration à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Cas des portes fermées.
Source: auteur.

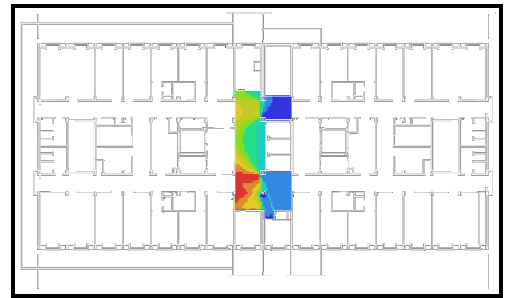


Figure VII. 130. Carte de l’intégration à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de l’hôpital Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.

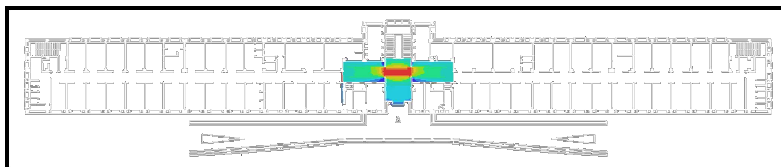


Figure VII. 131. Carte de contrôle à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Cas des portes fermées.
Source: auteur.

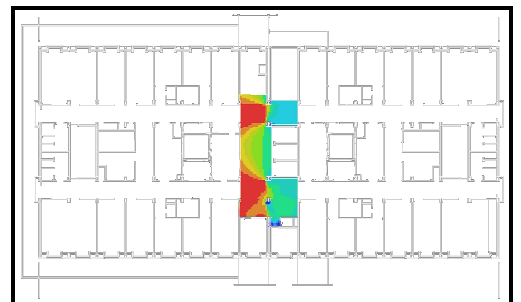


Figure VII. 132. Carte de contrôle à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de l’hôpital Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.

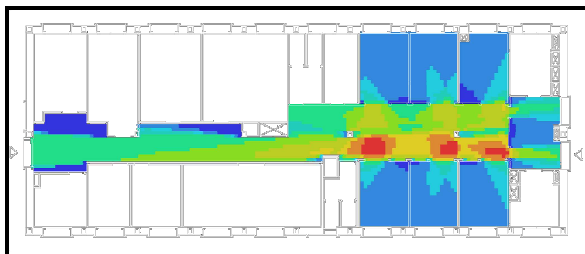


Figure VII. 133. Carte de l’intégration à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l’hôpital Eulma. Cas des portes fermées.
Source: auteur.

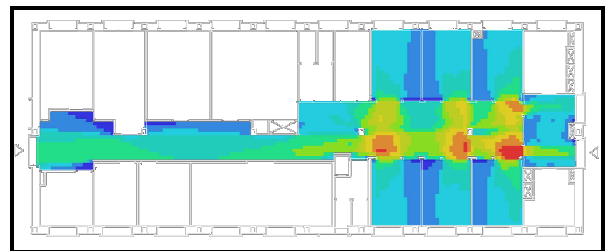


Figure VII. 134. Carte de contrôle à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l’hôpital Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.

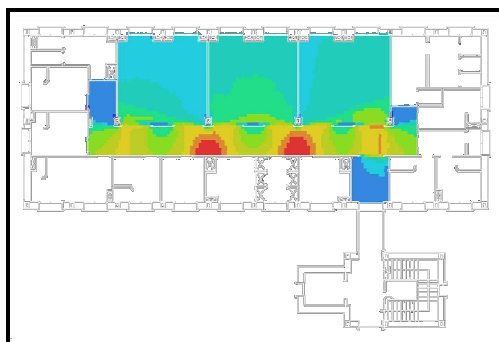


Figure VII. 135. Carte de l’intégration à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l’hôpital Eulma. Cas des portes fermées.
Source: auteur.



Figure VII. 136. Carte de contrôle à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l’hôpital Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.

VII.4.2.2. Les mesures de l’entropie visuelle et de la Step Depth:

Le système le plus homogène parmi les cas présentés ci-dessous est celui du service de la médecine interne côté hommes de l’hôpital d’El Eulma où les valeurs de l’entropie varient entre **0.6** et **1.55**. Ainsi, il représente un système perméable, facilement accessible, mais un peu profond par rapport au reste des systèmes dont il faut franchir trois pas pour couvrir l’ensemble du service. Les trois systèmes qui restent présentent des systèmes déséquilibrés et hétérogènes; à l’instar du CHU de Sétif où les valeurs basculent entre **0.33** et **1.13**. Ce dernier cas présente le système le moins profond, le très perméable et facilement accessible dont il faut franchir uniquement deux pas pour couvrir l’ensemble du système.

Le service de la médecine interne d’El Eulma réservé aux femmes présente le système le plus hétérogène et le plus déséquilibré dont il présente des valeurs d’entropie visuelle variant entre **0.74** et **1.87** Aussi, c’est un système facilement accessible, perméable et peu profond à trois pas seulement.

Quand les portes sont fermées, le cas de l’hôpital d’Ain Azel présente un système assez profond où il faut franchir trois pas. Aussi, c’est le système le plus hétérogène et déséquilibré où les valeurs d’entropie visuelle basculent entre **0.66** et **1.54**.

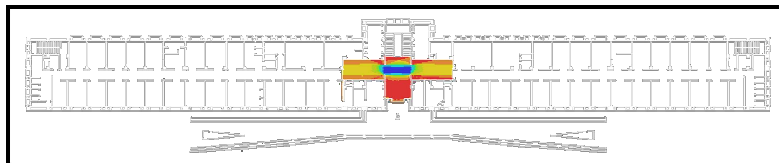


Figure VII. 137. Carte de l’entropie à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.

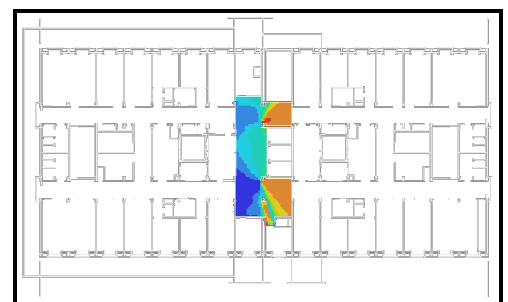


Figure VII. 138. Carte de l’entropie à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de l’hôpital Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.

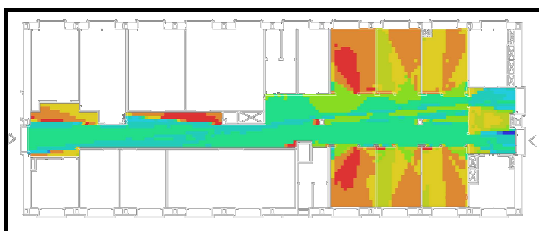


Figure VII. 139. Carte de l’entropie à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l’hôpital Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.

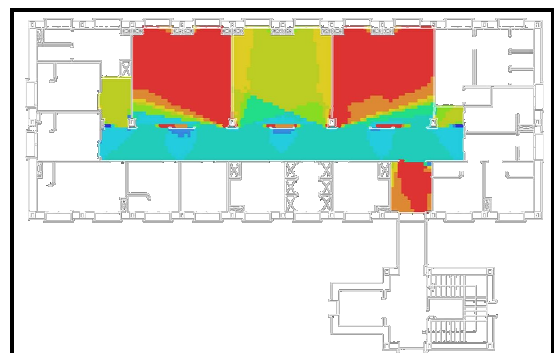


Figure VII. 140. Carte de l’entropie à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l’hôpital Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.

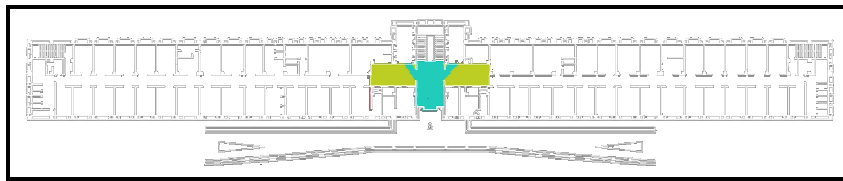


Figure VII. 141. Carte de la step depth à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Cas des portes fermées.
Source: auteur.



Figure VII. 142. Carte de la step depth à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de l’hôpital Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.

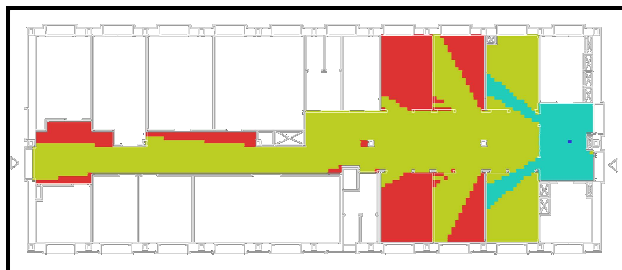


Figure VII. 143. Carte de la step depth à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l’hôpital Eulma. Cas des portes fermées.
Source: auteur.



Figure VII. 144. Carte de la step depth à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l’hôpital Eulma. Cas des portes fermées.
Source: auteur.

VII.4.2.3. Les mesures de l’intelligibilité:

A travers la lecture des graphes d’intelligibilité, on trouve que les graphes des services de la médecine interne (hommes et femmes) de l’hôpital d’El Eulma sont les plus dispersés dont les coefficients de régression R^2 sont respectivement: **0.96** pour le cas de la médecine hommes et **0.86** pour la médecine femmes. En effet, ces deux systèmes sont fortement intelligibles et extrêmement perméables. Le système de la médecine interne hommes d’El Eulma est le plus intelligible et le plus perméable parmi les quatre systèmes étudiés.

Au CHU de Sétif, malgré l’absence de toute dispersion dans la courbe d’intelligibilité, on trouve quand même des discontinuités. Dans ce cas là, le coefficient de régression très faible; où R^2 est égal à **0.64**, ce qui signifie que c’est un système d’une intelligibilité proche de la moyenne. Par contre, suivant une courbe bien alignée avec une très légère dispersion au début de la courbe, le coefficient R^2 à l’hôpital d’Ain Azel fait **0.90**, reflétant un système perméable, intelligible, homogène et facilement accessible.

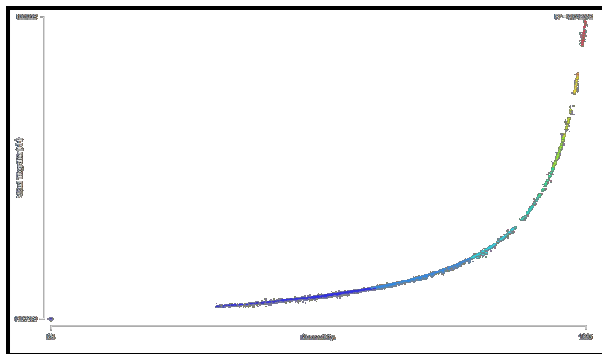


Figure VII. 145. Carte de l’intelligibilité ($R^2=0.6425$) à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de CHU de Sétif. Cas des portes fermées. Source: auteur.

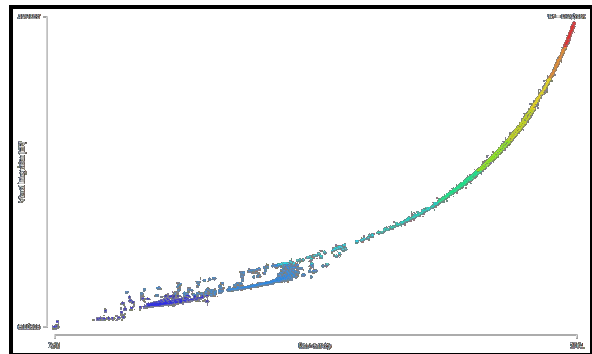


Figure VII. 146. Carte de l’intelligibilité ($R^2= 0.9050$) à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne de l’hôpital Ain Azel. Cas des portes fermées. Source: auteur.

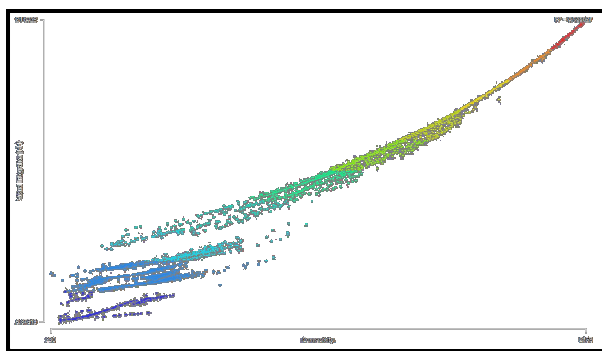


Figure VII. 147. Carte de l’intelligibilité ($R^2= 0.9666$) à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (hommes) de l’hôpital Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.

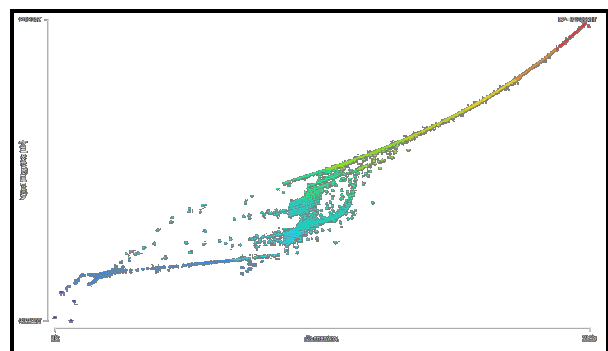


Figure VII. 148. Carte de l’intelligibilité ($R^2= 0.8699$) à partir de l’analyse VGA du service de la médecine interne (femmes) de l’hôpital Eulma. Cas des portes fermées. Source: auteur.

VII.4.3. Discussion:

En étudiant le service de la médecine interne des trois hôpitaux, avec les deux cas; quand les portes sont ouvertes ou fermées, on peut tirer les points suivants: Quant au cas des portes ouvertes, le service de la médecine interne du CHU de Sétif est un système facilement accessible, fortement intelligible, perméable dont les espaces d’accueil sont tous les plus intégrés et les contrôleurs du système. La fermeture des portes provoque une chute libre dans le coefficient de régression R^2 du **0.94** jusqu’à **0.64**, ce qui rend le système plus fermé sur soit même et crée une forte hétérogénéité quant à l’entropie visuelle. Contrairement, à l’hôpital El Eulma on remarque qu’en fermant les portes, le coefficient R^2 du service médecine hommes connaît une légère augmentation de **0.93** jusqu’à **0.96**, grâce à la transparence dans le plan et aux systèmes des halls d’accueil ouverts sur les couloirs de distributions favorisant l’ouverture, la perméabilité et les relations visuelles et facilitant l’accessibilité à l’espace. Au service de la médecine interne femmes, les points de croisements ont aidés à bien contrôler l’espace notamment pendant les heures de visites, mais les couloirs de

différentes directions ont diminués l’accessibilité au service et ont créés une hétérogénéité et un déséquilibre visuel qui paraît clairement dans la carte de l’entropie visuelle.

Quant à l’intelligibilité du système, le coefficient R^2 a augmenté légèrement du **0.83** (cas des portes ouvertes) à **0.86** (cas des portes fermées). Au cas de l’hôpital d’Ain Azel, une augmentation considérable du coefficient de régression de **0.82** à **0.90**. Cette augmentation est grâce au système des halls d’accueil qui favorisent les relations visuelles et spatiales.

VII.5. Cas particuliers:

Dans les sections suivantes, on va aborder la question de l’intégration des espaces d’accueil par rapport à l’ensemble des systèmes quant tous les blocs sont assemblés. En effet, on a choisi, d’étudier le cas du CHU de Sétif et celui de l’hôpital Ain Azel qui présentent des configurations des hôpitaux en blocs reliés par des galeries publiques et des passages techniques.

VII.5.1. Cas du CHU de Sétif:

Dans le cas du CHU, on va étudier et comparer deux configurations. La première est la configuration initiale du CHU dont les deux corps du pavillon initial étaient reliés grâce à une galerie médical avec absence de l’unité des détenus. La deuxième présente la configuration spatiale actuelle du pavillon initial (corps 1 et 2) assemblé au pavillon de l’hématologie et de la cardiologie en ajoutant l’unité des détenus aux croisements des galeries publiques principales.

VII.5.1.1. Les mesures de la connectivité et de l’intégration:

En étudiant les cartes de connectivité et d’intégration des deux configurations, on trouve que les résultats de connectivité des deux cartes sont presque identiques, la seule différence réside dans le fait que les valeurs maximales de connectivité au niveau de la première configuration (avec unité des détenus) se trouvent au niveau de la galerie publique -dont la valeur de la connectivité **8935** et celle de l’intégration varient entre **8.86** et **10.30**- et la terrasse publique -dont la valeur de la connectivité **9919** et celle de l’intégration 10.42- du corps 01 du pavillon initial. Tandis qu’au niveau de la configuration initiale (sans l’unité des détenus), les valeurs maximales se concentrent aux croisements des deux galeries publiques -dont la valeur de la connectivité **11347** et celle de l’intégration **6.99** -; celle du corps 01 et celle du corps 02. Aussitôt, des valeurs importantes de connectivité couvre l’ensemble des espaces d’accueil, en se prolongeant le long des galeries notamment celle se trouvant au niveau du corps 01, et au niveau des terrasses publiques et des espaces de circulation (couloirs).

Par contre, les résultats de l’intégration des deux configurations sont radicalement différents dont on trouve que dans la configuration initiale, les valeurs importantes d’intégration couvrent les deux galeries publiques initiales, mis à part la galerie publique du pavillon d’hématologie et de la

cardiologie où les valeurs ont été considérablement diminuées à cause du retrait (décalage et le décrochement) par rapport à l’alignement de la galerie du corps 02.

Les décrochements au niveau de l’entrée du service des maladies infectieuses à engendrer une diminution des valeurs d’intégration de la partie de la galerie qui se trouve derrière. Les valeurs maximales d’intégration croisent avec celles de la connectivité au niveau des croisements des deux galeries publiques du corps 01 et 02.

L’avantage de cette configuration réside dans le fait que l’ensemble des pavillons (corps 01 et 02 et les cliniques d’hématologie et de la cardiologie) présente un système relié et cohérent qui facilite l’accessibilité, le repérage et le wayfinding des visiteurs lors des moments de visites, aussi le fonctionnement interne du CHU dont le personnels ou les malades ne sont pas obligés de sortir et marcher des longs distances à l’extérieur pour arriver au pavillon mitoyen.

Dans la configuration actuelle, et à cause de l’ajout de l’unité des détenus, on a eu une coupure au niveau des croisements des galeries. Cette coupure à causée des dysfonctionnements fonctionnels; quant au transport des malades, du matériels ou quant aux collaborations entre les services et pavillons et visuels; quant au repérage, à l’accessibilité visuelle et au wayfinding des visiteurs aux moments de visites. En effet, le système est composé actuellement en trois sous systèmes totalement séparés dont les valeurs obtenus ne se réfère pas à l’ensemble du système mais par contre elles représentent chacun des systèmes à part.

Le pavillon initial (corps 01) est le plus intégré dans le système dont sa galerie publique, ses terrasses ouvertes couvertes; l’ensemble des espaces d’accueil, présentent des valeurs d’intégration importantes. Aussitôt, le service le mieux intégré dans le système est celui de l’hémodialyse, grâce à la transparence, l’ouverture de l’espace et le système des grandes chambres de malades (une chambre pour quatre malades). Tandis qu’au niveau du second système; pavillon (corps 02) et le pavillon d’hématologie et de la cardiologie qui est en retrait, les valeurs d’intégration des galeries publiques (espaces d’accueil et d’attente des malades pour les consultations externes) sont élevées mais ne se compare pas avec celles du premier système (autour du **5.50** à l’entrée du service des maladies infectieuses).

Par contre, vu que le système est profond dans le cas de la configuration actuelle, c’est logique de trouver l’ensemble des chambres et des bureaux; les espaces les moins connectés en ségrégation dans le système. Leurs valeurs de connectivité varient du **324** à **9.64** et d’intégration de **2.07**.

Quant aux valeurs, on ne se réfère pas à l’unité de la réanimation médicale; le troisième sus système, dont l’accès des visiteurs est directement de l’extérieur, par ce qu’elle est traité par le logiciel comme étant une entité à part; un système à part avec ses propres valeurs et mesures.

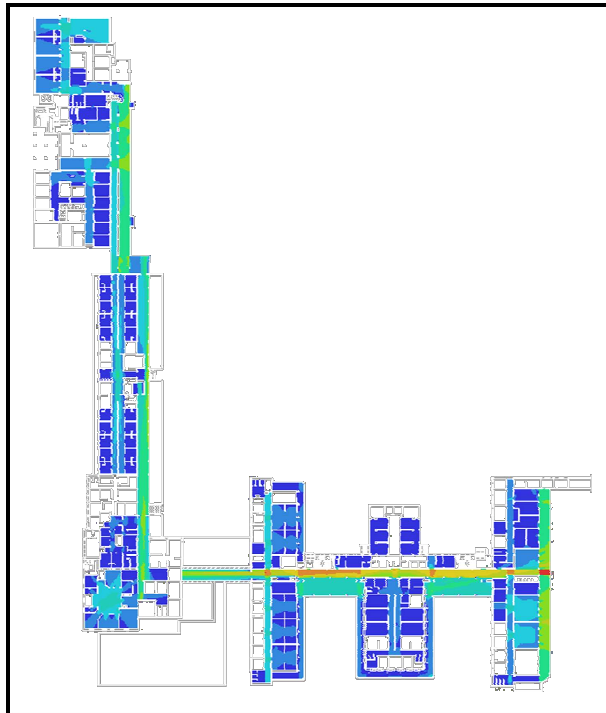


Figure VII. 149. Carte de la connectivité à partir de l’analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d’hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat actuel avec l’existence de l’unité des détenus. Source: auteur.

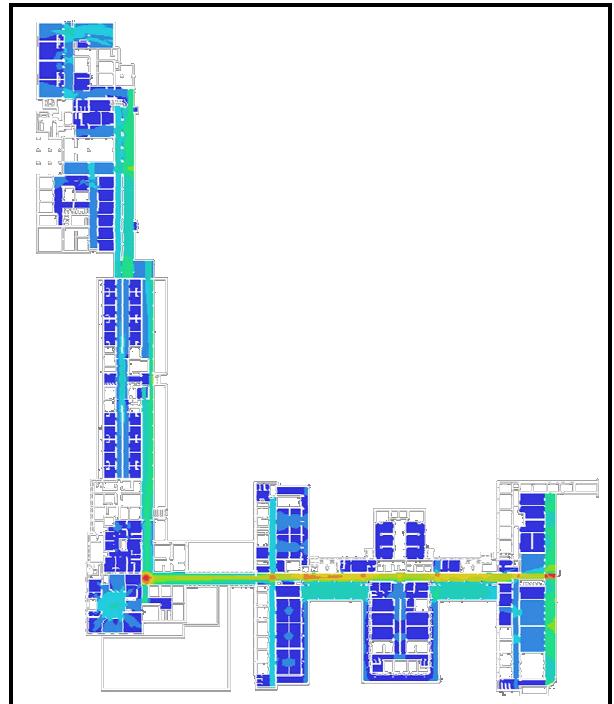


Figure VII. 150. Carte de la connectivité à partir de l’analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d’hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat initial sans l’existence de l’unité des détenus. Source: auteur.

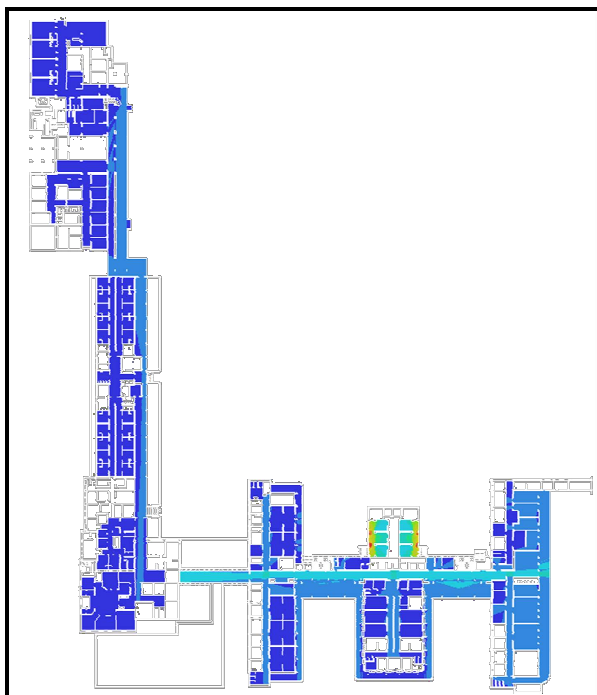


Figure VII. 151. Carte de l’intégration à partir de l’analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d’hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat actuel avec l’existence de l’unité des détenus. Source: auteur.

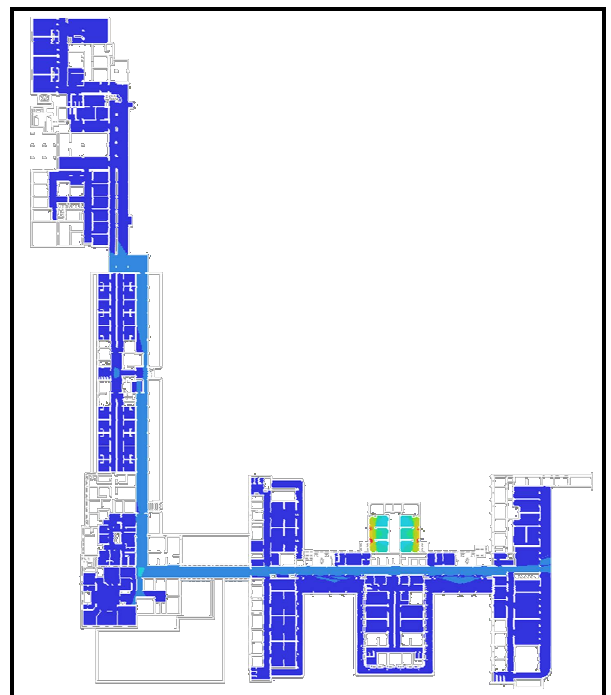


Figure VII. 152. Carte de l’intégration à partir de l’analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d’hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat initial sans l’existence de l’unité des détenus. Source: auteur.

VII.5.1.2. Les mesures du contrôle visuel:

Les résultats du contrôle montrent une grande correspondance entre les deux cartes. Dans les deux cas, la galerie publique du pavillon initial (corps 01) ainsi que le hall d’accueil du service des maladies infectieuses présentent des espaces à fort contrôle avec des valeurs importantes de contrôle. En effet, ces espaces sont des espaces contrôleurs des sous systèmes composant l’ensemble du système étudié; dont la galerie publique (2.30) est l’espace contrôleur du pavillon initial (corps 01), et le hall d’accueil est l’espace contrôleur du service des maladies infectieuses (2.47).

La seule différence entre les deux cartes du contrôle, apparaît au niveau des croisements des galeries publiques où les valeurs maximales du contrôle dans la configuration initiale sont concentrées aux intersections des grandes artères de circulation, mais par contre dans la configuration actuelle et à cause de l’apparition de l’unité des détenus à l’angle du L, le croisement perd ses hautes valeurs de contrôle (une valeur de 2.16 au maximum) aussi son caractère comme étant un espace contrôleur de l’ensemble du système.



Figure VII. 153. Carte de contrôle à partir de l’analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d’hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat actuel avec l’existence de l’unité des détenus. Source: auteur.

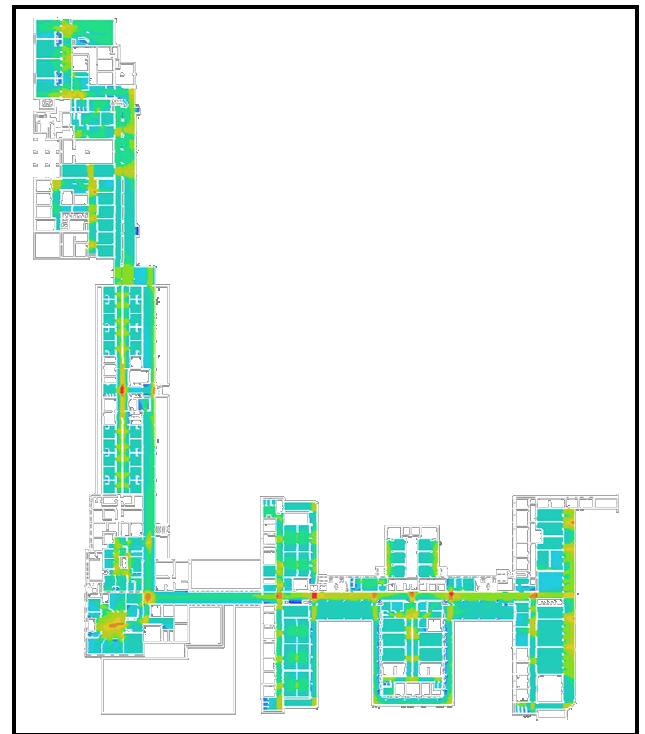


Figure VII. 154. Carte de contrôle à partir de l’analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d’hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat initial sans l’existence de l’unité des détenus. Source: auteur.

VII.5.1.3. *Les mesures de l’entropie visuelle:*

Quand il s’agit de l’entropie visuelle, mis à part l’unité de visite externe du service de la réanimation médicale, les deux cartes présentent des systèmes généralement équilibrés et homogènes. En étudiant chaque pavillon à part dans la configuration initiale, on trouve que les trois pavillons sont homogène et perméable dont au niveau du pavillon initial (corps 01), les valeurs maximales d’entropie visuelle se concentrent au sein des services, tandis que le pavillon (corps 02) et celui d’hématologie sont la partie la plus équilibrée dans l’ensemble du système.

Dans la configuration actuelle, en ajoutant l’unité des détenus, le système au niveau du pavillon (corps 02) et le pavillon en retrait d’hématologie et de la cardiologie a connu une certaine hétérogénéité et un certain déséquilibre spatial et visuel. En effet, on remarque une fragmentation des systèmes en sous systèmes séparés suivant la disposition des services, dont les valeurs maximales changent de situation du pavillon (corps 01) au niveau de la configuration initiale, au sein des services, à l’instar du service des maladies infectieuses, d’hématologie et de la cardiologie. Le pavillon initial (corps 01) dans la configuration actuelle présente un système homogène et équilibré, mis à part l’unité de la réanimation médicale.

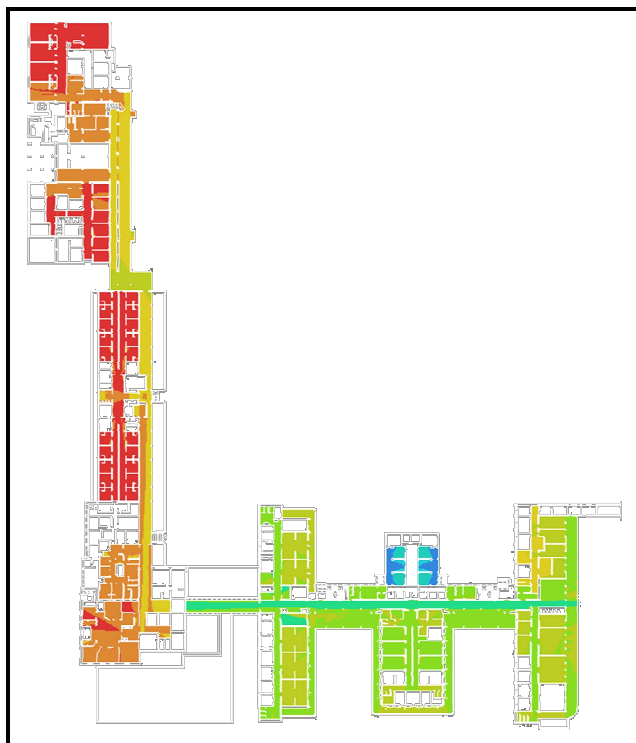


Figure VII. 155. Carte de l’entropie à partir de l’analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d’hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat actuel avec l’existence de l’unité des détenus. Source: auteur.

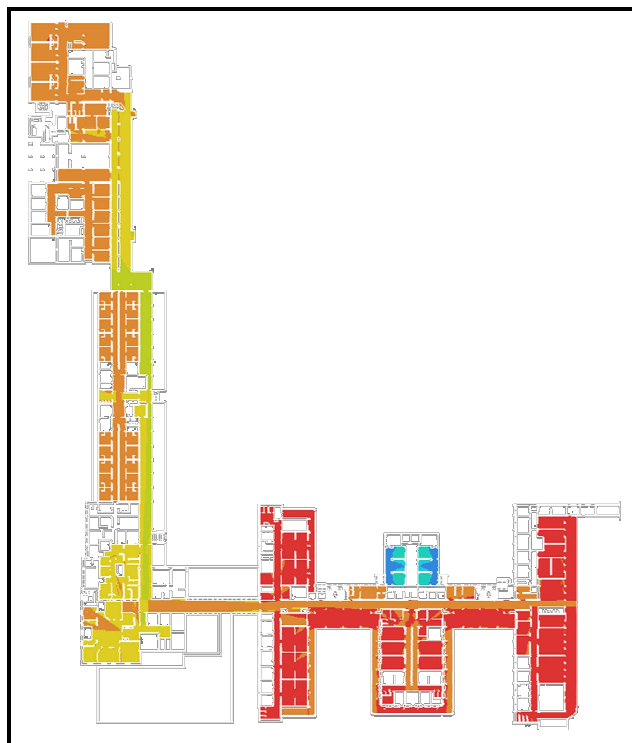


Figure VII. 156. Carte de l’entropie à partir de l’analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d’hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat initial sans l’existence de l’unité des détenus. Source: auteur.

VII.5.1.4. *L’intelligibilité et le coefficient de régression R²:*

Malgré les avantages que présente la configuration initiale (sans l’unité des détenus), le coefficient de régression R² est trop faible (R² égal à **0.09**, ce qui signifie que c’est un système non intelligible, difficilement accessible et très profond. Cette valeur est justifiée par rapport à la profondeur du système et sa continuité spatiale, fonctionnelle et visuelle au même temps. Le graphe présente deux parties, une où il y a des valeurs importantes correspond à l’unité de visite externe de la réanimation médicale qui constitue un sous système à part. L’autre partie de la courbe, avec peu de dispersion, elle constitue le reste de l’ensemble du système avec des valeurs d’intelligibilité basses.

Dans la configuration actuelle, aussi le graphe présente le phénomène de division de la courbe en deux parties, mais cette fois ci la partie du reste du système est plus dispersée par rapport à celle de la configuration initiale. En effet, le système reste toujours non intelligible mais on peut justifier cette augmentation du R² par le fait que dans cette deuxième configuration, on n’a pas traité un même système comme c’était le cas dans la configuration initiale.

Mais par contre, il y avait une fragmentation spatiale, fonctionnelle et visuelle à cause de l’ajout de l’unité des détenus où chaque sous système a son entrée indépendamment du système . En effet, le logiciel a traité chaque sous système à part, et cela peut justifier la dispersion au niveau du graphe d’intelligibilité. Le résultat de cette fragmentation n’est pas toujours négatif où on peut trouver en parallèle que le coefficient de régression R² pour cette configuration actuelle est augmenté jusqu’à **0.23**.

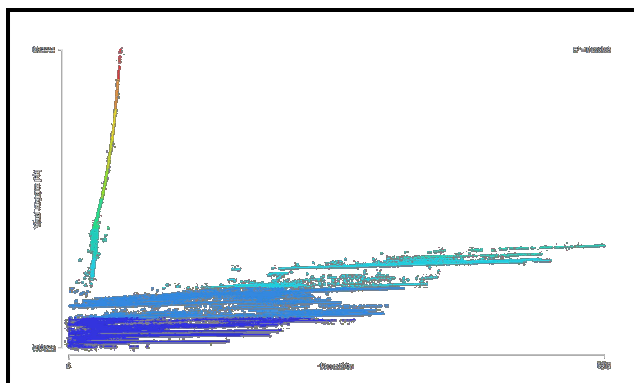


Figure VII. 157. Carte de l’intelligibilité (R²= 0.2381) à partir de l’analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d’hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat actuel avec l’existence de l’unité des détenus. Source: auteur.

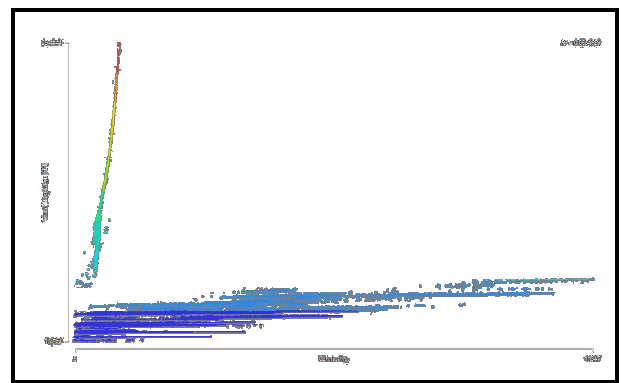


Figure VII. 158. Carte de l’intelligibilité (R²= 0.0954) à partir de l’analyse VGA du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé aux cliniques d’hémodialyse et de la cardiologie grâce à la galerie publique. Etat initial sans l’existence de l’unité des détenus. Source: auteur.

VII.5.1.5. Discussion:

A travers l’étude de ce cas particulier du pavillon initial (corps 01 et 02) assemblé au pavillon d’hématologie et de la cardiologie, en ses deux configurations en forme de L; avant et après l’ajout de l’unité des détenus en situation d’angle du L, on a tiré les points suivants:

- Les changements d’orientations spatiales provoquent une augmentation des valeurs de la step depth c'est-à-dire ils contribuent à augmenter la profondeur de l’espace, ce qui rend l’accessibilité difficile.
- Les décrochements au sein de l’espace contribuent à diminuer la visibilité et l’intégration de ce même espace.
- Les points de croisement des grandes artères de circulations sont les points les plus connectés, les plus intégrés et les espaces contrôleurs de l’ensemble du système.
- La fragmentation du système en sous systèmes (entités) indépendant peut nous donner des fausses lectures de l’espace étudié qui apparaissent clairement au niveau des graphes d’intelligibilité où on trouve plusieurs courbes dans le même graphe. Aussi, elle contribue à déséquilibrer l’espace en le rendant plus en plus hétérogène, moins perméable et plus profond.
- La continuité spatiale, fonctionnelle et visuelle est bonne pour le wayfinding et le repérage des gens dans l’espace, comme elle aide à renforcer les coordinations entre les services et les secteurs. Mais elle n’est pas toujours bonne pour l’accessibilité, car la forte profondeur de l’espace fatigue les gens; soit le personnel travaillant, les malades ou les visiteurs cherchant les chambres de leurs malades, et donne l’impression de perte de contrôle générée par la grandeur et l’étalement du système. par conséquent, elle diminue l’intelligibilité du système et son degré d’accessibilité.

VII.5.2. Cas de l’hôpital Ain Azel:

Le dernier cas à étudier dans le cadre de cette recherche présente le cas de l’hôpital d’Ain Azel. Cette fois-ci, on ne va pas aborder chaque bloc séparément mais par contre, on va étudier les trois blocs (A, B et C) assemblés « reliés par des galeries », pour voir si l’espace d’accueil garde ses valeurs d’intégrations et ses caractères quand il est associé à l’ensemble du système de l’hôpital ou non.

VII.5.2.1. Les mesures de la connectivité et de l’intégration:

En comparant les cartes de la connectivité et de l’intégration, on trouve que l’ensemble des chambres et des bureaux des services sont les moins connectés dans le système (27). Ainsi, l’espace le plus connecté (4775) dans le système; la galerie publique -l’espace d’accueil principal de l’hôpital au niveau du bloc A-, n’est pas le plus intégré dans la carte d’intégration. Mais par contre, l’espace le plus intégré se trouve au niveau du bloc B dont le core d’intégration se concentre aux croisements des grandes artères de circulation doté des valeurs maximales d’intégration entre 7.10 et 7.63.

On remarque aussi, qu’il y a deux grands axes apparaissant avec des valeurs importantes d’intégrations, le premier est plus étendu. Il relie le bloc B avec le bloc A et se projette au sein de l’espace d’accueil du bloc A où les valeurs basculent entre 6.96 et 7.63 le second axe, large et moins étendu que le premier, relie le bloc B avec le bloc C qui représentent en outre des valeurs basculant entre 6.53 et 6.95.

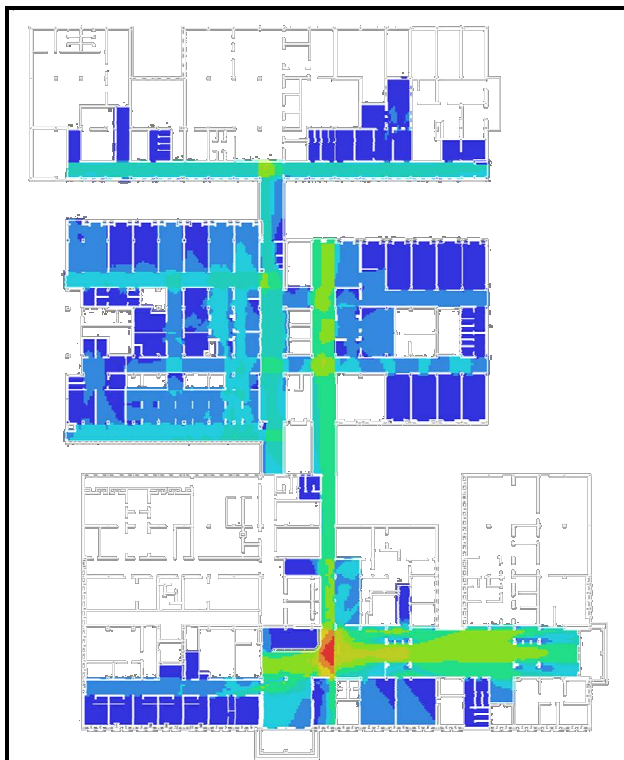


Figure VII. 159. Carte de connectivité à partir de l’analyse VGA de l’hôpital Ain Azel. Cas des trois blocs (A, B et C) assemblés. Source: auteur.

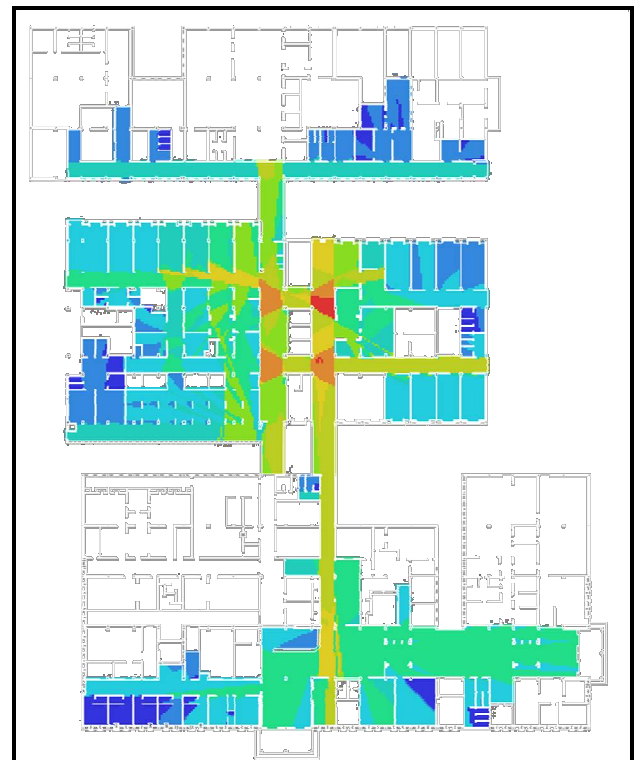


Figure VII. 160. Carte de l’intégration à partir de l’analyse VGA de l’hôpital Ain Azel. Cas des trois blocs (A, B et C) assemblés. Source: auteur.

VII.5.2.2. Les mesures du contrôle et de l’entropie visuelle:

A travers la lecture de la carte du contrôle, on trouve que l’ensemble des points d’intersections présentent des valeurs importantes du contrôle, ce qui prouve que l’ensemble de l’hôpital subi à un contrôle permanent. Parmi ces points, l’intersection entre le grand axe de circulation faisant la perpendiculaire par rapport à la galerie publique au niveau de l’espace d’accueil principal de l’hôpital, représente l’espace contrôleur de tout le système avec une valeur maximale de contrôle égal à **2.43**. Quant à l’entropie visuelle, l’hôpital Ain Azel présente un système hétérogène et déséquilibré. Cette hétérogénéité est soulevée principalement à partir du bloc B. Tandis que dans les blocs A et C, les systèmes sont équilibrés légèrement hétérogènes. Les valeurs d’entropie visuelle varient entre **1.80** et **2.81**.

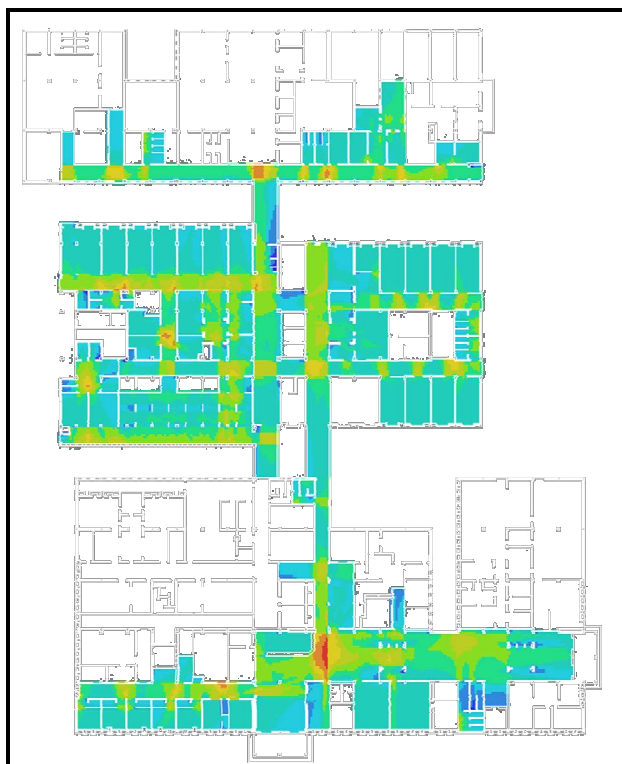


Figure VII. 161. Carte de contrôle à partir de l’analyse VGA de l’hôpital Ain Azel. Cas des trois blocs (A, B et C) assemblés. Source: auteur.



Figure VII. 162. Carte de l’entropie à partir de l’analyse VGA de l’hôpital Ain Azel. Cas des trois blocs (A, B et C) assemblés. Source: auteur.

VII.5.2.3. Les mesures de l’intelligibilité:

L’hôpital Ain Azel avec ses trois blocs assemblés présente un graphe d’intelligibilité très dispersé avec une valeur du coefficient de régression R^2 tournant autour de la moyenne (R^2 égal à **0.50**). Cela signifie que c’est un système moyennement intelligible et assez profond.

La dispersion du graphe suit la fragmentation des blocs, dont on trouve que le graphe se disperse en trois directions différentes.

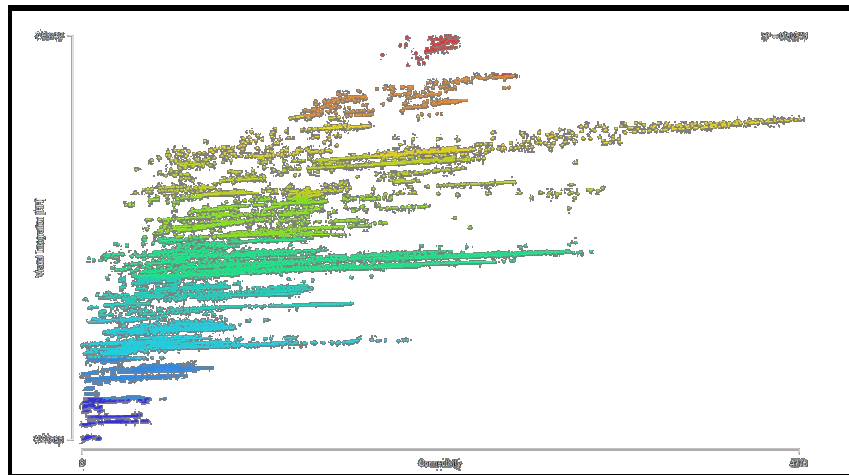


Figure VII. 163. Carte de l’intelligibilité ($R^2= 0.5084$) à partir de l’analyse VGA de l’hôpital Ain Azel. Cas des trois blocs (A, B et C) assemblés. Source: auteur.

VII.5.3. Discussion:

En comparant les résultats obtenus quand chacun des blocs de l’hôpital Ain Azel est étudié à part, et les résultats où l’ensemble est lié, on trouve qu’il y a des changements radicaux notamment quand il s’agit des résultats de l’intégration, de l’entropie visuelle et notamment ceux de l’intelligibilité du système. L’espace de la galerie publique du bloc A qui était le plus intégré dans le bloc A séparé, n’est plus le plus intégré quand le bloc A est assemblé à l’ensemble du système.

Dans le cas de l’entropie visuelle, si chaque bloc est traité séparément les systèmes résultant seront équilibrés et homogènes. Dès qu’on relie les blocs, on obtient un déséquilibre et une hétérogénéité soulevé principalement à partir du bloc B. Quant aux graphes d’intelligibilité présentant chaque bloc à part, les résultats sont satisfaisants dont on obtient des coefficients de régressions R^2 importants représentant des systèmes fortement intelligibles avec des légères dispersions.

Par contre dans le cas où les trois blocs sont reliés, le coefficient diminue jusqu’à la moyenne, et le système résultant est moyennement intelligible avec un R^2 égal à **0.50**. Contrairement, les résultats du contrôle quand les blocs sont séparés sont conformes aux résultats quand les blocs sont réunis, dont on trouve toujours que dans les points d’intersections les valeurs du contrôle sont importantes et l’espace contrôleur du système se trouve au sein de l’espace d’accueil principal se trouvant dans la galerie publique du bloc A. En effet, les usagers (personnels, malades ou accompagnants) quand ils sont au sein de l’espace d’accueil et d’attente et quand les portes sont ouvertes, ils ont un contrôle sur l’ensemble du système, une bonne accessibilité visuelle et une bonne visibilité. Par conséquent, ils peuvent s’orienter dans l’espace, se repérer et trouver leurs chemins, grâce à la fluidité et la perméabilité de l’espace.

Conclusion:

A partir de l’étude des résultats obtenus des simulations des trois services: les urgences médico-chirurgicales, la chirurgie générale et la médecine interne, des trois hôpitaux, le CHU de Sétif, hôpital d’El Eulma et d’Ain Azel, dans les deux cas; quand les portes ouvertes ou fermées, on a pu tirer les points suivants:

- Les configurations convexes (halls) favorisent les relations visuelles et spatiales, et incitent les rencontres. Egalement, elles contribuent à augmenter la visibilité, et à garder un contrôle permanent de l’espace.

- Les configurations axiales (couloirs et galeries) favorisent le repérage des usagers de l’espace et facilitent leurs orientation spatiale et leurs wayfinding, mais ça peut être une source de stress et de fatigue lors des déplacements, notamment s’il s’agit des couloirs qui n’ont pas un rapport direct avec l’extérieur (pas de vue sur l’extérieur) et éclairé artificiellement (pas de lumière naturelle), d’où la naissance d’une impression d’un tunnel.

- La fermeture des portes peut causer une fermeture de l’espace lui-même, en perdant en effet, toutes relations visuelles avec le reste du système, chose qui peut générer une perte de contrôle et limiter le champ de vision, en provoquant le stress chez les gens notamment ceux qui sont en attente pendant des longues durées (des heures). Transparence, type de vitrage et matériaux utilisés ont été déterminants quant à l’ouverture ou la fermeture de l’espace.

- La transparence est un élément favorisant la visibilité aidant à garder un rapport direct avec les espaces adjacents soit entre l’intérieur et l’intérieur, ou entre l’extérieur et l’intérieur tout en offrant de belles vues sur l’extérieur; des vues panoramiques sur l’extérieur sont à mentionner dans le cas du CHU de Sétif et l’hôpital Ain Azel.

- Les décrochements et les changements d’orientations au sein de l’espace provoquent une augmentation des valeurs de la step depth. Par conséquent, ils contribuent à augmenter la profondeur de l’espace, ce qui rend l’accessibilité difficile, comme ils contribuent à diminuer la visibilité et l’intégration de ce même espace. Les anciens hôpitaux en labyrinthe expriment bien cette tendance de désorientation spatiale et difficulté d’accessibilité et du wayfinding.

- Les points de croisement (les intersections) des grandes artères de circulations coïncident et représentent généralement les points les plus connectés, les plus intégrés et les espaces contrôleurs de l’ensemble du système.

- L’existence des obstacles (obstructions) au sein de l’espace, -par exemple, des poteaux-, peut diminuer le rapport visuel aux autres espaces, ce qui diminue considérablement la visibilité de l’espace où on se trouve et par conséquent le degré de sécurité, tout en provoquant le côté psychique des usagers (stress, anxiété).

- La fragmentation du système en sous systèmes indépendants (entités séparées), peut donner des fausses lectures de l’espace étudié. Celles-ci peuvent apparaître clairement au niveau des graphes d’intelligibilité où on trouve plusieurs courbes dans le même graphe. Aussi, cette fragmentation contribue à déséquilibrer l’espace en le rendant plus en plus hétérogène –cf. aux cartes d’entropie visuelle-, malgré qu’il peut avérer plus perméable et moins profond.

- La continuité spatiale, fonctionnelle et visuelle est bonne pour le wayfinding et le repérage et pour le bien-être psychique et visuel des gens dans l’espace. Elle aide à renforcer les coordinations entre les espaces et les secteurs. Mais, elle n’est pas toujours bonne pour l’accessibilité, car la forte profondeur de l’espace peut être une source de fatigue des usagers; soit le personnel travaillant, les malades ou les visiteurs cherchant les chambres de leurs malades, notamment pour ceux qui n’ont jamais visités l’endroit -premier contact avec l’espace-. Elle donne l’impression de perte de contrôle générée par la grandeur et l’étalement du système, chose reflétée par l’affaiblissement de l’intelligibilité du système et de son degré d’accessibilité.

A travers ces résultats, les mesures qui peuvent synthétiser toutes les informations offertes par un système donné sont l’intégration visuelle, le contrôle visuel et l’intelligibilité avec son coefficient de régression R^2 . Les valeurs de ces trois mesures représentent des indicateurs évaluant et caractérisant le degré de la visibilité et de l’accessibilité visuelle. En parallèle, on doit se baser sur les résultats simultanés des deux analyses syntaxiques (VGA et l’analyse convexe). Egalement, en rapport avec le temps réservé pour la présente recherche, les résultats des trois mesures syntaxiques précédentes qu’on va utiliser, vont concerner uniquement le cas des portes ouvertes.

Le présent chapitre a traité la caractérisation de la visibilité et de l’accessibilité visuelle au niveau de l’espace d’accueil et d’attente en rapport avec l’ensemble du système dont **l’humain** est au centre de toutes opérations de calcul ou d’évaluation; c’est-à-dire il est intégré d’une façon systématique. L’ensemble des points cités ci-dessus ne peuvent pas être soulevés réellement en l’absence totale de la lumière.

En effet, le suivant chapitre traitera la caractérisation de l’ambiance lumineuse en évaluant ainsi le confort visuel des usagers. Celle-ci est basée spécialement sur la corrélation des indicateurs tirés de l’analyse isoviste faite avec (DEPTHMAP), ceux de l’analyse des ratios de luminances et les indicateurs d’éblouissement gênant obtenus en utilisant le logiciel (DAYSIM/ EVALGLARE).

C hapitre 08:

« Applications et résultats »

Première partie:

“Caractérisation de la qualité lumineuse, visuelle et spatiale des espaces”

Introduction:

Cette partie présente les résultats des simulations pour la caractérisation de la qualité lumineuse, visuelle et spatiale des espaces d'accueil, d'attente et d'orientation des usagers dans les trois services déjà indiqués (cf. chapitre sept).

La caractérisation de la qualité de l'ambiance lumineuse a pour objectif de qualifier et évaluer la qualité de l'environnement lumineux; en qualifiant la luminance, le contraste et en caractérisant l'éblouissement gênant dans le macro-champ visuel des espaces d'accueil et d'attente. Cette caractérisation est faite principalement à l'aide des logiciels «**LUMINANCE HDR** et **DAYSIM / EVALGLARE**»; qui présentent des outils de génération et de simulation des photos HDR.

La capture des images dans de telles conditions et avec un tel réglage semble une opération laborieuse qui nécessite beaucoup d'attention et de précision (cf. section V.2.1). pour cette raison et à cause du temps réservé à la présente recherche, on a choisi de capturer ces photos uniquement dans la journée la plus longue de l'année; le 21 Juin 2011 -qui correspond aussi à la journée la plus défavorable du point de vue thermique-.

EVALGLARE permet l'évaluation de l'éblouissement gênant, ainsi que la génération des cartes de luminances qui permettent d'évaluer la répartition des luminances notamment à travers les lectures chiffrées des valeurs des luminances fournies. Par conséquent, on peut obtenir les ratios des luminances (max / min) pour un macro-champ visuel où le seuil de confort visuel correspond à un interval situant au-dessous d'un rapport (40:1) et vice versa; au-dessus de (40:1) pour une scène inconfortable visuellement (cf. chapitre deux). De ce fait, et parmi le nombre important des variables caractérisant la qualité de l'ambiance lumineuse, on a choisi de s'appuyer uniquement sur les résultats des différents indices d'éblouissement « DGP, DGI, UGR, VCP et CGI », ainsi que le rapport des luminances (max/min).

Contrairement aux chambres des malades, salles de soins, bureaux des médecins ou encore les espaces techniques de l'hôpital, les espaces d'accueil sont des espaces atypique -pas de normes-.

Pour commencer la simulation, parmi le nombre important des espaces qu'on a étudié, on a trié seulement les espaces les plus fréquentés et utilisés obligatoirement par toutes catégories d'utilisateurs, avec un point d'observation qui correspond à une situation d'un observateur debout en attente. De ce fait, notre étude va être abordée, indépendamment d'une spécification d'une catégorie d'utilisateur « malades, personnels, visiteurs, enfants, adultes, mal-voyant...etc » et isolément de l'orientation « Nord, Est, Sud, Ouest,...etc », des couleurs, des matériaux, des quantités de la lumière -des niveaux d'éclairage- et/ou d'une relation directe avec l'extérieur (vue); celle qui peut être généralement réalisée en l'existence d'une ouverture - une source d'éclairage naturel qui est la fenêtre mais à condition qu'elle présente une position non haute- dans le champ visuel de l'observateur reliant l'espace d'accueil avec l'extérieur.

La caractérisation du macro-champ visuel et de la qualité visuelle et spatiale a été obtenue à partir d'une analyse isoviste réalisée par le logiciel DEPTHMAP en construisant des «isovistes» pour chaque espace étudié. Aussi, parmi le nombre important des propriétés et mesures syntaxiques des isovistes proposées par Benedikt et Burnham pour évaluer les formes des isovistes et informer le degré auquel ces polygones sont d'un seul bloc ou dispersés dans l'espace, on a choisi quatre indicateurs : « surface, périmètre, compacité et occlusivité ». (cf. chapitre cinq).

Les résultats de l'ensemble des indicateurs précédents (rapport de luminance, indices d'éblouissement et propriétés d'isovistes) caractérisant chaque espace sera résumé et présenté pour chaque espace étudié dans un tableau récapitulatif et dans un diagramme polaire. Chaque diagramme polaire va contenir une superposition d'une zone de confort présentée par une couleur jaune claire, une zone d'inconfort présentée par une couleur bleu claire, et enfin l'espace étudié présenté par un trait gras noir.

Enfin, l'ensemble des diagrammes radar ou polaires vont être classés suivant leur niveau de confort visuel systématiquement attendu (confortable, inconfortable et très intolérable). Cette classification a pour objectif principal de ressortir visuellement les liaisons entre les différents indicateurs étudiés à ce stade, ainsi que les ressemblances entre les différentes formes de diagrammes entre les espaces présentés.

VIII.1. Caractérisation de la qualité lumineuse, visuelle et spatiale:

Suite à une série de classifications et de sélection qu'on a effectuée, on s'est arrêté sur dix neuf espaces d'accueil et d'attente. Par conséquent, pour être plus pratique dans l'élaboration de ce présent chapitre, on a trouvé plus efficace de présenter uniquement un seul espace pour qu'il soit un exemple de caractérisation et d'évaluation de la qualité lumineuse, visuelle et spatiale.

Celui-ci sera décrit en fonction des résultats de la lecture d'image, de la carte d'isoviste et du diagramme polaire –l'ensemble des images et cartes des dix neuf espaces étudiés sont présentées dans l'annexe XIII-. Parmi les dix neuf espaces étudiés, on a choisi de présenter comme exemple le hall; espace d'accueil, d'attente et d'orientation de l'hôpital Ain Azel situé au RDC.

La (Figure VIII.3) indique des plans délimitant cet espace présentant simultanément des valeurs de luminance variant entre **5.1** cd/m² qui correspond à la valeur minimale et **59.1** cd/m², ce qui indique clairement une répartition des luminances non uniforme. Les surfaces qui présentent des valeurs élevées de luminance, variant entre **33.6** et **130.2** cd/m²; qui correspond à la valeur maximale, peuvent pareillement présenter des sources susceptibles de produire des effets d'éblouissement à une autre heure de capture de photo; à l'instar de l'après-midi. Ces surfaces, qui apparaissent en vert, correspondent aux ouvertures -fenêtres- donnant sur des patios. Tandis que, la situation susceptible de recevoir des effets d'éblouissement est colorée en bleu. Quant au rapport entre les valeurs maximales et minimales, il est de l'ordre de **25,52**, indiquant ainsi une scène confortable visuellement tout en présence d'un contraste dramatique (cf. Figure II.5).

Les valeurs de luminances que présente cet espace sont satisfaisantes et suffisantes quand à la fonction de cet espace où il n'y a pas besoin d'un éclairage artificiel pendant toute la journée. Les valeurs des indices d'éblouissement (**DGP, DGI, UGR, VCP** et **CGI**) que présente cet espace sont respectivement: **16, 4.05, 3.85, 100** et **6.96**. L'ensemble de ces indices indiquent un éblouissement gênant **imperceptible** dans l'ensemble du champ visuel (cf. tableau II.2).

Les propriétés des isovistes indiquent un espace d'accueil caractérisé par une surface d'isoviste très grande (**325,86**) avec un très grand périmètre (**288,75**) et une occlusivité importante (**186,98**); expliquant la forte dispersion de l'isoviste et du champ visuel; en d'autres termes, les valeurs de ces trois indicateurs dépassent leurs moyennes (cf. tableau VIII.14). A travers ces indices, on peut qualifier cet espace visuellement et spatialement en tant que **très spacieux** -surface très grande-, **assez ouvert** sur le reste des espaces d'accueil du système (valeurs importantes du périmètre et de l'occlusivité), mais **non complexe** (faible dentelure et faible compacité (**0.049**); confirmant que la forme de l'isoviste est loin d'être proche d'un cercle -ne ressemble pas à un cercle-). Donc, à partir de cet espace on a une vue ouverte sur l'ensemble du système, on peut se repérer, s'orienter et aussi contrôler les espaces d'accueil des deux services de part et d'autre.

Le diagramme polaire (Figure VIII.4) montre trois zones. La première zone présentée par une couleur jaune claire présente la zone de confort visuel; présentant des indices d'éblouissement gênant indiquant un éblouissement imperceptible, et un ratio de luminance au dessous de 40:1. La deuxième zone présentée par une couleur bleu claire indique la zone d'inconfort visuel générée par des rapports de luminance dépassant 40:1 et par des valeurs des indices d'éblouissement indiquant

un éblouissement gênant inconfortable et parfois même intolérable. Les deux zones présentent des valeurs moyennes des propriétés d'isovistes. La dernière zone présente l'espace étudié apparaissant avec un trait gras noir. En effet, par superposition des trois zones précédentes, on trouve que cet espace présente une forme respectant les seuils et conditions de la zone de confort visuel dont la forte contribution des trois propriétés spatio-visuelles de l'espace -surface, périmètre et occlusivité- et de l'indice VCP; indiquant la forte probabilité du confort visuel. Contrairement, le ratio des luminances et le reste des indices d'éblouissement ne décampent pas de la zone de confort. A travers l'ensemble des indicateurs précédents, on peut qualifier cet espace en tant que confortable visuellement présentant une bonne ambiance lumineuse, ainsi qu'une bonne visibilité et accessibilité visuelle.



Figure VIII. 1. Vue sur l'espace principal (la galerie publique) d'accueil et d'attente de l'hôpital Ain Azel, prise le 21.06.2012 à 09:05h. Source: auteur.

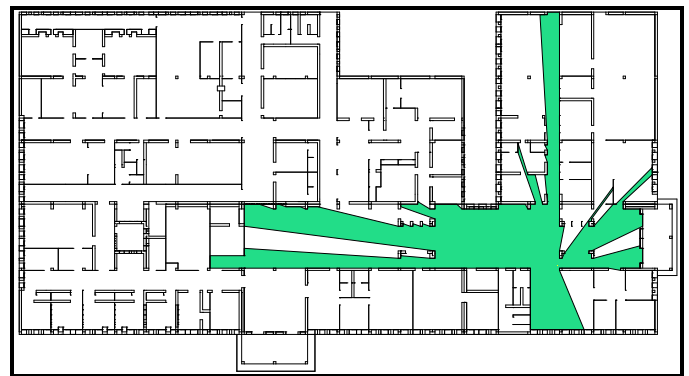


Figure VIII. 2. L'analyse isoviste de l'espace principal (la galerie publique) d'accueil et d'attente de l'hôpital Ain Azel. Source: auteur.

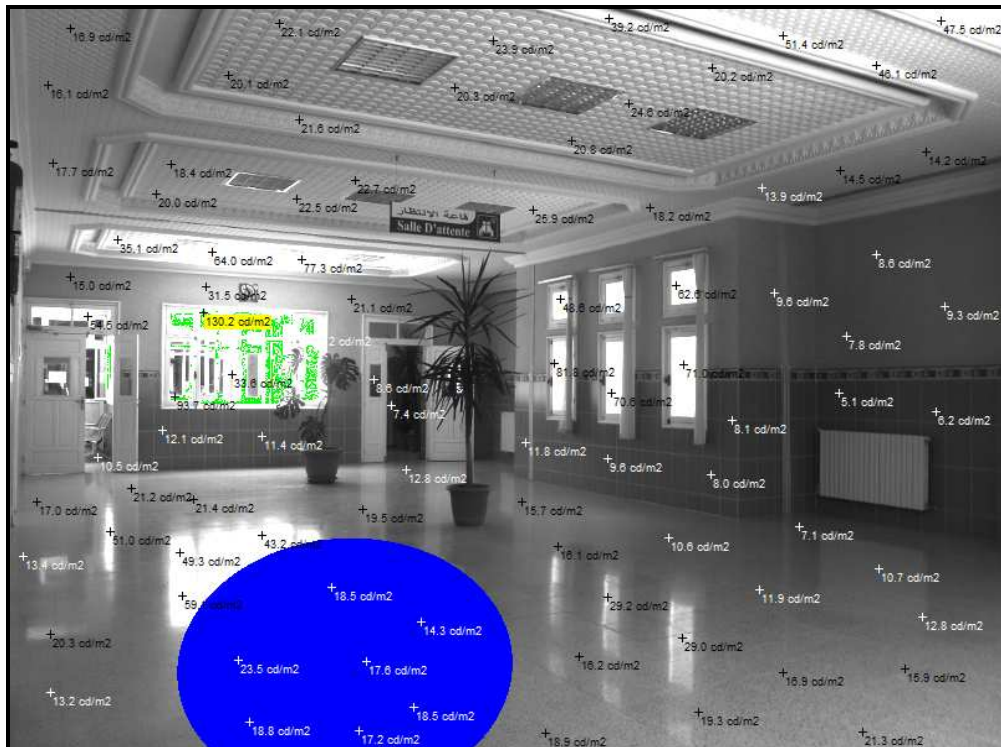


Figure VIII. 3. Photo HDR du hall (ex galerie publique) d'accueil et d'attente de l'hôpital Ain Azel, simulé à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.

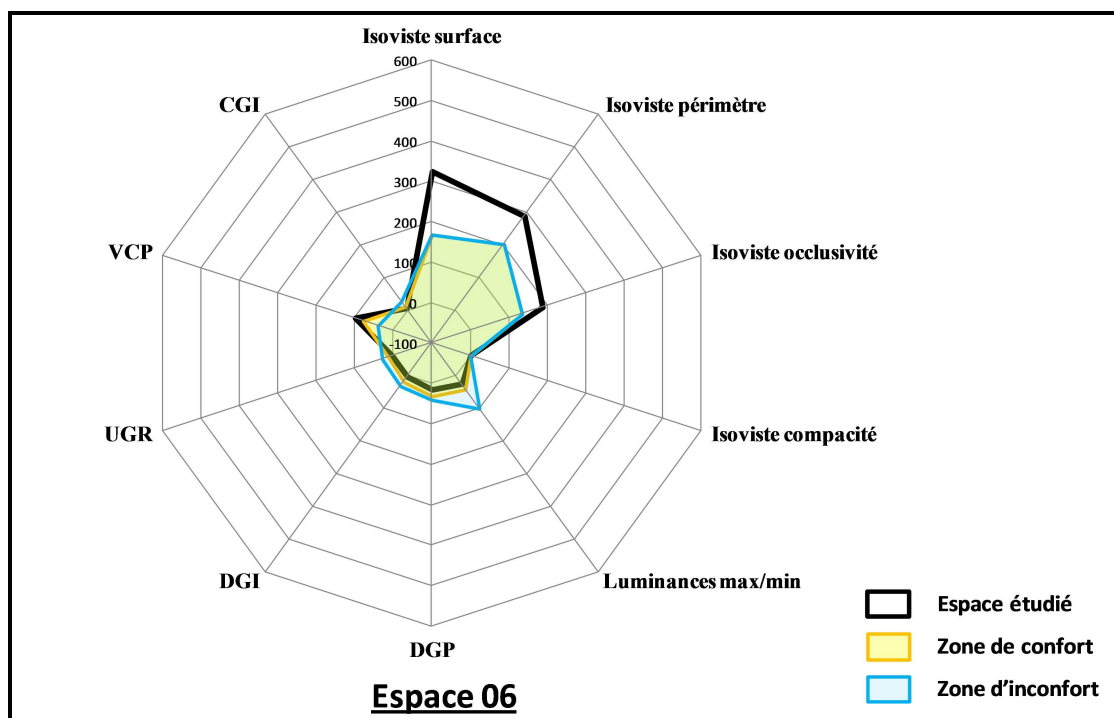


Figure VIII. 4. Diagramme polaire présentant l'ensemble des indicateurs caractérisant la qualité spatio-visuelle et lumineuse de l'espace principal d'accueil et d'attente (hall; ex galerie publique) de l'hôpital Ain Azel.

Source: auteur.

VIII.2. Classification des diagrammes polaires:

Le (tableau VIII.1) présente l'ensemble des diagrammes polaires des dVIII neuf espaces étudiés. A travers la lecture visuelle de l'ensemble des diagrammes, on peut remarquer la forte ressemblance de forme de diagrammes entre la majorité des espaces étudiés, sauf quelques cas extrêmes. Cette construction des diagrammes polaires a permis d'effectuer une classification visuelle des espaces présentant des ressemblances de forme du diagramme polaire. En effet, trois types de classes d'espace ont été générées suivant le type d'espace, qui soit confortable, inconfortable ou intolérable visuellement (cf. tableau VIII.2). Ces classes sont les suivantes:

VIII.2.1. La première classe: regroupe neuf espaces qualifiés comme confortable visuellement. Ces espaces se caractérisent d'un côté, par des ratios de luminance inférieurs à 40:1, avec des valeurs des indices d'éblouissement indiquant tous un éblouissement gênant imperceptible (cf. tableau III.2). d'un autre côté, ils ne se caractérisent tous par des valeurs des propriétés d'isovistes supérieures aux valeurs moyennes. En d'autres termes, les espaces (1, 3 et 6) sont des espaces confortables visuellement présentant aussi des valeurs des propriétés d'isovistes (surface, périmètre et occlusivité) très importantes; ce qui peut présenter des conditions idéales pour un bon fonctionnement, et une bonne perception de l'espace. Egalement, les espaces (2, 7, 8, 10 et 14) sont des espaces aussi confortables visuellement mais avec de propriétés d'isovistes dont les valeurs sont proches de la moyenne.

Contrairement, seul l'espace 16 qui est confortable visuellement malgré ses valeurs très restreintes quant aux propriétés d'isoviste; en d'autre terme, malgré que le champ visuel n'est pas large, malgré que la vue est limitée à partir de cet espace sur le reste des espaces adjacents, il est quand même confortable visuellement, il n'y a pas de risque d'éblouissement à cette situation d'observation.

A partir de ces lectures, on peut dire qu'un espace confortable visuellement (de bonne qualité lumineuse) n'est pas toujours et n'est pas forcément un espace de bonne qualité spatio-visuelle, ne présente pas obligatoirement des propriétés d'isoviste importantes. C'est-à-dire, ce n'est pas une opération systématique de trouver un espace confortables visuellement et qui présente au même temps une vue ouverte, un champ visuel dispersé dans toute les direction, une bonne visibilité et accessibilité visuelle, et vice versa, si on trouve un espace d'importantes propriétés d'isoviste, ça ne veut pas dire forcément qu'il est confortable visuellement ou qu'il est de bonne qualité lumineuse.

VIII.2.2. La deuxième classe: regroupe des espaces qualifiés comme étant inconfortables visuellement; vu que le ratio des luminances dépasse 40:1 et l'ensemble des indices d'éblouissement indiquent un éblouissement inconfortable. Quant au propriétés d'isovistes, les valeurs sont variables; dépassant les moyennes dans le cas de l'espace 19, proche des moyennes dans le cas des espaces (5, 12 et 18), mais des valeurs inférieures aux moyennes dans le cas des espaces (13, 15 et 17). A partir de ces lecture, on peut aussi confirmer visuellement, que l'espace qui est de bonne qualités spatio-visuelles n'est pas toujours de bonne qualité lumineuse; et vice versa, l'espace qui est inconfortable visuellement n'est pas forcément un espce de valeurs restreintes quant aux propriétés d'isovistes.

VIII.2.3. La troisième classe: présente des espaces intolérables visuellement vu le rapport intolérable des luminances dépassant (100:1) prouvant ainsi un contraste extrêmement excessif et les valeurs des indices d'éblouissement indiquant un éblouissement inconfortable. Les valeurs des propriétés d'isovistes ne sont pas aussi décisives et convaincants, du fait qu'avec la même constatation d'intolérabilité de confort, on trouve que les espaces (4 et 9) présentent des valeurs très réduites de propriétés d'isovites, contrairement, l'espace 11 présente de très importantes valeurs. A travers ces deux lectures extrêmement diversifiées, on peut dire qu'un espace se caractérisant ou pas par de bonnes qualités spatio-visuelles peut aussi se caractériser par une très mauvaise qualité lumineuse, et vice versa. Comme, un espace intolérable visuellement n'est pas forcément un espace de mauvaises qualités spatio-visuelles; parce qu'il se trouve qu'on le trouve en bonnes qualités spatio-visuelles (cas de l'espace 11).

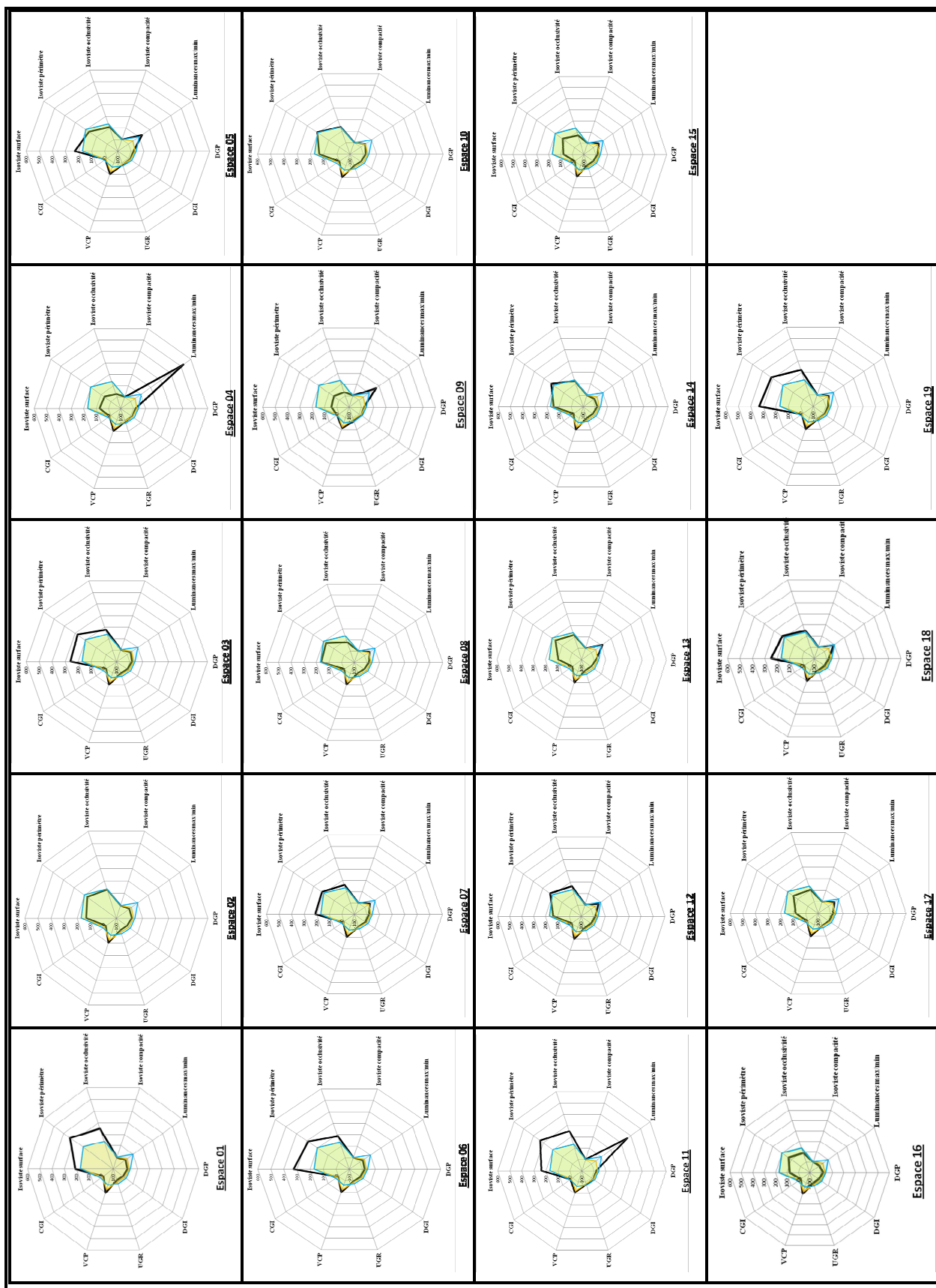


Tableau VIII. 1. Tableau présentant l’ensemble des diagrammes polaires des dVIII neuf espaces étudiés.
Source : auteur.

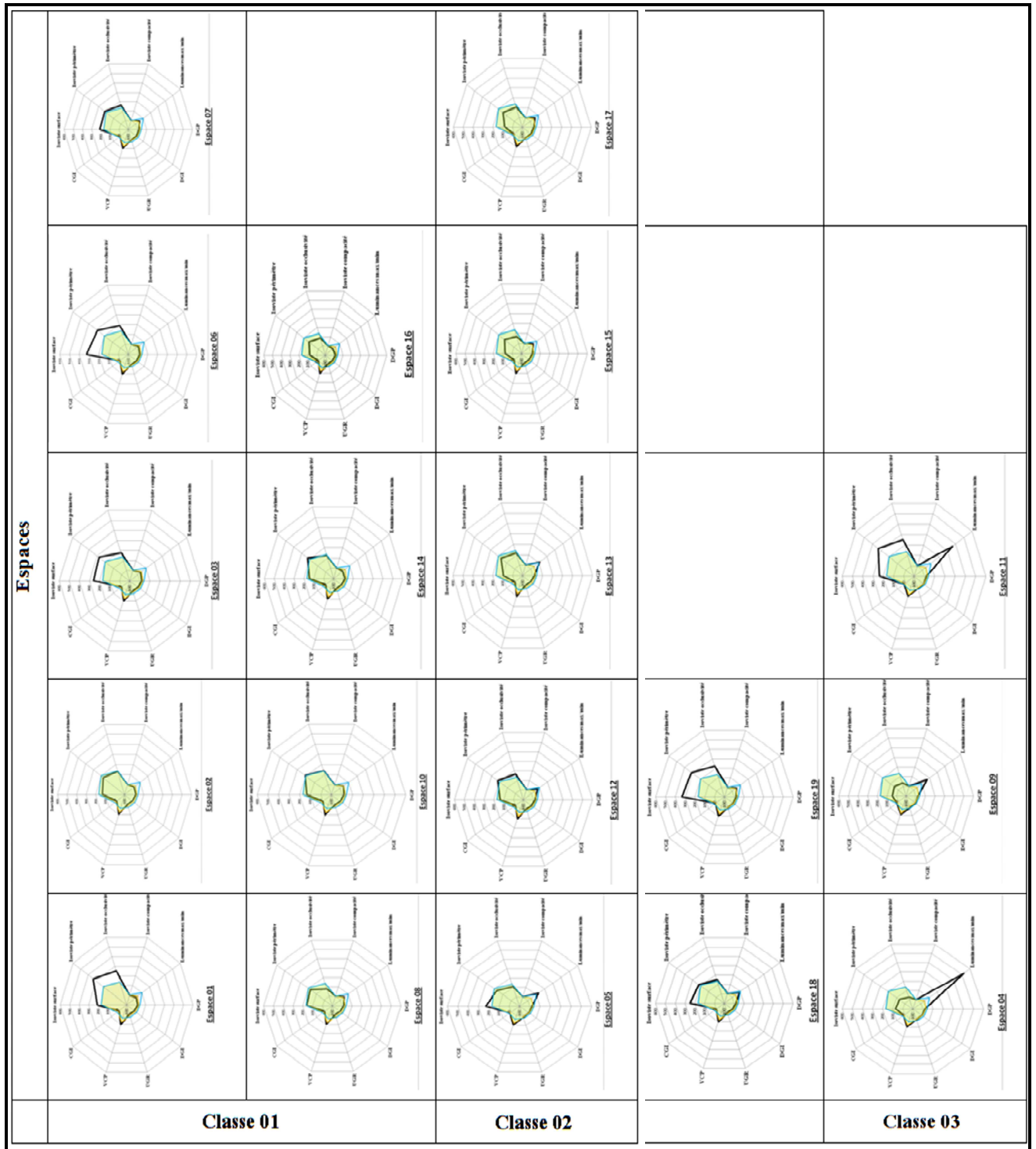


Tableau VIII. 2. Tableau présentant une classification des diagrammes polaires des 19 espaces étudiés suivant leur niveau de confort ainsi que leur ressemblance de formes de radar. Source: auteur.

Conclusion:

La caractérisation de la qualité lumineuse et spatio-visuelle des espaces, a permis d'établir une classification suivant un ordre du degré de confort visuel systématiquement attendu dans la scène étudiée. Cette classification a aidée visuellement de comprendre que les indicateurs caractérisant la qualité de l'ambiance lumineuse et ceux caractérisant la qualité spatio-visuelle ne sont pas forcément disponibles avec d'importantes valeurs dans la même scène étudiée.

En d'autres termes, un espace qui se caractérise par des valeurs importantes des propriétés d'isovistes est un espace qui présente par définition, une bonne visibilité et accessibilité visuelle et une bonne qualité lumineuse si l'ensemble des indicateurs caractérisant la qualité de l'ambiance lumineuse respectent les normes déjà indiqués. Ce même espace, peut être de mauvaise qualité lumineuse, si ces mêmes indicateurs dépassent les seuils; il peut être donc, inconfortable visuellement ou même intolérable si les indices d'éblouissement indiquent un éblouissement d'inconfort intolérable ou si le rapport de luminance max/min dépasse 40:1.

Contrairement, un espace se caractérisant par de qualités spatio-visuelles restreintes n'est pas toujours confortable visuellement, il se trouve qu'il soit inconfortable visuellement ou même intolérable (les cas des espaces 4 et 9).

Pour qu'un espace donné soit doté de bonne ambiance lumineuse, de bonne visibilité et accessibilité visuelle, il doit être donc, caractérisé par un ensemble d'indicateurs indiquant simultanément un confort visuel, un champ visuel ouvert favorisant un sentiment de spaciosité et d'ouverture de l'espace, ainsi offrant une vue étendue assez dispersée sur le reste des espaces adjacents. Ceci suggère qu'avec ces conditions, les usagers peuvent garder leur contrôle permanent sur l'ensemble du système, peuvent s'orienter dans l'espace et dans le temps, et par conséquent, peuvent avoir un sentiment de sécurité avec une diminution considérable de leurs stress.

De ce fait, on peut dire que la qualification d'un espace en tant que confortable visuellement, inconfortable ou même intolérable à partir de la caractérisation de la qualité lumineuse et spatio-visuelle ne peut être faite qu'à travers une lecture simultanée; qu'à travers la corrélation de l'ensemble des indicateurs précédents; c'est-à-dire ceux caractérisant la qualité lumineuse et ceux caractérisant la qualité spatio-visuelle.

Deuxième partie:

“Confrontation des résultats”

Introduction:

À partir du chapitre précédent, on a choisi trois mesures de base pour caractériser la visibilité et l’accessibilité visuelle qui sont l’intégration, le contrôle et l’intelligibilité visuelle. Ces trois mesures se réfèrent aux deux analyses syntaxiques qui sont l’analyse VGA et l’analyse convexe.

Cependant à travers la première partie du présent chapitre, on a pu ressortir visuellement les liaisons existantes entre les différents indicateurs, ainsi que des ressemblances entre quelques espaces présentant des formes de diagrammes très proches.

Cette deuxième partie va être la synthèse des résultats antérieurs, elle présente les corrélations de l’ensemble des variables «propriétés ou indicateurs» dont l’objectif étant de vérifier est ce que les espaces qui bénéficient d’une **bonne visibilité et accessibilité visuelle** -qui sont bien intégrés visuellement, qui ont un fort contrôle visuel, une forte intelligibilité avec un coefficient de régression R^2 supérieur à 0.5, qui présentent de bonnes qualités spatio-visuelles; présentant une grande surface et occlusivité d’isoviste et un grand périmètre-, bénéficient au même temps d’une **bonne ambiance lumineuse** –une bonne répartition des luminances dans le champ visuel avec un rapport des luminance inférieur à 1:40, absence d’éblouissement, absence de forts contrastes, forte probabilité de confort visuel, une qualité de lumière adéquate et satisfaisante pour la fonction de l’espace étudié- offrant ainsi aux usagers **confort visuel** et ambiance humaine quand s’attend à trouver au sein de ces espaces?

Les corrélations vont être obtenues en utilisant l’analyse en composantes principales (ACP) par le biais du module XLSTAT (cf. chapitre cinq). Pour commencer ces corrélations, il fallait préparer la base de données utilisant la codification afin de faciliter la tâche de lecture et d’interprétation des résultats. En outre, notre corpus composé de dix neuf (19) espaces d’accueil et d’attente se caractérisent par un profil de variables composé de dix sept (17) variables. Ce nombre est obtenu après plusieurs opérations de classifications et de sélections qui ont été faites à la base du type d’arrangement spatial et son aptitude à représenter toutes ou la majorité des variables étudiées. Enfin, on a donc à corrélérer un ensemble de variables présentant une grande hétérogénéité d’unités, de grandeurs et de significations (cf. chapitre sept).

Les Tableaux (VIII.3) et (VIII.4) résumant toutes les données relatives aux espaces à analyser et toutes les variables à manipuler ainsi que leurs codes pour une investigation facile et efficace des données sur EXSTAT. En effet, les espaces sont classifiés, codifiés et représentés dans le tableau VIII.4. Cependant, l’objectif principal de ces opérations de corrélations est de répondre aux questions suivantes:

- Est-ce les variables présentent-elles des liaisons et des corrélations entre eux? Si oui, de quelle nature? Est-ce les espaces présentent-ils ainsi des ressemblances entre eux? Si oui, de quelle nature? Au-delà, comment peut-on caractériser les espaces à partir de leurs profils de propriétés syntaxiques et lumineuses?
- L’espace qui se caractérise par une bonne visibilité, est-il aussi caractérisé au même temps par une bonne ambiance lumineuse?
- Enfin, Est-ce que l’architecte prend en compte toutes ces variables et ces mesures réunies quand il conçoit l’espace d’accueil et d’attente d’un hôpital »?

	int- vga	cont- vga	intl- vag	int- conv	cont- conv	intl- conv	iso- surf	iso- per	iso- occls	iso- comp	Lumn- max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval- cft visl
1CG1ET	9,7	0,6	0,82	2,31	3,04	0,38	206,99	334,61	249,76	0,023	24,5	16	-2,14	-5,72	100	-2,84	Conf
1MF2ET	9,7	0,6	0,82	2,31	3,04	0,38	130,44	174,7	129	0,053	19,5	16	-0,11	-1,95	100	1,01	Conf
1MH2ET	9,7	0,6	0,82	2,31	3,04	0,38	260,71	277,18	173,6	0,042	30	16	2,54	1,15	100	3,45	Conf
1HEPRO	11,04	0,447	0,86	1,21	1,03	0,25	74,88	66,22	25,64	0,214	521	16	12,73	13,94	98,98	15,82	TrInconf
1EAAtRO	11,55	1,29	0,86	1,31	1,32	0,25	227,64	171,68	108,06	0,097	124,78	17	13,8	15,67	98,37	18,07	TrInconf
1HEAtRO	11,64	0,56	0,86	1,24	4,66	0,25	325,86	288,75	186,98	0,049	25,52	16	4,05	3,85	100	6,96	Conf
1EAAtBadmRO	0,57	0,5	0,86	1,11	0,26	0,25	214,74	220,64	159,29	0,055	52,38	16	8,89	9,38	100	12,14	Inconf
2GP2SCG1ET	6,83	1,04	0,62	1,51	2,48	0,16	162	176,49	77,26	0,065	48	16	-0,48	-3,16	100	-0,54	Inconf
2HAEatSMRO	8,76	0,38	0,94	1,92	1,29	0,21	46,6	54,21	29,8	0,19	166,9	20	18,79	23,14	87,44	23,06	TrInconf
2HAEatSMFRO	11,98	0,54	0,94	1,78	15,57	0,21	133,56	207,52	135,19	0,0389	40	16	1,35	-0,88	100	1,04	Mconf
2HAEatUrgMCRO	11,15	1,57	0,85	1,25	11,08	0,15	238,46	331,97	249,17	0,027	365,34	19	17,71	21,02	92,09	22,15	TrInconf
3CPAEatSCGRO	12,09	1,31	0,85	1,81	3,28	0,63	138,88	225,24	163,48	0,034	76	16	0,2	-0,76	100	2,31	Inconf
3CASCGRFO	11,66	1,26	0,85	2,07	2,29	0,63	94,49	170,19	115,41	0,04	108,6	16	-4,5	-6,57	100	-3,35	Inconf
3CPSCGHR0	8,98	1,29	0,85	1,38	2,26	0,63	144,35	225,7	125,68	0,035	12,52	16	-1	-1	100	-1	Conf
3EAtSCGHR0	6,33	0,98	0,85	1,41	3,12	0,63	76,93	126,19	68,43	0,06	54,33	16	-1,15	-2,73	100	0,24	Inconf
3CPSMIF1ET	14,97	1,42	0,83	2,52	8,05	0,42	77,38	129,91	85,49	0,057	3,56	16	-1	-1	100	-1	conf
3CHSMIHR0	13,63	1,22	0,93	0,92	2,43	0,28	80,47	144,4	104,28	0,048	56,53	16	6,89	7,21	100	10,31	Inconf
3HPSUrgCRO	8,94	1,13	0,59	1,11	4,58	0,21	251,16	221,16	148,68	0,064	91	16	1,35	1,1	100	4,25	Inconf
3HPSUrgMRO	8,16	1,39	0,59	0,74	2,11	0,21	333,68	315,51	222,1	0,042	48,84	16	10,55	11,5	100	13,98	Inconf

Tableau VIII. 3. Tableau des données (variables et individus) statistiques, tiré d’XLSTAT 2012. Source: auteur.

Hôpital	Services	Scène	Codes
Ain Azel	Chirurgie générale au 1 ^{er} étage	01	1CG1ET
	Médecine interne (côté femmes) au 2 ^{ème} étage	02	1MF2ET
	Médecine interne (côté hommes) au 2 ^{ème} étage	03	1MH2ET
	Hall d'entrée principale au RDC.	04	1HEPR0
	Espaces d'attente au RDC.	05	1EAtr0
	Hall et espace d'attente au RDC.	06	1HEAtR0
	Espace d'accueil et d'attente pour bureau d'admission au RDC.	07	1EAAatBadmR0
CHU de Sétif	Galerie publique reliant les deux services de la chirurgie (côté hommes et femmes) au 1 ^{er} étage	08	2GP2SCG1ET
	Hall d'accueil principal et espace d'attente du service de la médecine interne (côté hommes et femmes) au RDC haut.	09	2HAEatSMR0
	Hall d'accueil et espace d'attente pour service médecine interne (côté femmes) au RDC HAUT.	10	2HAEatSMFR0
	Hall d'accueil et espace d'attente pour urgences médico-chirurgicales au RDC.	11	2HAEatUrgMCR0
El Eulma	Couloir et patio d'accueil et espace d'attente du service de la chirurgie générale (femmes) au RDC.	12	3CPAEatSCGR0
	Couloir d'accueil du service de la chirurgie générale (femmes) au RDC.	13	3CASCGR0
	Couloir principal du service de la chirurgie générale (hommes) au RDC.	14	3CPSCGHR0
	Espace d'attente dans le service de la chirurgie générale (hommes) au RDC.	15	3EatSCGHR0
	Couloir principal du service de la médecine interne (femmes) au 1 ^{er} étage.	16	3CPSMIF1ET
	Couloir et halls principaux du service de la médecine interne (hommes) au RDC.	17	3CHSMIHR0
	Hall principal du service des urgences chirurgicales au RDC.	18	3HPSUrgCR0
	Hall principal du service des urgences médicales au RDC.	19	3HPSUrgMR0

Tableau VIII. 4. Tableau illustratif présentant les individus statistiques et leurs codes sur XLSTAT, 2012.

Source: auteur.

Pour la corrélation, le module XLSTAT intégré à Excel, servi avantageusement à obtenir des résultats suivant trois échelles de présentation. La première présente des statistiques descriptives, la seconde présente la matrice de corrélation faite suivant le coefficient (Spearman), tandis que la troisième et la plus importante échelle présente les résultats de l'analyse en composante principale (ACP). Cette dernière présente des représentations des variables dans un cercle de corrélation et une représentation des individus dans une carte factorielle sous forme d'un nuage de points.

VIII.1. Statistiques descriptives:

XLSTAT fournit tout d'abord une statistique sommaire des variables étudiées; la moyenne (mean), l'écart-type (standard deviation), le minimum et le maximum de chaque variable (cf. Tableau VIII.5). Il s'agit donc, pour l'instant, d'études univariées. Notons au passage la grande hétérogénéité de l'ensemble des variables présentées dans le tableau; différence d'ordre de grandeur pour les moyennes, les écarts-types, les minima et les maxima.

Variable	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
int-conv	19	0	19	0,740	2,520	1,591	0,528
cont-conv	19	0	19	0,260	15,570	3,944	3,777
intl-conv	19	0	19	0,150	0,630	0,343	0,170
iso-surf	19	0	19	46,600	333,680	169,433	87,270
iso-per	19	0	19	54,210	334,610	203,277	81,725
iso-occls	19	0	19	25,640	249,760	134,595	64,544
iso-comp	19	0	19	0,023	0,214	0,065	0,051
Lumn-max/min	19	0	19	3,560	521,000	98,384	130,844
DGP	19	0	19	16,000	20,000	16,421	1,121
DGI	19	0	19	-4,500	18,790	4,656	7,071
UGR	19	0	19	-6,570	23,140	4,431	8,926
VCP	19	0	19	87,440	100,000	98,783	3,299
CGI	19	0	19	-3,350	23,060	6,635	8,562

Tableau VIII. 5. Tableau des statistiques descriptives, tiré d'XLSTAT 2012. Source: auteur.

VIII.2. Matrice de corrélation (Spearman):

Le tableau VIII.6 présente la matrice des corrélations dévoilant les coefficients de corrélation linéaire des variables prises deux à deux; c'est une succession d'analyses bivariées, constituant un premier pas vers l'analyse multivariée. Il présente un ensemble d'information indiquant, d'un côté, des corrélations linéaires **positives** -ce qui signifie que ces variables varient, en moyenne, dans le même sens-, certaines corrélations étant **très fortes** (de **0.79** à **0.98**); c'est le cas des propriétés syntaxiques d'isovistes «surface, périmètre et occlusivité» qui est une corrélation logique et entre les indices d'éblouissement « CGI, UGR et DGI ».

D'autres étant **moyennes** (de **0.55** à **0.63**); c'est le cas précis du couple rapport des luminances (max/min) et l'indice DGP avec l'ensemble des indices d'éblouissement (DGI, UGR, CGI) sauf la VCP, tout en ayant le même coefficient de corrélation qui fait (**0.636**). Autres étant **faibles** (de **0.26** à **0.44**); ce genre de corrélation est remarqué entre les propriétés syntaxiques et les caractéristiques de l'environnement lumineux de l'espace étudié (l'intégration convexe avec le couple convexe -contrôle et intelligibilité-, le contrôle convexe avec le couple des isovistes -périmètre et occlusivité-, la compacité de l'isoviste avec le rapport des luminances, DGI, UGR et CGI).

D'autres cas enfin présentent des coefficients de corrélations **très faibles** (de **0.005** à **0.19**) ce qui signifie réellement l'absence de toute corrélation. D'un autre côté, il y a des corrélations linéaires qui sont **négatives** -ce qui signifie que ces variables varient, en moyenne, dans le sens contraire-, certaines étant **très fortes** (de **-0.73** à **-0.89**, d'une part entre, la compacité de l'isoviste et le triptyque « surface, périmètre et occlusivité », d'une autre part entre, la VCP et l'ensemble des indices d'éblouissement (DGP, DGI, UGR et CGI).

D’autres corrélations étant **moyennes** (de **-0.53** à **-0.69**), exactement entre les propriétés syntaxiques de l’espace (intégration et intelligibilité visuelle) et les indices d’éblouissement (DGI, UGR et CGI), ainsi qu’entre la VCP et les rapports de luminances. D’autres corrélations sont **faibles** (de **-0.26** à **-0.43**), entre les rapports de luminance et les propriétés syntaxiques (intégration, contrôle et intelligibilité visuelle convexe, périmètre et occlusivité des isovistes), aussi, le contrôle visuel avec la compacité de l’isoviste et le triptyque DGI, UGR et CGI, et entre l’intelligibilité visuelle et le couple -surface et compacité- d’isoviste et la DGP, comme entre la surface de l’isoviste et l’intégration convexe, et finalement entre la compacité de l’isoviste et la VCP.

Enfin, le reste des cas présente des coefficients de corrélations **très faibles** -présentant en conséquence l’absence de toute corrélation- variant de **(-0.01** à **-0.18)**; cependant on peut parler sur deux variables frappantes, c’est le cas du périmètre de l’isoviste qui ne présente aucune corrélation avec les mesures d’intégration et de contrôle visuel convexe et l’ensemble des indices d’éblouissement sauf la VCP, et la seconde variable est la DGP qui aussi ne présente aucune corrélation avec l’ensemble des propriétés syntaxiques sauf avec l’intelligibilité visuelle. Enfin, on peut dire en gros que les fortes corrélations (positives ou négatives) se trouvent entre les variables qui sont de la même nature, et vice versa; l’absence de corrélation existe entre les variables qui ne sont pas de la même nature; chose remarquée entre les indices d’éblouissement et les propriétés syntaxiques de l’espace soit celles caractérisant les isovistes ou bien celles obtenues à partir de l’analyse convexe.

Variables	int-conv	cont-conv	intl-conv	iso-surf	iso-per	iso-occls	iso-comp	Lumn-max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI
int-conv	1	0,291	0,446	-0,331	-0,117	-0,071	-0,182	-0,408	-0,010	-0,531	-0,538	0,108	-0,576
cont-conv	0,291	1	-0,013	0,160	0,315	0,353	-0,410	-0,308	-0,134	-0,309	-0,303	0,283	-0,302
intl-conv	0,446	-0,013	1	-0,343	-0,155	-0,111	-0,264	-0,349	-0,437	-0,661	-0,547	0,439	-0,621
iso-surf	-0,331	0,160	-0,343	1	0,842	0,793	-0,321	-0,170	-0,036	0,195	0,176	0,189	0,174
iso-per	-0,117	0,315	-0,155	0,842	1	0,940	-0,713	-0,319	-0,122	-0,032	-0,032	0,271	-0,061
iso-occls	-0,071	0,353	-0,111	0,793	0,940	1	-0,735	-0,254	-0,093	0,020	0,025	0,263	0,005
iso-comp	-0,182	-0,410	-0,264	-0,321	-0,713	-0,735	1	0,315	0,187	0,324	0,291	-0,352	0,358
Lumn-max/min	-0,408	-0,308	-0,349	-0,170	-0,319	-0,254	0,315	1	0,554	0,565	0,559	-0,696	0,634
DGP	-0,010	-0,134	-0,437	-0,036	-0,122	-0,093	0,187	0,554	1	0,636	0,636	-0,891	0,636
DGI	-0,531	-0,309	-0,661	0,195	-0,032	0,020	0,324	0,565	0,636	1	0,978	-0,714	0,984
UGR	-0,538	-0,303	-0,547	0,176	-0,032	0,025	0,291	0,559	0,636	0,978	1	-0,714	0,972
VCP	0,108	0,283	0,439	0,189	0,271	0,263	-0,352	-0,696	-0,891	-0,714	-0,714	1	-0,714
CGI	-0,576	-0,302	-0,621	0,174	-0,061	0,005	0,358	0,634	0,636	0,984	0,972	-0,714	1

Tableau VIII. 6. Matrice de corrélation (obtenue suivant le coefficient Spearman), tiré d’XLSTAT 2012.

Source: auteur.

VIII.3. Analyse en Composantes Principales:

Après avoir étudié les valeurs et les vecteurs propres, on va présenter et étudier les résultats des corrélations sous formes de cercles de corrélations des variables et les cartes factorielles des individus, tout en combinant nos interprétations avec des lectures des tableaux des contributions (%), de cosinus carrés et les coordonnées des variables et des individus (cf. chapitre VI).

VIII.3.1. Valeurs propres:

La diagonalisation de la matrice de corrélation donne les résultats présentés dans le tableau des valeurs propres (cf. tableau VIII.7), indiquant des valeurs propres de la matrice de corrélation et renseignant sur le pourcentage d'explication de chaque valeur propre. (Kaouani et al., 2007). Egalement, le graphe des valeurs propres exprime la manière dont la variabilité des données se répartit dans l'espace. C'est une représentation en bâtons avec k sur l'axe horizontal et λ_k sur l'axe vertical. En anglais, on parle de scree plot. (Dufour, 2011).

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Valeur propre	5,639	3,440	1,356	0,833	0,624	0,461	0,286	0,191	0,087	0,051	0,018	0,013	0,001
Variabilité (%)	43,376	26,465	10,430	6,404	4,804	3,545	2,199	1,472	0,669	0,391	0,136	0,099	0,009
% cumulé	43,376	69,841	80,272	86,676	91,479	95,025	97,224	98,696	99,365	99,756	99,892	99,991	100,000

Tableau VIII. 7. Tableau des valeurs propres, tiré d'XLSTAT 2012. Source: auteur.

La somme des valeurs propres est l'inertie totale¹ qui est égale à **13**. On remarque que les deux premiers facteurs prennent les valeurs propres et les pourcentages de variabilité les plus grandes parmi l'ensemble des valeurs présentées dans le (tableau VIII.7). Chaque valeur propre mesure la part de variance expliquée par l'axe factoriel correspondant. Le graphe des valeurs propres peut exprimer clairement la grande représentabilité du premier (**43.37%**) et second facteur (**26.46%**) de l'ensemble des variables par rapport au reste des facteurs.

¹ On appelle " **Inertie totale** du nuage de points " la moyenne des carrés des distances des points au centre de gravité, En d'autres termes, l'inertie est une quantité réelle qui mesure la dispersion des individus dans l'espace à p dimensions, elle est égale au nombre de variables et ne dépend pas de leurs valeurs.

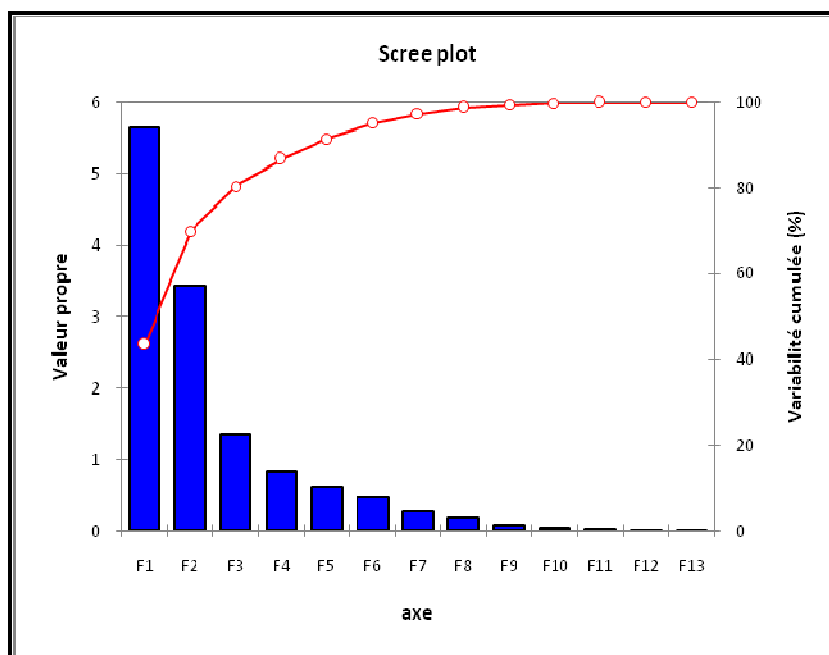


Figure VIII. 5. Le graphique Scree plot regroupant valeurs propres et variabilité cumulée (%) de l'ensemble des facteurs, tiré d'XLSTAT, 2012. Source: auteur.

VIII.3.2. Vecteurs propres:

Les vecteurs propres sont appelés **facteurs principaux**. Ils sont orthogonaux. La variance d'une composante principale est égale à la valeur propre. Les **composantes principales** sont elles-mêmes vecteurs propres d'une matrice de taille n. (Kaouani et al., 2007). A partir des résultats du (cf. Tableau VIII.8), on peut arriver à déterminer la nature des deux composantes principales. En effet, la première composante principale (premier facteur principal) représente l'ensemble des indices d'éblouissement -mis à part la VCP, les rapports des luminances (max/min) ainsi que la compacité de l'isoviste correspondant à la même direction de regard, qui prennent des sens contraires-. Tandis que, le second facteur (seconde composante principale) est représenté par le reste des propriétés de l'isoviste qui sont la surface, le périmètre et l'occlusivité.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
int-conv	-0,215	-0,174	0,575	0,010	-0,434	0,007	0,101	0,577	0,051	-0,190	0,116	0,058	-0,080
cont-conv	-0,176	0,167	0,379	0,643	0,443	0,311	0,259	-0,115	-0,084	-0,026	0,011	-0,023	0,048
intl-conv	-0,267	-0,204	0,043	-0,578	0,081	0,409	0,546	-0,205	-0,073	0,024	0,067	-0,106	0,123
iso-surf	-0,007	0,481	-0,170	0,061	-0,267	-0,242	0,509	-0,100	0,132	-0,458	-0,230	-0,165	-0,171
iso-per	-0,114	0,503	0,040	-0,119	-0,091	-0,156	-0,036	-0,070	-0,428	0,023	0,653	0,190	0,181
iso-occls	-0,102	0,501	0,097	-0,160	-0,005	0,023	0,074	0,300	0,091	0,656	-0,399	0,038	0,096
iso-comp	0,216	-0,317	-0,282	0,384	-0,340	-0,105	0,497	0,050	-0,167	0,384	0,107	0,154	0,197
Lumn-max/min	0,318	-0,072	0,065	-0,194	0,610	-0,436	0,304	0,382	0,076	-0,109	0,103	0,129	0,082
DGP	0,311	0,019	0,503	-0,067	-0,159	-0,182	0,049	-0,513	0,500	0,170	0,141	0,089	0,121
DGI	0,390	0,142	-0,029	0,011	-0,100	0,322	-0,098	0,207	0,059	-0,228	-0,003	-0,345	0,697
UGR	0,383	0,136	-0,017	-0,083	-0,054	0,449	0,030	0,025	-0,053	-0,194	-0,145	0,732	-0,158
VCP	-0,357	0,063	-0,379	0,109	0,059	0,145	0,005	0,160	0,690	-0,015	0,347	0,228	0,115
CGI	0,396	0,127	-0,048	-0,007	0,008	0,304	0,074	0,166	0,097	0,211	0,400	-0,407	-0,566

Tableau VIII. 8. Tableau présentant les vecteurs propres, tiré d'XLSTAT 2012. Source: auteur.

VIII.3.3. Représentation des variables:

Cette section présente les coordonnées des variables, les corrélations entre les variables et les facteurs et la représentation des variables sur le premier plan factoriel « cercle de corrélation des variables », en vue de ressortir les rapports de liaisons entre les différentes variables étudiées.

VIII.3.3.1. Coordonnées des variables:

A travers la lecture du tableau VIII.9, on peut connaître la situation de chaque variable dans le cercle de corrélation suivant sa situation par rapport à l'axe des abscisses (F1) et des ordonnées (F2). Par conséquent, le 1er quadrant (+x, +y) dont les valeurs étant en rouge regroupe les quatre indices d'éblouissement -DGP, DGI, UGR et CGI-, alors que, le 2ème quadrant (+x, -y) présentant des valeurs en noir, rassemble des variables hétérogènes qui sont la compacité de l'isoviste et les rapports de luminances (max/min). Le 3ème quadrant (-x, +y) dont ses valeurs sont en vert, collectionne aussi des variables hétérogènes à l'instar de la VCP et le triptyque des propriétés d'isovistes -surface, périmètre et occlusivité- ainsi que le contrôle convexe. Tandis que le 4ème quadrant (-x, -y) que ses valeurs se présentent en couleur bleu, réuni à son tour, un couple homogène de variables syntaxiques convexes qui sont l'intégration visuelle et l'intelligibilité.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
int-conv	-0,512	-0,323	0,669	0,009	-0,343	0,005	0,054	0,252	0,015	-0,043	0,015	0,007	-0,003
cont-conv	-0,419	0,310	0,442	0,587	0,350	0,211	0,139	-0,050	-0,025	-0,006	0,001	-0,003	0,002
intl-conv	-0,633	-0,378	0,050	-0,528	0,064	0,277	0,292	-0,089	-0,022	0,005	0,009	-0,012	0,004
iso-surf	-0,017	0,892	-0,198	0,055	-0,211	-0,164	0,272	-0,044	0,039	-0,103	-0,031	-0,019	-0,006
iso-per	-0,271	0,933	0,047	-0,109	-0,072	-0,106	-0,019	-0,031	-0,126	0,005	0,087	0,022	0,006
iso-occls	-0,243	0,929	0,113	-0,146	-0,004	0,016	0,040	0,131	0,027	0,148	-0,053	0,004	0,003
iso-comp	0,514	-0,589	-0,328	0,351	-0,268	-0,072	0,266	0,022	-0,049	0,087	0,014	0,017	0,007
Lumn-max/min	0,754	-0,133	0,076	-0,177	0,482	-0,296	0,163	0,167	0,022	-0,024	0,014	0,015	0,003
DGP	0,739	0,035	0,586	-0,061	-0,125	-0,124	0,026	-0,224	0,147	0,038	0,019	0,010	0,004
DGI	0,927	0,263	-0,033	0,010	-0,079	0,219	-0,052	0,090	0,017	-0,051	0,000	-0,039	0,024
UGR	0,909	0,253	-0,019	-0,075	-0,043	0,305	0,016	0,011	-0,016	-0,044	-0,019	0,083	-0,005
VCP	-0,849	0,117	-0,442	0,099	0,047	0,098	0,002	0,070	0,204	-0,003	0,046	0,026	0,004
CGI	0,940	0,236	-0,056	-0,006	0,006	0,206	0,040	0,072	0,029	0,048	0,053	-0,046	-0,020

Tableau VIII. 9. Tableau présentant les coordonnées des variables, tiré d'XLSTAT 2012. Source: auteur.

VIII.3.3.2. Corrélations entre les variables et les facteurs:

Le résultat fondamental concernant les variables est le tableau des corrélations variables-facteurs (cf. Tableau VIII.10). Il s'agit des coefficients de corrélation linéaire entre les variables initiales et les facteurs. Ce sont ces corrélations qui vont permettre de donner un sens aux **facteurs principaux**.

Les deux premières colonnes du tableau des corrélations variables-facteurs permettent, de réaliser le graphique des variables donné par le cercle (sphère) des corrélations des variables de rayon 1 (un), à qui les variables appartiennent. A chaque variable, on associe un point dont la coordonnée sur un axe factoriel est une mesure de la corrélation entre cette variable et le facteur (Axe 1 ou Axe 2).

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
int-conv	-0,512	-0,323	0,669	0,009	-0,343	0,005	0,054	0,252	0,015	-0,043	0,015	0,007	-0,003
cont-conv	-0,419	0,310	0,442	0,587	0,350	0,211	0,139	-0,050	-0,025	-0,006	0,001	-0,003	0,002
intl-conv	-0,633	-0,378	0,050	-0,528	0,064	0,277	0,292	-0,089	-0,022	0,005	0,009	-0,012	0,004
iso-surf	-0,017	0,892	-0,198	0,055	-0,211	-0,164	0,272	-0,044	0,039	-0,103	-0,031	-0,019	-0,006
iso-per	-0,271	0,933	0,047	-0,109	-0,072	-0,106	-0,019	-0,031	-0,126	0,005	0,087	0,022	0,006
iso-occls	-0,243	0,929	0,113	-0,146	-0,004	0,016	0,040	0,131	0,027	0,148	-0,053	0,004	0,003
iso-comp	0,514	-0,589	-0,328	0,351	-0,268	-0,072	0,266	0,022	-0,049	0,087	0,014	0,017	0,007
Lum-max/min	0,754	-0,133	0,076	-0,177	0,482	-0,296	0,163	0,167	0,022	-0,024	0,014	0,015	0,003
DGP	0,739	0,035	0,586	-0,061	-0,125	-0,124	0,026	-0,224	0,147	0,038	0,019	0,010	0,004
DGI	0,927	0,263	-0,033	0,010	-0,079	0,219	-0,052	0,090	0,017	-0,051	0,000	-0,039	0,024
UGR	0,909	0,253	-0,019	-0,075	-0,043	0,305	0,016	0,011	-0,016	-0,044	-0,019	0,083	-0,005
VCP	-0,849	0,117	-0,442	0,099	0,047	0,098	0,002	0,070	0,204	-0,003	0,046	0,026	0,004
CGI	0,940	0,236	-0,056	-0,006	0,006	0,206	0,040	0,072	0,029	0,048	0,053	-0,046	-0,020

Tableau VIII. 10. Tableau des résultats de corrélations entre les variables et les facteurs, tiré d'XLSTAT 2012.

Source: auteur.

A travers l'analyse du tableau de corrélations des variables –facteurs principaux, on a trouvé que le premier facteur est corrélé positivement avec l'ensemble des indices d'éblouissement (mis à part la VCP), les rapports de luminances (max/min) et la compacité de l'isoviste. Ainsi, il est corrélé négativement avec la VCP et le couple -intégration et intelligibilité- visuelle convexe. Tandis que le second facteur est corrélé positivement, et assez fortement, avec le triptyque (surface, périmètre et occlusivité) de l'isoviste, et moyennement avec le contrôle visuel convexe. Contrairement, il est corrélé négativement mais moyennement avec la compacité de l'isoviste et le couple -intégration et intelligibilité- visuelle convexe.

L'ensemble des résultats de corrélations (variables - facteurs) obtenus, et notamment les deux premières colonnes permettent également de donner un sens et une signification aux facteurs principaux (aux composantes principales donc aux axes des graphiques), et par la suite les interpréter.

La signification des deux composantes principales est la suivante:

- **La première variable synthétique (composante principale)** représente, en se basant sur des valeurs quantitatives (les valeurs des indices d'éblouissement et les rapports des luminances (max/min)), **l'évaluation qualitative de l'environnement lumineux de l'espace étudié; qui soit confortable visuellement ou pas, caractérisant ainsi l'ambiance lumineuse qui soit bonne ou pas.**
- **La seconde variable synthétique (composante principale)** représente, en se basant sur les propriétés syntaxiques de l'isoviste correspondant et sur les propriétés syntaxiques obtenues de l'analyse convexe, **les propriétés syntaxiques et qualités visuelles, configurationnelles et spatiales de l'espace étudié caractérisant ainsi la visibilité et l'accessibilité visuelle.**

VIII.3.3.3. Représentation des variables sur le premier plan factoriel de projection des variables:

La représentation liant **variables** et **composantes principales** est appelée **cercle (sphère) des corrélations des variables**, qui permet de voir, parmi les anciennes variables, **les groupes de variables très corrélées entre elles**. Ainsi, son étude est plus simple et plus informative que l'analyse directe de la matrice de corrélation. Cependant, à partir des groupes de variables liées ou opposées, s'ils sont proches de la circonférence, alors ils sont bien représentés par les deux composantes. En d'autres termes, par projection sur un plan factoriel, les variables qui sont d'autant plus proches du bord du cercle signifient qu'elles sont bien représentées par le plan factoriel, c'est-à-dire que la variable est bien corrélée avec les deux facteurs constituant ce plan.

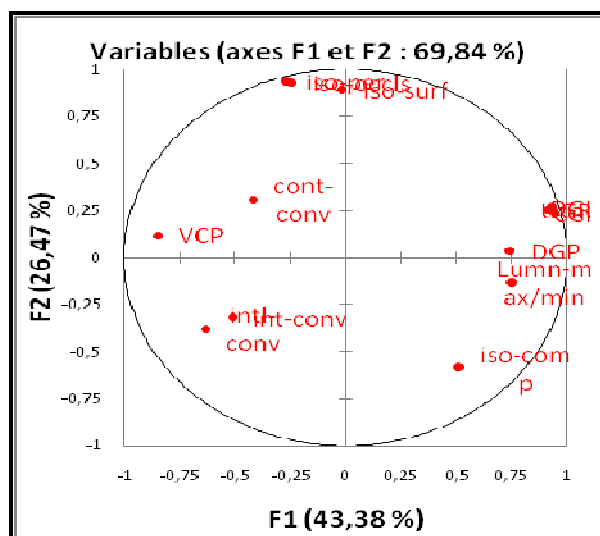


Figure VIII. 6. Cercle de corrélation des variables avec absence des variables syntaxiques de l'analyse VGA, tiré de XLSTAT 2012. Source: auteur.

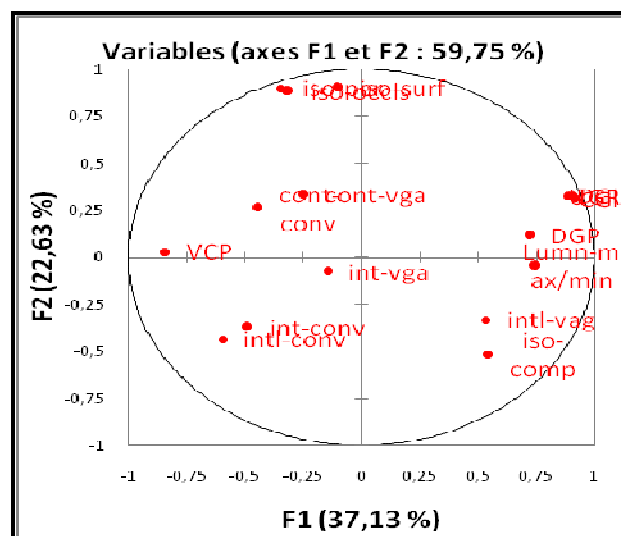


Figure VIII. 7. Cercle de corrélation des variables avec présence des variables syntaxiques de l'analyse VGA, tiré de XLSTAT 2012. Source: auteur.

L'interprétation des composantes principales s'effectue en regardant les corrélations avec les variables de départ. (Decaestecker et Saerens, 2005). **La première composante principale** est la variable qui est la plus corrélée avec toutes les variables du tableau. Quand on projette les variables sur les composantes principales, on obtient les **coordonnées des variables** (Dufour, 2011).

Avant d'interpréter le cercle de corrélation des variables, on a voulu apparaître que l'existence ou l'absence des variables liées à l'analyse des graphes de visibilité -VGA- (intégration, contrôle et intelligibilité visuelle) ne change rien dans les résultats des corrélations des autres variables syntaxiques ou ceux de l'environnement lumineux, mis à part la forte corrélation soulevée entre le contrôle visuel convexe et celui obtenu de la VGA, ainsi entre l'intelligibilité visuelle (VGA) avec la compacité de l'isoviste, qui sont tous des corrélations logiques du point de vue syntaxe spatiales. On peut justifier ce phénomène du non changement des résultats, par le fait que les résultats de l'analyse VGA présente des qualités de l'espace en rapport avec l'ensemble du système dont le recours aux valeurs moyennes est obligatoire même si l'espace présente les valeurs maximales du système; soit en ce qui concerne l'intégration visuelle ou le contrôle visuel. Contrairement, l'analyse convexe a l'avantage de donner des propriétés syntaxiques exactes de chaque espace séparément décrivant ainsi les qualités spatiales et visuelles de celui-ci.

Egalement, à l'intérieur du cercle des corrélations, toutes les variables sont réparties dans l'ensemble des quadrants (une zone non restreinte). L'angle maximum entre deux variables est supérieur à 90°. Ceci suggère que toutes les variables ne sont pas corrélées positivement entre elles (cf. tableau VIII. 9).

A travers la lecture du cercle de corrélation, on remarque que toutes les variables sont assez éloignées de O (Origine) mis à part le contrôle visuel convexe; ce qui signifie que les variables, et donc les angles qu'elles forment, n'ont pas été trop déformées dans la projection. Plus précisément les **pourcentages d'inertie** sont **43,38%** (axe1 horizontal) et **26,47%** (axe2 vertical) pour le plan 1. On obtient alors cette représentation des variables dans le plan (facteur 1, facteur 2) expliquant **69.84%** de l'inertie initiale.

Le triptyque d'indices d'éblouissement (DGI, UGR et CGI), et le triptyque de propriétés de l'isoviste (surface, périmètre et occlusivité), sont des sous groupes présentant des proximités et des similitudes des variables plus liées entre elles qu'avec les autres variables et sont proches de la circonférence, ce qui signifie que ces deux groupes sont les biens représentés par les deux composantes principales. Ce résultat suggère aussi l'existence de qualités communes (ou goûts communs) entre les trois composantes de chacun des deux groupes. Cette affirmation se vérifie en se rapportant de la matrice de corrélation (cf. Tableau VIII. 6).

Autrement, le reste des variables présente d’un côté de fortes corrélations mais négatives, dans le cas de la DGP avec les rapports de luminances (max/min), et entre la VCP et l’ensemble des indices d’éblouissement (DGP, DGI, UGR et CGI), ainsi qu’entre la VCP et le couple – intégration-intelligibilité- convexe. Ce dernier couple présente une corrélation forte mais logique du fait que l’intelligibilité est par définition la corrélation entre « connectivité et intégration » visuelle. Il est à noter, que l’influence de la DGP n’est pas grande et n’est pas déterminante en comparaison avec les autres indices d’éblouissement à cause de son rapprochement à l’origine 0.

Il se trouve qu’il y a des corrélations moyennes mais négatives entre les indices d’éblouissement (mis à part la VCP) et le couple -intégration-intelligibilité- convexe, aussi entre le contrôle visuel convexe d’un côté avec la compacité d’isoviste, d’un autre côté avec l’intégration visuelle convexe, aussi avec l’ensemble des indices d’éblouissement et la variable des rapports de luminances (max/min). L’écart entre ces deux groupes de variables suggère l’existence de qualités différentes (ou goûts différents). Quand aux variabilités pondérant, on trouve un effet positif déterminant dans les trois propriétés de l’isoviste (Surface/ périmètre/ occlusivité), par opposition à la mesure de l’intégration visuelle convexe. Enfin, on peut synthétiser le cercle de corrélations en quatre points importants qui sont les suivants.

a. Le premier facteur (axe F1) ou (la première composante principale): est corrélé:

- **positivement**, et assez fortement, avec: les quatre indices d’éblouissement (DGP, DGI, UGR et CGI), les rapports de luminances (max/min) et la compacité de l’isoviste. Ceci suggère que le côté positive du premier facteur représente des espaces qui se caractérisent par de forts rapports de luminances dépassant le 1:40, ainsi par de fortes probabilités d’effets d’éblouissement indiquées par l’augmentation des quatre indices, aussi ce même espace peut se caractériser par une forte compacité d’isoviste. En bref, *c’est le domaine où l’espace est non confortable visuellement.*

- **négativement**, et assez fortement, avec la VCP et le triptyque de propriétés des isovistes (surfaces, périmètre et occlusivité), et moyennement corrélé avec le contrôle visuel convexe et le couple -intégration, intelligibilité- visuelle convexe. Donc, *c’est le domaine où l’espace est à fort probabilité d’être confortable visuellement du fait de l’augmentation de la VCP.*

b. Le second facteur (axe F2) ou (la seconde composante principale): est corrélé:

- **positivement**, et assez fortement, avec: le triptyque de propriétés des isovistes (surfaces, périmètre et occlusivité) et les cinq indices d’éblouissement (VCP, DGP, DGI, UGR et CGI), et moyennement corrélé avec le contrôle visuel convexe. Ceci suggère que ce *domaine présente les espaces qui se caractérisent du point de vue syntaxe spatiale par un fort contrôle visuel et une*

bonne visibilité et accessibilité visuelle avec une vue ouverte et large « champ visuel ouvert » (un isoviste assez grand, avec un périmètre large et une occlusivité importante -isoviste assez dispersé dans toutes les directions-) sans compter est ce que ce même espace est confortable visuellement ou pas, est ce qu’il est intelligible et bien intégré visuellement ou pas.

- **négativement**, et assez fortement, avec le couple –intégration et intelligibilité – visuelle convexe et la compacité d’isoviste, faiblement corrélé avec les rapports des luminances (max/min). ceci aussi suggère que ce *domaine indique des espaces qui se caractérisent par une compacité d’isoviste importante, une forte intégration visuelle convexe et par conséquent une forte intelligibilité visuelle*. En d’autres termes, l’espace est facilement accessible et peu profond, qui peut à la fois se caractériser par des isovistes dont la forme ressemble de plus en plus à un cercle (forte compacité) même qu’il soit non confortable visuellement.

VIII.3.3.4. Contributions (%) et cosinus carrés des variables:

A travers la lecture du (tableau VIII.11) des contributions des variables en pourcentage (%) et celui des cosinus carré des variables (Tableau VIII.12), on trouve que pour la première composante principale (premier facteur), les pourcentages de contributions de l’ensemble des indices d’éblouissement et des rapports de luminances (max/min) sont les plus élevés parmi l’ensemble des variables étudiées; ce qui confirme les résultats et les interprétations précédentes. Pour la seconde composante principale (axe 2 ou facteur 2), l’ensemble des propriétés de l’isoviste présente les plus grands pourcentages de contributions.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
int-conv	4,640	3,025	33,009	0,010	18,846	0,005	1,019	33,239	0,263	3,611	1,355	0,333	0,643
cont-conv	3,106	2,798	14,391	41,343	19,589	9,665	6,718	1,324	0,705	0,068	0,013	0,051	0,230
intl-conv	7,108	4,155	0,183	33,459	0,662	16,702	29,862	4,185	0,532	0,058	0,453	1,122	1,520
iso-surf	0,005	23,142	2,894	0,368	7,143	5,857	25,956	0,996	1,747	20,938	5,302	2,739	2,912
iso-per	1,305	25,307	0,163	1,417	0,832	2,441	0,126	0,487	18,321	0,052	42,658	3,615	3,275
iso-occls	1,043	25,073	0,945	2,555	0,003	0,054	0,548	8,980	0,833	43,008	15,892	0,147	0,918
iso-comp	4,685	10,069	7,950	14,757	11,537	1,111	24,696	0,249	2,798	14,757	1,146	2,362	3,883
Lumn-max/min	10,095	0,517	0,426	3,770	37,225	18,971	9,244	14,600	0,576	1,179	1,067	1,652	0,676
DGP	9,683	0,036	25,319	0,445	2,521	3,320	0,236	26,302	24,992	2,901	1,983	0,787	1,476
DGI	15,247	2,005	0,082	0,011	0,994	10,387	0,955	4,271	0,352	5,199	0,001	11,869	48,627
UGR	14,640	1,855	0,028	0,682	0,294	20,167	0,089	0,064	0,277	3,755	2,096	53,558	2,494
VCP	12,779	0,396	14,380	1,178	0,347	2,103	0,002	2,563	47,660	0,021	12,055	5,187	1,330
CGI	15,663	1,625	0,229	0,005	0,006	9,218	0,548	2,740	0,943	4,453	15,980	16,576	32,015

Tableau VIII. 11. Tableau des contributions des variables (%), tiré d’XLSTAT, 2012. Source: auteur.

Cependant, la contribution des propriétés syntaxiques obtenues grâce à l’analyse convexe (intégration, contrôle et intelligibilité visuelle), n’est pas des apports déterminants. Ceci, nous oblige à raffiner la précédente signification (sens) des deux composantes principales, en disant que:

- **La 1^{ère} composante principale:** représente des *indicateurs caractérisant l’ambiance lumineuse et le confort visuel de l’espace étudié, qui sont l’ensemble des indices d’éblouissement et les rapports de luminance (max/min).*

- **La 2^{ème} composante principale:** représente des *propriétés spatio-visuelles caractérisant la visibilité et l’accessibilité visuelle de l’espace étudié à la base des isovistes « surface, périmètre et occlusivité »*. En d’autres termes, ces propriétés sont initialement générées par une analyse isovistes et pas forcément par une analyse convexe ou VGA « intégration, contrôle et intelligibilité ». Cependant, ces dernières peuvent aidés en options à enrichir la lecture, mais sans avoir la changer radicalement.

N.B: Les valeurs en gras correspondent pour chaque variable au facteur pour lequel le cosinus carré est le plus grand. L’angle entre deux variables x_j et x_k , mesuré par son cosinus est égal au coefficient de corrélation linéaire entre les 2 variables: $\cos \theta_{i_k}$.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
int-conv	0,262	0,104	0,448	0,000	0,118	0,000	0,003	0,064	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000
cont-conv	0,175	0,096	0,195	0,344	0,122	0,045	0,019	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
intl-conv	0,401	0,143	0,002	0,279	0,004	0,077	0,085	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
iso-surf	0,000	0,796	0,039	0,003	0,045	0,027	0,074	0,002	0,002	0,011	0,001	0,000	0,000
iso-per	0,074	0,871	0,002	0,012	0,005	0,011	0,000	0,001	0,016	0,000	0,008	0,000	0,000
iso-occls	0,059	0,863	0,013	0,021	0,000	0,000	0,002	0,017	0,001	0,022	0,003	0,000	0,000
iso-comp	0,264	0,346	0,108	0,123	0,072	0,005	0,071	0,000	0,002	0,008	0,000	0,000	0,000
Lumn-max/min	0,569	0,018	0,006	0,031	0,232	0,087	0,026	0,028	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
DGP	0,546	0,001	0,343	0,004	0,016	0,015	0,001	0,050	0,022	0,001	0,000	0,000	0,000
DGI	0,860	0,069	0,001	0,000	0,006	0,048	0,003	0,008	0,000	0,003	0,000	0,002	0,001
UGR	0,826	0,064	0,000	0,006	0,002	0,093	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,007	0,000
VCP	0,721	0,014	0,195	0,010	0,002	0,010	0,000	0,005	0,041	0,000	0,002	0,001	0,000
CGI	0,883	0,056	0,003	0,000	0,000	0,042	0,002	0,005	0,001	0,002	0,003	0,002	0,000

Tableau VIII. 12. Tableau des cosinus carrés des variables (%), tiré d’XLSTAT, 2012. Source: auteur.

VIII.3.4. Représentation des individus:

Dans cette section, on va étudier les coordonnées et projections des individus dans la carte factorielle, ainsi que les contributions (%) et cosinus carrés des observations, en vue de définir nos composantes principales pour pouvoir comprendre le type de liaisons entre les variables et la nature des ressemblances entre les individus étudiés.

VIII.3.4.1. Coordonnées et projections des individus dans la carte factorielle:

Parmi les éléments clés de l'analyse en composante principale, la représentation des individus n'est valable que si le pourcentage (%) de variance expliquée par les deux coordonnées (celle de -F1 et F2-) est suffisamment grand. En effet, les individus les mieux représentés par les deux composantes principales sont les points proches du plan (projection peu importante). Les nuages de points sont des représentations graphiques bivariées ou trivariées de variables les unes par rapport aux autres. Ils permettent de visualiser les dépendances entre les variables d'un jeu de données. Les nuages de points en deux dimensions sont faciles à comprendre et à interpréter (Monbet, 2011).

Observation	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
1CG1ET	-2,602	1,512	0,854	-0,788	-0,808	-1,018	-0,131	0,752	-0,347	0,663	0,066	0,170	0,225
1MF2ET	-1,588	-0,924	0,529	-0,093	-0,652	-0,147	-0,355	0,570	0,155	-0,049	-0,092	-0,022	-0,178
1MH2ET	-1,437	1,022	0,426	-0,395	-1,113	-0,342	0,343	0,697	-0,054	-0,445	0,163	-0,017	-0,128
1HEPR0	3,703	-2,896	-1,748	0,674	1,294	-0,460	1,256	1,568	0,222	-0,044	0,598	0,639	0,508
1EAtr0	2,449	0,330	-0,759	0,072	-0,645	0,584	0,204	0,068	0,523	-0,438	0,119	-0,088	-0,150
1HEAtR0	-0,510	2,252	-0,814	0,352	-0,402	-0,406	0,297	-0,299	-0,070	-0,251	-0,160	-0,158	-0,231
1EAAtBadmR0	0,765	1,027	-1,349	-0,371	-0,404	0,257	-0,587	0,102	0,235	-0,011	-0,096	-0,093	-0,163
2GP2SCG1ET	-0,817	-0,773	-0,663	0,776	-0,182	-1,121	-0,976	-0,271	0,112	-0,423	-0,112	0,002	-0,207
2HAEatSMR0	6,001	-2,703	2,196	0,497	-1,656	0,675	0,210	-0,719	-0,368	0,449	-0,184	-0,035	0,069
2HAEatSMFR0	-1,628	0,435	1,288	2,473	1,340	0,499	-0,235	-0,115	-0,206	-0,107	-0,052	0,019	0,103
2HAEatUrgMCR0	3,924	3,566	2,566	0,247	1,439	0,184	0,665	-0,049	-0,309	0,412	0,215	0,157	0,368
3CPAEatSCGR0	-1,732	-0,276	0,247	-1,337	0,225	0,344	0,415	-0,009	-0,112	0,301	0,118	-0,095	0,123
3CASCGR0	-2,317	-1,722	0,468	-1,283	0,307	-0,370	0,232	0,018	0,022	0,094	0,014	-0,060	0,019
3CPSCGHR0	-1,832	-0,493	-0,422	-1,317	0,155	0,248	0,092	-0,938	-0,269	0,066	0,043	-0,029	0,180
3EatSCGHR0	-1,458	-2,126	-0,427	-0,775	0,609	0,440	0,087	-0,872	0,027	0,018	-0,043	-0,251	0,066
3CPSMIF1ET	-1,967	-1,797	1,290	0,834	-0,083	0,582	-0,178	0,385	0,079	-0,336	-0,077	0,134	-0,142
3CHSMIHR0	0,586	-0,589	-1,120	0,017	0,656	0,752	-1,264	-0,351	0,276	0,186	-0,096	-0,111	-0,134
3HPSUrgCR0	-0,396	0,913	-0,941	0,661	0,259	-0,805	-0,019	-0,360	0,079	-0,083	-0,313	-0,038	-0,242
3HPSUrgMR0	0,857	3,240	-1,624	-0,245	-0,340	0,102	-0,055	-0,176	0,004	-0,004	-0,112	-0,125	-0,087

Tableau VIII. 13. Tableau des coordonnées des observations (individus statistiques ou espaces étudiés), tiré d'XLSTAT, 2012. Source: auteur.

Variable	int-conv	cont-conv	intl-conv	iso-surf	iso-per	iso-occls	iso-comp	Lumn-max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI
Minimum	0,740	0,260	0,150	46,600	54,210	25,640	0,023	3,560	16,000	-4,500	-6,570	23,140	4,431
Maximum	2,520	15,570	0,630	333,680	334,610	249,760	0,214	521,000	20,000	18,790	87,440	100,000	98,783
Moyenne	1,591	3,944	0,343	169,433	203,277	134,595	0,065	98,384	16,421	4,656	-3,350	23,060	6,635

Tableau VIII. 14. Tableau des statistiques descriptives des variables regroupant les valeurs maximales, minimales et les moyennes, tiré d'XLSTAT, 2012. Source: auteur.

L'interprétation de la carte factorielle présentant les individus sous forme d'un nuage de point nécessite des lectures approfondies et simultanées de l'ensemble des données suivant:

- Tableau des coordonnées des observations (cf. Tableau VIII. 13);
- Tableau des données regroupant toutes les observations avec leurs profils de variables. (cf. Tableau VIII. 3).
- Tableau des statistiques descriptives des variables (moyennes); (cf. Tableau VIII.14)
- Carte factorielle présentant la répartition des individus. (cf. Figure VIII. 8 et 9).

En conséquence, les deux variables synthétiques permettront de postuler qu'on est devant quatre grands groupes d'espaces qu'on peut les interpréter suivant leurs situations par rapport à l'axe des abscisses (axe F1) et à l'axe des ordonnées (axe F2):

- **1^{er} quadrant (+F1, +F2):**

Ce domaine regroupe quatre espaces « 1EAtR0 et 1EAAAtBadmR0, 2HAEatUrgMCR0 et enfin 3HPSUrgMR0 » correspondant successivement aux trois espaces d'accueil et d'attente des urgences des trois hôpitaux étudiés (Ain Azel, CHU et Hôpital El Eulma), présentant ainsi des ressemblances et des qualités communs.

Malgré qu'aucune corrélation n'a été détectée entre les quatre espaces; chaque espace se disperse selon ses propres propriétés spatio-visuelles et lumineuses, mais d'une façon générale, ces espaces ont quand même des points communs. Ces espaces se caractérisent par de bonnes qualités spatiales contribuant à augmenter la visibilité et l'accessibilité visuelle; des espaces ouverts avec un champ visuel large et des isovistes assez importants en termes de grande surface, grand périmètre et forte occlusivité; chose qui indique une forte dispersion des isovistes, mise à part l'espace 1EAtR0 qui présente des valeurs des propriétés d'isovistes proches des valeurs moyennes, et une forte compacité d'isoviste ($0.095 >$ moyenne 0.065) ce qui explique sa situation proche de l'axe 1 dans la carte factorielle. Mais d'un autre côté, se sont des espaces à forte probabilité d'éblouissement gênant. Celle-ci est indiquée par l'ensemble des valeurs d'indices d'éblouissement -reste que le DGP est compris entre 16 et 20, ce qui présente un éblouissement imperceptible- et de forts contrastes -rapport de luminance (max/min) très important dépassant 40 (du 52.38 à 365.34)-, ce qui signifie que se sont des espaces inconfortables ou même très

inconfortables visuellement. Par exemple, l’espace 2HAEatUrgMCR0 est le plus dispersé parmi les quatre espaces parce qu’il représente des extrémités sur les deux axes F1 et F2. Malgré que c’est l’espace contrôleur de l’ensemble du système, avec une valeur du contrôle visuel convexe la plus élevée en comparaison avec les autres espaces; qui est égale à 11.08, qui se caractérise aussi, par des bonnes qualités visuelles en se rapportant à ses propriétés d’isovistes (surface=238.46, périmètre=331.97, occlusivité=249.17); qui sont tous des valeurs très importantes, mais malheureusement, il est tout de même un espace très inconfortable visuellement. Cependant, au temps où les résultats de la (DGP=19 et DGI=17.71) indiquent un éblouissement imperceptible, les résultats du (CGI=22.15 et UGR= 21.02) indiquent à leurs tours un éblouissement perceptible, inconfortable et gênant, et présentent ainsi des indicateurs déterminants de la qualité de l’environnement lumineux notamment en rapport avec le rapport des luminances (max/min)= 365.34.

Espace:	int-conv	cont-conv	intl-conv	iso-surf	iso-per	iso-occls	iso-comp	Lumn-max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-cfrt visl
1EAtR0	1,31	1,32	0,25	227,64	171,68	108,06	0,097	124,78	17	13,8	15,67	98,37	18,07	TrInconf
1EAAatBadmR0	1,11	0,26	0,25	214,74	220,64	159,29	0,055	52,38	16	8,89	9,38	100	12,14	Inconf
2HAEatUrgMCR0	1,25	11,08	0,15	238,46	331,97	249,17	0,027	365,34	19	17,71	21,02	92,09	22,15	TrInconf
3HPSUrgMRO	0,74	2,11	0,21	333,68	315,51	222,1	0,042	48,84	16	10,55	11,5	100	13,98	Inconf

Tableau VIII. 15. Tableau présentant les propriétés des espaces du 1^{er} quadrant, tiré d’XLSTAT, 2012.

Source: auteur.

Par conséquent, pour caractériser une ambiance lumineuse on ne peut pas se référer uniquement aux valeurs des rapports de luminances (max/min) ou (min/max), mais il faut aussi combiner le travail avec une étude des indices d’éblouissement capables de donner plus d’informations sur la qualité de cette ambiance en ce qui concerne l’existence ou pas de la probabilité de l’éblouissement gênant au sein de l’espace étudié.

- **2^{ème} quadrant (+F1, -F2):**

Ce domaine regroupe les trois espaces suivants: 1HEPR0, 2HAEatSMR0, 3CHSMIHR0. Aucune corrélation n’a été détectée dans ce quadrant; chaque espace se disperse selon ses propres propriétés spatio-visuelles et lumineuses. Mais en parallèle, l’ensemble des trois espaces présente des éléments communs. Ils sont tous des espaces à fort contrôle visuel convexe (contrôle > 1), et plus ou moins inconfortables et gênants visuellement (valeurs des rapports de luminances (max/min) importants dépassant 40. L’espace 3CHSMIHR0 présente ces qualités communes mais avec des valeurs moins importantes par rapport aux deux autres espaces du fait qu’il est le plus proche de l’origine, donc sa variabilité est moins importante (compacité = 0.048, UGR= 7.21, CGI= 10.31, DGI= 6.89 et le rapport des luminances = 56.53).

Espace:	int-conv	cont-conv	intl-conv	iso-surf	iso-per	iso-occls	iso-comp	Lumn-max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-cfrt visl
1HEPRO	1,21	1,03	0,25	74,88	66,22	25,64	0,214	521	16	12,73	13,94	98,98	15,82	TrInconf
2HAEatSMRO	1,92	1,29	0,21	46,6	54,21	29,8	0,19	166,9	20	18,79	23,14	87,44	23,06	TrInconf
3CHSMIHR0	0,92	2,43	0,28	80,47	144,4	104,28	0,048	56,53	16	6,89	7,21	100	10,31	Inconf

Tableau VIII. 16. Tableau présentant les propriétés des espaces du 2ème quadrant, tiré d'XLSTAT, 2012.

Source: auteur.

Par contre, les deux autres espaces (1HEPRO et 2HAEatSMRO) se dispersent plus loin du premier espace du fait qu'ils présentent des extrémités en termes de forte compacité exprimant ainsi combien la forme de ces isovistes ressemble à un **cercle**, d'indices d'éblouissement indiquant des éblouissements très inconfortables et gênants ($CGI > 13$, $UGR > 13$; $DGI > 18$; malgré que le DGI du (1HEPRO) est < 18) et des valeurs des rapports de luminances (max/min) importants dépassant 40 (521 et 166.9).

Donc, il se trouve que l'espace qui présente des isovistes très compactes, présente au même temps de très mauvaises qualités d'ambiance lumineuse, et par conséquent, soit très inconfortable visuellement.

- 3ème quadrant (-F1, +F2):

Ce groupe d'individus statistiques représente les cinq espaces suivants: 1HEAtR0, 1CG1ET, 1MH2ET, 2HAEatSMFR0 et 3HPSUrgCR0.

Ces espaces ont plusieurs points communs du fait qu'ils sont tous, des espaces inintelligibles ($R^2 < 0.5$), des espaces de fort contrôle visuel convexe (> 1), sauf l'espace 2HAEatSMFR0 qui est contrôleur de l'ensemble du système, des espaces à très forte probabilité de confort visuel (VCP égale à 100 et l'ensemble des indices d'éblouissement indiquant des éblouissement fortement imperceptibles, ainsi que les valeurs des rapports de luminances inférieures ou égales à 40 sauf le cas de l'espace 3HPSUrgCR0 qui présente une valeur égale à 91), des espaces à forte dispersion d'isoviste en rapport avec les valeurs importantes des propriétés d'isovistes « surface, périmètre et occlusivité ³», des espaces bien intégré visuellement (valeur d'intégration supérieur à la moyenne sauf le cas du dernier espace), des espaces à faible compacité d'isoviste (sauf l'espace 3HPSUrgCR0 qui prend une valeur proche de la moyenne).

A partir de la carte factorielle et les données initiales des espaces présentées dans le tableau, l'espace 3HPSUrgCR0 prend une situation dans la carte factorielle proche de l'origine par projection sur l'axe des abscisses du fait que, malgré les valeurs de l'ensemble des indices d'éblouissement qui indiquent tous l'absence d'éblouissement, le rapport des luminance présente

³ L'**occlusivité** donne une idée du degré de «dispersion» de l'isoviste (cf. chapitre 05).

à son tour une valeur dépassant 40 qui est de l’ordre de 91; chose qui montre que la qualification du confort visuel ne peut pas être dicté ou inspiré seulement à partir des rapports de luminances (max/ min) ou des résultats des indices d’éblouissement, mais c’est l’ensemble des indices corrélés qui peut donner une idée sur le type de confort visuel et de la qualité de l’ambiance lumineuse d’un espace étudié. En parallèle, ce même espace prend ainsi cette situation du fait qu’il se caractérise au même temps par des valeurs importantes caractérisant la forme de l’isoviste.

En revanche, les trois espaces (1CG1ET, 1MH2ET, 2HAEatSMFR0) sont les plus rapprochés du point de vue profil des variables (bilan quantitatif de leurs propriétés), sauf que l’espace 2HAEatSMFR0 présente, quant aux propriétés d’isovistes, des valeurs très proches de la moyenne, ce qui explique son rapprochement à l’origine par projection sur l’axe des ordonnées.

Quant à l’espace (1HEAtR0), et malgré qu’il présente un profil proche des trois espaces précédents (du point de vue rapport de luminances qui est inférieur à 40, et les valeurs d’indices d’éblouissement indiquant tous l’absence d’éblouissement gênant), il présente au même temps d’importantes valeurs des mesures d’isovistes notamment celle de la surface d’isoviste qui est très importante (325,86), chose qui a générée la dispersion de cet espace par rapport aux autres espaces.

Quand aux corrélations, la carte factorielle présente un sous groupe d’espaces présentant des ressemblances et qui ont par conséquent des situations proches les unes par rapport aux autres; c’est le cas des espaces (1MH2ET, 2HAEatSMFR0 et 3HPSUrgCR0). Tandis que les autres espaces (1HEAtR0 et 1CG1ET) sont plus dispersés par rapport aux autres espaces du fait qu’ils présentent des valeurs très importantes des propriétés d’isovistes.

Espace:	int-conv	cont-conv	intl-conv	iso-surf	iso-per	iso-occls	iso-comp	Lumn-max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-cfvt visl
1HEAtR0	1,24	4,66	0,25	325,86	288,75	186,98	0,049	25,52	16	4,05	3,85	100	6,96	Conf
1CG1ET	2,31	3,04	0,38	206,99	334,61	249,76	0,023	24,5	16	-2,14	-5,72	100	-2,84	Conf
1MH2ET	2,31	3,04	0,38	260,71	277,18	173,6	0,042	30	16	2,54	1,15	100	3,45	Conf
2HAEatSMFR0	1,78	15,57	0,21	133,56	207,52	135,19	0,0389	40	16	1,35	-0,88	100	1,04	Mconf
3HPSUrgCR0	1,11	4,58	0,21	251,16	221,16	148,68	0,064	91	16	1,35	1,1	100	4,25	Inconf

Tableau VIII. 17. Tableau présentant les propriétés des espaces du 3ème quadrant, tiré d’XLSTAT, 2012.

Source: auteur.

- **4ème quadrant (-F1, -F2):**

L’ensemble des sept espaces situés dans ce quadrant ont comme points communs, les mêmes valeurs de la DGP=16 (éblouissement imperceptible) et VCP=100 (très forte probabilité de confort visuel). Cependant, les résultats de ces deux indicateurs n’impliquent pas souvent une situation de confort visuel (cf. tableau VIII.17).

Donc, il faut toujours combiner ces résultats à des résultats d’une analyse des ratios de luminances. Celle-ci peut confirmer les résultats des indices d’éblouissement, comme elle peut donner d’autres indications et lectures concernant le type de confort visuel. Egalement, l’ensemble des sept espaces sont des espaces bien intégrés visuellement à fort contrôle dont seul l’espace 3CPSMIF1ET qui est espace contrôleur de l’ensemble du système.

A travers la lecture de la carte factorielle des individus, on peut déceler deux sous groupes, qui sont les suivants:

a. Le premier sous- groupe (en rouge dans le tableau des données):

Il présente une forte corrélation entre les quatre espaces (individus) suivants: 1MF2ET, 2GP2SCG1ET, 3CPAEatSCGR0 et 3CPSCGHR0 (cf. figure. VIII.8).

Espace:	int-conv	cont-conv	intl-conv	iso-surf	iso-per	iso-occls	iso-comp	Lumn-max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-cfrt visl
1MF2ET	2,31	3,04	0,38	130,44	174,7	129	0,053	19,5	16	-0,11	-1,95	100	1,01	Conf
2GP2SCG1ET	1,51	2,48	0,16	162	176,49	77,26	0,065	48	16	-0,48	-3,16	100	-0,54	Inconf
3CPAEatSCGR0	1,81	3,28	0,63	138,88	225,24	163,48	0,034	76	16	0,2	-0,76	100	2,31	Inconf
3CPSCGHR0	1,38	2,26	0,63	144,35	225,7	125,68	0,035	12,52	16	-1	-1	100	-1	Conf
3CASCGR0	2,07	2,29	0,63	94,49	170,19	115,41	0,04	108,6	16	-4,5	-6,57	100	-3,35	Inconf
3EatSCGHR0	1,41	3,12	0,63	76,93	126,19	68,43	0,06	54,33	16	-1,15	-2,73	100	0,24	Inconf
3CPSMIF1ET	2,52	8,05	0,42	77,38	129,91	85,49	0,057	3,56	16	-1	-1	100	-1	Conf

Tableau VIII. 18. Tableau présentant les propriétés des espaces du 4ème quadrant, tiré d’XLSTAT, 2012.

Source: auteur.

L’espace 1MF2ET est à la fois bien intégré visuellement, à fort contrôle visuel, à compacité proche de la moyenne, confortable visuellement; VCP=100, rapport de luminances (max/min) inférieur à 1:20 qui fait 19.5, et l’ensemble des indices d’éblouissement indiquent l’absence de probabilité d’éblouissement (cf. chapitre. 03), mais en parallèle il est un espace inintelligible qui se caractérise par des valeurs des propriétés d’isoviste restreintes (au dessous de la moyenne).

Par contre l’espace 3CPSCGHR0, malgré qu’il a des propriétés très proches de l’espace précédent, il est quand même intelligible et il a un périmètre d’isoviste grand (supérieur à la moyenne 225.7>203.27). Ceci suggère que le facteur intelligibilité convexe n’est pas déterminant de la situation de l’espace dans la carte factorielle, mais par contre, les valeurs des propriétés d’isovistes sont déterminantes de celle-ci.

Tandis que le couple d'espaces d'accueil et d'attente des services de la chirurgie générale successivement du CHU de Sétif et de l'hôpital d'El Eulma -2GP2SCG1ET et 3CPAEatSCGR0- ce couple présente des différences en rapport avec l'intelligibilité et les propriétés des isovistes dont l'espace CPAEatSCGR0 présente des valeurs supérieures à la moyenne, ainsi il est intelligible (0.63) contrairement à l'espace 2GP2SCG1ET (0.16). Mais ce dernier espace a aussi l'avantage d'avoir une valeur de compacité de l'isoviste proche de la moyenne, ce qui indique que l'isoviste a tendance de prendre une forme d'un cercle ce qui favorise le mieux la visibilité.

Cependant, ce couple d'espace prend une telle situation dans la carte factorielle (graphe du nuage de points) malgré qu'il soit considéré comme inconfortable visuellement si on se réfère aux rapports de luminances dépassant 1:40 (48 et 76), et par contre très confortable visuellement si on se réfère aux indices d'éblouissement qui n'indiquent aucun effet d'éblouissement gênant. Ceci suggère que, la variable des rapports de luminances n'est pas ainsi déterminante quant à la situation de l'espace dans le nuage de points, contrairement aux indices d'éblouissement qui sont décisifs de celle-ci.

Pareillement, malgré que le couple -3CPAEatSCGR0 et 3CPSCGHR0- est différent du point de vue qualification du confort visuel (rapport de luminance 76 -inconfortable- et 12.52 -confortable-), il est aussi le seule couple présentant des espaces intelligibles avec des valeurs dépassants la moyenne quant aux propriétés des isovistes notamment le périmètre (225.24 et 225.7).

b. Le second sous- groupe (en noir dans le tableau des données):

Présentant une forte corrélation entre les trois espaces suivants: 3CASCGR0, 3EatSCGHR0 et 3CPSMIF1ET (situant dans l'hôpital El Eulma). Ce deuxième sous groupe rassemble ces espaces du fait qui ont comme points communs, la VCP=100, la DGP=16, les différents indices d'éblouissement indiquent l'absence d'effet d'éblouissement gênant, aussi ils sont des espaces bien intégrés visuellement, à fort contrôle visuel, qui ont tous des propriétés d'isovistes restreintes (valeurs inférieures à la moyenne).

Malgré qu'il est inintelligible (0.42) et qu'il présente des propriétés d'isovistes très restreintes -valeurs très inférieures par rapport à la moyenne-, 3CPSMIF1ET (espace d'accueil du service de la médecine interne côté femmes de l'hôpital d'El Eulma) est le seul espace parmi l'ensemble des dVIII-neuf espaces étudiés qui est le plus intégré visuellement; présentant la valeur maximale (2.52) et le seul à être l'espace contrôleur de l'ensemble du système (8.05) en comparaison avec l'ensemble des espaces du 4^{ème} quadrant, comme il a une valeur de compacité proche de la moyenne (0.057), ainsi il est le seul à être très confortable visuellement (rapport des luminances (max/min) inférieur à 1:10; il fait 3.56).

Tandis que le couple des espaces d'accueil des services de la chirurgie générale hommes et femmes de l'hôpital d'El Eulma -3CASCGR0 et 3EatSCGHR0- présentent des ressemblances du point de vue leur qualité de confort visuel, leurs propriétés d'isovistes, leur contrôlabilité de l'espace et leur intelligibilité. Cependant, ils sont intelligibles (0.63), à fort contrôle visuel (2.29 et 3.12) mais inconfortables visuellement du fait que leurs rapports de luminances dépassent le 1:40; ils sont de l'ordre de (108.6 et 54.33).

La différence entre les deux espaces apparaît dans leurs valeurs de compacité d'isoviste dont le premier espace -3CASCGR0- présente une valeur restreinte, tandis que le second espace -3EatSCGHR0- prend une valeur très proche de la moyenne.

VIII.3.4.2. Contributions (%) et cosinus carrés des observations:

Les espaces qui sont en gras dans le tableau des contributions (%) des individus présentent les espaces les plus dispersés dans la carte factorielle (nuage d'individus), ce qui indique leur spécifiés de qualité spatio-visuelle et lumineuse (cf. Tableaux. VIII.19 et 20).

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
1CG1ET	6,320	3,498	2,832	3,921	5,503	11,830	0,316	15,553	7,289	45,528	1,304	11,797	224,143
1MF2ET	2,353	1,305	1,087	0,054	3,578	0,245	2,324	8,925	1,450	0,249	2,505	0,195	139,409
1MH2ET	1,928	1,598	0,705	0,984	10,436	1,335	2,164	13,362	0,173	20,457	7,878	0,125	72,864
1HEPR0	12,802	12,830	11,855	2,869	14,122	2,413	29,062	67,626	2,972	0,201	106,481	167,183	1140,657
1EAtR0	5,600	0,167	2,238	0,032	3,505	3,895	0,767	0,127	16,582	19,839	4,235	3,139	98,849
1HEAtR0	0,243	7,758	2,571	0,785	1,362	1,881	1,622	2,465	0,296	6,515	7,634	10,232	235,781
1EAAtBadmR0	0,546	1,614	7,061	0,869	1,374	0,755	6,350	0,285	3,355	0,012	2,773	3,515	117,169
2GP2SCG1ET	0,623	0,913	1,704	3,808	0,280	14,338	17,547	2,025	0,758	18,477	3,723	0,002	188,916
2HAEatSMR0	33,614	11,173	18,724	1,559	23,109	5,203	0,809	14,233	8,193	20,861	10,126	0,516	21,210
2HAEatSMFR0	2,475	0,290	6,437	38,650	15,123	2,843	1,016	0,362	2,571	1,179	0,795	0,151	47,054
2HAEatUrgMCR0	14,372	19,451	25,562	0,386	17,461	0,387	8,138	0,065	5,781	17,551	13,711	10,150	597,485
3CPAEatSCGR0	2,800	0,116	0,237	11,297	0,426	1,355	3,167	0,002	0,753	9,362	4,163	3,660	67,087
3CASCGR0	5,009	4,537	0,851	10,402	0,795	1,560	0,990	0,009	0,030	0,907	0,061	1,468	1,580
3CPSCGHR0	3,134	0,372	0,690	10,958	0,204	0,700	0,155	24,202	4,371	0,453	0,550	0,335	142,947
3EatSCGHR0	1,983	6,914	0,706	3,797	3,122	2,209	0,140	20,930	0,043	0,034	0,541	25,906	19,303
3CPSMIF1ET	3,613	4,942	6,459	4,397	0,058	3,870	0,585	4,083	0,379	11,658	1,746	7,359	89,617
3CHSMIHR0	0,320	0,530	4,866	0,002	3,622	6,460	29,403	3,397	4,599	3,590	2,745	5,090	79,511
3HPSUrgCR0	0,147	1,276	3,437	2,762	0,567	7,397	0,006	3,570	0,376	0,712	29,198	0,581	258,081
3HPSUrgMR0	0,685	16,062	10,242	0,380	0,976	0,118	0,055	0,853	0,001	0,001	3,709	6,367	33,552

Tableau VIII. 19. Tableau des contributions des observations (%), tiré d'XLSTAT, 2012. Source: auteur.

N.B: Les valeurs en gras et rouge correspondent pour chaque observation au facteur pour lequel le cosinus carré est le plus grand, par contre les valeurs qui sont en gras noir correspondent au facteur pour lequel le cosinus carré est important.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
1CG1ET	0,508	0,172	0,055	0,047	0,049	0,078	0,001	0,042	0,009	0,033	0,000	0,002	0,004
1MF2ET	0,545	0,184	0,061	0,002	0,092	0,005	0,027	0,070	0,005	0,001	0,002	0,000	0,007
1MH2ET	0,366	0,185	0,032	0,028	0,219	0,021	0,021	0,086	0,001	0,035	0,005	0,000	0,003
1HEPR0	0,421	0,257	0,094	0,014	0,051	0,006	0,048	0,075	0,002	0,000	0,011	0,013	0,008
1EAtr0	0,750	0,014	0,072	0,001	0,052	0,043	0,005	0,001	0,034	0,024	0,002	0,001	0,003
1HEAtR0	0,038	0,746	0,097	0,018	0,024	0,024	0,013	0,013	0,001	0,009	0,004	0,004	0,008
1EAAtBadmR0	0,137	0,246	0,425	0,032	0,038	0,015	0,081	0,002	0,013	0,000	0,002	0,002	0,006
2GP2SCG1ET	0,137	0,123	0,090	0,124	0,007	0,258	0,196	0,015	0,003	0,037	0,003	0,000	0,009
2HAEatSMR0	0,686	0,139	0,092	0,005	0,052	0,009	0,001	0,010	0,003	0,004	0,001	0,000	0,000
2HAEatSMFR0	0,207	0,015	0,130	0,478	0,140	0,019	0,004	0,001	0,003	0,001	0,000	0,000	0,001
2HAEatUrgMCR0	0,408	0,337	0,174	0,002	0,055	0,001	0,012	0,000	0,003	0,004	0,001	0,001	0,004
3CPAEatSCGR0	0,555	0,014	0,011	0,331	0,009	0,022	0,032	0,000	0,002	0,017	0,003	0,002	0,003
3CASCGR0	0,511	0,283	0,021	0,157	0,009	0,013	0,005	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
3CPCSGHR0	0,509	0,037	0,027	0,263	0,004	0,009	0,001	0,133	0,011	0,001	0,000	0,000	0,005
3EatSCGHR0	0,241	0,512	0,021	0,068	0,042	0,022	0,001	0,086	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000
3CPSMIF1ET	0,381	0,318	0,164	0,069	0,001	0,033	0,003	0,015	0,001	0,011	0,001	0,002	0,002
3CHSMHR0	0,071	0,072	0,261	0,000	0,089	0,118	0,332	0,026	0,016	0,007	0,002	0,003	0,004
3HPSUrgCR0	0,047	0,250	0,266	0,131	0,020	0,195	0,000	0,039	0,002	0,002	0,029	0,000	0,018
3HPSUrgMR0	0,052	0,743	0,187	0,004	0,008	0,001	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001

Tableau VIII. 20. Tableau des cosinus carrés des observations, tiré d'XLSTAT, 2012. Source: auteur.

Cependant, si on les compare avec l'ensemble des espaces étudiés, ces espaces (1HEPR0, 2HAEatSMR0, 2HAEatUrgMCR0 et 3HPSUrgMR0) peuvent être des éléments perturbateurs de l'analyse en composante principale (les biais), que si on les écarte, les résultats ne seront jamais ceux qu'on a eu, mais peuvent quand même garder des points communs. Cependant, les cercles de corrélations et les cartes factorielles suivantes font preuves de cette hypothèse; en donnant des nouvelles lectures (cf. figures VIII. 10. 11. 12. 13).

Les figures (VIII. 10. 11. 12. 13) présentent des cercles de corrélations et des cartes factorielles obtenues des analyses en composantes principales (ACP) réalisées en deux circonstances. Le premier cas représente les résultats de corrélations de 15 espaces (individus) avec 17 variables; c'est-à-dire avec l'ensemble des variables même celles de l'analyse VGA. Le second cas, représente les mêmes individus (15) mais seulement avec 14 variables statistiques; c'est-à-dire en l'absence des propriétés syntaxiques de la VGA.

Dans les deux cas, on remarque trois groupes bien corrélés qui sont:

- La forte corrélation positive entre les trois indices d'éblouissement (DGI, UGR et CGI).
- La forte corrélation positive entre le périmètre et l'occlusivité d'isoviste, mais négativement avec la surface d'isoviste.

- La corrélation entre la DGP, le rapport des luminances (max/min) et la compacité d’isoviste; ceci suggère que la compacité de l’isoviste peut fortement accompagner une qualité d’inconfortabilité d’un espace donnée. En d’autres termes, un espace qui a un isoviste dont la forme est la plus proche d’un cercle (forte compacité) peut être aussi un espace inconfortable visuellement et à forte probabilité d’éblouissement.

Egalement, on remarque que l’hémisphère inférieur contient toutes les variables syntaxiques résolues des deux analyses syntaxiques (convexe et VGA), ce qui suggère que c’est le domaine où les espaces, qui sont bien intégrés visuellement, à fort contrôle et intelligibles, prennent situations. En effet, à partir des nouveaux cercles de corrélations de variables, on peut raffiner en plus la signification précédente des deux composantes principales qui est devenue la suivante:

- La 1^{ère} composante principale oppose les espaces qui sont visuellement confortables ou pas. Les indicateurs de décision sont: les différents indices d’éblouissement en rapport avec les rapports de luminances (max/min) respectant ou pas le ratio de luminances pour un type spécifique du champ visuel (macro ou micro champ visuel).

- La 2^{ème} composante principale oppose les propriétés des isovistes (périmètre, occlusivité et surface) avec les propriétés visuelles obtenues des analyses syntaxiques -VGA ou convexe (intégration, contrôle et intelligibilité) en rapport avec la compacité de l’isoviste.

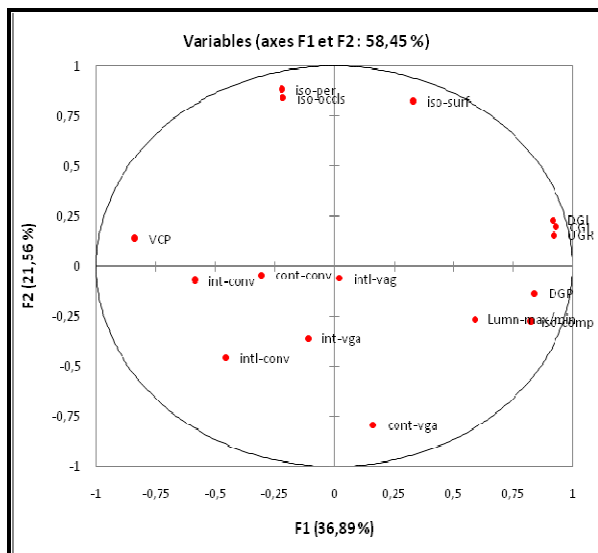


Figure VIII. 10. Le 1^{er} cas: Cercle des corrélations de 17 variables (cas de 15 individus), tirée de XLSTAT, 2012. Source: auteur.

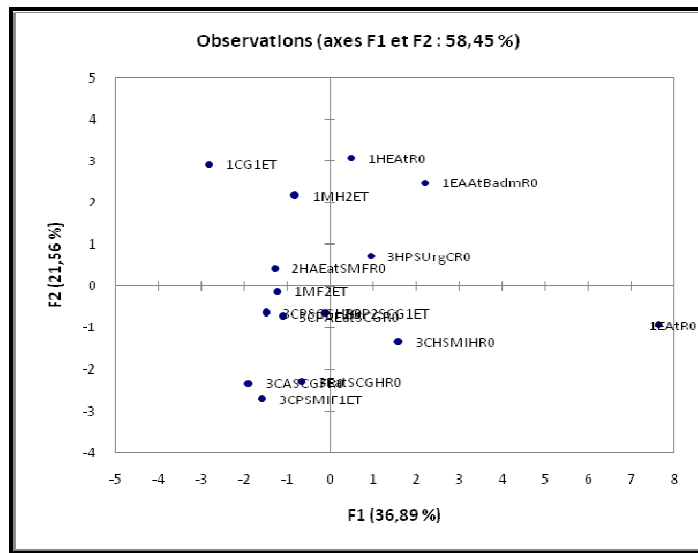


Figure VIII. 11. Le 1^{er} cas: Carte factorielle pour 15 individus (cas de 17 variables), tirée de XLSTAT, 2012. Source: auteur.

En effet, un espace appartenant au groupe 1 possède en général un champ visuel ouvert, de larges vues qui s'étendent dans toutes les directions (occlusivité importante; donc, isoviste assez dispersé) mais avec une forte probabilité d'éblouissement, donc d'inconfort visuel et avec des capacités déterminées en intégration et accessibilité (inintelligible); c'est le cas de l'espace 2HAEatUrgMCR0, par exemple.

Simultanément, des valeurs supérieures à la moyenne des propriétés syntaxiques (intégration et intelligibilité; convexe ou VGA) et des valeurs inférieures à la moyenne dans des propriétés d'isovistes (surface, périmètre et occlusivité), affaibliront la valeur du Facteur 2. En d'autres termes, une valeur négative de Facteur 2 correspond aux espaces ayant en général des valeurs supérieures à la moyenne dans l'intégration visuelle et l'intelligibilité, la compacité d'isoviste et les rapports des luminances (max/min). Cependant, un espace appartenant au groupe 4 possède en général de forte probabilité de confort visuel et par conséquent de bonne qualité lumineuse avec une bonne intégration visuelle et une bonne intelligibilité tout en ayant des propriétés d'isovistes restreintes; c'est le cas par exemple de l'espace 3CPSCGHR0.

Egalement, il se trouve que l'espace présentant des isovistes très compactes, peut présenter au même temps de très mauvaises qualités d'ambiance lumineuse et soit très inconfortable visuellement, c'est le cas des espaces se trouvant dans le deuxième quadrant.

En guise de conclusion, il se trouve qu'un espace se caractérisant par de bonnes propriétés d'isovistes et qui ne soit pas bien intégré visuellement, se caractérisant par une bonne visibilité en se rapportant aux valeurs des propriétés d'isoviste mais en parallèle qui ne soit pas confortable visuellement à cause de l'augmentation des indices d'éblouissement (DGP, DGI, UGR et CGI) et la diminution de la VCP, et vice versa. A partir des résultats qu'on a eu, on a trouvé que les valeurs importantes indiquant des propriétés d'isovistes seules ne suffisent pas pour caractériser l'espace est ce qu'il est bon visuellement ou pas; est ce qu'il se caractérise par une bonne visibilité ou pas.

Par conséquence, l'ensemble des indicateurs corrélés peut donner une caractérisation de la qualité spatio-visuelle et lumineuse de l'espace étudié. Malheureusement, à travers les espaces d'accueil des trois services qu'on a étudié, on a trouvé que l'espace ne présente pas toujours de bons résultats quant à l'intégration et la concrétisation des trois paramètres « ambiance lumineuse, visibilité et accessibilité visuelle ». Ceci suggère que les concepteurs de ces espaces ne prennent pas en compte les trois paramètres réunis pour améliorer la qualité visuelle, lumineuse et spatiale ainsi pour améliorer le confort psychique, visuel en favorisant l'orientation des usagers au sein de l'espace.

Conclusion générale

Chapitre conclusif:

“ Conclusion générale ”

La présente recherche nous a offert l’opportunité de traiter plusieurs concepts qui semblent essentiels mais aussi complémentaires pour concevoir un projet d’architecture notamment s’il s’agit d’un hôpital.

Cependant, des éléments de réponse, relatifs à la question de la conception et de l’humanisation de l’hôpital et ses espaces d’accueil ont été ressortis en élaborant le premier chapitre.

D’une manière générale, l’hôpital constitue un environnement propice pour augmenter le stress et l’angoisse des usagers (malades et accompagnants), qu’on ne peut atténuer sans un accueil de qualité. Ce qui revient concrètement à **bien informer, renseigner, et orienter** les utilisateurs de l’hôpital, à **les accueillir, les recevoir avec égard, à les préparer, à les sécuriser, à les accompagner** avant et tout au long de leurs parcours de soins (Barbier, 2009).

Les usagers et les professionnels attendent également de l’hôpital de pouvoir continuer à y mener une **vie sociale**. Cela nécessite des **espaces conviviaux** (des cafétérias et autres services ouverts sur la ville) dont l’importance d’une conception plus chaleureuse dans le choix des matériaux et des couleurs, ainsi que des espaces évolutifs adaptés au partage de moments collectifs, aux actions **culturelles, sportives et artistiques**. De même dans les moments les plus graves il faut pouvoir offrir aux patients, à leurs familles et aux professionnels, des espaces dédiés aux événements douloureux et au recueillement, c.à.d de prévoir sa flexibilité et sa modularité.

L’hôpital est de moins en moins un **lieu de séjour** (sauf pour la rééducation, les accidents vasculaires cérébraux ou encore la gériatrie –Alzheimer-), il sera de plus en plus un **lieu de passage**, il va devoir être sinon flexible, du moins versatile, c’est-à-dire doit devenir **adaptable, tête de réseau, référent, communiquant, transparent...**

Pour atteindre cet objectif tout en améliorant la satisfaction des usagers et valoriser l’image de marque de l’hôpital, il faut une amélioration de l’orientation et des trois aspects complémentaires de l’accueil, à savoir les aspects **d’organisation, de structure et du comportement** à l’hôpital¹ (Imbert, 1982).

¹ L’espace de l’hôpital, c’est l’espace de la ville, c’est l’espace de la société qui se reflète fidèlement. Lors du Colloque à l’UNESCO en décembre 1999 sur l’hôpital du XXI^e siècle, organisé par l’AP-HP, Edouard Couty, Directeur des Hôpitaux au Ministère de l’Emploi et de la Solidarité, déclarait: « *l’hôpital ne sera pas un plateau technique hypertrophié, isolé et silencieux. Il sera l’élément d’un tissu vivant composé de différentes cellules qui*

Le comportement des usagers à l'hôpital est abordé par les chercheurs essentiellement par des questions liées à l'**écoulement**, à la **circulation** et au **wayfinding, des visiteurs**. Pouvoir s'orienter est une capacité humaine indispensable pour la plupart des activités journalières, le corps a déjà fait l'expérience de la **désorientation** ou **perte** qui n'est pas limitée au territoire inconnu et cheminement. La recherche dans le champ de la connaissance humaine de l'espace étudie comment les gens perçoivent, raisonnent et mémorisent l'espace architectural.

D'autres mesures à prendre en considération à l'image de l'ergonomie qui est essentielle dans l'utilisation des équipements mais aussi dans les circuits de prise en charge du patient, dans l'organisation des espaces et dans la circulation de l'information, les notions de confidentialité et du respect de l'intimité qui sont essentielles, ainsi que l'intégration d'une démarche « haute qualité environnementale » qui est d'actualité, notamment sur les aspects de la gestion de l'eau, de l'air, des « chantiers propres », de la gestion des bruits, de la gestion de l'énergie et celle des déchets.

Avec le développement des différentes typologies des hôpitaux recensés dans l'histoire, la définition de « l'hôpital » et celle de la notion d'humanisation ont été développées. La définition du concept « humanisation », de part ses diverses dimensions, demeure une approche globalisante qui n'inclue pas seulement des actions sur des couleurs vivantes, ou des tableaux muraux ou des sculptures, ou encore un bon aménagement de l'espace avec des meubles luxueux,...., mais par contre, elle va au-delà pour intégrer **l'humain** ; avec ses cultures, ses perceptions, son souci de repérage et d'orientation spatiale -visuelle et corporelle- dans l'espace et dans le temps ; ses comportements wayfinding, aussi, **l'architecture** en rapport avec l'espace et ses déterminants tout en intégrant obligatoirement lumière naturelle et vues sur l'extérieures, et enfin, **l'art², la culture, l'écoute, le sport,...**etc. (Ferland, 1999). Elle est devenue l'affaire de l'état et des usagers (personnels, patients, visiteurs,...).

La présentation des différentes définitions et typologies des espaces d'accueil des hôpitaux en faisant référence à quelques projets livresques, a permis de comprendre au près ces lieux et les éléments qui peuvent les caractériser. Théoriquement, divers axes, mesures « aspatiales et spatiales » et les paramètres moyens sont donc, à mettre en application pour concrétiser cette ambiance humaine, chaleureuse, accueillante et sécurisante.

comporte la ville et la communauté scientifique. Il faut donc que la réglementation et les financements puissent évoluer dans un même sens ».

² Ces recommandations s'inspirent largement des recommandations formulées dans le cadre du rapport *Dessine-moi un hôpital. L'hôpital à travers le regard des enfants* publié par UNICEF Belgique, ainsi que du travail de réflexion réalisé par les associations actives dans ce secteur et de la Commission des droits de l'enfant hospitalisé coordonnée par le Délégué général aux droits de l'enfant.

Egalement, on a soulevé les exigences fonctionnelles, spatiales et architecturales à respecter. Cependant, parmi les orientations de l'humanisation, une obligation fonctionnelle et spatiale exigeant la clarté des espaces par leurs configurations spatiales elles mêmes et par le biais de l'intégration de la lumière naturelle. Cette dernière elle est exigée par les lois et les normes de confort, d'hygiène et de sécurité. Cette clarté spatiale et fonctionnelle aide les usagers à trouver leurs chemins au sein du réseau de circulation interne de l'hôpital, comme elle facilite la tâche et la communication entre les services. Au-delà, on est arrivé au fait que des paramètres, tels que: l'ambiance lumineuse, lumière naturelle, la visibilité et l'accessibilité visuelle, l'accueil et les conditions du contrôle visuel, de repérage et d'orientation spatiale, doivent être contrôlées afin de créer et concrétiser une ambiance humaine au sein des espaces.

Donc, plusieurs démarches et tentatives visant l'humanisation de l'espace d'accueil, d'orientation et d'attente de l'hôpital, ont été soulevées. Celles-ci se reflètent soit, par le recours à des grandes opérations de rénovations et de restructurations radicales dans les anciens modèles d'hôpitaux notamment ceux du type pavillonnaire où il y avait, ou également des petites interventions à l'échelle des espaces intérieurs (halls, salles et espaces d'attente,...) pour des réaménagements, ou des interventions artistiques, culturelles ou encore des démarches d'intégration des énergies renouvelables toute en intégrant la lumière naturelle, l'eau, la végétation,...etc, (cf. annexe II).

Les espaces d'accueil doivent avoir aussi un statut des espaces public ouverts sur l'hôpital et la ville. Ceux-ci présentent des espaces fédérateurs dans la composition de l'ensemble. Ils sont généralement matérialisés par l'introduction de la galerie publique ; une nouvelle typologie linéaire des espaces d'accueil. On voit aussi apparaître des atriiums, des galeries et rues hospitaliers, des espaces de détente, de rencontre dédiés aux familles et aux patients, des espaces communs aux personnels, ainsi que des études sur la signalétique. Ceci suggère renforcer l'ouverture de l'hôpital sur la ville et son intégration au sein du quartier tout en assurant sa lisibilité aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur.

A travers le second chapitre qui a traité la notion d'ambiance lumineuse et sa caractérisation, on a pu approcher une notion qui reste pour le grand public floue ou confondue souvent avec celle du confort visuel.

La présentation des définitions et composantes de l'ambiance lumineuse, a montrée que la lumière naturelle, ses caractéristiques et ses effets, le contexte et ses circonstances, l'espace et ses déterminants, l'usage et l'usager, tous réunis, contribuent à caractériser cette ambiance lumineuse.

En d'autres termes, le niveau d'éclairage de la lumière et sa qualité, l'utilisateur et son état d'esprit et la tâche à accomplir lors d'un usage, déterminent et qualifient cette ambiance lumineuse. Également, les paramètres de l'ambiance lumineuse -le contraste de luminance, les luminances, le niveau d'éclairage, la température des couleurs «T°» et l'indice de Rendu des Couleurs «IRC»-, influent sur le confort visuel³ et sur les performances psycho-sensori-motrices, et conditionnent santé et sécurité.

Les ambiances lumineuses s'attacheront donc particulièrement aux niveaux lumineux, à la maîtrise des contrastes, au rendu des couleurs et au confort visuel. Au-delà, parmi les paramètres contribuant à la caractérisation de ces ambiances lumineuses, ceux qu'on a choisis pour caractériser et évaluer la qualité des ambiances lumineuses des espaces d'accueil des hôpitaux tout en qualifiant le confort visuel des usagers, correspondent essentiellement et successivement à la caractérisation du triptyque: luminance, contraste et éblouissement gênant ou d'inconfort, en adoptant une approche qualitative tout en se basant sur des indices et des valeurs purement quantitatives. Plusieurs méthodes pour la détermination des ratios des luminances sont disponibles.

Cependant, on a choisi celle qui correspond au le macro-champ visuel présentant un ratio indiquant la zone du confort visuel quand les valeurs des rapports des luminances (max / min) sont inférieures à 40 :1 et vice versa. Donc, la caractérisation de la luminance et du contraste peut se faire en se basant sur le relevé des valeurs minimales, maximales et moyennes de luminances afin d'avoir les ratios de luminances et déduire les niveaux de contrastes, et enfin l'évaluation de la répartition des luminances dans le champ de vision des usagers dans un espace donné.

³ Parmi les **facteurs** déterminants qui influencent l'efficacité et le confort visuel, on peut citer encore:

- **Le niveau de l'éclairage de la tâche visuelle: l'uniformité relative de l'éclairage** de la zone de travail et des zones de déplacement ou de mouvement;
- **Les rapports de luminance présents dans le local: l'équilibre des luminances** dont on préconise, en règle générale, d'éclairer au maximum la zone centrale du champ visuel et de décroître progressivement les luminances vers la périphérie. Selon Berruto et Fontoynt (1997) et Schiller (2000), on ne peut pas considérer une étude du confort visuel, qui n'indique pas pour le mesurage du confort visuel en général et de l'éblouissement en particulier, la prégnance des luminances présentes dans le champ visuel et de leur équilibre, comme étant un indicateur essentiel, si ce n'est pas le principal.
- **L'absence d'éblouissement** où lorsque la luminance d'une partie du champ visuel est plus élevée que la luminance moyenne à laquelle le système visuel est adapté, l'excès de lumière peut provoquer un éblouissement, il constitue un facteur de risque pour la sécurité et il peut également diminuer l'efficacité de l'opérateur;
- **la couleur**; dont sa perception change suivant quelle soit sous une lumière naturelle ou sous certains types d'éclairage, de même, lorsque la luminance est très faible, la vision des couleurs diminue et toutes les couleurs sont perçues comme des nuances de gris
- **les capacités visuelles de l'opérateur** dont l'exécution d'une tâche visuelle dépend surtout de la capacité de l'œil à localiser l'objet dans le champ visuel, à distinguer les différences de luminance entre l'objet et le fond et à percevoir les détails fins des objets.

Tandis que les données quantitatives qui correspondent aux différents calculs des indices; DGP, DGI, CGI, UGR et VCP déterminent la prédiction, évaluent qualitativement et caractérisent l'éblouissement d'inconfort à travers des lectures se référant à des échelles sémantiques correspondant à chacun des indices d'éblouissement (cf. Tableau II.1)-.

Le troisième chapitre a passé en revue pour la compréhension du phénomène de la perception visuelle, et des comportements wayfinding et orientation spatiale, tout en mettant en évidence quelques approches étudiant les deux concepts de la visibilité et de l'accessibilité visuelle. Cependant, on a trouvé que la perception visuelle⁴ demeure, dans la totalité de ses aspects complexes, un processus totalement relativiste, où on peut trouver qu'un éclairage adéquat de faible intensité peut établir des conditions de visibilité très supérieurs à celles que procurerait un éclairage inadéquat beaucoup plus intense. Elle comporte la détection, l'identification et l'interprétation des messages transmis de la rétine au cerveau par l'intermédiaire du nerf optique, ce qui explique les trois composantes du processus perceptif « phase attributive, attente préperceptive et la composante affective de la perception.

Egalement, les concepts de visibilité et d'accessibilité visuelle sont étroitement liés. Plusieurs facteurs et paramètres sont à prendre en compte afin de les évaluer. Ceux-ci correspondent à la fois à l'utilisateur -âge, capacités oculaires,...etc-, à l'espace -configuration, forme, couleur, texture- et aux conditions de l'environnement lumineux ; plus particulièrement celles liées à la qualité et à la quantité de la lumière présente dans l'espace -luminance, éclairage, contraste,...-.

Plusieurs approches traitent la question de la visibilité et celle de l'accessibilité visuelle. Parmi lesquelles, on a présenté cinq théories qui semblent essentielles. Cette présentation des approches n'est pas exhaustive.

Jean Cousin a traité la question de la visibilité dans son rapport à l'espace et ses axes dynamiques et en fonction de la vision, des propriétés oculaires de l'être humain et de l'interprétation visuelle tout en introduisant des concepts tels que la bulle et l'ellipse de vision qui conditionne notre perception et appréciation de l'environnement perçu. Egalement, il a abordé la question de l'orientation spatiale en rapport avec ce qu'il appelle l'orientation dynamique gérée par nos définitions de l'espace et de ses axes. Finalement, Cousin a mentionné que notre sentiment global d'un environnement donné est conditionné et peut même être varié en fonction de l'interaction du triptyque de paramètres fondamentaux : notre vision, orientation dynamique et

⁴ Lam (1977), énumère quelques facteurs à prendre en considération dans l'analyse de la qualité de la perception visuelle, tels que : l'expérience propre de l'observateur, son degré d'attention, les caractéristiques de l'objet: sa forme, ses dimensions apparentes, sa couleur, sa texture, sa spécularité (réflexion régulière), son facteur de réflexion, son contraste propre, l'effet de contrastes simultanés, la nature du contexte -contenu informationnel, configurations visuelles, séparation de la figure et du fond (prégnance de la forme)-, l'adaptation visuelle de l'observateur, les caractéristiques de l'éclairage et la présence ou l'absence de centres d'intérêt visuels ou de sources d'inattention dans l'environnement lumineux.

notre bulle –notre manière de nous projeter dans l'espace-. L'approche de Cousin est qualitative comme elle est liée à des facteurs de perception, et d'appréciation qui sont relatives aux individus et sont non mesurables

Kevin Lynch à son tour, a introduit des concepts tels que la lisibilité, l'imagibilité et la carte mentale. La lisibilité, clarté apparente ou imagibilité sont pour Lynch des éléments clés et indispensables pour faciliter l'orientation spatiale et les déplacements des habitants notamment dans une ville donnée. Egalement, ils reflètent à quel point les éléments de cette même ville sont facilement identifiables et repérables. Pour un objet physique, l'imagibilité est «*La qualité qu'à un objet de produire une image mentale chez l'observateur*» (Lynch, 1976). Lynch a mis en évidence les trois composantes de l'image de l'environnement : identité, structure et signification. Il a mentionné que cette imagibilité est fortement liée à l'expérience antérieure de l'observateur. Le concept de la carte mentale renvoie aux images collectives qui sont des représentations mentales communes à de grandes quantités d'habitants d'une ville, zones d'accord que l'on voit lorsqu'il y a interaction entre: une même réalité physique, une culture commune et une nature physiologique identique. Les trois concepts précédents sont étroitement liés.

Quand à la perception visuelle du monde extérieur, la **gestalt theorie** fait appel à des lois d'organisation perceptives -similitude, proximité, fermeture,... -, qui représentent des règles pour la vision. Pour percevoir une image, le mécanisme perceptif a l'intention de grouper des formes qui se ressemblent dans la taille, la couleur, ... ou qui se trouvent proches dans la situation,...etc, afin de contribuer une signification à cette image. Par ailleurs, ces perceptions sont dictées par un certain nombre de rapports conflictuels. Afin de gérer ces rapports et d'éviter les confusions, les images ambiguës ou les images illusives, la solution des gestaltistes était de définir le concept du « **contour** » qui permet de définir la figure du fond en réglant le rapport fond/figure afin d'éviter ce conflit perceptuel et continu.

Gibson a traité dans à travers **l'approche écologique**, la question de la perception visuelle directe de l'environnement. Il a fait une distinction entre stimulus distal et stimulus proximal, précisant que la notion de perception directe considère que l'on passe de **l'objet (stimulus distal)** au **perceptif (stimulus proximal)** sans avoir recours à des processus cognitifs intermédiaires (sans stimulus intermédiaire). Gibson a fait pareillement la distinction entre le **champ visuel et le monde visuel**. Contrairement au champ visuel, dans le monde visuel on interprète le **recouvrement des objets**. En outre, Gibson a introduit deux concepts autour desquels s'articule la théorie de la perception visuelle selon l'approche écologique; le champ optique ambiant et l'affordance.

Le premier est celui du **champ optique ambiant** qui change en fonction des mouvements du point d'observation ; il fournit un des types **d'informations proprio-spécifiques**. Il est conditionné par le **phénomène d'occultation et d'occlusion** qui est lié principalement à la **perception du contour**. La **visibilité et l'invisibilité** des surfaces dans un environnement perçu sont conditionnées par ce phénomène d'occultation, du fait qu'à un point d'observation donnée, certaines surfaces sont **visibles**; la lumière qu'elles reflètent est projetée au point d'observation, tandis que le reste des surfaces est hors de vue (**invisibles**) (Gibson, 1979). Généralement, lorsque l'observateur **se déplace (avec le mouvement)**, certaines surfaces occluses apparaissent et certaines surfaces visibles qui se situent directement derrière deviennent occluses (cf. cours sur l'approche phénoménologique et perceptuelle présentée par Hassoun 2007). Gibson a introduit en effet, la notion de la **surface occluse** ou *occluded surface*, qui est la surface qui n'est pas visible à un instant et une position donnés, ainsi que le principe de **«l'occlusion réversible»**; qui découle de la réversibilité de l'espace. Quant à l'interprétation de la distance et de la taille, Gibson et Hall ont, dans leurs travaux, dressé la liste des **différents facteurs** qui participent à la notion de **distance et de profondeur** tout en expliquant l'expression de la **taille apparente** (Cousin, 1980).

Le deuxième est le concept d'**affordance** qui réfère à une opportunité d'action offerte par un objet à celui qui le perçoit. L'opportunité d'action d'un objet dépend tout autant des caractéristiques de l'objet ou de l'environnement que de l'observateur (CHELKOFF, 2007). Gibson a également mis en évidence le concept de **niche**, en la décrivant comme **un jeu d'affordances**.

Suivant **la théorie de la syntaxe spatiale**, la définition de visibilité et de l'accessibilité physique et visuelle est lié à la définition des **polygones de visibilité « isovistes »**. Cependant, Quand ces polygones de visibilité sont dessinés à la **hauteur de l'œil**, ils capturent les **propriétés objectives du champ visuel** également structuré par les **affordances de l'environnement**; c'est le cas de la **«visibilité»**. Mais, quand ils sont dessinés au parquet de niveau, ils capturent les **propriétés objectives de l'environnement affectant le mouvement** c'est le cas de **«l'accessibilité»** (Gibson, 1979). Les types de relations qui doivent être considérées par rapport à l'activité humaine concernent: **l'accessibilité physique**; un espace non accessible, ne peut pas être utilisé, et **la visibilité**; un espace qui ne se voit pas ne peut pas être également ni utilisable, mais peut en parallèle être accessible visuellement (cf. chapitre III). **L'accessibilité physique et visuelle** lui assure la relation avec les autres espaces et lui donne une place dans l'agencement spatial global. Toutes ces considérations sont rendues opérables en utilisant les logiciels (Depthmap, Axwoman, syntax_2D,...) qui offrent des résultats numériques et visuels « mesures syntaxiques » permettant une évaluation et une caractérisation quantitative et qualitative de la visibilité et de l'accessibilité, du système d'orientation spatiale et du comportement wayfinding

des usagers, comme ils permettent d'obtenir les propriétés des isovistes qui conditionnent la qualification spatio- visuelle de l'espace. Par conséquent, on peut voir à quel point la structure spatiale permet l'orientation spatiale et temporelle des gens dans le système. La théorie de la syntaxe spatiale traite aussi d'avantage le problème d'occultation automatiquement à travers le calcul propriétés des **isovistes** (champ de vision à 360°) couvrant l'ensemble du champ visuel de l'observateur à partir d'un point d'observation donné à travers la propriété de l'isoviste « occlusivité ».

Parmi les différentes approches présentées ci-dessus, on a choisi la syntaxe spatiale car elle présente l'approche la plus idoine pour notre recherche. Celle-ci a été étudiée dans le quatrième chapitre afin d'arrêter les types d'analyses syntaxiques susceptibles de résoudre notre problématique, ainsi que les indicateurs pouvant caractériser d'un côté la visibilité et l'accessibilité visuelle, et d'un autre côté caractériser la qualité visuelle et spatiale.

La syntaxe spatiale n'a pas cessée de se développer, en passant de la méthode manuelle basée sur la théorie des graphes-, à la méthode informatisée qui fait appel à des logiciels spécialisés. Ces derniers permettent d'effectuer un ensemble des analyses syntaxiques à l'instar de l'analyse axiale convexe, la VGA (visibility Graph Analysis) et l'analyse isoviste.

L'analyse axiale notamment avec sa technique de la All Lines Analysis, permet l'évaluation du comportement wayfinding en rapport avec le contrôle du système, aussi, le système d'écoulement, la visibilité en mettant en évidence les axes les plus intégrés et ceux présentant des fortes valeurs quant au choix et au contrôle visuel. L'analyse axiale est la seule analyse qui permet d'avoir la mesure du choix. Cependant, elle est souvent utilisée dans le contexte urbain ou au niveau des plans de masse.

L'analyse convexe fait l'objet de l'analyse de l'accessibilité en prenant en compte l'ensemble de l'espace et non pas une portion de cet même espace, donc, elle informe le degré d'accessibilité physique. Par contre, l'analyse VGA ou Visibility Graphe Analysis, permet d'évaluer la visibilité et l'accessibilité visuelle en prenant en considération chaque point d'espace du fait qu'elle travaille en fonction d'une grille déterminée au préalable. Ces deux analyses (convexe et VGA) permettent d'avoir les mesures syntaxiques du premier et deuxième ordre décrivant la dimension locale et globale de l'espace étudié. Parmi ces mesures, on travaille souvent avec l'intégration, la connectivité, le contrôle visuel, l'entropie visuelle, la step depth et l'intelligibilité avec son coefficient de régression R^2 .

L'analyse isoviste offre les formes des isovistes dessinés à partir d'un point d'observation donné dans l'espace qui déterminent le champ visuel à 360°. Des qualités visuelles ainsi que des qualités spatiales décrivant l'espace étudié, telles que la spaciosité, l'ouverture, la fermeture,

l'ordre et la dispersion, sont ainsi informées grâce aux propriétés d'isoviste; sa surface, son périmètre, son occlusivité et sa compacité,

De l'analyse axiale à l'analyse isoviste, la syntaxe spatiale présente de plus en plus des analyses et/ou des techniques permettant d'offrir des mesures syntaxiques capables d'offrir toutes les informations décrivant des configurations spatiales ainsi que des comportements des usagers systématiquement calculés, à l'instar du comportement wayfinding ou de l'orientation spatiale.

À travers le cinquième chapitre, on a expliqué la méthodologie d'approche tout en soutenant notre modèle d'analyse en se basant sur trois appuis. Notre méthodologie d'approche s'appuie sur trois grands axes.

Pour la simulation et la caractérisation de la visibilité et l'accessibilité visuelle, on a adopté l'approche de la syntaxe spatiale, en utilisant le logiciel DEPTHMAP pour effectuer quatre analyses syntaxiques qui semblent indispensables pour la présente recherche. La VGA et l'analyse convexe ont été effectuées pour l'espace intérieur tandis que la VGA et l'analyse axiale ont été évaluées au niveau des plans de masse. Cependant, trois mesures syntaxiques « l'intégration visuelle, le contrôle visuel et l'intelligibilité visuelle tout en calculant son coefficient de régression R^2 » ont été retenues comme étant des indicateurs caractérisant les deux concepts indiqués.

Dans un second lieu, on a choisi comme outil d'analyse pour une caractérisation qualitative de l'ambiance lumineuse « l'image » dont on a mis en évidence toutes les conditions de réglages, de capture et de traitement d'images afin d'obtenir le format d'images HDR. Par la suite, on a passé en revue pour ressortir les méthodes d'analyse des photos, notamment celles qui sont du format HDR, afin **de choisir une méthode et un outil** pour ces évaluations. En effet, trois grandes alternatives étaient disponibles.

La première méthode est celle de la méthode de Demers qui a fait son analyse en travaillant avec des photos LDR (format JPEG) en but d'évaluer la qualité de l'ambiance lumineuse en se basant sur la caractérisation du contraste et des dégradés de luminances. Cette méthode n'a pas été retenue pour deux raisons : elle n'a pas traitée le problème de l'éblouissement, comme les réglages et les résultats des dégradés de luminances effectués à l'aide de PHOTOSHOP peuvent ne pas correspondre aux résultats de la même caractérisation si on utilise un autre logiciel de traitement d'images ; en d'autres termes, les résultats de cette méthode ne semblaient pas fiables. La seconde méthode correspond à la simulation à l'aide des logiciels.

Cependant, une gamme très diversifiée de logiciels à l'instar de ECOTECH/ RADIANCE, WEBHDR (simulation en ligne), PHOTOLUX, DAYSIM / EVALGLARE était disponible. Malheureusement, le logiciel PHOTOLUX n'était pas disponible en sachant que son coût est très

onéreux. La simulation en ligne par Webhdr a été prévue au début mais à cause d'un petit réglage en mode automatique de la balance des blancs en rapport avec le type de ciel clair soulevé le jour des captures, cette solution n'a pas été retenue. La troisième alternative correspond à des méthodes de par-pixel proposées par Inanici (2010) pour l'analyse et l'évaluation de la qualité de l'environnement lumineux en se basant principalement sur les photographies HDR.

Enfin, à la base des photos HDR créées par le logiciel LUMINANCE HDR, on a choisi d'effectuer la caractérisation de la qualité de l'ambiance lumineuse et la qualification du type de confort visuel, à l'aide du logiciel DAYSIM/ EVALGLARE qui permet d'obtenir des valeurs numériques relatives aux indices d'éblouissement ainsi que des cartes de luminances en rendu précis de la répartition et de la distribution des valeurs des luminances dans le champ visuel de l'observateur. Ces cartes permettent d'avoir les ratios de luminances (max/min) qui aident par la suite d'évaluer les contrastes des luminances. L'analyse des ratios a été effectuée en travaillant dans les marco-champs visuels des observateurs (toutes catégories).

D'une autre part, on a effectuée à l'aide de Depthmap l'analyse des isovistes, afin de ressortir comme indicateurs, indiquant la qualité visuelle du champ de vision et informant la qualité spatiale de l'espace en termes de spaciosité, ouverture / fermeture, ordre, et de dispersion, les propriétés des isovistes (surfaces, périmètres, occlusivité et compacité). A ce stade, des corrélations visuelles obtenues sous formes des diagrammes radars (polaires) effectués avec EXCEL, ont permis une première lecture des espaces en fonction du degré de confort visuel qu'il présentent. Ces corrélations ont traités des indicateurs caractérisant à la fois l'environnement lumineux (rapport (max / min des luminances et les cinq indicateurs d'éblouissement) et le champ visuel (propriétés des isovistes).

Dans un dernier lieu, parmi les méthodes (ACM, ACF, ACP,...) et outils (STATISTICA, SPHINX, SPSS, SPAD, XLSTAT,...) disponibles pour réaliser des corrélations numériques et des confrontations des résultats des caractérisations précédentes, on a adopté l'analyse en composante principale (ACP) en utilisant (XLSTAT version 2011). Cette analyse semble la plus idoine pour cette recherche car elle donne des réponses synthétiques qui résument toutes les informations et données (variables et individus statistiques) en deux composantes principales.

Le sixième chapitre était l'occasion pour présenter notre corpus d'étude composé de trois hôpitaux fonctionnels situant tous à Sétif : CHU de Sétif, hôpital El Eulma et celui d'Ain Azel.

A cause de la variété et la diversité des données que présente chacun des trois hôpitaux, on a choisi de présenter et d'étudier dans le cadre de la présente recherche uniquement trois services communs qui sont les urgences médico-chirurgicales, la médecine interne et la chirurgie générale afin de caractériser leur qualité spatio-visuelle et lumineuse des espaces d'accueil, d'orientation et

d'attente ; en d'autres termes, vérifier si ces espaces offrent réellement une bonne visibilité, perméabilité; souplesse et une forte fluidité fonctionnelle et spatiale au sujet des déplacements et relations fonctionnelles et visuelles internes entre les différents services. En parallèle, travailler sur les plans de masse pour évaluer l'accessibilité, le repérage et le wayfinding au sein de l'hôpital.

La simulation de ces espaces d'accueil a été faite en éliminant tous les espaces techniques et les espaces annexes de l'hôpital. Elle a concerné les deux configurations de base existants dans l'ensemble des cas d'étude, à la fois les configurations axiales; tout ce qui englobe les couloirs et les galeries publiques, et les configurations convexes; présentant les halls, salles et espaces d'attente, espaces d'orientation et d'information du public. Il est à noter que cette présentation et ces simulations n'avaient pas à être faites sans le recours à des relevés continuels et à des observations en situation.

Dans le septième chapitre, on a présenté les résultats des simulations des espaces mentionnés ci-dessus faites par DEPTHMAP, pour les deux cas; quand les portes sont ouvertes ou fermées. A partir de l'étude des résultats qu'on a obtenus, on a pu tirer les conclusions suivantes :

La simulation des plans de masse à travers la VGA et l'analyse axiale a montrée que dans la typologie pavillonnaire à cours (cas du CHU de Sétif), les axes présentant les valeurs les plus importantes du choix visuel sont des diagonales traversant la cour. Tandis que dans la configuration pavillonnaire axiale (cas de l'hôpital El Eulma), les usagers peuvent trouver leurs chemins à partir de la rue de desserte principale qui représente l'artère principale et l'espace fédérateur dans la composition d'ensemble.

Le cas de l'hôpital Ain Azel qui présente une typologie en bloc, reflète un repérage périphérique tout autour du bloc d'hospitalisation, chose qui est très légitime dans ce cas là.

Les configurations convexes (halls) au niveau notamment des urgences du CHU, hôpital Ain Azel et celui d'El Eulma, favorisent les relations visuelles et spatiales, et incitent les rencontres. Egalement, elles contribuent à augmenter la visibilité, et à garder un contrôle permanent de l'espace.

Les configurations axiales (couloirs et galeries) au niveau du CHU et de l'hôpital Ain Azel (bloc A), favorisent le repérage des usagers de l'espace et facilitent leur orientation spatiale et leurs wayfinding. Mais ils peuvent être une source de stress et de fatigue lors des déplacements, notamment s'il s'agit des couloirs ou des galeries⁵ qui n'ont pas un rapport direct avec l'extérieur (pas de vue sur l'extérieur) et éclairé artificiellement (pas de lumière naturelle), d'où la naissance

⁵ A l'hôpital Ain Azel, par contre, les **couloirs sont inondés par la lumière naturelle** (apport des patios aussi), peuvent forcément être des sources de gêne lors des déplacements d'un bloc à un autre ou dans un même bloc ou service, en provoquant des effets dangereux d'éblouissement notamment dans les journées les plus ensoleillées. Ces effets sont toujours existants notamment au niveau de la fin de chaque galerie ou couloir de circulation.

d'une impression d'un tunnel qui est le cas du pavillon initial du CHU de Sétif (service de la chirurgie générale).

Egalement, la continuité spatiale, fonctionnelle et visuelle est bonne pour le wayfinding et le repérage et pour le bien-être psychique et visuel des gens dans l'espace. Elle aide à renforcer les coordinations entre les espaces et les secteurs. Mais, elle n'est pas toujours bonne pour l'accessibilité, car la forte profondeur de l'espace peut être une source de fatigue des usagers; soit le personnel travaillant, les malades ou les visiteurs cherchant les chambres de leurs malades, notamment pour ceux qui n'ont jamais visités l'endroit -premier contact avec l'espace-. Elle donne l'impression de perte de contrôle générée par la grandeur et l'étalement du système, chose reflétée par l'affaiblissement de l'intelligibilité du système et de son degré d'accessibilité. Ceci est matérialisé notamment dans le cas du pavillon initial du CHU de Sétif.

La fermeture des portes a causée une fermeture de l'espace lui-même, en perdant en effet, toutes relations visuelles avec le reste du système, chose qui peut générer une perte de contrôle et limiter le champ de vision, en provoquant le stress chez les gens notamment ceux qui sont en attente pendant des longues durées (des heures). C'est le cas des espaces d'attente des trois services dans les trois hôpitaux. Transparence, type de vitrage et matériaux utilisés ont été déterminants quant à l'ouverture ou la fermeture de l'espace. La transparence est un élément favorisant la visibilité aidant à garder un rapport direct avec les espaces adjacents soit entre l'intérieur et l'intérieur, ou entre l'extérieur et l'intérieur tout en offrant de belles vues sur l'extérieur; des vues panoramiques sur l'extérieur sont à mentionner dans le cas du CHU de Sétif et l'hôpital Ain Azel. Elle était un facteur déterminant dans les deux cas.

Les décrochements et les changements d'orientations au sein de l'espace provoquent une augmentation des valeurs de la step depth (cas du service de la chirurgie générale de l'hôpital El Eulma et Ain Azel).

Par conséquent, ils contribuent à augmenter la profondeur de l'espace, ce qui rend l'accessibilité difficile, comme ils contribuent à diminuer la visibilité et l'intégration de ce même espace. Les anciens hôpitaux en labyrinthe expriment bien cette difficulté d'accessibilité et du wayfinding et cette tendance de désorientation spatiale.

L'existence des obstacles (obstructions) au sein de l'espace, -par exemple, des poteaux dans le cas des urgences du CHU de Sétif-, peut diminuer le rapport visuel aux autres espaces, ce qui diminue considérablement la visibilité de l'espace où on se trouve et par conséquent le degré de sécurité, tout en provoquant le côté psychique des usagers (stress, anxiété).

Les points de croisement (les intersections) des grandes artères de circulations coïncident et représentent généralement les points les plus connectés, les plus intégrés et les espaces contrôleurs de l'ensemble du système. Ceci est bien reflété dans le cas du CHU de Sétif et de l'hôpital Ain Azel.

La fragmentation du système en sous systèmes indépendants (entités séparées), peut donner des fausses lectures de l'espace étudié. Celles-ci peuvent apparaître clairement au niveau des graphes d'intelligibilité où on trouve plusieurs courbes dans le même graphe. Aussi, cette fragmentation contribue à déséquilibrer l'espace en le rendant plus en plus hétérogène –cf. aux cartes d'entropie visuelle-, malgré qu'il peut avérer plus perméable et moins profond. Cette fragmentation est illustrée à travers les deux cas particuliers, celui du pavillon initial du CHU de Sétif en ajoutant l'unité des détenus et le cas de l'hôpital Ain Azel qu'on a traité chaque bloc à part. Dans le premier cas, l'ajout de l'unité des détenus à causer une coupure fonctionnelle mais aussi physique et visuelle, en divisant le pavillon en deux entités distinctes dont chacune a sa propre entrée. Le second cas implique l'étude des blocs suivant leur contexte, parce que à cause du traitement de chaque bloc à part et par la suite l'ensemble des blocs réunis, on n'a pas trouvé les mêmes résultats. En d'autres termes, par exemple dans le cas de la simulation du bloc A, l'espace d'accueil et d'attente présentait les valeurs maximales de connectivité, d'intégration et de contrôle visuel. Mais dans le cas de la simulation des trois blocs réunis, ce même espace d'accueil n'a pas gardé ses valeurs, car les valeurs importantes ont été déplacées vers un nouveau core d'intégration situant au niveau de la zone d'intersection centrale de la galerie de circulation, c'est-à-dire vers un autre espace d'attente situant au niveau du bloc B.

Donc, la syntaxe spatiale a donnée des résultats visuels et chiffrés précis et clairs informant et déterminant le niveau d'accessibilité et de visibilité de l'espace d'accueil et d'attente en rapport avec l'ensemble du système dont **l'humain** est au centre de toutes opérations de calcul ou d'évaluation; il est intégré d'une façon systématique.

A travers ces résultats, les mesures qui peuvent synthétiser toutes les informations offertes par un système donné sont **l'intégration visuelle, le contrôle visuel et l'intelligibilité** avec son coefficient de régression R^2 . Les valeurs de ces trois mesures représentent d'une façon synthétique des indicateurs évaluant et caractérisant les deux concepts indiqués. En parallèle, on a basé sur les résultats simultanés des deux analyses syntaxiques (VGA et l'analyse convexe). Mais en rapport avec le temps réservé pour cette recherche, on a inclut uniquement les résultats du cas des portes ouvertes.

Egalement, grâce à l'utilisation des méthodes de la syntaxe spatiale, on a pu répondre à des questions liées au repérage et au wayfinding des usagers; notamment pour ceux qui n'ont jamais été à l'hôpital, aussi la question de l'écoulement des visiteurs en rapport avec les présentes configurations spatiales et les comportements des usagers qui vont de paire. Il est à mentionner que la durée de la simulation augmente à chaque fois qu'on réduit la grille d'analyse. Ce qui nous a pris énormément de temps pour terminer l'ensemble des plans (en format DXF).

Dans le huitième chapitre, on a développé deux parties. La première correspond aux résultats des simulations de l'environnement lumineux étudié faites par le logiciel EVALGLARE à la base des photos HDR, en exposant les indices d'éblouissement gênant et les résultats de l'étude des ratios des luminances (max/min) faite à la base des cartes de luminances qui informent la répartition des luminances dans le macro-champ visuel. Par conséquent, la combinaison entre ces résultats a permis de qualifier le confort visuel et la qualité de l'ambiance lumineuse. En parallèle, on a présenté les résultats de l'analyse isovistes faite par DEPTHMAP, qui a permis de qualifier la qualité spatio-visuelle des espaces d'accueil des trois services étudiés. Enfin, la caractérisation à la fois, de la qualité lumineuse et celle spatio-visuelle des espaces, a permis d'établir une classification sous forme des radars (diagrammes polaires) suivant le degré de confort visuel systématiquement attendu dans la scène étudiée.

Cette classification des radars a permis de ressortir visuellement les liaisons entre les différents indicateurs étudiés à ce stade, ainsi que les ressemblances entre les différentes formes de diagrammes des dix neuf espace étudié. Elle a aidée de comprendre visuellement que les indicateurs caractérisant la qualité de l'ambiance lumineuse et ceux caractérisant la qualité spatio-visuelle ne sont pas forcément disponibles avec d'importantes valeurs dans la même scène étudiée.

Un espace qui se caractérise par des valeurs importantes des propriétés d'isovistes est un espace qui présente par définition, une bonne visibilité et accessibilité visuelle. Il peut être caractérisé d'une bonne qualité lumineuse si l'ensemble des indicateurs caractérisant la qualité de l'ambiance lumineuse respectent les normes déjà indiqués.

En d'autres termes, ce même espace peut être de mauvaise qualité lumineuse si ces mêmes indicateurs dépassent les seuils; il peut être donc, inconfortable visuellement ou même intolérable si les indices d'éblouissement indiquent un éblouissement d'inconfort intolérable ou si le rapport de luminance max/min dépasse 40:1. Contrairement, un espace se caractérisant par de qualités spatio-visuelles restreintes n'est pas toujours confortable visuellement, il se trouve qu'il soit inconfortable visuellement ou même intolérable (les cas des espaces 4 et 9).

De ce fait, on peut dire que la qualification d'un espace en tant que confortable visuellement, inconfortable ou même intolérable à partir de la caractérisation de la qualité lumineuse et spatio-visuelle ne peut être faite qu'à travers une lecture simultanée des indicateurs précédents; ceux caractérisant la qualité lumineuse et ceux caractérisant la qualité spatio-visuelle. Pour qu'un espace donné soit doté de bonne ambiance lumineuse, de bonne visibilité et accessibilité visuelle, il doit donc être, caractérisé par un ensemble d'indicateurs indiquant simultanément un confort visuel, un champ visuel ouvert favorisant un sentiment de spaciosité et d'ouverture de l'espace, ainsi offrant une vue étendue assez dispersée sur le reste des espaces adjacents. Ceci suggère qu'avec ces conditions, les usagers peuvent garder leur contrôle permanent sur l'ensemble du système, peuvent s'orienter dans l'espace et dans le temps, et par conséquent, peuvent avoir un sentiment de sécurité avec une diminution considérable de leurs stress.

La deuxième partie, était un espace de synthèse et de corrélations entre l'ensemble des indicateurs utilisés pour la présente recherche. Les cartes factorielles et les cercles de corrélations des variables générées grâce à XLSTAT ont mis en évidence, des informations rapides et assez significatives des relations (liaisons, proximités, similitudes et ressemblances) et corrélations de l'ensemble des variables et individus statistiques suivant deux composantes principales. L'interprétation des axes du graphique est par définition celle des composantes principales. En effet, l'axe des abscisses (Facteur 1) a représenté la qualité de l'ambiance lumineuse et par conséquent l'évaluation de confort visuel des espaces, alors que celui des ordonnées (Facteur 2) a indiqué la qualité visuelle et spatiale. Un espace dont l'ensemble des valeurs d'indices d'éblouissement dépasse les ratios, comme tous les coefficients sont positifs, a une forte valeur positive pour le Facteur 1. Réciproquement, un espace qui a une forte valeur positive pour Facteur 1, a globalement des valeurs importantes; n'ont pas au dessus seulement par rapport à la moyenne de l'ensemble mais aussi au dessus des ratios (cf. tableau III.2).

En effet, un espace appartenant au groupe 1 possède en général un champ visuel ouvert, de larges vues qui s'étendent dans toutes les directions (occlusivité importante; donc, isoviste assez dispersé) mais aussi une forte probabilité d'éblouissement, donc d'inconfort visuel et avec des capacités déterminées en intégration et accessibilité (espace inintelligible); c'est le cas par exemple du hall d'accueil et d'attente des urgences au niveau du CHU de Sétif.

Simultanément, des valeurs supérieures à la moyenne des propriétés syntaxiques (intégration et intelligibilité; convexe ou VGA) et des valeurs inférieures à la moyenne dans des propriétés d'isovistes (surface, périmètre et occlusivité), affaibliront la valeur du Facteur 2. En d'autres termes, une valeur négative de Facteur 2 correspond aux espaces ayant en général des valeurs supérieures à la moyenne dans l'intégration visuelle et l'intelligibilité, la compacité d'isoviste et

les rapports des luminances (max/min). Cependant, un espace appartenant au groupe 4 possède en général de forte probabilité de confort visuel et par conséquent de bonne qualité lumineuse avec une bonne intégration visuelle et une bonne intelligibilité tout en ayant des propriétés d'isovistes restreintes; c'est le cas par exemple de l'espace d'accueil de la chirurgie générale dans l'hôpital El Eulma.

L'espace présentant des isovistes très compactes, peut présenter au même temps de très mauvaises qualités d'ambiance lumineuse et soit très inconfortable visuellement, c'est le cas des espaces se trouvant dans le deuxième quadrant. Donc, il se trouve qu'un espace se caractérisant par de bonnes propriétés d'isovistes -se caractérisant par une bonne visibilité en se rapportant aux valeurs des propriétés d'isoviste- mais et qui ne soit pas bien intégré visuellement et qui ne soit pas confortable visuellement à cause de l'augmentation des valeurs des indices d'éblouissement (DGP, DGI, UGR et CGI) et la diminution de la VCP, et vice versa. Donc, les valeurs importantes indiquant des propriétés d'isovistes seules ne suffisent pas pour caractériser l'espace est ce qu'il est bon visuellement ou pas; est ce qu'il se caractérise par une bonne visibilité ou pas.

D'un côté, ces corrélations n'ont pas permis uniquement de caractériser la qualité de l'ambiance lumineuse, et celle de la visibilité et de l'accessibilité visuelle, mais aussi de qualifier le confort psycho-visuel des usagers et les qualités spatio-visuelles des espaces étudiés. D'un autre côté, on a trouvé que le triptyque de paramètres étudié est alors complémentaire du fait qu'avec - par exemple- une mauvaise ambiance lumineuse (niveau d'éclairage et de luminances bas), notre capacité de voir les choses est faible au point où si on détermine la nature des choses on est arrivé à les voir; ils sont visibles à nos yeux, sinon ils sont juste accessibles visuellement dont on peut voir leurs existences sans déterminer leurs natures, leurs types et caractéristiques. Donc, une bonne ambiance lumineuse favorise bien notre visibilité et accessibilité au monde et nous offre un confort visuel et psychique dont on s'attend.

Egalement, une bonne ambiance lumineuse seule dans l'espace peut réaliser le confort visuel des usagers mais elle ne peut pas diminuer leurs niveaux de stress et de peur. Seule une vue ouverte du champ visuel et une ouverture de l'espace et un contrôle permanent de l'ensemble du système, sans trop de décrochements et d'obstacles visuels, comme sans trop de fragmentation de l'espace en sous entités peut ajouter à l'espace en question cette qualité de spatiosité, d'ouverture, de contrôle et d'intégration par rapport au système entier. Donc, dans un tel espace, le bien-être psychique, la sensation de sécurité, de convivialité et de confort visuel des usagers -notamment pour les visiteurs quant il s'agit de leurs repérages et leurs wayfinding pour trouver une chambre d'un malade ou bien pour atteindre n'importe quel service-, peut être augmenté et peut contribuer par conséquent à humaniser ce même espace, et vice versa.

A travers les deux parties traitées à travers ce chapitre ; la lecture des résultats de la classification visuelle des radars et des résultats des corrélations numériques et visuelles, on a trouvé une forte correspondance et une forte analogie.

En guise de conclusion, A travers la présente recherche, on a trouvé que l'hôpital n'est pas seulement l'endroit de guérison, mais plutôt un espace de vie, de travail, et un lieu approprié pour un accueil convivial. L'humanisation qu'on s'attend à trouver dans les espaces de l'hôpital est conditionnée par la contribution de plusieurs paramètres et moyens qui doivent exister et travailler en collaborations et en complémentarité, parmi lesquels l'ambiance lumineuse générée par la lumière naturelle, la visibilité et l'accessibilité visuelle. Malheureusement, les espaces d'accueil des trois services qu'on a étudié dans les trois hôpitaux ne prennent pas en compte les trois paramètres étudiés « ambiance lumineuse, visibilité et accessibilité visuelle » réunis, c'est-à-dire l'ensemble réunis de ces trois paramètres n'est pas toujours possible. Ceci confirme notre première hypothèse. Ceci suggère aussi que les concepteurs de ces espaces ne prennent pas en compte les trois paramètres réunis quant à la conception de ces espaces, chose qui peut provoquer le déséquilibre visuel et psychique chez les usagers. Malgré que ces résultats ne sont pas exhaustifs, mais ils peuvent contribuer à comprendre des phénomènes et répondre à nos questions de recherche.

L'hôpital pour notre cas était un bon support pour étudier, vérifier, évaluer et corriger des connaissances antérieures ou des faux jugements, en faisant appel à des analyses plus approfondies et des logiciels plus spécialisés. Dans la présente recherche, la composante de l'utilisateur était centrale mais plutôt systématique à travers l'utilisation des logiciels qui prennent en compte la place centrale de l'humain. En rapport avec le temps réservé à cette recherche et aux moyens et outils disponibles, on n'a pas pu vérifier la seconde hypothèse.

Notre intention était aussi centrée sur la vérification du rôle de la configuration spatiale elle-même (espace et agencement spatial) dans la caractérisation de la visibilité et de l'accessibilité visuelle. Egalement, on a ciblé l'étude sur la qualité de l'ambiance lumineuse perçue à l'intérieur. Cette étude était faite à titre d'exemple en fonction de la journée la plus longue de l'année (21 Juin 2011). C'est pour ces raisons, on n'a pas pris en considération des facteurs externes, tels que : le climat, les saisons, l'orientation, la vue sur l'extérieur, les couleurs, les matériaux, la transparence et le type du vitrage, ...etc.

A travers la présente recherche, on a eu la chance d'obtenir des résultats qui n'aident pas seulement à résoudre notre problématique, en confirmant notre hypothèse, mais au-delà, des résultats pouvant offrir aux chercheurs un champ ouvert d'expérimentation et d'expérience vers d'autres horizons de prospection pour des contributions scientifiques futures, parmi lesquels que les chercheurs peuvent tenir profit, on peut citer:

- Continuer sur le même axe pour vérifier la deuxième hypothèse de cette présente recherche qui suppose que « la prise en considération de ces trois paramètres contribuerait à humaniser et à dédramatiser ces espaces ». en d'autres termes, vérifier «si le regroupement des gens coïncident avec la disponibilité de ces trois paramètres réunis dans un même espace? En d'autres termes, vérifier si dans le cas où ces trois paramètres sont réunis dans le même espace, est ce que ce même espace est toujours fréquenté par des usagers, est ce qu'il est toujours ressenti comme un espace confortable, humain ou non?». Cela nécessite l'intégration de la composante humaine ; celle de l'utilisateur, et l'exploitation de ses apports, ses perceptions, ses appréciations, ses états de bien-être, ses fréquentations, ses comportements wayfinding, ses déplacements et évacuations (notamment cas des visiteurs) en utilisant d'autres méthodes d'enquêtes ou des questionnaires approfondis. Dans ce cas là, d'autres paramètres et variables rentrent en jeu à l'image des catégories des usagers (malades, personnels, visiteurs, accompagnants,...), leurs sexes, âges, ...etc. Egalement, en se basant sur l'utilisateur et ses caractéristiques déjà citées, on peut arriver à caractériser et qualifier l'espace sous d'autres angles.

- Travailler la question de la conception des espaces d'accueil des hôpitaux en rapport avec les quatre concepts (humanisation, ambiance lumineuse, visibilité et accessibilité visuelle) simultanément. En d'autres termes, contrairement au processus de conception classique où le souci d'humanisation et d'intégration des trois paramètres vient comme résultats, l'objectif est de trouver une façon pour manipuler le triptyque de paramètres en amont du processus de la conception pour concrétiser cette humanisation. Egalement, on peut se baser sur la question de l'évolution des conceptions en rapport avec l'évolution du concept d'humanisation.

- Aborder la question de la visibilité et accessibilité visuelle pour régler des problèmes d'orientation spatiale et pour améliorer des situations et des comportements wayfinding des gens.

En fin, l'échantillon d'étude pour les futures investigations devra être plus élargi en termes de nombre, de situation géographique mais plus ciblé quant au choix des espaces, des usagers et d'indicateurs d'étude.

Bibliographie

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

- ABDALAOUI. S. 1987.** *Humanisation de l'hôpital de Sétif*. Mémoire de fin d'étude en architecture. Université de Sétif.
- AFNOR, Norme NF EN 12464-1, 2003.** "*Lumière et éclairage – Éclairage des lieux de travail– Partie 1: Lieux de travail intérieur*".
- AFNOR, Norme NF X 35-103, 1990.** *Principes d'ergonomie visuelle applicable à l'éclairage des lieux de travail*, Editions de l'Afnor. Paris.
- AMPHOUX. P. et al. 2004.** "Ambiances en débats". Edition A LA CROISÉE, Bérrin.
- ASCHEHOUG. 1986.** *Daylight Design for Glazed Spaces*. Paper presented at the International Daylighting Conference, Long Beach CA, USA. Proceedings 2, 237–243, November 4 – 7.
- ASCHEHOUG. 1986.** *Daylight Design for Glazed Spaces*. Paper presented at the Design Of Daylighting Systems For Offices. Centre for Building Performance Research, School of Architecture Victoria University of Wellington, New Zealand.
- ASSOCIATION FRANÇAISE DE L'ECLAIRAGE (AFE), 1991.** *Vocabulaire de l'éclairage*, Lux, Paris.
- ASSOCIATION FRANÇAISE DE L'ÉCLAIRAGE (AFE). 2000.** "*Recommandations relatives à l'éclairage des établissements de santé*", Société d'éditions LUX
- ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION (AFNOR), NORME NF X 35-103, 1990.** "Principes d'ergonomie visuelle applicables à l'éclairage des lieux de travail".
- AYAS, EBRU. et al. 2008.** "*Affective design of waiting areas in primary healthcare*", *The TQM Journal*, Vol. 20 No. 4, pp. 389-408.
- BAKER, N. et al. 1993.** *Daylighting in Architecture: A European Reference Book*. James & James. London (UK). ISBN 1-873936-21-4.
- BALEZ. S. 2007.** *L'éclairage naturel 2^{ème} partie: Stratégies et prédétermination*, L5C.
- BARBIER. J. 2009.** ARCHITECTURE ET PRISE EN CHARGE DES PATIENTS. *L'hôpital fait peau neuve pour mieux séduire*. Hospitals.be / 2009- n°1.
- BEAUD, M. 1999.** *L'art de la thèse: Comment préparer et rédiger une thèse de doctorat, de magister ou un mémoire de licence*. Alger: Casbah éditions. Reprod. de l'ed (1998). de Paris: La découverte.
- BEAUDRY. M. 2001.** Psychologie de la perception. "*La constance perceptive*".
- BEDOCS. L., SIMONS. R.H. 1972.** *Accuracy of the IES Glare Index System*. Lighting Research Technology. 4 (2), 80.

- BELAKHAL .A. 2006.** *Etudes des aspects qualitatifs de l'éclairage naturel dans les espaces architecturaux.* Cas des milieux arides à climat chaud et sec. Thèse de doctorat. Université Khidher Mohamed Biskra.
- BENEDIKT. M.L. 1979.** *To take hold of space: isovists and isovist fields.* Environment and Planning B: Design and Planning, 6.
- BENIGUI. N.,GOUSSARD. J-P. 1998.** *LE TRAITEMENT DE L'INFORMATION D'UN POINT DE VUE ECOLOGIQUE.* C1C-M3. Le STI par l'approche écologique.
- BERTRAND. A., GARNIER P-H.** «*Psychologie cognitive* ». Edition: Studyrama (Date non spécifiée).
- BODART. M. 2002.** *Création d'un outil d'aide au choix optimisé du vitrage du bâtiment, selon des critères physiques, économiques et écologiques, pour un meilleur confort visuel et thermique.* Thèse de doctorat. Université Catholique de Louvain (UCL).
- BODART. M. 2008.** *Le confort visuel et ses paramètres,* Architecture et Climat.
- BODART. M. 2008.** *Principes de base de l'éclairage naturel et des études en modèles réduits,* AMCO 2362,
- BODART. M. DENEYER. A. 2006.** *Principe de base de l'éclairage naturel et du confort visuel.*
- BODART. M., DENEYER. A. 2003.** *Guide d'aide à l'interprétation et amélioration des résultats des mesures sous les ciels et soleil artificiels du CSTC, CSTC.*
- BOUANDES. K., BOUADJADJA. A. 2008.** « *Un nouvel hôpital à Sétif* ». Mémoire de fin d'étude en Architecture. Institut d'architecture de Sétif- Université Ferhat Abbes (UFA).
- BOUBEKRI. M., LOYER. L.L. 1992.** "Effect of Window Size and Sunlight Presence on Glare". Lighting Research and Technology, v. 24, no 2, pp. 69-74.
- BOYCE, P.R. (1973).** Age, Illuminance, Visual Performance and Reference. Lighting Research and Technology. 5(3), 125–139.
- BRÄOSAMLE. M., HÖLSCHER. C.** "Architects Seeing through the Eyes of Building Users?" Des analyses qualitatives des cas de conceptions. Université de Freiburg, Centre de Science Cognitive, Friedrichstr. 50, 79098 Freiburg, Germany, fhoelsch, martinbg@cognition.uni-freiburg.de
- CANTIN. F. 2008.** « *Evaluation de la qualité lumineuse d'un environnement de travail éclairé naturellement* » Mémoire pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.). UNIVERSITÉ LAVAL QUÉBEC.
- CEA TECHNOLOGIES INC LE MINISTERE DE L'ENERGIE DE L'ONTARIO, BC HYDRO, ÉNERGIE WORKS. 2005.** *Guide de référence de l'éclairage.* Ressources naturelles canada.
- CERTIVEA. 2008.** Référentiel pour la Qualité Environnementale des Bâtiments. «Etablissements de santé».

- CHAIN. C. 2004.** *Caractérisation spectrale et directionnelle de la lumière naturelle: application à l'éclairage des bâtiments.* Thèse de doctorat: Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2004.
- CHAIN. C.** *Description de la lumière naturelle et les modèles utilisés pour la caractériser.*
- CHAUVEL. P. 1993.** Discussions, Paris.
- CHAUVEL. P. et al. 1983.** *Evaluation de l'éblouissement dû aux fenêtres,* Lux, 121&122, Paris.
- CHELKOFF. G. 2007.** *Confort et inconfort -Pour une approche écologique des dispositifs architecturaux*
- CHRISTOPHER S. et al. 2008.** "Preliminary Method for Prospective Analysis of the Circadian Efficacy of (Day) Light with Applications to **Healthcare Architecture**". LEUKOS - The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America, vol 5 (1).
- CIRIANI. H. 1991.** "Lumières de l'espace", L'architecture d'Aujourd'hui, 274, Groupe Expansion, Paris.
- CLARAMUNT. C. 2005.** Théoquant, Besançon, 24-26/01/2005. « *Syntaxe spatiale: vers de nouvelles formes de représentation d'une certaine logique de la cité* ». Institut de Recherche de l'Ecole navale.
- COLLECTION QUE-SAIS-JE, 1990.** *L'ergonomie,* PUF, Paris.
- COLLIOT. P. 2010.** *La reconnaissance visuelle des objets.* CM de Psychologie Cognitive. Licence 3ème année de Psychologie. Laboratoire EMC. Université Lyon 2.
- COMMISSION DES COMMUNAUTES EUROPEENNES, 1993.** *Daylighting in architecture - A European reference book,* James & James, London NW1 8PR UK.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE, 1973.** *Standardization of luminance distribution on clear skies,* CIE publication, 22.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE, 1995.** *Proceedings CIE 23ème session,* New-Delhi.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE, CIE. 1995.** Technical Committee 3-13.1995. Discomfort Glare in Interior Lighting. CIE Publication 117, Vienna.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE. 1996.** Spatial Distribution of Daylight - CIE Standard Overcast Sky and Clear Sky. CIE Publication S003, Vienna.
- COMPAGNON. R. 1994.** *Simulations numériques de systèmes d'éclairage naturel à pénétration latérale,* thèse de doctorat, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, Lausanne.
- CONROY DALTON. R.** "Isovist Characteristics of Stopping Behaviour". The Bartlett School of Graduate Studies, University College London, Gower Street, London WC1E 6BT.
- COUSIN. J. 1980.** *L'espace vivant.* Paris: Dunod.

- COUTELIER. B. 2003.** « Luminous environment descriptors: proposals based on field observations ». École Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE).
- COUTELIER. B. 2006.** “*Caractérisation d'un environnement lumineux à l'aide d'outils de mesure video – photométriques et de simulations en milieu virtuels*”. These de doctorat. L'institut national des sciences appliqués de Lyon. Laboratoire des sciences de l'Habitat – DGCB- URA CNRS 1652.
- DARA-ABRAMS. D. 2006.** “*Ground truthing space syntax*”. In K.-F. Richter & U.-J. Rüetschi (Eds.), *The cognitive approach to modeling environments* (Workshop at Geographic Information Science, Münster; SFB/TR 8 Report No. 009- 08/2006. Bremen, Allemagne: Universität Bremen.
- DARA-ABRAMS. D. 2006.** “*Ground truthing space syntax*”. Workshop on the Cognitive Approach to Modeling Environments at GIScience. Department of Psychology. University of California, Santa Barbara. dara-abramsa@apsycha.ucsba.aedu
- DEBEVEC. P.E., MALIK. J. 1997.** “*Recovering High Dynamic Range Radiance Maps from Photographs*”, ACM SIGGRAPH Proceedings of the 24th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, 369-378.
- DECAESTECKER. C., SAERENS. M. 2005.** Analyse en composantes principales. ULB & UCL. Stat. explor. multidim. LINF 2275.
- DELICHERE.M., MEMMI. D. 2002.** Analyse Factorielle Neuronale pour Documents Textuels. Les cahiers du laboratoire Leibniz N°49, GRENOBLE.
- DEMERS. C. MH, MIGNERON. J-G, POTVIN. A. 2003.** “Ambiances physiques architecturales et urbaines”. ARC-66362. École d'architecture. Université Laval.
- DEMERS. C. MH. 2008.** *Expression de la lumière en architecture de: Lumière et ambiances physiques.*
- DEMERS. C. MH., POTVIN. A. 2004.** LUM calcul 2.01. *Prediction de la lumière naturelle pour la conception architecturale*, Preceedings of eSIM, Vancouver. PP. 9-11. March ULaval, PhD Chambridge, OAQ.
- DEMERS. C.M.H. 1995.** “*Light as a generator of space: a method to integrate light in the early stages of design*”, Proceedings of the Florence international conference for teachers of architecture, Alinea, Florence.
- DENEYER. A. 2003.** *Comment prédéterminer le confort visuel*, CSTC-Magazine, 8.
- DEREK. P. 2004.** *Natural Light in Architecture*, Architectural Press.
- DERIBERE M., CHAUVEL P. 1968.** *L'éclairage naturel et artificiel dans le bâtiment*, Eyrolles, Paris.
- DHOMM. C., SUN. N., TELLIER. C. 2006.** *La valorisation du patrimoine hospitalier – ESTHUA*, Angers.
- DUBY.C. ROBIN.S. 2006.** Analyse en Composantes Principales. Institut National Agronomique Paris - Grignon. Département O.M.I.P.

- DUFOUR ANNE B. 2011.** Analyse en Composantes Principales.
- DUPOND. P.P. 2007.** *Autour de la Phénoménologie de la perception*. Cours de philosophie: la perception selon Merleau-Ponty.
- Duval. B. 2011.** *Lumière et confort pour tous*. Quel rôle tient l'éclairage dans l'accessibilité pour les mal voyants et les personnes à mobilité réduite.
- EGAN, M.D. 1983.** Concepts in Architectural Lighting. McGraw-Hill, Inc.
- EVANS B.H., 1981.** *Daylighting in Architecture*, Mc Graw-Hill.
- FARHI, A. 2007.** “ Cours de méthodologie de recherche”. Post-graduation en architecture à Biskra.
- FERMAND. C. 1999.** « *Les hôpitaux et les cliniques* ». Architectures de la santé. Collection techniques de conception, édition le moniteur, Paris.
- Filatova Ksenya L. 2009.** *La perception de la lumière au centre du réseau sémantique*. Université d'Orléans, France. Université Pédagogique d'Etat de l'Oural, Ekaterinbourg, Russie.
- FONTOYMONT. M. et al. 1997.** *Importance of Wall Luminance on Users' Satisfaction*. Proceedings of the 8 th European Lighting Conference Lux Europa, Amsterdam.
- FONTOYNONT. M. 1993.** *Vers une nouvelle Ingénierie en Eclairage Naturel*, Ademe Séminaire architecture bioclimatique, Sophia Antipolis.
- FONTOYNONT. M. FLEURY. B. 1986.** Daylighting of Large Volumes. Paper presented at the Glare Prediction Model for Daylight Environments with the use of CCD Cameras. Energy and Buildings. 38(7), 743–757.
- GALLAS. M. A. 2005.** ENSA de Nancy. *Lumière naturelle en phase de conception; quels outils/méthodes pour l'architecte?* Mémoire de master design global modélisation et simulation des espaces bâtis.
- GAPENNE O. ROVIRA K.1999.** *Gestalt Psychologie et cognition sans langage. Actualité d'une figure historique* Intellectica, 1999/1, 28, pp. 229-250.
- GARCIA. M., 1993.** "Les mesures de luminances dans les volumes intérieurs- les vidéoluminancemètres du CSTB", Lux, 171, Paris.
- HAMONIC. T. 2008.** « *Approche ergonomique de la charge visuelle de travail* ». Optimisation des ambiances lumineuses pour assurer le confort visuel. SMT Lyon.
- HANSON. J., CONROY DALTON. R. 2007.** *Feeling good and feeling safe in the landscape: a 'syntactic' approach*. Bartlett School of Graduate Studies, University College, London (Savic et Rose, 2003), syntaxe spatiale dans le paysage (**Michael Benedikt**), l'Université du Texas à Austin.
- HASSOUN. K. 2009.** « *L'analyse perceptuelle et phénoménologique*», EUR-821 Méthodes d'analyse du cadre bâti. UQAM.
- HILLIER, B. et al. 1993.** “Natural Movement: Or, Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement” in *Environment and planning B*, Vol. 20, pp. 29-66.

- HILLIER. B. 2007.** *Space is the machine: A configurational theory of architecture*. Londres: Space Syntax. Edition électronique. Reprod de l'ed (1996). Cambridge: Cambridge University Press. <http://eprints.ucl.ac.uk/3881/1/SITM.pdf>
- HILLIER. B. et al. 1987.** "Creating Life: Or Does Architecture Determine Anything?" in *Architecture and Behaviour/Architecture et Comportment* 3(3), pp. 233-250. [En Ligne]. <http://eprints.ucl.ac.uk/101/1/hillier-et-al-1987-creating-life.pdf>
- HILLIER. B., HANSON, J. 1984.** *The social logic of space*. Cambridge University Press.
- HILLIER. B., HANSON. J. 1987.** Introduction: Le second paradigme, in *Architecture and Behaviour/Architecture et Comportment* 3(3), pp. 205-216. [En Ligne]. <http://eprints.ucl.ac.uk/77/1/hillier-hanson-1987-2ndparadigm-french.pdf>
- HILLIER. B., NETTO, V. 2001.** "Society seen through the prism of space", 2nd Space Syntax Symposium, Atlanta. [En Ligne]. <http://eprints.ucl.ac.uk/1028/1/hillier%20netto-2001.pdf>
- HÖLSCHER. C. et al.** "*Challenges in Multi-level Wayfinding: A Case-study with Space Syntax Technique*". université de Freiburg, centre pour la Science cognitive Friedrichstr. 50, 79098 Freiburg, Allemagne {hoelsch,martinb}.@cognition.uni-freiburg.de
- HOPKINSON R. 1972.** Glare from daylighting in buildings. *Applied Ergonomics* 3,4: 206-215.
- HOPKINSON R.D. 1963.** Lighting, Her Majesty's stationery service.
- HOPKINSON, R.** *Glare from Windows*. *Construction Research and Development Journal*. 2(3), 98-105, 2(4), 169-175 et 3(1), 23-28.
- HOPKINSON. R.G., BRADLEY, 1963.** "A Study of Glare from Very Large Sources". (1962). Reprinted in *Architectural Physics: Lighting*. Hopkinson, R.G. London: Her Majesty's Stationary Office.
- HOPKINSON. RG. 1972.** "Glare from Daylighting in Buildings". *Applied Ergonomics*, v.3,N4.
- HUBEL. D. 1994.** *L'œil, le cerveau et la vision*, Pour la science, Paris.
- IBRAHIM. F., WAN MARIAH WAN HARUN. 2009.** *HUMAN-ENVIRONMENT RELATIONSHIP STUDY OF WAITING AREAS IN HOSPITALS*.
- IMBERT. J. 1982.** *Histoire des hôpitaux en France*. Editions 14, Toulouse.
- INANICI. M, GALVIN. J. 2006.** Evaluation of high dynamic range photography as a luminance mapping technique. *Lighting Research & Technology* 38,2: 123-34.
- INANICI. MN, GALVIN. J. 2004.** Evaluation of High Dynamic Range Photography as a Luminance Mapping Technique. Lawrence Berkeley National Laboratory, Lighting Research Group, LBNL-Report # 57545, Berkeley, CA.
- INANICI. MN. 2004.** *Transformations in Architectural Lighting Analysis: Virtual Lighting Laboratory [dissertation]*. University of Michigan, Available from: ProQuest Information and Learning, Ann Arbor, MI; AAT 3121949.

- INKAROJRIT. V. 2006.** *Visual Comfort Assessment of Daylit Office*. Lawrence Berkeley National Laboratory, May.
- IWATA. T. et al. 1991.** "Subjective response on discomfort glare caused by windows", Proceedings CIE 22nd session, Melbourne.
- JOLLIFFE. IAN. T. 2002.** Principal Component Analysis. Springer-Verlag New York, Secaucus, NJ.
- KASAHARA. T. et al. 2006.** *Glare from White LEDs*. Light and Vision. 30(2), 95–103.
- KIM. W. et al. 2007.** *Evaluation of Discomfort Glare from Daylight*. Proceedings of the 26 th session of the CIE, 2, D3-170–D3-173.
- LACHEHAB, 2008.** Prise en charge de l'infection HIV/SIDA. En Algérie : Expérience du Centre de Référence de Sétif.
- LAM. W.C. 1977.** *Eclairage et Architecture*, Editions du Moniteur, Paris.
- L'ARCHITECTURE D'AUJOURD'HUI. 1991.** «Lumières de l'époque», numéro spécial, n° 276. Septembre.
- L'ARCHITECTURE D'AUJOURD'HUI. 1991.** "Lumières de l'espace", numéro spécial, n° 274. Avril.
- LAWSON. B. 2001.** *The language of space*. Oxford: Architectural Press. Elsevier.
- LEATHER. P et al. 2003.** *Outcomes of environmental appraisal of different hospital waiting areas*. Environment & Behavior, 35 (6), 842-869.
- LEATHER. P. et al. 2006.** *The physical environment of the workplace as a stress buffering mechanism*.
- LESLIE. R.P. 2003.** *Capturing the daylight dividend in buildings: why and how?* Building and Environment 38, pp. 381 – 385.
- LESLIE. R.P., HARTLEB. S.B. 1990.** *Human Response and Variability in the Luminous Environment*'. Proceedings of the CIBSE National Lighting Conference, Cambridge, London. 87–99, April.
- LIÉBARD. A., DE HERDE. A. 1996- 2004.** «*Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques* ». Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable.
- LINNEY. A. 2005.** *Luminance Ratios and Their Impact on Comfort and Productivity*. Paper presented at the ANZAScA Conference, Wellington NZ.
- LINNEY. A. 2007.** *Maximum Luminances and Luminance Ratios and their Impact on Visual Comfort and Productivity in Offices*. School of Architecture, Victoria University of Wellington, NZ.
- LOWSON. J. 1981.** *Practical Application of the Einhorn (CIE) Glare Index Formula*. Lighting Research and Technology. 13(4), 169–187. 126

- LUC. A. 1998.** *Ambiances architecturales et urbaines*, Les cahiers de la recherche architecturale, Éditions Parenthèses, 3e trimestre, n°42/43.
- LUCKIESH. M. 1944.** *Brightness Engineering. Illuminating Engineering.* 39(2), 77–92, February.
- LUCKIESH. M., GUTH. S.K. 1992.** *Brightnesses in Visual Field at Borderline Between Comfort and Discomfort (BCD)*. (1949). *Illuminating Engineering.* 44(11), 650–670, November. Reprinted in *Selected Papers on Architectural Lighting*. Rea, M.S. ed. Washington: SPIE Optical Engineering Press, pp. 155-175.
- LYNCH. K, 1976.** *L'image de la cité*. Paris: dunod.
- MARR. D. 1982.** *Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*.
- MASSAUX. A. 2008.** *La perception Visuelle ou l'art de voir*.
- MAVRIDOU. M. 2003.** "An investigation of the relation of space to society, a discussion of A.Giddens, H.Lefebvre and space syntax", M.Sc built environments thesis. Ucl. Londres. http://eprints.ucl.ac.uk/1434/1/MSc_Thesis_Mavridou.pdf
- MAZOUZ. S. 2004.** *Méthodologie d'approche des sujets de recherche utilisant la méthode dite de la syntaxe spatiale*. Cours Mastère en architecture. ENAU. Tunis: s.e.
- MAZOUZ. S. 2009.** *La syntaxe spatiale*. Cours Mastère en architecture. ENAU. Tunis: s.e.
- MELLON. C., YI CHUN HUANG. 2008.** 48-410 *Acoustics and Lighting*. Lecture 4: Lighting Performance 2. Pittsburgh, Pennsylvania
- MOORE. F. 1991.** *Concepts and practice of architectural daylighting*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- MUDRI. L. 1996.** Thèse de doctorat en Energétique «Aide à la conception de l'éclairage naturel dans la phase d'esquisse architecturale et son impact sur l'énergétique du bâtiment». Ecole nationale supérieure des mines de paris.
- MUDRI. L. 2002.** *Luminous ambiance, quantitative/qualitative data and subjective response. First International Workshop on Architectural and Urban Ambient Environment ; Nantes 6-8 février 2002*Laboratory LAIADE, School of architecture Paris Belle Ville France.
- MUDRI. L., 1995.** "Interaction between qualitative and quantitative approach in the teaching of architectural design", Proceedings of Florence International conference kfor Teachers of Architecture, Florence.
- MUDRI. L., CHAUVEL. P. 1992.** *Bases de connaissances pour un système expert pour l'ambiance lumineuse en éclairage naturel dans l'habitation*, Rapport interne, Armines, Ecole des Mines de Paris.
- NAKAGAWARA. V. B. 1990.** *Glare Vision Testing; Applications In Occupational Health & Safety Programs*. Professional Safety - Health Module, 35(11), 25.

- NARBONI. R. 2006.** *“Lumière et ambiances” concevoir des éclairages pour l’architecture et la ville.* Collection techniques de conception. ED. Moniteur. Paris.
- NAZZAL. A. 2001.** *A new daylight glare evaluation method Introduction of the monitoring protocol and calculation method,* Energy and Buildings, N°33(2001), PP. 257-265.
- NEUFFERT. E. 2002.** *Les éléments des projets de construction.* 8^{ème} édition. Paris: Dunod.
- NOPPEN. L. 2008.** Cours VIII. *L’analyse perceptuelle et phénoménologique.* EUR-8216 Méthodes d’analyse du cadre bâti 2008.
- NORMAN. D.A.** *“Affordance and Design”*, <http://jnd.org/dn.mss/Affordances-and-design.html>.
- OCHOA. C.E., CAPELUTO. I.G. 2006.** *Evaluating visual comfort and performance of three natural lighting systems for deep office buildings in highly luminous climates.* Building and Environment 41: 1128-1135.
- OSTERHAUS. W. 1999.** *Windowless environments: are they affecting our health.* Proceedings of LIGHTING '99 –Annual Convention of the Illuminating Engineering Society of Australia and New Zealand.
- OSTERHAUS. W. 2002.** *Recommended Luminance Ratios And Their Applications In The Design Of Daylighting Systems For Offices.* Centre for Building Performance Research, School of Architecture Victoria University of Wellington, New Zealand.
- OSTERHAUS. W. 2009.** *Analysis of Luminance histograms for the assessment of discomfort glare in daylit offices.* Centre of building performance research, school of architecture, victoria university of willington, new zealand.
- OSTERHAUS. W., BAILEY. I. L. 1992.** *Large Area Glare Sources and Their Effect on Discomfort and Visual Performance at Computer Workstations.* Paper presented at the Institute of Electrical and Electronic Engineers Industry Applications Society (IEEE-IAS) annual conference, Houston, Texas, United States. Vol 2. 1825–1829, May 01.
- PAGES. J., ESCOFIER. B. 1990.** *Analyses factorielles simples et multiples: Objectifs, méthodes et interprétation.* DUNOD.
- PAGES. J., ESCOFIER. B. 1995.** *Introduction à l’analyse en composantes principales à partir de l’étude d’un tableau de notes. Méthode d’analyse statistiques multidimensionnelles en didactiques des mathématique,* IRMAR et IRESTE NANTES, 27-29.
- PARPAIRI. K. et al. 2002.** *The Luminance Differences Index; a New Indicator of User Preferences in Daylit Spaces.* Lighting Research Technology, 34(1), 55-68.
- PASSINI. R. 1992.** *Wayfinding in Architecture.* Londres: Van Nostrand Reinhold.
- PENEAU. J.-P. 2004.** *« Ambiances architecturales et urbaines »,* cours DEA. Tunis.
- PENN. A. 2001.** *« Space Syntax and Spatial Cognition: Or, why the axial line? »* in Proceedings. 3rd International Space Syntax Symposium. Atlanta.
- PINEAULT. N. 2009.** *Effets des types de vitrage sur la qualité de l’éclairage naturel,* PP.17.

- PISTOR, K., et al. 2001.** *“Lighting and Human Performance II – Beyond Visibility models towards a Unified Human Factors Approach to Performance”*. Electric Power Research Institute Inc.
- QUENTIN LETESSON.** *Space Syntax Analysis in Minoan Neopalatial Architecture*. Université Catholique de Louvain (UCL, Belgium). (Date non spécifiée).
- REA. M. 1991.** *“Solving the Problem of VDT reflections”*, Progressive Architecture. 35-40.
- REA. M.S. 1999.** *The IES Handbook*. 9. Ed.
- REINHART, C.F., WALKENHORST, O. 2001.** *Validation of Dynamic RADIANCE-based daylight simulations for a test office with external blinds*. Energy and Building 33: 683-697.
- REINHART. C., ALSTAN JAKUBIEC. J. 2011.** *THE ‘ADAPTIVE ZONE’ – A CONCEPT FOR ASSESSING GLARE THROUGHOUT DAYLIT SPACES*. Harvard University, Graduate School of Design, Department of Architecture. Proceedings of Building Simulation 2011: 12th Conference of International Building Performance Simulation Association, Sydney, 14-16 November.
- REINHART. C.F., BRETON P. 2009.** Experimental Validation of Autodesk® 3ds Max® Design and Daysim 3.0. Leukos 6: 1.
- REINHART. C.F., DOYLE. S. 2010.** *High Dynamic Range Imaging & Glare Analysis*. Harvard Graduate School of Design.
- REITER.S., A. DE HERBE. 2004.** *L'éclairage naturel des bâtiments*, Presses Universitaires de Louvain, Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments .Bruxelles environnement, PP.261.
- RIALHE. A. 2009.** *Eclairage et activité humaine - n° 2/3*.
- ROBBINS. C. 1986.** *Glare Analysis. Daylighting Analysis*. 235–247.
- ROBBINS. C.L. 1986.** *Daylighting Design and Analysis*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- ROLL. K.F., HENTSCHELL. H.J. 1987.** *"Luminance patterns in interiors and balanced perception"*, in Proceedings CIE 21ème session, Venise.
- SAPORTA. G. 1990.** Probabilités - Analyse des données et statistiques. Edition Technip.
- SARAH ANDRE. 2008.** *La lumière naturelle: valoriser et / ou occulter*.
- SCHMITT. F.** *La vision et la perception humaines*. (Date non spécifiée).
- SCHULTZ. V. 2007.** Planification avec la lumière naturelle *«une notion abstraite intellectuelle devient par la lumière un espace»*. Une vision devient réalité vécue. [En Ligne]: <http://velux.ch.pdf>
- SCHULZ. N., GENIUS. L. 1981.** *Paysage, ambiance, architecture*. Bruxelles. ed. Pierre Mardaga.

- SCOTT LINNEY. A. 2008.** «*Maximum Luminances and Luminance Ratios and their Impact on Users' Discomfort Glare Perception and Productivity in Daylit Offices*». Une thèse pour un « Master of Building Science ». Victoria University of Wellington.
- SENDRUP. P. 2001.** *Generalization of the UGR Method a Proposal and Laboratory Test*. Lighting Research and Technology. 33(4), 243–257.
- TAREB.** *Eclairage naturel. Énergie confort et bâtiments*. (Date non spécifiée).
- TIBERGUMENT. A. 2008.** «*L'ambiance lumineuse et les risques professionnels*».
- TILLER D.K. et al. 1995.** "New software tools for evaluating lighting quality", Proceedings CIE 23ème session, New-Delhi.
- TURENNE. N. 2006.** Analyse en Composantes Principales. (PCA- principal component analysis). INRA. nicolas.turenne@jouy.inra.fr
- TURNER, A. 2004.** "Depthmap 4 -A Researcher's Handbook", Bartlett School of Graduate Studies, UCL, London.
- TURNER. A. 2007.** "To move through space: lines of vision and movement" in Proceedings, 6th International Space Syntax Symposium. Istanbul.
- TURNER. A. 2008.** *The Ingredients of an Exosomatic Cognitive Map: Isovists, Agents and Axial Lines?* Bartlett School of Graduate Studies, UCL, Gower Street, London. a.turner@ucl.ac.uk
- TURNER. A., PENN. A. 1999.** «*Rendant des isovists syntactiques: analyse d'intégration d'isovist* ». Ce document a été présenté au 2ème colloque international sur la syntaxe de l'espace, Universidad De Brasilia, Brésil.
- TVERSKY. B. 1992.** *Distortions in cognitive maps*. Geoforum, 23, 131-138.
- UK, SILVER Screens, ELSTREE Way, BOREHAM Wood, HERTFORDSHIRE, WD61FE. 2000.** *Hospitals and healthcare (THORN) thorn lighting limited*.
- VEITCH. J. A., NEWSHAM. G. R. (2002).** *Preferred Luminous Conditions In Open-Plan Offices: Research And Practice Recommendations*. Lighting Research Technology, 32(4), 199-212.
- VEITCH. J.A., NEWSHAM. G.R. (1998).** *Lighting Quality and Energy-Efficient Effects on Task Performance, Mood Health Satisfaction and Comfort*. Illuminating Engineering. 27(1), 107–129.
- VILLA-VIALANEIX. N. 2008.** *Cours: Analyse en composantes principales*. M2 Statistique & Économétrie. Université Toulouse. nathalie.villa@math.univ-toulouse.fr. En ligne: <http://www.nathalievilla.org>
- VOCABULAIRE DE L'ECLAIRAGE**, op. cit., p. 10
- WALKENHORST. O. et al. 2002.** *Dynamic annual daylight simulations based on one-hour and one-minute means of irradiance data*. Solar Energy 72: 385-395.
- WARD G., 1993.** "The Radiance 2.4 Synthetic Imaging System", LBL, Berkeley.

- WARD. G. 1991.** “Real pixels”. In Graphics Gems II, (Arvo, J. (ed)). Boston: Academic Press, Inc.
- WIENOLD, J. 2009.** *Dynamic Daylight Glare Evaluation. Proceedings of Building Simulation 2009, Glasgow.*
- WIENOLD. J. 2007.** *Dynamic simulation of blind control strategies for visual comfort and energy balance analysis.* Proceedings of Building Simulation 2007, Beijing.
- WIENOLD. J. 2010.** *EVALGLARE version 0.9F.* Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, Freiburg, Germany. Retrieved from www.ise.fraunhofer.de/radiance
- WIENOLD. J., CHRISTOFFERSEN, J. 2006.** *Evaluation Methods sand Development of a New Glare Prediction Model for Daylight Environments with the use of CCD Cameras.* Energy and Buildings. 38(7), 743–757.
- WIENOLD. J., et al. 2005.** *Evalglare– A New RADIANCE-based Tool to Evaluate Daylight Glare in Office Spaces.* Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE Heidenhofstr.
- ZEMMOURI. N. 2009.** CD ROM: Energy+ V.5.

Annexes

Annexe I : Le Bimaristane

Le premier hôpital dans le monde oriental correspond à ce qu'on appelle «le bimaristane»¹ ou maison du malade. Sur la naissance du bimaristane en terre d'Islam, Mohamed EL AYADI (2010) a distingué, trois points de vue :

- le premier point de vue fait remonter la naissance de l'idée d'hôpital chez les musulmans aux premières années de l'Islam et attribue sa construction au Prophète lui-même. La source de cette idée se trouve dans une information rapportée par Ibn Hicham dans sa "Sira", affirmant que le Prophète aurait ordonné la construction d'une tente à l'intérieur de sa mosquée à Médine pour y accueillir Saad Ben Maad, un guerrier musulman, blessé dans la Bataille du Khandaq (fossé) qui avait opposé le Prophète à ses adversaires de Qoraich en l'an de l'hégire. La même information est confirmée par Ibn Ishak qui précise dans sa "Sira" qu'une femme nommée Rofaida avait été chargée par le Prophète d'accueillir et de soigner les blessés dans la dite tente. La tente montée à l'occasion de la Bataille du Fossé serait donc le premier hôpital arabe et le Prophète serait le premier à le construire en Islam (2).

- Le second point de vue est celui des historiographes musulmans classiques qui attribuent la construction du premier bimaristane en Islam au khalife omayyade Al- Walid premier (khalife de 86 à 91H./705-715 J.C.). C'est une idée que nous trouvons chez l'historien Taqi'i ad Din Al Maqrizi qui affirme dans son livre "Khitat" que le khalife Al Walid 1er a été le premier à bâtir, en 88hH./706 J.C., un bimaristane en terre d'Islam. Selon la même source ce khalife serait aussi le premier à avoir engagé des médecins et à leur avoir attribué un traitement régulier (3,4).

- Le troisième point de vue est celui des historiens contemporains de la science arabe qui attribuent la construction du premier bimaristane arabe au khalife abbasside Haroun Ar-rachid (170-193 H./786-809 J.C.). Ces historiens considèrent que l'installation du premier véritable hôpital en terre d'Islam est liée à l'influence de l'école de médecine de Djundaysabur et au développement de la civilisation islamique à partir du Vile siècle (5, 6). On considère ainsi le bimaristane construit par Haroun Ar-rachid à Bagdad comme le premier bimaristane construit par les arabes.

Dans certaines sources, il prend le sens d'un hôpital de fonctions générales ; dans d'autres, c'est un asile réservé aux aliénés mentaux, aux malheureux, aux prisonniers et indésirables (EL AYADI, 2010). Ce mot désignait au départ de véritables hôpitaux. Outre leur vocation de centres de soins, ces bimaristanes² étaient aussi des lieux d'enseignement médico-chirurgicaux. Avec le temps, ils ne recueillirent plus que des malades psychiques (Akhmisse, 2010).

¹ Le sens du mot bimaristane reste indéfini. C'est un mot d'origine persane composé de deux parties : Bimar (malade, impotent, aliéné, estropié et malheureux), et "stane" ou "istane" (lieu, maison). L'historiographe Adelwahed Al Murrakuchi (du XIe siècle), célèbre par son ouvrage "Al M'ujib", est le seul dans l'Occident musulman qui a employé la forme étymologiquement correcte du mot bimaristane, les autres, contemporains ou postérieurs, ont utilisé des formes réduites telles que Maristan, Marastin, Murustan.

² Comme décrit par Abdelouahed Al Marrakouchi (1185-1218). Mais malheureusement la documentation sur ces bimaristanes est rare.

Le **bimaristane** était l'idéal l'équipement sanitaire, universitaire et urbain (BELKAMEL, RAOUYANE, 2010). A travers la petite documentation disponible, on a pu ressortir quelques éléments caractérisant le bimaristane, qui sont les suivants:

- Accueil chaleureux suivant une répartition des malades selon leurs maladies, et leurs sexes (hommes et femmes).
- Des services et des salles spécialisées : médecine interne, salle d'opération, salle de consultation d'ophtalmologie, maladies mentales, ... Pour chaque service il y avait un chef de service et entre un et trois médecins suivant le nombre des malades dans le service.
- Une architecture à Iwan ³-deux iwan dans chaque hôpital, et chacun contient des sources d'eau naturelle propre-, et sur le plan artistique, c'est avant tout l'architecture et la décoration qui ont participé au bien-être des malades.
- une clinique extérieure, là où ils distribuent les médicaments et la nourriture aux malades en séjour à l'hôpital,
- l'égalité et la bonne prise en charge des malades selon le principe d'égalité préconisé par l'Islam : pas de ségrégation sociale, aussi la complémentarité des services et des spécialités.
- La structure de ces établissements hospitaliers comportait plusieurs parties et très souvent un orphelinat, une mosquée, une bibliothèque, école coranique un espace pour la pratique religieuse -mais il n'est pas au centre de l'édifice-, une pharmacie, et un hammam intégré à l'hôpital.
- Politique de la médecine considérant le bimaristane comme étant un équipement de prise en charge et d'enseignement médical ; endroit pour la formation des médecins, l'enseignement; salles de colloques, amphi réservé aux conférences...
- Le bimaristane est toujours situé au centre villes notamment dans les villes capitales telles que le BIMARISTANE EL ADHODI à BAGDAD, le BIMARISTANE EL NOURI (Syrie). Le mécénat aidait le gouvernement pour le financement des bimaristanes qui nécessitaient un budget énorme.

En orient, les Turcs et les Iraniens poursuivent la politique sociale des arabes et construisent des **hôpitaux luxueux**, faisant partie des centres sociaux et religieux des villes. A Bagdad, l'hôpital Adudi, au Caire, l'hôpital Mandouri, et dans la ville d'Alep, l'hôpital d'Ayoun al Kamili fondé au XIVe siècle, ont joui d'une grande renommée.

³ Iwan : c'est une structure couverte ouverte servant comme endroit d'abolition.

Annexe II : Autres mesures pour l'humanisation

1. L'Art pour humaniser l'hôpital:

Selon Hegel "l'architecture est l'un des fondements de l'art", "l'architecture est symbole du lien social". Vu que le rapport entre l'art et l'architecture est ancien et complexe et à l'hôpital l'existence de ce lien social est plus forte qu'ailleurs, l'intégration de l'Art au sein de l'hôpital permet la **dédramatisation du lieu**. L'humanisation des hôpitaux, plus proches des attentes et des besoins des malades, incite aussi les chefs de service à proposer de nouveaux aménagements ayant directement une vocation thérapeutique. Aborder le paradoxe de l'inhospitalité de l'hôpital, l'hôpital en tant qu'institution instaure un espace spécifique qui est ressenti comme inhospitalier.

Les raisons en sont diverses; d'une part, l'hôpital apparaît comme une «hétérotopie de crise», un emplacement situé dans les marges de la société, parce qu'il concerne la maladie, d'autre part, cet espace qui se donne pour objectif de traiter la maladie, s'avère également **inhospitalier** du fait même de la rationalité médicale et administrative des moyens qu'il met en œuvre pour accomplir sa tâche.

La **perception de l'espace** de l'hôpital apparaît constituer un élément déterminant non seulement du point de vue de l'administrateur pour la gestion optimale d'un établissement, mais aussi et surtout pour le sentiment que le malade et les visiteurs vont éprouver vis-à-vis de la maladie et de sa prise en charge par le milieu hospitalier, et donc indirectement sur l'évolution même de la maladie. L'hôpital ne peut sans dommage ignorer la **dimension esthésiologique** de l'espace, c'est-à-dire son lien primordial avec l'expérience sensible, et que le recours à l'art permet de la restituer en évitant de verser dans la sensiblerie et l'irrationnel. Il s'agit ici de réhabiliter la **dimension esthétique** du rapport à l'espace, en rappelant que cette notion renvoie d'abord étymologiquement à la sensibilité, mais également à l'approche cognitive de l'art.

L'introduction de l'art dans l'hôpital n'a pas pour but de soigner la maladie mais permet de pallier les effets pervers d'une trop grande rationalisation de cet espace si paradoxal qu'il induit un sentiment d'inquiétante étrangeté. L'œuvre d'art exerce le rôle de **«reconstituant»**: elle relève du préventif. Car l'œuvre d'art restaure un espace existentiel concret et permet à chacun de **s'orienter** de nouveau, retrouvant un espace **qualifié**: comme le corps propre, l'œuvre d'art déploie un espace à partir d'elle-même et vient remettre en question la conception d'un espace réceptacle.

En présence de l'œuvre d'art, l'espace se **repolarise** et **rayonne** à partir d'elle, comme un **centre attracteur**. Dans l'hôpital, elle vient rompre la **monotonie** des salles des pas perdus, mettre fin au **caractère labyrinthique** de l'organisation des services, pour inaugurer un espace rythmé désormais par elle et s'offrant à la sensibilité de chacun.

Dans la tension constante au sein de l'architecture entre **bâtir** et **habiter**, l'irruption de l'œuvre d'art n'équivaut pas seulement à **un aménagement de l'espace architectural**, mais à une véritable **déconstruction** – au moins symbolique – pour mieux l'habiter. Car habiter ne signifie pas simplement être logé. Habiter veut dire organiser son monde autour d'un centre de référence, faire rayonner un espace de significations familières qui nous le rend complice, faire du lieu un espace de **rencontre**.

L'œuvre d'art modifie radicalement le rapport des usagers à l'espace: ainsi, est-elle capable de déconstruire un lieu de passage, de flux – **une entrée d'hôpital** – pour en faire un espace de rencontre. «Werk ist weg» disait Paul Klee, «œuvre est voie». Entrer dans l'édifice est une véritable rencontre où il se sent authentiquement accueilli.

Si l'œuvre d'art restaure un rapport familial avec le monde, elle le fait par la médiation de formes symboliques qui rendent possibles une expérience esthétique partagée de l'espace qu'elles déploient; mais qui en même temps instaurent un univers symbolique propice à la communicabilité. L'art exemplifie esthétiquement, dans **le hall**, le symbole commun de ce qui prête secours (la croix rouge, la croix pharmaceutique, etc.). En ce sens, l'art met au jour la dimension cognitive de la sensibilité elle-même. L'œuvre d'art donc est un dispositif qui corrige les effets de désolation qu'induit un espace abstrait «anesthésié»: en ce sens, elle dilate notre ouverture au monde (Voir également le projet de Katsuhito Nishikawa).

Une œuvre pour une **salle d'attente** des urgences ne répond pas aux mêmes contraintes qu'une œuvre pour les couloirs d'hospitalisation, **le hall d'accueil** ou les espaces vert. Pour chacun de ces lieux, l'artiste ne peut pas ne pas prendre en compte et **l'espace** et sa **fonction** et le **public** qui le fréquente. Les œuvres peuvent offrir une autre **perception** et un autre sentiment de l'espace hospitalier qu'elles occupent et, par la même un autre sentiment de soi. Il faut améliorer l'environnement c'est-à-dire **l'accueil** et plus généralement la qualité de vie des usagers.

Ainsi transformer, grâce à l'art, l'espace abstrait de l'hôpital en espace **qualifié et sensible** n'apparaît pas seulement indiqué pour le patient, les personnels soignants et les visiteurs, mais aussi pour le personnel administratif. L'impact de l'art à l'hôpital est l'indice que la santé ne se réduit pas à soigner une pathologie, mais est tributaire également du milieu dans lequel nous existons. En donnant un visage à l'espace, l'art ne fait pas seulement œuvre esthétique, mais il transforme une architecture hospitalière austère et imposante, à la fois rigide et lâche, en une architecture esthétique et du même coup **éthique**, c'est à dire proprement **humaine**. La préoccupation de soigner **l'homme** comme un mécanisme ne suffit pas, mais suppose le souci éthique de prendre également en considération l'homme comme un être qui vit du sens qu'il accorde à ce qui l'entoure, c'est-à dire un «existant».

Comme lieu d'intervention artistique, l'hôpital est peut-être l'un des plus riches, étant déjà le lieu du pathos dans la naissance, la mort et la souffrance envers lesquels toutes les couches de la société ressentent de la gratitude. Les hôpitaux sont déjà des organisations interdisciplinaires qui portent une longue histoire, qui intègrent l'art.

L'hôpital a beaucoup d'atouts contribué à cette intégration. Il est facile d'imaginer que la science et la technologie disponibles dans les hôpitaux puissent être appliquées à des études à long terme sur l'art et l'expérience esthétique sur la santé et le bien-être.

La discussion autour d'Art dans la Cité à l'hôpital de Nice (2003) a permis de développer de nouveaux concepts sur le large rôle que pourraient jouer les hôpitaux pour maintenir le bien-être et la forme des gens. L'hôpital d'Alès montre comment l'artiste peut faire partie d'une équipe pour un design d'énergie renouvelable des nouveaux hôpitaux.

2. La culture pour humaniser l'hôpital:

La **culture** joue un rôle essentiel dans cette évolution. En dehors de tout objectif thérapeutique, elle participe à l'amélioration de l'environnement des personnes et contribue à favoriser la relation de l'hôpital avec l'extérieur.

Un séjour à l'hôpital peut ainsi être l'occasion d'un contact privilégié avec la culture, la découverte de la création artistique, du patrimoine ou de la littérature. Un moment à part, qui peut se révéler enrichissant.

Poser la question de la politique culturelle à l'hôpital, c'est à la fois se référer à une longue tradition dont le patrimoine hospitalier est le témoin, mais c'est aussi évoquer l'humanisation d'un cadre que de plus en plus de nos concitoyens fréquentent.

La loi française déjà précitée du 3 janvier 1977 affirmait en préambule que « l'architecture est une expression de la culture ». Le projet culturel construit **en amont** dès l'élaboration du projet d'établissement est un support privilégié pour une architecture hospitalière réussie. Il permet de donner du sens au projet à partir d'une réflexion collective des différents acteurs (professionnels de santé, usagers, mais aussi acteurs culturels et artistes) en prenant en compte le contexte spécifique de l'établissement et son histoire, notamment lors des **restructurations**. L'artiste peut apporter une dimension créative et une sensibilité particulière au cours de l'élaboration du projet.

Pour la question de la place de la culture à l'hôpital, Carine Delanoë-Vieux rapporte l'expérience de la Ferme du Vinatier qui disait: « *Depuis les années cinquante, période d'affirmation de l'hôpital comme lieu fonctionnel de soins à haute valeur scientifique et technique, revient régulièrement au cœur du débat social la question de son "humanisation".* »

*L'humanisation des hôpitaux consistait autrefois à **améliorer le confort** matériel des personnes hospitalisées. Ces nouveaux aménagements des locaux avaient déjà rendu possible une meilleure prise en compte d'un paramètre important de l'individu moderne: **l'intimité**. À présent, la question se pose en termes d'**ouverture de l'hôpital sur la ville** d'une part, et de la **prise en compte des besoins non-matériels – intellectuels, affectifs, émotifs – des malades**.*

*À ces deux dimensions de "**l'humanisation**" contemporaine des établissements hospitaliers, le développement d'un **projet culturel** peut apporter sa contribution, en complément des approches urbanistique et architecturale ».*

L'humanisation des hôpitaux connaît actuellement des démarches des jumelages entre des hôpitaux et des équipements culturels, pour proposer aux patients des activités comme le **théâtre**, la **lecture**, la **musique**, le festival des arts visuels... Ces activités peuvent même avoir une **action thérapeutique** et s'inscrire dans les actions des personnels soignants.



Annexe II- figure. 1. The Hospital for Sick Children, Toronto, Ontario, Canada.



Annexe II- figure. 2. The Hospital for Sick Children, Toronto, Ontario, Canada..



Annexe II- figure. 3. Princess Margaret Hospital, Toronto, Ontario, Canada.

Les Musées de Mâcon et Centre Hospitalier des Chanaux font l'exemple. A Mâcon, depuis 1996, le **centre hospitalier** est jumelé avec les **Musées**. Le jumelage s'organise autour d'un projet annuel de création d'une œuvre contemporaine pérenne. Elle est réalisée pour un service de l'hôpital en lien avec les soignants, patients et usagers. Ce partenariat est un moyen pour maintenir la **dimension sociale** et l'intégrité de la personne hospitalisée. Il apparaît comme un **vecteur d'humanisation** qui permet à l'hôpital de mieux se fondre avec la cité qui l'entoure.

Le sens de la présence de l'art à l'hôpital réside, de façon tout à fait essentielle, dans son « étrangeté » à la culture hospitalière. Le projet culturel prend son sens dans l'écart entre ces deux mondes. S'il peut engendrer une transformation de l'hôpital ou des artistes, cette transformation ne doit signifier ni aliénation ni fusion: l'altérité est la condition sine qua non au dialogue. L'hôpital ne deviendra pas une autre forme d'institution culturelle; un musée n'en deviendra pas un nouveau lieu de thérapie. L'essence même de ces deux institutions restera intacte, même si, nous l'espérons, leurs pratiques évolueront grâce à cette rencontre, au service du mieux-être des patients.

On peut bien comprendre cette approche notamment à travers quelques projets qui développent le concept et le concrétisent:

Le projet “ **En attendant, qu'est-ce qu'on attend?** ”, en 2000, œuvre en volume de **Frédéric MEYNIER**, artiste plasticien qui a travaillé en résidence sur le site de l'ancienne maternité pendant une période de trois mois.

La thématique de l'**attente**, retenue pour cette œuvre qui prend place au service des consultations externes, est l'expression de l'artiste sur le temps de l'hospitalisation. En intégrant les caissons de **lumière** présents dans cet espace, des angelots, observateurs ou désinvoltes, incarnent des figures allégoriques du temps.

Aussi en 2001, **Hervé NEGRE** réalise un livre de photographies, “ **Le regard et le geste** ” qui montre la relation sensible du personnel avec les malades, au quotidien, dans les services **d'urgence et d'accueil** et présente ainsi une **image positive d'humanisation** de l'hôpital. Les expériences menées dans d'autres établissements offrent de belles illustrations: une leçon de direction d'orchestre publique, dans une salle de spectacle, aux Hôpitaux Universitaires de Genève; l'évasion offerte par les touches et les traits d'œuvres picturales, exposées pour tous; des ateliers de création musicale, guidée par un artiste, à l'hôpital du Vinatier.

Ces temps prendront corps dans des espaces identifiés, aussi bien intérieurs (lieu de culte, salles de lecture et d'expositions, atelier, pièces à l'acoustique travaillée pour qu'y puissent être organisés des concerts ou spectacles), qu'extérieurs (jardins, terrasses) ou intermédiaires (patios).

Le sens du projet culturel réside essentiellement dans la capacité de l'art et de la culture à créer des espaces et des temps d'expression, de réflexion ou d'échange, en rupture avec la relation de soin. Il vise à créer des « instants-refuge » où chacun puisse exister à nouveau en tant que personne aux affinités et à la sensibilité particulières: des temps de rencontre, où l'on puisse être soi avec l'autres; des espaces partagés où l'on retrouve une certaine individualité; des moments gratuits, vécus pour le plaisir; des intervalles pour rompre les journées interminables, rythmées par les repas, les visites médicales ou les examens; des occasions pour oublier l'espace d'un instant, la rigueur de la maladie, la discipline de l'hôpital.

Discrétion et **chaleur** sont les deux principes fondamentaux de toute intervention artistique et culturelle. Ils auront à l'esprit le stress, l'inquiétude et parfois l'exaspération des personnes en attente. Dans les services accueillant des personnes atteintes de maladies chroniques, ils réfléchiront à des espaces intimes à la décoration discrète – pas trop marquée ou amovible par exemple – et pouvant être personnalisée.

3. L'humanisation et le devenir de l'hôpital:

La **rénovation** du parc hospitalier pour répondre aux nouveaux besoins de santé publique et aux orientations d'humanisation est aujourd'hui lancée. La modernisation de certains établissements publics et privés dont l'état de vétusté ne présente pas toujours des conditions satisfaisantes d'accueil, d'hospitalisation et de travail, et ne permet pas de développer de nouveaux modes d'organisation médicale, comme ne répond plus aux exigences de sécurité, d'hygiène et d'humanisation. C'est également une opportunité de s'interroger à nouveau sur la manière de concevoir les établissements de santé.

L'hôpital qui aujourd'hui doit encore profondément se transformer et s'adapter qu'il s'agisse de construire de nouveaux hôpitaux ou d'aménager des structures existantes «Hôtel-Dieu, les hôpitaux pavillonnaires, les hôpitaux modulaires type Duquesne et Fontenoy des années 70 ou les hôpitaux monoblocs des années 80 », la question se pose d'une insertion pertinente et harmonieuse des nouvelles constructions dans le paysage environnant. Les réponses sont différentes en fonction de l'existence de réserves foncières sur le site et de l'importance du patrimoine historique dont l'utilisation et la préservation sont à prendre en compte. C'est le sens de la loi du 3 janvier 1977 qui mentionne que «la création architecturale, la qualité des constructions, leur insertion dans l'environnement et le respect des paysages et du patrimoine sont d'intérêt public ». Afin d'améliorer la qualité de vie à l'hôpital des patients et des professionnels de santé, de nombreux aspects sont donc à prendre en compte:

3.1. L'hôpital et l'accueil:

La notion de confort évolue dans les sociétés. Une réflexion sur les espaces hôteliers dans les espaces hospitaliers conduit à prendre en compte l'importance d'une conception plus chaleureuse dans le choix des matériaux, des couleurs, des ambiances grâce à l'optimisation de la lumière par exemple. Les notions de confidentialité et du respect de l'intimité sont essentielles.

On voit aussi apparaître des atriiums, des galeries et rues hospitaliers, des espaces de détente, de rencontre dédiés aux familles et aux patients, des espaces communs aux personnels, ainsi que des études sur **la signalétique**.

3.2. L'hôpital et l'humanisation:

Les usagers et les professionnels attendent également de l'hôpital de pouvoir continuer à y mener une **vie sociale**. Cela nécessite des **espaces conviviaux** (des cafétérias et autres services ouverts sur la ville) ainsi que des espaces évolutifs adaptés au partage de moments collectifs, aux actions **culturelles, sportives et artistiques**.

De même dans les moments les plus graves il faut pouvoir offrir aux patients, à leurs familles et aux professionnels, des espaces dédiés aux événements douloureux et au recueillement.

3.2.1. L'hôpital et l'environnement:

L'intégration d'une démarche « haute qualité environnementale » est d'actualité, notamment sur les aspects de la gestion de l'eau, de l'air, des « chantiers propres », de la gestion des bruits, de la gestion de l'énergie et celle des déchets.

3.2.2. L'hôpital et les nouveaux modes d'organisation:

A partir du projet d'établissement largement concerté avec les professionnels intégrant un projet médical centré sur le patient, il s'agit de repenser le fonctionnement interne de l'hôpital. Ces nouvelles organisations s'inscrivent dans le cadre d'une nouvelle gouvernance en privilégiant l'efficience et l'optimisation des moyens.

Depuis une dizaine d'année, on a d'un côté l'optimisation des moyens par pôle d'activité (mère-enfant, médecine, chirurgie...) et la rigueur des plateaux médico- techniques centralisés; de l'autre, un changement d'échelle dans la prise en charge des malades avec une personnalisation accrue des soins. Le malade se trouve **au centre** du concept médical, entouré par le personnel spécialisé⁴.

L'hôpital du XXIème siècle tend vers une plus grande humanisation. La réalisation d'un hôpital ce n'est pas seulement la traduction d'un programme, mais la concrétisation d'un concept médical qui effectivement s'humanise de plus en plus. Dès la conception d'un hôpital il faut imaginer son fonctionnement comme une organisation articulée où la structure et les personnes évoluent dans le temps et dans l'espace.

3.2.3. L'hôpital entre fonction et technologie:

Il s'agit de s'assurer sa **lisibilité** aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur, de créer de **nouveaux espaces d'accueil** adaptés aux besoins; de prévoir sa flexibilité et sa modularité. La prise en compte de l'ergonomie est essentielle dans l'utilisation des équipements mais aussi dans les circuits de prise en charge du patient, dans l'organisation des espaces et dans la circulation de l'information. L'hôpital de l'avenir reposera de plus en plus sur un système d'information sophistiqué plutôt que sur un bâtiment monumental.

⁴ Ces recommandations s'inspirent largement des recommandations formulées dans le cadre du rapport *Dessine-moi un hôpital. L'hôpital à travers le regard des enfants* publié par UNICEF Belgique, ainsi que du travail de réflexion réalisé par les associations actives dans ce secteur et de la Commission des droits de l'enfant hospitalisé coordonnée par le Délégué général aux droits de l'enfant.

L'hôpital est de moins en moins un **lieu de séjour** (sauf pour la rééducation, les accidents vasculaires cérébraux ou encore la gériatrie –Alzheimer–), il sera de plus en plus un **lieu de passage**. Ceci va influencer la conception des espaces, ou à côté du plateau technique vont se développer des espaces réservés à l'ambulatorio, des espaces ouverts à d'autres acteurs comme la médecine libérale ou les associations de malades, ou bien encore des services complémentaires ou connexes à la santé.

Cet ensemble, vaste complexe d'échange de la santé, va devenir un **lieu de convergence**. Une telle mise en réseau est complexe, car elle repose sur l'abandon du cloisonnement et du fractionnement du système. Elle va également remettre en question la séparation nette entre le sanitaire et le social, décidée en 1970. C'est le retour à la mission sociale de l'hôpital. Ce regard qui change sur l'environnement, entraîne un travail avec de nombreux acteurs.

Au travers de ces évolutions, l'hôpital, plaque tournante de santé, doit devenir **adaptable, tête de réseau, référent, communiquant, transparent...** L'architecture devra alors être plus humaine et plus proche de l'hôtel que de l'internat. Le bâtiment hospitalier va devoir être sinon flexible, du moins versatile, c'est-à-dire adaptable. La conception doit donc être prospective, en particulier au niveau des réseaux techniques et des trames de structures. Si des valeurs hospitalières qui ont inspiré tant de générations d'hospitaliers comme l'accueil, la qualité des soins, l'égalité des soins renvoient à un long processus historique, les valeurs d'humanité et de fraternité vont revenir à égalité avec les attentes de technicité.

Donc, l'hôpital de demain aura sans doute besoin de grandes emprises qui hébergeront des pôles médicaux très techniques, très denses, très spécialisés et localisés à des points stratégiques du territoire, en cœur de bassin de vie c'est à dire bien souvent à équidistance des centres urbains. En parallèle, la ville ne pourra se passer d'espaces hospitaliers de proximité moins médicalisés, plus généralistes et plus à l'échelle humaine, plus réduits en taille, plus dispersés mais plus intégrés au tissu urbain. (Maison des adolescents, appartements thérapeutiques) pour suivre cette évolution, il faudra une fois encore, que les emprises hospitalières, les bâtiments hospitaliers s'adaptent, se reconfigurent, se redistribuent: sur les sites existants ou sur de nouveaux sites, dans des bâtiments anciens ou dans de nouvelles constructions.

L'espace de l'hôpital, c'est l'espace de la ville, c'est l'espace de la société qui se reflète fidèlement. Lors du Colloque à l'UNESCO en décembre 1999 sur l'hôpital du XXI^e siècle, organisé par l'AP-HP, Edouard Couty, Directeur des Hôpitaux au Ministère de l'Emploi et de la Solidarité, déclarait: *« l'hôpital ne sera pas un plateau technique hypertrophié, isolé et silencieux.*

Il sera l'élément d'un tissu vivant composé de différentes cellules qui comporte la ville et la communauté scientifique. Il faut donc que la réglementation et les financements puissent évoluer dans un même sens ».

3.2.4. L'hôpital en rapport aux réseaux de soins:

D'un lieu de séjour, il devient un lieu de passage dont l'hôpital doit être au cœur d'un réseau de soins. Ses nouveaux modes d'organisation impliquent de nouveaux métiers, de nouvelles compétences, mais aussi de nouvelles réponses architecturales. Hôtel pour les patients, il intègre un plateau technique performant et évolutif, nécessitant des structures adaptables et flexibles. Il doit offrir aussi une **accessibilité** et un **repérage facile**.

La réponse en terme d'architecture, d'aménagement des espaces intérieurs et extérieurs et en terme d'insertion des constructions dans le paysage urbain est nécessairement complexe et doit intégrer une prospective pour anticiper les évolutions à venir.

4. Exemples d'interventions pour l'humanisation des espaces d'accueil de quelques hôpitaux européens :

Dans le cadre du Festival Européen des Arts Visuels à l'Hôpital⁵ (2009), plusieurs projets d'hôpitaux qui ont subi des interventions artistiques et culturelles au niveau de leurs espaces d'accueil (halls, espaces d'entrée, patios, jardins, salle de jeu et de détente des enfants, couloirs, espaces d'attentes) ont été présentés. On peut citer :

- L'hôpital universitaire général Gregorio Maranon à Madrid, qui présente trois oeuvres distinguées.
 - o Le projet «**La Couleur du Ciel**» met à profit **les baies vitrées du hall d'entrée** de l'Hôpital mère et enfant de Madrid de l'hôpital Gregorio Maranon. L'artiste Sylvain Soussan a imaginé une création interactive et ludique qui non seulement instaure **un jeu avec la lumière** pénétrant dans l'établissement mais également avec le public. Se présentant sous la forme d'un assemblage de formes géométriques tantôt translucides et statiques, tantôt colorées et mobiles posées sur les baies vitrées, «**La Couleur du Ciel**» permet aux enfants de former leurs propres œuvres en déplaçant les pièces et de produire d'agréables **effets de lumière et de reflets**. La structure est constituée d'adhésifs transparents colorés fixés aux vitres. Les parties mobiles seront réalisées en matériaux composites colorés. Les **mouvements**, extrêmement simples, sont étudiés afin de ne pas entraîner de risques corporels.
 - o L'œuvre «**Fleur du Vent**» qui signale **l'entrée** sur le parvis du bâtiment, revêt des formes en constant mouvement créées uniquement par le vent.
 - o Et enfin, l'œuvre "**Champ de Couleurs**", destinée au **Patio**, intensifie la **lumière du jour** en utilisant des filtres colorants qui vont séparer les rayons du soleil en champs de différentes couleurs afin d'expérimenter la radiation solaire dans la variété de ses ondes, **inondant de lumières des espaces** chaque fois différents. La proximité et la combinaison de ces deux œuvres, en quelque sorte complémentaires, démontre le caractère interchangeable des formes d'énergie; **l'énergie solaire** est directement transformée en énergie électrique par les cellules photovoltaïques, redevenant énergie lumineuse.
- L'hôpital de Port Louis-Riantec - Morbihan (France), présente le projet «**Parcours artistique**» dans le **parc hospitalier** par Michael Fliri est de créer deux installations qui conduiront les promeneurs jusqu'à la mer située à 300 mètres. Une relation entre le **vent et la végétation** s'instaurera dès la sortie de la résidence. Une éolienne fera se déplacer au gré du vent un arbre fruitier; un kiosque à musique et une volière s'animeront en communiquant l'un avec les autres par l'intermédiaire du son. Les promeneurs pourront tenter de reconnaître les bruits et d'identifier d'où ils viennent⁶.

⁵ Voir également en ligne : www.adlcfestival.eu.

⁶ Festival Européen des Arts Visuels à l'Hôpital. Dossier de Presse – Avril 2009. www.adlcfestival.eu

- La clinique psychiatrique CopII de Cluj Napoca présente le projet «**Flower beds**» du duo d'artistes roumains Szilard Miklos et Denes Miklosi sera composé de deux sculptures florales, comme des tableaux de motifs végétaux sur la façade de l'établissement. Le pourtour des fenêtres, peint dans des tons rappelant celui des fleurs, achèvera d'habiller l'ensemble. Dans **la salle de jeu et de détente** des enfants, les artistes proposent une installation sur le sol faite d'adhésifs aux formes concentriques et aux couleurs de l'arc en ciel.
- L'hôpital Charles Richet de Villiers le Bel (France) présente le projet «**Somewhere over the rainbow**» de Jota Castro souhaite **transformer un couloir** de l'établissement en une **promenade relaxante**. Des faisceaux de lumières douces et colorées effleureront les passants en même temps que des paroles apaisantes et agréables seront diffusées.
- L'hôpital de Thiene ULSS 4 (Italie) présente l'œuvre **Fusion du végétal et du sidéral**, par Marc Couturier est une installation évoquant **la végétation** mais aussi le ciel ou l'espace. Elle se situe sur les parois vitrées du département des «Prilievi» de l'ULSS N 4 de Thiene. Le projet commence par des dessins légers et subtiles sur les vitres depuis **l'entrée des consultations, en passant par le hall d'entrée, jusqu'à l'espace d'attente**. Il se poursuit avec de grandes plages colorées dans des tons verts et jaunes évoquant **le végétal et le sidéral**. Un travail de dessin sera d'abord créé en direct sur les vitres, avec un crayon à la pointe d'argent. Il évoquera le paysage, de façon très subtile et par touches légères au début, puis deviendra un peu plus dense tout en gardant beaucoup **d'espace pour la lumière**. Des films électrostatiques sérigraphies représentant la «**feuille d'Aucuba**» seront installés sur les parois vitrées du fond et des films de couleur rose sur le plafond vitré.
- La nouvelle Clinique Pédiatrique de Ljubljana (Slovénie) présente le projet «**Seven ordinary things**» de l'artiste Tomaz Tomazin met en avant le thème de «l'autre «différent des hommes par son caractère extraordinaire et sans limite. L'artiste réalisera avec des jeunes patients sept courts métrages où ceux-ci pourront accéder à des choses qu'ils ne croyaient pas pouvoir réaliser dans leur vie. Ces petites histoires seront diffusées grâce à un large écran LCD accroché dans **le hall** de l'établissement. Des vitrines exposant les objets nécessaires à la réalisation du projet immortaliseront le travail effectué.
- Pour LKH de Bruck an der Mur (Autriche), le projet «**Sliding doors**» de l'artiste Clemens Hollerer se présentera sous la forme de symboles muraux représentant chaque service (endoscopie, radioscopie) afin de **faciliter l'accès des usagers** et de **dynamiser la signalétique** de l'établissement. Ce projet prévoit de relier les portes d'accès aux différents services. Les six (6) portes coulissantes sont revêtues chacune d'une couche de laque de couleur différente afin d'aider les patients à **s'orienter visuellement**. L'artiste souhaite créer un lien entre les domaines respectifs vers lesquels se dirigeront les patients par une intervention artistique subtile se présentant sous la forme d'un travail mural (inscription sur les murs). Des photographies et graphiques tirés d'ouvrages de médecine servant de point de départ. Le choix de la couleur noire dans les deux cas contrastera avec la palette générale des couleurs et rappellera les sièges noirs qui se trouvent face aux entrées.

Annexe III :

Orientations pour l'éclairage des espaces d'accueil des hôpitaux et normes du confort visuel pour les établissements de santé

1. Orientations pour l'éclairage des espaces d'accueil des hôpitaux :

1.1. Hall d'accueil :

Le hall d'accueil, un centre de contrôle et de gestion des flux, qui acquiert plusieurs fonctions et plusieurs configurations spatiales. C'est un espace qui peut être caractérisé en rapport avec:

1.1.1. Fonctionnement:

D'après les caractéristiques de l'hôpital contemporain, la prise en compte d'un nouvel espace « **hall d'accueil** » vient bouleverser les formes de l'équipement. Ce dernier, acquiert un **statut d'espace public**, celui d'une nécessaire transition entre la ville et les secteurs protégés de l'hôpital (Ferland, 200). Le hall devient de plus en plus fédérateur de la composition architecturale, il offre l'opportunité d'introduire une séparation au cœur des bâtiments, y apportant lumière et clarté fonctionnelle, apportant un soin particulier à l'ambiance intérieure et à l'éclairage naturel (Narboni, 2006).

Le hall général est un lieu d'accueil, et le centre de gestion des flux. Il a pour fonctions essentielles de **recevoir, d'orienter, d'informer** le public dans un univers accueillant et sécurisant. La conception du hall doit favoriser **la perception immédiate des accès** aux différents services dans certains cas, mais pas systématiquement, il abrite les guichets d'admission et les caisses de règlement. La fonction de **l'accueil** s'exprime également par la présence de service : une antenne pharmacie, une halte garderie, une oratoire «salle de prière », etc, et de commerces parmi les quels le kiosque a journaux et surtout le café, lieu de rencontre et de détente, qui tient une place centrale. Une activité de contrôle peut aussi être assurée depuis le hall, ou souvent place un poste de sécurité «sûreté et sécurité d'incendie ». Selon la taille et le rôle du hall, on y trouvera une banque d'accueil ou de contrôle, un salon d'attente, une zone de distributeurs de boissons, un espace de jeux pour enfants, une galerie d'exposition (Ferland, 1999).

Le hall d'entrée se compose généralement de quatre zones distinctes: l'entrée proprement dite, le comptoir de réception, la zone d'attente et la zone qui mène vers le reste de l'immeuble. Le hall d'entrée communique presque toujours avec un restaurant ou une boutique de cadeaux

Les priorités, dans ce cas, sont **d'attirer l'attention du visiteur et de le guider**. Le comptoir de la réception constitue une zone polyvalente dans laquelle sont effectuées de nombreuses tâches dont la lecture, l'écriture, le travail sur ordinateur et, surtout, la communication (Narboni, 2006). Le comptoir doit également attirer l'attention de sorte que les visiteurs s'y dirigent dès qu'ils pénètrent dans l'hôpital (Narboni, 2006).

A la fin des années soixante-dix, les programmes d'hôpitaux indiquaient que les surfaces de ce hall étaient comprises et donc budgétées dans les surfaces globales de circulation. Si les halls développaient néanmoins des surfaces importantes nécessaires à l'accueil, la **distribution et l'orientation** des patients comme des visiteurs, ils n'étaient pas encore traités en tant qu'espaces à part entière (Ferland, 1999).

1.1.2. Ambiance lumineuse, vues, comportement spatial et bien-être des usagers :

Les proportions du volume, ses caractéristiques d'ouverture et de fermeture vis-à-vis de l'extérieur et des autres parties de l'édifice, ses qualités en matière de **lumière** (naturelle, artificielle, intensité, couleur..), de **texture** et de **couleur** des parois, la décoration et l'aménagement de l'espace, sont des éléments qui peuvent caractériser une **ambiance intérieure**, et déterminer la sensation de bien-être que l'on peut y trouver (HAMONIC, 2008).

Certains espaces peuvent devenir oppressants, déstabilisants ou provoquant des sensations de vertige du fait de l'absence de repères, inadaptés et générant le malaise par des sensations lumineuses éblouissantes ou à l'inverse trop sombres. La conception architecturale du hall procède pour l'essentiel à la réalisation d'espaces adaptés aux usages, comme elle vise à créer des espaces où l'équilibre psychique, physique et social peut trouver sa place, c'est-à-dire un lieu participant à la bonne santé de ses usagers (Narboni, 2006). Les zones d'entrée et d'accueil des hôpitaux ne doivent pas nécessairement éveiller l'inquiétude, une ambiance lumineuse harmonieuse peut aider à combattre le stress et éviter dès l'entrée cette fameuse «boule sur l'estomac ».

Le hall d'accueil est un **lieu d'attente** qui offre au visiteur un temps utile à **l'adaptation de sa vision** et lui permet de découvrir l'espace et de **l'explorer visuellement**, afin de le qualifier positivement ou négativement dans sa mémoire visuelle (Amphoux, 2004). Il est à la fois un **lieu de communication** et un **espace de représentation**. Certains halls d'accueil sont conçus comme de véritables **piazas intérieures** richement aménagées et ouvertes au public où se déroulent parfois des expositions artistiques et des animations culturelles.

Le hall d'accueil est un **lieu de passage**, de jonction entre l'extérieur et l'intérieur. Il joue donc un rôle essentiel de sas lumineux, diurne et nocturne, en **traitant la transition visuelle**. De jour, cet endroit doit permettre une adaptation progressive de l'œil du visiteur venant de l'extérieur. Les niveaux d'éclairement à l'extérieur, dus à la lumière naturelle, de l'ordre de 30000 à 100000 lux, sont disproportionnés en comparaison des niveaux d'éclairement intérieurs selon le type d'œuvres et leur **sensibilité à la lumière**. L'éclairage d'un hall d'accueil doit donc impérativement prévoir des traitements lumineux différenciés capables d'assurer diversement les transitions diurnes et nocturnes. De nuit, le hall fera aussi l'objet d'un niveau d'éclairement beaucoup plus faible (de l'ordre de 150 lux), pour jouer le même rôle **d'accompagnement visuel** (car la vision nocturne **scotopique** est beaucoup plus adaptée aux faibles intensités lumineuses que la vision diurne **photopique**) (Narboni, 2006).

Le traitement lumineux signalera clairement les différents usages du lieu. Un découpage par zones d'éclairage localisées (commandées indépendamment) est souvent le moyen le plus efficace de traiter la diversité de ces besoins. En effet, lorsque les temps d'attente du public sont relativement longs, certains secteurs peuvent être laissés dans **la pénombre** pour ceux qui souhaitent s'y reposer (Demers, 2008).

Quels que soient les choix d'éclairage effectués, il faut veiller à alterner les ambiances et les **contrastes lumineux** dans le volume de manière à **signaler les différents usages du lieu** et à permettre aussi bien le repos et la détente que l'accomplissement **de tâches visuelles** plus complexes (lecture, écriture, etc.). Il fallait réfléchir aussi **à la quantité de la lumière naturelle** et par conséquent **à la qualité de l'ambiance générée** notamment en fonction des **occupations du hall**, des **besoins des usagers** et des **moments de la journée** (TIBERGUENT, 2008).

Les forts contrastes et les contre-jours violents sont à proscrire pour ne pas orienter inutilement l'occupation du lieu. L'abus d'éclairage artificiel, la pollution atmosphérique et les niveaux sonores liés aux voies à grande circulation, **la perte de repères** ressentie dans certaines espaces ou la surabondance de signalétique, que l'on observe dans la plupart des espaces, sont à l'inverse reconnus comme des facteurs agressifs augmentant le stress et dégradant la santé (HAMONIC, 2008). Avec une **lumière attrayante** dans le hall d'entrée, l'hôpital peut sembler **plus accueillant**. Une atmosphère lumineuse et harmonieuse permet aux gens de se sentir plus en sécurité, inspire la confiance et confère un aspect accueillant.

L'éclairage peut venir souligner le concept architectural et assumer une fonction **d'orientation**. Un **bon niveau d'éclairement** et une **lumière chaude**, exempte d'éblouissement créent une atmosphère agréable et sympathique dans la zone d'accueil. La combinaison de plusieurs systèmes d'éclairage permet de remplir ces deux exigences: un éclairage de base avec l'intensité adéquate fait naître un sentiment de sécurité et permet de s'orienter rapidement, tandis que quelques accents lumineux au plafond et sur les murs dissipent les idées noires, stimulent et décrispent, comme elles **créent une impression d'espace**.

Dans le hall d'entrée, la **zone de transition** est la zone dans laquelle les personnes passent de la lumière vive du jour à l'intérieur plus sombre du bâtiment en journée et de l'obscurité extérieure à un intérieur bien éclairé pendant la nuit. Pour que les yeux s'adaptent aux différents niveaux de luminosité, la **zone de transition** doit être particulièrement bien éclairée durant la journée (Demers, 2008). Un éclairage basé sur la dynamique de la **lumière naturelle** constitue, dans ce cas, la solution idéale. À la fois fonctionnel et décoratif, l'éclairage du hall d'entrée doit immédiatement renforcer l'identité de l'hôpital. Un éclairage général uniforme contribue à générer une atmosphère sécurisante, et de **guider et orienter** visiteurs et patients (Amphoux et al, 2004).

Le hall et ses lieux constitutifs et souvent moins privatifs, sont en effet propices à la **rencontre**, l'activité physique, le contact avec les éléments naturels changeants que sont la **lumière, le temps qu'il fait, les saisons, les végétaux**⁷. Autant de stimulations et d'échanges possibles susceptibles de générer des sensations de bien-être à condition qu'ils intègrent une **dimension humaine et pacifique**. La dimension du hall d'accueil varie considérablement d'une architecture à une autre et la **mise en lumière** de certaines parois verticales, judicieusement choisies en fonction de leur présence dans les perspectives de **l'orientation donne de la profondeur à l'espace, rythme les parcours, les possibilités de découverte et valorise les qualités de l'espace** (Demers, 2008).

⁷ **La végétation** et les éléments «naturels» notamment la lumière naturelle jouent un grand rôle dans la perception des espaces. Souvent associés au bien-être d'un point de vue culturel, ils sont aussi de véritables régulateurs pour notre environnement et notre santé. **Les arbres** créent des conditions de fraîcheur et d'humidité bénéfiques en été. Certains végétaux fixent les poussières et atténuent ainsi la pollution de l'air, d'autres sont capables de filtrer avantageusement l'eau. Les patients et visiteurs seront aussi moins intimidés s'ils trouvent facilement leur chemin, s'ils se repèrent clairement spatialement.

La conception simultanée de **la décoration** et de **la lumière** s'impose, pour composer une image globale qui transmet **l'identité de l'édifice** dont il fallait **prendre en compte la fonction de représentation** (Narboni, 2006).

EXTRAITS DE LA NORME DIN EN 12464-1

Chapitre de la norme	Type de pièce, activités visuelles	Niveau d'éclairage recommandé par la norme, en lux	Indice de Rendu de Couleurs
7.1	PIECES MULTI-FONCTIONS		
7.1.1	Salles d'attente	200	80
7.1.2	Entrées: de jour	200	80
7.1.3	Entrées: de nuit	50	80
7.1.4	Salles de repos de jour	200	80
7.2	PIECES RESERVEES AU PERSONNEL		
7.2.1	Salles de fonction	500	80
7.2.2	Salles de repos pour le personnel	300	80
7.3	CHAMBRES DE PATIENTS, POUPONNIERES POUR NOUVEAUX-NES		
7.3.1	Eclairage général	100	80
7.3.2	Eclairage de lecture	300	80
7.3.3	Eclairage d'examens de base	300	80
7.3.4	Examens et soins	1000	90
7.3.5	Veille de nuit, éclairage d'orientation	5	80
7.4	SALLES DE SOINS		
7.4.1	Eclairage général	500	90
7.4.2	Examens et soins	1000	90

Annexe III-tableau. 1. Normes pour l'éclairage des espaces dans l'hôpital.

1.2. Couloirs et cages d'escaliers :

Pour **faciliter l'orientation** et pour assurer **une bonne visibilité**, l'éclairage des couloirs et cages d'escaliers, doit être homogène. Aménagés en aires de séjour ou en promenades stimulantes, agrémentés de fauteuils, d'îlots de verdure ou de petites expositions, ils inciteront à la flânerie et contribueront au délassement des visiteurs et des patients. Une bonne **luminosité** ainsi qu'une **ambiance lumineuse chaude**, exempte **d'éblouissement** estompent le **caractère stérile et monotone** des zones de passage. La délimitation de différents espaces de lumière accentueront cet effet. Pour apporter une note décorative supplémentaire, on peut aussi différencier l'éclairage de jour et l'éclairage de nuit dans les zones vitrées. Un éclairage d'accentuation ou un éclairage décoratif combinant luminaires à émission directe et luminaires à émission indirecte peut apporter du relief aux couloirs fort fréquentés. Une lumière claire et avenante diffusée par des appliques murales atténue la monotonie des couloirs.

Dans les couloirs étroits, l'accentuation lumineuse du plafond et des murs a pour effet d'élargir l'espace, de stimuler et de détendre. Les couloirs et autres zones de passage **relient** entre elles les différentes zones de l'hôpital qui est bien souvent ouvert 24 heures sur 24.

Les gens préfèrent, bien évidemment, emprunter un couloir bien éclairé plutôt qu'un couloir

sombre. Depuis quelques décennies, conjointement à la constante amélioration des techniques de soins, les patients sont de plus en plus exigeants en ce qui concerne la qualité hôtelière des établissements. Si l'éclairage fonctionnel, directement lié à la pratique des soins, est le plus souvent correctement réalisé, beaucoup reste à faire pour **l'ambiance lumineuse** des espaces extérieurs, d'accueil ou d'attente, des circulations et, surtout, des chambres de malades. L'éclairage fonctionnel des couloirs et escaliers doit principalement servir à **l'orientation**. Pour **accroître la visibilité**, l'éclairage et la luminosité du sol doivent être étudiés de sorte que même les personnes âgées puissent **se déplacer en toute sécurité**. Aux mêmes fins, on démarquera les **accès aux ascenseurs** et les **croisements de couloirs** par un éclairage plus intense. Les ascenseurs, quant à eux, sont plus accueillants s'ils sont éclairés par une lumière chaude et intense qui **efface l'impression de claustrophobie**.

Le parcours d'un patient, seul ou accompagné, depuis l'extérieur jusqu'aux lieux de visites, de soins ou de séjour, s'apparente fréquemment à une longue déambulation scandée par de nombreuses attentes⁸. **La fragilité morale et le stress** des patients ou visiteurs qui entrent dans un univers méconnu impliquent une **réflexion particulière sur la qualité des ambiances lumineuses** à créer tout au long des **différents parcours**, de manière à rendre chaleureux et confortables les étapes et les nécessaires temps d'attente. Dès l'espace extérieur, il est nécessaire **d'hierarchiser, de baliser** les espaces extérieurs et d'optimiser le **confort lumineux**, le **rendu des couleurs** et la **lumière signalétique** pour, littéralement, prendre en charge patients et visiteurs et les accompagner jusqu'à l'intérieur. Ces éclairages d'ambiance, dans des espaces clés de contact, sont tout aussi nécessaires au personnel hospitalier- pour son bien-être quotidien comme pour l'efficacité des soins - afin de faciliter les échanges humains et réduire en partie l'angoisse du public.

Les notions de **temps** (urgence, attente, imminence) et de **repères visuels** sont fondamentales, car elles concourent à rassurer ou à inquiéter le public: elles doivent donc être clairement abordées dans le projet d'éclairage.

Les **circulations** verticales et horizontales occupent une place non négligeable dans les architectures, en termes de surface comme d'impact visuel diurne et nocturne. Leur éclairage facilite donc le **repérage spatial** des usagers et **raccourcit les parcours**. Les niveaux moyens d'éclairage recommandés pour les circulations intérieures varient de 80 à 250 lux - ils sont donc légèrement plus faibles que ceux généralement demandés pour les espaces d'activité. On peut alors y réaliser des éclairages doux et localisés qui les différencieront des espaces contigus.

Selon la configuration des circulations, leur hauteur sous plafond, leur largeur, la proximité des parois verticales, on pourra utiliser des éclairages divers. Le système dit du bandeau lumineux filant créé à l'intersection du plafond et d'un mur est aussi souvent employé.

Les **couleurs des matériaux** du sol, du plafond et des parois influencent de fait **l'impression visuelle**. Selon les niveaux ou les fonctions des lieux, des codes colorés différents peuvent être utilisés pour aider les visiteurs **à se repérer** (ce principe est fort utile pour traiter l'éclairage des circulations d'une maison de retraite, par exemple, où les pensionnaires éprouvent des difficultés de vision et d'orientation dans l'espace).

⁸ Recommandations relatives à l'éclairage des hôpitaux (AFE, éditions Lux, 1981)

Sur de grandes distances, il est recommandé de rythmer l'éclairage des circulations par un autre éclairage disposé aux carrefours, aux accès, aux bifurcations, pour rompre une sensation de monotonie peu propice au confort des usagers.

2. Normes du confort visuel pour les établissements de santé :

L'exigence de confort visuel consiste très généralement d'une part à voir certains objets et certaines lumières (naturelles et artificielles) sans être ébloui, et d'autre part à avoir une ambiance lumineuse satisfaisante quantitativement en termes d'éclairement et d'équilibre des luminances, et qualitativement en termes de couleurs.

Dans le cadre des établissements de santé, il est important que les malades hospitalisés puissent ressentir une impression de bien-être et éprouver un certain apaisement dans des chambres offrant une vue sur le monde extérieur et baignées d'une lumière douce, mélange de lumière naturelle et de lumière artificielle.

Par ailleurs, il est tout aussi important que les personnels médicaux, paramédicaux, administratifs et techniques bénéficient des conditions d'éclairage les plus adaptées à leur travail de manière à garantir une qualité optimale des services rendus dans le respect de leur propre santé et de leur sécurité.

Utilisée à bon escient, la lumière naturelle a des effets positifs, physiologiquement et psychologiquement et est recommandée par le Code du Travail. (Certivéa – 1^{er} Juillet 2008- Référentiel pour la Qualité Environnementale des Bâtiments - "**Etablissements de santé**" Partie III : QEB).

Afin de réaliser les conditions de confort visuel dans l'environnement intérieur des établissements de santé, il convient d'assurer :

- Un éclairage naturel optimal en terme de confort afin de profiter au mieux de la lumière naturelle; le maître d'ouvrage doit assurer un niveau d'éclairement suffisant et limiter les risques d'éblouissement produits par le soleil (direct ou indirect);
- Un éclairage artificiel satisfaisant en l'absence ou en complément de lumière naturelle. Le maître d'ouvrage cherche généralement à obtenir un niveau d'éclairement artificiel suffisant et réparti uniformément pour la tâche visuelle à accomplir (saufs cas particuliers, et contraintes liées au travail sur écran). Il cherche également à limiter les risques d'éblouissement par les luminaires et à avoir une qualité de la lumière émise satisfaisante en termes de rendu des couleurs et de couleur apparente.
- La disponibilité et l'accessibilité pour les usagers, en particulier les malades, à des dispositifs de contrôle de l'apport en lumière naturelle (stores, rideaux, etc.) et de commande de l'éclairage artificiel (interrupteurs marche-arrêt et/ou gradateurs).

2.1. Assurance d'un éclairage naturel optimal tout en évitant ses inconvénients (éblouissement) :

Les locaux où se déroulent des activités prolongées doivent avoir accès à la lumière du jour (sauf contradiction liée au type d'activité), et cela afin d'apporter des effets positifs, physiologiquement et psychologiquement, à leurs usagers. De plus, ces locaux doivent permettre la vue sur l'extérieur. Pour les personnels, ces deux exigences font partie du Code de Travail [E], et sont appliquées ici aux types de bâtiments concernés par cette certification.

Pour les malades hospitalisés, l'accès à la vue sur l'extérieur et à la lumière naturelle en quantité suffisante contribuent de manière très importante au confort et à la sensation de bien-être.

Sont considérées comme des zones à occupation prolongée :

- les zones d'implantation des bureaux et des postes de travail administratif;
- les zones d'implantation des bureaux et des postes de travail des personnels médicaux et paramédicaux, hors plateaux techniques;
- les zones d'implantation des chambres des malades;
- les espaces en général fréquentés par le public.

En outre, les zones d'occupation, y compris celles situées en fond de pièce, ont besoin d'un éclairage naturel suffisant (selon le type de local), quantifiable à travers le facteur de lumière du jour (FLJ). Le FLJ est la proportion en % de l'éclairage naturel extérieur dans des conditions de ciel couvert, incluant les réflexions sur l'environnement extérieur proche (sol, masques proches et lointains, etc.), disponible sur le plan de travail; il doit être ici applicable jusqu'à une profondeur égale à deux fois la distance entre le plan de travail et le niveau du plafond. Pour prendre en compte les écarts de nombre de jours de ciel couvert entre les différentes régions de France, une réduction de 0,5% du FLJ doit être prévue pour les opérations situées dans les zones climatiques H1c, H2c, H2d et H3 définies dans l'Arrêté [F]. Des logiciels, intégrant plus ou moins de complexité, permettent la quantification du FLJ. Le type de ciel à considérer est le ciel couvert Moon & Spencer, normalisé par la CIE (Commission Internationale de l'Eclairage).

Afin d'éviter l'effet de compensation induit par le calcul d'une moyenne arithmétique entre locaux, il est préférable, lorsque le raisonnement est fait à l'échelle du bâtiment, d'introduire le pourcentage des locaux répondant à la préoccupation. Ce pourcentage dépend de l'usage du bâtiment.

Le confort étant souvent atteint, non par le respect d'une valeur minimale, mais plutôt lorsqu'il se trouve dans un certain intervalle, il convient d'éviter un trop fort éclairage naturel, ce qui serait inconfortable près des baies vitrées, et interférerait de façon négative avec d'autres cibles de QEB (voir plus haut). Des compromis astucieux sont donc à trouver lors de la conception.

Les inconvénients à éviter sont l'éblouissement (dû au soleil, direct mais aussi indirect) et les contrastes lumineux trop forts. La notion de luminance (mesurée en candela / m²) est utile ici, et le maître d'ouvrage recherchera un bon équilibre des luminances, par des revêtements peu ou pas brillants, par des couleurs appropriées, des protections solaires adaptées, etc., en déclinant la caractéristique selon le type de local. Le maître d'ouvrage accordera un soin particulier aux chambres des malades et aux locaux des plateaux techniques dans lesquels les tâches à accomplir sont complexes et demandent des précautions particulières.

Afin de garantir le confort visuel des malades tout au long de leur période d'hospitalisation, on mettra à leur disposition une commande accessible du lit leur permettant d'ajuster facilement la position des protections solaires mobiles ou des rideaux.

Tableau d'évaluation :

Préoccupation	Caractéristique	Critère	Niveau
		Intitulé	
10.1.1. Disposer d'accès à la lumière du jour dans les locaux à occupation prolongée	Part des locaux à Occupation prolongée disposant d'accès à la lumière du jour (en premier ou second jour) (1)	Bureaux et postes administratifs $\geq 90 \%$ Chambres d'hospitalisation: 100% Postes du personnel soignant hors plateaux techniques (poste d'infirmière, bureaux médicaux, etc.) : $\geq 90 \%$ Locaux d'accueil et d'attente des visiteurs : $\geq 60 \%$	B
		Locaux des plateaux techniques : accès à la lumière du jour lorsque l'usage le permet, sans exigence de pourcentage	TP
10.1.2. Disposer d'accès à des vues sur l'extérieur depuis les zones d'occupation des locaux à occupation prolongée	Part des locaux à Occupation prolongée disposant d'accès à des vues sur l'extérieur (depuis le poste de travail ou bien depuis le lit en position de lecture) (1) (2)	Bureaux et postes administratifs accès à la vue à l'horizontale depuis le poste de travail $\geq 90\%$ Chambres d'hospitalisation : accès à la vue à l'horizontale depuis le lit en position couchée : 100% Postes du personnel soignant hors plateau technique (poste d'infirmière, bureaux médicaux, etc.) accès à la vue à l'horizontale depuis le poste de	B

		<p>travail $\geq 70\%$</p> <p>Locaux d'accueil et d'attente des visiteurs : Accès à des vues sur l'extérieur pour le public et le personnel $\geq 50\%$</p>	
		<p>Locaux d'accueil et d'attente des visiteurs : Accès à des vues sur l'extérieur pour le public et le personnel $\geq 70\%$</p>	P
		<p>Chambres d'hospitalisation: accès à des vues au niveau du sol et sur des espaces verts depuis le lit en position couchée 100%</p> <p>Locaux d'accueil et d'attente des visiteurs : Accès à des vues sur l'extérieur pour le public et le personnel $\geq 80\%$</p> <p>Locaux des plateaux techniques : accès à des vues sur l'extérieur lorsque l'usage le permet, sans exigence de pourcentage</p>	TP
10.1.3. Disposer d'un éclairage naturel minimal dans les zones d'occupation	<p>Facteur de lumière du jour minimum (FLJ) sur le plan de travail jusqu'à une certaine profondeur (1) (3)</p> <p>Conditions particulières (non cumulables):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réduire les seuils de 0,5% quand les locaux 	<p>Bureaux et postes administratifs FLJ $\geq 1,5\%$ pour 80% de la zone de traitement, pour 80 % des locaux</p> <p>Chambres d'hospitalisation 1 lit FLJ $\geq 1,5\%$ pour 80% de la zone comprise jusqu'à 2m de la façade dans 80% des chambres</p> <p>Chambres d'hospitalisation 2 lits FLJ $\geq 1,5\%$ pour 80% de la zone comprise jusqu'à 2m de la façade dans 80% des chambres FLJ $\geq 1\%$ pour 80% de la zone comprise entre 2m et 4m de la façade dans 80% des</p>	B

	<p>sont utilisés de façon intermittente.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réduire les seuils de 0,5% quand un travail sur écran est prévu. - Réduire les seuils de 0,5% en zones climatiques H1c, H2c, H2d et H3 de la RT 2005. 	<p>chambres</p>	
		<p>Bureaux et postes administratifs FLJ $\geq 2\%$ pour 80% de la zone de traitement des locaux FLJ $\geq 1,5\%$ pour le reste des locaux</p> <p>Chambres d'hospitalisation 1 lit FLJ $\geq 2\%$ pour 80% de la zone comprise jusqu'à 2m de la façade dans 80% des chambres FLJ $\geq 1,5\%$ pour 80% de la même zone pour les 20% de chambres restantes</p> <p>Chambres d'hospitalisation 2 lits FLJ $\geq 2\%$ pour 80% de la zone comprise jusqu'à 2m de la façade dans 80% des chambres FLJ $\geq 1,5\%$ pour 80% de la zone comprise entre 2m et 4m de la façade dans 80% des chambres FLJ $\geq 1,5\%$ dans 80 % de la zone jusqu'à 4 m de la façade pour les 20% de chambres restantes</p>	<p>P</p>
		<p>Bureaux et postes administratifs FLJ $> 2\%$ pour 80% de la zone de traitement des locaux FLJ $> 1,5\%$ pour le reste des locaux</p> <p>Chambres d'hospitalisation 1 lit FLJ $\geq 2,5\%$ pour 80% de la zone comprise jusqu'à 2m de la façade dans 80% des chambres FLJ $\geq 2\%$ pour 80% de la même zone pour les 20% de chambres restantes</p>	<p>TP</p>

		<p>Chambres d'hospitalisation 2 lits FLJ $\geq 2,5\%$ pour 80% de la zone comprise jusqu'à 2m de la façade dans</p> <p>80% des chambres FLJ $\geq 2\%$ pour 80% de la zone comprise entre 2m et 4m de la façade dans 80% des chambres FLJ $\geq 2\%$ dans 80% de la zone jusqu'à 4 m de la façade pour les 20% de chambres restantes</p> <p>Étude des conditions d'éclairage naturel : dispositions satisfaisantes (4)</p>	
<p>10.1.4 Disposer de lumière du jour dans les circulations</p>	<p>Circulations disposant de lumière du jour (1) (5)</p>	<p>Au moins 10% des circulations disposant de la lumière du jour (1)</p>	B
		<p>Au moins 25% des circulations disposant de la lumière du jour (1)</p>	P
		<p>Au moins 50% des circulations disposant de la lumière du jour (1)</p>	TP
<p>10.1.5. Eviter l'éblouissement direct ou indirect</p>	<p>Part des locaux équipés de protections solaires mobiles ou rideaux (1)</p> <p>Part des locaux (1) équipés de dispositifs de contrôle des protections solaires ou des rideaux accessibles par l'utilisateur</p> <p>Dispositions prises pour éviter l'éblouissement</p>	<p>Chambres d'hospitalisation: 100% des chambres équipées de protections solaires ajustables ou de rideaux. Plus de 40% des chambres équipées d'une commande accessible du lit permettant de régler la position de la protection solaire ou des rideaux</p> <p>Traitement des locaux très sensibles à l'éblouissement : dispositions satisfaisantes</p>	B
		<p>Chambres d'hospitalisation: Plus de 60% des chambres équipées d'une commande accessible du lit permettant de régler la position de la protection solaire ou des rideaux</p> <p>Locaux sensibles et très sensibles à l'éblouissement : Identification des locaux concernés Étude des conditions d'éblouissement Dispositions satisfaisantes</p>	P

	direct et indirect dû au soleil dans les locaux sensibles et très sensibles à l'éblouissement	<p>Chambres d'hospitalisation: Plus de 80% des chambres équipées d'une commande accessible du lit permettant de régler la position de la protection solaire ou des rideaux</p> <p>Locaux sensibles et très sensibles à l'éblouissement: Choix de protections solaires mobiles</p>	TP
--	---	---	----

Annexe III-tableau. 2. Tableau présentant les normes du confort visuel en fonction de l'éclairage naturel dans les espaces des établissements de santé.

(1) Ces pourcentages de locaux s'entendent au prorata des surfaces.

« L'accès aux dispositifs de contrôle doit pouvoir être effectif pour les patients, ou par le personnel soignant lorsque la pathologie des patients justifie qu'elle ne leur soit pas accessible»

(2) Le nonaccès à une vue extérieure à l'horizontale du regard ne peut se justifier que par un problème de qualité de vue (trafic très proche, déchetterie, talus ou mur proche, etc.) ou par un besoin spécifique

(3) Il est rappelé que ce facteur de lumière du jour minimum s'applique jusqu'à une profondeur:

- égale à deux fois la distance entre le plan de travail et le niveau du plafond pour les bureaux et locaux administratifs

- égale à 2 m pour le premier niveau de FLJ des chambres d'hospitalisation 1 lit

- égale à 4 m pour le second niveau de FLJ des chambres d'hospitalisation 2 lits.

Les masques proches et lointains doivent être pris en compte.

Pour les chambres des établissements hospitaliers, le plan de travail peut-être le plan de lecture des patients allongés (1.10m au dessus du sol) ou le plan d'examen (0.85 m au dessus du sol).

(4) Viser un FLJ minimum de 1% en travaillant certains paramètres comme les facteurs de réflexion des parois, l'utilisation d'étagères à lumière (reportant une partie de l'éclairage en profondeur), l'utilisation de second jour, le travail sur les parties hautes des baies, etc.

(5) Par circulations, on entend les espaces intérieurs tels que les halls, les couloirs reliant les locaux « nobles » entre eux. On ne donne pas ici de FLJ minimum.

2.2. Eclairage artificiel confortable.

Les caractéristiques importantes de l'éclairage artificiel sont le niveau d'éclairage, les dispositions assurant un bon équilibre des luminances (luminaires à basse ou très basse luminance, choix de surfaces ayant des coefficients de réflexion adaptés) et évitant l'éblouissement.

Ainsi, la première caractéristique retenue est le niveau d'éclairage moyen à maintenir dans les locaux (1), selon leurs usages, correspondant aux valeurs au-dessous desquelles le niveau ne peut pas descendre (selon la norme NF EN 12464).

Les autres caractéristiques retenues sont l'indice d'éblouissement unifié (UGR), la température de couleur de la lumière émise par les lampes (Tc) et l'indice de rendu des couleurs (IRC).

Il convient de préciser que les critères associés à ces paramètres sont à décliner par type de local, et que dans certains cas assez rares (effet architectural particulier recherché) le maître d'ouvrage pourra s'en écarter quelque peu, en restant toutefois prudent.

La satisfaction en matière de confort visuel étant variable d'un individu à l'autre, il est souhaitable de permettre aux usagers des établissements de santé de maîtriser leur ambiance visuelle, de façon à permettre des adaptations aux besoins de chacun. Cette maîtrise doit être rendue possible grâce au fractionnement de l'éclairage en général, à la mise en place de gradateurs et d'interrupteurs facilement accessibles. Les malades en particulier doivent pouvoir accéder à la commande d'éclairage à partir de leur lit.

L'éclairage artificiel doit être conçu pour fonctionner en l'absence d'éclairage naturel, et en appoint de celui-ci lorsqu'il est disponible mais insuffisant; cela pour des raisons d'utilisation rationnelle de l'énergie, traitées dans la cible 4 "Gestion de l'énergie". Par soucis de diminution de la consommation

électrique, il est recommandé d'avoir recours à des dispositifs de contrôle automatique du fonctionnement des luminaires, notamment pour mieux gérer leur mise en route, leur niveau de puissance (gradation) et leur extinction. Le mode de fonctionnement des automatismes sera adapté à l'usage de chaque local, et, le cas échéant, de chaque zone du local considéré.

Table d'évaluation :

Préoccupation	Caractéristique	Critère	Niveau
		Intitulé	
10.2.1. Disposer d'un niveau d'éclairage optimal selon les activités prévues	Niveau d'éclairage moyen à maintenir dans les locaux, selon leurs usages (1) (2)	<p>- Bureaux et postes administratifs :</p> <p>300 lux sur la zone de travail</p> <p>300 lux sur la zone environnante</p> <p>200 lux dans le reste de la pièce</p> <p>- Chambres d'hospitalisation:</p> <p>Eclairage général pièce : 100 lux moyen</p> <p>Eclairage général au niveau de la tête de lit : 200 lux</p> <p>Eclairage d'appoint pour la lecture : 200 lux</p> <p>Eclairage d'appoint pour les examens et traitements : 1000 lux</p> <p>Eclairage de veille : 5 lux</p> <p>Eclairage des salles de bains et</p>	B

		<p>toilettes pour patients :</p> <p>200 lux moyen avec accentuation autour du lavabo et des toilettes</p>	
		<p>- Postes du personnel soignant hors plateaux techniques (poste d'infirmière, bureaux médicaux, etc.) : poste d'infirmière : 500 lux sur la zone de travail (paillasse) bureaux médicaux : 450 lux sur la zone d'examen, 300 lux sur la zone du bureau (zone de travail)</p> <p>Locaux d'accueil et d'attente des visiteurs : 150 lux moyen</p> <p>Locaux des plateaux techniques : dispositions conformes à la norme NF EN 12464-1</p>	TP
10.2.2. Eviter l'éblouissement dû à l'éclairage artificiel et rechercher un équilibre des luminances de l'environnement lumineux intérieur	<p>Dispositions prises pour éviter l'éblouissement en éclairage artificiel dans les locaux sensibles et très sensibles à l'éblouissement</p> <p>Dispositions prises pour assurer un bon équilibre des luminances en éclairage artificiel</p> <p>Indice d'éblouissement unifié (UGR)</p>	<p>-Circulations malades couchés : Privilégier un éclairage indirect ou direct décentré avec des luminaires à faible niveau d'éblouissement.</p> <p>-Bureaux et postes administratifs : Etude des conditions d'éblouissement. Dispositions satisfaisantes.</p> <p>-Locaux d'accueil et d'attente des visiteurs: Etude des conditions d'éblouissement Dispositions satisfaisantes</p> <p>-Chambres d'hospitalisation : Tous les éclairages sauf salle de bains et toilettes : $UGR \leq 19$ Eclairage des salles de bains et toilettes pour patients : $UGR \leq 22$</p>	B

		<p>-Postes du personnel soignant hors plateaux techniques (poste d’infirmière, bureaux médicaux, etc.) : $UGR \leq 19$</p> <p>-Locaux des plateaux techniques : $UGR \leq 19$, hors salles d’examens des yeux</p>	
		<p>-Postes du personnel soignant hors plateaux techniques (poste d’infirmière, bureaux médicaux, etc.): Etude des conditions d’équilibre des luminances de l’ambiance intérieure. Dispositions satisfaisantes</p> <p>-Locaux des plateaux techniques : Etude des conditions d’équilibre des luminances de l’ambiance intérieure. Dispositions satisfaisantes</p>	P
10.2.3. Assurer une qualité agréable de la lumière émise	Assurer des températures de couleur T_c et des indices de rendu des couleurs IRC adaptés aux activités des locaux	<p>-Bureaux et postes administratifs : $3300\text{ K} \leq T_c \leq 5300\text{ K}$ et $IRC \geq 82$</p> <p>Locaux d’accueil et d’attente des visiteurs : $3300\text{ K} \leq T_c \leq 5300\text{ K}$ et $IRC \geq 82$</p> <p>-Chambres d’hospitalisation : $3300\text{ K} \leq T_c \leq 5300\text{ K}$ et $IRC \geq 82$</p> <p>Postes du personnel soignant hors plateaux techniques (poste d’infirmière, bureaux médicaux, etc.) : $3300\text{ K} \leq T_c \leq 5300\text{ K}$ et $IRC \geq 82$</p> <p>-Locaux des plateaux techniques : $T_c \geq 5300\text{ K}$ et $IRC \geq 82$</p>	B

		<p>-Bureaux et postes administratifs : 3300 K ≤ Tc ≤ 5300 K et IRC ≥ 85</p> <p>-Locaux d'accueil et d'attente des visiteurs : 3300 K ≤ Tc ≤ 5300 K et IRC ≥ 85</p> <p>-Chambres d'hospitalisation : 3300 K ≤ Tc ≤ 5300 K et IRC ≥ 85</p> <p>Postes du personnel soignant hors plateaux techniques (poste d'infirmière, bureaux médicaux, etc.) : 3300 K ≤ Tc ≤ 5300 K et IRC ≥ 85</p> <p>-Locaux des plateaux techniques : Tc ≥ 5300 K et IRC ≥ 85</p>	P
		<p>Bureaux et postes administratifs : 3300 K ≤ Tc ≤ 5300 K et IRC ≥ 85</p> <p>Locaux d'accueil et d'attente des visiteurs : 3300 K ≤ Tc ≤ 5300 K et IRC ≥ 85</p> <p>Chambres d'hospitalisation : 3300 K ≤ Tc ≤ 5300 K et IRC ≥ 90</p> <p>Postes du personnel soignant hors plateaux techniques (poste d'infirmière, bureaux médicaux, etc.) : 3300 K ≤ Tc ≤ 5300 K et IRC ≥ 85 IRC ≥ 90 en consultation</p> <p>Locaux des plateaux techniques : Tc ≥ 5300 K et IRC ≥ 90</p>	TP
10.2.4. Maîtrise de l'ambiance visuelle dans les chambres	Part des chambres (3) équipées de dispositifs de contrôle d'éclairage accessibles aux patients.	<p>Chambres d'hospitalisation : 100% des chambres équipées de commandes accessibles du lit permettant la mise en marche et l'arrêt de l'éclairage</p> <p>Chambres de maternité :</p>	B

		100% des chambres équipées de commandes accessibles du lit permettant la mise en marche et l'arrêt de l'éclairage.	
		<p>Chambres d'hospitalisation : Plus de 50% des chambres équipées d'une commande accessible du lit permettant la gradation de l'éclairage d'ambiance au niveau du lit</p> <p>Chambres de maternité : 100% des chambres équipées d'une commande accessible du lit permettant la mise en marche, l'arrêt et la gradation de l'éclairage d'ambiance au niveau du lit</p>	P
		<p>Chambres d'hospitalisation : 100% des chambres équipées d'une commande accessible du lit permettant la mise en marche, l'arrêt et la gradation de l'éclairage d'ambiance au niveau du lit</p>	TP
10.2.5 Optimiser le Contrôle de l'éclairage général (hors éclairage de veille)	général (hors éclairage de veille) Part des locaux (3) équipés de dispositifs de contrôle automatique de l'éclairage artificiel en fonction de l'apport en lumière naturelle et de l'occupation. Ces dispositifs comprennent en particulier certains des éléments suivants: - lampes et appareillages équipés	<p>Bureaux et postes administratifs : Au moins 50% des locaux équipés d'interrupteurs manuels marche/arrêt et d'un dispositif supplémentaire d'extinction automatique (4)</p> <p>Locaux d'accueil et d'attente des visiteurs : Au moins 50% des locaux équipés d'interrupteurs manuels marche/arrêt et d'un dispositif supplémentaire d'extinction automatique (4)</p>	B
		<p>Bureaux et postes administratifs : Au moins 50% des locaux équipés de</p>	P

	<p>pour la gradation, - horloge de programmation de l'extinction automatique, - détecteurs de présence et de détecteurs de lumière.</p> <p>Cette disposition permet de limiter l'usage de l'éclairage artificiel lorsque certains locaux sont inoccupés ou lorsque la lumière naturelle apporte un éclairage suffisant.</p>	<p>dispositifs de «marche manuelle/arrêt manuel ou automatique» (5)</p> <p>Locaux d'accueil et d'attente des visiteurs : Au moins 50% des locaux équipés de dispositifs de «marche manuelle ou automatique /arrêt automatique» (6)</p> <p>Circulations : Au moins 50% des circulations équipées de dispositifs de «marche manuelle ou automatique /arrêt automatique» (6)</p> <p>Soignant hors plateaux techniques (poste d'infirmière, bureaux médicaux, etc.) : Au moins 50% des locaux équipés de dispositifs de «marche manuelle/arrêt manuel ou automatique» (5)</p>	
		<p>Bureaux et postes administratifs : Au moins 50% des locaux équipés de dispositifs de gradation (7)</p> <p>Locaux d'accueil et d'attente des visiteurs : Au moins 50% des locaux équipés de dispositifs de gradation (7)</p> <p>Circulations : Au moins 50% des circulations équipées de dispositifs de gradation (7)</p> <p>Postes du personnel soignant hors plateaux techniques (poste d'infirmière, bureaux médicaux, etc.) :</p>	<p>TP</p>

		Au moins 50% des locaux équipés de dispositifs de gradation (7)	
--	--	---	--

Annexe III-tableau. 3. Tableau présentant les normes du confort visuel en fonction de l'**éclairage artificiel** dans les espaces des établissements de santé.

(1) Définition donnée dans la **NF EN 12464** : valeur en dessous de laquelle l'éclairage moyen de la surface considérée ne peut pas descendre. Il s'agit de l'éclairage moyen au moment où la maintenance doit être assurée.

(2) Voir la norme NF EN 12464, très complète, qui distingue de nombreux types de locaux. Par exemple, pour les bâtiments d'enseignement, une vingtaine de zones sont référencées, pour lesquelles les éclairages (à maintenir) sont définis (circulations, cuisine, salle de dessin, etc.)

(3) Ces pourcentages de locaux s'entendent au prorata des surfaces. « L'accès aux dispositifs de contrôle doit pouvoir être effectif pour les patients, ou par le personnel soignant lorsque la pathologie des patients justifie qu'elle ne leur soit pas accessible. »

(4) Interrupteur manuel marche/arrêt et dispositif supplémentaire d'extinction automatique : un interrupteur situé dans la zone éclairée ou à proximité de cette zone (issue par exemple) permet d'allumer et d'éteindre l'éclairage artificiel. De plus, un dispositif éteint automatiquement l'éclairage artificiel de la zone au moins une fois par jour, en général en soirée, afin d'éviter un fonctionnement inutile.

(5) «marche manuelle/arrêt manuel ou automatique» : l'éclairage artificiel ne peut être allumé qu'à l'aide d'un interrupteur situé dans la zone éclairée ou à proximité de cette zone (issue par exemple) et, s'il n'est pas éteint manuellement, il est automatiquement et complètement éteint par un système automatique, 15 min au plus tard après détection de la dernière présence dans la zone éclairée.

(6) «marche manuelle ou automatique/arrêt automatique» : l'éclairage artificiel peut être allumé par détection de présence ou par un interrupteur situé dans la zone éclairée ou à proximité de cette zone (issue par exemple) et il est automatiquement éteint par un système automatique 15 min au plus tard après détection de la dernière présence dans la zone éclairée.

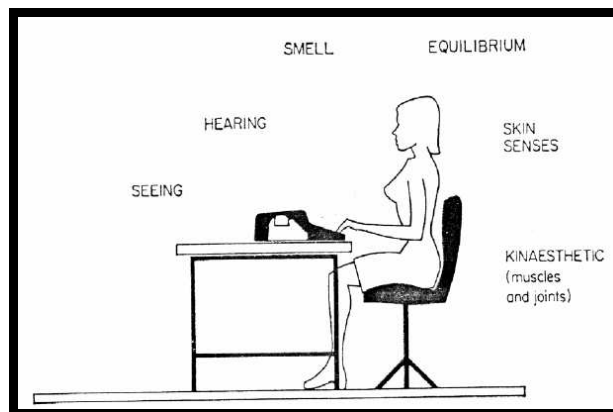
(6) « gradation » : pendant les périodes de fonctionnement de l'éclairage artificiel, la puissance des luminaires est ajustée automatiquement en fonction de la quantité de lumière naturelle de manière à ne pas dépasser les éclairages moyens à maintenir. La gradation est rendue possible par l'utilisation de capteurs de lumière, de lampes et d'équipements électriques adaptés. Lorsqu'un dispositif d'arrêt automatique de l'éclairage est mis en place, il est conseillé d'utiliser la gradation pour diminuer les niveaux d'éclairage de 20% avant de procéder à l'arrêt total de l'éclairage artificiel, de manière à prévenir de l'extinction les personnes situées dans la zone éclairée ou à proximité de cette zone, dont la présence ne serait pas détectée.

Annexe IV : La notion « d'ambiance »

1. Définitions de la notion d'ambiance:

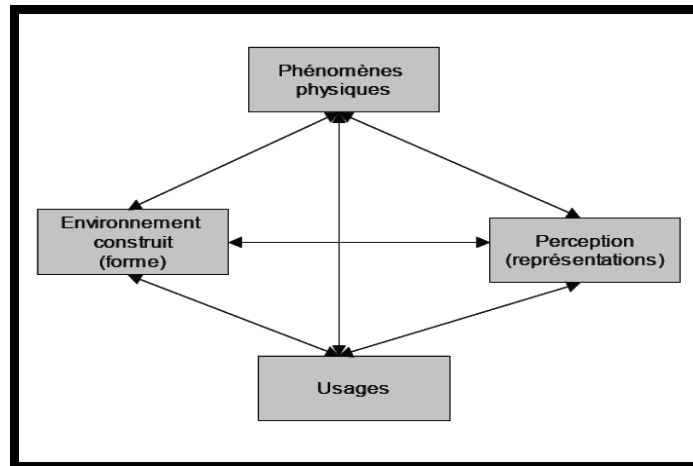
En tant que **perception sensible de l'environnement** urbain et architectural, l'ambiance est une expérience partagée par tout le monde mais le plus souvent difficilement communicable et explicable. Les définitions les plus courantes du terme « Ambiance » sont les suivantes :

- « Le terme **ambiance** indique un **milieu** qui nous entoure, qui nous environne, enfin un **contexte** dans lequel on se localise. Il s'agit donc d'une **situation** qui peut réunir un **environnement** et la (ou les) **personne** qui s'y trouve, où cet **environnement** peut être physique aussi bien que moral », veut dire que c'est « une atmosphère matérielle et morale qui environne un lieu, une personne »;
- « Les éléments et dispositifs physiques qui font une ambiance »,



Annexe IV- figure. 1. Les moyens de communication sensoriels entre l'utilisateur et son environnement dans un espace architectural (Broadbent, 1988).

La notion d'ambiance nous permet d'échapper précisément à une trop stricte opposition sujet/objet, c'est-à-dire d'éviter la séparation entre la perception du milieu par un usager et l'objet perçu. Elle articule la connaissance des **phénomènes physiques** en présence, leurs interactions avec **la forme construite, les usages** des espaces architecturaux et urbains, **la perception** de l'utilisateur et ses différentes représentations (voir figure 1). Elle permet également de traverser les échelles spatiales et temporelles. Paradoxalement, les recherches engagées depuis quelques décennies se sont focalisées sur deux champs complémentaires : l'un se concentrant davantage sur **la maîtrise des flux ambiants** (lumière, son, chaleur, aéraulique, odeur, ...) s'appuyant sur les sciences pour l'ingénieur et la connaissance des formes urbaines et architecturales, l'autre explorant l'analyse de l'expérience sensible in situ et mobilisant les savoirs sur les usages et les représentations. (Gérard Hégron, Henry Torgue, 2007).



Annexe IV- figure. 2. Éléments constitutifs des ambiances

Ainsi, il est donc possible de définir l'ambiance, au moyen d'un *modèle général et basique*, comme « une interaction complexe d'influences réciproques perçues entre les phénomènes physiques et les formes de l'environnement construit ».

En effet, les « **Ambiances** » sont des « Phénomènes physiques engendrés par un **dispositif technique** (le résultat d'une production experte) et par une **réception** traduite par une impression ou organisation perceptive composée d'éléments cognitifs et sensibles.» (Péneau, 2004).

En architecture, les travaux sur les ambiances insistent sur les **aspects sensoriels** naissant d'un certain **stimulus physique** considéré comme un **signal** (un bruit, une odeur, une lumière...). A partir de ses **stimuli**, on peut définir trois environnements physiques qui résument **les différents types d'ambiances**, à l'instar de **l'ambiance lumineuse, thermique/aéroulrique et sonore**. Ce signal qui n'a pas de signification en soi sauf s'il est perceptible. Ces mêmes stimuli ont été définis dans le passé, comme besoins humains fondamentaux susceptibles de devenir des éléments conceptuels.

Ces définitions nous renvoient d'emblée à la dualité *objectif / subjectif* et ouvrent la discussion sur **la complémentarité** des notions d'**ambiances** et d'**ambiance**. Il est possible d'isoler la dimension physique des phénomènes d'ambiance de leur perception sensible et esthétique ou d'associer à l'ambiance générale d'un lieu les différents phénomènes physiques et sensibles qui se rattachent aux ambiances lumineuses, sonores, thermiques, olfactives, etc.

L'architecture est non seulement une forme visuelle mais aussi habitée, vécue, investie. Suivant cette logique les chercheurs s'intéressent aux **usagers**; leurs comportements réceptifs du signal.

« Une **ambiance architecturale** ou urbaine est la synthèse, pour un individu et à un moment donné, des perceptions multiples que lui suggère le lieu qui l'entoure. En ce sens, cette ambiance est unique. L'élaboration de ce lieu architectural ou urbain cumule des savoirs et des savoirs- faire provenant de registres variés : arts plastiques, sciences et techniques, sciences sociales... Elle est plurielle»⁹ Luc Adolphe, 1998 (Les cahiers de la recherche architecturale, p. 7)

Augoyar mentionne que parmi les qualités perceptibles de l'environnement étudiées dans la démarche de projet architectural, trois aspects se sont particulièrement développés selon des besoins liés à la demande sociale, soient : **la lumière, la thermique et l'acoustique**.

⁹ Claude MH DEMERS, Jean-Gabriel MIGNERON et André POTVIN. 2003. ARC-66362 AMBIANCES PHYSIQUES ARCHITECTURALES ET URBAINES. École d'architecture. Université Laval.

Les travaux sur les ambiances articulent les trois composantes qui caractérisent le plus souvent la spécificité de la recherche architecturale : les objets, les sujets, le projet.

- **Les objets** : il s'agit ici des **phénomènes physiques** d'ambiances, **naturels et anthropiques**, qui sont en **interaction** avec l'environnement construit (bâtiments, infrastructures, ...) et naturel (parcs, végétation, plans d'eau, ...);
- **Les sujets** : il s'agit des habitants qui **pratiquent ou fréquentent** les environnements architecturaux et urbains et qui **perçoivent et ressentent** leur environnement physique (objet) en fonction **de leur sensibilité physiologique, psychologique et culturelle** (représentations cognitives) et de **l'usage** de ces lieux
- **Le projet** : l'enjeu est de concevoir un projet urbain ou architectural qui respecte in fine **les intentions d'ambiance** du concepteur (architecte, urbaniste). Il s'agit d'anticiper les propriétés d'ambiance d'un environnement construit qui n'existe encore pas.

Par conséquent, les travaux sur les ambiances constituent une recherche intrinsèquement **interdisciplinaire** qui marie l'architecture et l'urbain avec les sciences pour l'ingénieur et les sciences humaines et sociales.

2. Qualification de ou des ambiances « Éléments pour un modèle d'ambiances:

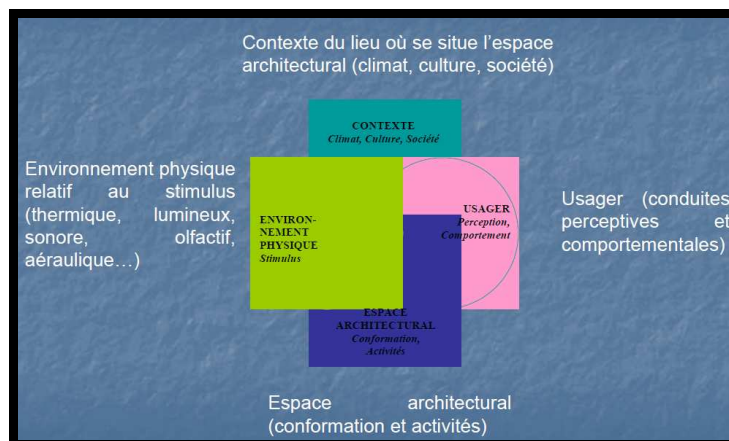
Quatre conditions autorisent de **qualifier d'ambiance** un ensemble de phénomènes localisés (Augoyard, 2004):

1. Les signaux physiques de la situation sont repérables et décomposables dans l'espace concret qui les conforme
2. Ces signaux informés interagissent avec:
 - La perception, les émotions, l'affectivité et les actions des sujets
 - Les représentations sociales et culturelles
3. Ces phénomènes composent une organisation spatiale construite (construction architectonique et/ou construction perceptive)
4. Le complexe [signaux/percepts/représentations] est exprimable (possibilité d'accéder à la représentation experte et/ou usagère)

3. La caractérisation d'une ambiance :

L'ambiance dans un espace architectural **n'est pas singulière** et se réfère à un seul genre de signaux mais elle est plutôt **multiple** (olfactive, lumineuse, sonore...). Ceci caractérise cette notion d'une complexité incontournable.

Également, les études ont montré **l'impact du contexte** dans la caractérisation d'une ambiance. Le contexte agit en tant qu'**environnement** intérieur ayant des **propriétés morphologiques** et / ou **spatiales** précises, en tant qu'environnement **physique** extérieur engendrant des stimuli spécifiques ou bien par le biais de **l'usager**, individu aux traits propres dépendant aussi de son **milieu culturel, social** et aussi **climatique**.



Annexe IV- figure. 3. Eléments agissant sur la caractérisation d'une ambiance

Il faut prendre en compte **l'espace architectural** qui est l'espace construit, **environnement** architectural ou urbain ayant des caractéristiques spatiales ou morphologiques, qui y est l'objet d'étude, car il est **un paramètre influant dans la caractérisation d'une ambiance** qui la distingue des autres approches se penchant sur le même problème. L'espace **physique construit** investi de manière très indirecte voire superficielle dans l'une ou l'autre discipline.

La notion d'ambiance apporte certes des éléments nouveaux pour l'étude des stimuli physiques au sein des espaces construits dont l'exigence de la **plurisensorialité**.

4. Du physique au sensible

Depuis une trentaine d'années nous sommes passés progressivement de la notion de **nuisance** à la notion de **confort** puis à celle d'**ambiance** mobilisant des méthodologies d'abord disciplinaires, puis progressivement interdisciplinaires.

Les études conduites sur les nuisances et le confort se sont développées à partir de l'analyse des phénomènes physiques d'ambiance s'appuyant sur les sciences pour l'ingénieur mobilisant les connaissances sur les phénomènes physiques, leur modélisation, la simulation numérique, la gestion et le traitement numérique de l'information, etc.

L'objectif poursuivi est essentiellement **la maîtrise des flux ambiants** (lumière, son, chaleur, aéralique, odeur,...) produits de **l'interaction** entre formes architecturales et urbaines, phénomènes physiques en présence et usages des lieux [1]. Cette approche sert le plus souvent une vision assez régulatrice et normative de l'environnement sensible. Elle répond à l'une des définitions courantes du terme ambiance déjà citée.

Mais une ambiance est plus que la collection de signaux ou que l'évaluation de paramètres physiques ou d'indicateurs objectifs. Elle est par essence un **phénomène situé**. Des progrès ont été réalisés pour intégrer cette dimension en utilisant notamment l'expérimentation in vitro grâce aux techniques de **l'immersion interactive** (réalité virtuelle) où les procédures d'immersion cherchent à mettre en relation les résultats des observations (enquêtes in vitro) et les indicateurs physiques correspondants (Mesures, paramètres physiques simulés). Mais en raison des limites technologiques, cette méthodologie reste encore insuffisante dans l'explication des situations concrètes.

L'analyse des phénomènes physiques d'ambiance s'accorde le plus souvent au pluriel, impliquant l'étude des **différentes composantes constitutives d'un lieu**: ambiance lumineuse, ambiance sonore, ambiance thermique, etc. **L'analyse croisée** des paramètres physiques d'ambiance à l'aune des usages produit une vision plus **synthétique** de l'ambiance, mais n'en fournit cependant pas une réelle synthèse.

La seconde définition courante du terme ambiance « Atmosphère matérielle et morale qui environne un lieu, une personne » complète la **dimension objective** (physique et environnementale) en introduisant une **dimension subjective** (sensible, esthétique). La compréhension et la production des qualités sensibles dans le projet passent par conséquent par l'étude du rapport entre les **différents facteurs d'ambiance** (lumière, son, chaleur, aéralique, odeur, ...) et des liens qui existent entre le **quantitatif** et le **qualitatif**, le **physique** et **l'humain**, le **conçu** et le **vécu**, le **théorique** et la **pratique**. Elles nécessitent une analyse des **ambiances in situ** qui ne fait abstraction ni du signal physique, ni de la perception, ni de la composante humaine et collective. Le champ des ambiances entremêle donc la forme construite, la forme perçue (le vécu) et la forme représentée. Le terme "construit" englobe tout le contexte environnemental qui prend ici les aspects de l'urbain sans se limiter aux édifices architecturaux. Que ce soit l'implantation générale, les matériaux utilisés, l'orientation par rapport au soleil ou à l'aéralique locale, l'état des réseaux et leur accès, la gestion des déchets, les transports..., tout le cadre de vie dans ses grandes structurations comme dans ses détails est au cœur de l'analyse des ambiances.

Cette seconde posture consiste à placer **l'usager au centre du questionnement sur le lieu** et à tenter de comprendre les interactions entre lui, les autres et le cadre de vie. L'habitant n'est pas seulement considéré comme figurant passif, subissant un état de fait extérieur, au sens où l'environnement désignerait le contexte dans sa dimension inéluctable, une vaste chape englobante sur laquelle on ne pourrait agir, ensemble de données physiques s'imposant sans échappatoire, mais aussi comme acteur, dans un rapport dynamique avec l'espace, développant des pratiques ordinaires ou remarquables, des projections imaginaires et de multiples systèmes d'appropriation.

Aujourd'hui, la recherche associée à la relation entre l'architecture et l'environnement est effectuée sous l'appellation de « **maîtrise des ambiances** » (Jean-François Augoyard dans Les cahiers de la recherche architecturale, p.13).

Bien que l'étude des ambiances soit analysée sous ces trois domaines distincts, il importe de les comprendre dans un environnement beaucoup plus vaste et complexe.¹⁰

5. Les approches :

Pour une appréhension globale du phénomène « Ambiances », il ya trois façon de s'approcher à cette notion :

- **Approche sensible :** Lecture multi sensorielle (ou synestésique) de l'espace architectural intégrant les expériences vécues, **la perception** et les représentations usagères → PERCEPTION

¹⁰ Michel Serres, 1985, Les cinq sens, Grasset, Paris.

- **Approche physique :** Saisie des facteurs physiques (lumineux, sonores, thermiques, aérauliques, olfactifs..) : Méthodes d'instrumentation, de modélisation, de simulation et de mesures in situ → DISPOSITIFS
- **Approche esthétique :** L'expérience émotionnelle de l'espace architectural. Au-delà du sensible et des cadres habituels de la perception. La part de l'art → REFERENCE

Les études entamées auront pour objectif commun, l'élaboration d'un ensemble de connaissances scientifiques sur les Ambiances architecturales et urbaines relevées dans le domaine traditionnel, vernaculaire et contemporain.

A partir de ces approches on peut dire qu'il ya trois aspects relevant du phénomène des ambiances architecturales et urbaines : le référentiel, le perceptif et l'analytique.

5.1. L'aspect perceptif : La perception ordinaire des ambiances

- La perception des ambiances dépend, pour une large part, du profil des **usagers**. Il s'agit de définir (ou caractériser) cette perception en mettant en scène l'Homme dans son environnement construit. Ceci se traduira non seulement au niveau de l'exploration kinesthésique (**déplacement, mobilité, gestes**) et synestésique (intersensorialité) de l'espace architectural et urbain mais aussi en tenant compte du (ou des) **discours tenu(s)**.
- Outre le fait que les « facteurs d'ambiance » (lumière, son, vent, couleur, chaleur, bruit, etc.) interagissent entre eux, chacun agit de manière spécifique sur l'expérience sensible du lieu. Il s'agit d'en étudier le rôle et d'en **saisir l'impact sur la perception des ambiances**. Pour étudier cet aspect, on peut s'appuyer sur des résultats obtenus à partir des enquêtes, questionnaires et observations,...

5.2. L'aspect analytique : Les dispositifs de contrôle

Toute architecture a recours à des dispositifs de contrôle des ambiances. Il s'agit de comprendre le fonctionnement de ces dispositifs et d'en déterminer le rôle dans la maîtrise des ambiances. L'analyse physico-technique de ces éléments « ambiants », faite par le biais de mesures in situ et d'outils **d'instrumentation informatisés**, associée à des enquêtes visant la reconstitution du vécu sensible, permettra l'évaluation de leurs performances en la matière.

5.3. L'aspect référentiel : Référence/Ambiance

- L'ambiance est considérée comme **une référence utilisable dans le processus de conception**. Il s'agit de mener des investigations sur **des exemples** architecturaux et urbains significatifs en vue de constituer **un corpus** d'œuvres considérées comme exemplaires en matière d'ambiances. Les œuvres sont définies par leurs ambiances qui seront **qualifiées** et **quantifiées**. La modélisation et la simulation numérique réalisées grâce aux outils d'instrumentation physique permettront une meilleure compréhension du phénomène étudié.
- Les modalités de conception (représentation, capture, emprunt, transposition, etc.) deviennent **la référence à étudier**. L'objectif est d'améliorer les connaissances susceptibles de contribuer au développement d'outils et de méthodes pour une « mise en ambiances » du projet, et ce dès les premières phases de son élaboration.

Cette approche nécessite un dispositif méthodologique différent dans la mesure où il se fonde essentiellement sur **un travail d'archives** (brouillons, esquisses, échanges épistolaires, revues et documents de travail, etc.)

L'étude des ambiances est donc fortement interdisciplinaire. Elle tente d'une part de dépasser les clivages phénoménologiques introduits par la séparation des sens et des sensations. Elle essaie en outre de dépasser les problématiques locales du confort ou de l'inconfort, en introduisant **une dimension esthétique** à la perception des interactions formes / phénomènes.

Enfin, elle tente de mettre en œuvre ces dimensions descriptives dans le champ de l'analyse des objets architecturaux et urbains, en renouvelant pour une part les savoirs de ce domaine. Elle n'en est qu'à ses débuts¹¹.

Lorsque Palladio, Alberti et Serlio s'intéressaient à l'éclairage naturel en publiant des principes liés essentiellement au dimensionnement des ouvertures, seule technologie de l'époque, ils répondaient au défi du contrôle environnemental par les variables de l'architecture. Aujourd'hui, les technologies 'hybrides' du contrôle environnemental procurent au concepteur de nouvelles variables à la fois architecturales et mécaniques rendant nécessaire l'appréhension de l'espace à l'aide d'outils et de méthodes d'analyse plus complexes. La démarche expérimentale intégrée permet de concrétiser et d'assumer cette démarche de manière rigoureuse et créatrice. L'étude des ambiances physiques permet au concepteur de bénéficier de ressources tangibles pour valider ses hypothèses fonctionnelles et ou plastiques. Parmi les variables disponibles au concepteur, l'ouverture constitue un véritable 'interrupteur environnemental' et le lieu d'expression souvent dramatique, de cette relation intérieure extérieure.

Enfin, l'ambiance, un concept globalisant, complexe, et un domaine interdisciplinaire. D'après les composants constituant la globalité de cette notion polysémique, l'usager; qui joue un rôle déterminant dans la perception et la qualification de la qualité de l'ambiance in situ.

¹¹ J-F. Augoyard (1991, 1995) et de J-P. Péneau (1991).

Annexe V :

Ambiance lumineuse et espace architectural

« L'espace est un instrument joué par la lumière, elle glisse sur les murs, les niches, les colonnes et au-delà se reflète dans l'espace » Juba Leiviska.

L'architecture, dans son principe, se rapporte à la fabrication d'espace. La définition de l'espace architectural correspond à la définition de l'enceinte, pour laquelle la lumière joue un rôle fondamental. Comme le dit Ciriani; « L'opacité fixe l'espace. Il n'y a de fixe que ce qui est fixé par la lumière ».

Notre sens de l'espace dépend de la manière dont la lumière nous révèle ses limites. Ainsi, une salle blanche dont un des murs est vitré paraît ouverte et spacieuse lorsqu'elle est éclairée par la lumière naturelle. Ce même espace, de nuit, éclairé à la seule flamme d'une bougie, devient mystérieux : les coins et les limites de la pièce disparaissent dans l'obscurité, l'image de la flamme se reflète dans la verrière qui semble couvrir un espace noir infini.

Par contre, si quelqu'un tire un rideau blanc devant la vitre, les conditions changent : de jour, la lumière est diffuse et voilée; de nuit, le tissu réfléchit le peu de lumière émis par la bougie et entoure la pièce de sa surface illuminée. Tout changement de lumière induit donc des modifications de **notre perception d'un espace**.

Les ouvertures sont les multiples yeux d'un local; elles développent des axes, des cadrages, des intensités de perception. La définition précise des dimensions des ouvertures, de leurs rôles et de leur répartition est un moyen de composition cohérent, basé sur le jeu des vides et des pleins, aussi bien pour l'espace intérieur que pour l'expression extérieure.

La définition d'un espace architectural dans la lumière présente de nombreux aspects. Tout d'abord, elle implique l'étude des différentes parois qui le délimitent. Ainsi, le traitement des bords de l'enveloppe et des interfaces lumineuses s'avère essentiel. Le travail des surfaces de rencontre entre l'intérieur et l'extérieur permet de mettre en évidence leur connexion ou, au contraire, leur séparation. Dès lors, la lumière peut relier différentes pièces ou les séparer. Elle constitue aussi un moyen subtil pour valoriser les proportions d'une salle ou en transformer leur perception. Enfin, elle se révèle un instrument utile pour promouvoir une orientation dans un édifice en accentuant une direction, en développant une hiérarchie ou en suggérant un mouvement.

1. La lumière et les limites

La lumière fait partie des éléments qui nous permettent de différencier l'intérieur de l'extérieur. Nous attendons de l'intérieur qu'il nous protège des conditions de l'extérieur et qu'il crée une forme distance ainsi qu'un environnement adapté à l'activité prévue à cet endroit. Mais cette fonction de protection se complique du point de vue de la lumière de par notre attente à son égard. Le désir de lumière accroît la complexité du rôle que le mur doit jouer compte tenu des conditions climatiques. La relation entre la lumière et le climat est multidimensionnelle. Elle renvoie à l'esprit du lieu, au confort de l'occupant mais aussi à sa culture puisque les coutumes humaines sont liées au climat.

La fenêtre est la composante majeure du rapport spatial entre intérieur et extérieur. Elle détermine le sens de la séparation ou de la connexion à l'extérieur en fonction de ses dimensions relatives par rapport au mur solide. L'emplacement, les dimensions et les détails de l'ouverture définissent le type de transition entre la pièce et le paysage (ainsi déterminent le niveau de visibilité au sein de l'espace).

En général, des trous effectués dans un mur massif augmentent la perception de l'enveloppe et l'intériorité de l'espace alors qu'une paroi totalement vitrée crée une sensation de dématérialisation du bâtiment et accentue la relation entre intérieur et extérieur.

L'idée de la lumière séparant ou reliant l'intérieur et l'extérieur diffère, dans sa signification comme dans son interprétation, selon les époques et les cultures. Les matériaux de construction localement disponibles, les méthodes d'édification et les conditions climatiques influencent le nombre, la taille et le type de contacts entre intérieur et extérieur.

Lorsque l'expérience interne contraste avec l'extérieur, la séparation est mise en évidence : c'est le cas dans l'opposition entre la brillance d'un paysage enneigé ou d'un jour très ensoleillé et une grande obscurité intérieure. Mais si l'expérience interne est conforme à l'environnement et aussi lorsque certains aspects de l'extérieur sont délibérément introduits à l'intérieur ou inversement, la liaison intérieur-extérieur est soulignée.

1.1. La lumière sert de lien entre l'intérieur et l'extérieur :

Dans sa chapelle sur l'eau (Hokkaido, Japon, 1988), Tadao Ando offre beaucoup plus qu'une ouverture sur le paysage; il développe réellement une interpénétration entre l'espace de la chapelle et la nature qui l'entoure. La paroi totalement vitrée paraît supprimer la barrière entre intérieur et extérieur. Les murs en béton appartiennent au monde intérieur mais la tension qu'ils créent avec l'extérieur est résolue de manière expressive par la simplicité de l'espace intérieur. Les formes utilisées dans cette architecture sont simplifiées au point que nous sommes tentés de les oublier. Ainsi, les murs nous dirigent vers le lac sans nous enfermer. De plus, aucune différence de luminosité marquante ne se perçoit entre intérieur et extérieur, si bien que le paysage entre véritablement, avec sa lumière, dans l'espace interne.

Simultanément, la croix que nous imaginions à l'intérieur est projetée dans le bassin sur lequel s'ouvre la chapelle. L'espace de la chapelle s'étend, flotte à la surface de l'eau et atteint la croix, symbole du lien tangible entre la chapelle et son environnement. De plus, le bassin d'eau réfléchit la lumière et amène la luminosité du ciel sur la terre. Cette conception permet d'élargir l'espace non seulement sur le lac mais jusqu'au ciel.

1.2. La lumière marque la séparation entre l'intérieur et l'extérieur :

Paradoxalement, la lumière du jour crée parfois une séparation métaphorique entre un espace intérieur et son environnement, même lorsqu'il y a une vue claire sur les alentours ou si la surface vitrée est importante. Citons quelques éléments qui soulignent cette séparation tout en laissant entrer la lumière : lorsqu'une fenêtre encadre un paysage, l'environnement mis en scène apparaît alors éloigné, donnant l'impression d'un tableau, doublé d'une façade, même largement percée, marque l'importance de la transition entre l'intérieur et l'extérieur, des brise-soleils constituent une présence matérielle entre une pièce et le monde extérieur, l'utilisation d'un vitrage translucide ou d'un travail coupe toute possibilité de vue directe sur l'extérieur.

F. L. Wright accentue la séparation entre intérieur et extérieur par le choix d'un grand nombre d'ouvertures relativement minces plutôt que par quelques fenêtres très larges. Ainsi, l'absence d'homogénéité de la répartition de la lumière le long du mur donne davantage l'impression d'une lumière filtrée par la paroi plutôt que celle d'une surface percée par des ouvertures. Enfin, il place des avancées entre chaque appel de lumière; cet épaissement du mur renforce encore l'enveloppe du bâtiment.

1.3. La lumière sépare les pièces :

Une forte différence de quantité ou de qualité de l'éclairage naturel de pièces adjacentes peut à l'occasion les séparer.

Ainsi, Juha Leiviskâ utilise un seul vitrage zénithal pour définir deux espaces adjacents. Bien qu'un mur divise les deux parties, la lumière joue un rôle tout aussi important dans leur séparation car elle attribue des caractères différents aux deux faces d'une même paroi. Dans le vestiaire, seule une ouverture étroite permet à la lumière d'être réfléchi sur le mur de séparation. La lumière naturelle est donc introduite comme un arrière-plan lumineux. Au contraire, dans l'entrée du bâtiment, la lumière définit le mur comme un élément majeur de la pièce.

L'ouverture zénithale est nettement plus large de ce côté de la lumière y est non seulement invitée à éclairer le mur de manière directe mais aussi à se répandre dans la totalité du volume.

La définition lumineuse des espaces de la photo ci-contre pivote en même temps que la large porte qui les sépare. A ce point, lumière et obscurité se juxtaposent. La lumière apparaît donc comme l'élément principal de la distinction entre ces deux zones.

2. La lumière dans l'espace

L'espace, tel que nous en faisons l'expérience à travers l'architecture, est le résultat de notre système de perception. Notre vision de l'espace autour de nous est basée en partie sur notre expérience et sur nos préjugés. Notre processus de perception se révèle plus clairement lorsque nous sommes confrontés à des situations en dehors de notre gamme habituelle d'expériences. Le cerveau reçoit des indices sensoriels mais ce qu'il interprète pour représenter « la réalité » ne correspond pas toujours à la réalité de la forme physique, en particulier lorsque les niveaux d'éclairage sont bas. La lumière contribue à la définition de l'espace dans sa globalité et à la perception de ses dimensions.

2.1. La lumière unifie l'espace :

Le jeu simultané des formes et de la lumière renvoie au caractère d'un espace. La photo ci-contre montre un vaste espace intérieur qui affirme son unicité. Si le volume apparaît d'une extrême simplicité, c'est que l'enceinte a été étudiée et modelée dans la lumière pour obtenir cet effet. Les murs blancs reçoivent et réfléchissent la lumière de manière à ce qu'elle provienne de toutes les directions, renvoyée par toutes les parois blanches. Cette lumière globalement très homogène unifie l'espace intérieur. De plus, ces murs directement baignés de lumière renforcent l'effet d'enveloppement : ils protègent l'espace intérieur du monde extérieur.

De plus, le plafond moins favorisé par cet éclairage indirect et le sol légèrement plus foncé créent deux plans parallèles qui définissent clairement l'unité de cet espace.

La présence d'un sol ou d'un plafond très réfléchissant, sur lequel la lumière s'étend facilement, peut également jouer un rôle essentiel dans l'accentuation de l'unité d'un local.

Par ailleurs, un éclairage multilatéral permet d'établir un équilibre dans la répartition lumineuse d'une pièce. De même, la parfaite symétrie entre les ouvertures de deux murs qui se font face se veut souvent un élément unificateur du contour du bâtiment.

2.2. La lumière divise l'espace :

La lumière peut définir plusieurs zones à l'intérieur d'un volume simple. Ainsi, dans l'église de Vézelay, la division spatiale entre la nef et le chœur est fortement marquée par les ambiances lumineuses créées dans ces deux parties; le chœur, inondé de lumière, se détache de la nef, bercée dans une douce pénombre. La perception de l'espace y est séquentielle.

Un jeu subtil sur les variations d'intensités lumineuses offre une perception différenciée des lieux et des objets. Il est donc possible d'exploiter la lumière pour structurer l'espace et mettre en place des gradations et des transitions.

La photo ci-contre montre comment la lumière différencie parfois des espaces interpénétrés. Ainsi, la zone d'entrée de ce bâtiment affirme son autonomie par rapport à l'ensemble du rez-de-chaussée. Cette partie plus lumineuse et dont le plafond est plus élevé crée une zone de transition entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment.

2.3. La lumière qui dirige :

2.3.1. La lumière crée un lieu focal :

Les monuments illuminés constituent les points d'attraction de nombreuses villes. De même, les différences de forme, de matériau, de couleur, d'orientation,... entre la façade d'un bâtiment et son voisinage ou son implantation attirent les regards sur celui-ci lorsque le soleil l'éclaire.

Créer un point focal lumineux en trouant un mur dans une pièce sombre peut sembler évident mais engendre de l'éblouissement. Il faut donc susciter un équilibre de lumière, même si le point d'attraction doit apparaître plus brillant que son environnement. Dès lors, l'architecte doit utiliser des subterfuges pour créer un contraste, tels que, par exemple, l'introduction d'une lumière jaune plutôt que blanche ou l'emploi d'un matériau réfléchissant. Ainsi, dans plusieurs bâtiments qu'il a conçus, Barragan utilise le pouvoir réfléchissant de l'or comme moyen d'attraction.

Dans la salle présentée ci-contre, les fenêtres latérales surélevées créent une douce ambiance lumineuse; elles ne s'affirment pas individuellement mais génèrent par leur succession un rythme lumineux qui attire le regard vers l'extrémité de la pièce, nettement plus lumineuse que les autres surfaces délimitant cet espace.

2.3.2. La lumière souligne une direction :

La caserne des pompiers, conçue par Zaha Hadid à Vitra, est un bâtiment directionnel, ce qui est encore renforcé par le caractère centripète de ses parois obliques. La lumière participe à la construction de cette vision de l'espace en soulignant encore l'axe de l'édifice.

2.3.3. La lumière est porteuse d'une dynamique :

Nous avons tendance à suivre la lumière. Dès lors, un point lumineux marqué accentue une direction et incite au mouvement.

D'autre part, le rapport entre la lumière et un élément architectural peut fixer de manière statique ou lui insuffler une dynamique. L'écran jaune de la photo ci-contre, conçu par Barragan, semble statique lorsque nous le regardons depuis le patio. Ainsi éclairé de manière homogène, il nous invite à nous arrêter un certain temps.

De l'autre côté, le même quadrillage crée une alternance rapide de lumière et d'ombre qui suggère un rythme staccato. Cette perspective lumineuse dynamique nous accompagne alors le long du corridor et nous incite à entrer dans le bâtiment.

2.3.4. La lumière développe une hiérarchie :

La lumière peut nous orienter par l'apport de signes qui nous aident à établir une hiérarchie spatiale. Ainsi, l'architecte peut employer la lumière pour créer une hiérarchie spatiale. Ainsi, l'architecte peut employer la lumière pour créer une hiérarchie de l'espace. Chaque partie d'un bâtiment possède donc une lumière caractéristique qui la distingue et la positionne par rapport à l'ensemble.

La photo de cette bibliothèque montre que la structuration de l'espace intérieur du bâtiment est accentuée par la distribution lumineuse. Depuis le grand hall, très lumineux car il est éclairé par une ouverture zénithale et qu'il est pourvu de parois blanches, l'espace central de rangement des livres, délimité par la voûte, semble un lieu privilégié. Cette zone est valorisée par une couverture qui crée une ambiance lumineuse de qualité en filtrant la lumière zénithale. De plus, cet espace protégé incite à la concentration.

2.4. La relation entre la lumière et la forme

« La clé est la lumière, la lumière illumine les formes et les formes ont un pouvoir émotionnel » Le Corbusier.

La plupart des formes que nous percevons nous sont révélées par la lumière. C'est de notre vision que nous tenons la majorité des informations concernant notre environnement. Ainsi, beaucoup de formes architecturales admirées ont été conçues en fonction de la lumière.

Tous les bâtiments expriment une attitude face à la lumière. Selon Kahn, *« la lumière d'une pièce carrée n'est pas celle d'une pièce ronde; si vous donnez à une pièce carrée la lumière du rectangle, elle cessera d'être carrée »*.

Les formes restent constantes mais la lumière naturelle est perpétuellement changeante, du point de vue qualitatif comme sur le plan quantitatif. Nous percevons la stabilité de la forme, nous la ressentons comme un élément fixe mais sa présentation peut changer totalement lorsque la lumière varie.

D'autre part, la forme transforme la lumière, comme le son et la chaleur, elle la concentre, la réfléchit ou la disperse. Les formes répondent à la lumière qui, en retour, est modelée par elles.

La forme est aussi renforcée par la lumière lorsque celle-ci vient marquer sa silhouette, comme le montrent les carrées d'une façade intérieure de l'institut du Monde Arabe, à Paris.

Ici encore, la lumière naturelle et l'objet illuminé se complètent. Les ouvertures entre ces carrés de façade mettent en évidence leur géométrie. En contrepartie, ces éléments opaques modifient le passage de la lumière.

2.4.1. La lumière dissout la forme :

La lumière semble parfois dématérialiser la forme lorsqu'elles sont juxtaposées. Le résultat aboutit à des formes qui paraissent créées par et pour la lumière davantage que par la matière ou pour la structure. Ce phénomène apparaît notamment lorsque des surfaces d'un blanc pur semblent se dissoudre dans un rayon de soleil. Cet effet ne se produit en général qu'à certains moments car il est lié à l'éblouissement engendré par la brillance de la partie touchée par le rayonnement solaire direct.

L'obscurité peut, elle aussi brouiller la perception des formes et des matériaux. Ainsi, l'intérieur de la chapelle Notre – Dame du Haut (Le Corbusier- 1950 à 1955), à Ronchamp, est sombre et offre peu de surfaces d'ouvertures dans l'église. Au premier regard, le contraste entre la lumière naturelle et l'ambiance intérieure sombre paraît assez fort pour que les limites des fenêtres en soient voilées. En effet, la différence de luminosité entre les ouvertures et l'obscurité générale brouille la vue au point de dissimuler la forme exacte des fenêtres. Le jeu de la lumière dans l'obscurité décompose les frontières; la lumière qui emplie la chapelle semble palpable. Toutefois, après un certain temps, cette même lumière va nous révéler avec précision la diversité des formes intérieures : l'effet d'adaptation de l'œil joue ici un rôle important.

Certains motifs de lumière et d'ombre peuvent aussi transformer notre perception de la forme : par exemple, en couvrant certaines surfaces d'un bâtiment par des figures lumineuses marquées. Par la superposition de schémas structurels et lumineux, il est donc possible de faire naître une symphonie de formes dans la lumière.

2.5. La lumière et l'ombre

L'ombre et la lumière surgissent de presque nul part, évanescentes elles apparaissent et disparaissent au gré du temps, elles sont par définition insaisissables et impalpables. Seule la prise de vue photographique permet de montrer la magie de cette dualité fraternelle.

Ensemble elles modulent les formes et englobent les contours. Elles sont le reflet d'un contexte et créent une atmosphère, tout en conférant une profondeur à un support bidimensionnel. Vue dans le sens de la lumière, une ombre donne une image inversée de la silhouette, alors que face à la source de lumière elle donne une image redressée. Elles contribuent à exprimer une émotion, une sensation. Elles peuvent être une simple forme sombre qui se superpose à une réalité déjà présente. Même si la réalité n'est pas seulement faite de noir et blanc, ces deux opposés cohabitent souvent dans une même image. Les contrastes qui en émanent par leur confrontation aboutissent à une force expressive. Le contraste ombre et lumière peut contenir une valeur esthétique importante¹². Il n'y a pas seulement l'ombre qui cache et dissimule, la lumière foudroyante peut annihiler le réel tout entier. La lumière est le symbole du savoir, alors que l'ombre est le symbole du vouloir.

¹² <http://www.photophiles.com/> N°87 - Avril 2010

2.6. La lumière et la couleur

L'environnement a une forte influence sur notre perception : **couleurs et lumières** sont étroitement liés; pour exister la couleur a besoin de lumière et c'est la lumière qui fait vibrer la couleur et lui donne son éclat. La couleur est une onde qui dépend de la réfraction de la lumière. Les couleurs sont des mouvements vibratoires; ces ondes arrivent à nos yeux qui envoient à leur tour l'information au cerveau. Ces couleurs vont donc provoquer chez nous une réponse émotionnelle et mentale. D'autre part la couleur des surfaces d'une pièce influence fortement son niveau d'éclairage et le type de mobilier ainsi que son agencement peuvent avoir de fortes répercussions sur la distribution de la lumière dans l'espace et sur le confort des occupants.

Les couleurs occupent une place exceptionnelle dans la symbolique traditionnelle depuis le début de l'humanité : chaque couleur est douée d'un pouvoir.

Il est incontestable que les couleurs ont une influence sur notre comportement et notre santé qu'il s'agisse de rayons lumineux ou bien de carte des luminances¹³ : les couleurs ont un langage et sans en être conscient nous y sommes tous sensibles. De tout temps les couleurs ont joué un rôle important et déjà dans l'antiquité Hippocrate vantait l'influence des couleurs sur le comportement humain. Or contrairement à ce que l'on peut penser notre œil ne voit pas la même couleur toujours de la même manière **la lumière** n'a pas que des effets visuels, elle est aussi absorbée à travers la peau. Elle influence considérablement l'humeur et l'esprit. L'homme est profondément photo-dépendant.

▪ L'art de la lumière :

A l'immense potentiel esthétique des phénomènes lumineux qui doivent être explorés davantage par les artistes, il faut ajouter ses seules propriétés physiques de vitesse, de durée et de rythmicité, ses effets spectaculaires, sa compatibilité avec l'environnement, ses connotations sémiologiques, cosmologiques, religieuses et mystiques, son lyrisme, son immatérialité et sa capacité à entraîner chez l'observateur une prise de conscience, préalable à toute immersion dans un processus créatif interactif »¹⁴. Cette exploration a déjà commencé depuis longtemps. La représentation de la lumière, des effets qu'elle produit dans l'espace, des ambiances qu'elle crée, a très tôt nourri les recherches des peintres primitifs puis ceux de la Renaissance. La peinture du XVIII^e siècle puis celle des impressionnistes ont poursuivi cette quête.

L'une des œuvres considérées généralement comme fondatrices de l'Art de la lumière (Light Art), réalisée vers 1930 par le Hongrois Moholy-Nagy, figure majeure de la période du Bauhaus, s'intitule *Modulateur lumière- espace (Licht-Raum- Modulator)*; elle utilise à la fois le mouvement de la lumière, les ombres projetées sur les parois et les reflets des éléments métalliques de la construction. Pour découvrir et expérimenter une œuvre d'artiste utilisant principalement la lumière, il est nécessaire de se mettre en condition, sensoriellement et visuellement.

¹³ (La luminance L d'une source est le rapport entre l'intensité lumineuse l émise dans une direction donnée et la surface apparente S (projection de la surface dans la direction considérée) de la source lumineuse dans cette direction. La luminance s'exprime en cd/m². Il s'agit du flux lumineux réfléchi par unité de surface et d'angle solide projeté dans une direction. La luminance d'une surface varie en fonction de son éclairage, de son orientation mais également des propriétés intrinsèques du matériau composant l'objet des couleurs qui nous entourent.

¹⁴ Le *Modern Light Art*, in *De la lumière*, revue d'esthétique, n° 37, éditions Jean-Michel Place, p. 149, trad. De l'anglais par Catherine Makarius.

Les œuvres de lumière impliquent généralement une neutralité lumineuse de l'espace ou une obscurité quasi absolue, afin de ne pas perturber la lecture de l'œuvre, d'augmenter la sensibilité visuelle du public (après un nécessaire temps d'adaptation) et de plonger le spectateur dans un état de relative fragilité (gestes lents, difficultés de se repérer dans l'espace, silence) donc de meilleure réceptivité.

2.7. La lumière et la matière

Nous avons tous l'impression de voir toutes sortes d'objets... mais en réalité, nous ne voyons que de la lumière ! En effet, la lumière vient nous « taper dans l'œil » soit directement depuis sa source, là où elle a pris naissance (soleil, lampe, bougie...), soit après avoir rencontré de la matière. Dans ce dernier cas, l'interaction de la lumière avec la matière rencontrée modifie certaines de ses caractéristiques, comme par exemple sa couleur, sa direction de propagation, son intensité...

La modification dépend de la matière rencontrée : la lumière interagit de manière très différente avec l'air, un miroir, une feuille blanche ou bien une plaque métallique. Ainsi, elle peut traverser la matière en étant très peu atténuée (cas de l'air ou du verre) ou au contraire beaucoup (verres colorés des lunettes de soleil) : c'est la transmission. Elle peut aussi être renvoyée (réflexion par un miroir, diffusion par une feuille blanche) ou bien être absorbée partiellement (surface colorée) ou totalement (surface noire). De par ses caractéristiques, la lumière que nous percevons nous renseigne sur la nature et la qualité de la matière rencontrée. À titre d'exemples, il est visuellement facile de savoir si une surface est métallique, en bois ou en plastique; si une surface est lisse ou rugueuse; si elle est opaque ou transparente...

Il n'existe pas de rapport d'équivalence simple entre la luminance d'un objet, et la luminosité qui lui est attribuée subjectivement par l'observateur. De même, il est impossible de formuler une relation quantitative quelconque qui puisse prédire la signification que recevra un stimulus particulier, ou la réponse évaluative et affective qu'il déclenchera. Ce que nous percevons, se sont des informations et des rapports entre les objets visuels, et non des niveaux d'éclairement absolus.

Annexe VI :

Indicateurs informant l'environnement lumineux

- **Indicateurs de performance documentant l'environnement lumineux :**

Parmi les indicateurs de performance informant l'environnement lumineux, François Cantin (2008) cite huit indicateurs qui sont : le Facteur de lumière du jour (Daylight factor FLJ), l'éclairement naturel utile (Useful Daylight Illuminance), le ratio d'éclairement vertical / horizontal, les plages de lumière directe, les ratios de luminance dans le champ de vision, la variabilité de la luminance (Luminance Difference Index), l'éblouissement, la «Flow» de lumière.

1. **Facteur de lumière du jour (Daylight factor FLJ):**

Il est défini par le rapport entre l'éclairement horizontal intérieur au niveau du plan de travail et l'éclairement sur un plan horizontal extérieur simultané sous un ciel couvert de distribution standard (CIE, 1955). Il permet de mesurer la quantité et la qualité de la lumière présente dans un espace.

$$FLJ = (\text{Éclairement intérieur} / \text{Éclairement extérieur}) \cdot 100\%$$

Bülow-Hübe (2001) présente les valeurs clés de FLJ permettant d'évaluer la qualité d'un espace éclairé naturellement :

- FLJ < 1% Insuffisant pour la majorité des tâches
- FLJ = 2% Minimum requis
- FLJ entre 2% et 5% Considéré comme acceptable
- FLJ entre 5% et 10% L'espace a l'air substantiellement éclairé par la lumière du jour, ce qui se traduit par une autonomie en éclairage pour les bureaux
- FLJ > 10% Possibilité d'éblouissement

2. **Éclairement naturel utile (Useful Daylight Illuminance) :**

L'éclairement naturel utile, aussi en lien avec le paramètre de l'éclairement, est issu des travaux de recherche de Nabil et Mardaljevic (2005, 2006). Il constitue un nouveau paradigme pour l'évaluation de la lumière naturelle à l'intérieur des bâtiments. Les auteurs font remarquer que les méthodologies utilisées pour quantifier l'éclairement naturel se doivent d'accommoder les variations possibles du niveau de l'éclairement disponible.

Suite à une recension de la littérature portant sur divers codes pour l'éclairage intérieur et des recherches impliquant des occupants en milieu de travail et leurs préférences face à un éclairage naturel, Nabil et Mardaljevic (2005) ont dégagé les conclusions suivantes :

- Un éclairage naturel inférieur à 100 lux est considéré insuffisant (doit être complété avec un éclairage artificiel);
- Un éclairage naturel variant entre 100 et 500 lux est considéré adéquat lorsqu'utilisé seul ou jumelé avec un éclairage artificiel;
- Un éclairage naturel variant entre 500 et 2000 lux est considéré comme désirable ou du moins tolérable;
- Un éclairage naturel supérieur à 2000 lux cause souvent l'inconfort visuel et/ou thermique.

3. Ratio d'éclairage vertical / horizontal :

Les travaux de Love (1992) ainsi que Love et Navvab (1994) permettent de poursuivre la discussion concernant les limitations du FLJ quant à sa capacité à décrire adéquatement un environnement lumineux. Afin de remédier aux limitations du FLJ, Love et Navvab (1994) proposent un nouvel indicateur, soit le ratio d'éclairage vertical / horizontal (ratio VH).

$$\text{Ratio VH} = \text{Éclairage vertical} / \text{Éclairage horizontal}$$

Une étude antérieure portant sur les préférences humaines en termes de directivité de l'éclairage (Cuttle et al., 1967, cités par Love et Navvab, 1994), permettent aux auteurs de proposer des valeurs de référence pour l'évaluation d'un espace :

- Ratio VH souhaité, valeurs comprises entre 1.2 et 1.8;
- Ratio VH inférieur à 1, satisfaction décroissante;
- Ratio VH supérieur à 2.2, inacceptable pour des espaces éclairés naturellement.

Cet indicateur (VH) se veut un outil complémentaire à l'étude d'un environnement lumineux. Il importe donc de ne pas l'utiliser seul, mais bien en combinaison avec d'autres indicateurs afin de raffiner une étude.

4. Plages de lumière directe :

Fontoynt (1999) mentionne que la présence de plages de lumières dans le champ visuel de l'occupant peut constituer une nuisance. En fait, la forte luminance de ces zones de lumière directe peu causer un éblouissement indésirable. La dimension des plages de lumière affecte positivement et de manière significative l'impression de relaxation des occupants assis parallèlement à la fenêtre¹⁵. Les auteurs ont pu déterminer que la dimension optimale des plages devait osciller entre 15 et 25% de l'aire totale du plancher et que 40% était la limite maximale acceptable. Galasiu et Veitch (2006) citent les travaux de Boubekri et al. (1991); les auteurs ont pu déterminer que la dimension optimale des plages devait osciller entre 15 et 25% de l'aire totale du plancher et que 40% était la limite maximale acceptable.

5. Ratios de luminance dans le champ de vision :

L'importance de considérer les ratios de luminance présents dans l'environnement découle du fait que l'œil, malgré sa capacité à supporter de grandes variations de luminance, ne peut s'adapter simultanément à plusieurs niveaux différents (Marty et al., 2003). De plus, tel que mentionné par Athienitis et Tzempelikos (2002), un contraste trop élevé entre deux surfaces juxtaposées peut constituer une source d'inconfort et de fatigue visuelle pour l'occupant. Ainsi, comme le souligne Moore et al. (2002), un large consensus au sein de la communauté des chercheurs indique que **la définition de la qualité lumineuse doit tenir compte de la perception de la luminance des surfaces composant l'espace.**

¹⁵ peu importe la position assise, la dimension des fenêtres et des plages de lumière n'affecte ni le degré de satisfaction des occupants, ni leur degré de stimulation ou leur état émotionnel.

Ainsi, le ratio 1:3:10, généralement reconnu comme standard, ne devra pas représenter la limite absolue entre un espace confortable et inconfortable sur le plan visuel. Afin de documenter le paramètre de la luminance et ainsi compléter l'information fournie par les indicateurs relatifs à l'éclairage, Piccoli et al. (2004) présentent une méthode d'évaluation portant sur les ratios de luminance dans l'espace. Cette procédure comporte quatre étapes :

- Identifier les objets/images observés pendant le travail;
- Délimiter les zones du champ de vision où le regard est dirigé de manière prédominante (voir figure 3);
- Mesurer les luminances dans les zones déterminées à l'étape précédente;
- Comparer, à l'aide de ratios, les luminances présentes dans le champ visuel.

6. Variabilité de la luminance (Luminance Difference Index) :

Parpairi et al. (2002) basent leur recherche sur l'hypothèse voulant que les différences de luminance dans un espace affectent la perception de l'espace. Cette opinion est aussi partagée par Marty et al. (2003), qui affirment que les différences de luminance dans un espace constituent un des paramètres affectant le plus la perception de l'occupant.

Parpairi et al. (2002) trouvent à travers leurs recherches en calculant la différence de luminance pour divers angles d'acceptation, que la somme la plus élevée correspond à l'indice de variabilité de la luminance (indice LD) proposé par les auteurs puisqu'elle représente le degré de variance le plus élevé pour l'angle d'acceptation considéré. Les travaux de Parpairi et al. (2002) n'ont toutefois pas permis d'identifier la limite acceptable de variabilité. Dans le même ordre d'idées, une recension menée par Veitch (2001) indique qu'il n'existe pas de consensus en ce qui a trait à une variation de luminance optimale. Toutefois, Veitch indique que la littérature recensée porte à croire que la non uniformité de la luminance au sein d'un espace semble être préférable puisqu'elle peut créer de l'intérêt ou encore mettre l'accent sur certains détails.

Afin d'illustrer la complexité de l'évaluation de l'impact de la variabilité de la luminance, Veitch (2001) cite les travaux de Aldworth et Bridgers (1971). Ces derniers ont étudié l'effet de la variabilité temporelle de la luminance sur la perception d'un espace et l'exécution d'un travail de bureau. Ils n'ont pu démontrer un effet systématique sur l'exécution de tâches. Il semblerait par contre qu'une variation de l'éclairage durant la session de travail contribuerait à améliorer l'apparence perçue de la pièce.

Malgré que les précédentes recherches n'aient pu identifier les limites acceptables de la variabilité de la luminance, les indices LD 45 horizontal et LD 180 horizontal apparaissent pertinents pour l'étude à la CDP, puisqu'ils permettent de comparer aisément les bureaux entre eux. Par contre, il apparaît évident que l'information fournie par l'indice LD doit être complétée à l'aide d'une étude documentant les risques d'éblouissement.

7. Éblouissement :

Déjà détaillé dans le chapitre trois (Ambiance lumineuse et sa caractérisation). Un concept et indicateur très important utilisé ainsi dans l'évaluation de l'éblouissement gênant, qui est le **British Glare Index (GI ou BGI)**. Ce dernier est un système anglais développé par le « Luminance Study panel technicl Committee » de l'IES [1962] à partir d'une formule mise au point par Petherbridge et Hopkinson [1950].

Ce système permet la mesure de l'éblouissement d'inconfort dû à la vue directe de luminaires ou de fenêtres. Les valeurs prises par le BGI sont comprises entre 10 et 27. Plusieurs paliers, correspondant à des changements significatifs dans la sensation d'éblouissement, ont été déterminés sur l'échelle du BGI par Horaguchi et Matsuda [1967]. Ces paliers sont présentés dans le tableau.

Niveaux d'éblouissement	Glare Index
Juste intolérable	28
Inconfortable	25
Juste inconfortable	22
Inacceptable	19
Juste acceptable	16
perceptible	13
Juste perceptible	10
Imperceptible	7

Annexe VI- tableau. 1. Echelle du BGI élaborée par Horaguchi.

Le calcul du BGI est détaillé dans le « Technical Report No. 10 » de l'IES [1967], remplacé ensuite par le « technical Memornda 10 » du CIBSE [1985]. Des tables de valeurs précalculées du BGI y sont disponibles pour des configurations particulières d'éclairage. Pour certains types d'éclairages, l'utilisation de valeurs limites de luminance [CIBSE, 1984] est préconisée à la place de la méthode du BGI. Les formules sont présentées ci-dessous :

$$BGI = 10 \log_{10} \left(\sum_{i=1}^n \frac{0.478 L_i^{1.6} \omega_i^{0.8}}{L_b P_i^{1.6}} \right)$$

Annexe VI-équation. 1. Formule de BGI. Source: Coutelier, 2008.

Avec les paramètres suivants :

L_b = Luminance de fond (calculée sans les sources),

L_i = Luminance moyenne du luminaire i ,

ω_i = Angle solide sous lequel est vu le luminaire i (sr),

P_i = Indice de position de Guth du luminaire i ,

n = Nombre de luminaires.

Les premières études menées sur le BGI [IES, 1962] ont montré que cet indice permettait une bonne corrélation avec l'évaluation subjective de l'éblouissement par un panel de sujets. Des études ultérieures [Manabe, 1976] ont cependant suggéré le fait que le BGI surestimait cette sensation de quelques unités.

Certaines études ont également émis des réserves sur la validité du BGI appliqué à des scènes mettant en jeu des lampes de haute luminance, des luminaires dont la répartition des luminances n'était pas uniforme ou des sources situées haut dans le champ de vision [Bellchambers et al., 1976] [Boyce et al., 1980].

8. «Flow» de lumière :

Pour l'étude de l'interaction entre forme et lumière, Frandsen (1989) propose le concept de l'échelle des ombres (Scale of shadows). Grâce à des sphères blanches au fini mat positionnées dans une pièce, Frandsen a pu observer différents patterns d'ombres (shading pattern) et en proposer une classification. L'observation des patterns de luminance présents sur les sphères donne un aperçu de la directivité de la lumière et permet de juger de la qualité de l'éclairage.

Des sphères ont été ajoutées aux modèles informatisés conçus par les étudiants et des images de synthèse ont été produites afin de visualiser l'interaction entre lumière et forme.

Madsen et Donn mentionnent qu'une telle méthodologie permet de visualiser aisément le flot de lumière et d'en évaluer l'orientation. Cependant, malgré une variété de points de vue utilisés (coupes et perspectives) et un traitement des images avec le programme falsecolor de Radiance, les auteurs constatent qu'il est difficile d'identifier les types d'ombres de Frandsen. De plus, cette difficulté s'accroît pour les situations impliquant plusieurs sources lumineuses, comme dans le cas d'une pièce à la fois éclairée par une fenêtre latérale et un puits de lumière. Ultiment, l'identification des types d'ombre demeure très subjective.

Love (1992) souligne que la prise en compte de l'éclairage scalaire constitue un bon complément à l'étude de l'éclairage horizontal (FLJ et UDI) puisqu'il tient compte de l'éclairage provenant de sources non horizontales, comme la lumière réfléchi par les murs. Pour sa part, l'éclairage vectoriel (E_v) est déterminé en additionnant l'ensemble des vecteurs d'éclairage frappant la sphère. Concrètement, l'éclairage vectoriel peut être obtenu en mesurant l'éclairage sur les faces d'un cube et en additionnant les six vecteurs, soit un vecteur pour chaque face. Le ratio E_v / E_s a toujours une valeur comprise entre 0 et 4. De plus, toujours selon Cuttle et al. (1967, cités par Cuttle, 2003), les gens préféreraient une orientation latérale à une orientation plus verticale pour le «flow» de lumière.

Conclusion :

La littérature récente a permis d'identifier une série de paramètres à considérer afin de porter un jugement sur la qualité d'un espace éclairé naturellement: l'éclairage, la distribution (variabilité), l'éblouissement et la directivité.

Annexe VII :

Effets de l'ambiance lumineuse sur les usagers

L'ambiance lumineuse; en quantité et qualité, peut influencer les utilisateurs de l'espace. Cependant, s'il se trouve qu'elle est bonne, dans ce cas là, elle peut valoriser perception sensorielle et visuelle des usagers, et favoriser leur confort visuel et psycho-sensoriel, comme elle peut améliorer grandement leur état psychique et moral, sinon, elle peut provoquer des dégradations des performances de travail et de concentration des usagers, comme menacer leur santé et bien-être. L'ambiance lumineuse, peut également, générer chez les usagers une fatigue visuelle comme une impression de tristesse visuelle.

1. Répercussions sur la perception sensorielle et visuelle des usagers:

La perception sensorielle va au-delà de la seule perception visuelle; l'association des autres sens joue en effet un rôle très important dans l'appréhension d'un espace, ainsi que la **mémoire sensorielle**. Par exemple, certains non- voyants reconnaissent la présence de la lumière grâce au rayonnement thermique capté par la peau. Les non- voyants de naissance ne sont pas sensibles de la même manière aux phénomènes lumineux que les personnes devenues aveugles après avoir connu la lumière, car la mémoire joue en effet un grand rôle dans la conceptualisation de la lumière ressentie.

La perception visuelle comporte la détection, l'identification et l'interprétation des messages transmis de la rétine au cerveau par l'intermédiaire du nerf optique. La perception des objets et de leurs particularités physiques dépend à la fois de l'environnement lumineux, du contexte et de l'expérience individuelle. En effet, la perception nette d'un objet est conditionnée par **l'angle de vision** -les dimensions de l'objet par rapport à sa distance de l'œil- dont plus l'objet est près de l'œil, plus grands sont l'angle de vision et son image sur la rétine, plus nettement est perçu l'objet, la **luminance** de l'objet, le **contraste de luminance** entre l'objet et le fond et enfin les **capacités visuelles** du sujet.

La vitesse de perception (durée minimale de présentation d'un signal pour qu'il soit perçu) varie en fonction du **niveau d'éclairement**, et du **contraste de luminance** entre la cible et l'environnement. Une perception rapide est exigée dans certaines professions (pilote d'avions, par exemple); la performance dans des tâches de lecture est également conditionnée par la vitesse de perception.

La perception de l'ambiance lumineuse dépend également de **l'usage attribué au lieu éclairé**. En effet, en fonction de celui-ci, un espace mis en lumière sera perçu et qualifié parfois de manière radicalement différente. Par exemple, un espace qui apparaît chaleureux et reposant pour une activité donnée n'étant pas besoin de concentration, sera peut être vécu comme sombre et pesant s'il s'agit d'une autre activité nécessitant une bonne vision (écrire, lire, travailler).

« Pour certains architectes, la lumière s'interprète comme des rayons dans une image presque mythologique de force céleste qui traverse l'espace, pénètre à l'intérieur et rebondit sur les surfaces, leur donnant réalité par son action. Dans d'autres cas, la lumière naturelle écrit un jeu impressionniste à l'intérieur, les tâches de lumière indépendantes se fondent seulement dans l'esprit de l'observateur avec la perception globale de l'espace. Dans ce cas, les couleurs jouent un rôle décisif et les éléments modifient la tonalité de la lumière qu'ils reçoivent » (Narbori, 2006).

5Le domaine de la perception visuelle, plus particulièrement celui de la perception visuelle de l'espace, semble peu spectaculaire en raison des mécanismes fonctionnant inconsciemment, comme par exemple la «**constance de la clarté et de la couleur**» ou la «**constance de la grandeur et de la distance**», c'est-à-dire la capacité innée de juger de manière absolue des objets selon leur pouvoir de réflexion ou leur position dans l'espace. En effet, notre **organe visuel** est responsable de déroulements très complexes de la visualisation de notre environnement ainsi que de processus moteurs et hormonaux. Cette double fonction est aussi la cause pour laquelle nous ne voyons pas un espace simplement en tant que projection visuelle mais que nous le ressentons aussi.

Cependant, si **la nature de l'éclairage et ses évolutions** au fil du jour ont une influence sur le **comportement de l'observateur**, notamment sur son **déplacement dans l'espace**, d'autres éléments interviennent dans le **ressenti** de l'espace éclairé à l'instar des **dimensions** et de **forme** du volume, des **matières** et **textures** qui le composent, du **moment de la journée**, de la **durée du déplacement**, sans oublier les **couleurs de l'espace éclairé** qui sont intrinsèquement liées à la lumière émise.

2. La provocation d'une impression de tristesse visuelle:

L'existence d'une contradiction entre les données sensorielles et l'attente perceptive par le repérage temporel peut donner lieu à l'apparition d'un sentiment de tristesse, de gêne. Comme habituellement, dans l'environnement lumineux, si une qualité souhaitable quelconque que l'on s'attendait à y trouver est absente, il en résulte une impression de tristesse visuelle, qui peut être due à un manque d'information, ou de l'inexistence de points d'intérêt visuels appropriés, éventuellement aggravée par la connaissance que l'observateur pourrait avoir de possibilités visuelles plus satisfaisantes.

« Un espace dans lequel la poursuite de l'activité serait rendue difficile par un éclairage inadéquat; lorsque, par exemple, la lumière est insuffisante pour permettre de percevoir la tâche visuelle avec précision, ou lorsque l'objet de l'attention se trouve placé dans la pénombre ou vu à contre-jour, ou teinté par une lumière colorée de façon non naturelle, ou encore lorsque des sources éblouissantes et perturbatrices ou des réflexions produisant un effet de voile¹⁶ interfèrent avec aptitude à percevoir les signaux désirés. En effet, il est bien plus d'espaces qui nous paraissent déplaisants du fait qu'ils sont visuellement tristes, qu'en raison d'un éclairage inadéquat » (Lam, 1977).

¹⁶ **Effet de voile** causé par la dispersion de la lumière au sein de l'œil.

L'impression de tristesse visuelle peut aussi être générée par la présence, dans l'environnement lumineux, de points d'intérêt visuels inopportuns qui détournent notre attention de ce que nous désirons voir ou avons besoins de voir. Un local pourra nous sembler triste -quelle que soit l'intensité réelle de l'éclairage ambiant- si notre attente est déçue par l'impression de luminosité qu'il nous donne.

3. Ambiance lumineuse et ses effets sur le confort visuel:

La sensation de confort est une synthèse de nombreux éléments, tels que le confort thermique, le confort acoustique, la qualité de l'air et la qualité lumineuse des espaces. Cette dernière provient de l'adéquation entre l'activité définie d'un local, la **quantité de lumière**, et la **qualité de cette lumière**; *sa couleur, sa variabilité, les contrastes plus ou moins fort qu'elle crée*, etc. Cependant, le confort visuel est la facilité d'observation ou l'absence de gêne dans un environnement déterminé.

Suivant le vocabulaire de l'éclairage¹⁷, le confort visuel est défini comme étant « *une impression subjective de satisfaction du système visuel principalement procurée par l'absence de gêne induite par l'ensemble de l'environnement visuel* ».

En effet, la subjectivité de l'impression de **confort visuel** est telle que paradoxalement, pour nombre d'usagers, **la vision** des sources d'éclairage détermine une appréhension positive de l'espace éclairé (si celles-ci ne sont pas trop éblouissantes); à l'opposé, lorsque les sources sont totalement absentes du **champ de vision**, l'ambiance lumineuse est parfois considérée comme **terne** ou **fade**.

Le **confort** visuel s'intéresse plus précisément aux conditions d'éclairage nécessaires pour accomplir une tâche déterminée sans entraîner de gêne pour l'œil; **niveaux d'éclairement, d'éblouissement, le contraste entre détail et fond, composition de la lumière** (spectre chromatique, couleur, indice de rendu des couleurs). En effet, le confort visuel implique un **niveau d'éclairement** adapté à une **tâche déterminée** et l'absence **d'éblouissement**. Donc, le confort visuel dépend de la qualité de l'éclairage, de la distribution de la lumière sur toutes les surfaces (finitions adéquates des surfaces et suppression des réflexions indésirables) présentes dans le champ visuel de l'opérateur et les **caractéristiques** de ce dernier; c'est-à-dire l'âge, les capacités visuelles, type d'activité, condition sociale,....).

Les malvoyants sont très sensibles aux contrastes provoqués par des lumières très intenses pour **se diriger**, alors que d'autres usagers les trouveront éblouissantes ou inconfortables. En revanche, des lumières violentes en contre-plongée ou très ponctuelles dans le champ visuel sont susceptibles de provoquer chez les malvoyants une gêne très pénalisante.

En effet, en plus d'une **répartition harmonieuse de la lumière** dans l'espace, de **l'absence d'ombres gênantes**¹⁸, de la **mise en valeur du relief et du modelé des objets**, d'une **vue vers l'extérieur**, d'un **rendu des couleurs correct** et d'une **teinte de lumière agréable**.

¹⁷ Source AFE: Vocabulaire de l'éclairage, éditions Lux, p. 11.

¹⁸ Les ombres gênantes qui sont créées par la présence d'un élément entre la tâche visuelle et la source lumineuse sont mauvaises pour la vision puisqu'elles diminuent fortement les contrastes.

Parmi les **facteurs** déterminants qui influencent l'efficacité et le confort visuel, on peut citer encore:

- **Le niveau de l'éclairage de la tâche visuelle: l'uniformité relative de l'éclairage** de la zone de travail et des zones de déplacement ou de mouvement;
- **Les rapports de luminance présents dans le local: l'équilibre des luminances** dont on préconise, en règle générale, d'éclairer au maximum la zone centrale du champ visuel et de décroître progressivement les luminances vers la périphérie. Selon Berruto et Fontoynt (1997) et Schiller (2000), on ne peut pas considérer une étude du confort visuel, qui n'indique pas pour le mesurage du confort visuel en général et de l'éblouissement en particulier, la prégnance des luminances présentes dans le champ visuel et de leur équilibre, comme étant un indicateur essentiel, si ce n'est pas le principal.
- **l'absence d'éblouissement** où lorsque la luminance d'une partie du champ visuel est plus élevée que la luminance moyenne à laquelle le système visuel est adapté, l'excès de lumière peut provoquer un éblouissement, il constitue un facteur de risque pour la sécurité et il peut également diminuer l'efficacité de l'opérateur;
- **la couleur**; dont sa perception change suivant quelle soit sous une lumière naturelle ou sous certains types d'éclairage, de même, lorsque la luminance est très faible, la vision des couleurs diminue et toutes les couleurs sont perçues comme des nuances de gris
- **les capacités visuelles de l'opérateur** dont l'exécution d'une tâche visuelle dépend surtout de la capacité de l'œil à localiser l'objet dans le champ visuel, à distinguer les différences de luminance entre l'objet et le fond et à percevoir les détails fins des objets.

Les ambiances lumineuses s'attacheront donc particulièrement aux niveaux lumineux, à la maîtrise des contrastes, au rendu des couleurs et au confort visuel.

Selon Alain Liébard, André De Herde (1996 - 2004), il est très difficile de quantifier les valeurs idéales que ces paramètres devraient atteindre, comme il n'existe en effet pas de solution universelle au problème du confort visuel car celui-ci sera influencé par le type de tâche, la configuration du lieu, et les différences individuelles. De plus, le jugement de la qualité de la lumière sera influencé par des aspects personnels, culturels et historiques.

3.1. Le besoin d'un sentiment d'intimité :

L'attente, l'organisation du champ visuel et la justesse de la hiérarchie des centres d'intérêt qui sont offerts par l'environnement lumineux ont tous une influence sur l'estimation de nature affective qui nous fait ressentir un espace comme intime ou dépourvu d'intimité. Les lieux qui nous semblent intimes sont généralement perçus comme ayant un caractère privé ou très personnel, ou comme étant particulièrement confortables, mais ils n'ont pas forcément besoin d'être sombres pour cela.

3.2. Le besoin d'être en relation visuelle avec le monde extérieur :

Il a été montré par P. Manning que la lumière du jour est non seulement souhaitable en raison du type d'éclairage qu'elle procure et de ses qualités spectrales, mais aussi du fait de l'existence des vues qui lui sont habituellement associées.

Sachant que les gens apprécient tout autant la vue de la lumière du soleil baignant l'extérieur des bâtiments que la présence de celles-ci à l'intérieur des locaux, l'emploi de vitrages clairs est souhaitable. A cet égard, de tels vitrages sont particulièrement appréciables lorsqu'ils sont orientés au Nord, du fait qu'aucun dispositif de contrôle de l'ensoleillement n'est alors nécessaire, ces dispositifs ayant souvent pour effet d'altérer **les vues** que les ouvertures étaient initialement destinés à procurer.

De tels dispositifs de protection solaire peuvent engendrer un « **abri de fond** » visuel appréciable, qui gêne l'observateur et nuit à l'agrément procuré par la vue. Les parois composées de pavés de verre attirent l'attention de l'observateur en raison de leur luminosité élevée et du graphisme affirmé que dessinent leurs joints, mais la déformation qu'elles font subir à l'image qu'elles transmettent rend souvent celle-ci difficile à comprendre, ambiguë, et partant psychologiquement peu satisfaisante.

4. Effets sur le bien-être et performances de travail:

Selon l'ergonome Aurélien Matte (2010), il se trouve trois variables caractérisent la lumière, qui sont successivement: **l'éclairement**, en Lux, qui représente la quantité de lumière arrivant sur le poste, **la luminance**¹⁹, en cd/m², qui représente la quantité de lumière qui va pénétrer dans l'œil et **le contraste** qui est rapport de luminance entre l'objet et ceux qui l'entourent.

Les effets visuels existent. Cependant l'ambiance lumineuse ne provoque a priori aucune maladie professionnelle. Nous pouvons évoquer des cas extrêmes de lésion de la rétine lors de luminance particulièrement violente, mais dans la plupart des cas cela se traduira par un **éblouissement**. A l'inverse une luminance ou un contraste trop faible provoquera des difficultés de perception.

Une **fatigue visuelle** apparaîtra en fonction de la durée d'exposition et des difficultés visuelles, notamment lors de tâches visuelles importantes ou d'un mauvais éclairage. Cela se traduira alors par une irritation oculaire, des variations de sensibilité visuelles, des difficultés d'accommodation visuelles, ou plus globalement une fatigue générale de l'organisme et des maux de tête. La probabilité d'accidents du travail augmente en conséquence.

S'il existe des valeurs minimales d'éclairement, elles sont aussi largement insuffisantes pour exercer une activité dans un confort satisfaisant. Enfin pour les locaux qui sont exposés aux fluctuations de la lumière naturelle et pour éviter les réflexions sur des surfaces lisses (comme les écrans), il faut essayer de maîtriser la lumière naturelle entrante (avec des stores par exemple, il n'existe pas de niveau minimal d'éclairement naturel) et la compléter de lumières artificielles.

¹⁹ La luminance se distingue de l'éclairement dans le fait que la lumière est le plus souvent propagée de façon indirecte du fait de la réflexion sur les objets. La nature même de l'objet sur lequel la lumière sera réfléchi influencera notre perception de ce dernier. Une surface claire et lisse sera plus réfléchissante qu'une surface rugueuse et noire.

Dans des environnements où l'on travaille 24 heures sur 24, sept jours sur sept tels que les hôpitaux, une ambiance lumineuse stimulante et la possibilité d'adapter l'environnement selon ses préférences personnelles contribuent à améliorer la motivation et la sensation de bien-être. Dans de telles conditions, les professionnels de la santé ne peuvent travailler que plus efficacement. Le bien-être peut s'avérer déterminant dans les bureaux du personnel, ainsi que dans les chambres des patients.

L'éclairage naturel est un des éléments clés de tout projet d'architecture réussi. Cependant, l'extrême complexité du comportement de la lumière naturelle. Néanmoins, la lumière naturelle est le mode d'éclairage le plus agréable, le plus performant et le plus économique. Sa variabilité se montre extrêmement bénéfique pour le confort des occupants. Son utilisation judicieuse est un atout majeur pour développer les qualités architecturales, énergétiques et environnementales d'un bâtiment. La **lumière naturelle** est l'**éclairage d'ambiance** par excellence. La commodité d'interprétation visuelle dépend logiquement de la facilité de perception des détails de l'objet sous notre regard. En ce sens, la première condition est d'avoir un **éclairage suffisant** pour que notre acuité visuelle nous permette de percevoir sans effort les éléments intéressants.

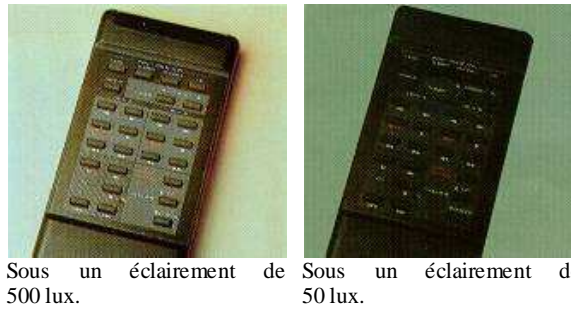
Un bon éclairage ne permet pas seulement de mieux voir; il influence également notre humeur. Notre horloge biologique est rythmée par la succession du jour et de la nuit. Parmi les nombreuses caractéristiques de la lumière, deux influencent de manière significative notre bien-être physiologique et psychologique: il s'agit de l'**intensité lumineuse** et de l'apparence « chaude » ou « froide » de la lumière.

4.1. Visibilité des objets et performance visuelle :

Au travail, une bonne visibilité de la **tâche visuelle** et de son environnement est particulièrement nécessaire et fortement influencée par les caractéristiques de l'éclairage. Des objets qui peuvent être reconnus facilement et dont on peut distinguer aisément des détails, peuvent devenir indistincts et même plus des tous perceptibles lorsqu'il fait plus sombre.

La performance visuelle est un taux d'évaluation du système visuel utilisé pour quantifier les aptitudes d'une personne à détecter, identifier et analyser les détails entrant dans son champ de vision, en se fondant sur la vitesse, la précision et la qualité de sa perception. La performance visuelle dépend entre autres des caractéristiques propres de la tâche à accomplir, de l'acuité visuelle de l'observateur, de la nature de l'arrière-plan, des conditions d'éclairage, et des perturbations distrayant l'attention, ...etc.

La visibilité de la tâche est utilisée pour relier la performance visuelle aux paramètres de l'éclairage sans tenir compte de l'attitude de l'observateur à l'égard de la tâche. La visibilité qui caractérise une tâche est déterminée par la visibilité du **détail critique**. D'une manière générale, la visibilité du détail dépend de sa dimension angulaire et sa forme, sa luminance et sa couleur, son contraste par rapport au fond immédiat, sa position dans le panorama visuel, la luminance d'adaptation, l'état du système visuel (âge de l'observateur), le temps d'observation,...etc. Lorsque le niveau d'éclairage diminue, un texte écrit suffisamment grand restera parfaitement lisible, alors qu'un texte écrit petit deviendra plus difficile à lire.



Annexe VIII- figure. 1. La visibilité en rapport au niveau d'éclairage.

4.2. Impact sur les travailleurs

"Malheureusement", l'œil humain s'adapte très rapidement aux différentes ambiances lumineuses qu'il rencontre. Il est donc difficile de percevoir qu'une ambiance lumineuse n'est pas correcte. En situation d'équilibre, on parle de niveau d'adaptation auquel correspond la **luminance d'adaptation** qui affecte l'acuité visuelle et la sensibilité aux contrastes.

En pratique, les mesures de luminance étant difficiles et coûteuses et dans un but de simplification, les recommandations relatives à ces luminances sont formulées directement en valeur d'éclairage (d'où l'utilisation du luxmètre).

Sur cette base, un niveau d'éclairage insuffisant entraîne progressivement une diminution du pouvoir de perception. Cela peut occasionner un plus grand pourcentage d'erreurs dans les manipulations et un risque accru d'accidents.

5. Effets de l'ambiance lumineuse sur la santé:

Depuis l'Antiquité, la **lumière solaire** était déjà utilisée pour traiter certaines affections (rhumatismes ou tuberculose, par exemple). Des expériences ont démontré que chez l'homme, la lumière constitue le principal repère temporel. Son rythme biologique se synchronise avec l'évolution de la journée lorsqu'il perçoit des éclairages supérieurs à 2500 lux. Au contraire, le manque de lumière naturelle a des conséquences néfastes sur la santé, à l'instar des dépressions saisonnières, liées au manque de lumière, apparaissent vers la fin de l'automne et disparaissent au printemps, qui peuvent être traitées en quelques jours par des expositions journalières d'environ deux heures à 2500 lux. Dans certains cas cliniques, l'éclairage interfère avec la pathologie. L'ambiance lumineuse et des niveaux d'éclairage importants joueront, en revanche, un rôle thérapeutique intéressant pour des personnes déprimées (Narbori, 2006).

Dans les unités de gériatrie ou les maisons de retraite, l'éclairage d'ambiance doit s'adapter aux besoins des pensionnaires, notamment à leurs faibles capacités visuelles. On peut observer pour des yeux vieillissants une dégradation du système rétinien, une déformation des couleurs due, entre autres, à une plus grande absorption des longueurs d'onde courtes par la lentille, une diminution de la quantité de lumière perçue induisant une plus lente adaptation visuelle, une dispersion de la lumière dans l'œil qui provoque une plus grande sensibilité à l'éblouissement, une moins bonne adaptation de l'iris, une accommodation plus difficile et, enfin, une réduction de l'appréciation des contrastes. De plus, l'environnement visuel est important pour ces personnes souffrant de migraine, d'insomnie, de dépression temporaire ou de la maladie d'Alzheimer.

Il faudra aussi concilier un **repérage spatial**, obtenu par un balisage de petites lumières aux couleurs franches, et des éclairages importants dans les circulations pour signaler les éventuels obstacles. De même, la réflexion sur les **transitions visuelles** lors des déplacements intégrera l'existence de **contrastes importants** et de **niveaux lumineux élevés**.

Une atmosphère d'hôpital tout à la fois tranquillisante et stimulante a un effet très positif sur la guérison et le rétablissement des patients. Aujourd'hui, si les exigences fonctionnelles restent primordiales dans la conception et l'aménagement des hôpitaux, on accorde cependant de plus en plus d'importance à l'esthétique et au confort. Les cliniques modernes, en misant sur ces facteurs, entendent **conforter le moral** des patients tout en remplissant les critères organisationnels et médicaux requis.

L'éclairage d'une pièce détermine non seulement son caractère plus ou moins fonctionnel, mais également sa qualité émotionnelle. Un éclairage bien étudié motive, augmente la concentration et favorise le bien-être; les perspectives de guérison et de rétablissement s'en trouvent sensiblement améliorées. Un bon éclairage pour tous les travaux liés aux soins hospitaliers et au suivi des malades conditionne largement la réussite des efforts médicaux et thérapeutiques. Un tel éclairage devrait nécessairement être inclus dans les services offerts par les cliniques, hôpitaux et établissements de soins tournés vers l'avenir.

En outre, l'éblouissement a de graves conséquences sur le confort visuel, car il a un caractère transitoire, mais les sensations d'inconfort oculaire s'accroissent dans le temps et contribuent alors à l'apparition de la fatigue visuelle, mais aussi, des conséquences sur la **visibilité**, car les réflexions diffuses ou spéculaires peuvent voiler la zone où s'exerce la tâche visuelle et diminuer le contraste entre la cible et le fond et donc **réduire la visibilité** de la tâche. Ainsi, une surface mate exposée à la lumière directe du soleil provoque un éblouissement perturbateur car elle a une luminance excessive de l'ordre de 5000 cd/m².

Quant à la charge de travail, les réflexions spéculaires font apparaître deux images dans le champ visuel de l'opérateur: celle de l'objet à percevoir, et l'image réfléchie par le plan de travail ou par l'écran d'un moniteur dans la direction du regard (image des luminaires ou des fenêtres, par exemple). Le muscle de l'accommodation (muscle ciliaire) est alors soumis à une charge supplémentaire car il met au point alternativement à deux distances différentes: la tâche (plus proche) et l'image réfléchie (plus éloignée). À cela s'ajoute une charge mentale où les réflexions apparaissant dans le champ visuel attirent automatiquement le regard vers l'image réfléchie (réflexe de fixation). L'opérateur doit faire alors un effort volontaire pour ramener son regard, le maintenir et mettre au point sur l'objet à percevoir. De même, des lumières parasites attirent l'attention et maintenir le regard sur la cible exige un effort compensatoire.

Aussi, parmi les effets, on trouve la fatigue visuelle qui est un ensemble de phénomènes engendrés par un travail à prédominance visuelle, réversibles avec le repos, qui témoignent d'un affaiblissement des fonctions visuelles. Les symptômes d'inconfort, d'asthénie oculaire et visuelle concernent de nombreuses catégories d'opérateurs qui effectuent un travail en vision rapprochée (travail avec des aides optiques, lecture de microfiches, contrôle de qualité...). La fatigue visuelle apparaît plus fréquemment lorsque le système visuel doit travailler aux limites de ses capacités ou/et pendant une longue durée. En l'absence de mesures préventives, les symptômes de fatigue s'intensifient, le temps de récupération s'accroît et les signes se manifestent également dans la vie extra-professionnelle. La fatigue visuelle devient un problème de santé lorsqu'elle apparaît

précocement pendant le travail, entretient un état de gêne et d'inconfort, quand elle limite et altère la capacité de travail et les performances visuelles, ou quand elle augmente les risques d'erreurs.

Au poste de travail, l'éclairage naturel présente des inconvénients à l'instar de sa variation en intensité (jusqu'à disparaître totalement la nuit), en direction et en spectre au cours de la journée et au fil des saisons et de la nébulosité du ciel. Ces variations peuvent avoir des répercussions négatives sur l'efficacité et la sécurité. Elle est parfois source d'éblouissement et d'échauffement excessif. Pour les ambiances de travail, et plus particulièrement dans la zone de travail, la lumière directe du soleil est à proscrire.

Catégories de symptômes Symptômes	Symptômes
▪ Visuels	Vision floue, diplopie (vision double), yeux tendus, fatigués, photophobie.
▪ Oculaires	Mal aux yeux, sensations de sable, sécheresse, yeux secs et irrités, yeux rouges, sensations de brûlures, fatigue oculaire, lourdeurs, larmoiement.
▪ Systémiques	Maux de tête, nausées, vertige.
▪ Musculo-squelettiques	Raideurs ou douleurs de l'épaule, du cou, du dos, du bras, du poignet, de la main.
▪ Cutanés	érythèmes (rougeur), sensations de brûlures ou de picotements du visage, de sécheresse, démangeaison de la face, rougeurs, gonflements.

Annexe VII- tableau. 1. Les troubles visuels, cutanés,...etc, pouvant toucher l'utilisateur quant un travail sur écran.
Source: (Tiberguent, 2008).

6. Apport de l'éclairage naturel

En éclairage naturel, l'éblouissement peut être provoqué par la vue directe du soleil, par une luminance excessive du ciel vu par les fenêtres, ou par des parois réfléchissant trop fortement le rayonnement solaire et provoquant des contrastes trop élevés par rapport aux surfaces voisines. Il est intéressant de noter qu'une plus grande ouverture à la lumière naturelle cause moins d'éblouissement qu'une petite car elle augmente le niveau d'adaptation des yeux et diminue le contraste de luminance.

La lumière naturelle procure un rendement visuel accru et est plus confortable pour des niveaux d'éclairage inférieurs à ceux apportés artificiellement tout en permettant des économies d'énergie électrique. Sa variabilité, qui peut être considérée comme un désavantage en éclairage artificiel, permet d'établir une harmonie avec le monde extérieur et crée une ambiance intérieure plus chaleureuse. Son caractère cyclique est un facteur important pour l'équilibre psychique. De plus, les fenêtres par lesquelles elle pénètre permettent une communication visuelle avec l'extérieur et une vue au loin nécessaire au repos de l'œil après une vision rapprochée.

Les valeurs recommandées pour le **facteur de lumière du jour** au fond des locaux sont au minimum les suivantes : usine 5 %, bureau 2 %, salle de cours 2 %, salle d'hôpital 1 %.

Par exemple, pour un éclairage extérieur par ciel couvert de 5000 lux, le niveau d'éclairage intérieur reçu au fond des bureaux doit être de 100 lux minimum.

Annexe VIII :

Œil, vision, lumière et confort visuel

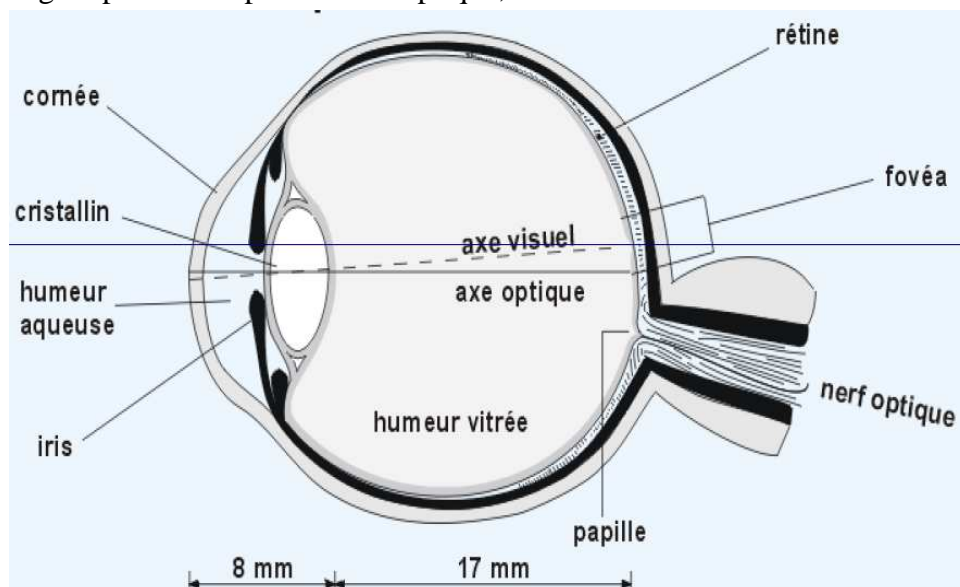
Cette section comprend des passages documentant sur l'œil (physiologie), la vision, la lumière (définitions, grandeurs photométriques,...) et le confort visuel.

1. Structure de l'œil :

L'œil est comparable à un appareil photographique : les rayons lumineux traversent différents milieux transparents (comme les lentilles d'un appareil photographique) et viennent former une image sur la rétine (la partie sensible de l'œil, comparable à la pellicule photo). De là partent des impulsions électriques qui sont véhiculées par le nerf optique jusqu'au cerveau et qui y provoquent la sensation visuelle.

De l'extérieur vers l'intérieur, le globe oculaire est composé de trois couches :

- la sclérotique : bandes fibreuses où s'insèrent les muscles qui commandent les mouvements oculaires. Sa partie avancée est transparente, c'est la cornée (une lentille convergente),
- la choroïde : membrane qui assure l'irrigation sanguine de l'œil,
- la rétine : membrane sensorielle de l'œil. Elle comporte deux zones particulières où la sensibilité est spécifique :
 - la fovéa : dépression (1,5 mm de diamètre) où la capacité de l'œil à distinguer les détails est maximale,
 - la tache aveugle : point de départ du nerf optique, insensible à la lumière.



Annexe VIII- figure. 1. Coupe de l'œil humain. Source: (<http://serge.bertorello.free.fr/>)

Notre perception visuelle naît à partir de la mise en commun de toutes ces informations : c'est une construction. D'autant plus que l'image qui se forme sur la rétine est une image bidimensionnelle d'un environnement tridimensionnel.

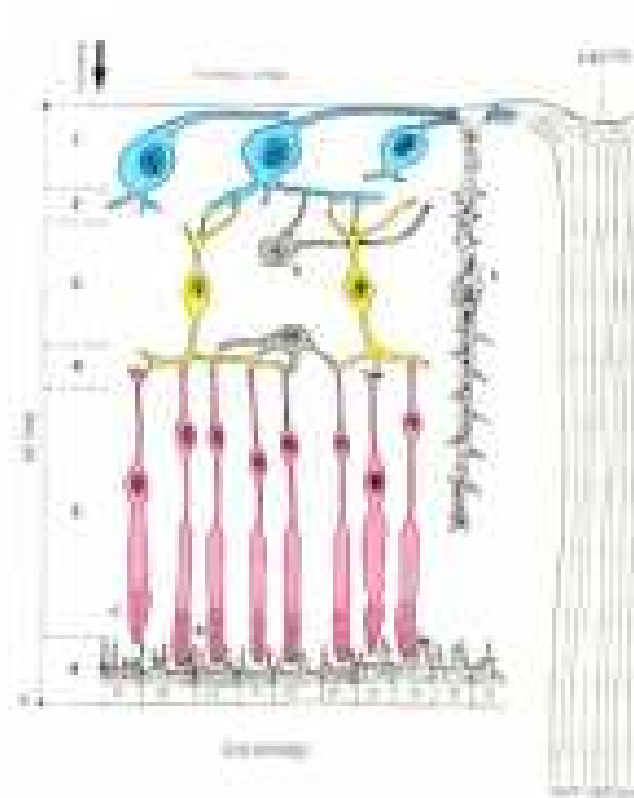
Si l'on exclut la 4e dimension, le temps, le monde externe est fait de trois dimensions spatiales (X, Y et Z). La lumière illumine ce monde et atteint notre rétine où elle forme des images inversées des objets. Ces images rétinienne sont composées de deux dimensions (X et Y) : elles ont perdu les informations de profondeur du monde en 3D (Z), à savoir la **distance** entre la rétine de l'observateur et la **surface** d'où provient la lumière.

Or, nous sommes parfaitement capables de percevoir en trois dimensions. La projection d'un espace en 3D sur une image en 2D est une fonction géométrique bien définie : chaque point de l'environnement sera représenté par un point sur l'image. Chaque point d'une image en 2D peut être représenté par une infinité de points dans le monde en 3D, car l'information de profondeur (Z) est justement manquante. Notre système visuel prédit quel monde en 3D a donné naissance à de telles images rétinienne en 2D. (MASSAUX. 2009).

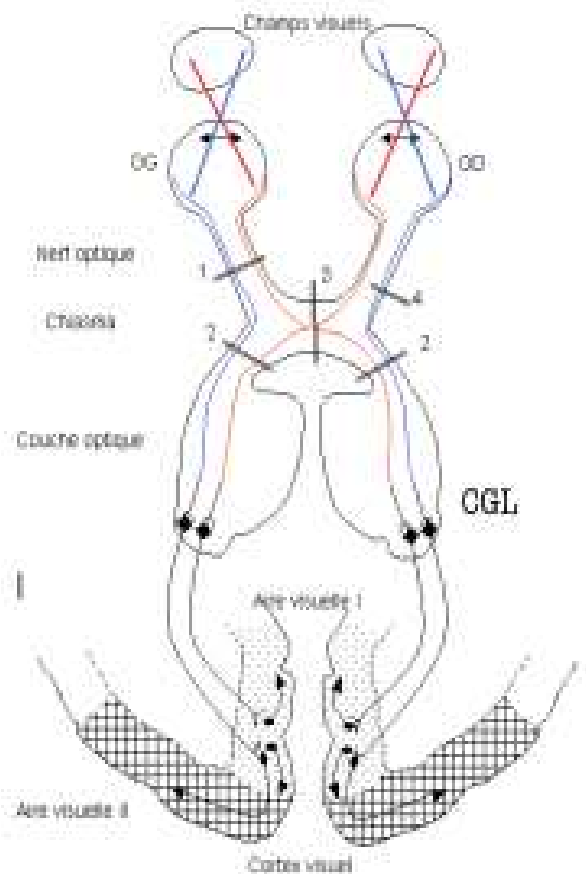
1.1. Les voies visuelles et le (what / where) :

Le cerveau n'est pas seul à analyser les informations lumineuses, la rétine le fait aussi. On assimile souvent à tort la rétine à une pellicule photographique alors qu'elle fait bien plus que simplement capter la lumière. À partir des variations d'éclairement en différents points de la rétine naît un message électrique à destination des étages suivants. Ce message contient déjà **des informations sur la couleur des objets, sur leur forme, sur leur mouvement et sur les contrastes entre les objets**. En fait, à chaque étage du système visuel s'effectue un traitement de **l'information lumineuse**, qui est de plus en plus complexe à mesure que l'on se rapproche des étages supérieurs. C'est par exemple au niveau du **cortex cérébral** que l'on trouve pour la première fois des cellules qui sont **sensibles à l'orientation d'un objet dans l'espace, ou à la direction de leur mouvement**.

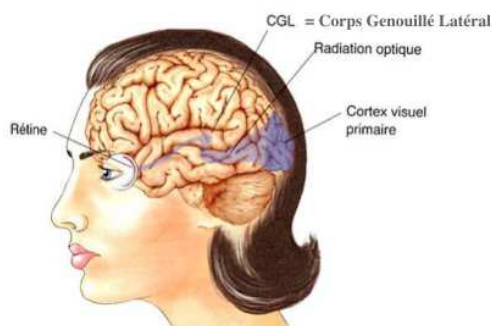
Mais plus important encore, les informations lumineuses traitées à chaque étage sont ségréguées : elles sont séparées en deux canaux, dès la rétine et jusqu'aux derniers étages du système. D'après Ungerleider et Mishkin (1982), le premier canal, le **système ventral** « du LO au LT < « what » » est spécialisé dans le traitement de l'identification visuelle et la reconnaissance détaillée des objets en traitant les informations de forme et de couleur. Alors que, le second, le **système dorsal** « du LO au LP < « where » » est spécialisé dans le traitement de la localisation spatiale des objets et dans l'analyse du mouvement des objets en traitant les informations de contraste et de mouvement.



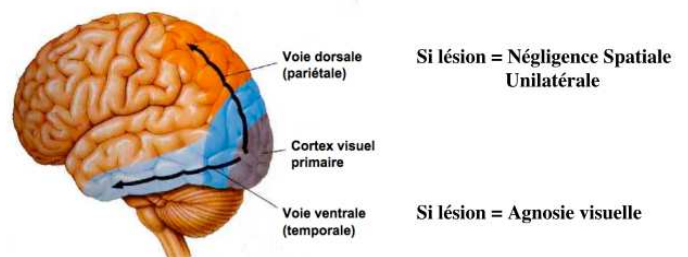
Annexe VIII- figure. 2. Deux types de cellules recouvrent la rétine; les bâtonnets et les cônes. Source: internet.



Annexe VIII- figure. 3. Le système visuel nerveux. Source: internet.



Annexe VIII- figure. 4. Schéma de Bear et al, 2001 du système visuel en rapport avec le cortex visuel. Source: internet.



Annexe VIII- figure. 5. Le système d'organisation du traitement des informations visuelles. Source : (Colliot, 2010).

Une double organisation du traitement des informations visuelles : **une organisation hiérarchique**; de la rétine jusqu'aux aires corticales les traitements sont de plus en plus complexes, et une **organisation en parallèle**; distinction entre deux circuits le « **what** » et le « **where** » qui fonctionnent en parallèle. C'est le principe de la division du travail qui permet de résoudre le problème de l'unité, la simultanéité de l'expérience perceptive (Colliot Pascale, 2010).

Ainsi, la lumière provenant des objets qui nous entourent est captée par notre rétine et analysée jusqu'aux derniers étages de notre système visuel, afin d'extraire toutes les informations disponibles sur l'objet (forme, couleur, mouvement...). C'est à partir de ces traitements parallèles de l'information lumineuse que se construit notre perception visuelle. (MASSAUX, 2009).

1.2. Caractériser les mécanismes de la vision :

La perception du monde extérieur est un processus psychophysiologique auquel participent :

- L'œil qui reçoit l'information,
- Le nerf optique qui la transmet,
- Le cerveau qui la traite, en relation avec d'autres informations présentes ou stockées en mémoire.

Voir implique la succession d'opérations suivantes coordonnées par le système nerveux :

- Diriger les yeux vers l'objet,
- Réguler la quantité de lumière qui pénètre dans l'œil par l'ajustement du diaphragme pupillaire,
- Assurer la netteté d'objets vus à des distances différentes par l'ajustement de la courbure du cristallin,
- Projeter l'image de l'objet sur la partie la plus sensible de la rétine,
- Explorer les détails ou poursuivre les déplacements de l'objet.

1.2.1. Fonctions optiques :

Les fonctions optiques de l'œil sont exercées par :

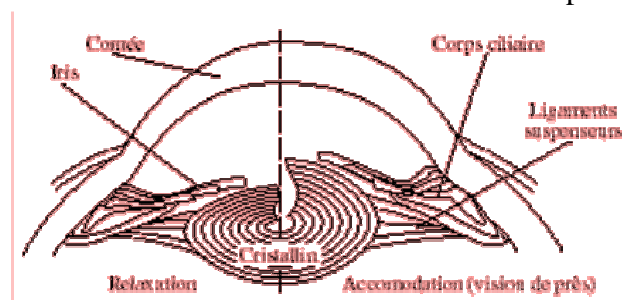
- la cornée : lentille à courbure fixe qui confère à l'œil 70 % de sa puissance de réfraction,
- le cristallin : lentille à courbure variable qui ajuste le pouvoir de réfraction de l'œil et focalise l'image sur la rétine,
- l'iris : rôle de diaphragme qui limite la quantité de lumière pénétrant dans l'œil.

L'accommodation est la capacité de l'œil à assurer la netteté de l'image d'un objet situé à :

- 5 à 6 m pour la distance maximale,
- 0,07 à 1 m pour la distance minimale.

Le cristallin, en modifiant sa courbure, permet à l'image d'être perçue nettement.

On mesure la capacité d'accommodation en déterminant le point le plus rapproché qui peut être vu nettement (PPA : Punctum Proximum d'Accommodation); il constitue la distance minimale de vision nette. Le vieillissement entraîne une perte de l'élasticité du cristallin.



Annexe VIII- figure. 6. Mécanisme de l'accommodation

âge de l'opérateur	10	15	20	30	40	50	60
distance minimale d'accommodation en cm (PPA)	7	8	10	15	25	40	100

Annexe VIII- tableau. 1. Influence de l'âge sur l'accommodation.

1.2.2. Fonctions sensorielles :

L'œil humain contient deux types de photorécepteurs : les cônes et les bâtonnets, qui constituent deux systèmes fonctionnels permettant à l'œil humain de percevoir les détails des objets dans une vaste gamme d'intensités de lumière et de couleurs.

Cônes environ 6 millions	Bâtonnets environ 120 millions
vision diurne (vision photopique)	vision nocturne (vision scotopique) détecteurs de lumière
vision centrale 1 million dans la zone centrale densité minimale à la périphérie	vision périphérique aucun dans la zone centrale densité maximale à la périphérie
détection des détails	image des objets plus floue
vision des couleurs	vision en noir et blanc

Annexe VIII- tableau. 2. Rôles des cônes et bâtonnets.

1.2.3. Fonctions motrices :

Les fonctions motrices de l'œil sont assurées par :

- les muscles qui ajustent le diamètre de la pupille et la courbure du cristallin,
- les muscles fixés aux globes oculaires qui permettent d'explorer l'environnement, de diriger le regard vers un objet particulier, de le scruter et de suivre ses mouvements dans l'espace.

1.2.3.1. Réflexe de fixation

Tout objet mobile ou point lumineux apparaissant dans l'environnement visuel provoque un déplacement rapide du regard dans sa direction afin que l'image de l'objet ou du point lumineux soit amenée sur la fovéa.

1.2.3.2. Mouvements oculaires

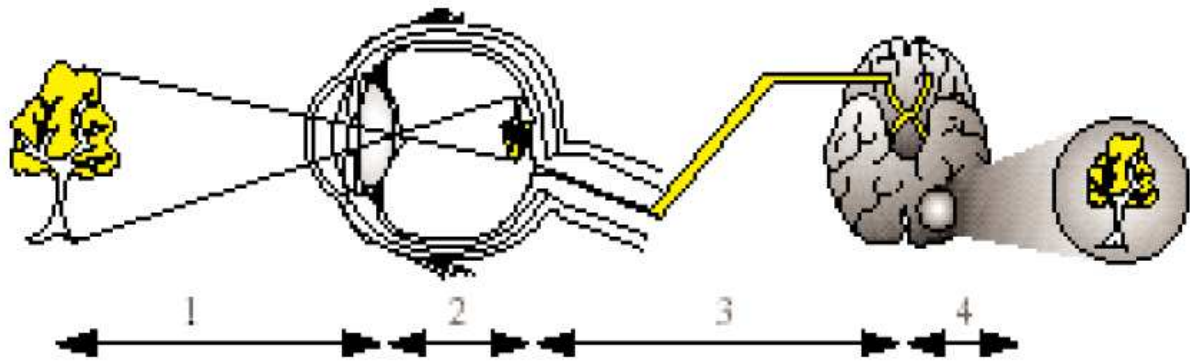
Un œil immobile ne voit pas. Pour qu'il voit, il doit être animé de mouvements plus ou moins rapides pour amener l'objet dans l'axe du regard ou le suivre dans ses déplacements.

1.2.3.3. Vision binoculaire

La vision binoculaire permet d'obtenir une image unique par synthèse des images reçues par les deux yeux. Elle améliore l'acuité visuelle et contribue à la vision du relief et à l'agrandissement du champ visuel (espace perçu en condition d'immobilité de la tête et des yeux).

1.3. Perception visuelle

La perception visuelle comporte la détection, l'identification et l'interprétation des messages transmis de la rétine au cerveau par l'intermédiaire du nerf optique.



Annexe VIII- figure. 7. Représentation schématique du trajet de l'image perçue.

2. Optique géométrique et perception visuelle :

2.1. Perceptions visuelles et illusions liées à la propagation de la lumière :

Dans un milieu homogène, la lumière se propage en ligne droite. Ainsi, le cerveau interprète le rayon lumineux comme se propageant toujours en ligne droite.

La surface de séparation de deux milieux de propagation transparents est appelée dioptre. Quand la lumière incidente arrive sur un dioptre, une partie de la lumière subit une réflexion; l'autre partie est réfractée. Ces changements de direction du rayon lumineux peuvent être la source d'illusions d'optique.

2.1.1. La réflexion :

Lorsque la lumière est renvoyée dans une direction privilégiée, on dit qu'elle subit une réflexion. L'image d'un objet, donné par un miroir plan, est symétrique de l'objet par rapport au miroir. Pour le cerveau, la lumière semble provenir de l'image et non de l'objet lui-même.

2.1.1.1. La réfraction :

Le passage de la lumière au travers d'un dioptre provoque un changement de la direction de propagation : c'est la réfraction. Un rayon lumineux arrive sur un dioptre sous un angle d'incidence (i_1). Il émerge en faisant un angle de réfraction (i_2) différent de (i_1). Pour le cerveau, la lumière semble provenir de l'image et non de l'objet lui-même.

Dans le cas d'un dioptre eau/air ou verre/air et au-delà d'une certaine valeur de l'angle d'incidence (i_1), la lumière est réfléchi sur le dioptre et ne le traverse plus : c'est la réflexion totale.

2.1.1.1.2. Propagation dans un milieu non homogène :

Dans les régions polaires, la température de l'air, faible au niveau du sol, augmente avec l'altitude; l'air n'est plus un milieu homogène. Dans un milieu non homogène, la lumière se propage en ligne courbe; l'observateur voit l'objet dans la direction de propagation de la lumière qui pénètre dans l'œil.

Dans les régions chaudes, la température élevée au niveau du sol diminue avec l'altitude. Les rayons sont alors courbés dans l'autre sens; en regardant vers le sol, on peut voir le bleu du ciel donnant l'illusion d'une nappe d'eau.

2.2. Perceptions visuelles et illusions liées aux caractéristiques de la rétine :

L'œil est un capteur optique dont les limites sont liées au fonctionnement de la rétine. Les pigments des cellules de la rétine sont modifiés par la lumière et se reforment très vite. Ainsi, la rétine ne peut distinguer deux images différentes que si elles se succèdent avec un intervalle de temps d'environ un dixième de seconde. Quand des images défilent à un rythme supérieur à dix images par seconde, l'observateur a une sensation de continuité.

2.2.1. La persistance des images rétinienne :

La lumière émise par un stroboscope donne une sensation de clignotement si la fréquence des éclairs est faible. Lorsque la fréquence croît, le clignotement disparaît et l'observateur a illusion d'un éclairage continu. C'est le phénomène de la persistance des impressions rétinienne dont la durée est de l'ordre de 0.1s. Ce phénomène permet de donner l'illusion du mouvement à partir d'une succession d'images. Cela explique aussi l'expérience du disque de Newton.

2.2.1.1. la stroboscopie :

La stroboscopie est une technique employée pour donner l'illusion d'un mouvement ralenti. Un disque noir muni d'un fin secteur blanc est en rotation. En éclairage naturel, l'observateur suit le secteur dans son mouvement lorsque la vitesse de rotation du disque est faible. Si elle est élevée, le disque apparaît d'un gris uniforme. Eclairé avec un stroboscope, le disque semble immobile chaque fois que la fréquence des éclairs (F_e) est égale à la fréquence du disque F (ou à un sous- multiple de cette fréquence). Mais lorsque les fréquences des éclairs et du disque sont voisines, le disque semble être en mouvement ralenti, soit dans le sens réel, soit en sens inverse. Au cinéma, on peut avoir l'illusion qu'une roue ne tourne pas alors qu'elle est en rotation, ou qu'elle tourne en sens inverse du sens réel.

2.3. Perception visuelle et fonctionnement neuronal :

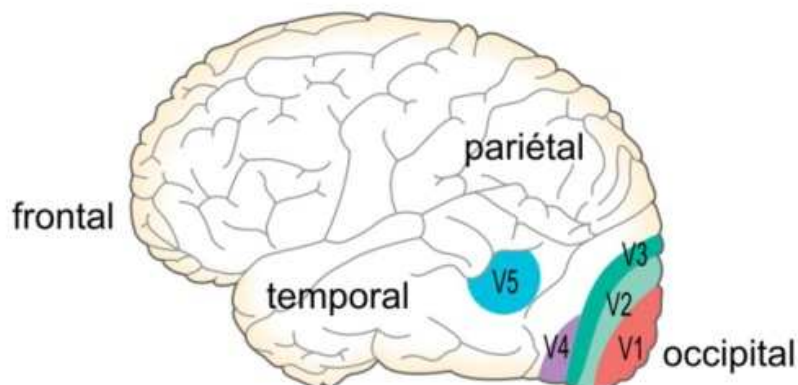
2.3.1. La localisation du traitement des informations dans le cerveau :

La connaissance des mécanismes de la naissance de la perception visuelle a pu être établie à partir de données sur les lésions cérébrales, ainsi qu'à partir de données d'imagerie médicale; les zones actives étant repérables en fonction de l'intensité de la circulation sanguine.

Le cortex visuel comporte plusieurs aires qui répondent de façon spécifique à des aspects différents du stimulus visuel, tels que la couleur, la direction du mouvement, les formes...

Les informations reçues par le cortex occipital sont réparties sur différentes autres aires qui participent à l'élaboration de la perception visuelle, telles que le cortex temporel, le cortex pariétal...

Ainsi, la région la plus pariétale du cortex occipital est une aire du « où »; elle permet la localisation de l'objet, et la région la plus temporale du cortex occipital est une aire du « quoi »; elle permet la reconnaissance de l'objet. Les aires V1 et V2 jouent un rôle très important dans la perception des contours et dans la perception visuelle fine. L'aire V4 joue un rôle dans la perception des couleurs et l'aire V5, un rôle dans la perception des mouvements.



Annexe VIII- figure. 8. L'hémisphère gauche du cerveau montrant les différentes aires visuelles.

2.3.2. Le neurone et la transmission synaptique :

Les neurotransmetteurs sont des molécules qui permettent à l'influx nerveux de passer d'un neurone à l'autre. C'est la forme particulière de la molécule de neurotransmetteur qui va lui permettre de se fixer sur des récepteurs post-synaptiques et de produire son effet. Relâchés dans la fente synaptique, les neuro-transmetteurs peuvent avoir deux effets opposés sur le neurone suivant. Certains sont excitateurs, d'autres sont inhibiteurs. De nombreuses molécules, drogues ou médicaments, peuvent perturber la propagation des messages nerveux le long des réseaux de neurones et ainsi modifier les perceptions visuelles.

La très grande majorité de nos synapses sont de type chimique. Elles sont plastiques et malléables, ce qui est une caractéristique précieuse à la base des apprentissages. L'organisation générale du cortex visuel est la même pour tous. Elle est déterminée par un programme génétique commun à l'espèce humaine.

Les apprentissages et les expériences acquises après la naissance sont à l'origine d'une organisation différente des réseaux de neurones corticaux. Le traitement des messages nerveux n'est donc pas strictement identique d'un individu à l'autre, dès lors, aucun cerveau ne voit le monde exactement comme un autre.

2.3.3. Les illusions liées au traitement de l'information par le cortex visuel :

Les illusions nous fascinent car elles trompent notre perception des mouvements, des contrastes et des couleurs. La compréhension du fonctionnement de notre système visuel permet d'ébaucher quelques éléments d'explication.

Le cerveau est un organe complexe, dont le fonctionnement n'est pas encore parfaitement connu, malgré les nombreux travaux de recherche dont il fait l'objet.

L'œil est un organe précieux à préserver de tout traumatisme, tels que les drogues, les bruits intenses, les excès de lumière, le manque de sommeil...

2.4. Perception liée au traitement des messages visuels dans le cortex cérébral :

Les messages bioélectriques provenant de la rétine sont véhiculés dans le nerf optique jusqu'au cerveau par des réseaux de neurones qui élaborent progressivement une représentation visuelle du monde.

2.4.1. Identifier les aires cérébrales impliquées dans la vision :

En utilisant la tomographie par émission de positons, une technique d'imagerie cérébrale permettant la mesure du débit sanguin, on a pu déterminer les zones du cerveau activées lors du traitement des informations visuelles. Plus le flux de sang est grand. Ainsi, en mesurant les variations du flux sanguin, on peut distinguer les régions du cerveau qui traitent ces informations. Cette approche a permis d'étudier le cerveau en action et de repérer cinq zones, désignées de V1 à V5.

2.4.2. Le traitement des messages visuels dans le cortex cérébral :

Les différentes aires du cortex visuel échangent en permanence des informations grâce à un complexe réseau de neurones. Le cortex cérébral est organisé en couches superposées de neurones pyramidaux. L'architecture du cortex est semblable d'un individu à l'autre.

Donc, ce qu'il faut retenir, c'est que:

- Le monde vu n'est qu'une interprétation de la réalité, une image mentale construite par le cortex visuel.
- Certaines illusions sont liées aux caractéristiques de la propagation de la lumière, ou aux propriétés de la rétine.
- D'autres sont attribuées à la complexité du fonctionnement cérébral.

3. L'objet d'attention et les conditions concrètes de l'épisode perceptif :

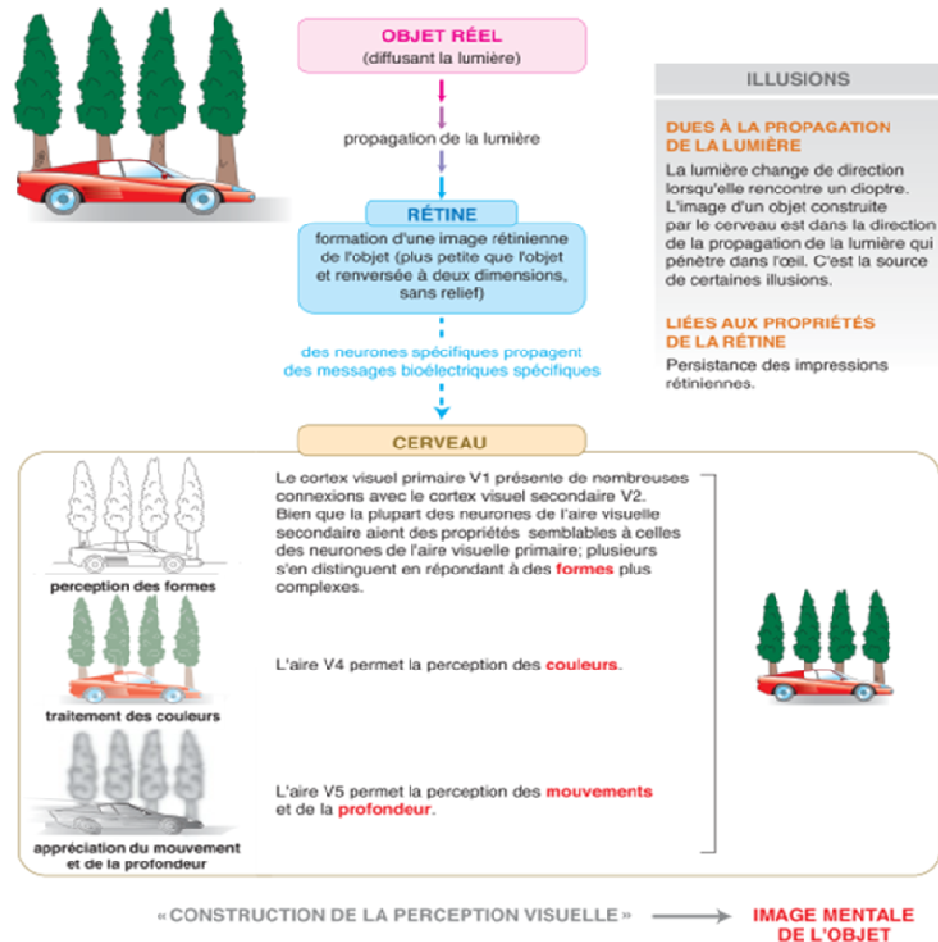
Les conditions qui pèsent sur l'épisode visuel se répartissent en celles qui sont **intrinsèques** à celui qui regarde, **au sujet de contemplation (d'attention)**, et en celles qui lui sont **extrinsèques**, qui sont objectivées dans le monde.

La description de l'objet de contemplation, de ce qu'on regarde, nous permet d'introduire quelques propriétés théoriques du stimulus. Sur le plan perceptif, un objet holiste pose un nombre de problèmes considérables, tout en étant une forme plate qui résulte de la projection sur la rétine de la lumière réfléchiée par un objet physique volumétrique.

La structure de la projection est variable, ses caractéristiques dépendent largement des conditions concrètes de l'épisode perceptif:

- la distance à laquelle est situé le stimulus, d'où résulte sa taille relative sur la rétine;
- l'étendue du champ de vision, ses limites où se termine notre vue;
- l'orientation du stimulus par rapport à l'observateur;
- la prégnance du stimulus – sa propriété de capter l'attention du sujet regardant (Cocula et Peyroutet, 1986);

- **l'intensité lumineuse** de l'objet; la différence entre les intensités lumineuses de deux surfaces adjacentes crée le **contraste** (Weil-Barais, 1998);
- La localisation et la nature des sources lumineuses (Bryuer, 2000).



Annexe VIII- figure. 9. Principe de la perception visuelle.

Dans les sciences cognitives, on utilise le terme de dimension d'un stimulus pour désigner toute sa propriété qui ne peut prendre qu'une seule valeur à la fois; il suffit de citer quelques exemples: la couleur, la forme, la taille... Le trait d'un stimulus, par contre, est une valeur effective que possède la dimension de ce stimulus (ainsi, il peut être jaune, ovale, grand, carré...) (Bruyer, 2000).

La perception d'un objet se résume en gros à la **perception du contour** qui le délimite. Il est défini comme **“la région très étroite qui sépare une surface (un objet) d'une autre surface (ou d'un autre objet)”** (Weil-Barais, 1998). Un autre problème qui se dégage tient au **phénomène de l'occultation** : un objet de position plus proche couvre la totalité ou une partie de l'autre objet qui se situe directement derrière lui; il en résulte bien sûr que ce dernier n'est pas vu complètement. *«Notre expérience visuelle est le produit de principes déductifs extrêmement complexes et profondément enracinés, opérant à un niveau de notre système visuel qui est tout à fait inaccessible à l'introspection consciente, et reste hors de notre contrôle»* (Shepard, 1992).

4. Définir les caractéristiques visuelles de l'individu :

4.1. Acuité visuelle :

C'est la capacité à distinguer les détails fins et les formes d'un objet ou à percevoir distinctement deux objets rapprochés. Plus le détail distingué est petit, plus l'acuité visuelle de l'individu est grande.

4.1.1. Modification de l'acuité visuelle

L'acuité visuelle n'est pas constante. Elle augmente dans certaines limites avec :

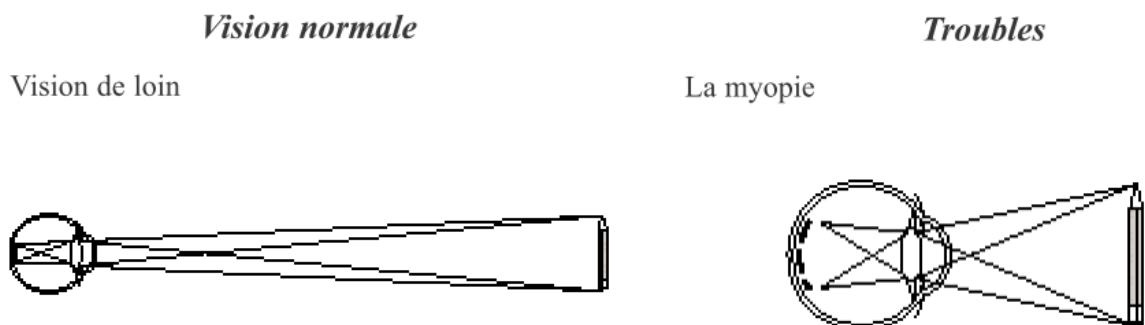
- le niveau d'éclairement, mais un éclairement qui dépasse 1 000 lux n'influence plus l'acuité,
- le contraste objet/fond, mais un contraste de luminance trop élevé peut provoquer un éblouissement gênant,
- la netteté du détail,
- la durée d'exposition du stimulus, il existe une durée optimale en fonction de la tâche visuelle (voir fiche EV 4 pour la définition de la tâche visuelle).

Ces différents facteurs peuvent se compenser mutuellement : une augmentation de l'éclairement peut compenser la diminution de l'acuité visuelle, une augmentation du contraste peut compenser un faible niveau d'éclairement.

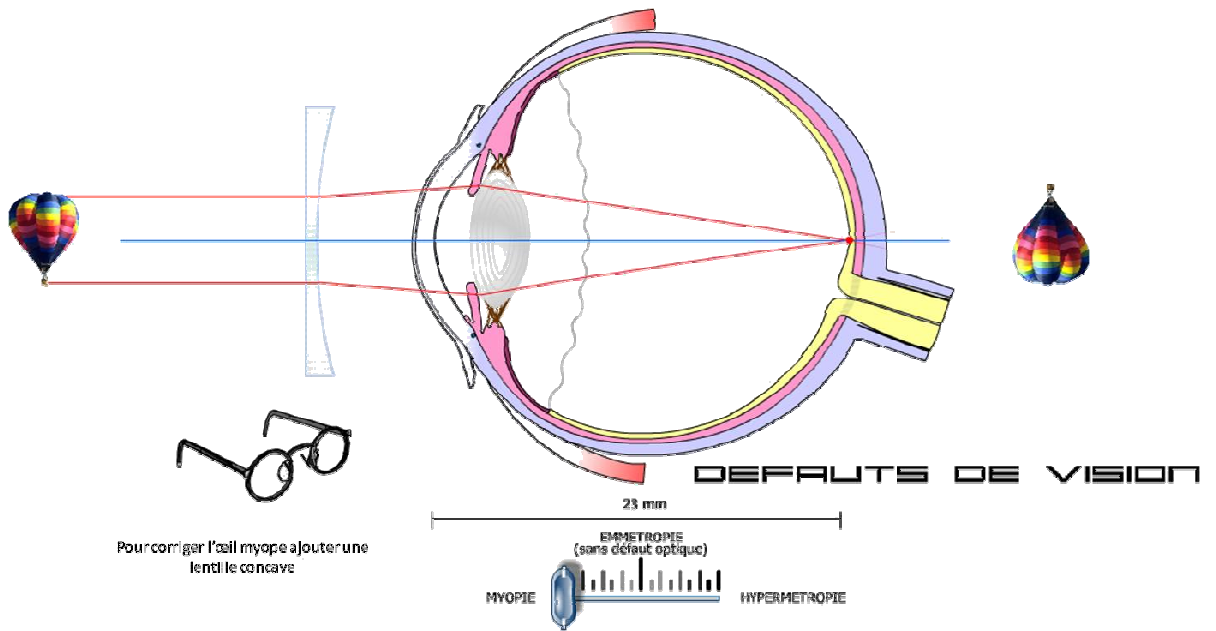
L'acuité visuelle mesurée lors d'un examen ophtalmologique ne se retrouve pas forcément en conditions réelles de travail : l'ambiance lumineuse, les exigences visuelles de la tâche et l'état fonctionnel de l'opérateur peuvent être très différents. Certaines professions exigent une bonne acuité visuelle de loin (pilote, timonier, conducteur de véhicules de transport en commun...), d'autres exigent une bonne acuité visuelle de près (ajusteur, bijoutier, dessinateur, fraiseur, tourneur, lingère, stoppeuse...).

4.1.2. Vision normale et troubles de la vision :

L'image se forme en avant de la rétine et le myope voit mal de loin. La correction se fait avec des verres concaves.



Annexe VIII- figure. 10. Les troubles visuelles chez les myopes.

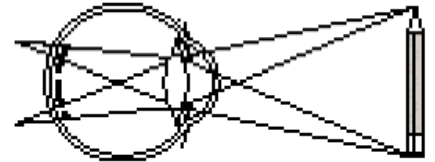
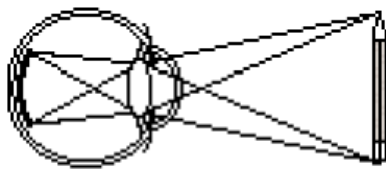


Annexe VIII- figure. 11. Principe de la correction des défauts de vision chez les myopes.

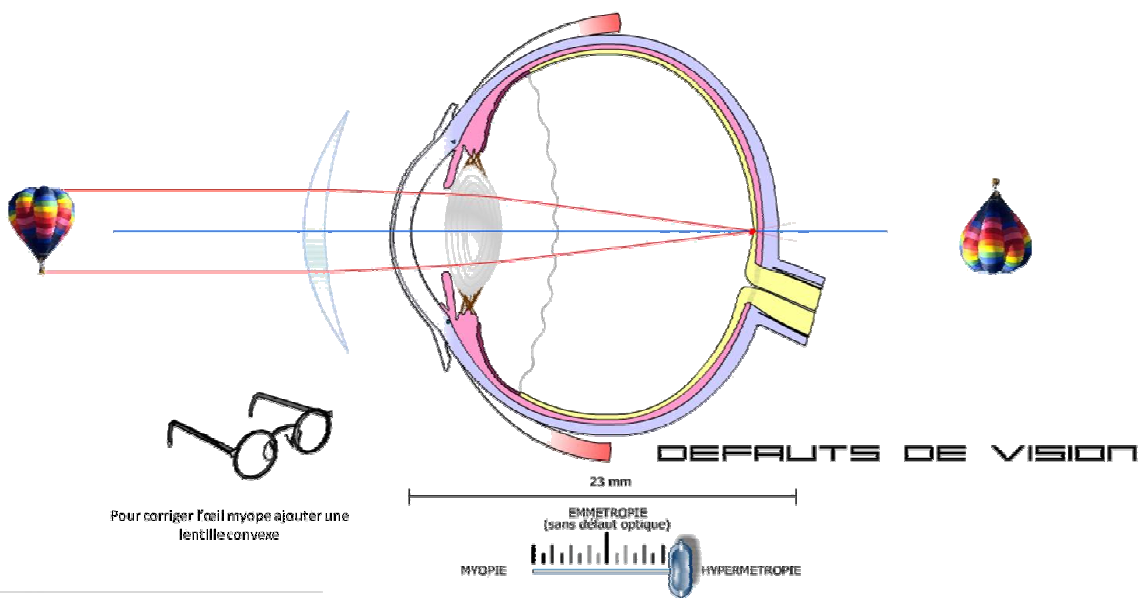
C'est le contraire de la myopie : l'image se forme en arrière de la rétine et l'hypermétrope voit mal de près. La correction se fait avec des verres convexes.

Vision de près

L'hypermétropie



Annexe VIII- figure. 12. Les troubles visuelles chez les hypermétropes.



Annexe VIII- figure. 13. Principe de la correction des défauts de vision chez les hypermétropes.

- **L'astigmatisme** se caractérise par une forme irrégulière de la cornée entraînant la focalisation des images lumineuses en deux points différents de l'œil, ce qui implique donc une déformation de l'image.
- **La presbytie** se traduit par la diminution de l'élasticité du cristallin lorsqu'il vieillit. Ce dernier est de moins en moins capable de modifier sa courbure. L'image des objets proches se forme derrière la rétine.

Dans ces conditions, la vision de loin est conservée, mais pour voir de près (lecture, par exemple), il est nécessaire de porter des verres correcteurs biconvexes.

4.1.3. Sensibilité au contraste

C'est la capacité des récepteurs rétiniens à percevoir les différences de luminance. Cette fonction est absolument nécessaire pour la perception des contours et des formes.

En effet, l'œil perçoit la forme d'un objet parce que ses bords se détachent du fond; le contour de l'objet apparaît alors comme une différence perceptible entre la luminance de l'objet et celle de la zone qui l'entoure.

La sensibilité au contraste augmente avec la luminance de l'environnement et avec la taille des objets (ou des détails).

Elle est un indice pertinent de fonctionnement du système visuel et c'est une aptitude exigée pour certaines activités professionnelles, telles que l'inspection et le contrôle de produits.

4.1.4. Résolution temporelle

C'est la capacité à répondre à des stimulations uniques de courte durée ou à des stimulations répétitives.

Le système visuel répond non seulement au contraste dans l'espace, mais aussi dans le temps, à cause du mouvement de la cible sur la rétine, soit parce que les yeux changent de position, soit parce que l'objet se déplace.

La connaissance de cette propriété de l'œil est importante pour la qualité de l'éclairage. La fréquence de décharge des tubes fluorescents ou celle du balayage vertical du faisceau d'électrons des écrans de visualisation peut être perçue et être gênante si elle est trop faible.

4.1.5. Résistance à l'éblouissement / notion d'adaptation :

Cette résistance se manifeste par la rapidité de récupération des capacités visuelles après une courte exposition à une luminance excessive. Un excès de luminance dans le champ visuel provoque un éblouissement. Il peut être produit directement par une source lumineuse, ou indirectement par les réflexions de la lumière sur des surfaces qui se comportent comme un miroir.

L'éblouissement s'accompagne d'un affaiblissement des fonctions visuelles (diminution de l'acuité visuelle, de la vision des couleurs et du relief, rétrécissement du champ visuel...) suivi d'un temps de récupération plus ou moins prolongé selon les individus et selon leur âge (exemple : la conduite de nuit est plus difficile à cause de l'allongement du temps de récupération). L'adaptation se traduit par des modifications de la sensibilité du système visuel aux variations d'intensité de la lumière.

L'œil humain peut traiter l'information visuelle dans une grande gamme de luminances grâce à la capacité du système visuel à s'adapter aux variations d'intensité de la lumière ambiante.

4.1.5.1. Adaptation à l'obscurité

C'est un processus lent d'augmentation de la sensibilité de la rétine. Après 25 minutes, l'œil s'est adapté à 80 %. L'adaptation complète nécessite presque une heure.

4.1.5.2. Adaptation à la lumière

L'adaptation à la lumière est un processus plus rapide que l'adaptation à l'obscurité. Par opposition à l'adaptation à l'obscurité, elle se manifeste par une diminution de la sensibilité de la rétine aux stimuli visuels.

Le passage brusque de l'obscurité à la lumière, un excès de luminance dans le champ visuel, des projecteurs ou des phares et des points lumineux dans l'espace visuel provoquent un éblouissement.

4.1.5.3. Rôle de la pupille

La quantité de lumière qui pénètre dans l'œil dépend de l'ouverture du diaphragme pupillaire.

Ainsi, le passage brusque de l'obscurité à la lumière déclenche la constriction réflexe de l'iris; la transition d'un environnement éclairé à l'obscurité provoque une dilatation réflexe de l'iris.

Le diamètre de la pupille varie en fonction de l'intensité de la lumière mais aussi avec l'état du sujet. Si le diamètre de la pupille augmente en situations émotionnelles, en état de stress et avec la charge mentale, il diminue en revanche avec la fatigue, la somnolence et dans la vision de près.

Une bonne résistance à l'éblouissement est exigée chez les routiers, pompiers, conducteurs de grue à tour et engins de chantier, acteurs (de théâtre, de cinéma, de T.V.), forgerons...

4.2. Visions des couleurs :

L'œil humain est sensible non seulement aux différentes intensités des rayonnements lumineux, mais également aux différentes longueurs d'ondes, donc aux différentes couleurs.

Dans la perception de la lumière, trois caractéristiques fondamentales peuvent être distinguées:

- la luminance qui varie de l'obscurité jusqu'à une forte lumière,
- les différentes composantes colorées de la lumière qui vont du violet au rouge en passant par le bleu, le vert, le jaune et l'orange,
- la saturation qui traduit le fait que les couleurs sont pures ou « délavées ».

Le principe de la vision des couleurs est appelé **trichromatisme** : c'est la composition des trois couleurs fondamentales, le rouge, le jaune et le bleu qui permet de reconstituer toutes les nuances colorées.

La vision des couleurs varie selon l'état d'adaptation de l'œil et la localisation de la cible dans le champ visuel. Les dyschromatopsies sont des incapacités à distinguer les couleurs. La plus fréquente est le daltonisme, d'origine congénitale, qui se manifeste dans l'axe vert-rouge.

Exemples de postes et de disciplines qui exigent une bonne vision des couleurs : contrôle d'images couleur à la télévision, contrôle de mélange de colorants (teinture, peinture), restauration de tableaux, lithographie, cartographie, photo couleur, éclairagisme, philatélie, opération de tri, électronique, conception assistée par ordinateur (CAO), biologie, chimie, histologie, anatomopathologie, dermatologie.

4.3. Champ visuel :

Le champ visuel de chaque œil s'étend du point central de fixation jusqu'à 90° du côté externe (temporal), 60° interne (nasal), 70° inférieur et 50° supérieur. En vision binoculaire, il existe un recouvrement partiel des deux champs dans la partie centrale. Le champ visuel binoculaire a un diamètre angulaire d'environ 180° horizontalement et d'environ 120° verticalement. L'acuité visuelle, la sensibilité au contraste et la reconnaissance des couleurs décroissent du centre vers la périphérie du champ visuel.

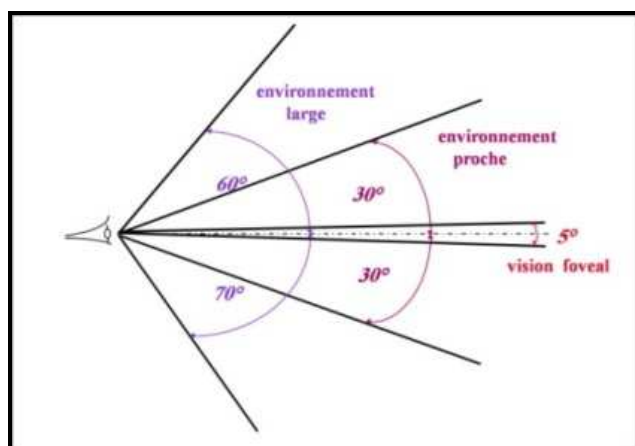
Ainsi, le champ visuel comporte :

- une zone de vision distincte et nette qui s'étend du point de fixation à une zone interceptée par un angle de 1° (angle de vision),
- une zone moyenne (angle de vision de 1° à 40°) où les objets ne sont pas nets mais sont remarqués lorsqu'ils sont très contrastés,
- une zone externe (angle de vision de 40° à 70°) où l'œil ne distingue que les objets en mouvement.

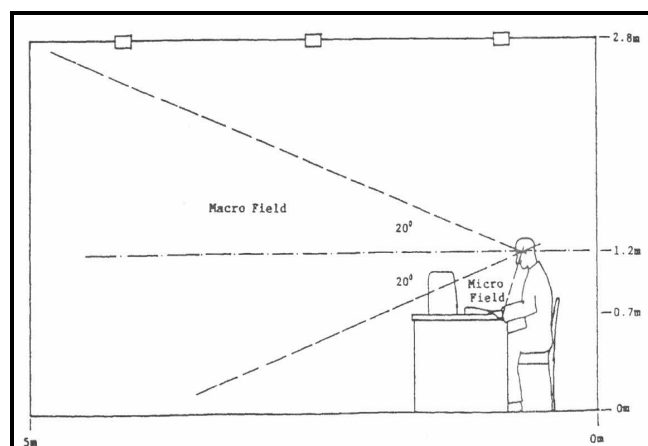
Les limites du champ visuel peuvent diminuer avec l'âge, l'opacité partielle du cristallin, le port de lunettes (lunettes de protection, verres teintés, verres correcteurs de grande puissance, montures larges), la prise de boissons alcoolisées, etc. L'intégrité du champ visuel est indispensable dans certaines professions, telles que conducteurs d'engins de transport, de ponts roulants, de chariots élévateurs, de grues et de bulldozers. Elle est également nécessaire dans les activités de surveillance et les travaux dangereux.

Il existe de grandes différences entre le champ visuel tel qu'il est mesuré en ophtalmologie et le champ visuel fonctionnel car :

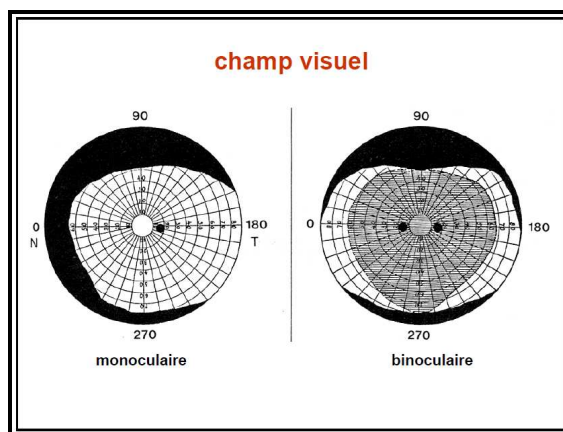
- le travailleur utilise ses deux yeux simultanément,
- le regard et la tête ne sont pas immobiles,
- l'objet qui doit être perçu est une structure complexe,
- le fond sur lequel l'objet se détache est plus ou moins structuré,
- les effets de l'attention, de la fatigue, de l'apprentissage interviennent toujours dans un travail qui se prolonge des heures sans interruption.



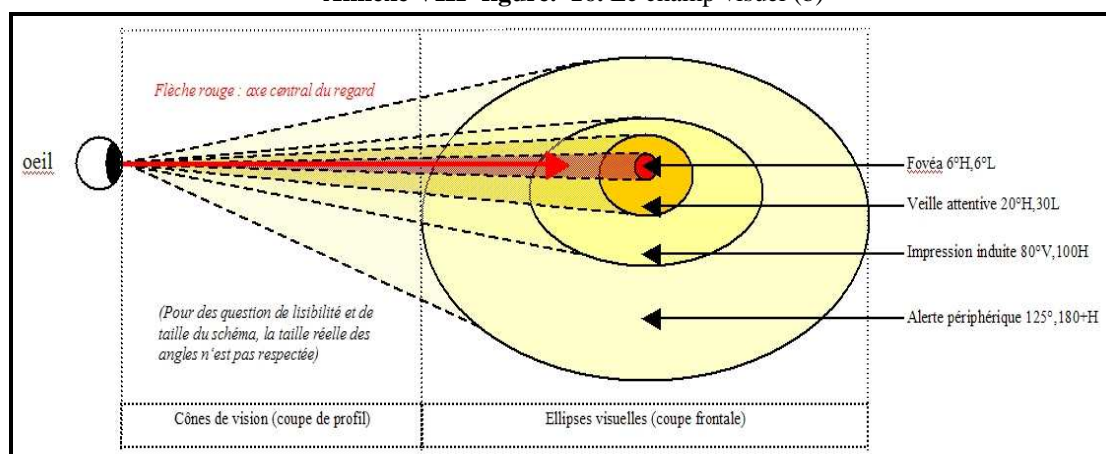
Annexe VIII- figure. 14. La loi de la vision



Annexe VIII- figure. 15. Le champ visuel (a)



Annexe VIII- figure. 16. Le champ visuel (b)



Annexe VIII- figure. 17. Les deux coupes «de profil et frontale» du champ visuel.

4.4. Modification des capacités visuelles avec l'âge :

Lorsque l'œil vieillit, sa structure et son fonctionnement se modifient et sa sensibilité à l'environnement visuel se détériore progressivement.

- **Accommodation** : Le pouvoir d'accommodation diminue avec l'âge; le cristallin s'épaissit, son indice de réfraction diminue et il devient de plus en plus rigide (presbytie).
- **Acuité visuelle** : Chez une personne ayant une vue normale, l'acuité visuelle baisse d'environ 25 % entre 20 et 60 ans. Les personnes âgées ont besoin d'un niveau d'éclairement plus élevé, d'un contraste plus fort et d'une durée de présentation du stimulus plus longue.
- **Résistance à l'éblouissement** : La résistance à l'éblouissement diminue et les effets perturbateurs de l'éblouissement sont plus marqués. Ainsi, la conduite de nuit est plus difficile à cause de l'allongement du temps de récupération.
- **Champ visuel et perception de l'espace** : Le champ visuel se rétrécit. De plus, le ralentissement et la limitation des mouvements des yeux et de la tête limitent la perception de l'espace.

Les modifications dues à l'âge sont particulièrement prononcées dans des conditions de faible éclairage; la performance visuelle peut alors être améliorée par l'augmentation de l'éclairement et du contraste, surtout pour des tâches qui n'exigent pas trop de précision et de rapidité. Mais en

vieillissant, les personnes sont particulièrement gênées lorsqu'elles travaillent dans une ambiance sombre (travail nocturne à l'extérieur, travail en chambre noire) ou lorsque la tâche exige une discrimination des détails fins et des couleurs.

La diminution des aptitudes visuelles avec l'âge constitue un handicap pour les opérateurs. Néanmoins, ces insuffisances sont le plus souvent compensées par un surplus d'expérience et de prudence.

La **performance visuelle** est la précision et la rapidité d'exécution d'une tâche visuelle qui dépendent des caractéristiques de l'objet (forme et dimensions du détail à distinguer), de l'environnement lumineux (contraste de luminance entre l'objet et le fond, niveau de luminance du fond), et du temps utile pour voir. En éclairagisme, le terme performance visuelle constitue un système de référence pour des recommandations du niveau et des rapports d'éclairage lors de l'installation d'un système d'éclairage.

4.5. Principes d'analyse de l'épisode visuel :

Les principes d'analyse de l'épisode visuel sont brièvement cités ci-dessus :

- a. **Les conditions objectives de la perception visuelle** correspondent aux conditions objectives de la réussite cognitive, si l'appréhension visuelle et l'acquisition de savoirs sont considérées sur la même échelle; parmi ces conditions on citera l'existence des moyens d'appui explicatif, l'accès aux sources d'information, d'instruction; les procédés métagnostiques qui accompagnent l'acte d'acquisition du savoir. Ces conditions tels que (présence/absence de la lumière, sa nature et ses sources; le champ de vision, sa transparence);
- b. **Les conditions subjectives de la perception visuelle** se rapportent à la capacité de comprendre, de trouver les solutions cognitives, de réussir par son intellect; on y retrouve, notamment, l'état physique du sujet regardant, son bien-être ou malaise; le niveau préalable du développement intellectuel; l'information précédemment acquise et qui peut servir de base à une éventuelle meilleure compréhension. Ces conditions tels que (capacité physique de voir/cécité; acuité de vision/myopie; yeux ouverts/fermés; attention ciblée/distraction; positionnement par rapport au stimulus, etc.);
- c. **propriétés objectives de l'objet** de contemplation (distance du sujet regardant, taille, contours, prégnance: intensité lumineuse/ couleur);
- d. **propriétés subjectives de l'image** qui en résulte, de la représentation de l'objet (netteté de l'image, sa consistance, son grain, discrimination de petits détails). Ils sont très riches en connexions épistémiques: la vraisemblance de la représentation, la complexité du concept qu'elle produit.
- e. **Les propriétés objectives du stimulus** sont en corrélation très étroite avec les caractéristiques de l'objet de cognition, de tel problème intellectuel à résoudre, de telle connaissance à acquérir: tout d'abord, c'est la nature ontologique de l'objet en question, sa structuration interne- s'il est "objectivement" facile à comprendre ou complètement "esotérique"; son insertion dans les réseaux explicatifs; son potentiel face à la simplification

4.6. Définir les principales notions de l'ergonomie visuelle :

4.6.1. *Tâche visuelle :*

Pour se déplacer et effectuer ses activités en sécurité, aisément et efficacement, l'opérateur doit recevoir et traiter des informations visuelles de la zone où il exerce son activité et de son environnement.

La tâche visuelle représente l'ensemble des actions effectuées par le système visuel pour recevoir et traiter les informations nécessaires à l'activité²⁰. La zone où s'exerce la tâche visuelle est l'espace physique où se situent les objets et les formes à percevoir.

Il faut distinguer la tâche visuelle de la tâche globale de l'opérateur.

Plus de 80 % des messages parviennent par voie visuelle. L'exécution du travail et la perception de l'environnement se font sous le contrôle de la vue.

Voir, c'est :

- percevoir l'image des objets environnants par l'intermédiaire de l'œil,
- reconnaître l'objet et comprendre sa signification,
- utiliser les informations visuelles pour accomplir une activité.

Pour décrire la tâche visuelle, il faut se référer à la fois aux objets et au fond sur lequel ils se détachent, en termes de dimensions, couleurs, mouvements dans le champ visuel, luminance, contraste... Cette sollicitation des fonctions visuelles s'est encore accrue avec le développement de l'automatisation et de l'informatisation.

Ce que l'opérateur n'effectue plus directement lui-même doit être contrôlé, surveillé et inspecté. Les défauts et les erreurs doivent être détectés. Ces nouvelles tâches sont en priorité visuelles.

4.6.2. *Vision au travail :*

La vision dépend de la lumière qui rend les objets visibles. L'éclairage doit donc concevoir et assurer un environnement lumineux adapté aux exigences de la tâche et aux aptitudes visuelles de l'opérateur pour lui permettre de travailler dans des conditions de sécurité, de confort et d'efficacité.

Vision au travail		
Caractéristiques visuelles de l'opérateur	Caractéristiques de la tâche visuelle	Caractéristiques de l'environnement lumineux et spatial :
<ul style="list-style-type: none"> • acuité visuelle • adaptation • perception du relief • perception des couleurs • perception des mouvements 	<ul style="list-style-type: none"> • percevoir les objets de dimensions minimales données • accommoder à des distances imposées par le poste de travail • explorer des surfaces de nature imposée (lisse, rugueuse) • percevoir des objets en mouvement • percevoir des objets dont le temps de présentation est imposé • reconnaître et comparer les couleurs 	<ul style="list-style-type: none"> • niveaux d'éclairement <ul style="list-style-type: none"> • luminances • rapports de luminances • températures de couleur <ul style="list-style-type: none"> • indice de rendu des couleurs • dimensions et contraintes de l'espace

Annexe VIII- tableau. 3. La vision au travail en fonction des caractéristiques de l'usager, de la tâche visuelle et de l'environnement lumineux et spatial.

²⁰ Cependant, dans certains documents, le terme tâche visuelle désigne de façon conventionnelle les objets et les détails qui doivent être vus pour exercer une certaine activité.

Un des objectifs de l'ergonomie est de prévenir un effort superflu et improductif en adaptant l'activité professionnelle au travailleur, de sorte que ses capacités soient convenablement et efficacement utilisées. Dans le contexte éclairage-vision, le but de l'ergonomie visuelle est d'adapter l'environnement lumineux aux capacités visuelles de l'opérateur humain et à la tâche, et d'épargner un effort inutile au système visuel.

Une ambiance lumineuse inadéquate constitue une source de fatigue et d'inconfort visuel au travail avec des conséquences sur la sécurité, la santé et l'efficacité. Si l'éclairage est inadapté, l'opérateur doit faire un effort accru pour accomplir sa tâche et sa charge de travail s'en trouve augmentée.

Une mauvaise distribution de la lumière peut également engendrer des effets indirects, tels que les postures inconfortables adoptées pour y remédier, et peut provoquer des accidents lorsque les obstacles ne sont pas perçus. On définit les fonctions d'un bon éclairage en termes de conditions nécessaires à une bonne visibilité et à l'exécution de la tâche visuelle.

4.6.3. Satisfaction visuelle :

La **satisfaction visuelle** est l'acceptabilité de l'environnement lumineux réel par l'utilisateur.

Elle dépend :

- du caractère agréable de l'environnement lumineux (lorsque l'opérateur est concentré sur la tâche et qu'il regarde ailleurs pour se relaxer),
- des préférences individuelles (un environnement lumineux peut être préféré même s'il n'est pas toujours confortable, c'est le cas dans le choix d'un éclairage naturel, par exemple).

L'acuité visuelle, la vision des couleurs et du relief et le champ visuel diffèrent d'un individu à l'autre et, chez une même personne, selon son âge, son état de santé, son niveau de vigilance et/ou de fatigue, et ses rythmes biologiques. Dans un environnement de travail donné et pour une personne donnée, certains objets sont facilement et rapidement visibles, d'autres exigent un effort important pour être vus, d'autres encore restent invisibles.

4.6.4. La notion de fatigue visuelle :

Les autres facteurs déterminants de la fatigue visuelle sont la **présentation de l'information visuelle**; lorsque l'information est difficile à déchiffrer, l'opérateur est obligé de faire un effort supplémentaire pour effectuer sa tâche (manuscrits de mauvaise qualité, caractères illisibles ou trop petits, faible résolution de l'écran, mauvaise qualité de l'affichage), les **exigences visuelles de la tâche**; les principaux facteurs de contrainte sont les difficultés à focaliser et à fixer une cible mobile ainsi qu'à détecter l'information pertinente, **l'aménagement du poste de travail** dont un poste de travail inconfortable ou mal adapté aux caractéristiques de l'opérateur est souvent à l'origine de problèmes posturaux. Une distance inadéquate œil / tâche demande un effort supplémentaire d'accommodation. La fatigue oculaire s'ajoute alors à la fatigue posturale, **l'organisation du travail** où la fréquence des symptômes de fatigue visuelle augmente en fonction de la durée du travail ininterrompu, de la contrainte de temps et plus particulièrement lorsqu'il s'agit d'un même type de tâche (acquisition et saisie de données, travail avec microscope, lecture sur microfiches...), et enfin, les **facteurs individuels** où des défauts visuels non corrigés ou mal corrigés (astigmatisme, troubles d'accommodation), la diminution des capacités visuelles avec l'âge (presbytie, sensibilité accrue à l'éblouissement) qui augmente la vulnérabilité du système visuel des personnes de plus de

45 ans, et l'état de santé (insomnie, prise d'alcool ou de certains médicaments, troubles métaboliques ou hormonaux).

Les manifestations subjectives qui peuvent être générées par la fatigue visuelle sont à l'instar d'une gêne et un inconfort oculaire; sensations de tension, de lourdeur ou de douleur des globes oculaires, des picotements, des brûlures, des démangeaisons palpébrales, accompagnés parfois de larmoiements et de rougeurs des conjonctives, un inconfort visuel dont un affaiblissement de la vision de près ou de loin (image trouble, double ou vacillante), sensations de papillotement ou d'éblouissement, sensibilité accrue à la lumière, difficulté de fixation, et plus rarement, apparition d'un voile sur les objets fixés, des taches sombres ou des franges colorées autour des objets. Aussi des symptômes généraux; surtout les céphalées frontales, plus rarement des vertiges.

5. Définition de la lumière :

La lumière est l'énergie radiante capable d'exciter la rétine et de produire une sensation visuelle. Elle fournit l'information visuelle sur l'environnement. Elle régule l'activité métabolique et les rythmes biologiques. La lumière constitue une partie infime du large spectre des rayonnements électromagnétiques. Distribués selon leur longueur d'ondes ou leur fréquence, ces rayonnements s'étendent des rayons cosmiques aux ondes hertziennes. La lumière se propage sous forme d'ondes, en ligne droite à environ 300 000 km/s dans le vide. Lorsqu'elle traverse un milieu transparent, sa vitesse diminue en fonction de l'indice de réfraction du milieu.

La lumière correspond à la partie du spectre à laquelle les récepteurs visuels sont sensibles : le spectre visible. Les rayonnements lumineux visibles occupent un intervalle de longueur d'ondes de 380 à 770 nanomètres (nm*). À chaque gamme de longueur d'ondes correspond une sensation colorée. La gamme de longueur d'ondes à laquelle l'œil est sensible s'étend du violet jusqu'au rouge. Les longueurs d'ondes plus courtes (ultraviolets) ou plus longues (infrarouges) sont invisibles.

La lumière blanche correspond à la perception simultanée de l'ensemble des radiations du spectre visible dans un rapport donné. Lorsqu'une lumière blanche traverse un prisme, elle est décomposée en ses différentes composantes colorées, chacune d'elles ayant sa longueur d'ondes.

La principale source de lumière naturelle est la lumière solaire. Les sources de lumière artificielle sont les lampes à incandescence, à fluorescence et à décharge

380 nm	410	470	520	570	610	670	770 nm
UV	violet	bleu	vert	jaune	orange	rouge	IR

*un nm = 10⁻⁹ m

Annexe VIII- tableau. 4. Les couleurs en fonction de la longueur d'onde.

L'œil a une sensibilité qui varie en fonction de la longueur d'ondes. La sensibilité maximum de l'œil se situe, en vision de jour, dans le jaune-vert pour une longueur d'ondes de 555 nm. En vision de nuit, cette sensibilité maximum se décale vers le bleu.

L'éclairage doit assurer : la visibilité des objets et des obstacles, la bonne exécution des tâches sans fatigue visuelle exagérée, et une ambiance lumineuse agréable.

Un environnement visuel confortable (donc favorable au travail !) sera obtenu par un niveau d'éclairage²¹ suffisant, une répartition harmonieuse de la lumière, l'absence d'éblouissement, l'absence d'ombre gênante, un rendu de couleur correct, une teinte de lumière agréable et un apport d'éclairage naturel.

5.1. Les grandeurs photométriques :

Les grandeurs physiques sont utilisées pour évaluer certaines caractéristiques physiques de la lumière déterminantes pour la sensation visuelle. Sur le terrain, les principales grandeurs mesurées par les ergonomes sont l'éclairage et la luminance.

Grandeur	Unité	Sens physique
flux lumineux	lumen (lm)	puissance lumineuse d'une source
Intensité lumineuse	candela (cd)	flux lumineux émis par une source dans une direction donnée
éclairage	lux (lx)	flux lumineux reçu par unité de surface éclairée
luminance	candela/m ² (cd/m ²)	intensité lumineuse émise par unité de surface de la source
Température de couleur	Kelvin (K)	caractérisation de la teinte dominante d'une source lumineuse

Annexe VIII- tableau. 5. Grandeurs photométriques, leurs unités et sens physiques.

5.1.1. L'éclairage

L'éclairage d'une surface est le rapport du flux lumineux reçu à l'aire de cette surface. Son unité est le lux, équivalent à 1lm/m², il correspond à un flux lumineux de 1 lumen (lm) couvrant uniformément une surface de 1 mètre carré (m²).

L'éclairage dépend de l'intensité de la source lumineuse, de la distance entre la source et la surface éclairée et de son inclinaison par rapport aux rayons lumineux. Il caractérise la puissance lumineuse qui atteint une surface (s) donnée. L'unité de mesure est le lux (lx). 1 lux = 1 lm/m². L'éclairage caractérise donc la quantité de lumière reçue par une surface. L'échelle des niveaux d'éclairage disponibles naturellement est très étendue : elle varie de 0,2 à 100 000 lx. La mesure de l'éclairage permet de déterminer si la quantité de lumière qui parvient à l'objet est suffisante pour que celui-ci soit perçu. On utilise un luxmètre composé d'une cellule qui transforme le flux lumineux reçu en une grandeur électrique mesurable.

²¹ La quantité de lumière est caractérisée par le niveau d'éclairage exprimé en lux (lx).

Niveau d'éclairage recommandé (lx)	Type d'activité
50 100 150	Simple orientation ou passage dans une aire de circulation
100 150 200	Tâches n'exigeant aucune perception de détails, dans un local à usage discontinu
200 300 500	Tâches n'exigeant qu'une perception visuelle simple
300 500 750	Tâches exigeant une perception visuelle moyenne (écriture et détails similaires)
500 750 1000	Tâches exigeant une bonne perception visuelle
750 1000 1500	Tâches à perception visuelle difficile
1000 1500 2000	Tâches spéciales exigeant une perception visuelle de détail très fin
>2000	Tâches requérant une perception visuelle très exacte

Annexe VIII- tableau. 6. Niveaux d'éclairage recommandés en fonction du type d'activité.

5.1.2. Flux lumineux :(Grandeur liée à la source de lumière) :

C'est la puissance lumineuse émise par une lampe, exprimée en lumens (lm). Il permet de comparer l'efficacité lumineuse des différentes lampes, exprimée en lumens émis par watt de puissance électrique consommée (lm/W).

Il caractérise la puissance lumineuse de la source rapportée à la sensibilité de l'œil, de façon à ne considérer qu'une puissance susceptible de provoquer la sensation visuelle.

5.1.3. L'intensité lumineuse

L'intensité lumineuse est le flux lumineux émis par unité d'angle solide dans une direction donnée. Elle se mesure en candela (cd). En photométrie, l'intensité lumineuse est une mesure de l'éclat perçu par l'œil humain d'une source lumineuse.

5.1.4. Luminance (Grandeur liée à la surface éclairée) :

La grandeur la plus représentative de la qualité de l'éclairage est la luminance. La luminance est le flux lumineux émis ou réfléchi par unité de surface dans une direction donnée. Cette notion ne s'applique donc pas seulement aux sources mais aussi à tous les objets qui renvoient une partie de la lumière qu'ils ont reçue. La luminance se traduit par la sensation de luminosité ou de brillance. C'est la "brillance" d'une surface éclairée ou d'une source lumineuse telle que perçue par l'œil

humain, exprimée en candelas par m² (cd/m²). Elle décrit l'effet de la lumière sur l'œil. C'est en effet la lumière réfléchiée que perçoit l'œil humain. Cependant celle-ci étant difficilement mesurable, ce sera l'éclairement, représentant la lumière incidente, qui sera dans la pratique considéré.

La mesure de la luminance permet d'évaluer les risques d'éblouissement (luminances trop importantes) et de gêne (rapports de luminances trop élevés).

Pour mesurer la luminance d'une source lumineuse ou d'une surface qui réfléchit la lumière, on utilise un luminancemètre.

Grandeurs	Unités		Terminologie anglo-saxonne	
	Énergétiques indice <i>e</i>	lumineuses indice <i>v</i>	<i>e</i> (énergétique)	<i>v</i> (visuel)
Flux Φ (transporté par un faisceau)	watt [W] = J·s ⁻¹	lumen [lm]	Radiant power	Luminous power
Luminance <i>L</i> (dans un pinceau de rayonnement) ≡ flux par unité d'étendue géométrique	watt par mètre carré et par stéradian W·m⁻²·sr⁻¹	candela par mètre carré cd·m⁻² [= <i>nit</i>] = lm·m ⁻² ·sr ⁻¹	Radiance	Luminance
Éclairement <i>E</i> (d'une surface réceptrice) ≡ flux reçu par unité de surface	watt par mètre carré W·m⁻²	lux ou lumen par mètre carré lx = lm·m ⁻²	Irradiance	Illuminance
Émittance et Exitance <i>M</i> (d'une surface émettrice) ≡ flux quittant un élément de surface, par unité d'aire	Émittance watt par mètre carré W·m⁻²	Exitance lux ou lumen par mètre carré lm·m⁻²	Radiant exitance (<i>radiosity</i>)	Luminosity
Intensité <i>I</i> (d'une source) ≡ flux émis par unité d'angle solide	watt par stéradian W·sr⁻¹	candela [cd] = lm·sr ⁻¹	Radiant intensity	Luminous intensity

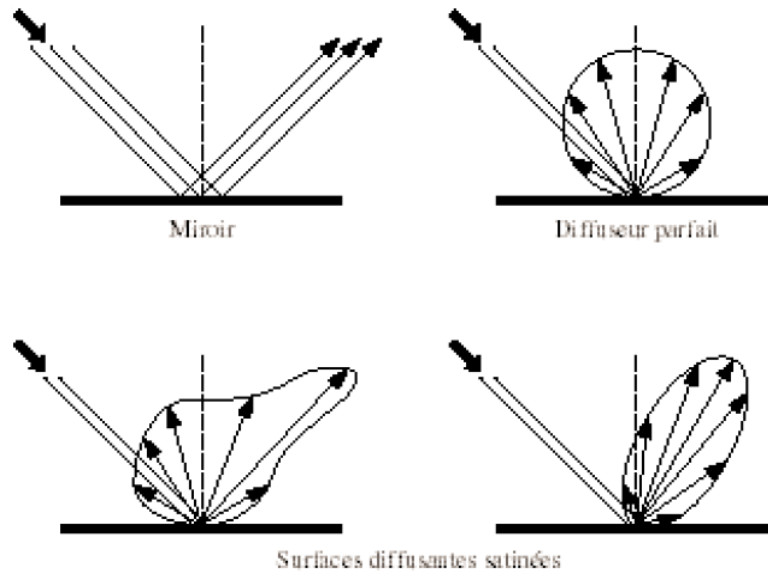
Annexe VIII- tableau. 7. Tableau récapitulatif des principales grandeurs physiques utilisées (unités radiométriques et photométriques).

5.1.4.1. Réflexion des surfaces

Les mesures d'éclairement quantifient uniquement la quantité de lumière reçue par unité de surface. La lumière qui tombe sur une surface n'est vue qu'après réflexion; l'œil humain ne perçoit généralement que la lumière réfléchiée. L'impression visuelle ne dépend donc pas uniquement de la quantité de lumière produite mais également des propriétés de réflexion des surfaces. La réflexion constitue la propriété d'une surface qui lui permet de renvoyer une partie ou la totalité de la lumière qui l'éclaire.

Des surfaces polies ou brillantes peuvent rendre une image exacte de la source lumineuse ou des objets, comme l'image réfléchiée par un miroir. Si la surface est entièrement mate, la lumière réfléchiée est diffusée. Si la surface est rugueuse, la réflexion est dispersée.

Le **facteur de réflexion** caractérise la capacité d'une surface à réfléchir la lumière qu'elle reçoit. Il est exprimé par le rapport entre le flux lumineux réfléchi par la surface et le flux lumineux reçu par cette surface. Son symbole est ρ . Il existe cependant des moyens simples d'estimation des facteurs de réflexion sur le terrain par comparaison subjective de la surface de facteur de réflexion inconnu à une surface dont ce facteur est connu.



Annexe VIII- figure. 18. Différentes sortes de réflexion des surfaces.

Lorsqu'une surface reçoit un certain éclairage, elle réfléchit de la lumière et présente ainsi une luminance. Si cette surface est mate et parfaitement diffusante, il existe une relation simple entre l'éclairage reçu et la luminance de la surface. Il s'agit de la loi de Lambert :

$$L = \rho E / \pi$$

L = luminance (apparente) de la surface en cd/m^2 , ρ = facteur de réflexion, E = éclairage reçu en lm/m^2 et $\pi = 3,14$.

5.1.5. Le rendu de couleur :

Toute source lumineuse, qu'elle soit naturelle ou artificielle présente un spectre lumineux qui lui est particulier.

5.1.6. Température de couleur (T_c) :

Permet de caractériser la teinte dominante d'une source lumineuse. Lorsqu'on observe une source de lumière – une lampe à incandescence ou un tube fluorescent – même si celle-ci apparaît blanche, elle présente une dominante :

- plutôt jaune orangé pour une lampe à incandescence,
- plutôt blanc bleuté pour certains tubes fluorescents.

La température de couleur d'une source de lumière est la température à laquelle il faut porter un élément incandescent de référence pour qu'il émette une lumière de même teinte dominante que celle de la source considérée. L'unité de mesure est le Kelvin (K).

Les appellations de sources chaudes ou froides correspondent à des températures de couleur bien définies :

$T_c \leq 3\,300\text{ K}$	$3\,300\text{ K} < T_c \leq 5\,000\text{ K}$	$T_c > 5\,000\text{ K}$
teintes chaudes	teintes intermédiaires	teintes froides

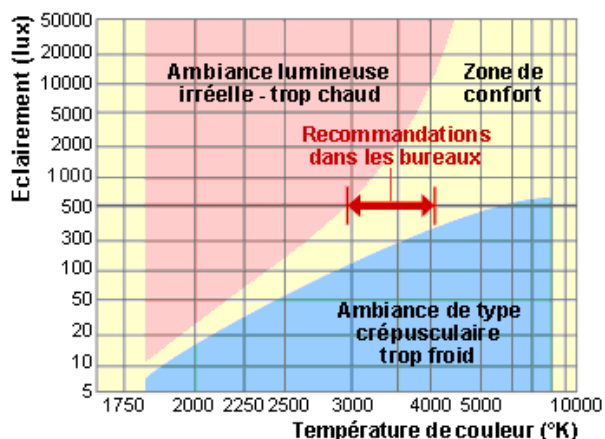
Annexe VIII- tableau. 8. Tableau des teintes en fonction de la température de couleur « Tc ».



Annexe VIII- figure. 19. Le rendu de couleur.



Annexe VIII- figure. 20. Le rendu de couleur en fonction du type d'éclairage.



Annexe VIII- figure. 21. Ambiance lumineuse satisfaisante définie par la combinaison de la température de couleur et de l'éclairage. Figure tirée de Kruithof (1941), cité par Chain, p.194.

La lumière naturelle, provenant du rayonnement du soleil et du ciel, présente un spectre visible (rayonnement dont la longueur d'onde est comprise entre 380 et 760 nanomètres (nm)) de forme continue. Le mélange des diverses radiations qui constituent ce spectre forme, par définition, la lumière dite blanche : c'est la seule qui permette à l'œil d'apprécier avec la plus grande exactitude la couleur des objets et les plus délicates de leurs nuances. Les différentes radiations colorées composant la lumière naturelle apparaissent aisément lors de leur réfraction et réflexion par des gouttes d'eau, comme dans l'arc-en-ciel.

Étant donné que l'œil est conçu pour la lumière du jour, la lumière émise par les sources artificielles devrait avoir la même composition spectrale que celle du soleil et du ciel : c'est le seul moyen pour que ne soit pas altérée la vision des couleurs. En effet, un corps coloré réfléchit sélectivement les radiations colorées qu'il reçoit : le système visuel regroupe les différentes radiations réfléchies et donne une sensation de couleur. La couleur perçue est donc intimement dépendante du spectre lumineux émis.

La couleur de la lumière artificielle a une action directe sur la sensation de confort de l'ambiance lumineuse d'un espace. Une lumière de couleur "chaude" est composée majoritairement de radiations rouges et oranges.

C'est le cas des lampes à incandescence normales. Les tubes fluorescents standards génèrent une lumière "froide" composée principalement de radiations violettes et bleues. Il existe une relation entre la température de couleur et l'éclairement qu'il convient de respecter pour que l'ambiance soit confortable. Le tableau ci-dessous illustre la variation de la sensation de confort de l'ambiance lumineuse d'un local en fonction du niveau d'éclairement qui lui est fourni. Attention que plus une couleur, est chaude visuellement, plus est sa température thermique (en degré Kelvin).

De plus, les couleurs chaudes (rouge, orange) des objets sont plus agréables lorsqu'elles sont éclairées par une lumière chaude plutôt que par une lumière froide, mais par contre la lumière chaude tend à noircir les couleurs froides (bleu, violet). Ceci se manifeste particulièrement bien dans l'éclairage à incandescence classique.



Éclairement de 300 lux

Lumière chaude.



Éclairement de 300 lux

Lumière froide.

Annexe VIII- figure. 22. Le rendu de couleur en fonction du niveau d'éclairement.

Les radiations colorées émises par les objets et l'environnement peuvent aussi produire certains effets psycho-physiologiques sur le système nerveux. C'est ainsi que les couleurs de grandes longueurs d'onde (rouge, orange) ont un effet stimulant tandis que celles de courtes longueurs d'onde (bleu, violet) ont un effet calmant. Les couleurs intermédiaires (jaune, vert) ont, de même que le blanc, un effet tonique et favorable à la concentration.

Les couleurs foncées et le gris ont par contre une action déprimante. Enfin les couleurs peuvent contribuer dans une large mesure à modifier la dimension apparente des surfaces et des volumes. Les couleurs chaudes seront de préférence utilisées dans des locaux de dimensions exagérées tandis que les couleurs froides seront choisies pour les locaux de dimensions réduites.

5.1.7. Indice de rendu des couleurs :

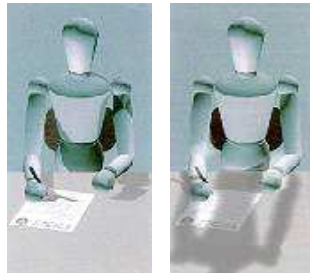
Même lorsque deux sources ont la même température de couleur, elles peuvent, en éclairant les mêmes objets, ne pas restituer les couleurs de la même façon.

L'indice de rendu des couleurs (IRC) permet de caractériser la capacité d'une lumière à restituer fidèlement la couleur des objets qu'elle éclaire. L'IRC est un chiffre compris entre 1 et 100 qui traduit le degré de concordance entre l'aspect coloré d'un objet éclairé par une source donnée et l'aspect coloré de ce même objet éclairé par une source de référence de même température de couleur. L'indication de l'IRC d'une source doit toujours être accompagnée de la température de couleur. Exemple : lampe à incandescence de 60 W : $T_c = 2800$ K, IRC = 100.

6. Les ombres

En fonction de sa direction, la lumière peut provoquer l'apparition d'ombres marquées qui risquent de perturber le travail effectué.

Lorsque la lumière provient du côté droit pour les droitiers et du côté gauche pour les gauchers.



Lorsque la lumière est dirigée dans le dos des occupants.

Annexe VIII- figure. 23. Les ombres en rapport avec la direction de la lumière.

A l'inverse, une lumière non directionnelle, telle qu'on peut la créer avec un éclairage artificiel purement indirect, rendra difficile la perception des reliefs et peut rendre, par exemple, les visages désagréables à regarder.



Avec un éclairage directionnel.

Avec un éclairage diffus.

Annexe VIII- figure. 24. L'ombre en fonction du type d'éclairage.

Une pénétration latérale de la lumière naturelle satisfait généralement à la perception tridimensionnelle du relief des objets et de leur couleur, grâce à sa directionnalité et à sa composition spectrale. Le cas est idéal mais le niveau d'éclairément diminue dès qu'on s'éloigne des fenêtres.



Composition correcte des ombres permettant une bonne perception des détails : combinaison d'éclairage direct et diffus.



Absence d'ombre effaçant tout relief : éclairage diffus.



Ombres dures pouvant modifier l'aspect des objets et donc représenter une source de danger : éclairage directionnel.

Annexe VIII- figure. 25. L'ombre et les reliefs.

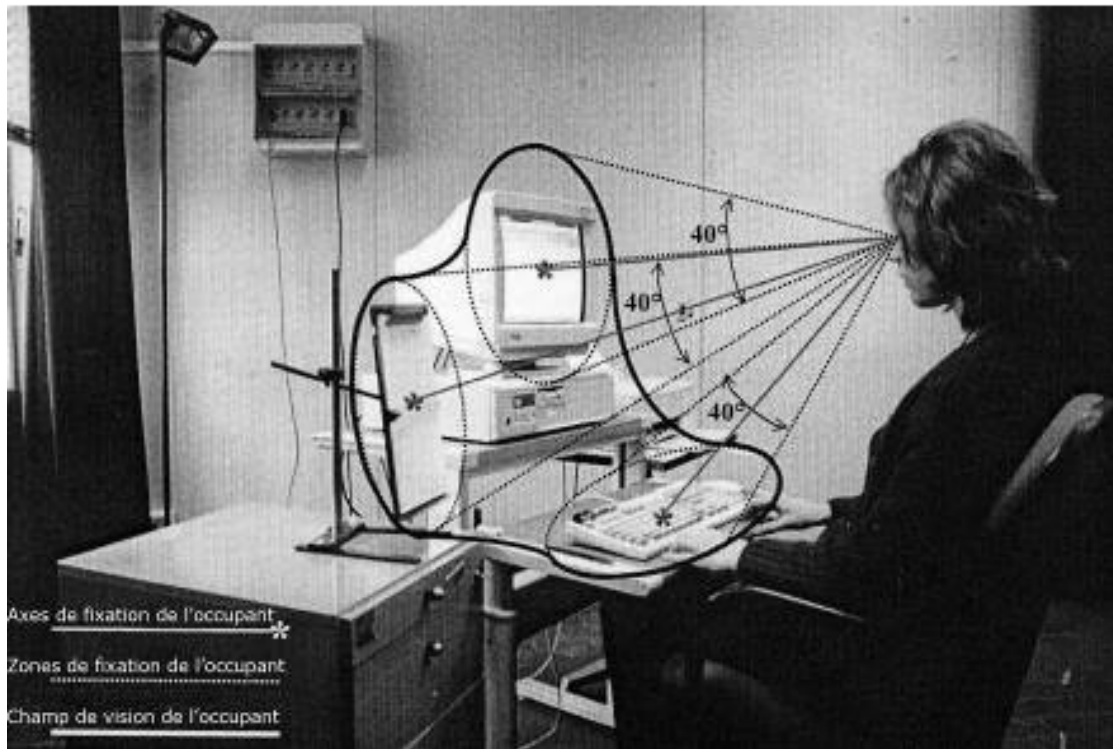
7. Rapport des luminances et contrastes dans un espace de travail :

Les normes actuellement recommandées pour le confort visuel dans des environnements de travail utilisant des écrans de visualisation (c.-à-d. l'absence de l'éblouissement gênant) incluent :

- Des rapports de luminance dans le champ visuel dépassant le **100:1** ne devraient pas être tolérés (Osterhaus, 2002)
- Un rapport de luminance de **40:1** ne devrait pas être dépassé bien que ce s'applique plus que probablement aux installations d'éclairage artificielles comme exception possible à cette règle est noté comme cristal lustres (Egan, 1983). L'applicabilité seulement aux installations d'éclairage artificiel est faite plus probablement pendant que la même liste de recommandations suggère qu'un rapport de **50:1** accentue l'objet/surface au point elle exclut tout autrement dans le champ visuel.
- Les rapports de luminance de l'ordre du **10:1** sont une limite supérieure pour le **confort visuel** (Veitch, et Newsham, 2000).
- Un rapport de luminance de **3:1** et de **10:1** entre la tâche et les environnements voisins, et la tâche et des environnements plus éloignés est souhaitable pour le confort visuel (Osterhaus, 2002).
- La luminance maximale dans le champ visuel ne devrait pas dépasser **1500 cd/m²** (Osterhaus, 2002).

L'importance de considérer les ratios de luminance présents dans l'environnement découle du fait que l'œil, malgré sa capacité à supporter de grandes variations de luminance, ne peut s'adapter simultanément à plusieurs niveaux différents (Marty et *al.*, 2003). De plus, tel que mentionné par Athienitis et Tzempelikos (2002), un contraste trop élevé entre deux surfaces juxtaposées peut constituer une source d'inconfort et de fatigue visuelle pour l'occupant. Ainsi, comme le souligne Moore et *al.* (2002), la définition de la qualité lumineuse doit tenir compte de la perception de la luminance des surfaces composant l'espace. Afin de documenter le paramètre de la luminance et ainsi compléter l'information fournie par les indicateurs relatifs à l'éclairage, Piccoli et *al.* (2004) présentent une méthode d'évaluation portant sur les ratios de luminance dans l'espace. Cette procédure comporte quatre étapes qui sont identifier les objets/images observés pendant le travail; délimiter les zones du champ de vision où le regard est dirigé de manière prédominante; mesurer les luminances dans les zones déterminées à l'étape précédente; et comparer, à l'aide de ratios, les luminances présentes dans le champ visuel.

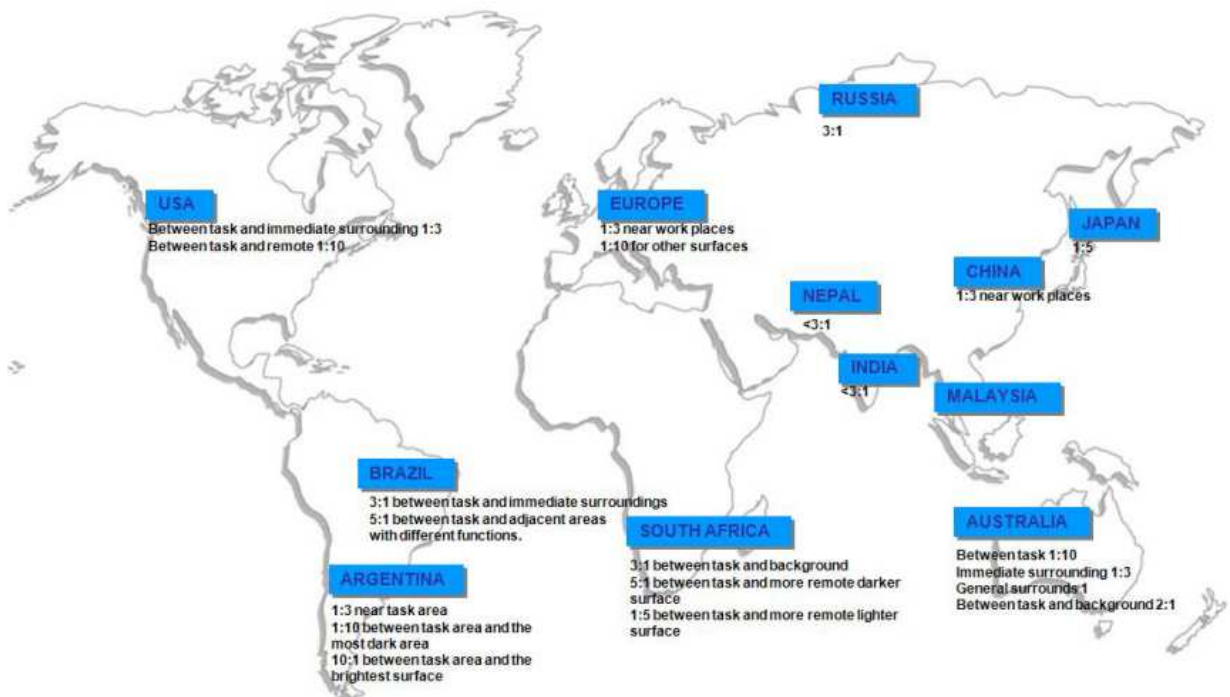
Pour leur part, Sutter et *al.* (2006) mentionnent que de manière générale la littérature reconnaît le ratio 1 : 3 : 10 entre la zone de la tâche (écran ou papier), les zones avoisinantes à la tâche et les zones plus éloignées de la tâche. Cependant, la définition de ces zones demeure imprécise.



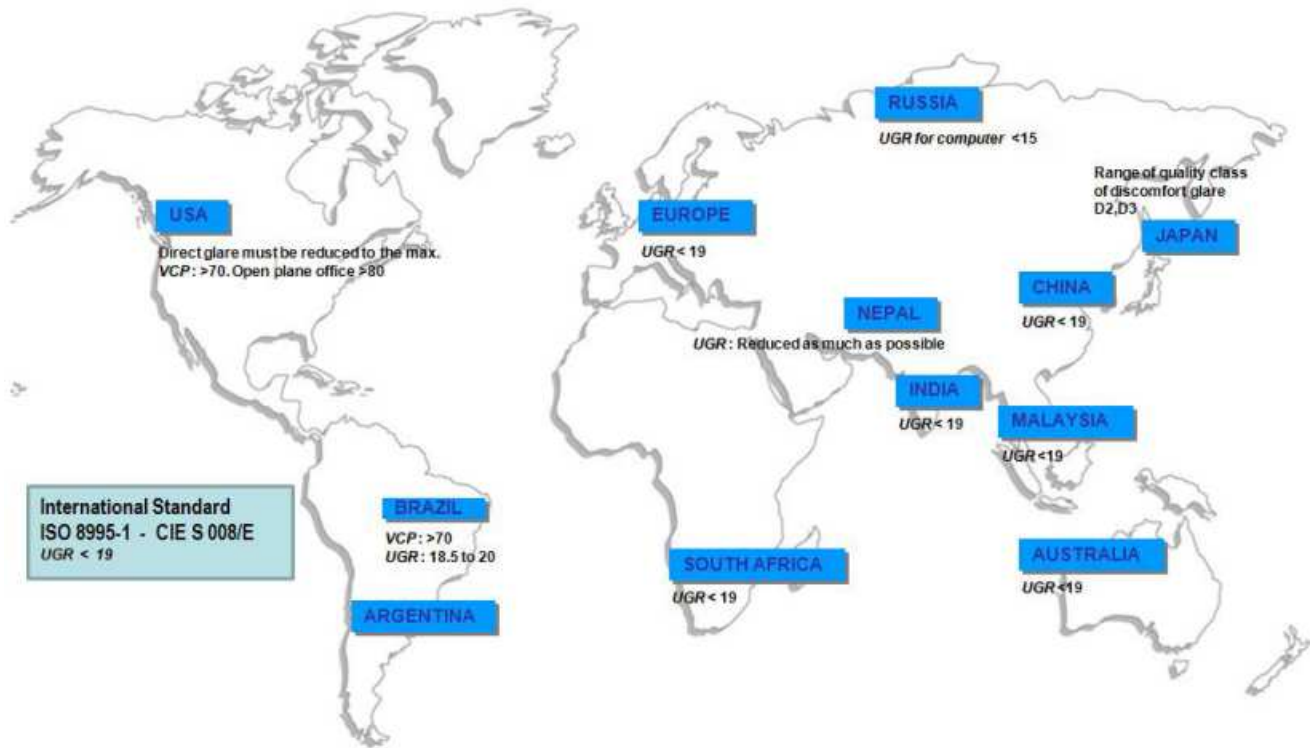
Annexe VIII- figure. 26. Champ visuel de l'occupant (Source : Piccoli, 2004, p.33).

Comparison on specifications for visual performance in offices

Luminance ratio on task area



Annexe VIII- figure. 27. Ratios de luminance dans le champ visuel. Comparaison des spécificités de performance dans les bureaux; ratio de luminance pour la surface de la tâche. Source: Lighting and energy standards and codes. 2010.



Annexe VIII- figure. 28. Spécifications d'éblouissement. Comparaison des spécificités pour la performance visuelle dans les bureaux. L'estimation unifiée d'éblouissement (UGR), probabilité de confort visuel (VCP).

Hypothèses relatives à l'échelle de luminosité			B	M	S
H1	L'impression de luminosité augmente avec les luminances du centre du champ visuel.	[Hawkes et al., 1979]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H2	L'impression de luminosité augmente avec la luminance moyenne de la zone B40.	[Loe et al., 1994] [Loe et al., 2000]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H3	L'impression de luminosité augmente avec la luminance moyenne des murs faisant face à l'observateur.	[Nakamura, 1997]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H4	L'impression de luminosité est liée à la luminance moyenne du plan de travail.	[Flynn et al., 1977] [Rothwell et al., 1987]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H5	Pour un espace éclairé non uniformément, l'impression de luminosité ne peut pas être déduite uniquement de la luminance moyenne.	[Kobayashi et al., 1997]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H6	L'impression d'assombrissement est liée à la non-uniformité de la répartition des luminances.	[Perry et al., 1987]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H7	Une distribution non-uniforme des luminances fait apparaître un espace plus lumineux qu'une distribution uniforme.	[Tiller et al., 1995]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H8	La luminosité perçue est liée à la valeur d'éclairage vertical mesurée au niveau de l'œil de l'observateur.	[Jang et al., 1997a]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hypothèses relatives à l'échelle d'uniformité			B	M	S
H9	L'impression d'uniformité croît avec la luminance moyenne de la scène considérée.	[Koga et al., 2003]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H10	L'impression d'uniformité croît avec l'écart type des luminances comprises dans la scène entière.	[Koga et al., 2003]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hypothèses relatives à l'échelle de taille perçue			B	M	S
H11	L'impression d'espace est liée à l'uniformité des parois.	[Flynn et al., 1976]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
H12	La taille apparente d'un local, caractérisé par une absence de contrastes forts, augmente avec la luminance moyenne de ses parois.	[Matusiak, 2003]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hypothèses relatives à l'échelle d'intérêt			B	M	S
H13	L'échelle d'intérêt est liée à la non-uniformité de l'éclairage.	[Flynn et al., 1976] [Hawkes et al., 1979]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
H14	Pour qu'une pièce apparaisse intéressante, la variation des luminances dans la zone B40 doit permettre un ratio luminance maximale / luminance minimale d'au moins 13:1.	[Loe et al., 1994]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H15	L'échelle d'intérêt est corrélée avec l'écart type des luminances de la zone B40.	[Loe et al., 2000]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hypothèse relative à l'échelle de confort			B	M	S
H16	L'impression de confort est amplifiée par un éclairage non-uniforme, et favorisée par un éclairage périphérique plutôt qu'un éclairage central.	[Flynn et al., 1976]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hypothèse relative à l'échelle de stimulation			B	M	S
H17	L'échelle de stimulation est corrélée avec l'écart type des luminances de la zone B40.	[Loe et al., 2000]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hypothèses permettant de rapprocher des échelles sémantiques			B	M	S
H18	Les échelles d'espace et de luminosité sont liées.	[Flynn et al., 1977]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
H19	Les échelles d'intérêt, de confort et de non-uniformité sont liées.	[Flynn et al., 1976]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
H20	Les échelles de stimulation et d'intérêt sont liées.	[Loe et al., 2000]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H21	Les échelles de stimulation, de confort et de plaisir sont liées.	[Loe et al., 2000]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H22	Les échelles de stimulation et de taille perçue sont liées.	[Sato, 1997]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ces hypothèses ont été testées pour des bureaux (B), des musées (M) ou des salles de réunion (S).

Annexe VIII- tableau. 9. Hypothèses basées sur des recommandations ou des jugements de référence. Ces hypothèses ont été retenues pour des bureaux, des restaurants et des musées,...etc.

Hypothèses relatives au plan de travail		B	R	M
H23	Le ratio préfér des luminances moyennes entre le plan de travail et les murs vaut: → 1,7:1 → 2:1 → 3:1 → 3,3:1	[Veitch et al., 1987] [Tregenza et al., 1974], [Berruto et al., 1997] [Touw, 1951], [Barthès et al., 1969] [Ooyen et al., 1987]	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
H24	Ratios de luminance recommandés entre le plan de travail et les surfaces adjacentes: → 3:1 → 1:3 ou 3:1 → 10:1	[Hopkinson, 1965] [Rea, 1993], [CIBSE, 1994] [NUTEK, 1994]	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
H25	Ratios de luminance recommandés entre le plan de travail et le reste du champ visuel: → 1:40 ou 40:1 → 20:1	[Rea, 1993], [CIBSE, 1994] [NUTEK, 1994] [NUTEK, 1994]	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
H26	Ratio de luminance recommandé entre le plan de travail et le plafond: 10:1	[NUTEK, 1994]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hypothèses relatives aux parois		B	R	M
H27	Le ratio préfér des luminances moyennes entre le plafond et les murs vaut: → 1:1 → 1,6:1 → de 1:3 à 3:1 (indirect) 1:5 ou 1:3 (direct)	[Loe et al., 1994] [Tregenza et al., 1974] [Miller et al., 1995] [Rea, 1993]	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
H28	Le ratio préfér des luminances maximales aux luminances minimales des parois vaut 4:1 et ne doit pas excéder 10:1 (recommandation)	[Rea, 1993]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hypothèses intégrant des zones du champ visuel		B	R	M
H29	Le ratio des luminances maximales aux luminances minimales de la zone B40 est corrélé avec le jugement de préférence. La valeur préférée de ce ratio est → comprise entre 10 et 50, → égale à 19,6.	[Newsham et al., 2001] [Loe et al., 1994] [Loe et al., 2000]	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
H30	L'écart type des luminances de la zone B40 est corrélé avec le jugement de préférence. Sa valeur est, en moyenne, préférée à 10 cd/m ² .	[Loe et al., 2000]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H31	Il est recommandé de maintenir des ratios de luminance inférieurs à 1:3 dans l'ergorama, et à 1:10 dans le panorama.	[Meyer et al., 1996]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hypothèses particulières à certains types de locaux		B	R	M
H32	Des ratios de luminance de l'ordre de 2:1 ou 3:1 entre une oeuvre et son environnement non adjacent sont suffisants pour la mettre en valeur.	[Cannon-Brookes, 2000]	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
H33	Des ratios de luminance supérieurs à 10:1 sont nécessaires pour mettre en évidence un élément dans un espace.	[Rea, 1993], [CIBSE, 1994]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H34	Des murs éclairés sont appréciés dans les restaurants.	[Flynn et al., 1973]	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Ces hypothèses ont été obtenues pour des bureaux (B), des restaurants (R) ou des musées (M).

Annexe VIII- tableau. 10. Hypothèses basées sur des recommandations ou des jugements de référence. Ces hypothèses ont été retenues pour des bureaux, des restaurants et des musées,...etc.

Annexe IX: Perception visuelle et phénomènes perceptifs

Le sens de la vue est basé sur le fonctionnement d'un organe spécialisé, l'**œil**, qui agit comme un capteur physique. Selon Tareb (2005), la vue a la capacité de s'adapter à des niveaux d'éclairement différents de plusieurs façons.

Cet organe -œil- est muni d'un diaphragme, la **pupille** qui d'un côté, régule le flux lumineux qui pénètre dans l'œil en modulant la surface de l'ouverture dans un rapport de 1 à 16; plus la pupille est fermée, moins le flux entrant est important et plus la profondeur de champ de vision nette est grande, et vice versa. D'un autre côté, elle s'adapte de façon rétroactive aux niveaux de luminance reçus par la rétine. Le **cristallin** joue le rôle d'une lentille qui se déforme pour assurer la mise au point et focalise l'image sur la rétine. Après avoir traversé le **corps vitreux** qui emplit le globe oculaire, l'image focalisée arrive sur la **rétine** où elle est interprétée par des **cellules sensibles** à la fois au niveau de l'éclairement et à la longueur d'onde.

Les **bâtonnets**, **peu sensibles à la longueur d'onde** mais **sensibles à des niveaux d'éclairement faibles** et pouvant interpréter des signaux pour des luminances inférieures à 10 cd/m², sont surtout présent dans la partie périphérique. Ils permettent la vision nocturne ou à faible niveau d'éclairement mais. Ils fournissent une « **vision scotopique** » qui **n'en permet pas la vision colorée** -ils interprètent mal les couleurs; la nuit tous les chats sont gris-, et le maximum de sensibilité se situe pour une longueur d'onde légèrement inférieure (Tareb, 2005-2010).

Les **cônes** se trouvant principalement en partie centrale et notamment au centre même dans une petite concavité appelée **fovéa**, sont **sensibles à la variation de la longueur d'onde** et nécessitant un niveau d'éclairement plus élevé et des luminances aussi élevées- ils interprètent des signaux pour des luminances supérieures à 300 cd/m²-. Ils permettent la **vision des couleurs** ou « **vision photopique** » avec une sensibilité où le maximum se situe dans le jaune vert (0,55 μm).

Malgré que les deux types de cellules recouvrant la rétine (bâtonnets et cônes), travaillent dans des plages de luminances distinctes -deux extrêmes-, ils travaillent aussi conjointement à l'élaboration de la **sensation lumineuse**.

1. Le processus perceptif:

Le cerveau doit, durant le processus de la perception, trier, classifier et interpréter activement le flot des données sensorielles brutes qui lui parviennent et distinguer entre les stimuli qui ont un rapport avec les besoins du moment et ceux qui n'en ont pas.

Un ensemble de rayons lumineux, focalisé par le cristallin, forme une image sur les cellules nerveuses constituant la rétine. En elle-même, et par elle-même, cette image composée de lumière, d'ombre et de couleur ne possède pas de signification intrinsèque, en dépit du fait qu'elle pourrait être quantifiée, mesurée et décrite: tant de lumière de telle et telle longueur d'onde ici, une zone plus sombre de telle et telle dimension là, etc. Les cellules de la rétine convertissent ensuite cette image en **données sensorielles brutes** formant une matrice complexe de charges électriques d'intensités variées, qui sont alors transmises jusqu'au cerveau par le nerf optique.

Donc, un **stimulus** visuel lorsqu'il est reçu par l'œil il se transforme en un **percept**²². Le système visuel représente bien plus qu'un assemblage de récepteurs passifs capables uniquement de mesurer et d'enregistrer des valeurs de luminance, des dimensions apparentes, et les couleurs du spectre visible. On ne voit pas les attributs distincts que sont la forme, couleur, brillance comme des caractéristiques abstraites et indépendantes: la synthèse qu'opère le processus perceptif fournit des perceptions complètes à la conscience.

Les trois aspects (phases ou composantes) du processus perceptif «**association, attente et valeur affective**» sont inextricablement mêlés dans la réalité; ils sont liés de façon si intime que l'on ne peut véritablement les isoler (LAM, 1977).

1. Phase attributive: classification associative pour attribuer une signification:

Durant la phase suivante de la perception, les données brutes fournies par l'œil sont interprétées, classées, et dotées d'une signification par un **processus d'association**. Les groupes d'informations qui ont été traduits en impulsions électriques et qui décrivent des objets ou d'autres éléments du champ visuel sont triés et classés par ce que nous dénommerons **le crible de l'expérience**, cette partie de la mémoire inconsciente où se trouve conservée l'information relative à toute l'expérience passée²³.

Les stimuli reçus sont **classés** selon leurs caractéristiques, et **associés** à d'autres situations ou objets analogues antérieurement perçus et déjà archivés dans le crible de l'expérience. Ces rattachements à l'expérience antérieure, opérés par des mécanismes inconscients qui appariant les données reçues aux éléments reconnus comme analogues contenus dans le crible de l'expérience sont essentiels pour **l'attribution d'une signification** à ces données nouvelles.

Dans la terminologie qu'emploie la psychologie de la perception, ce processus de comparaison et de classification des stimuli est dénommé **composante attributive de la perception**, du fait qu'il entraîne l'attribution d'une signification aux stimuli reçus. La **classification attributive** (qui cherche à distinguer le général du particulier) entraîne la simplification de l'information reçue, par sa classification suivant le plus haut niveau d'organisation que permettent de reconnaître les formes archivées dans le crible de l'expérience. (LAM. 1977).

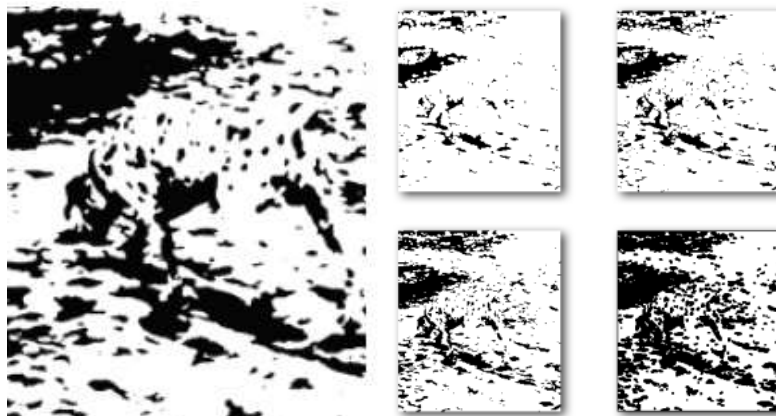
Le processus de la **classification attributive** ne s'appuie pas uniquement sur les caractéristiques et le type du stimulus qui fait isolément l'objet de l'attention visuelle. Tous les éléments présents dans le champ visuel prennent valeur de contexte et sont évalués simultanément, et ce contexte joue un rôle important dans l'imputation du stimulus à tel «dossier» particulier archivé dans le crible de l'expérience. La signification que prend un stimulus particulier est tout autant déterminée par le **contexte perçu que par les caractéristiques uniques**, individuelles, du stimulus lui-même.

L'information délivrée par le contexte «l'information contextuelle» représente un élément essentiel du système de classement élaborée par le crible de l'expérience acquise et un facteur conditionnant la classification et l'interprétation des stimuli sensoriels.

²² **Percept**: Entité cognitive permanente dont on suppose l'existence pour pouvoir rendre compte des perceptions particulières (Lécuyer, 1991, p.550). Le percept est une image ou une structure figurative.

²³ Le mécanisme complexe qu'est le **crible de l'expérience** est constamment actualisé dans sa totalité à mesure que les stimulations nouvelles sont classifiées, qu'elles activent la fonction d'attente et provoquent des émotions, et qu'elles suggèrent de nouveaux centres d'intérêt à l'attention pour être finalement archivées dans la mémoire visuelle. Le processus perceptif modifie le crible de l'expérience; un même stimulus peut donner naissance successivement à des contenus d'attente et à des réponses émotionnelles de nature différente.

En effet, l'appréhension immédiate d'un stimulus par la conscience est largement fonction des associations qui peuvent s'opérer dans le crible de l'expérience ainsi que de la pertinence que présente le stimulus vis-à-vis des besoins présents d'information sur l'environnement (LAM. 1977).



Annexe IX- figure. 1. Le processus d'attribution d'une signification: images représentant un chien. Source: (LAM, 1977).

La quantification d'une seule d'entre les caractéristiques que présente un objet, telle sa couleur ou sa luminance, est impuissante à fournir une indication précise ou significative sur la façon dont cet objet sera perçu par l'observateur.

La luminance d'un objet ne détermine pas, en elle-même, l'impression subjective de luminosité que cet objet peut donner; cette perception, comme toutes les autres, est influencée par une foule de facteurs connexes dont la combinaison aboutit à la détermination de la brillance perçue. C'est la raison pour laquelle la spécification, en matière d'environnement lumineux, de caractères numériques où n'intervient qu'un paramètre unique -tels les niveaux minimaux d'éclairément- ne garantit nullement que l'environnement résultant soit perçu comme étant chaleureux, lumineux, agréable ou adéquat.

De tels jugements sont en effet basés sur des perceptions globales, complètes, qui prennent en compte la totalité du champ visuel ainsi que le contenu de l'attente et l'expérience antérieures. Par exemple, la perception transforme les points noirs et blancs en image significative (un chien; fig....). En effet, chaque groupe de stimuli ne peut recevoir qu'une interprétation unique à un instant donné. Considérant par exemple l'exemple classique de figure réversible dû au psychologue danois Rubin. On perçoit soit deux visages silhouettés sur un fond blanc, soit un vase se détachant sur un fond noir. Chacune des deux perceptions forme une totalité indépendante de l'autre; en fait, il est impossible de percevoir simultanément le vase et les deux visages, parce que la conscience est incapable d'attribuer simultanément deux interprétations distinctes et indépendantes à un même stimulus. Donc, le processus perceptif tend toujours à dégager une signification de ce qui lui apparaît d'abord comme un chaos.

Durant la phase attributive de la perception, l'inconscient cherche à catégoriser les objets vus en fonction du plus haut **niveau d'organisation** qui soit **reconnaissable**. La conscience ne pouvant élaborer d'un ensemble de stimuli donné qu'une perception à la fois (exemple de la figure réversible de Rubin), cette propriété qu'à le processus de catégorisation d'opérer en fonction du

plus haut niveau d'organisation perceptible rend possible l'appréhension simultanée de plusieurs objets lorsque ceux-ci se trouvent clairement en rapport les uns avec les autres et composent un message unique, une «forme» au sens de la Gestalt théorie.

Les environnements visuels très complexes sont facilement appréhendés lorsque la totalité de l'information disponible se présente comme une synthèse des relations unissant les objets du champ, et témoigne ainsi d'une **intention organisatrice**. Les configurations régulières d'objets groupés constituent des formes d'organisation aisément perceptibles, et déclenchent une réaction d'attente orientée vers la confirmation de **la cohérence et de l'intégrité de la figure**. L'absence de l'un des éléments d'une configuration groupée, conjuguée à la réaction d'attente, a pour effet d'attirer l'œil vers l'élément manquant de la figure, lequel devient l'objet de la centration visuelle, que cela ait été intentionnel ou non.

2. Le phénomène de l'attente préperceptive:

La seconde composante du processus perceptif est «l'attente». Alors que la phase attributive correspond à la **classification associative** de stimuli momentanés, la phase d'attente a pour objet **d'établir des associations avec des séquences d'événements**.

Les phénomènes d'attente ne sont pas seulement un résultat du processus perceptif, mais ils influent aussi sur la sélection des informations sensorielles subséquentes en réorientant l'attention visuelle, en contrôlant les mouvements oculaires et l'exploration du champ, ainsi qu'en déterminant quelles sont les «archives» contenues dans le crible de l'expérience auxquelles les données nouvelles seront susceptibles d'être confrontées durant la phase de classification attributive. Ce phénomène d'attente nous permet de créer dans nos esprits des prolongements du monde visuel.

Le processus perceptif déclenche des réactions d'attente qui influent simultanément sur l'activité et l'état émotionnel du sujet; ces réactions gouvernent aussi le fonctionnement du mécanisme de la **centration visuelle** (Lam, 1977). Les contenus de l'attente sont toujours déterminants dans l'évaluation que nous faisons de notre environnement. Ils conditionnent l'identification des stimuli, en opérant, dans le crible de l'expérience, la présélection des catégories auxquelles les stimuli seront le plus susceptibles d'être rapportés au cours du processus d'attribution de la signification. L'attente établit un **cadre de référence** pour les jugements comparatifs et les évaluations.

Du fait qu'elle établit des normes de comparaison, l'attente affecte chacune des évaluations par lesquelles nous réagissons à l'environnement lumineux: juger qu'un environnement est trop lumineux ou trop sombre implique dans les deux cas l'intervention d'un élément de référence quelconque. (LAM. 1977).

Les **sentiments de sécurité et d'insécurité** (cf. Lynch, 1960) constituent deux états émotionnels directement conditionnés par les phénomènes d'attente. Il est bien connu que ce qui n'est pas familier suscite en nous un sentiment d'anxiété, et si l'obscurité nous fait peur, c'est en particulier dû au fait qu'elle ne délivre aucune information.

3. La composante affective de la perception:

Le mécanisme associatif, en établissant des liens avec l'expérience antérieure, active la fonction d'attente et provoque la réponse émotionnelle. Les contenus de l'attente influent à leur tour sur le choix subséquent de l'objet de l'attention sensorielle, et peuvent déclencher n'importe quelle

émotion depuis la joie jusqu'à la peur en passant par l'indifférence selon la nature des événements anticipés par le sujet. Les qualités affectives que prennent nos perceptions déterminent l'importance qu'on leur donne, et celle-ci influe à son tour sur l'effet qu'auront ces mêmes perceptions au niveau de la structuration de son expérience.

Un environnement donnant à percevoir une réalité confirmant une **attente à tonalité positive** provoquera une **réponse affective positive**. L'environnement paraîtra amical, attirant, approprié et plaisant, et on s'y sentira bien. Mais si l'environnement vient infirmer un contenu d'attente à tonalité positive, ou confirmer un contenu d'attente à tonalité négative, il provoquera de notre part une réponse négative. On pourrait le percevoir comme hostile, ou inapproprié, ou laid ou encore déplaisant selon la nature de l'infirmité ou de la confirmation (LAM. 1977).

La perception de l'environnement lumineux comporte toujours une composante affective, ou réponse de nature émotionnelle ou évaluative induite par la situation telle qu'elle est perçue par le sujet. Selon Lam (1977), « *dans la formulation verbale des jugements affectifs, nous utilisons couramment des couples de mots de sens opposé* », tels que:

<i>Perturbation / fixation de l'attention</i>	<i>Privé, intime / Public, froid</i>
<i>Eclat, scintillement / éblouissement</i>	<i>Agréable / Désagréable</i>
<i>Accueillant, chaleureux / Triste, déprimant</i>	<i>Amical / inamical</i>
<i>Ordonné / Chaotique</i>	<i>Approprié / Inapproprié</i>

Bien évidemment, les jugements de ce type tendent à être plutôt **qualitatifs** que quantitatifs. Nous dirons par exemple d'un espace que son **ambiance lumineuse est éblouissante et inconfortable**, et non que ses luminances extrêmes sont dans un rapport de 1 à 30 et que sa luminance moyenne est de l'ordre de 700 cd/m² (cf. Troisième chapitre). Notre appréciation des ambiances lumineuses dépend de la façon dont elles confirment notre attente. On ne juge pas d'un local s'il est «clair» ou «sombre» d'après la valeur réelle des luminances qu'il présente, mais sur la réponse, satisfaisante ou non, que l'environnement lumineux apporte à notre attente et à nos besoins d'information visuelle. Les véritables déterminants et concepts essentiels du confort visuel dans l'environnement lumineux, on cite la **pertinence** et l'**adéquation**.

Lorsque, dans un espace, les éléments les plus importants, les plus lumineux et les plus colorés sont les objets mêmes que l'on a voulu désigner à l'attention, ils constituent pour le regard une possibilité de centration positive susceptible de satisfaire les usagers. En revanche, si ces éléments ne sont pas destinés à retenir l'attention, ils seront perçus comme autant de facteurs de distraction, et pourront conduire à ce que l'espace qui les contient soit globalement jugé peu agréable.

La présence manifeste d'une forme d'organisation dans l'environnement visuel est habituellement ressentie de manière positive par l'observateur. La forme d'organisation observée suscite une attente préperceptive fortement tournée vers la constatation d'une cohérence effective, et l'environnement pourra sembler chaotique et désordonné s'il ne la satisfait pas.

- **Discussion :**

« *A moins qu'on ne soit distrait par quelque chose, on regarde ce qu'on désire voir ou ce qu'on a besoin de voir en fonction de ce que leur dictent leurs besoins d'information. L'attention visuelle est automatiquement dirigée par le mécanisme de la centration visuelle vers les éléments du champ*

*qui sont de nature à fournir l'information dont nous avons besoin. Une simulation venant perturber notre attention peut amener le mécanisme de la **centration visuelle** à réorienter l'attention. Les **perturbations** n'ont pas nécessairement pour origine les éléments les plus lumineux du champ. L'œil est susceptible de s'adapter à des niveaux généraux d'éclairage très divers, ce qui explique en partie pourquoi l'attirance exercée sur les centres de la vision par un stimulus est déterminée, non par la valeur absolue de sa luminance, mais par la luminosité relative qu'il présente vis-à-vis de son contexte pour l'observateur » (Lam, 1977).*

La **valeur informative d'un stimulus**, et son **contexte**, jouent également un rôle essentiel dans la détermination de l'importance et du caractère de pertinence qui lui seront attribués subjectivement. Ce sont le contenu informationnel du stimulus et son contexte, et non sa grandeur absolue, qui déterminent en général son caractère de pertinence et, finalement, son importance pour nous. Plus l'intensité, la qualité et la valeur informative des stimuli sont élevés et plus le rapport signal/ bruit est grand, meilleure est notre vision. Tous ces facteurs sont à leur tour influencés par les caractéristiques physiques de la surface «**caractéristiques d'aspect**» de l'objet considéré, par l'attitude de l'observateur, et par les caractéristiques de la source ainsi que par la qualité et l'intensité de l'éclairage (Passini, 1992).

L'expérience acquise et le degré d'attention de l'observateur, le niveau de son adaptation, la nature du contexte et la présence dans le champ visuel de centres d'intérêt ou de signaux perturbateurs affectent aussi la qualité de notre vision. L'impression finale que le cerveau conservera d'une stimulation sera essentiellement déterminée par la valeur de signification de la stimulation, par sa clarté ou son ambiguïté, par son caractère adéquat ou inadéquat, et par le fait qu'elle répondra ou non à une attente. Quelque soit le niveau d'éclairage, l'information susceptible d'être délivrée par l'objet de la tâche visuelle peut se trouver **mise en évidence** ou au contraire **occultée** selon les caractéristiques qualitatives de l'éclairage.

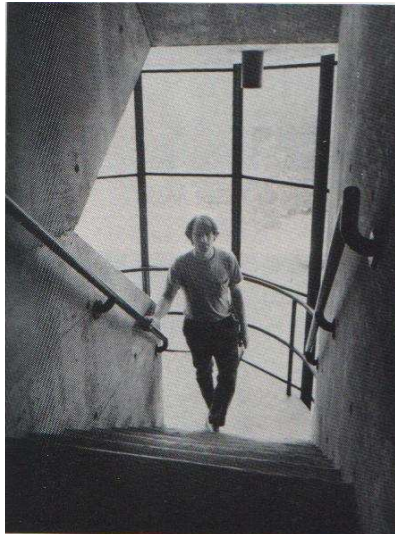
2. Vision et phénomènes perceptifs :

1. Le mécanisme de la centration visuelle:

Le mécanisme de sélection de la **centration visuelle** accorde plus d'importance au contenu informationnel du stimulus qu'à sa luminance propre. Si par exemple, nous sommes à la recherche d'un ami dans les conditions qu'illustre la (Annexe IX- fig. 3), le paysage, brillamment éclairé, est alors perçu comme un fond, et l'attention visuelle est centrée sur le personnage silhouetté dans le contre-jour en dépit du fait que la luminance du fond soit des centaines de fois plus élevée que celle de la figure. En revanche, si nous ne sommes occupés qu'à descendre d'escalier, la centration de l'attention visuelle portera sur la collecte des informations qui nous sont nécessaires pour nous orienter physiquement: position de la main-courante, hauteur des marches, niveau du palier, référence horizontale, personnes présentes, état du ciel, et ainsi de suite (Annexe IX- fig. 4).

Même lorsque le regard est centré sur le personnage venant vers nous, la vision périphérique continue néanmoins d'enregistrer les données utiles relatives au fond, afin d'une part de fournir l'information contextuelle nécessaire à la classification attributive (l'identification) de la figure, et d'autre part de satisfaire le besoin constant d'information directionnelle. De plus, la luminance élevée du fond, tendant à dominer le champ visuel, oblige l'œil à réduire la quantité de la lumière

qui atteindra la rétine et interfère ainsi avec la perception de la figure observée (Phénomène d'adaptation visuelle) (LAM, 1977).



Annexe IX- figure. 3. Le phénomène de l'adaptation visuelle: le centrage du regard de l'observateur sur le visage du personnage transforme momentanément la vue sur l'extérieur en une source de bruit de fond visuel. Source: (LAM, 1977).



Annexe IX- figure. 4. Centrage du regard sur la vue extérieure. Source: (LAM, 1977).

2. La notion de «perturbation de l'attention»:

La perturbation de l'attention dépend dans une large mesure de la **sensation d'inconfort** éprouvée par le sujet, mais pas totalement, car on peut se trouver dans une situation qui soit perturbante sans être réellement inconfortable. Dans un environnement visuel réalisant une situation de ce type, l'effet produit par les espaces perturbants peut être atténué par un certain accroissement du **niveau d'organisation** perçu.

Les perturbations affectant l'attention visuelle peuvent avoir un rapport soit avec l'**activité** présente, soit avec les **besoins psychobiologiques** d'informations, comme elles peuvent être provoquées par la dominance des luminances ou des formes.

2.2.1. Les perturbations liées à l'activité:

Elles peuvent s'avérer très utiles; elles portent à notre attention les changements survenant dans nos occupations qui sont susceptibles de les rendre plus productives, ou plus satisfaisantes. Elles peuvent être engendrées par un danger potentiel, provenir d'une situation ressentie comme déplaisante, ou résulter de la présence d'un stimulus de nature ambiguë dans le champ visuel. Un stimulus qui peut indiquer un danger, amène ainsi le mécanisme de la centration visuelle à réorienter l'attention afin d'évaluer la situation.

Les signaux de nature ambiguë perturbent souvent notre attention sur des durées encore plus longues. Du fait de l'incapacité où nous nous trouvons d'identifier ces signaux, nous sommes dans l'incertitude quand à leurs implications fonctionnelles.

Le type de baie le plus ambigu, et le plus désagréable, est celui dont le vitrage est constitué d'une glace dépolie d'aspect totalement neutre (verre blanc non imprimé); il est en effet très difficile pour l'observateur de faire la différence entre un tel vitrage et un ciel uniformément couvert.

2.2.2. Les perturbations provoquées par la dominance des luminances:

Lorsque la perturbation de l'attention a pour origine une source lumineuse très brillante - présence d'une luminance dominante dans le champ-, l'œil réagit en contractant la pupille, réduisant ainsi la quantité de lumière atteignant la rétine. Les sources de lumières directes, qui présentent en général une luminance élevée, provoquent une réaction de défense de la part de l'œil. En dépit de la luminance extrêmement élevée que présente le soleil, celui-ci n'a pas d'effet perturbateur, à moins qu'il n'occupe une position voisine de l'axe de notre regard, et ce en raison même du fait que nous nous attendons à le trouver dans le ciel. Les objets du champ qui présentent une brillance inattendue ont pour effet de provoquer la distraction de l'observateur en attirant l'attention du mécanisme de la centration visuelle.

Cela est particulièrement sensible lorsque ces objets apparaissent déformés. Les distorsions de ce type, à effet perturbateur, sont gênantes et devraient être évitées chaque fois qu'il est possible.

2.2.3. *Les perturbations provoquées par la dominance des formes:*

A l'instar de la luminance, les informations visuelles groupées en configurations très structurées peuvent aussi dominer le champ de vision, et réclamer l'attention du mécanisme de la centration visuelle. Les problèmes que posait le bruit de fond visuel engendré par la couverture de **l'Astrodôme de Houston** peuvent être directement ramenés à ce type de perturbations.



Annexe IX- figure. 5. La couverture de l'Astrodôme de Houston. Source: Google images.

Nous regardons ce que nous désirions de voir ou avons besoin de voir –là où nous avons la liberté de regarder, nous éprouvons alors une sensation de confort-, à moins que notre attention ne soit réorientée par le mécanisme de la centration visuelle vers un stimulus perturbateur survenant dans notre champ de vision; veut dite que lorsque l'environnement lumineux lui-même interfère avec notre liberté de nous comporter ainsi –là où nous éprouvons une sensation d'inconfort- (LAM, 1977). Un tel stimulus n'est pas nécessairement constitué par l'objet présentant la luminance la plus élevée du champ visuel: le contenu informationnel de la stimulation, également, est important, dans la mesure où celui-ci détermine son caractère de pertinence et, par conséquent, l'intérêt qu'elle présente.

L'existence, dans le champ visuel, d'objets très éclairés dépourvus de rapports avec nos besoins a pour effet de nous distraire de nos activités conscientes, ce qui peut simultanément constituer une gêne et un danger.

3. **Les phénomènes de constance dans la perception visuelle:**

Les **phénomènes de constance** se traduisent par l'aptitude du cerveau à reconnaître un même objet lorsqu'il est vu sous des conditions différentes, et l'apprentissage permet à la mémoire associative d'ignorer celles d'entre les modifications affectant les stimuli qui ne sont dues qu'aux changements survenant dans l'éclairage ou dans le point de vue de l'observateur. Les phénomènes de constance nous permettent, en associant des significations identiques à des ensembles très différents de stimuli, d'enrichir le répertoire de notre expérience cognitive par paliers successifs. Nous dépendons totalement des phénomènes de constance pour nous diriger dans l'environnement construit.

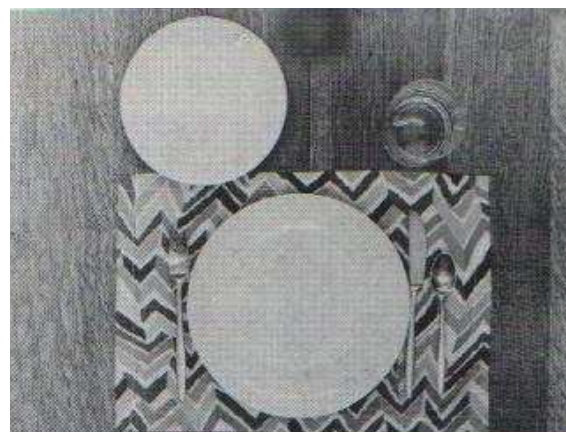
Il existe des **phénomènes de constance** pour chacun des **aspects de la perception visuelle – luminosité, couleur, forme, dimension, configuration**, etc -, et le rôle important qu'ils jouent dans notre interprétation de l'environnement lumineux, sera examiné dans les paragraphes qui suivent:

2.3.1. *La constance de forme:*

La constance de forme signifie simplement que nous pouvons encore reconnaître la forme d'un objet ou la structure d'une figure lorsque ceux-ci nous apparaissent modifiés par un changement survenu dans le point de vue, l'éclairage ou la distance de vision. Si on ne pouvait opérer automatiquement toute sorte de correction des distorsions introduites par l'effet de perspective, on risquerait d'attribuer –par exemple- une forme elliptique à des assiettes circulaires.



Annexe IX- figure. 6. Constance de forme: image optique. Source: (LAM, 1977).

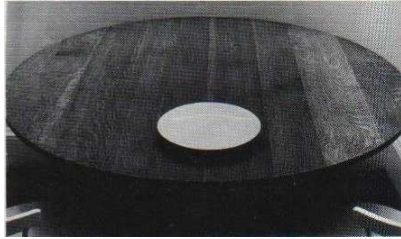


Annexe IX- figure. 7. Constance de forme: image mentale. Source: (LAM, 1977).

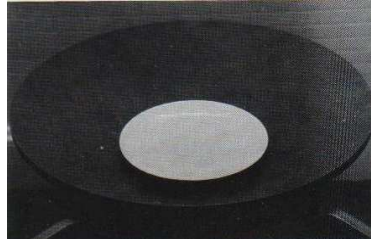
2.3.2. *La constance de grandeur:*

La perception de la grandeur est moins influencée par la grandeur réelle de l'image rétinienne - laquelle est fonction de l'angle solide sous lequel est vu l'objet- que par la nature du contexte visuel. D'habitude, on juge de la taille d'un objet d'après la grandeur apparente présentée par d'autres objets connus situés dans le champ visuel. Ces objets sont des objets familiers de dimensions connues qui peuvent **servir de références** (LAM, 1977).

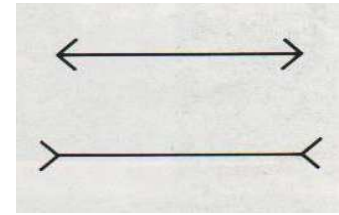
La constance de grandeur permet de compenser le rapetissement de l'image rétinienne avec la distance, en augmentant «perceptivement» la taille de l'objet distant. Elle est un processus inconscient qui ne s'applique pas toujours. Par exemple, elle n'intervient pas lorsque les objets de mêmes tailles sont près l'un de l'autre.



Annexe IX- figure. 8. Constance de grandeur: assiette sur une table.
Source: (LAM, 1977).



Annexe IX- figure. 9. Constance de grandeur: la même assiette sur une petite table. Source: (LAM, 1977).



Annexe IX- figure. 10. Même longueur des lignes mais n'est pas la même impression de grandeur à cause de l'orientation des flèches.
Source: Google images.

2.3.3. Perception et reconnaissance des couleurs:

Dans la plupart des cas, cependant, on n'a pas besoins d'éclairéments aussi rigoureusement définis pour percevoir les couleurs avec précision, en raison de l'existence d'un **phénomène de constance chromatique** dans le mécanisme de la **perception colorée**. Le cerveau corrige habituellement de lui même la **température de couleur de la lumière** lorsqu'il opère des jugements chromatiques. La température de couleur est la température à laquelle il faudrait porter le corps noir pour qu'il émette un rayonnement de composition spectrale identique à celle de la lumière considérée. Ce phénomène de constance chromatique influe aussi sur notre **perception des luminances**: facilement éclairé, un objet de couleur claire sera perçu comme tel. La perception des couleurs est influencée de manière précise par certaines conditions de **fond** et **d'éclairément**. Ce phénomène –la modification de la perception des couleurs sous l'influence du contexte- est dénommé **contraste simultané**. Ce dernier affecte tous les aspects de la perception chromatique:

- **la teinte** ou **chromaticité**: que caractérise le jugement porté sur la couleur de l'objet, rouge, vert, bleu, jaune, etc;
- **la valeur**: le caractère relativement clair ou foncé d'une couleur mesuré par référence à une échelle allant du noir au blanc;
- **l'intensité** ou **saturation**: la pureté d'une couleur de nuance donnée qui va croissante à partir d'un gris neutre pour atteindre un maximum avec la nuance pure.

Le phénomène de la constance des couleurs prime sur l'effet de contraste simultané à partir du moment où l'œil dispose d'un **élément de correspondance** (LAM, 1977).

En raison de la constance des couleurs, on perçoit ce qu'on s'attend à percevoir, et on n'est que peu influencés par les caractéristiques objectives des stimulations tant qu'on dispose d'une **expérience antérieure** sur laquelle fonder notre attente et d'une information suffisante sur le contexte pour nous indiquer la direction d'où provient la lumière.

De tels effets de coloration peuvent être ou **non perturbants** selon la nature de notre attente; ils peuvent même sembler parfaitement naturels dans un théâtre ou une discothèque²⁴.

La constance des couleurs relève d'un **processus d'adaptation** qui demande un certain temps pour agir; lorsque les changements chromatiques sont trop rapides, ou lorsque des sources de caractéristiques très différentes sont visibles simultanément, les mécanismes compensateurs

²⁴ En revanche, l'effet produit, dans un couloir par exemple, par une succession de tubes fluorescents de types différents peut s'avérer très gênant si rien ne vient justifier cette apparence incohérence.

deviennent inefficaces. Le cerveau répond de façon très négative à l'incohérence d'emploi, sans justification apparente, de sources de types différents.

Le cerveau ne s'oppose cependant pas, intrinsèquement, à l'utilisation de sources de types différents, il s'oppose uniquement à leur emploi arbitraire et incohérent. Une différenciation positive cohérente des différents éléments du champ visuel au moyen de sources variées peut fournir au contraire des informations extrêmement utiles, susceptibles de contribuer à la satisfaction des besoins de nature psychobiologique relatifs à l'orientation.

4. La perception des luminances et le phénomène de «L'adaptation visuelle»:

La luminance des objets que la vision humaine est capable de percevoir d'étend sur une gamme extraordinairement vaste. Les concepteurs ont à l'esprit que multiplier par deux l'éclairement d'un local ne le fera pas paraître deux fois plus lumineux. A l'instar de la perception des formes et des couleurs, la perception des luminances est influencée par quantité d'autres facteurs que la seule intensité du stimulus. Le **contexte** lui-même intervient, ainsi que la **nature de l'attente**, au point que nous pourrions parler avec justesse d'une «nuit claire de pleine lune» ou d'un «jour sombre et couvert» alors que les luminances moyennes des scènes ainsi éclairées pourront se trouver dans un rapport de un à plusieurs milliers.

Dans un local, la **couleur des surfaces**, leur **facteur de réflexion**, le **moment de la journée**, et d'autres facteurs encore, ont tous une incidence importante sur la perception des luminances – incidence que ne détermine donc pas de façon directe et linéaire la luminosité subjectivement perçue (LAM, 1977).

La perception visuelle change au fur et à mesure qu'elle **s'adapte** à des conditions particulières. Dans ce cas précis, il se produit une **adaptation à l'obscurité**: les photorécepteurs qui étaient saturés de lumière au soleil n'ont pas pu capter tout de suite les photons présents en petit nombre dans cette salle obscure. Il leur a fallu un temps d'adaptation aux nouvelles conditions environnementales (AURELIE MASSAUX. 2009). La présence de sources de lumière intenses dans le champ visuel, provoque la contraction de la pupille, réduise la quantité de lumière qui atteint la rétine. Ce phénomène d'adaptation influe profondément sur la perception des luminances²⁵.

3. Glossaire pour la perception.

²⁵ «En présence d'une scène éclairée quelconque, la sensibilité de l'œil s'établit autour d'un niveau d'adaptation moyen. Ce processus équivaut à la détermination d'une "norme de référence", par rapport à laquelle les objets présentant une luminance plus élevée paraîtront "lumineux" tandis que ceux présentant une luminance moindre paraîtront "sombres". Par conséquent, l'aspect sombre ou lumineux que les objets prennent pour nous ne dépend pas seulement de leur luminance propre, mais aussi du niveau de notre adaptation visuelle. Si le niveau d'adaptation s'élève, les ombres paraissent plus sombres encore; s'il diminue (il suffit de masquer la fenêtre d'une main, par exemple), les ombres s'éclaircissent. Il en va de même pour les objets très éclairés. Ainsi, une surface ayant une luminance de 100 foot-lamberts présente une brillance apparente de 100 pour un œil adapté à cette luminance, mais cette même surface aurait une brillance apparente de 230 si le niveau de luminance auquel l'œil était adapté n'était que de dix foot-lamberts» (Hopkinson, 1960).

Accommodation : 1. Dans la perspective de Piaget, ajustement qui se fait par modification des schèmes d'assimilation lorsque ceux-ci s'avèrent inopérants dans une nouvelle situation (Vurpillot, 1991, p. 4). 2. Dans le modèle d'apprentissage de Kolb, style d'apprentissage caractérisé par la préférence pour l'expérimentation active et l'expérience concrète.

Activité perceptive : Selon J. Piaget, processus de mise en relation de centrations, ou de leur produit, à des distances dans l'espace ou dans le temps excluant une interaction immédiate (Vurpillot, 1991, p.560). Variété d'activités sensori-motrices, susceptibles comme ces dernières de se généraliser selon une structure commune, un schème, sous l'influence de la répétition. 2. Activité de la perception ayant pour but la recherche de l'information nécessaire pour que la personne puisse satisfaire ses besoins, réaliser ses projets et s'adapter aux conditions de son milieu : exploration, représentation ou configuration, et anticipation.

Assimilation : 1. Dans le modèle de J. Piaget, mécanisme psychologique qui modifie les données extérieures par un ensemble d'actions, lesquelles, une fois coordonnées, constituent un schème d'assimilation, structure stable, répétable, pouvant incorporer de nouveaux objets et événements" (Vurpillot, 1991, p. 73). 2. Dans le modèle d'apprentissage de Kolb, style d'apprentissage caractérisé par la préférence pour l'observation réfléchie et la conceptualisation abstraite.

Attribution : 1. Inférence ou hypothèse faite par la personne ayant pour fonction l'explication des données observables, des événements ou des comportements (Vallerand et Bouffard, 1985) 2. Processus cognitif mis en œuvre dans les explications que les gens, dans la vie quotidienne, avancent de leur propre comportement et de ceux d'autrui (Deschamps, 1991, p.84). Il existe deux types d'erreur provenant de ce processus : l'erreur fondamentale d'attribution et le biais égocentrique.

Biais : Distorsion que subit une information en entrant dans le système cognitif ou en sortant (de Montmollin, 1991, p. 99).

Biais égocentrique : Tendance à attribuer ses réussites à des dispositions personnelles et ses échecs, à des facteurs externes.

Cognition : 1. (Général) Faculté de connaître (Larousse, 1997). 2. Ensemble des activités et des entités qui se rapportent à la connaissance et à la fonction qui la réalise (Le Ny, 1991, p. 136). 3. Signifie à la fois la connaissance et le processus par lequel cette connaissance est acquise. 4. Connaissance formée de plusieurs éléments reliés entre eux d'une façon cohérente, comme un réseau. 5. Synonymes : schème d'action, schéma, concept, notion, connaissance.

Conscience : 1. Synthèse de tous les éléments perçus par la personne qui lui permet de comprendre son expérience immédiate, passée et future, en fonction de sa personnalité. 2. Fonction de synthèse qui permet à un sujet d'analyser son expérience actuelle en fonction de la structure de sa personnalité et de se projeter dans l'avenir (Lécuyer 1991, p.163)

Contraste (effet de) : Effet perceptif de renforcement produit par l'opposition entre personnes, des choses ou des situations qui sont présentées simultanément ou successivement, ayant pour conséquence de faire ressortir les différences, voire les oppositions et les contraires.

Équilibration : Concept clé de la théorie de J. Piaget, c'est le processus conduisant de certains états d'équilibre approché à d'autres, qualitativement différents, en passant de multiples déséquilibres et rééquilibrations ". (Hatwell, 1991, p.278) Piaget assigne la notion d'équilibration le sens d'un

processus de régulation interne ayant pour fonction l'établissement du meilleur équilibre possible entre l'individu et son environnement.

Équilibre : 1. (Général) État de repos résultant de l'action de forces qui s'annulent; position stable. 2. Juste combinaison de forces, d'éléments ; répartition harmonieuse. 3. Bon fonctionnement de l'activité mentale ; pondération, calme (Larousse, 1997) 4. État de stabilité parfaite vers lequel tendent tous les systèmes. 5. État idéal, instable, fait d'oscillations et de mouvements constants (Pauchant et Mitroff, 1995 ; Timmerman, 1986)

Erreur fondamentale d'attribution : Tendance à surestimer, dans l'explication d'un comportement, la part qui provient de son acteur et à sous-estimer celle qui résulte de la situation" (Lyens, 1991, p.280)

Expérience :

1. Ensemble des événements qui exercent sur l'individu (humains ou animal) une influence durable, sinon irréversible (Maisonneuve, 1991, p.292).
2. (Philosophie) Tout ce qui est appréhendé par les sens et constitue la matière de la connaissance humaine ; ensemble des phénomènes connus et connaissables (Larousse, 1997).
3. Le fait d'éprouver quelque chose, considéré comme un élargissement ou un enrichissement de la connaissance, du savoir, des aptitudes.
4. Événement vécu par une personne, susceptible de lui apporter un enseignement.
5. Connaissance de la vie acquise par les situations vécues. (Petit Robert)

Figure/Fond (relation) : Distinction issue de la gestaltthéorie et dans laquelle la figure fait partie du champ perceptif qui se détache du fond, qui s'individualise, tandis que la structure du fond reste indistincte (Bloch et Bonnet, 1991, p.304).

Gestalt : Forme perçue comme constituant un tout (Bloch, 1991, p.326).

Illusion : Phénomène manifestant une discordance entre une expérience perceptive et des propriétés physiques de la stimulation (Bonnet, 1991, p.364). C'est le fait de percevoir des phénomènes qui, en réalité, n'existent pas.

Impression : 1. (Général) Sentiment ou sensation résultant de l'effet d'un agent extérieur (Larousse, 1997). 2. Opinion ou sentiment qui naît du contact avec autrui

Innéisme : (Philosophie) Doctrine postulant l'innéité, caractère de ce qui est inné, de certaines structures mentales (Larousse, 1997). Il existerait donc des idées, des connaissances innées telles que l'unité, la totalité, la réciprocité et, en particulier, l'espace et le temps.

Loi de la totalité : Le tout est différent de la somme de ses parties ou, en d'autres termes, l'ensemble des parties a des propriétés qui ne se réduisent pas à la somme des propriétés des parties.

Percept : Entité cognitive permanente dont on suppose l'existence pour pouvoir rendre compte des perceptions particulières (Lécuyer, 1991, p.550). Le percept est une image ou une structure figurative.

Perception : 1. Ensemble des mécanismes et des processus par lesquels l'organisme prend connaissance du monde et de son environnement sur la base des informations élaborées par ses sens (Bonnet, 1991, p.551). 2. Processus qui sélectionne et structure les données sensorielles de

façon à leur trouver une signification. Les activités perceptives impliquent des activités sensori-motrices.

Positive (la perception est positive) : Phénomène qui se produit lorsqu'on perçoit ce qui est, qu'il s'agisse de stimuli internes ou de stimuli externes.

Représentation mentale : Entité de nature cognitive reflétant, dans le système mental d'un individu, une fraction de l'univers extérieur à ce système (Darmon, 1991, p.666)

Sensation : 1. Événement psychologique élémentaire, déterminé par l'activation de modalités sensorielles. 2. Événement psychique résultant du traitement de l'information dans le système nerveux central à la suite d'une stimulation d'un organe de sens (Bonnet, 1991, p.706). 3. Dans la typologie psychologique de Jung, fonction psychologique permettant à l'individu de sentir ce qui se passe en lui et autour de lui.

Sensibilité extéroceptive : Possibilité de détecter et de discriminer les sensations en provenance du monde extérieur, soit par le contact direct, soit par la précurseur ; elle informe l'organisme sur ce qui se passe à l'extérieur.

Sensibilité intéroceptive : Possibilité de détecter et de discriminer les sensations en provenance de la paroi des viscères et des muqueuses, en particulier de l'estomac et du tube digestif. Elle informe l'organisme sur ses besoins et sur ses émotions.

Sensibilité proprioceptive : Possibilité de détecter et de discriminer les sensations en provenance des muscles, des tendons et des articulations. Elle renseigne l'organisme sur ses positions et sur ses mouvements dans l'espace et dans le temps.

Stimulus : 1. (Général) Élément de l'environnement susceptible d'activer certains récepteurs sensoriels d'un individu et d'avoir un effet sur son comportement. (Larousse, 1997). 2. Toute forme d'énergie qui se produit à l'intérieur ou à l'extérieur de l'organisme et qui est d'une intensité suffisante pour déclencher une réaction psychophysique spécifique ou, en d'autres mots, pour exciter un récepteur sensoriel.

Structure figurative : Image formée par les données sensorielles ; percept

La notion de carte mentale, cognitive

1. Définitions :

Cette notion a été définie par plusieurs auteurs, dont on peut citer :

- **Kevin Lynch** a pu démontrer, avec l'exemple urbain, qu'il existait une « image collective de la ville ». Chaque individu crée et porte en lui sa propre image²⁶ mais il semble qu'il y ait une grande concordance entre les membres d'un même groupe. Ce sont les «**images collectives**» qui intéressent les urbanistes. Les **images collectives** sont des **représentations mentales communes** à de grandes quantités d'habitants d'une ville, zones d'accord que l'on voit lorsqu'il y a interaction entre : une **même réalité physique**, une **culture commune** et une **nature physiologique identique**. L'idée d'une « **image collective** » fait référence à la communication interindividuelle.

- **BAILLY** parle déjà en 1977 d'un **système d'orientation dans l'espace**. Celui-ci sert au repérage de l'homme dans son milieu, qu'il soit naturel, urbain ou artificiel comme les grands complexes (aéroport, hypermarché, foire...). Cependant, la variété des espaces induisant une variété dans l'organisation de ceux-ci, les stratégies humaines doivent s'adapter à ces modifications. En d'autres termes, l'espace possède ainsi ses propres caractéristiques.

- **Robert Martin** considère l'**image mentale** comme une représentation symbolique qui permet aux individus de traiter cognitivement des objets momentanément, voire définitivement, absents de leur champ perceptif. L'image est une représentation dont la structure interne entretient une relation de similitude figurative avec celle des objets qu'elle représente. Les **images mentales** semblent parfaitement appropriées à l'**activité d'orientation**. Cette dernière nécessite une manipulation des objets environnementaux soit de **façon directe (perception)** soit **indirecte (imagerie)** (Robert Martin, 2000).

- Aussi, l'**image mentale** est la représentation interne de l'objet, mais pas seulement dans le sens d'une reproduction ou le simple prolongement de l'activité perceptive mais dans le sens d'une production mentale, d'une interprétation ou d'une « tentative de reproduction de figures réellement perçues qui reste approximative en fonction des circonstances dans lesquelles la configuration originale a été apprise ou est rappelée à la mémoire » (DAMASIO, p. 138).

²⁶ Il définit « l'image » en ces termes : « *il semble que pour n'importe quelle ville donnée il existe une image collective qui est l'enveloppe d'un grand nombre d'images individuelles. Ou peut-être y a-t-il une série d'images collectives correspondant chacune à un groupe nombreux de citoyens. De telles images de groupe sont nécessaires à tout individu qui doit agir efficacement dans son milieu, et agir en commun avec ses compagnons. Chaque représentation individuelle est unique, une partie de son contenu n'est que rarement, ou jamais, communiquée et pourtant elle rejoint l'image collective, qui, suivant l'environnement est plus ou moins contraignante, plus ou moins enveloppante* » (Lynch, 1960).

- La **carte mentale ou cognitive** est une représentation d'une partie plus ou moins étendue de l'espace physique qui permet à un individu de se situer dans l'espace et de planifier un déplacement. Le concept de **Carte Cognitive ou Mentale** est fondamental dans les études sur **l'orientation spatiale** (aussi bien chez les animaux que chez l'être l'humain), bien que l'acception de carte soit encore largement discutée par certains auteurs.

Elle est parfois remplacée par celle de « **modèle mental spatial** » (TVERSKY, 1991) ou de façon plus générique par « **représentations spatiales** ».

- La **carte cognitive** se définit comme l'instance cognitive qui ressemble toutes les données que nous avons en mémoire sur notre environnement sans distinction entre les données acquises directement par la navigation ou les données extraites de supports. Toutes ces données forment les connaissances déclaratives auxquelles il faut ajouter, car fortement associées, les connaissances procédurales (Robert Martin, 2000).

- Chez **TOLMAN**, la carte cognitive est construite comme une carte réelle avec des propriétés euclidiennes sous une forme parallèle à une carte physique géographique. Les humains (comme les animaux) construisent et améliorent leurs connaissances spatiales mentalement sous forme cartographique par **répétition des expériences de déplacement dans leur environnement** quotidien ou non. Une des premières fonctions de la carte est d'assurer un traitement de l'impressionnante quantité d'informations spatiales auxquelles chacun de nous est confronté.

2. Les limites de la carte cognitive :

A cause des limites de notre charge mnésique, toute « cartographie mentale » (cognitive mapping) est sélective : il n'y a pas de correspondance point par point entre l'environnement spatial et sa représentation mentale. Les formes et les tailles sont déformées, les relations dans l'espace sont altérées et transformées, certains détails réduits et d'autres exagérés (BYRNE, 1979; TVERSKY, 1981; GIRAUDO, 1989...). Les résultats des informations reproduites à partir d'un modèle cartographié, ont mis en évidence des erreurs de jugement ou d'estimation métrique.

Annexe XI: La gestalt théorie et l'illusion optique

La théorie de la gestalt fait suite à **l'approche élémentariste de la perception** qui était dominante la fin du 19^{ème} siècle et début du 20^{ème} siècle²⁷. Le mouvement «gestalt» trouve ses racines donc au début du 20^{ème} siècle, les bases ont été introduites par Christian von Ehrenfels²⁸. **Gestalt théorie**²⁹ signifie **théorie de la forme**.

Les fondateurs de l'école de la Gestalt³⁰ (Wertheimer, Koffka et Köhler), pensent que la perception qu'on a du monde n'est pas une simple addition d'éléments séparés, elle se constitue en ensembles organisés de «formes» globales qui donnent sens à ce que nous percevons. En d'autres termes, les gestaltistes pensent que, **les perceptions s'organisent en formes significatives où les éléments contribuent à donner du sens au tout** « on perçoit l'ensemble comme un tout organisé ». Les faits psychologiques ne sont donc jamais perçus comme des éléments séparables, mais toujours engagés dans une configuration ou une structure visuelle, sonore, tactile, etc. En effet, les valeurs sensorielle et perceptive de chaque élément sont définies par leur fonction dans l'ensemble.

1. Caractéristiques principales :

La théorie de la forme se caractérise principalement par trois caractéristiques qui sont :

- **Le globalisme** : la perception d'une mélodie différente de la sensation élémentaire. Si le rythme entre deux points lumineux augmente et on ne perçoit plus deux points mais un va et vient. Donc, la perception est différente de sensations reçues. Les perceptions sont perçues comme correspondant à des **expériences globales**; on considère donc que la sensation n'existe pas comme réalité psychologique. Ce qui est primitif sur le plan de la conséquence c'est la **constance perceptive**.
- **L'innéisme** : les perceptions sont conçues comme innées.
- **Le structuralisme** : quand on veut étudier la perception, on peut considérer qu'elle dépend de plusieurs facteurs (motivation, besoins) mais aussi de facteurs structuraux liés à la stimulation et aux propriétés sensorielles.

Les auteurs s'expliquent en disant que la perception dépend des caractéristiques de la stimulation en relation avec les caractéristiques du système nerveux en sensoriel de l'individu. Au niveau de l'aire visuelle, les centres corticaux fonctionnent de manière globale et non indépendante (hypothèse).

²⁷ <http://www.amazon.fr/exec/obidos/redirect>

²⁸ Les précurseurs de la théorie de la forme sont: **Ehrenfels et Wertheimer**. Ehrenfels considère que: «pour décrire une forme il faut considérer les éléments et les relations entre les éléments». Tandis que Wertheimer en 1912, a travaillé sur le **mouvement apparent**. L'expérience consiste à allumer en alternance dans l'obscurité deux points lumineux légèrement distants. On voit apparaître successivement chacun des deux points en deux lieux distincts dans un rythme lent; si on augmente le rythme on a l'impression de va et vient d'un seul point, ce qui vaut que **la perception est différente de la sensation**). Pour eux, la perception correspond à une organisation indépendante de la sensation.

²⁹ Le mot allemand **Gestalt** est traduit par «**forme**» (ainsi **Gestalttheorie** signifie «**théorie de la forme**»), mais il s'agit en réalité de quelque chose de beaucoup plus complexe, qu'aucun mot ne traduit exactement dans aucune langue. Le verbe gestalten signifie «mettre en forme, donner une structure signifiante». Le résultat, la «gestalt», est donc une forme structurée, complète et prenant sens pour nous, se détachant sur un fond...

³⁰ Ils s'opposent à la position associationniste qui envisage le processus perceptif comme un processus analytique où chaque donnée ponctuelle est perçue isolément, puis additionnée à d'autres pour constituer, par associations, le percept final.

2. Rapports perceptifs établis par la théorie de Gestalt :

L'approche gestaltiste a mis l'accent sur la perception, on s'appuyant sur des rapports qui constituent la colonne vertébrale de celle-ci. Elle repose sur. Parmi ces rapports, deux principes sont fondamentaux «les **principes de regroupement ou d'organisation** et la **distinction figure-fond**». Quelques rapports sont exposés ci-dessous.

2.1. *Perception/ sensation:*

«**La perception équivaut à l'addition de sensations³¹ élémentaires** qui s'organisent à un moment donné en un tout structuré». La perception finale repose sur la **structure** de ces associations à l'expérience, à un rôle essentiel car l'individu apprend à associer ses différentes sensations de son expérience pour les organiser en un tout cohérent³². **La perception** ne peut se réduire à quelque chose d'atomiste car **elle ne correspond pas à une sensation élémentaire**. Ce que nous percevons serait des configurations globales construites à partir des éléments qui les composent.

2.2. *Rapport parties/tout:*

La question centrale des psychologues de l'école de Berlin était celle du **rapport parties/tout**, de la prédominance ou de la différence entre ces deux termes. Les psychologues ont étudié le cerveau humain pour mieux comprendre comment on perçoit le monde qui s'entoure. L'œil humain perçoit une image et le cerveau l'interprète à sa façon. Le cerveau structure, ordonne le monde pour donner un sens. En parallèle, le champ perceptif est constitué de formes qui s'imposent à nous.

La **perception puise dans l'inné**, et également via les attentes de perception ou la mémoire, des informations qui vont permettre de rendre cohérentes les perceptions réellement ressenties: chaque scène perçue se décompose en partie se regroupant, où s'organisant. De tel sorte que **le tout est différent de la somme de ses parties dont la forme est le critère principal** pour identifier ce que l'on voit.

De ce fait, la position originale des psychologues étant que «**les parties sont automatiquement appréhendées à partir du tout, du contexte global**» (GAPENNE et ROVIRA, 1999).

La théorie souligne aussi que «**une partie dans un tout est autre chose que cette même partie isolée ou incluse dans un autre tout** - puisqu'elle tire des propriétés particulières de sa place et de sa fonction dans chacun d'entre eux. Dans ce modèle, quand on regarde une image dans sa totalité,

³¹ Les précurseurs de la théorie de la forme sont: **Ehrenfels et Wertheimer**. Ehrenfels considère que: «pour décrire une forme il faut considérer les éléments et les relations entre les éléments». Tandis que Wertheimer en 1912, a travaillé sur le **mouvement apparent**. L'expérience consiste à allumer en alternance dans l'obscurité deux points lumineux légèrement distants. On voit apparaître successivement chacun des deux points en deux lieux distincts dans un rythme lent; si on augmente le rythme on a l'impression de va et vient d'un seul point, ce qui vaut que **la perception est différente de la sensation**). Pour eux, la perception correspond à une organisation indépendante de la sensation.

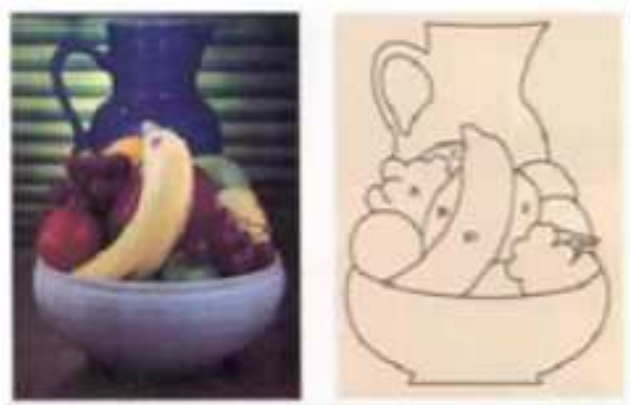
³² En réaction à ceci la **psychologie gestaltiste** est née en Allemagne avec Wertheimer, Kolfka et Köhler, et en France avec Guillaume. Ce courant va devenir essentiel dans la psychologie à partir de 1933 où ils fuient aux USA. On leur attribue la remise en cause du behaviorisme radical de Watson sur l'idée: Ce n'est pas l'environnement qui agit sur l'individu mais l'individu qui organise et structure son environnement. On va assister à un renouveau du behaviorisme = **Néo-behaviorisme**. Plus tard, certains auteurs (Chomsky) critiquent Skinner en s'appuyant sur les travaux de psychologie gestaltiste notamment sur la notion d' **'insight'** (= Compréhension brutale d'une situation). On va avoir un renouveau de la psychologie avec un nouveau courant: **Le cognitivisme**.

des propriétés nouvelles apparaissent en raison des rapprochements que nous effectuons entre chaque composant de l'image (cf. figure III. 1 et 2).

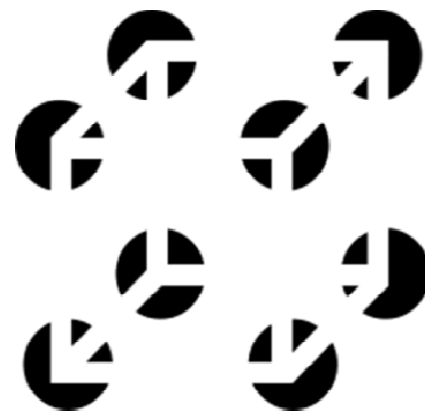
2.3. Rapport organisation/ ségrégation perceptive:

Pour qu'une scène visuelle soit compréhensible, le système perceptif doit grouper les éléments de cette scène de façon appropriée; «*L'organisation perceptive désigne la structuration initiale des données visuelles, c'est-à-dire une condition préalable à l'identification des formes*» (Colliot, 2010).

La perception des formes renvoie à une **organisation** de l'environnement désignée sous le terme de **ségrégation perceptive** qui permet l'**identification** d'objets isolés (Colliot, 2010). «*Nous voyons les choses, nous ne voyons pas les trous qui les séparent*» (Guillaume, 1937). La **ségrégation perceptive** permet de déterminer ce qui va être identifié comme **figure** ou comme **fond**. En effet, plusieurs **lois** ou **principes d'organisation** perceptive ont été établis permettant la signification et l'identification des objets de l'environnement.



Annexe XI- figure. 1. Principes d'organisation et de ségrégation perceptive. Source: http://fr.wikipedia.org/wiki/Psychologie_de_la_forme.

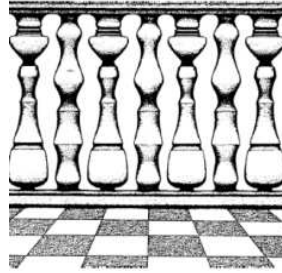


Annexe XI- figure. 2. Points d'un cube imaginaire. Source: http://fr.wikipedia.org/wiki/Psychologie_de_la_forme.

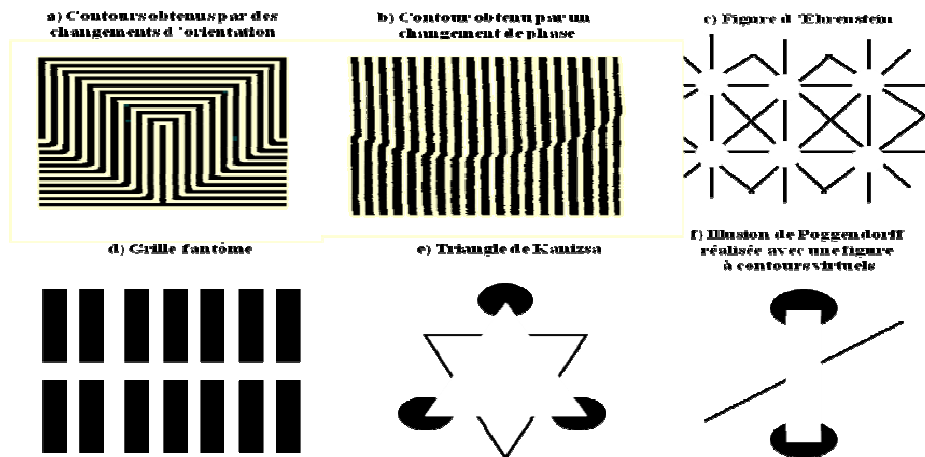
⇒ La notion du «contour»:

Une figure trouve son autonomie dans une large mesure par ses bords, ses contours, donc par le contact qu'elle a avec son extérieur, le reste du monde. **Un contour est une discontinuité lumineuse créant un contraste.** Il sert à définir les détails internes des objets, délimiter des ombres ou des reliefs et représenter des arrêtes ou des coins...etc. **Le contour appartient à la figure pas au fond** «Effet structurant du contour c'est le (shaping effect)» Rubin (1958) (cf. Figure III.3). Le contour a une «**fonction unilatérale**» notamment avec la possibilité de produire des formes «**subjectives**», «**illusoires**» ou «**cognitives**» (Kanizsa, 1979- 1997).

Le phénomène d'**interpolation visuelle** peut paraître dans l'exemple connu de **Shépard (1990)** rappelant les **formes cachées** (Rock, 1993) considérant que c'est des illusions engendrées par la créativité; où l'absence d'une partie de l'environnement attendu s'avère la preuve de l'existence d'un objet en premier plan qui masque partiellement la forme attendue (Colliot Pascale, 2010).



Annexe XI- figure. 3. La figure réversible. Source: (Shepard, 1990).



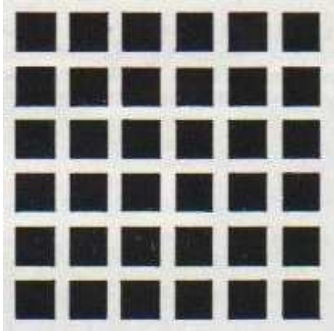
Annexe XI- figure. 4. Variété de contours. Source: Google images.

2.4. Rapport figure / fond:

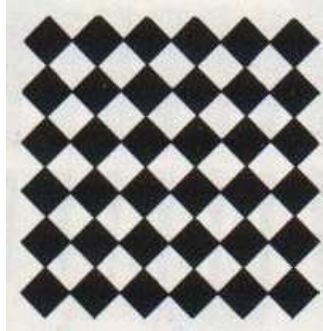
La perception consiste en une distinction de la **figure** sur le **fond** (vase de Rubin). Le tout est perçu avant les parties le formant. Pour comprendre un comportement ou une situation, il importe donc, non seulement de les analyser, mais surtout, d'en avoir une vue synthétique, de les percevoir dans l'ensemble plus vaste du contexte global, avoir un regard non pas plus «pointu» mais plus large (Voir en ligne: http://fr.wikipedia.org/wiki/Psychologie_de_la_forme).

Le **phénomène (figure/ fond)** peut être considéré comme fondamental pour la **perception visuelle** dont une loi dit qu'un fond, pour être perçu comme tel, doit avoir une extension «infini» par rapport à la figure (Meiss, 1986). (Pour une étude plus approfondie du phénomène figure/ fond et de la perception de profondeur, il est utile de se référer au cinquième chapitre de «Art and Visual Perception» de Rudolf Arnheim).

Les **conflits perceptifs** entre la figure et le fond sont encore plus sensibles lorsque les formes de la figure reproduisent identiquement celles du fond. L'alternative de panneaux muraux ou de caissons plafonnant successivement obscurs et lumineux engendre fréquemment des effets d'éblouissements similaires, et ce type d'agencement devrait être évité (Lam, 1977). Il est un domaine où la complémentarité entre figure et fond s'offre comme outil graphique à l'architecture afin qu'il puisse se faire une idée (Meiss, 1986).



Annexe XI- figure. 5. Figure différente du fond. Source: (LAM, 1977).



Annexe XI- figure. 6. Figure semblable au fond. Source: (LAM, 1977).



Annexe XI- figure. 7. L'alternance de panneaux muraux ou de caissons plafonnants successivement obscurs et lumineux engendre fréquemment des effets d'éblouissements similaires, et ce type d'agencement devrait être évité. Source: (LAM, 1977).

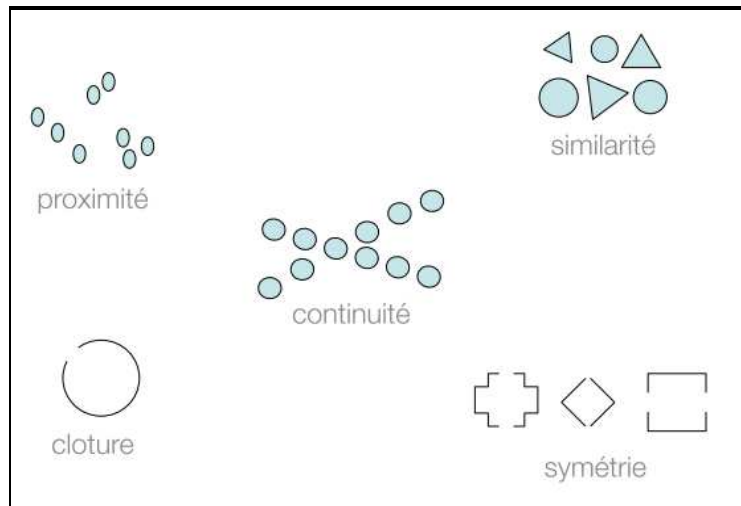
3. Lois ou principes de «l'organisation perceptive»:

Notre système perceptif accède en général à un ensemble d'informations, visuelles, auditives,...etc. Selon les tenants de la Gestalt Théorie, plusieurs mécanismes interviendraient afin de permettre au cerveau de regrouper les éléments et de les détacher du fond. En effet, ils ont proposé un nombre important des **lois** ou **principes** qui reflètent la tendance de l'organisation à produire une bonne forme pour rendre compte de la formation des groupements perceptifs d'objets dans le processus de perception (GAPENNE et ROVIRA, 1999).

Les lois gestaltistes qui démontrent la tendance de l'œil à grouper certains éléments du champ visuel en «familles» ou «ensembles» à l'instar de **l'hétérogénéité minimale, la proximité, la ressemblance ou similarité, la clôture ou fermeture, l'orientation commune, la répétition, la symétrie**, etc, sont des facteurs, bien présentés par Metzger influençant notre sensation de cohérence ou d'incohérence d'un environnement donné.

Bien que ces lois agissent souvent avec beaucoup de force sur nos images (en même temps et sont parfois contradictoires), il ne faut pas perdre de vue le fait que nos perceptions ne sont pas le seul résultant d'une «mécanique» de la vision, mais qu'elles sont «biaisées» par notre mémoire et notre intelligence (Meiss, 1986). En ergonomie, ces observations sont très intéressantes et en partie applicables; avant d'attribuer une qualité à un objet, il faut d'abord le reconnaître, c'est-à-dire le différencier de son environnement. Ce processus interprétatif résulte des lois de la perception, qui décrivent la manière dont on appréhende les agencements particuliers sous la forme de figures ou d'objets. Ces lois ont un intérêt pratique pour les études d'éclairage, aussi en ergonomie³³.

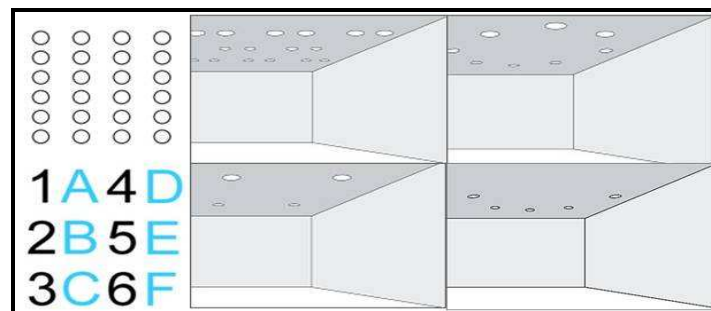
³³ Dans son dernier livre «Ergonomie web», Amélie Boucher décortique deux lois tirées des théories de la Gestalt: la loi de proximité et celle de similarité. <http://www.ergonomie-sites-web.com>



Annexe XI- figure. 8. Les lois et principes de l'organisation perceptive. Source: (Roussel, 2008).

3.1. Principe ou loi de proximité :

D'après le principe de proximité, plus des éléments sont proches plus ils ont de chances d'être regroupés (Olivier GAPENNE et Katia ROVIRA, 1999). La loi de proximité permet au cerveau de regrouper des éléments qui vont ensemble, proche dans une scène perceptive. Dans une figure, les éléments proches sont groupés. Le système visuel a tendance à mettre ensemble les éléments qui sont en proximité spatiale. Ce principe permet par exemple de considérer comme un tout, les lettres de chaque mot que vous lisez. Perceptivement, cette scène contient de nombreuses lettres, vous regroupez inconsciemment celles qui sont proches afin de rendre de petits ensemble de lettres cohérents. Nous regroupons les points d'abord les plus proches les uns des autres³⁴.



Annexe XI- figure. 9. Principe ou loi de proximité.

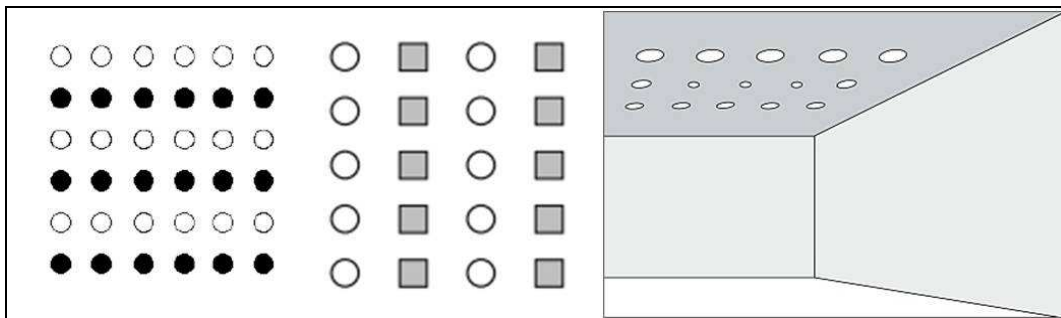
L'exemple des appareils d'éclairage³⁵ qui sont perçus deux par deux. Quatre points sont associés à un carré. A partir de 8 points, on perçoit un cercle. Des éléments disposés côte à côte sont perçus comme une seule et même figure en raison de leur proximité. Ainsi dans l'illustration ci-contre on perçoit un cercle avant de distinguer une série de points disposés circulairement. Les points sont agencés de telle sorte qu'ils semblent reliés non par une droite mais par un arc de cercle: ils forment ainsi un cercle parfait et non un polygone. Les courbes ouvertes forment une figure sur la face interne du tracé. Des formes incomplètement closes peuvent aussi être perçues comme des figures géométriques.

³⁴ http://fr.wikipedia.org/wiki/Psychologie_de_la_forme. 25 mars 2011.

³⁵ www.erco.com/guide_v2/guide_2/basics_105/closed_from2245/fr/

3.2. Principe de similitude ou similarité ou ressemblance :

Le principe de similitude est un principe plus fort que celui de proximité. Le système visuel a tendance à mettre ensemble les éléments qui sont similaires. Les aspects de l'objet qui se ressemblent tendent à être regroupés. Donc, le principe de similarité est basé sur des **éléments identiques** « en forme, texture, couleur, brillance, teinte,... » qui se regroupent en une seule configuration (Olivier GAPENNE et Katia ROVIRA, 1999), mais il faut que les éléments soient suffisamment similaires et distincts d'un autre groupe perceptif. A l'instar du point commun entre les éléments groupés est la couleur. Cependant cela peut aussi être la forme des éléments, leur taille, leur orientation,... (fig.3). Les chiffres et les lettres, nous apparaissent ainsi davantage disposés en colonnes qu'en lignes. Si la distance ne permet pas de regrouper les points, nous nous attacherons ensuite à repérer les plus similaires³⁶ entre eux pour percevoir une forme. Les appareils présentant des similitudes sont perçus comme formant un groupe. Outre la disposition dans l'espace, les formes elles-mêmes jouent un rôle déterminant dans le regroupement visuel. les formes ne sont pas organisées en fonction de leur proximité ou d'une éventuelle symétrie axiale, mais de leurs similitudes. Ce principe vaut également pour un groupe de formes non identiques, mais analogues.



Annexe XI- figure. 10. Loi de similarité: groupement d'objets. On perçoit ici des lignes du fait du groupement par couleur des points de cette matrice.

3.3. Principe du destin ou du sort commun :

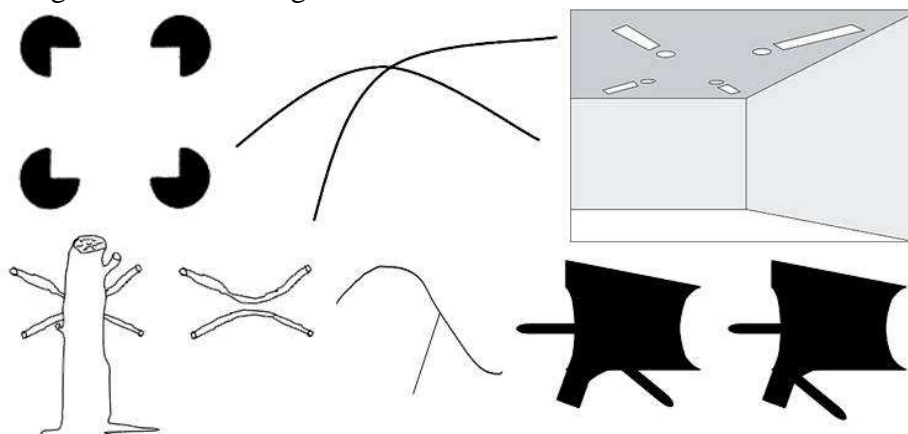
La loi de destin commun considère que des parties qui semblent se mouvoir « en mouvement » ayant la même trajectoire sont perçues et considérées comme appartenant au même groupe perceptif « comme faisant partie de la même forme ». Le principe de destin commun prévoit que le déplacement en bloc d'une configuration ne modifie pas sa forme mais sa localisation (Olivier GAPENNE et Katia ROVIRA, 1999).

3.4. Principe de bonne continuation ou la loi de continuité:

Le principe de bonne continuation prévoit que des points tendent à être regroupés en fonction d'une communauté de directions, selon une ligne droite ou courbe, régulières, par exemple (Olivier GAPENNE et Katia ROVIRA, 1999).Tendance à grouper dans une même structure les parties ou unités qui semblent alignées les unes avec les autres ou qui semblent être des continuations les unes des autres. On tend à préserver une continuité plutôt que d'introduire des changements brusques (un dessin de plusieurs figures donnera une figure générale).

³⁶ http://fr.wikipedia.org/wiki/Psychologie_de_la_forme. 27 mars 2011.

La loi de continuité permet de distinguer un trait coupé comme ne l'étant pas. Avons-nous l'impression d'un carré continu en regardant l'image? Des points rapprochés tendent à représenter des formes lorsqu'ils sont perçus, nous les percevons d'abord dans une continuité, comme des prolongements les uns par rapport aux autres³⁷. Loi des lignes continues. Cet agencement est interprété comme une intersection entre deux lignes. Un des principes essentiels de la perception des formes est que nous avons tendance à privilégier une **perception continue** et **homogène** des courbes ou des droites, en évitant les virages très marqués ou les interruptions. Cette tendance est si prononcée qu'elle peut influencer l'interprétation générale d'une image.



Annexe XI- figure. 11. La loi de continuité et le principe de « bonne continuation » de Kellman & Shipley.

3.5. Principe de regroupement « fermeture, clôture » ou loi de complétude:

Le système perceptif crée les contours virtuels qui vont s'ajouter aux contours réels afin de rendre cohérente la scène perceptive, et permettre d'en détacher des éléments par rapport au fond. Pour qu'une figure se détache du fond, elle doit être délimitée. Or parfois, cette délimitation n'est pas perceptivement distincte. Un objet placé devant un autre en cachera une partie. Dans ce cas, le système perceptif va créer les **contours manquants** afin de rendre compte de la figure. Un des principes essentiels de la perception des formes est la tendance à interpréter les formes fermées comme des figures géométriques. Une forme fermée est plus facilement identifiée comme une figure (ou comme une forme) qu'une forme ouverte³⁸. Ces figures illusoires constituent de bons révélateurs du principe de fermeture. A l'instar de la reconnaissance d'un visage à partir de quelques traits disjoints. L'image nous évoque un visage, bien que perceptivement, l'image soit incomplète. Aussi, on a tendance à voir des figures fermées plutôt qu'ouvertes quand les deux sont possibles.

En donnant quelques indices à l'observateur, on peut lui faire voir des figures qui n'existent pas, les lui suggérer. Ceci est possible notamment en mettant en valeur des portions de contours. Egalement, on perçoit la limite du cercle noir. On va refermer le trait noir car une forme fermée est plus facilement identifiée comme une forme.

³⁷ http://fr.wikipedia.org/wiki/Psychologie_de_la_forme.

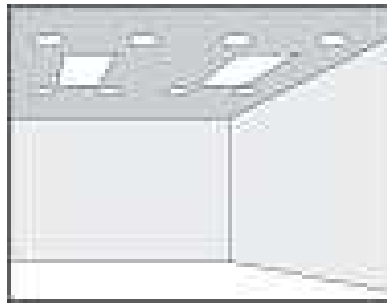
³⁸ http://fr.wikipedia.org/wiki/Psychologie_de_la_forme. 25 mars 2011.



Annexe XI- figure. 12. La loi de fermeture : reconnaissance de formes. A : triangle, B : cylindre, C : sphère, D : plan.

3.6. Principe de taille relative, d'environnement, d'orientation et de symétrie :

D'après le principe de symétrie, des éléments symétriques par rapport à un axe vertical, horizontal ou oblique vont être regroupés en une seule configuration (Olivier GAPENNE et Katia ROVIRA, 1999). La symétrie verticale est notée comme étant un principe organisateur précoce de la perception (Bornstein & Krinsky, 1985) et elle serait plus saillante que la symétrie horizontale (Humphrey & Humphrey, 1989).



Annexe XI- figure. 13. La loi de symétrie.

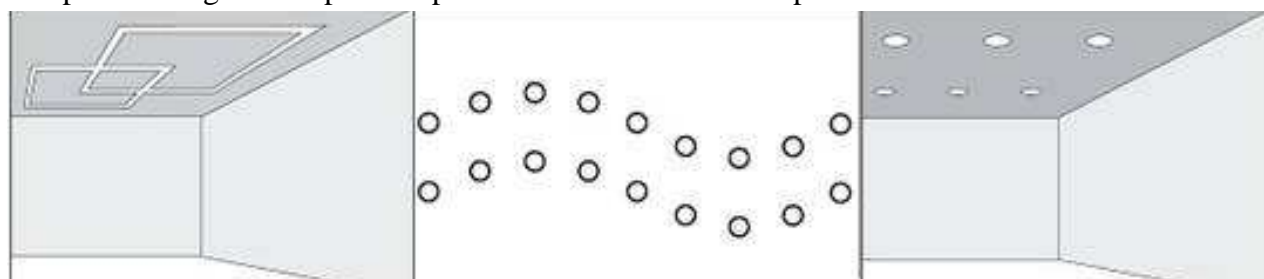
3.7. Loi de bonne forme :

La bonne forme est le principe selon lequel les éléments s'organisent en une forme plutôt qu'en une autre, en fonction des attentes perceptives, notamment. La loi de la "bonne forme" peut être considérée comme étant la plus générale. Une forme s'impose de façon d'autant plus prégnante qu'elle est meilleure. **Les bonnes formes sont régulières, stables, simples et symétriques.** (Olivier GAPENNE et Katia ROVIRA, 1999).

Étant habitué aux figures géométriques, nous aurons tendances à regrouper sous une même forme plusieurs objets disparates s'ils sont placés de manière suffisamment évocatrices. Cet effet nous permet par exemple de voir un peu partout dans les étoiles, des triangles, des trapèzes, etc...

Quand plusieurs organisations sont possibles, ce qui émerge, la forme la plus simple et la plus stable. On met en évidence la corrélation entre le jugement de tridimensionnalité et le nombre d'angles de la figure. Une figure qui contient beaucoup d'angles est perçue de manière plus simple. Un ensemble de parties informe (comme des groupements aléatoires de points) tend à être perçu d'abord (automatiquement) comme une forme, cette forme se veut simple, symétrique, stable, en somme une bonne forme.

Par exemple, cet agencement de Downlights³⁹ est visualisé comme deux lignes. Même en l'absence d'une symétrie stricte, une figure se détache nettement. L'effet produit par des formes parallèles de même largeur est similaire. Bien qu'il n'y ait pas réellement symétrie, un principe d'organisation tout aussi clair se dégage et fait percevoir une figure géométrique dominante. Deux droites parallèles se comportent de la même façon. Ce dispositif est interprété comme la superposition de deux angles droits. Dans l'espace en deux dimensions, la loi des lignes continues devient la loi de la bonne forme. Les formes s'organisent de façon à composer les figures les plus simples et les mieux ordonnées possible.



Annexe XI- figure. 14. La loi de la bonne forme.

4. Le phénomène de l'ambiguïté perceptive « figures ambiguës »:

4.1. Phénomène d'ambiguïté perceptive :

Durant la phase attributive de la perception, la sélection du signal s'opère toujours en fonction des besoins présents, sous le contrôle desquels se trouve le mécanisme de la centration visuelle. S'il se présente une **ambiguïté perceptive**, c'est-à-dire si le signal ne peut être identifié ni comme figure, ni comme fond (valeur de signal ou de bruit de fond), la centration oscille entre les deux alternatives au prix d'un certain effort et d'une relative sensation d'inconfort. La catégorie de signification à laquelle est finalement rapporté le stimulus se trouve influencée tout d'abord par les besoins présents, puis ensuite par celle de deux options possibles dont le contenu informationnel paraît le plus élevé, et par conséquent le plus compréhensible et le plus intéressant (**WILLIAM M.C. LAM**).

Certaines figures peuvent être **perçues de façons différentes**, suivant le contexte dans lequel elles sont observées, le vécu de l'observateur, etc. Les images ambiguës peuvent être interpréter de plusieurs façons.

Le fond peut être constitué de figures, mais elles jouent, à ce moment, un rôle secondaire. Les limites des figures sont le produit précaire de forces opposées. Chaque surface avoisinante revendique la limite et lorsque ces forces sont d'égale valeur, il se produit une **ambiguïté** entre figure et fond. Mais l'ambiguïté entre figure et fond est plutôt une curiosité fascinante de la perception qui provoque l'hésitation ou sur laquelle on peut construire des **illusions**, qu'une notion opérationnelle pour l'architecture (Pierre van meiss, 1986).

³⁹ www.erco.com/guide_v2/guide_2/basics_105/pure_from2251/fr/

Une des théories pouvant rendre compte de ce phénomène de bistabilité nous vient des années 1940 et d'un psychologue allemand nommé Wolfgang Köhler. Cette théorie propose que si notre perception alterne comme cela d'une interprétation à une autre, c'est parce que le réseau de neurones responsable de la perception d'une solution « se fatigue », et laisse la place à un autre réseau de neurones, responsable de la perception d'une autre solution, et vice-versa jusqu'à ce que l'on arrête de regarder la figure (vase de Rubin).

L'étude de ces figures ambiguës nous montre que le système visuel peut interpréter de plusieurs façons le monde qui nous entoure, et passer spontanément d'une interprétation à une autre. La perception visuelle est donc bien un **processus interprétatif**.

Le cube peut être perçu par exemple soit fuyant vers le bas à droite, ou vers le haut à gauche. Quand à la figure du Rubin, on peut percevoir, soit un vase (en noir), soit deux visages face à face. On peut cependant guider l'utilisateur, avec un petit indice, pour qu'il perçoive la figure d'une manière prédéfinie. Par exemple dans la figure, si on place un point à la place de l'œil sur un des visages, l'utilisateur va être amené à percevoir les deux visages et non le vase. (Olivier Bau, 2005). Ainsi l'image représente-t-elle une jeune femme, fille ou une femme âgée, vieille sorcière selon les éléments que vous sélectionnez comme partie de la figure ou partie du fond. Lapin ou canard?



Annexe XI- figure. 15. Figures réversibles : ces figures peuvent être perçues de différentes façons.

4.2. La notion d'illusion optique :

Notre perception visuelle du monde est une construction fondée sur de nombreuses prédictions. Ces prédictions se révèlent véridiques dans la majorité des cas, mais il arrive parfois qu'elles soient erronées. Les **illusions visuelles** mettent quelquefois en évidence les cas où les prédictions sont fausses. La plupart des illusions ont une origine cognitive. Elles résultent d'une interprétation des signaux visuels qui se base sur des hypothèses incorrectes ou inappropriées. Elles peuvent aussi nous dévoiler comment se construit notre perception visuelle.

De nombreuses illusions perceptives sont exploitées par les artistes (Dali, Escher, Margritte), les architectes ou les psychologues. L'étude de ces illusions est un bon outil d'exploration des processus perceptifs. Les cognitivistes définissent l'illusion comme une inadéquation entre l'objet réel et la perception qu'on en a. Ce n'est qu'au milieu du XXe siècle que les illusions d'optiques géométriques seront définies précisément et deviendront un objet d'études primordial en psychologie.

L'illusion est un phénomène manifestant une discordance entre une expérience perceptive et des propriétés physiques de la stimulation (Bonnet, 1991, p.364). C'est le fait de percevoir des phénomènes qui, en réalité, n'existent pas. Et c'est à la suite des nombreux traitements subis par l'information lumineuse, réalisés au sein de notre système nerveux, que va naître notre perception visuelle.

4.2.1. Illusions de perception de la taille :

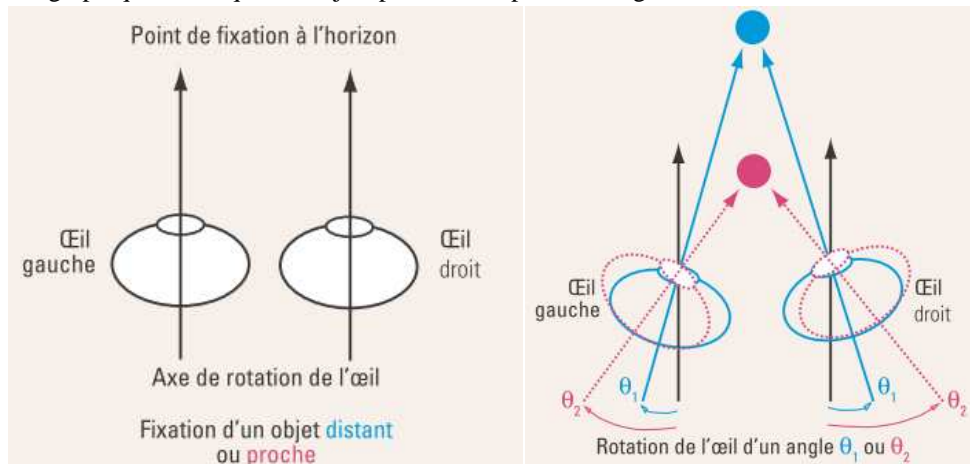
Notre système visuel se fonde sur **plusieurs indices**. Le premier est la **taille** de l'image qu'ils forment sur la rétine. Le deuxième est leur **distance** par rapport à nous, estimée grâce aux informations de convergence en provenance de nos deux yeux, et aux informations de profondeur et de perspective.

Un troisième indice est la **taille relative des objets** les uns par rapport aux autres, que nous avons accumulée et mémorisée depuis notre naissance, tout au long de l'apprentissage de notre environnement

Par exemple, du fait de son éloignement, le verre qui est distant forme sur la rétine une petite image, alors que le verre proche forme une grande image (fig IV.28). Or, nous savons que ces deux verres sont identiques, donc de mêmes tailles. Pour que notre vision corresponde à nos informations mémorisées, nous faisons appel à la **constance de grandeur**. Ainsi, lorsque vous percevez les deux verres de même taille, la constance de grandeur est entrée en jeu, et a augmenté la taille perçue du verre qui est distant.



Annexe XI- figure. 16. La constance de grandeur : Étapes de l'expérience des verres. Sur ces photographies, les verres ont des tailles différentes bien qu'ils soient identiques. En effet, les objets distants s'impriment en petit sur la pellicule photographique, alors que les objets proches s'impriment en grand. © Palais de la découverte/S. Coxan.

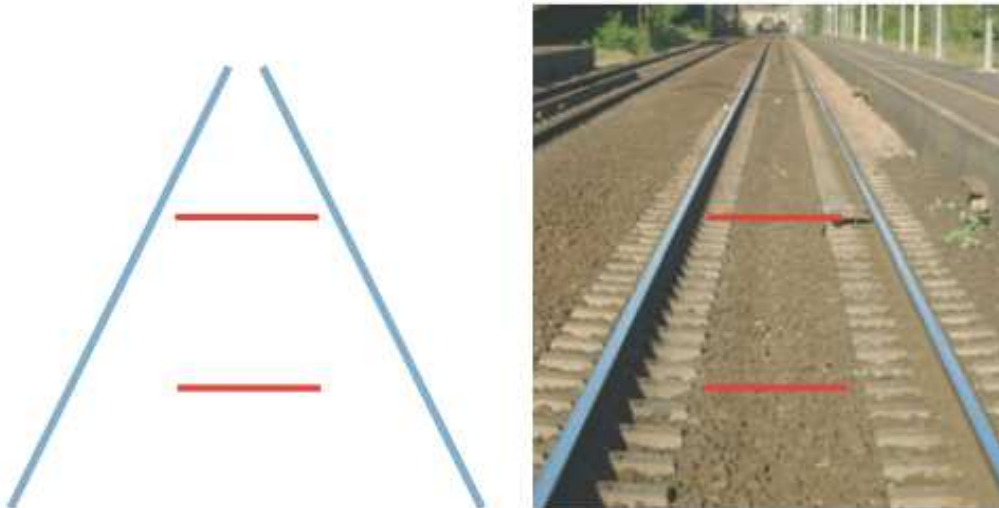


Annexe XI- figure. 17. Distance des objets et convergence des yeux. Le degré de convergence des yeux permet d'estimer la distance d'un objet. En effet, plus un objet est proche et plus les yeux convergent l'un vers l'autre, formant ainsi un angle θ_2 élevé. La valeur de cet angle est transmise au cerveau, qui l'analysera et en déduira la distance de l'objet.

4.2.2. L'illusion de Ponzo :

Créée en 1913 par le psychologue italien Mario Ponzo et représentant deux lignes horizontales parallèles cernées de deux lignes convergentes, peut être expliquée en faisant référence à la constance de grandeur/ de taille. En regardant ce dessin, nous avons l'impression que la ligne horizontale supérieure est plus longue que la ligne inférieure. Pourtant, elles sont de mêmes tailles. Les lignes convergentes nous donnent des indices de profondeur et de perspective... elles nous font penser aux rails de chemins de fer, les lignes horizontales symbolisant les traverses en bois.

Pour apprécier la taille des lignes horizontales, nous allons utiliser les mêmes principes de détermination de la taille que dans la réalité, et nous allons appliquer la constance de grandeur. Par expérience, le système cognitif possède une connaissance des règles du monde physique. Il est capable d'estimer la taille objective (livre psychologie cognitive). Ce calcul est réalisé en tenant compte non seulement de la taille rétinienne mais de la distance de l'objet. Les deux lignes horizontales ont la même taille, tout comme leurs images rétiniennes, mais les indices de profondeur indiquent que la ligne supérieure est éloignée. La constance de grandeur joue son rôle de compensation, lorsque l'on trompe le système visuel sur la distance, il peut y avoir un traitement abusif de la perspective; ce qui augmente la taille perçue de cette ligne par rapport à la ligne inférieure : la ligne supérieure nous paraît ainsi plus grande.



Annexe XI- figure. 18. Illusion de Ponzo : les lignes convergentes de l'illusion de Ponzo nous rappellent la perspective d'une voie de chemin de fer. La taille des deux traits rouges est identique ! PHOTOGRAPHIE de A. Hervé-Minvielle.

A travers les deux illusions visuelles précédentes, l'illusion des verres et celle de Ponzo, on a pu voir que la **perception de la taille** est un processus cognitif complexe qui tire profit des indices présents dans notre environnement direct (comme la distance des objets), mais aussi de ceux présents sur notre rétine (la taille des images des objets) ou dans notre mémoire (les tailles relatives des objets).

4.2.3. Illusion de perception du mouvement

La perception du mouvement des objets est un processus très complexe, qui dépend de :

- mouvement de l'objet dans notre environnement;
- mouvement de l'image de cet objet sur notre rétine;
- nos propres mouvements (mouvements des yeux, de la tête, du corps) qui influencent la position de cet objet dans notre environnement et sur notre rétine.

S'il est un domaine de la vision où beaucoup de choses restent encore à découvrir, c'est bien dans la perception du mouvement. Malgré tout, certaines données sont connues depuis les années 1960. Barlow et Hill ont montré en 1963 l'existence au sein du cortex visuel de certains neurones répondant sélectivement aux mouvements. Plus précisément, ces cellules nerveuses répondent à une direction du mouvement bien spécifique : certaines à un mouvement dirigé de haut en bas, d'autres à un mouvement de bas en haut, d'autres encore à un mouvement de droite à gauche, etc., dans toutes les directions possibles de l'espace. Certaines illusions visuelles où l'on ressent un mouvement illusoire peuvent être expliquées par l'activité de ces neurones...

Donc, notre système visuel interprète de façon fiable les données issues des informations lumineuses, ce qui nous permet par exemple de distinguer clairement les objets en mouvement dans notre environnement.

4.2.4. Les illusions de contours et le phénomène de complétion :

Les **illusions de contours** (aussi appelés **contours subjectifs**) sont connues depuis le début du XXe siècle, mais Kanizsa proposa d'étonnantes explications des phénomènes mis en jeu. Le phénomène qui intervient dans ces illusions est la **complétion**. Notre système visuel perçoit de façon automatique notre environnement comme un tout, alors qu'il n'est jamais visible dans son intégralité, souvent composé d'objets ou de surfaces partiellement **occultés**. Cela implique que notre système visuel émette des hypothèses, des prédictions sur ce qui se cache derrière ces objets occultés.

En effet, sans cesse nous émettons inconsciemment des hypothèses sur ce que nous voyons, et dans la majorité des cas, les prédictions faites par le système visuel sont exactes.

Plusieurs **théories** ont été formulées, mais les deux principales sont les suivantes (**A. MASSAUX**, 2009):

- a. **la théorie de la familiarité** : on complèterait les objets occultés en utilisant toutes les informations disponibles dans notre mémoire sur notre environnement et ses objets, afin de retrouver l'objet qui correspond le mieux aux informations incomplètes mises à notre disposition.
- b. **la théorie de la simplicité** : on complèterait les objets occultés de façon à percevoir les choses les plus simples possibles.

Les illusions de complétion nous montrent à quel point notre perception visuelle est influencée par nos acquis. Notre perception visuelle fonctionne par prédictions. Celles-là reposent sur les connaissances que nous avons des objets, en termes d'attributs (forme, couleur, distance, mouvement...) mais aussi en termes de signification et de fonction. Notre perception visuelle est influencée par notre état cognitif du moment.



Annexe XI- figure. 19. Le triangle de Kanizsa. Le cerveau nous fait percevoir un triangle qui n'existe pas ! Ou encore, que percevez-vous dans ce méli-mélo de formes? Ébullioscope.

- **Discussion:**

Les principales critiques de la Gestalt théorie touchent ses caractéristiques et ses principes. Parmi ces critiques:

- la caractéristique du structuralisme, aujourd'hui, Livingston et Aubert ont montré qu'il existe plusieurs zones différentes selon les fonctions.
- la caractéristique du caractère inné dans la perception (problème des sens et des relations entre **perception** et **signification**) où les auteurs s'expliquent en disant que c'est toujours **l'organisation perceptive** qui précède la signification, tandis qu'on sait qu'on perçoit mieux les objets s'ils ont une signification que s'ils n'en n'ont pas, donc c'est **différent de l'inné**.
- le problème des **illusions perceptives** où on arrive de mieux en mieux à décomposer la figure au cours du développement.
- le rôle du sujet qui est trop passif, par rapport au rôle de l'exploration visuelle? Exemple des figures ambiguës (Colliot, 2010).
- Les tenants de la Gestalt théorie pensent que l'évolution a fait de notre cerveau un organe très structuré et adaptée de manière innée à la perception de «bonnes formes». Selon eux, chaque perception serait filtrée, en quelque sorte, par une organisation cérébrale mise en place depuis longtemps sur l'échelle de l'évolution humaine.

Selon Pierre Von Meiss (1986), la perception n'est pas neutre, on compare sans cesse ce qu'on voit à des situations qu'on a rencontrées et intériorisées précédemment.

C'est ce qui rend l'observateur scientifique de la perception délicate et les lois descriptives de la «gestalt» insuffisantes et sans véritable pouvoir explicatif. On sera ainsi dès la naissance capable de regrouper certaines perceptions, ou les organiser, indépendamment de notre apprentissage.

Le cerveau y exerce un **contrôle**, il aurait pour fonction de classer et catégoriser, rendre cohérent, regrouper chaque petite perception avec celles qui lui ressemblent. Il structure les informations de telle façon que ce qui est petit, régulier, ou qui possède une signification pour nous, se détache du fond pour adhérer à une structure globale, chaque élément est alors perçu comme une «figure» détachée du fond, perçu quant à lui comme moins structuré et irrégulier. C'est cette distinction figure-fond, qui nous permettrait par exemple de distinguer un visage connu au milieu d'une foule.

Annexe XII:

Applications de la théorie de la syntaxe spatiale

« En cas des paysages »

Définir la visibilité et l'accessibilité visuelle :

Des études ont été effectuées dans plusieurs régions du monde (Hillier, 2007; Grajewski et Psarra, 2001; Guler, 2007; Makhzoumi et autres, 2005, Papargyropoulou, 2006). Un thème commun dans plusieurs de ces études est le rapport entre la **visibilité** (ce qui peut être vue), **accessibilité** (où les gens peuvent aller) et **mouvement observé d'utilisateurs** lors de l'utilisation de l'espace (où les gens sont réellement). En ce qui concerne des issues de visibilité, un travail intéressant est effectué pour développer un algorithme pour exprimer la probabilité qu'un objet de cible vraiment peut être vu d'un endroit donné dans le paysage, un facteur nommé **visibilité probabiliste** (Skov-Peteren et Snizek, 2007a, 2007b).

Une étude sur le paysage plus tôt du bâtiment du Queensland, où les auteurs proposent cela **en analysant la visibilité** dans des paysages de petite taille utilisant les **champs visuels**, et des **facteurs** tels que la **rugosité du terrain**, la **présence du niveau du sol plantant** et même **le temps** et les **conditions légères** pourraient interférer le contact visuel. Ils ont proposé, donc, **une mesure d'affaiblissement de visibilité** qui tient compte de la **distance physique** entre la visionneuse et la cible, le transparent relatif de l'environnement et l'angle de visionnement; ces idées ont été examinées empiriquement dans une étude sur le terrain située dans un arrangement de forêt de hêtre (Preston 2002).

En modélant un environnement, Dara-Abrams Drew, examine deux ensembles différents de dispositifs d'accessibilité et crée deux versions séparées. Le premier, un modèle "officiel" d'accessibilité, limite l'espace ouvert aux secteurs pavés comme des passages couverts. La seconde, un modèle d'accessibilité de "tomp - everywhere", augmente l'espace ouvert pour inclure d'autres secteurs par lesquels une personne apte pourrait également se déplacer.

Le tableau **01** énumère quelques dispositifs appropriés à considérer. Dara-A. Drew, parle maintenant en termes de dispositifs environnementaux qui correspondent à l'espace ouvert, tandis qu'il a décrit la visibilité en termes d'identifier l'espace fermé. C'est une décision pragmatique, bien qu'il puisse indiquer une différence théorique entre « l'accessibilité et la visibilité ».

<p>Mouvement de blocs et habituellement vue de blocs :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ murs de construction (au niveau du sol, qui ne sont pas nécessairement les mêmes que l’empreinte de pas de bâtiment) ▪ murs de soutènement, murs libres ▪ barrières, portes ▪ sculptures et autres installations d'art ▪ les chariots du fournisseur ▪ grande végétation (arbres, arbustes) ▪ une plus petite végétation ▪ meubles de rue (planteurs, réverbères, poteaux indicateurs, bancs, tables de pique-nique, escaliers, rampes, balustrades, supports de journal, supports de vélo) 	<p>Tient compte du mouvement "officiel" (et s'ouvrir à la vue) :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ passages couverts, trottoirs ▪ places, plazas, cours
	<p>Tient compte du mouvement de "tromp-everywhere" (et s'ouvrir à la vue) :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ pelouses ▪ ouvrir la terre
	<p>Tient compte de la vue, mais pas du mouvement :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ lacs, jets, et d'autres dispositifs de l'eau

Annexe XII- tableau. 1. Quelques dispositifs environnementaux pour envisager d'inclure dans un modèle bidimensionnel piéton orienté de la configuration spatiale d'un paysage extérieur.

La recherche de syntaxe spatiale a été guidée par une prétention que ces facteurs sociaux proviennent dans la grande partie de la configuration physique d'un environnement. C'est une autre raison de suivre des directives conformées, qui séparent clairement les options de l'accessibilité "officielle" et "Tromp - everywhere", en examinant.

« En cas des musées »

En musées, les champs visuels et les structures spatiales modulent les modèles du mouvement et les modes associés de voir et de comprendre. La configuration des modèles d'exploration de structures d'espace est soit, sur une **balance globale du mouvement** par l'ensemble du bâtiment de musée ou sur une **échelle locale du mouvement** par un espace de plan ouvert d'exposition. La configuration tend également à structurer l'emploi de l'espace par la modulation des **modèles de visibilité**, soit elle est de visibilité des autres visiteurs qui affecte où les visiteurs tendent à s'arrêter pendant qu'ils explorent le bâtiment de musée, ou de la visibilité des éléments d'exposition qui affecte où des visiteurs arrêter dans les espaces de plan ouverts d'exposition.

L'espace est important comme **cadre d'orientation**: quand les visiteurs savent où ils sont dans un bâtiment, ils peuvent mieux comprendre leur endroit dans le récit leur a présenté par les conservateurs d'exposition. La syntaxe spatiale permet d'avoir une plus grande précision qui n'était précédemment pas disponible en analysant l'espace comme structure apparente résultant de l'arrangement des objets et des frontières, si à la balance du bâtiment dans son ensemble, ou à la balance de l'exposition ou de la salle d'exposition individuelle. Ceci semble particulièrement approprié aux études de musée.

Des études se font sur les fonctions comportementales et conséquences comportementales de l'espace; discutant des chemins d'exploration et de mouvement, des modèles de la co-présence et la co-conscience surgissant dans le champ visuel, modèles de contact et d'exposition avec des affichages et modèles de l'enclenchement et démontrant que ces modèles comportementaux sont systématiquement corrélés avec des variables spatiales, qui peuvent eux-mêmes être compris comme morphologies spatiales.

L'**accessibilité directe** des éléments d'objet exposé a un effet puissant sur la façon de laquelle les expositions ont été explorées. La disposition structure le modèle de recherche basé sur ses propriétés locales plus simples. Une analyse a examiné des corrélations linéaires entre les **pleines et partielles** mesures de croix de visibilité individuelle de l'objet exposé.

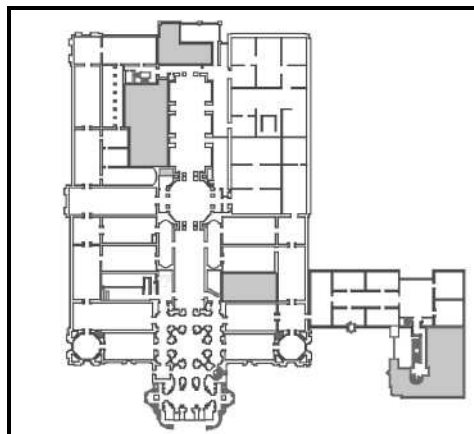
Bien que les chercheurs trouvent des corrélations entre leurs mesures et ceux de contacts de visibilité et de visiteur, leurs résultats suggèrent que **la visibilité en travers ne fasse pas contacts d'effet aussi uniformément que l'accessibilité**.

Dans des secteurs de plan d'exposition ouverts, les visiteurs entreront en contact avec des éléments plus accessibles d'objet exposé au cours de leur visite. Là où les visiteurs s'arrêtent et s'engagent, des éléments d'objet exposé seront influencés par des **caractéristiques spatiales de visibilité**. Les visiteurs tendent à engager les éléments d'objet exposé qui sont plus visiblement évident. Pendant que les visiteurs dépensent plus longtemps dans l'exposition, cet effet devient plus évident.

La galerie virtuelle de Tate Modern à Londres est un exemple qui a connu plusieurs simulations pour des différents axes de recherche utilisant la syntaxe spatiale et ses techniques pour résoudre des problématiques tels que le comportement wayfinding, le mouvement des visiteurs, la visibilité et l'accessibilité visuelle quand à l'exploration des espaces muséaux.

1. Etudes traitant la question du wayfinding / Mouvement et orientation des visiteurs:

Les études sur la galerie de Tate, montrent une correspondance avec des mesures d'isoviste. Également, mesures d'arrêt et enclenchement au musée de science des objets exposés ont été montrés pour correspondre aux mesures d'isoviste d'endroit des objets exposés de détail dans le travail à côté de **Peponis**, de **Wineman** et de **Conroy Dalton**⁴⁰. Selon ce dernier, une des études les plus intéressantes démontrant une corrélation claire avec **le comportement, le jugement spatial et les propriétés d'isoviste (Saucisse et Franz)**, les gens font une pause ou hésiter plus fréquemment quand ils sont **perdus ou désorientés** et cela un examen des endroits de la pause, les points pourraient indiquer des endroits où les gens sont devenus perdus.



Annexe XII- figure. 1. Plan de la galerie virtuelle de Tate réalisé en vue de la simulation. Source : (Mazouz, 2009).

⁴⁰ **Conroy Dalton Ruth.** "Isovist Characteristics of Stopping Behaviour". The Bartlett School of Graduate Studies, University College London, Gower Street, London WC1E 6BT. r.conroy-dalton@ucl.ac.uk

La disposition spatiale de la galerie de Tate a été analysée utilisant l'application informatique Omni Vista. Ce dernier calcule les isovistes bidimensionnels et planaires, parallèle au plan du sol, identique aux méthodes originales de **Benedikt** de calcul d'isoviste.

Dans la galerie de Tate, les parties du bâtiment dont les isovistes ont une valeur élevée sont principalement placées **au périmètre, aux extrémités de longues haches visuelles** (par exemple à l'entrée regardant vers les galeries principales). Les secteurs du plus grand périmètre d'isoviste, pourtant, sont la plupart du temps concentrés aux jonctions des haches visuelles principales. Ces endroits semblent être des endroits idéaux pour que les sujets arrêtent; faire une pause aux endroits avec un **champ de vision** plus long que moyen est stratégiquement sensible.

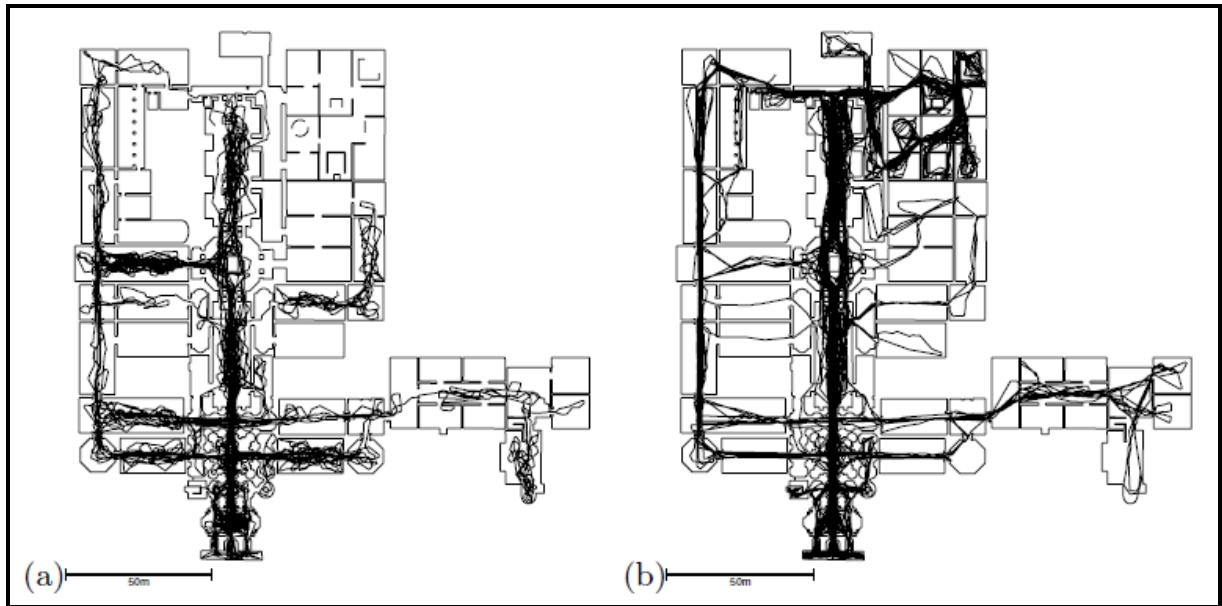
Les endroits avec une valeur exceptionnellement élevée de périmètre d'isoviste, à l'intersection des haches visuelles importantes, sont des endroits où une décision bien choisie d'itinéraire a dû être prise. Faire une pause à un tel point pour contrôler l'environnement semblerait être **comportement wayfinding** normal. Les gens s'arrêtent également dans les endroits où **l'écart type, le désaccord et l'obliquité radiaux** sont beaucoup plus hauts que moyens, qui se produisent également aux intersections des haches visuelles principales dans toute la galerie. En termes de mesures de syntaxe spatiale, il s'avère également que les gens font une pause stratégiquement.

Les sujets s'arrêtent dans les endroits avec une **connectivité** plus fortement que moyenne d'isoviste (212.12 comparés à 161.87) et font une pause dans les endroits avec une **profondeur moyenne** plus humblement que moyenne (3.84 comparés à 4.24).

Donc, les sujets ne semblent pas faire une pause aléatoirement dans le cas du musée de la galerie virtuelle de **Tate Modern à Londres**. Les gens font une pause dans les endroits offrant les propriétés visuelles stratégiques, endroits qui ont les moyens des champs de vision exceptionnellement longs et de grands secteurs d'isoviste. Sur la (Figure V.42) on observe des détails des traînées d'agent pour des réalisations précédentes d'agent (cf. Figure V. 42. (a).) et agents conduits par occlusion (cf. Figure V. 42. (b).). Il est évident que des agents conduits par occlusion sont dessinés vers le coin droit supérieur de la galerie. C'est parce qu'il y a plus des lignes axiales dans le coin droit supérieur. Ce sont également les genres d'endroits où les isovistes sont fortement intégrante comme dans l'espace reliés. Il semble que les gens font une pause dans les endroits loin de toutes les **surfaces d'occlusion** telles que les murs internes (qui limiteraient l'information disponible sur l'environnement).

Quand un visiteur s'est arrêté à un élément individuel d'objet exposé, qui est physiquement interactif avec lui ou pour étudier son contenu visuel, un enclenchement a été enregistré. En effet, les sujets sont excessivement stratégique en termes d'où ils cessent d'examiner les mondes. Ils font une pause seulement dans les endroits offrant le maximum d'informations visuelles (locale/globale), pour faciliter leur réorientation, en réduisant la nécessité de faire une pause plus fréquemment. La tactique de navigation des personnes peut donc être vue pour être stratégique et au maximum efficace.

Dans ce cas là, les gens ne font pas une pause nécessairement dans les endroits où ils ont été perdus, mais plutôt dans les endroits où ils pouvaient replacer ou se réorienter.



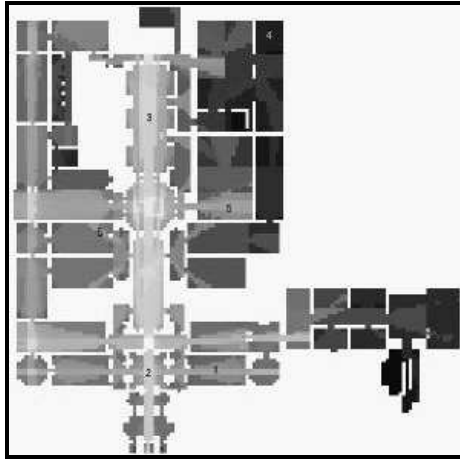
Annexe XII- figure. 2. Traînées (a) des agents de norme de l'expérience 1 et (b) occlusion de l'expérience 8 - agents conduits dans la galerie de Tate Grande-Bretagne. Source : (Mazouz, 2009).

Approximativement, **8000** isovistes ont été construits avec une résolution 0.92° , sur une grille de **0.667 x 0.667** mètre. Les nœuds sont colorés selon une gamme de gris, s'étendant de noir (moins intégré) au blanc (le plus intégré). Il y a plusieurs comparaisons immédiates qu'on peut établir simplement avec des traces des personnes, suivies de l'entrée pour les 10 premières minutes de leur visite (Hillier, 1996). De façon générale, le mouvement général que le modèle semble près des résultats d'intégration d'isoviste.

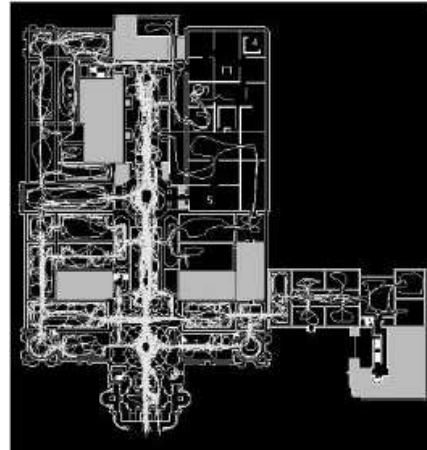
Cependant, un œil plus attentif au vrai modèle de mouvement montre des personnes évitant un objet dans le couloir central. Ceci s'avère avoir été une grande statue au centre du bâtiment, et n'était pas inclus dans le modèle qui était du tissu construit mais des modèles de dessin exclus. Ils supposent que cette obstruction peut expliquer le taux plus humblement que prévu de mouvement piétonnier pour la pièce.

Autres que ceci, là sont les uniformités remarquables: le côté à gauche du bâtiment a été identifié en tant qu'étant dominant pour le mouvement de personnes et est intégré sensiblement meilleur que la **galerie de Clore** et les bonnes sections supérieures qui est notamment beaucoup moins visité. Ceci est reflété dans **l'analyse d'intégration d'isoviste** (Turner et Penn, 1999).

À une balance plus fine par une série d'alignements axiaux de diagonal d'être évident en liant les galeries latérales et l'axe central. Ces alignements résultent des portes excentrées, mais semblent également être reflétés en termes de modèles prédominants de mouvement dans ces galeries. Ce semble possible que les gens se déplaçant le long de l'axe principal de galerie attrapent un aperçu des images, ou les gens ou l'espace par les portes, et suivent cet alignement.



Annexe XII- figure. 3. Intégration de l'isoviste T1 pour la galerie de Tate, Millbank. Source : (Mazouz, 2009).

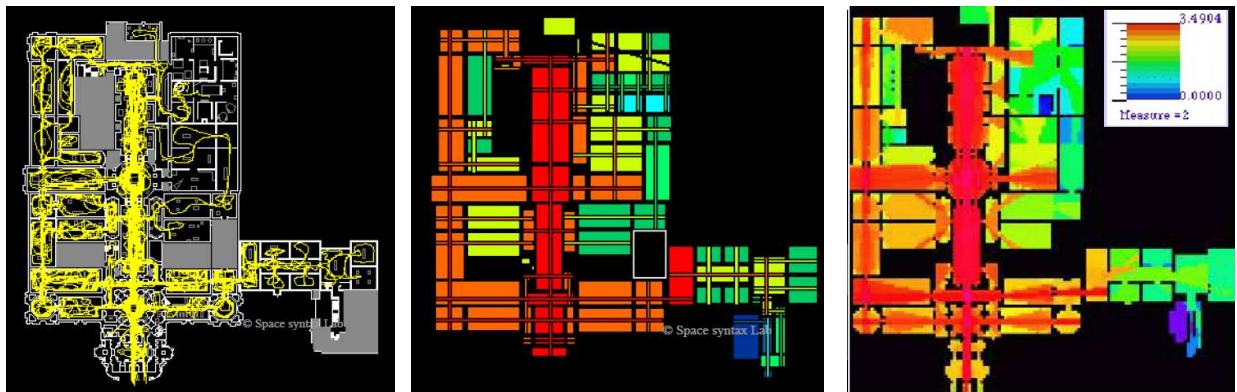


Annexe XII- figure. 4. Vrai mouvement de personnes, 10 premières minutes, dans le Tate. Source : (Mazouz, 2009).

2. Etudes traitant la visibilité et l'accessibilité visuelle:

Selon Turner, afin de valider les méthodes des moyens de prévoir le comportement piétonnier de mouvement, une analyse a été faite de la galerie de Tate à Londres, étudiée précédemment par (Hillier, 1996) et fournit un point de droit bien compris pour l'intégration d'isoviste d'essai. L'intégration d'isoviste a été appliquée à un modèle du Tate, et les résultats sont affichés sur la Figure 43.

On peut observer une représentation graphique visuelle en deux dimensions de l'activité humaine à l'intérieur du musée de la **Tate Modern à Londres**. Cette activité, ces déplacements sont rendus visibles par l'utilisation d'un code couleur: les axes rouges étant les plus parcourus « les plus intégrés », jusqu'aux bleus rarement empruntés « les plus ségrévés ».



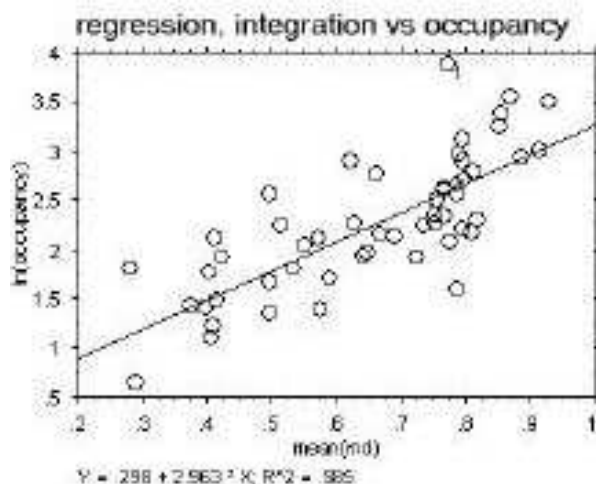
Annexe XII- figure. 5. Ex plan de la Galerie de Tate en simulation multi agents (à gauche) et celle de la visibilité (au centre « par analyse convexe » et à droite « par analyse VGA »). Source : (Mazouz, 2009).

L'étude de **Tate (Hillier, 1996)** fournit des informations sur l'occupation totale moyenne de pièce par minute. Le taux d'occupation a été comparé à l'intégration d'isoviste en faisant la moyenne des valeurs d'isoviste pour tous les isovistes rentrés que pièce et traçage ceci contre le logarithme du taux d'occupation. Ceci qui donne la bonne corrélation avec une valeur **R2** de **0.585** Cependant, le taux d'occupation de pièce doit avoir une certaine relation aux propriétés physiques du bâtiment.

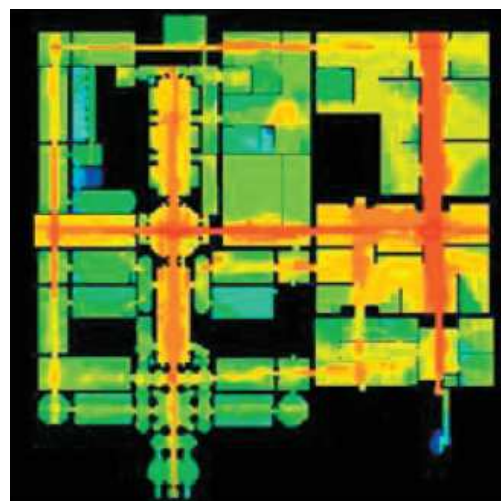
Comme les visiteurs explorent l'espace de musée, ils commencent à suivre un « **squelette** » des chemins primaires cela leur permet de lier aux voisinages multiples de destinations et peut être défini en termes syntactiques en tant que **chemins plus intégrés** de l'accès et **de la visibilité** basés sur des caractéristiques spatiales globales du musée. Ces chemins mènent à l'exposition locale « **voisinages** » où le mouvement devient dépendant sur des **caractéristiques locales de visibilité et d'accessibilité** d'objet exposé.

Plusieurs études soulignent la force de la **configuration spatiale** dans la définition des **chemins exploratoires**. Une étude du mouvement de visiteur dans la **galerie de Tate** au R.U (Hillier et autres, 1996; Turner et Penn, 1999; Turner et autres, 2001) et une étude du complexe huit des Musées d'Art aux États-Unis (Choi, 1999) rapportent les effets de la disposition spatiale sur tous les deux mouvements de visiteurs par les espaces dans la galerie et le nombre de personnes ont observé la position dans les chambres (taux d'occupation). Ces études confirment que, dans les arrangements de musée qui offrent des occasions pour le choix de mouvement, des modèles de **visibilité** et **l'accessibilité** sont des **facteurs prédictifs plus puissants du mouvement que les mesures métriques** (par exemple, longueurs euclidiennes du chemin le plus court) **ou les caractéristiques des éléments d'objet exposé**.

La (Figure V. 47) présente le plan de la simulation virtuelle de la Tate galerie composé en deux parties; **l'ancienne partie** (à gauche) qui se caractérise par des surfaces réduites, des ambiances lumineuses de qualité moins que celles de la **partie d'extension** (à droite) où se trouvent les espaces les plus spacieux de bonne qualité d'ambiance lumineuse. On remarque que la fréquentation des gens ou des visiteurs est beaucoup plus forte dans les espaces offrant plus d'informations visuelles « l'axe de la galerie, le nouveau bloc de le Tate modern conçu avec plus d'attention au caractère visuel qui manifeste à augmenter la fréquentation des visiteurs ». Donc, la cause de cette fréquentation n'est pas liée à la qualité de l'ambiance lumineuse des espaces, mais par contre à la possibilité de réorientation, du repérage, du wayfinding, à la continuité visuelle et à l'accessibilité visuelle des espaces.



Annexe XII- figure. 6. Parcelle de terrain de Scattergram de l'intégration moyenne d'isoviste contre l'occupation. Source : (Mazouz, 2009).



Annexe XII- figure. 7. Le plan de la moderne Tate galerie (l'ancienne partie et celle d'extension). Source : (Mazouz, 2009).

L'activité de visiteur dans les musées peut être caractérisée en tant que les deux mouvements dans l'espace, exploration sur une échelle plus globale, et métier statique de l'espace, tel que l'arrêt aux éléments d'objet exposé. L'effet de l'espace en prévoyant où les visiteurs étaient susceptibles de s'arrêter ou passer plus de temps est plus complexe. **Choi** (1999) a trouvé que la **configuration de l'espace seule** n'a pas produit ou n'a pas structuré le nombre des visiteurs occupant un espace à un point quelconque dans le temps. Cependant, les résultats d'étude, lui a suggéré que les visiteurs tendent à s'arrêter dans les espaces lesquels plus de personnes sont évidentes. Ainsi, **les visiteurs s'arrêtent plus souvent dans les espaces qui ont de plus grands raccords visuels à d'autres espaces**; ils s'arrêtent également dans les espaces qui sont visuellement reliés aux espaces les plus intégrés du musée (les espaces les plus employés en déplaçant des visiteurs).

De cette façon la conscience des gens dans le musée est structurée par des « **modèles spatiaux de la visibilité et de l'accessibilité** ». La forme établie devient instrumentale en structurant la conscience d'autres, et en cela créant un sens de la communauté basé sur la **rencontre visuelle**.

« En cas des hôpitaux ».

On présente trois cas des hôpitaux simulés en vu de répondre à trois questions principales qui sont : la question du **wayfinding**, la question **d'écoulement** et enfin la question de **la circulation des visiteurs** au sein des hôpitaux.

1. Premier cas : réponse à la question du wayfinding dans les hôpitaux :

Les issues explicites de conception de **Wayfinding**⁴¹ englobent tout, avec lequel les concepteurs font l'intention d'améliorer leurs conceptions en termes de **navabilité**. Wayfinding implicite la connaissance de conception d'englober tous les aspects dans la conception architecturale qui ont des conséquences wayfinding relatives mais ne sont pas considérées en tant que tels, conçu par l'architecte **Weismans**, quatre facteurs (**accès visuel, signalétique, différenciation architecturale et la complexité de plan de plancher**) fournissent une base théorique relativement générale. **Haq** et **Zimring** (2003) ont démontré de telles mesures d'être facteurs prédictifs forts du **comportement wayfinding** (où les gens marchent) et capacités (à quel point ils ont exécuté sur des évaluations de leur connaissance) à l'intérieur de grands bâtiments, tels que **des hôpitaux**.

Les travaux précédents continus à côté de **HÄolscher** et autres. Une autre étude non seulement compte sur des **entrevues** pures mais demande également à des informateurs d'étudier des cas existants en ce qui concerne la **navigation**.

Dans le premier cas ils ont été alors invités pour placer un refuge dans **le hall d'un hôpital**. Après exécution de cette tâche de conception, l'endroit où le refuge a été placé en réalité a été indiqué.

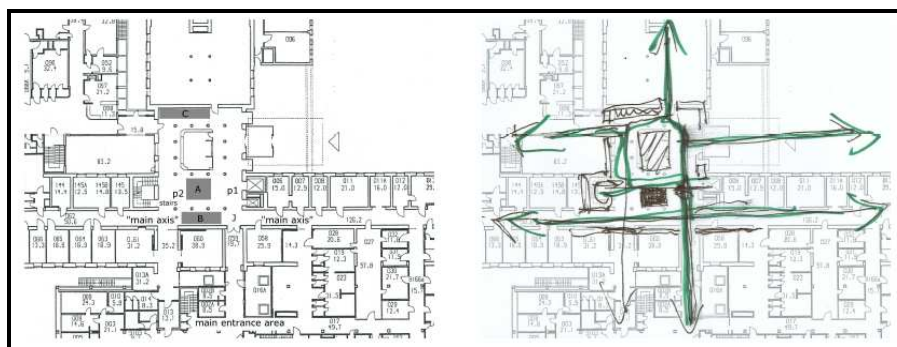
⁴¹ **Martin BrÄosamle and Christoph HÄolscher**. "Architects Seeing through the Eyes of Building Users?" Des analyses qualitative des cas de conceptions. Université de Freiburg, Centre de Science Cognitive, Friedrichstr. 50, 79098 Freiburg, Germany, ahoelsch, martinbg@cognition.uni-freiburg.de

Ils ont été invités à évaluer le plan d'état actuel et prévoient des erreurs possibles de navigation de visiteur de venir en bas des escaliers et d'essayer de trouver de nouveau sa manière au secteur d'entrée principale. L'affaire est un peu plus ouverte puisqu'elle n'inclut pas une tâche de conception spécifique. Ils ont présenté des plans d'étage du **Centre de conférences Heinrich Lübke Haus, GÄunne, Allemagne**. Ce cas a été choisi parce qu'ils ont déjà rassemblé la fin de support des données concernant **wayfinding dans le bâtiment**.

Pendant des **entrevues**, les vidéos ont été enregistrées pour capturer des schémas des actions, le pointage fait des gestes sur les schémas aussi bien que des expressions verbales. La transcription « Contenu-basé » était l'étape première de l'analyse de données où tous potentiellement appropriés des expressions ont dû être transcrites tels que leur contenu a été capturé. Une expression a été considéré en tant qu'**approprié** s'il se rapportait à un ou plusieurs de ce qui suit: **fondation globale, système de circulation, signalétique, visiteurs du bâtiment, issues wayfinding et d'orientation, différentes perspectives de la vue en plan, prévoyant décisions**. En parallèle, des éléments et des secteurs de schéma de transcription indiqués par **l'intermédiaire des gestes** ont été numérotés dans les schémas tels que la transcription qui peut se référer à de tels secteurs avec précision.

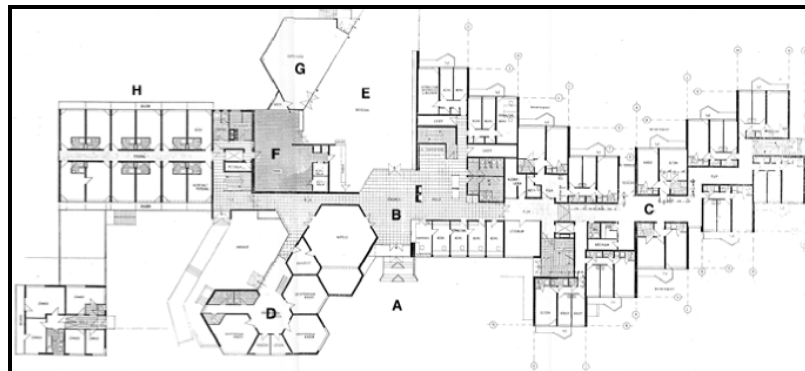
Dans les résultats de la **phase d'examen**, les deux informateurs ont énoncé avoir analysé le bâtiment des **entrées principales le long de la circulation principale**. Tous les deux ont fait l'utilisation étendue du vocabulaire circulation-connexes, par exemple chemin, entrée, circulation, axe d'énoncer les plus en avant. Un autre groupe des concepts utilisés par tous les deux reflété dans les concepts qui se rapportent à la fonction des différentes zones, à l'instar de la première entrevue où " zone et \ utilisation " étaient explicitement mentionnés. Dans la deuxième entrevue, « "direction et /mouvement " » ont été également fréquemment employés.

Dans la phase de conception, les informateurs analysent uniformément **la situation dans le hall** (où ils ont dû placer le refuge) en termes **de voies et d'écoulements des visiteurs** et visualiser leur analyse sur le papier transparent sur la vue en plan.

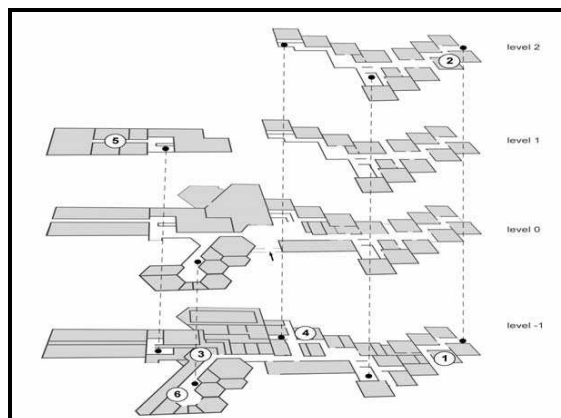


Annexe XII- figure. 8. Premier cas : plan de rez-de-chaussée montrant le hall où le refuge a dû être placé (gauche). L'informateur 2 analyse des voies principales et l'écoulement des visiteurs dans le hall (droite)

Tout en raisonnant au sujet de quelle solution, pour choisir les deux informateurs se sont fréquemment rapporté à la force d'écoulements de visiteur dans le hall. Tous les deux ont précisé rejeter le B \ axe principal "passant par ce secteur. Visé de l'informateur 2 manque de perspectives après en le rejet de solution possible (qui est malheureusement inconnu parce que le geste de pointage n'est pas évident dans la vidéo). La décision finale est uniformément prise en faveur de la solution « d'île » à l'endroit C.



Annexe XII- figure. 9. Vue de plan du rez-de-chaussée : (a) terrains communaux vivants des quarts du hall d'entrée de l'entrée (b) (c) public principal (d) - salles de conférence du café de la cuisine (G) de la salle à manger du secteur de communication et de conversation (e) (f) (h).



Annexe XII- figure. 10. Les planchers du bâtiment⁴² avec des secteurs de circulation. Des escaliers sont illustrés en tant que raccords verticaux. Des points de départ et les buts des tâches de navigation sont marqués par des nombres (exemple : "1" marque le point de départ pour marques de la tâche 2 et des "2" son but).



Annexe XII- figure. 11. Deuxième cas : l'informateur 1 (gauche) a recommandé d'enlever plusieurs éléments dans le hall d'entrée et l'utilisation des murs en verre, afin d'améliorer l'accès visuel à l'escalier central. L'informateur 2 (droite) a remodelé le système de circulation dans le sous-sol tel qu'il ressemble à cela plus étroitement dans le rez-de-chaussée.

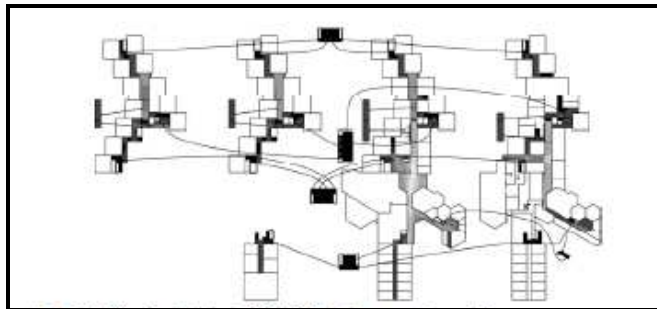
⁴² **Christoph Hölscher (1), Martin Brösamle (1), Georg Vrachliotis (2).** “Challenges in Multi-level Wayfinding: A Case-study with Space Syntax Technique”

(1) université de Freiburg, centre pour la Science cognitive Friedrichstr. 50, 79098 Freiburg, Allemagne {hoelsch, martinb}. @cognition.uni-freiburg.de

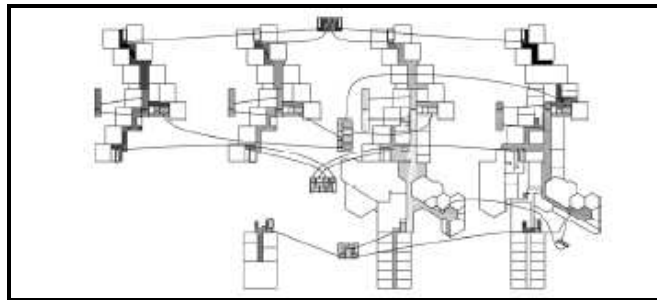
(2) ETH Zurich, département de l'architecture ETH Hoenggerberg, CH-8093 Zurich, Suisse vrachliotis@arch.ethz.ch

Les résultats suggèrent que les architectes puissent prévoir la situation d'un utilisateur dans un endroit particulier dans le bâtiment. Pendant l'évaluation de la solution actuelle, l'affaire des difficultés de navigation 1 et les vues (moi-centrées) étaient bien prévus pour un endroit simple. Cependant d'autres difficultés potentielles en ce qui concerne **l'accès visuel** encore d'autres endroits voisins avec des caractéristiques différentes n'ont pas été spontanément trouvées. Ceci reflète dans le fait que l'annonce des deux informateurs prévoit également l'accès visuel. Cependant, selon l'endroit assumé ils viennent aux différentes conclusions au sujet des erreurs potentielles. Les informateurs semblent avoir limité leur anticipation pour choisir les points appropriés.

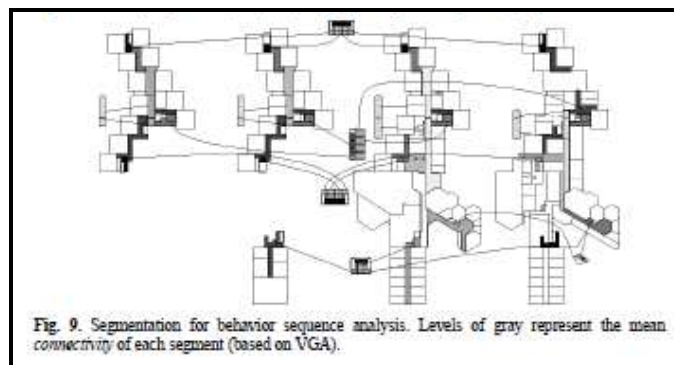
Particulièrement pendant l'analyse de préconception, les voies et les écoulements de visiteur sont plutôt considérés des **facteurs d'endroit** qu'en tant qu'éléments appropriés de circulation de navigation réelle.



Annexe XII- figure. 12. Analyse de graphique de Visibilité (VGA) : L'espace de navigation; Connectivité



Annexe XII- figure. 13. Analyse de graphique de Visibilité (VGA) : L'espace de navigation; Intégration (HH)



Annexe XII- figure. 14. Segmentation pour l'analyse d'ordre de comportement. Les niveaux du gris représentent la connectivité moyenne de chaque segment (basé sur le VGA).

Après cette interprétation, des motifs au sujet de wayfinding seraient limités à l'anticipation des scénarios prototypiques de navigation.

D'autres études étudieront donc le rôle des représentations externes dans l'anticipation de **l'accès visuel** des endroits multiples. Des cas plus restreints de conception avec la structure visuelle sophistiquée seront utilisés. Une autre issue sera l'analyse d'une **attention visuelle** pendant de telles tâches pimaarily basées sur des schémas d'actions, se dirigeant fait des gestes déjà rassemblé mais également par l'intermédiaire de l'œil dépistant dans de futures études.

2. Réponse à la question d'écoulement dans les hôpitaux :

L'image réelle du bâtiment de soins de santé est une transformation continue à travers le temps et l'espace. En particulier en Italie beaucoup d'hôpitaux construits en siècle passé changent leur image et organisation. D'ailleurs c'est augmenter grâce à un mouvement public cohérent à l'intérieur de l'hôpital dû à une réduction de temps d'hospitalisation, à une augmentation des activités pour des patients et à un processus d'ouverture d'hôpital du contexte urbain.

Pour ces raisons une des facteurs principaux qui concernent une bonne conception d'hôpital est le **système de raccordement** parmi les différents secteurs et espaces avec le respect spécifique aux **écoulements publics**.

Ce cas contribue à l'analyse au sujet des espaces de raccordement identifiant la pertinence et les facteurs critiques du système d'écoulements et de chemins d'un point de vue différent présenté par **méthodologie de Syntaxe Spatiale**. L'étude⁴³ montre la potentialité d'une approche « evidence-based » combinant l'aspect social et spatial au sujet du mouvement de personnes comparé à l'approche fonctionnelle traditionnelle. La syntaxe spatiale a été choisie comme outil possible de répondre au manque de moyens de vérifier l'efficacité des chemins dans la typologie d'enseignement d'hôpital par des blocs et sous la transformation. En fait l'étude de cas choisie pour l'analyse est **l'hôpital d'université de soin à Florence** où les travaux de **reconstruction** sont encore en marche. Deux phases de recherche examinées sur l'étude de cas, le premier concerne le système correspondant aux secteurs entiers de l'hôpital et vise à montrer comment les écoulements pourraient être analysés dedans selon les grands principes proposés en littérature par une analyse existante par des catégories de personnes, la seconde concerne la balance de bâtiment afin d'analyser plus profondément les effets de la disposition spatiale sur la conception de **chemin d'urgence du patient** et soutenir le processus de conception dans le choix des rapports spatiaux de proximité.

Les objectifs généraux de cette étude étaient également : contribuer à la discussion au sujet de la **typologie contemporaine d'hôpital** et favorise des considérations au sujet de l'utilisation du type disposition dans l'architecture de soins de santé; fournir la connaissance au sujet de la conception et des systèmes de gestion du complexe d'hôpital sous un **profil d'étude d'écoulements** qui présente plus d'attention à **l'aspect social**; fournir à des concepteurs, des planificateurs et des confiances de santé, des outils à employer dans la conception et les phases de surveillance pour comparer différentes propositions de projet en ce qui concerne la qualité d'impact pour des utilisateurs d'hôpital.

⁴³ Nicoletta Setola Rapport succinct. **Référence 099. Une nouvelle approche à l'analyse de système d'écoulements dans les hôpitaux d'enseignement.** Université de Florence, service des technologies pour l'architecture et la conception, Florence, Italie nicoletta.setola@taed.unifi.it

De nos jours, la typologie de pavillon est une ressource structurale dans la vue d'ensemble de la **reconstruction** d'un hôpital parce qu'ils ont redécouvert **quelques avantages** qu'elle peut offrir en termes d'équiper dedans des conditions de flexibilité, réalisation en phases, le rapport de l'hôpital avec la ville et ses espaces publics (Torricelli, 2006). Pour ne pas perdre quelconque d'entre ces avantages de potentiel, une étude détaillée des systèmes de **raccordement entre les bâtiments** est nécessaire.

Dans cette étude et en discutant « **la question de l'écoulement dans les hôpitaux⁴⁴** », on se réfère aux flux d'information, aux personnes, et à l'équipement « hôpital ». En particulier, la question de la gestion d'écoulement ou la conception d'écoulement à plusieurs applications dans le bâtiment de soins de santé.

Ces applications incluent : **rappports spatiaux de proximité parmi différents secteurs fonctionnels, hiérarchie de circulation, différenciation de chemin, le transport de l'équipement, la lisibilité de l'accès, des temps de voyage et la commande d'entrée** (Le Mandat, 1989 - Fermand, 1999). Dans cette étude **Nicoletta Setola** traite les écoulements de personnes qui matérialisent dans divers espaces autour de l'hôpital. Ceux-ci sont physiquement identifiés comme couloirs, tunnels, itinéraires véhiculaires, itinéraires piétonniers, escaliers et ascenseurs, et les mouvements des personnes par ces espaces.

Le but de sa recherche est de contribuer à la gestion d'écoulement et de concevoir en identifiant les outils de support appropriés pour mesurer des **phénomènes dynamiques continus**. Par des phénomènes dynamiques continus il se réfère à tous les deux à la transformation des espaces dans les hôpitaux dus au développement des techniques de soin et de diverses conditions spatiales, et à de vrais mouvements de personnes dans et autour des hôpitaux. Le contraire aux études précédentes à ce sujet, la base de cette étude réside dans l'idée **d'un système d'écoulements comme système qui est lié à l'humanisation dans les hôpitaux**.

Il a identifié la syntaxe spatiale comme **méthodologie** et ensemble de techniques qui peuvent fournir une contribution significative dans la réponse aux issues identifiées ci-dessus. La syntaxe de l'espace a la capacité de regarder la complexité **d'un point de vue humain**, en tant que tous les deux la manière originale que l'espace est modelé dedans et analysée, et quelques aspects de connaissance sont implicites dans l'analyse de syntaxe de l'espace (Penn, 2003).

Pour illustrer où et comment l'utilisation de la syntaxe spatiale peut apporter des contributions significatives, il a choisi une étude de cas avec deux champs d'application, qui abordent quatre aspects différents de système d'écoulement qu'il a identifié : à la balance de **secteur du système** et les **chemins de patient** parmi des bâtiments, et aux **écoulements** de bâtiment de balance de bâtiment et aux **chemins d'urgence**.

L'étude de cas est la **polyclinique de Careggi à Florence**. C'est un hôpital d'enseignement complexe avec 1600 lits et pavillons, sur lesquels les travaux étendus de **restructuration** ont été continus pendant approximativement 10 années.

Dans cette étude, il y avait quatre grands axes à étudier et à analyser :

- Le système du patient
- Chemins parmi les bâtiments

⁴⁴ Démarches du 7ème colloque international de syntaxe de l'espace. Édité par Daniel Koch, système de roquette d'artillerie légère Marcus et Jesper Steen, Stockholm : KTH, 2009.

- Ecoulements de construction
- Chemins d'urgence

Ces axes sont détaillés et expliqués :

2.1. Pour le système de patient :

Un élément important de l'hôpital à considérer est l'endroit le plus approprié des services de patient dans le secteur d'hôpital. Pour considérer ces issues, un **modèle axial de patient** est exigé où les **lignes axiales couvrent les salles de patient aussi bien que les couloirs et les halls qui sont accessibles aux membres du public**. L'idée de **l'accessibilité** n'est prévue ni comme ensemble d'index ni comme sujet pour les handicapés seulement, mais issue qui est appropriée pour le reachability d'un espace spécifique en vue de son contexte. À la lumière de ceci, à partir d'un **processus d'analyse de segment**, il a extrait la **profondeur moyenne globale** comme valeur significative.

Il a également calculé la **profondeur topologique d'étape** et la **profondeur métrique d'étape** des entrées publiques au secteur, des parkings, et de l'arrêt d'autobus. Ces groupes de trois endroits correspondent aux **itinéraires primaires** par lesquels les utilisateurs arrivent à l'hôpital : voitures privées, véhicules de service et transport en commun. En analysant ces facteurs il est possible d'obtenir pour des valeurs de chaque pièce concernant **l'accessibilité**, des **changements de la direction** et des **distances de divers endroits d'origine** dans la même carte.

2.2. Chemins parmi des bâtiments

Le but de cette section est d'arranger un index de difficulté de chemin (D_Inx) décrivant la qualité de l'espace configurationnel, afin d'optimiser le transport d'hospitalisé en le divisant en bâtiments. Juste du bâtiment Chirurgie-PS à 8 autres blocs, là sont les déplacements environ 1670 d'ambulance sur une base mensuelle. Ces hospitalisés se déplacent par des moyens véhiculaires (des ambulances ou des voitures médicales).

D'abord, il est nécessaire de définir le concept de **la difficulté d'un chemin** d'un point de vue basé sur la configuration. Il a supposé que ce concept dépend de trois facteurs :

- a. Distance (la distance métrique simple);
- b. Tourne (les changements angulaires entre les segments créant le chemin - assumer l'idée qu'un corps ou une voiture devant voyager d'un point d'origine à un point de destination, il essaiera de tourner le moins possible) (Turner, 2000);
- c. Niveau potentiel du trafic (l'intensité du mouvement piétonnier et véhiculaire qu'une ambulance pourrait rencontrer pendant son voyage).

Les trois facteurs mentionnés ci-dessus ont pu être assortis par des mesures dérivant d'une analyse de segment : **profondeur métrique d'étape**, **profondeur angulaire d'étape**, et le **choix 'n'** parce que ses propriétés représentent le potentiel de mouvement par un secteur. Les deux premiers facteurs ont exigé la construction d'un modèle qui a identifié **des chemins**, alors que le dernier facteur est dérivé du modèle entier de secteur précédemment établi.

L'équation définissant l'index de difficulté selon les trois variables est la suivante :

Là où **D** est la difficulté venant de la profondeur métrique d'étape (**DM**), de la profondeur angulaire d'étape (annonce), et du choix **n (ch)**. **p**, **q**, **r** sont le coefficient de poids que chaque variable prend. Au point où ils tous sont assumés en tant qu'égal à 1, mais à eux devoir toujours être vérifié directement avec des observations du mouvement d'ambulance et des corrélations appropriées.

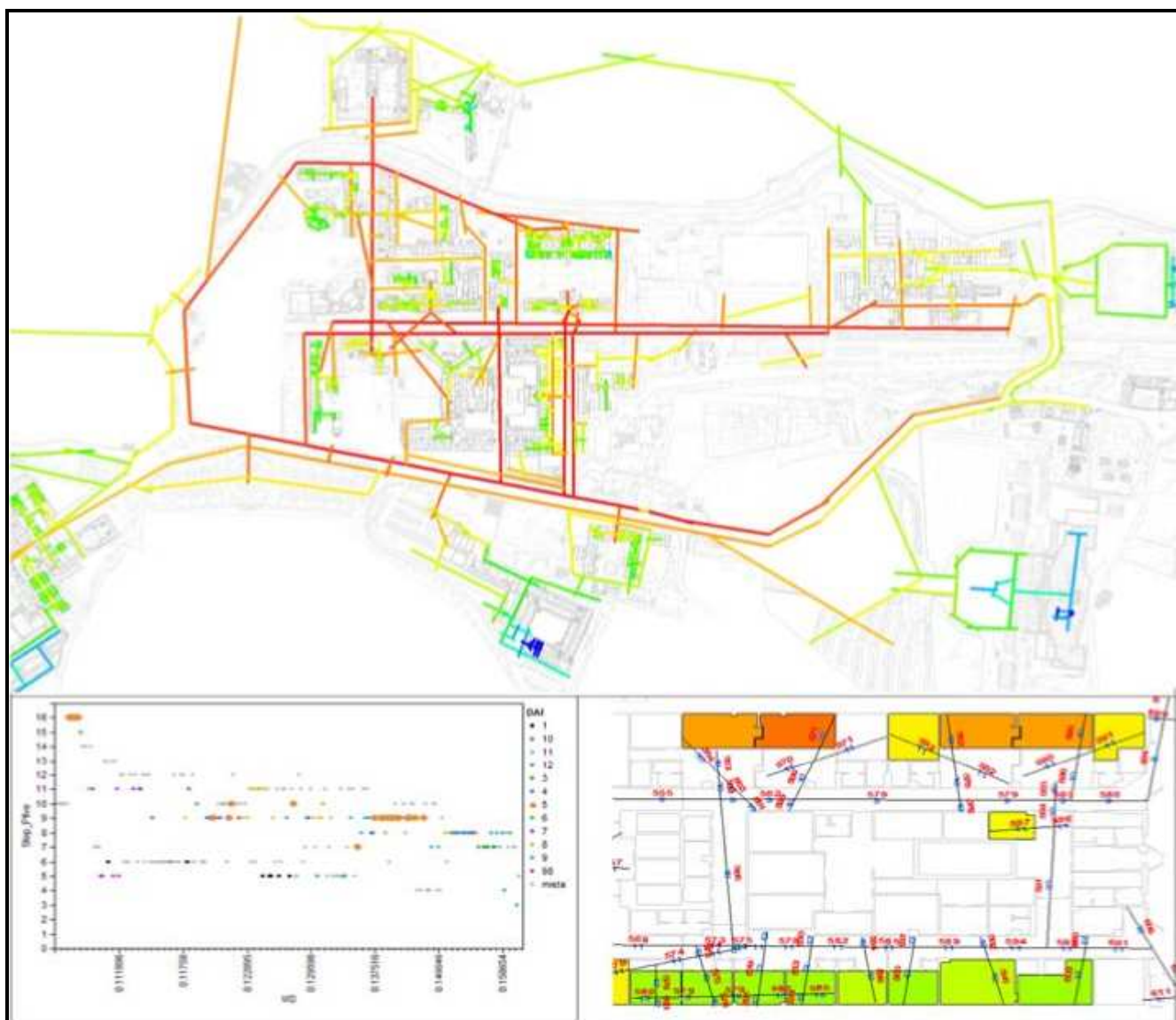
2.3. Écoulements de construction

Cette étude est également significative pour comprendre comment les gens se déplacent autour d'un bâtiment. Pour comprendre cette issue, une analyse du **VGA** avec les planchers liés, limités aux espaces de circulation a été conduite sur le nouveau projet de construction *Chirurgie-PS*. Trois cas ont été analysés : le bâtiment de fonctionnement entier (où chaque porte sur les espaces de raccordement est assumée ouverte), et les itinéraires de public et de santé ont été séparés selon les prévisions de projet (où les portes fermées séparent les différents itinéraires respectivement). Dans les deux derniers cas la valeur d'intégration montre la différence entre les deux systèmes, comme dans le système public du rez-de-chaussée est plus intégré relativement à chaque autre plancher, alors que dans le système de santé le premier étage est le plus intégré comparé à d'autres planchers.

2.4. Chemins d'urgence :

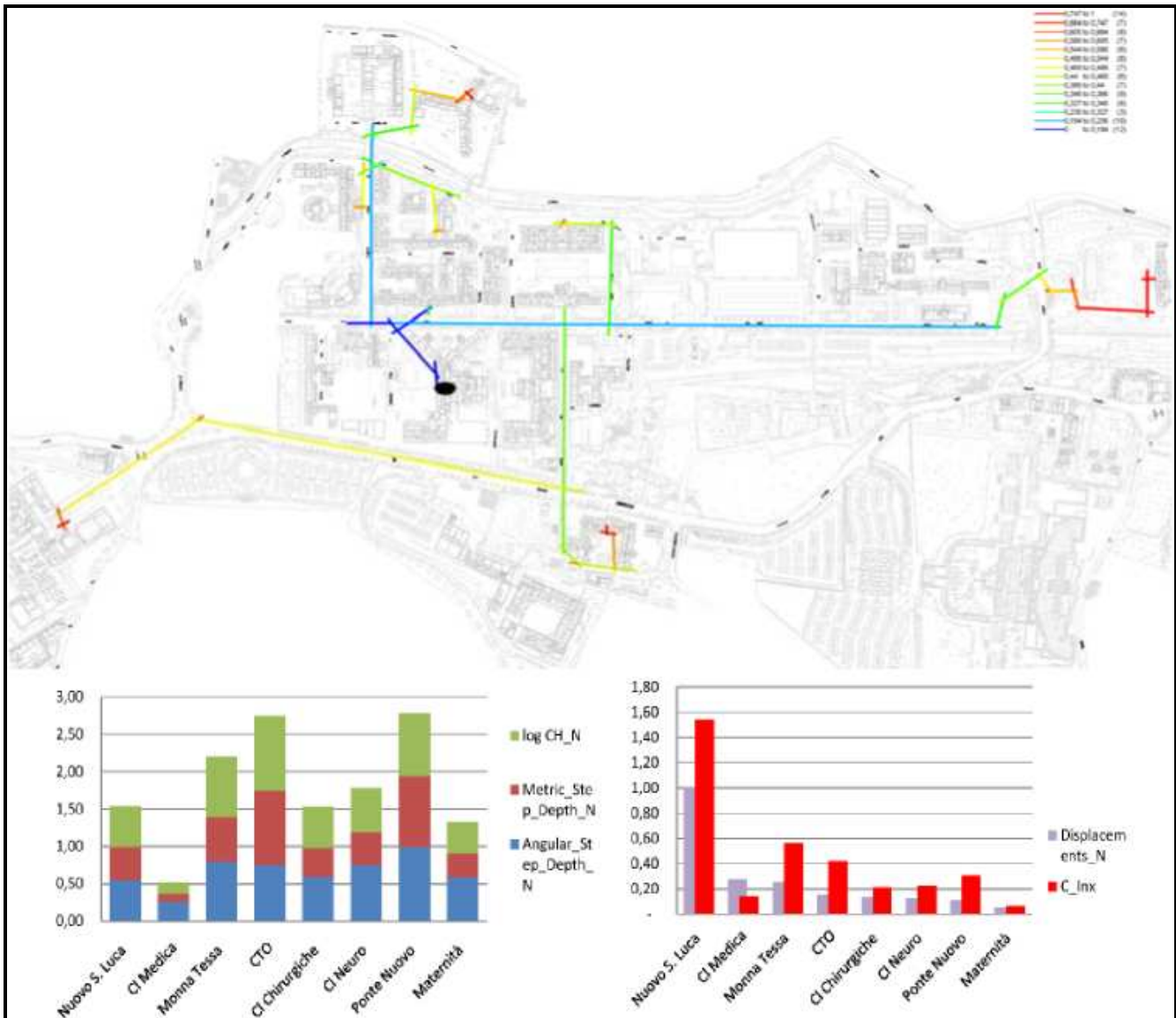
Le souci était de trouver les chemins de santé principaux du patient qui se déplace du département des urgences à d'autres services dans l'hôpital, identifiant la correspondance conduit dans la carte de projet et l'essai de décrire la nature de ces espaces. Il a fait la prétention que les infirmières savent où le patient doit être transporté, ainsi les itinéraires sont déjà définis. Il a examiné pour chaque chemin - 26 au total, la profondeur d'étape et ses implications : **topologiques, métriques, et angulaires** aux endroits de destination. D'autres **paramètres** ont été ajoutés pour une évaluation holistique, incluant : un examen des planchers a croisé, le nombre d'ascenseurs, si les ascenseurs étaient privés ou mélangés, et le mouvement numéroté sur le chemin. Pour chaque mesure un seuil a été placé, pour identifier n'importe quelle **situation critique potentielle**.

Quand à l'**interprétation d'analyse**, il a trouvé que:



Annexe XII- figure. 15. 1/MD dans la carte de segment du modèle du patient dans le rez-de-chaussée. Dans le scattergram la profondeur d'étape de salles de patient (axe y) et 1/MD (axe x) du parking P5 dans le département (a). En construisant le nouveau San Luca, quelques salles de patient, ont tracé par sa profondeur d'étape et d'accessibilité (bleue) et profondeur métrique d'étape (rouge) de l'entrée 1 (b).

⇒ Dans **le système de patient**; la carte de segment traitée montre la force des itinéraires intégrés, et leur rapport avec le couloir interne des bâtiments où il y a des salles de patients. Certains d'entre elles sont complètement **isolés** (couleur bleu dans la carte), tandis que d'autres sont localisé éloignés à des itinéraires principaux accessibles (cerclés dans la figure). En examinant le diagramme d'éparpillement on peut identifier les points (**correspondant aux salles de patient**) qui ont la **basse intégration** et beaucoup d'étapes du parc public principal. En d'autres termes, ces endroits ne sont pas facilement accessibles par les utilisateurs.



Annexe XII- figure. 16. Profondeur angulaire d'étape de la Chirurgie -PS à d'autres bâtiments. Dans les diagrammes : (a) l'index de difficulté avec ses différents facteurs. (b) L'index de « Criticity » qui (rouge) représente le niveau de la convenance dans un lien entre deux pavillons. Il est obtenu accomplissant le D_Inx avec le vrai nombre de mouvement mensuel d'hospitalisé

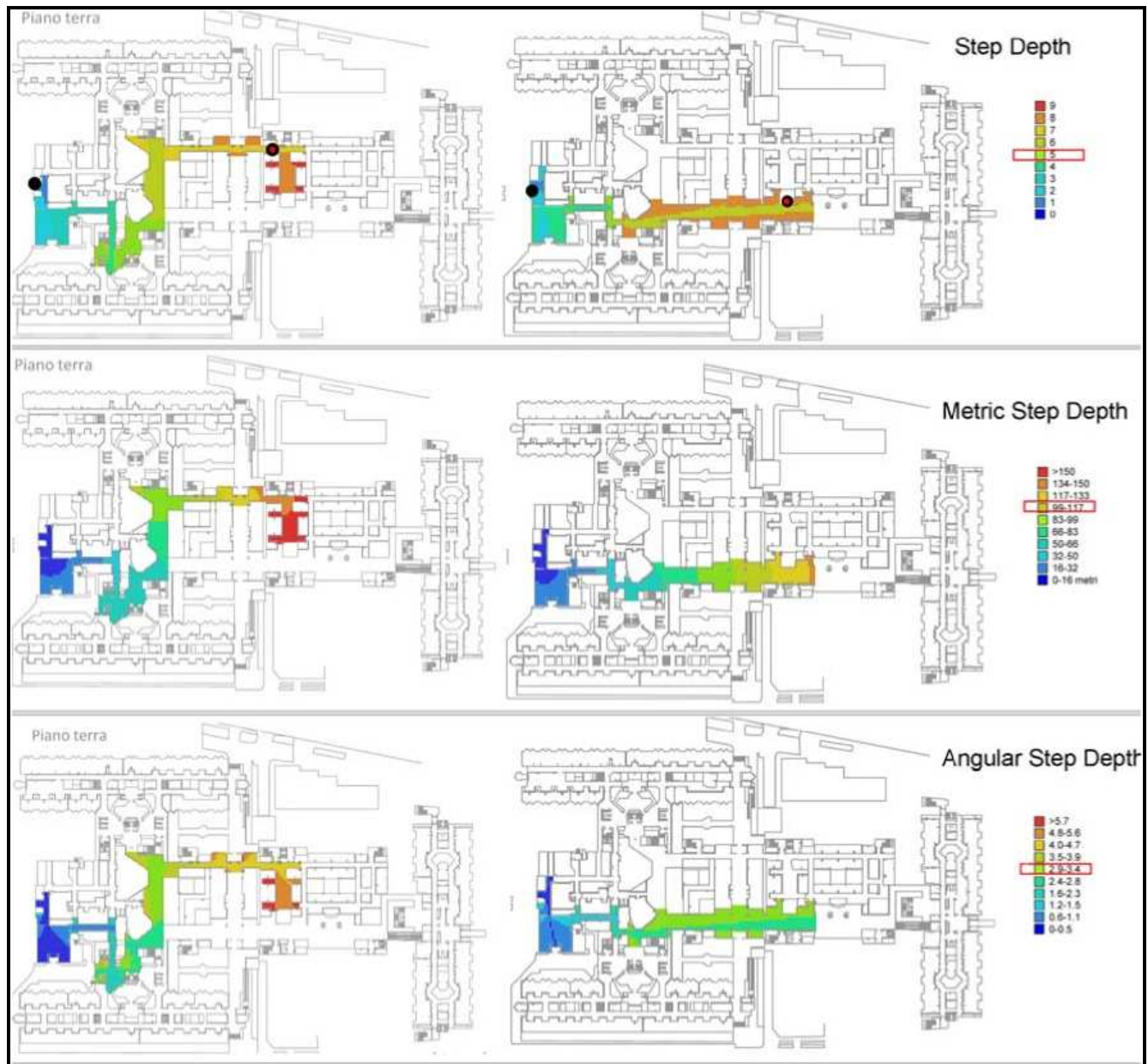
⇒ Le diagramme de **l'index de difficulté** indique qu'il y a des variables autres que la distance et le nombre de déplacements qui affectent le statut critique de la finale du chemin, qui est contraire à ses espérances habituelles. En effet, la variable angulaire de changements est importante en tant qu'augmentation angulaire de changements, la difficulté de prendre les chemins qui semblent plus courts. La comparaison entre le bâtiment de *Monnatessa* et le *CTO* est également intéressante; le premier a une valeur angulaire plus haute que *CTO* - qui est davantage dû à sa configuration. En fait, le point d'accès d'ambulance est au fond du bâtiment.



Annexe XII- figure. 17. Intégration; cas de tout le fonctionnement au rez-de-chaussée du bâtiment du nouveau projet Chirurgie- PS. Dans les diagrammes de barre le reachability des liens verticaux pour les utilisateurs publics est indiqués.

⇒ L'analyse du **VGA** montre l'**accessibilité** pauvre des liens verticaux pour raison public des valeurs basses de l'intégration dans leurs endroits (ascenseurs 1.2.4.5.9.10). En outre, par celui-ci, on peut réaliser un sujet crucial : l'endroit des points critiques pour donner l'attention particulière par une gestion soigneuse des passages et l'utilisation d'une signalétique claire. Il y a en fait dans les **espaces communs** de projet entre le public et les secteurs privés (lignes pourprées) et à ces points il y a des **valeurs élevées d'intégration**. Certaines réflexions pourraient être faites au sujet de la convenance de la section d'itinéraires en vue des **écoulements piétonniers potentiels** (flèches noires).

Se mouvant de l'idée que la signalétique claire seule n'est pas suffisante pour s'adresser aux personnes qui coulent, mais que quelques **barrières physiques ou architecturales** sont nécessaires, on peut comprendre de l'analyse quelques indications en vue de la **perméabilité** des éléments architecturaux, comme des murs (flèche bleue). Ainsi ces analyses « graphique-basée » peuvent être employés pour prévoir les taux relatifs d'écoulement piétonnier.



Annexe XII- figure. 18. Le chemin de l'urgence (o) aux services de patient (d). Comparaison entre le chemin original dans la première colonne et la nouvelle proposition dans la deuxième colonne. Les cartes montrent l'amélioration des 3 mesures dans la proposition.

⇒ Les expositions d'analyse là sont 15 chemins hors d'un total de 26 qui sont en dehors du seuil. Certaines de ces derniers sont à un niveau acceptable relativement au seuil, tandis que d'autres sont très critiques, comme le chemin du département Emergency à l'ICCU (unité coronaire de soins intensifs). Par cette analyse le concepteur peut obtenir **un ensemble de données spatiales et fonctionnelles en vue des dispositifs de chemin**, et il a également l'occasion de considérer de nouvelles propositions de la distribution des fonctions dans le bâtiment selon le potentiel des différents espaces. Par exemple, **Nicoletta Setola** a considéré le chemin de l'urgence au service de patient, qui est employé près environ 64.000 personnes par an. Les valeurs dans l'endroit de destination sont élevées en ce qui concerne les **seuils d'ensemble**.

En conséquence, il a pensé à une proposition qui crée un nouveau lien entre le couloir des urgences et le public, et renversa l'accès aux services de patients sur le couloir public principal. La nouvelle proposition améliore sensiblement les valeurs de profondeur d'étape.

Les méthodes utilisées permettent l'arrangement de la **question des écoulements** à différentes balances, et à différents niveaux de définition. On peut effectuer de nombreuses comparaisons entre un chemin simple et sa pertinence dans le système global à lequel elle appartient. Une évaluation de chemins selon des mesures de syntaxe spatiale nous permet d'améliorer la conception et la qualité de l'hôpital pour des utilisateurs. Les **recommandations** trouvées dans l'analyse ont non seulement l'avantage d'améliorer quelques aspects de projet, mais également d'aider la confiance de santé dans la gestion des espaces.

Les deux contribuent pour prévoir les risques d'échec du projet dans sa **phase d'utilisation** parce qu'on peut identifier comment les gens sont susceptibles d'occuper le bâtiment.

En outre, le personnel médical peut bénéficier en raison du **protocole comportemental** pendant que l'analyse indique, il est meilleur d'adopter quel chemin pour certains voyages, et comment. Ceci tient compte de l'action d'éviter de la congestion, réduit les distances et les changements angulaires.

Concernant l'index de difficulté, également l'information découverte peut être salubre en termes d'économies. En fait dans une période de transition où des démolitions sont prévues, mais pas encore exécuté, l'économie qui on pourrait obtenir en termes de ressources utilisées venant de l'étude de **difficulté de chemin** pourrait être un facteur significatif pour la confiance de santé.

3. Réponse à la question de la circulation des visiteurs au sein des hôpitaux :

Technique Evidence-based⁴⁵ : La syntaxe spatiale a développé des méthodes « world-leading » pour analyser la disposition spatiale, observer des modèles d'utilisation de l'espace dans l'environnement d'hôpital et concevoir des dispositions de salle et les circulations d'hôpital qui optimisent l'interaction d'utilisateur et de l'espace. Ces techniques fonctionnent à côté de mesurer les **propriétés des dispositions spatiales** que les utilisateurs perçoivent : **champs de vision** le long des rues et des couloirs, **champs visuels** des espaces publics, zones d'accueil et stations d'infirmière et degrés d'intimité et de franchise. Utilisant la **méthodologie de syntaxe spatiale**, il est possible de mesurer les conséquences directes de la conception de disposition telles que le mouvement, les niveaux de la co-présence et de l'interaction, et les modes du comportement (antisocial - cambriolage, vandalisme et vol).

Dans une **perspective humaine**, l'objectif est de s'assurer que les conceptions d'hôpital remplissent les buts de tous leurs utilisateurs : patients, personnel et visiteurs, utilisant des techniques de conception sur mesure pour créer les solutions « customer-focused » ou « client-focalisé ». Les modèles d'ordinateur peuvent être employés à chaque étape du processus de conception de l'information à la conception et à l'évaluation stratégiques. Le foyer est les gens. Ils aident à créer les endroits qui offrent le **confort**, la **sûreté**, l'**intimité** et la **dignité** à leurs utilisateurs. Ils offrent une série de techniques de conception « **evidence-based** » ou « évidence-basée » qui peuvent sensiblement réduire le risque impliqué dans le processus de conception d'hôpital.

⁴⁵ www.spacesyntax.com

Dont l'objectif⁴⁶ est d'étudier les circulations des visiteurs dans les hôpitaux, plusieurs hôpitaux ont été étudiés et analysés utilisant les méthodes et les techniques de la syntaxe spatiale.



Annexe XII- figure. 19. Analyse de circulation de visiteur, Hôpital Général de Colchester, R-U, 2003



Annexe XII- figure. 20. Études de cas européens, analyse de circulation patiente de quatre salles d'hôpital, 2002.

L'analyse architecturale formelle se compose de trois parts. **L'analyse de la ligne axiale** (Hillier et Hanson, 1984) explique des **aspects importants de la structure globale du bâtiment**. Analyse plus détaillée de **graphique de visibilité** (Turner et autres, 2001) est particulièrement appropriée pour l'analyse des **points névralgiques** de rentabilité aussi bien que l'évaluation de deux rentabilité à orienter des conceptions de disposition proposées par les auteurs. En outre, la **VGA** est la base pour étudier **la relation des données d'ordre de comportement et des propriétés spatiales**.

⁴⁶ www.spacesyntax.com

3.1. Analyse axiale :

Pour l'analyse de la ligne axiale, la carte en profondeur de logiciel de syntaxe spatiale (**Turner**, 2004) était utilisée. Un des aspects clé de l'analyse devait expliquer le bâtiment multi structure de niveau. Chang et Penn (1998) ont représenté les **interconnexions verticales** par signifie des liens pesés entre les planchers. Leur analyse emploie une **ligne axiale additionnelle** pour chacun de raccordement entre deux planchers. Cet axe additionnel est manuellement relié à la correspondance **raye** dans le haut et le plancher inférieur.

La **carte axiale** est prévue pour refléter la structure efficace de visibilité quand en dirigeant le bâtiment, au lieu d'être un idéal peu des plus longues lignes tracées. La plupart de conséquence importante de cette décision est de représenter le couloir principal (dans rez-de-chaussée et dans le sous-sol) par deux haches principales bien que, dans la théorie, une longue file être possible. Dans la pratique cependant, le couloir principal est perçu comme interrompu.

Un résultat généralement remarquable en ce qui concerne des issues **wayfinding** et de rentabilité est les points pauvres **d'intelligibilité (corrélation de la connectivité et de l'intégration)** du système complet.

3.2. Analyse de graphique de visibilité :

Comparé aux lignes axiales, l'analyse de **graphique de visibilité (VGA)** fournit une représentation granuleuse plus fine de l'espace architectural. Le graphique de visibilité est basé sur une grille bidimensionnelle des points qui remplit tout l'espace ouvert à considérer. Deux nœuds sont reliés si et seulement si les endroits correspondants dans l'espace sont mutuellement évidents. Encore, la **carte en profondeur** (**Turner**, 2004) a été employée pour le **VGA**. La **profondeur d'étape** entre deux endroits a et b est définis comme nombre de bords sur le chemin le plus court entre a et b dans le graphique de visibilité. Cette mesure reflète le nombre de tours exigés pour obtenir une connectivité de a à b, où degré d'un nœud « n » est une **mesure locale** qui capture directement la place évidente du « n ». La mesure de **l'intégration globale** est une version normale de la **profondeur moyenne** d'un nœud « n » à tous autres nœuds dans le système.

Intuitivement l'intégration reflète la centralité d'un nœud en ce qui concerne le graphique entier (2004; **Turner** et autres, 2001). La **structure verticale** du bâtiment est un facteur crucial pour la compréhension de ses **conséquences comportementales**. Puisque la carte en profondeur soutient bidimensionnel des graphiques de visibilité seulement, l'analyse est basée sur des plans d'étage séparés pour chaque niveau de bâtiment. Des interconnexions verticales dans les escaliers ont été modélées avec aide des **gadgets** fournissant à l'espace horizontal la structure représentative de **visibilité réciproque**.

Des nœuds de graphique de visibilité dans le plan d'étage ont été manuellement reliés à ceux dans **gadget représentant l'escalier**. En ce qui concerne la **visibilité réciproque dans le gadget**, l'espace on lui a assuré qu'il n'y a aucune liaison directe entre le plus bas et le plus haut plancher. Par exemple, la **profondeur visuelle** d'étape entre les planchers augmente avec le nombre de niveaux à traverser. En concevant les **gadgets d'escalier** il est important de ne pas changer la place dans le graphique de visibilité.

Fondamentalement, le gadget reproduit secteur d'escalier dans le plan d'étage. Pour compenser ceci, l'espace dans l'escalier l'un ou l'autre doit être fusionné par l'intermédiaire du raccordement manuel (lui réalisant le comptage seulement une fois au total) ou doit être bloqué dans le gadget ou doit être bloqué dans le plan d'étage.

3.3. Analyse de graphique de visibilité et données d'ordre comportemental :

La première étape du calcul est de déterminer la **connectivité moyenne** et les **valeurs d'intégration** pour chaque bâtiment segmenté, basé sur les valeurs du **VGA** des points dans le segment respectif. De la même manière, la **profondeur** d'étape d'un segment était calculée en faisant la **moyenne de la profondeur** d'étape des points dans le segment à la destination d'une tâche **wayfinding**.

Le résultat de ce premier calcul est un ensemble de valeurs liées à chaque segment. La **connectivité et l'intégration reflètent les propriétés spatiales générales d'un segment**. Par contraste, **la profondeur d'étape aux valeurs de destination est des mesures spécifiques à la tâche**.

La deuxième étape est de rapporter les différents itinéraires participants aux propriétés de syntaxe du bâtiment. Pour faire ceci, les mesures suivantes ont été calculées **pour chaque ordre de comportement dans chaque tâche de navigation** :

- a. **Connectivité moyenne dans l'itinéraire:** Les valeurs de connectivité se sont associées aux segments dans l'itinéraire il y avait la moyenne 1.
- b. **Connectivité maximale dans l'itinéraire:** La valeur de connectivité la plus élevée des segments dans l'itinéraire.
- c. **Intégration HH moyenne/maximale dans l'itinéraire:** Ces deux valeurs sont calculées de la même manière que les valeurs de connectivité.
- d. **Profondeur moyenne d'étape dans l'itinéraire :** La profondeur d'étape de chaque segment à la destination est faite la moyenne. La profondeur moyenne d'étape d'un itinéraire est calculée avec les valeurs de profondeur d'étape de la destination correspondante de tâche. Par exemple, un itinéraire de la navigation de la tâche 1 reçoit la profondeur moyenne d'étape de tous ses segments à la destination de la tâche 1. Cette mesure reflète comment l'itinéraire lointain de la destination est en moyenne.
- e. **Profondeur maximale d'étape dans l'itinéraire :** La profondeur maximum d'étape des segments dans itinéraire à la destination correspondante. Cette mesure reflète la profondeur d'étape du segment le plus lointain de la destination.

Annexe XIII :

“ Résultats de la caractérisation de la qualité lumineuse et visuelle des espaces d’accueil des hôpitaux à Sétif.”

Introduction :

Le présent annexe présente les résultats des simulations pour la caractérisation de la qualité de l’ambiance lumineuse, dont l’objectif est de qualifier et évaluer la qualité de l’environnement lumineux; caractériser la luminance, le contraste et l’éblouissement gênant dans le champ visuel des espaces d’accueil et d’attente. Cette caractérisation est faite principalement à l’aide des logiciels « **LUMINANCE HDR** et **DAYSIM / EVALGLARE** » comme étant des outils de simulation des photos HDR (cf. chapitre 06).

Cette section présente les résultats des simulations des espaces d’attente et d’accueil des trois services successivement: la chirurgie générale, la médecine interne –hommes et femmes- et les urgences.

1. Hôpital Ain Azel:

1.1. Hall d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale situé en 1^{er} étage :

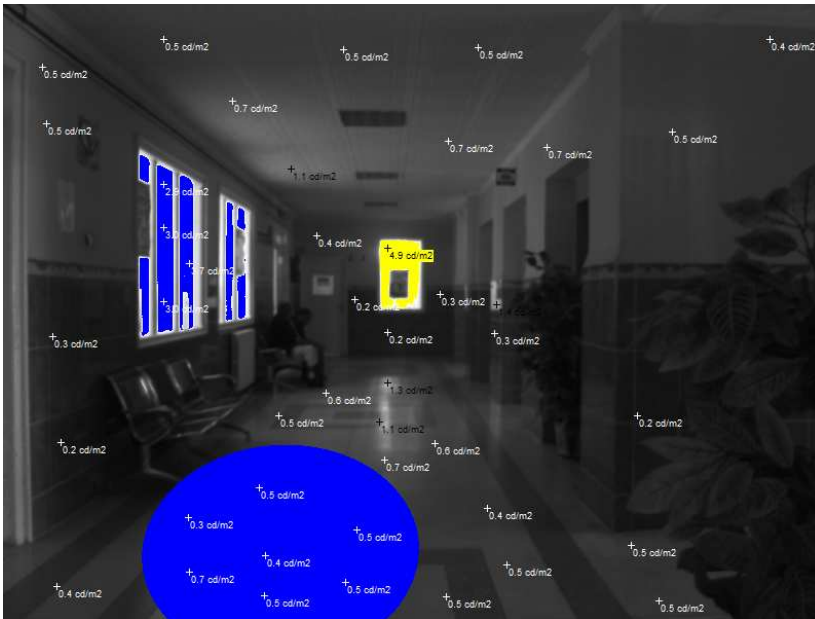
La valeur minimale est égale à **0.2 cd/m²**, la valeur maximale est égale à **4.9 cd/m²**. Par conséquent, le rapport des luminances (max /min) est de l'ordre de **24.5**.



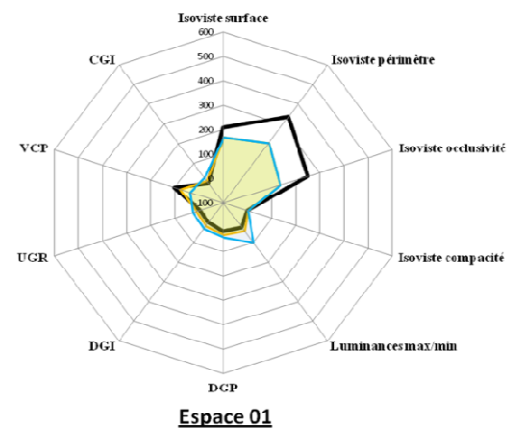
Annexe XIII- figure. 1. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale. Etat normale.
Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 2. Carte d'isoviste de l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 3. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR de l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 4. Diagramme polaire présentant tous les indicateurs caractérisant l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale. Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste occlusivité	Isoviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
01	206,99	334,61	249,76	0,023	24,5	16	-2,14	-5,72	100	-2,84	Conf

Annexe XIII- tableau. 1. Tableau présentant tous les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses de l'espace d'accueil et d'attente de la chirurgie générale. Source: auteur.

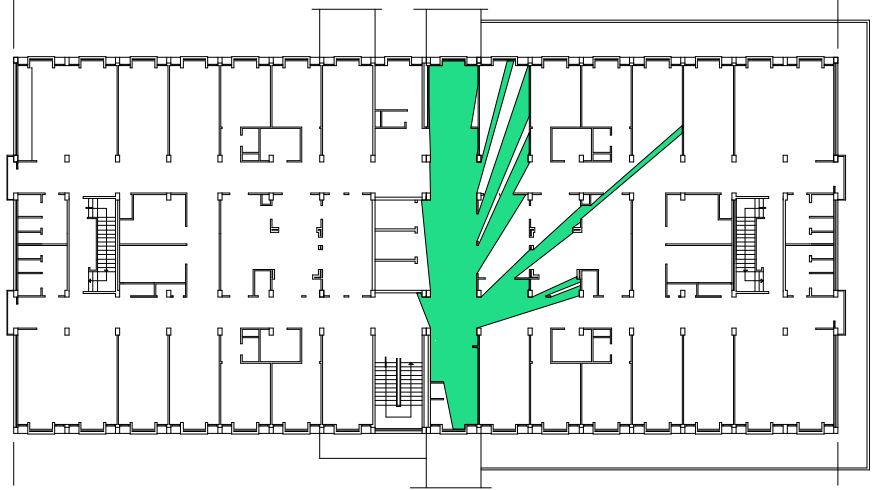
1.2. Service de la médecine interne au 2ème étage :

1.2.1. Médecine interne femmes (01):

La valeur maximale=15.6 cd/m² et la minimale=0.8cd/m².



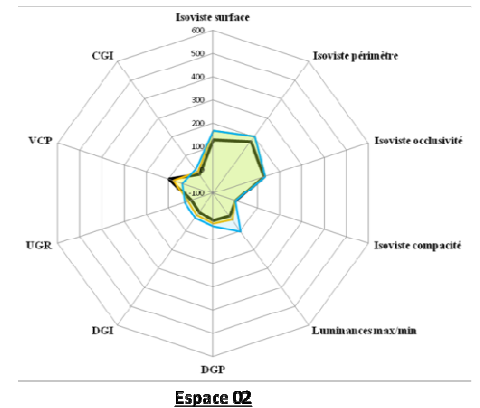
Annexe XIII- figure. 5. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes. Etat normale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 6. Carte d'isoviste de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 7. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 8. Diagramme polaire présentant tous les indicateurs caractérisant l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes. Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste occlusivité	Isoviste compacité	Luminances max/min	DG P	DGI	UG R	VC P	CG I	Eval-confort visuel
02	130,44	174,7	129	0,053	19,5	16	-0,11	-1,95	100	1,01	Conf

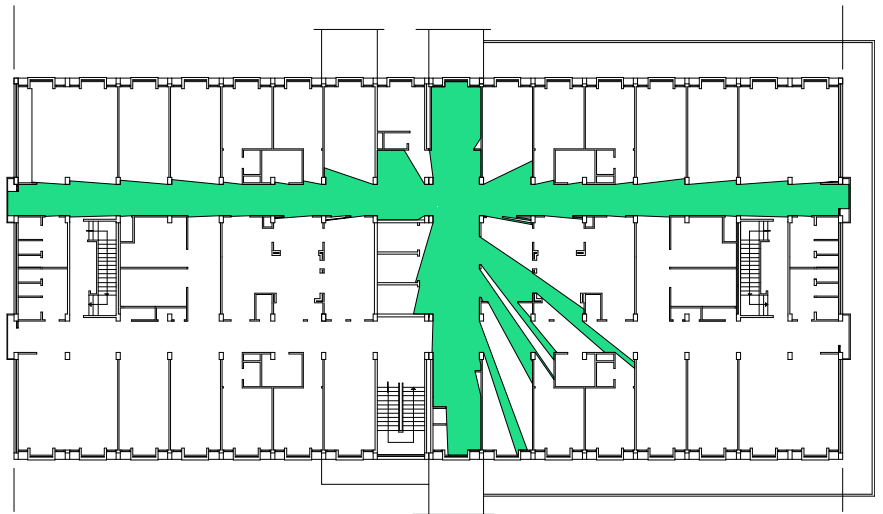
Annexe XIII- tableau. 2. Tableau présentant tous les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes. Source: auteur.

1.2.2. Médecine interne femmes (02) :

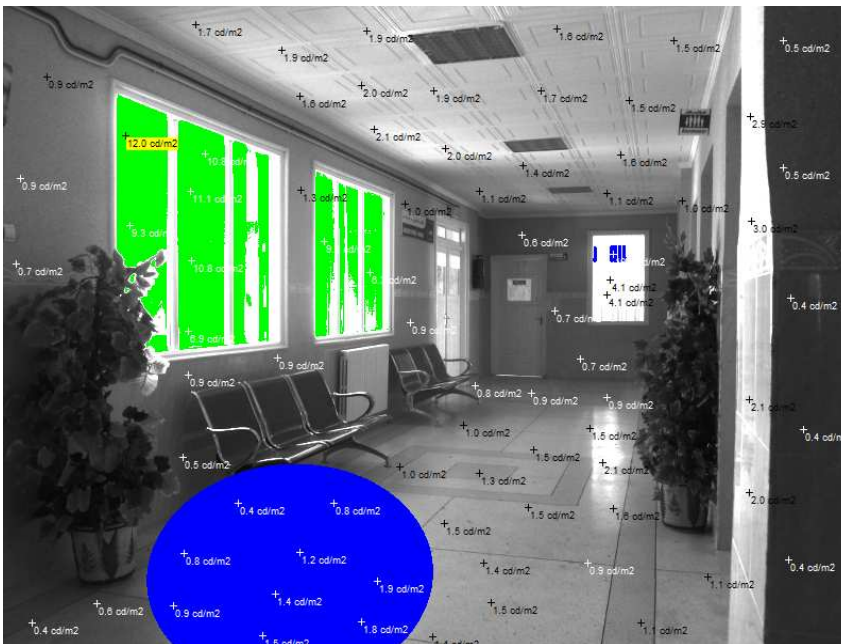
La valeur maximale=12.0 cd/m² et la minimale=0.4cd/m².



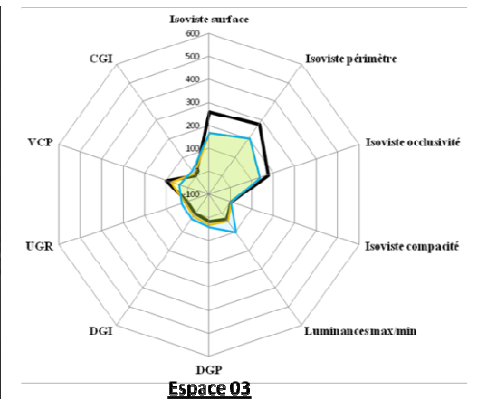
Annexe XIII- figure. 9. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes. Etat normale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 10. Carte d'isoviste de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 11. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 12. Diagramme polaire présentant tout les indicateurs caractérisant l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes. Source: auteur.

Espace	Ioviste surface	Ioviste périmètre	Ioviste occlusivité	Ioviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
03	260,71	277,18	173,6	0,042	30	16	2,54	1,15	100	3,45	Conf

Annexe XIII- tableau. 3. Tableau présentant tout les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes. Source: auteur.

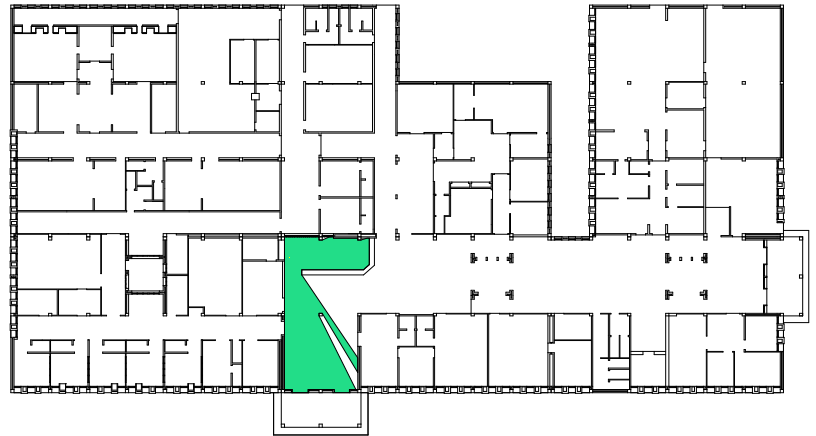
1.3. Les urgences:

1.3.1. Hall d'accueil et d'attente (01) : Hall d'entrée principale au RDC

La valeur maximale= 260.5cd/m² et la minimale=0.5cd/m².



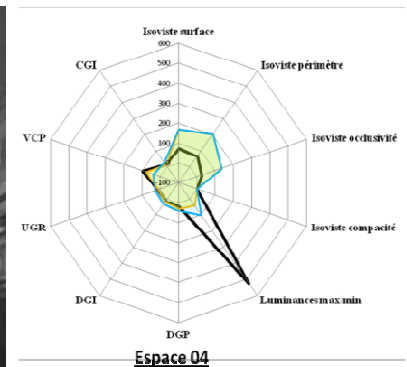
Annexe XIII- figure. 13. Vue sur le hall d'accueil et d'attente. Etat normale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 14. Carte d'isoviste du hall d'accueil et d'attente. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 15. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR du hall d'accueil et d'attente simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 16. Diagramme polaire présentant tout les indicateurs caractérisant le hall d'accueil et d'attente. Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste occlusivité	Isoviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
04	74,88	66,22	25,64	0,214	521	16	12,73	13,94	98,98	15,82	TrInconf

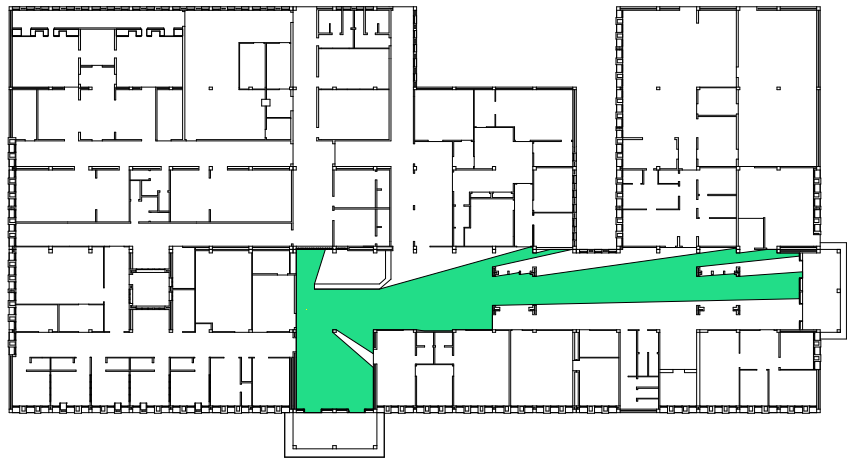
Annexe XIII- tableau. 4. Tableau présentant tout les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses du hall d'accueil et d'attente. Source: auteur.

1.3.2. Hall d'accueil et d'attente (02) : Espaces d'attente au RDC.

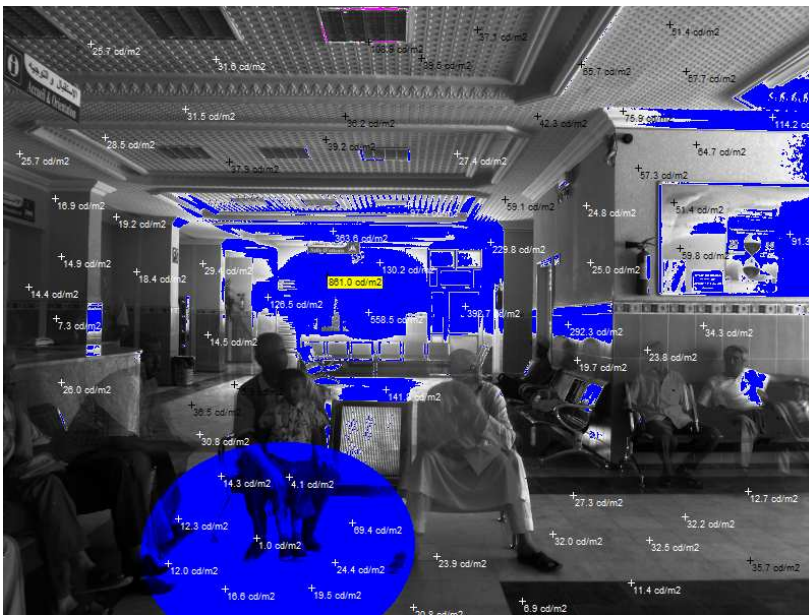
La valeur maximale= 861.0 cd/m² et la minimale= 6.9 cd/m².



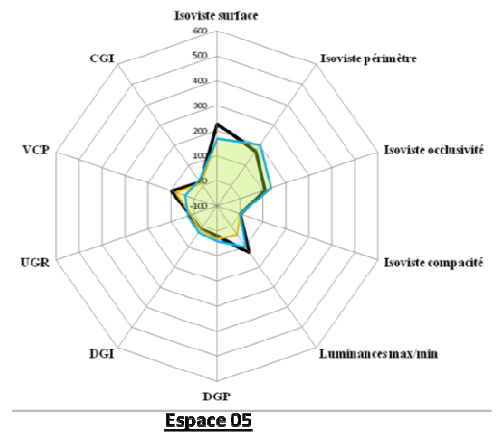
Annexe XIII- figure. 17. Vue sur le hall d'accueil et d'attente. Etat normale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 18. Carte d'isoviste du hall d'accueil et d'attente. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 19. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR du hall d'accueil et d'attente simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 20. Diagramme polaire présentant tout les indicateurs caractérisant le hall d'accueil et d'attente. Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste occlusivité	Isoviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
05	227,64	171,68	108,06	0,097	124,78	17	13,8	15,67	98,37	18,07	TrInconf

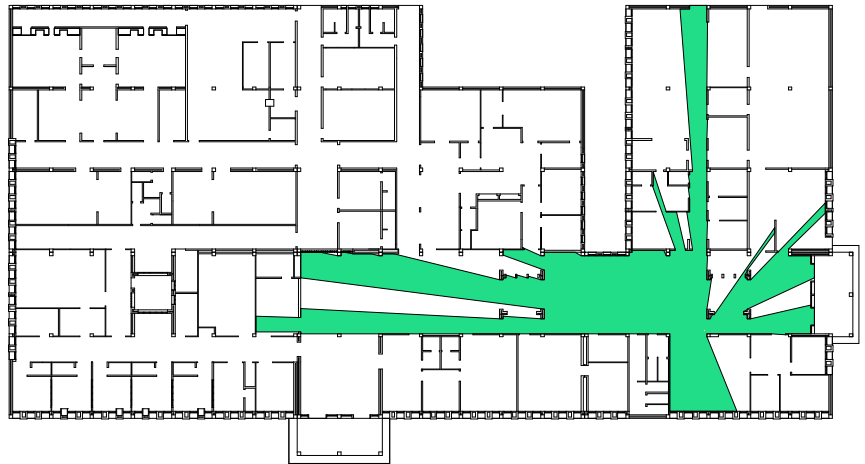
Annexe XIII- tableau. 5. Tableau présentant tout les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses du hall d'accueil et d'attente. Source: auteur.

1.3.3. Espace d'accueil et d'attente : Hall et espace d'attente au RDC.

La valeur maximale= 130.2 cd/m² et la minimale= 5.1 cd/m².



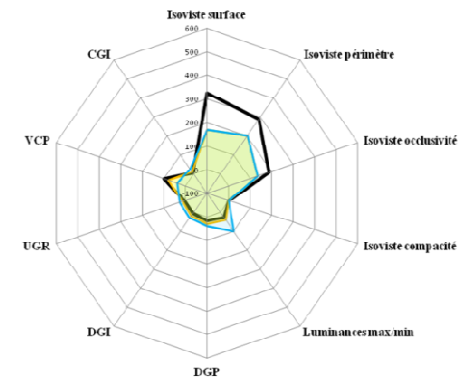
Annexe XIII- figure. 21. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente. Etat normale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 22. Carte d'isoviste de l'espace d'accueil et d'attente. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 23. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR de l'espace d'accueil et d'attente simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Espace 06

Annexe XIII- figure. 24.

Diagramme polaire présentant tout les indicateurs caractérisant l'espace d'accueil et d'attente. Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste occlusivité	Isoviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
06	325,86	288,75	186,98	0,049	25,52	16	4,05	3,85	100	6,96	Conf

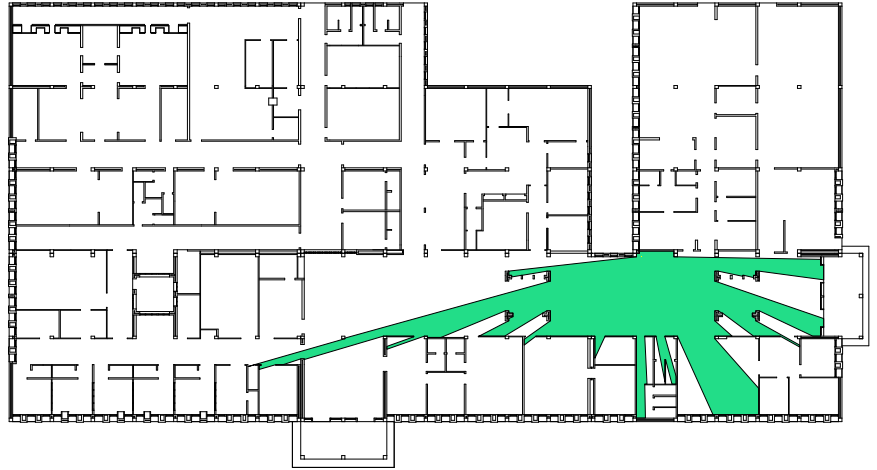
Annexe XIII- tableau. 6. Tableau présentant tout les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses de l'espace d'accueil et d'attente. Source: auteur.

1.3.4. Hall d'accueil et d'orientation du bureau des entrées: Espace d'accueil et d'attente pour bureau d'admission au RDC.

La valeur maximale= 204.3 cd/m² et la minimale= 3.9 cd/m².



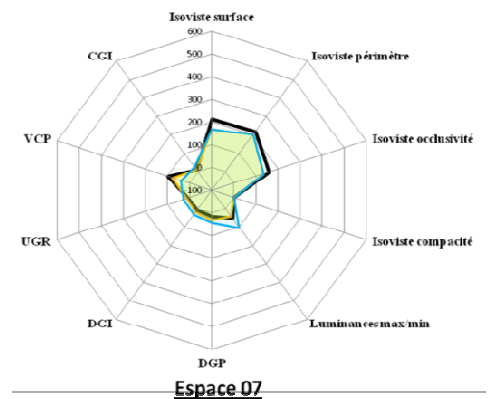
Annexe XIII- figure. 25. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du bureau des entrées. Etat normale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 26. Carte d'isoviste de l'espace d'accueil et d'attente du bureau des entrées. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 27. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR de l'espace d'accueil et d'attente du bureau des entrées simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 28. Diagramme polaire présentant tout les indicateurs caractérisant l'espace d'accueil et d'attente du bureau des entrées. Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste occlusivité	Isoviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
07	214,74	220,64	159,29	0,055	52,38	16	8,89	9,38	100	12,14	Inconf

Annexe XIII- tableau. 7. Tableau présentant tout les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses de l'espace d'accueil et d'attente du bureau des entrées. Source: auteur.

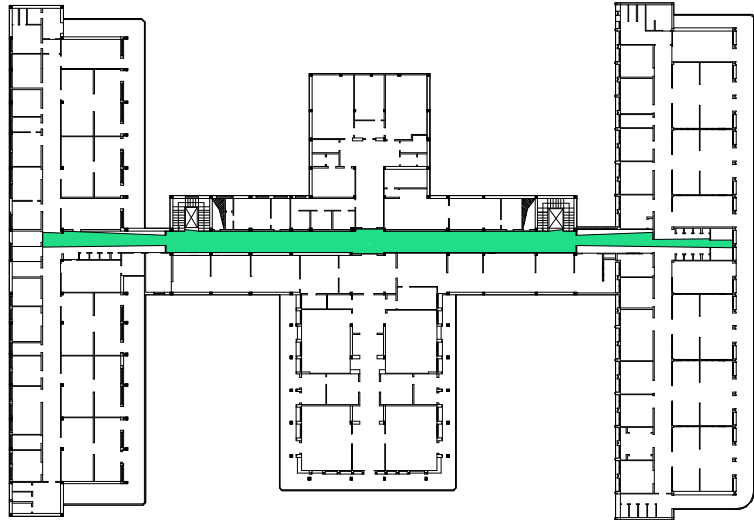
2. CHU:

2.1. Service de la chirurgie générale :

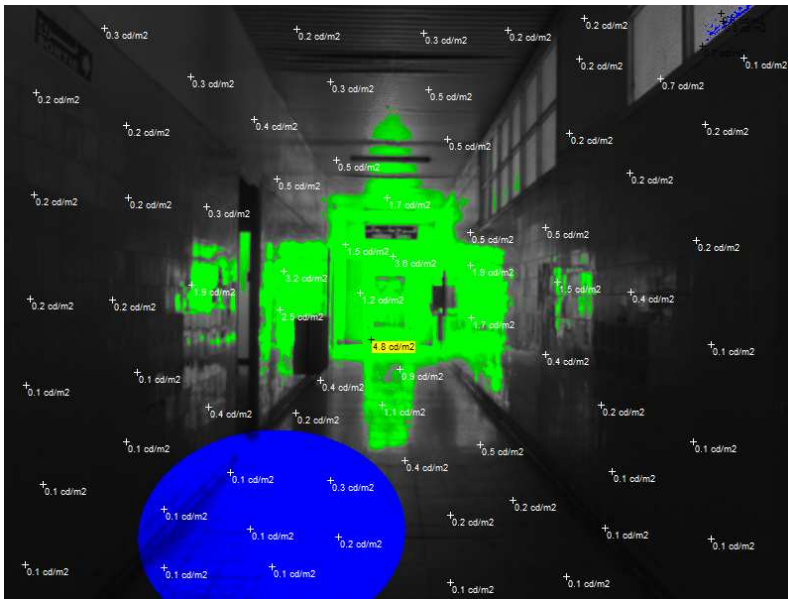
La galerie publique reliant les deux services de la chirurgie (côté hommes et femmes) au 1^{er} étage dont la valeur maximale= 4.8 cd/m² et la minimale= 0.1 cd/m².



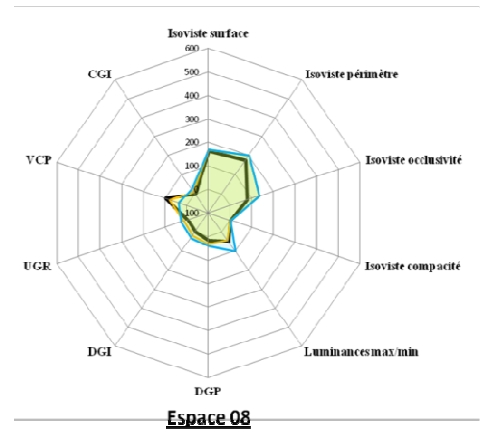
Annexe XIII- figure. 29. Vue sur la galerie publique du service de la chirurgie générale. Etat normale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 30. Carte d'isoviste de la galerie publique du service de la chirurgie générale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 31. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR de la galerie publique du service de la chirurgie générale simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 32. Diagramme polaire présentant tout les indicateurs caractérisant la galerie publique du service de la chirurgie générale.

Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste occlusivité	Isoviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
08	162	176,49	77,26	0,065	48	16	-0,48	-3,16	100	-0,54	Inconf

Annexe XIII- tableau. 8. Tableau présentant tout les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses de la galerie publique du service de la chirurgie générale. Source: auteur.

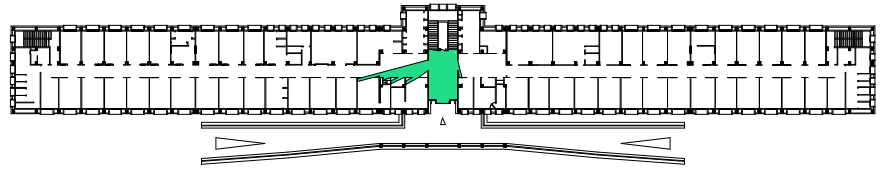
2.2. Service de la médecine interne :

2.2.1. Hall d'accueil principal et espace d'attente du service de la médecine interne (côté hommes et femmes) au RDC haut.

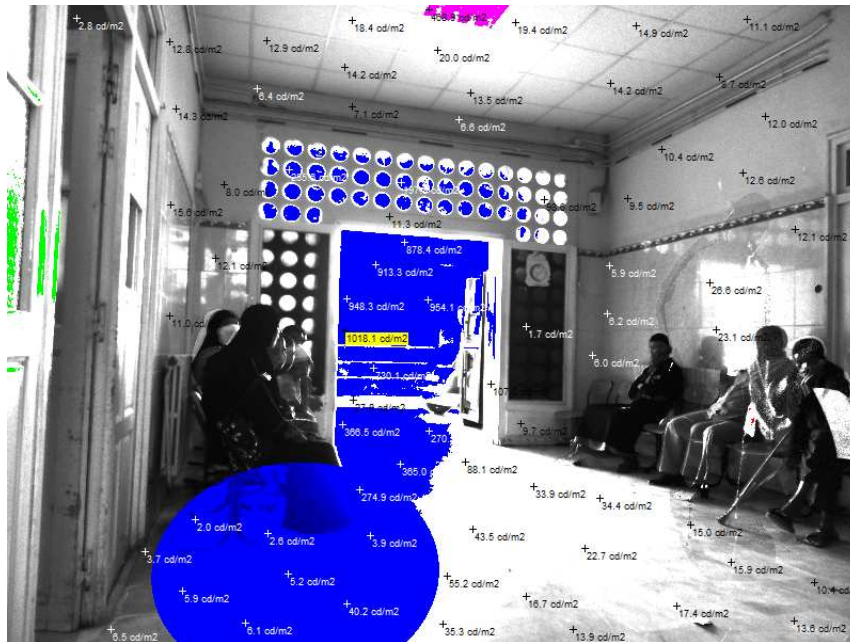
La valeur maximale= 1018.1 cd/m² et la minimale= 6.1 cd/m².



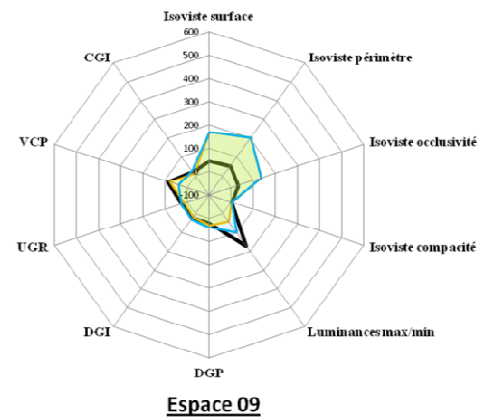
Annexe XIII- figure. 33. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du service de médecine interne. Etat normale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 34. Carte d'isoviste de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 35. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 36. Diagramme polaire présentant tout les indicateurs caractérisant l'espace d'accueil et d'attente du service de médecine interne. Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste occlusivité	Isoviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
09	46,6	54,21	29,8	0,19	166,9	20	18,79	23,14	87,44	23,06	TrInconf

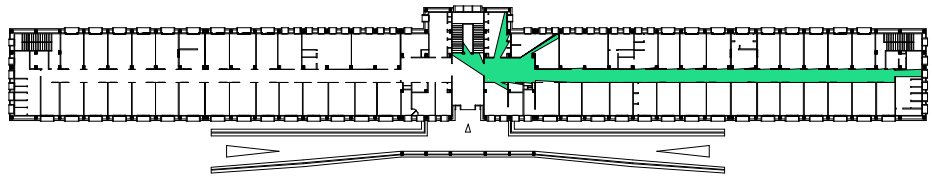
Annexe XIII- tableau. 9. Tableau présentant tout les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses de l'espace d'accueil et d'attente du service de médecine interne. Source: auteur.

2.2.2. Hall d'accueil et espace d'attente pour service médecine interne (côté femmes) au RDC HAUT.

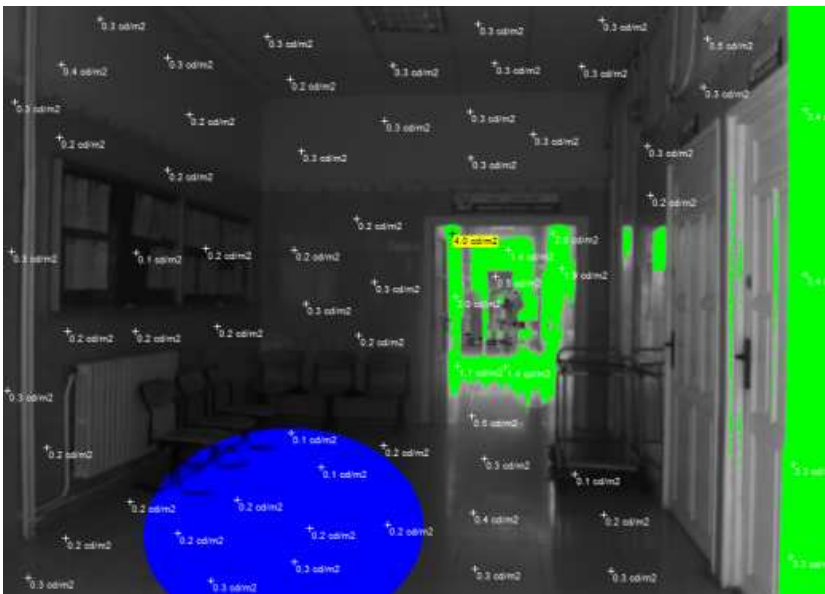
La valeur maximale= 4.0 cd/m² et la minimale= 0.1 cd/m².



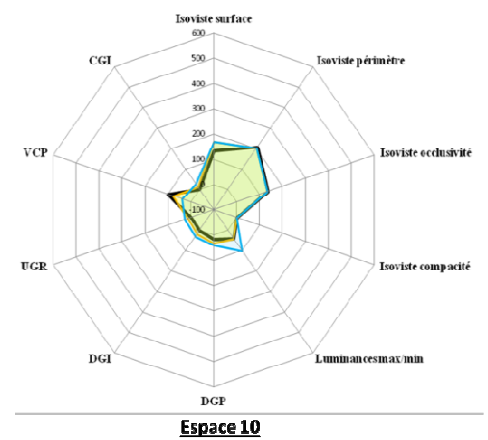
Annexe XIII- figure. 37. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes. Etat normale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 38. Carte d'isoviste de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 39. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 40. Diagramme polaire présentant tout les indicateurs caractérisant l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes. Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste occlusivité	Isoviste compacté	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
10	133,56	207,52	135,19	0,0389	40	16	1,35	-0,88	100	1,04	Mconf

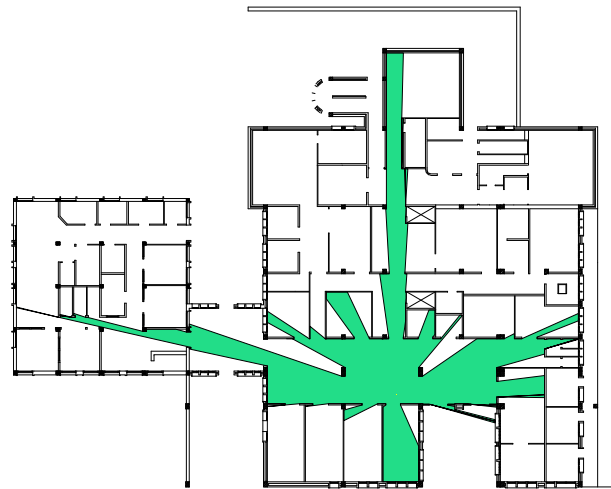
Annexe XIII- tableau. 10. Tableau présentant tout les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes. Source: auteur.

2.3. Les urgences médico-chirurgicales : Hall d'accueil et espace d'attente pour urgences médico-chirurgicales au RDC.

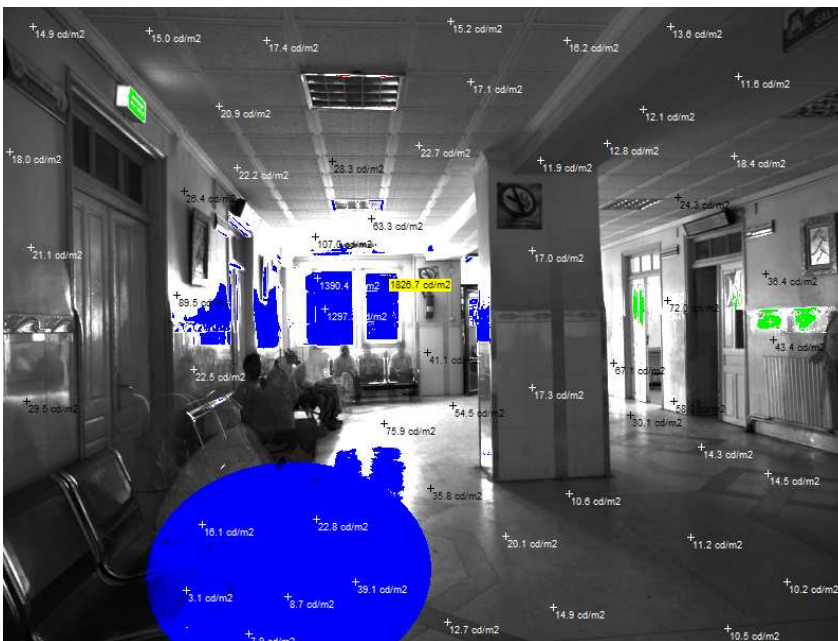
La valeur maximale= 1826.7 cd/m² et la minimale= 5.0 cd/m².



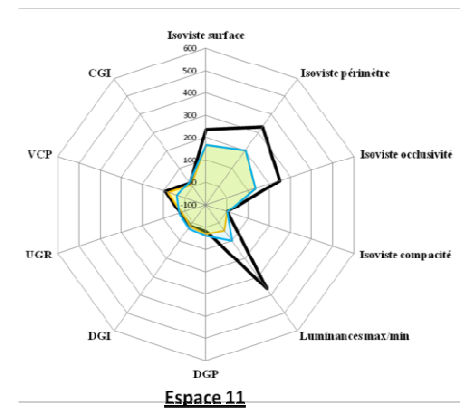
Annexe XIII- figure. 41. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du service des urgences médico-chirurgicales. Etat normale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 42. Carte d'isoviste de l'espace d'accueil et d'attente du service des urgences médico-chirurgicales. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 43. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR de l'espace d'accueil et d'attente du service des urgences médico-chirurgicales simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 44. Diagramme polaire présentant tout les indicateurs caractérisant l'espace d'accueil et d'attente du service des urgences médico-chirurgicales. Source: auteur.

Espace	Ioviste surface	Ioviste périmètre	Ioviste occlusivité	Ioviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
11	238,46	331,97	249,17	0,027	365,34	19	17,71	21,02	92,09	22,15	TrInconf

Annexe XIII- tableau. 11. Tableau présentant tout les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses de l'espace d'accueil et d'attente du service des urgences médico-chirurgicales. Source: auteur.

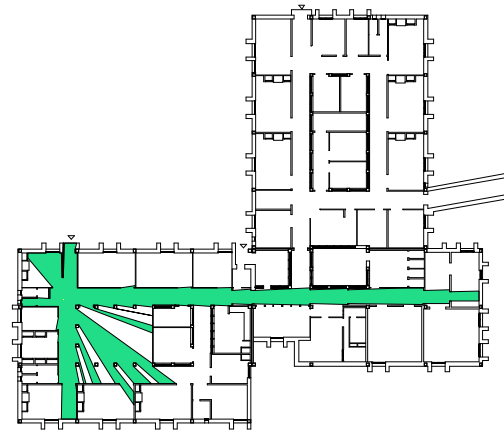
3. L'hôpital Saint Arnaud d'El Eulma :

3.1. Service de la chirurgie générale « femmes » :

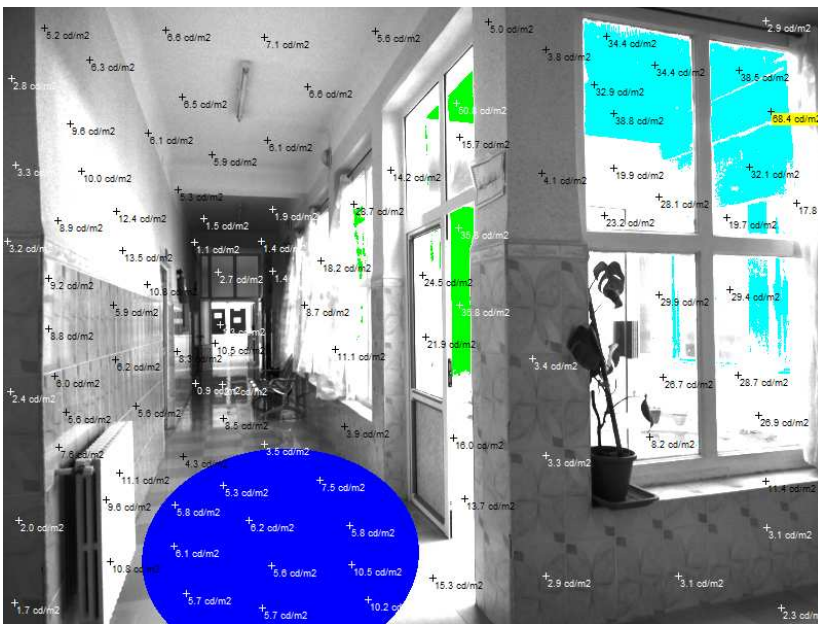
3.1.1. Couloir et patio d'accueil et espace d'attente du service de la chirurgie générale (femmes) au RDC : La valeur maximale= 68.4 cd/m² et la minimale= 0.9 cd/m².



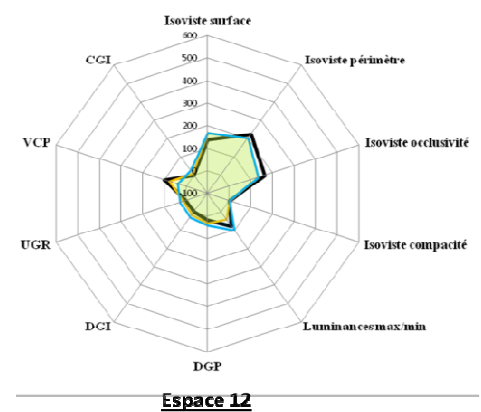
Annexe XIII- figure. 45. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale femmes. Etat normale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 46. Carte d'isoviste de l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale femmes. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 47. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR de l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale femmes simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 48. Diagramme polaire présentant tous les indicateurs caractérisant l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale femmes. Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste occlusivité	Isoviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
12	138,88	225,24	163,48	0,034	76	16	0,2	-0,76	100	2,31	Inconf

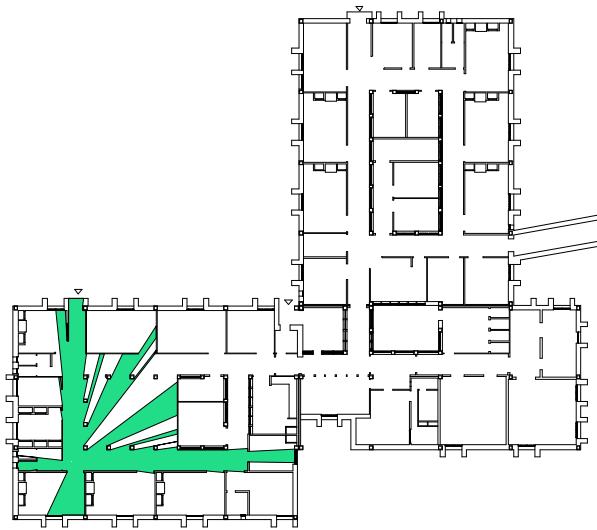
Annexe XIII- tableau. 12. Tableau présentant tous les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses de l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale femmes. Source: auteur.

3.1.2. Couloir d'accueil du service de la chirurgie générale (femmes) au RDC :

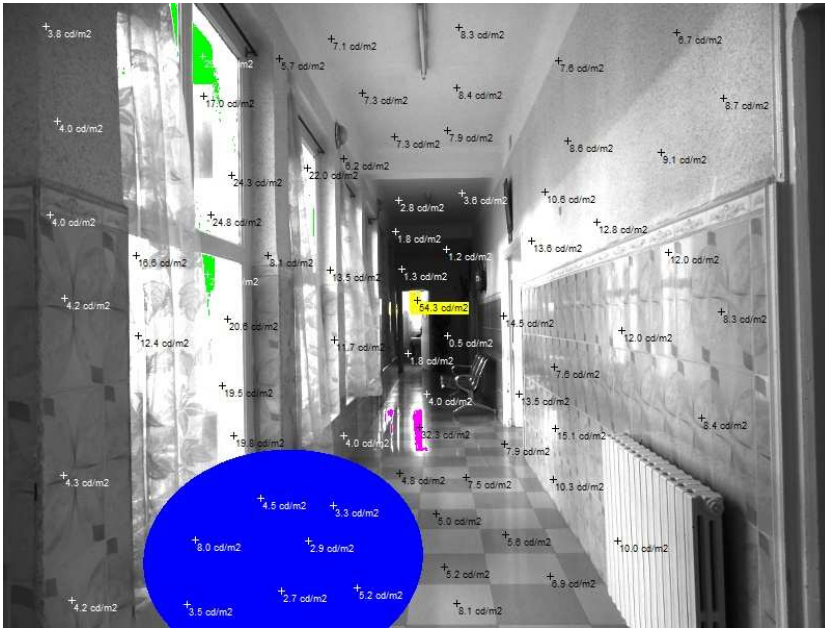
La valeur maximale= 54.3 cd/m² et la minimale= 0.5 cd/m².



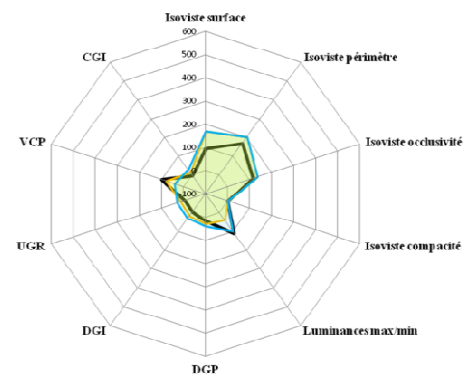
Annexe XIII- figure. 49. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale femmes. Etat normale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 50. Carte d'isoviste de l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale femmes. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 51. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR de l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale femmes simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 52. Diagramme polaire présentant tout les indicateurs caractérisant l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale femmes. Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste occlusivité	Isoviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
13	94,49	170,19	115,41	0,04	108,6	16	-4,5	-6,57	100	-3,35	Inconf

Annexe XIII- tableau. 13. Tableau présentant tout les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses de l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale femmes. Source: auteur.

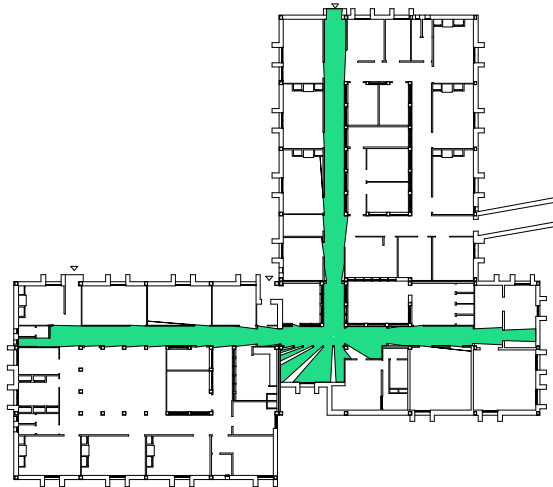
3.2. Service de la chirurgie générale « hommes » :

3.2.1. Couloir principal du service de la chirurgie générale (hommes) au RDC :

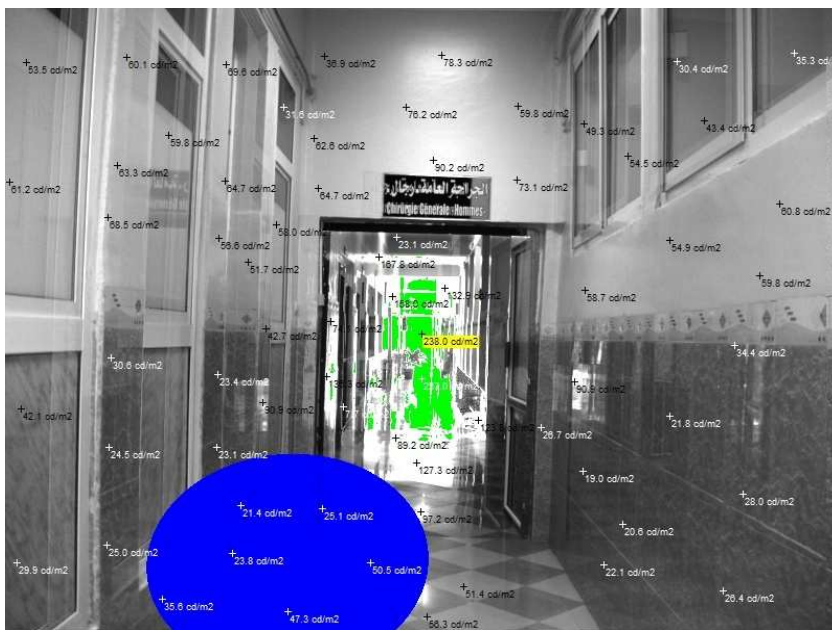
La valeur maximale= 238.0 cd/m² et la minimale= 19.0 cd/m².



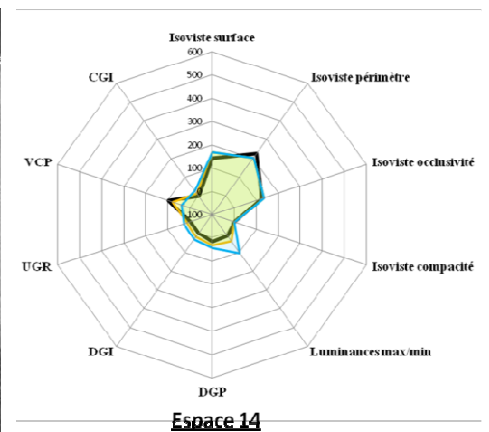
Annexe XIII- figure. 53. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale hommes. Etat normale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 54. Carte d'isoviste de l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale hommes. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 55. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR de l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale hommes simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 56. Diagramme polaire présentant tous les indicateurs caractérisant l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale hommes. Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste occlusivité	Isoviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
14	144,35	225,7	125,68	0,035	12,52	16	-1	-1	100	-1	Conf

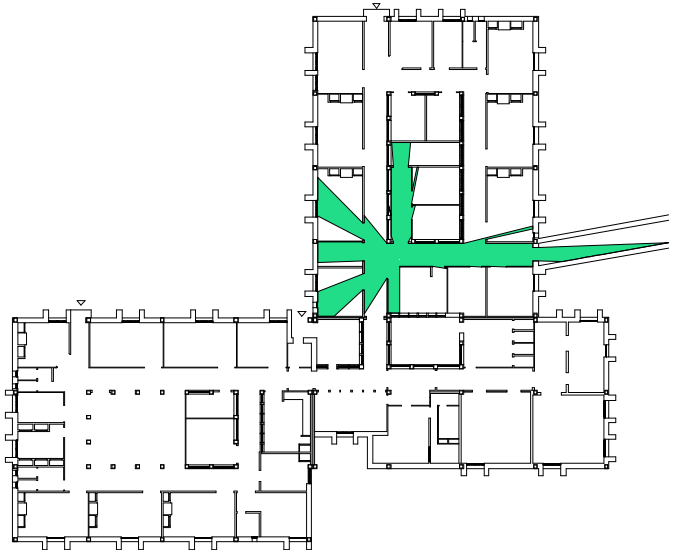
Annexe XIII- tableau. 14. Tableau présentant tous les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses de l'espace d'accueil et d'attente du service de la chirurgie générale hommes. Source: auteur.

3.2.2. Espace d'attente dans le service de la chirurgie générale (hommes) au RDC.

La valeur maximale= 32.6 cd/m² et la minimale= 0.6 cd/m².



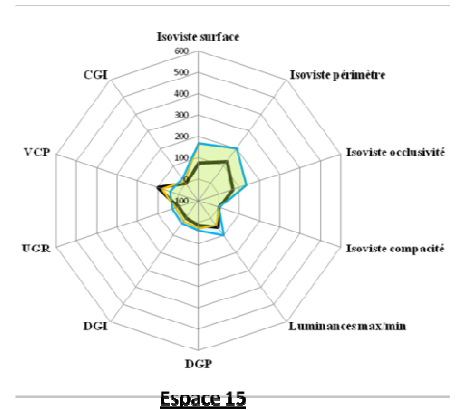
Annexe XIII- figure. 57. Vue sur un espace d'attente du service de la chirurgie générale hommes. Etat normale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 58. Carte d'isoviste d'un espace d'attente du service de la chirurgie générale hommes. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 59. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR d'un espace d'attente du service de la chirurgie générale hommes simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 60. Diagramme polaire présentant tout les indicateurs caractérisant un espace d'attente du service de la chirurgie générale hommes. Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste occlusivité	Isoviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
15	76,93	126,19	68,43	0,06	54,33	16	-1,15	-2,73	100	0,24	Inconf

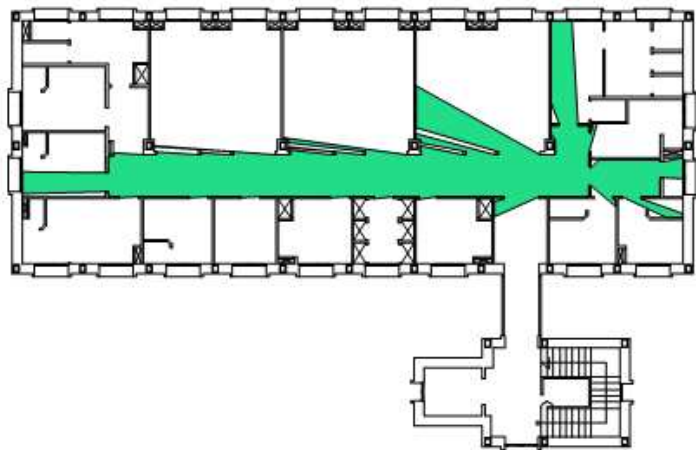
Annexe XIII- tableau. 15. Tableau présentant tout les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses d'un espace d'attente du service de la chirurgie générale hommes. Source: auteur.

3.3. Service de la médecine interne « femmes » : Couloir principal du service de la médecine interne (femmes) au 1^{er} étage.

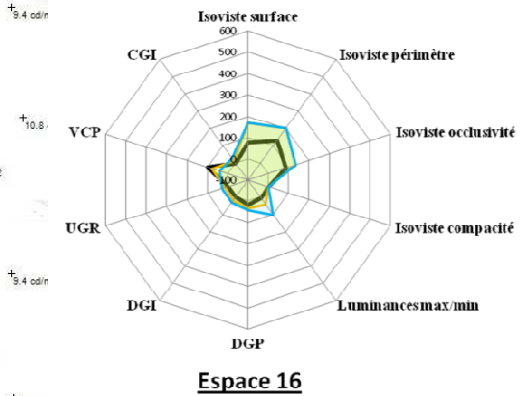
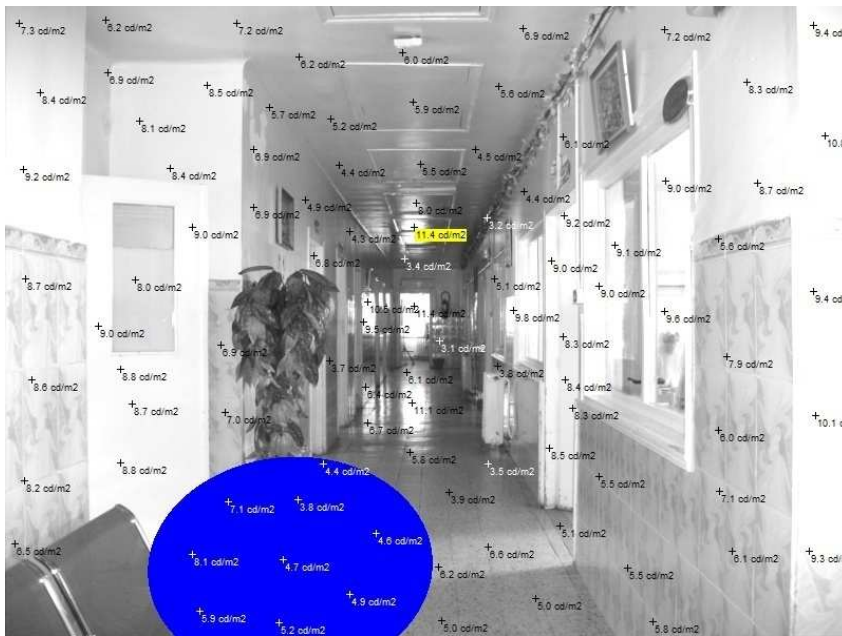
La valeur maximale= 11.4 cd/m² et la minimale= 3.2 cd/m².



Annexe XIII- figure. 61. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes. Etat normale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 62. Carte d'isoviste de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 64. Diagramme polaire présentant tout les indicateurs caractérisant l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes. Source: auteur.

Annexe XIII- figure. 63. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste occlusivité	Isoviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
16	77,38	129,91	85,49	0,057	3,56	16	-1	-1	100	-1	conf

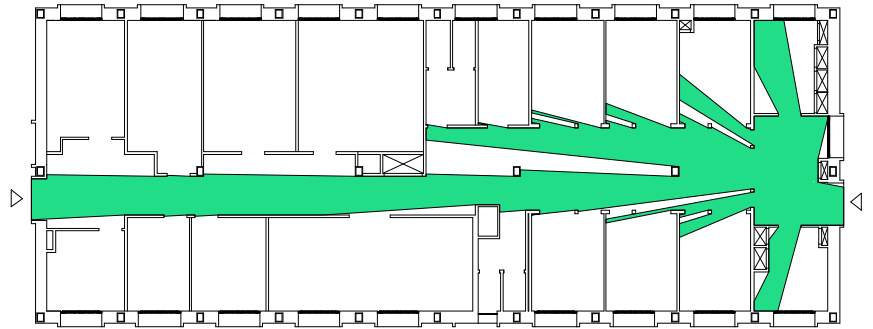
Annexe XIII- tableau. 16. Tableau présentant tout les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne femmes. Source: auteur.

3.4. Service de la médecine interne « hommes » : Couloir et halls principaux du service de la médecine interne (hommes) au RDC

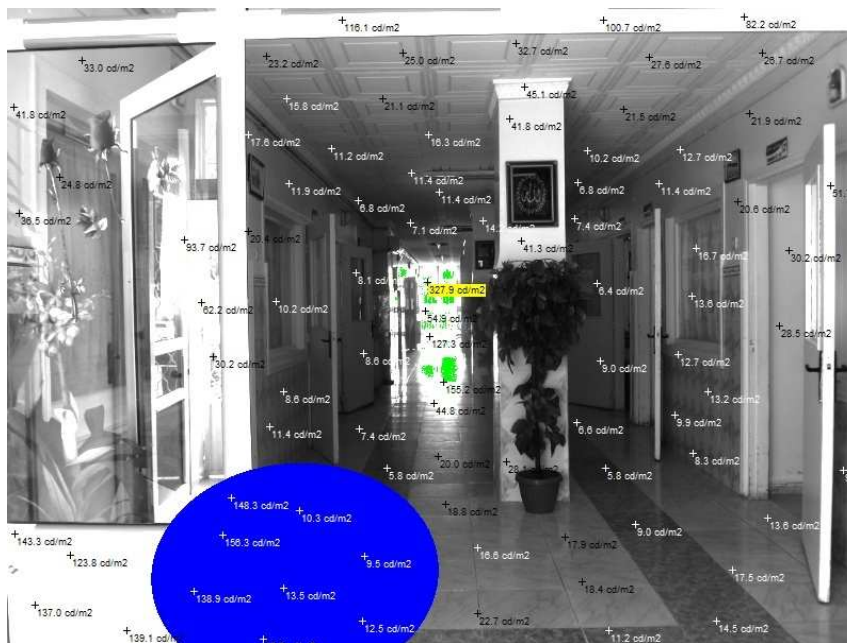
La valeur maximale= 327.9 cd/m² et la minimale= 5.8 cd/m².



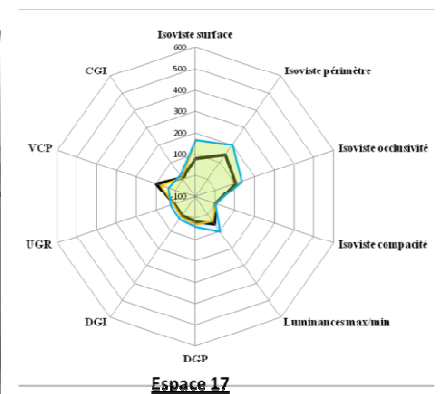
Annexe XIII- figure. 65. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne hommes. Etat normale. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 66. Carte d'isoviste de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne hommes. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 67. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne hommes simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 68. Diagramme polaire présentant tout les indicateurs caractérisant l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne hommes. Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste occlusivité	Isoviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
17	80,47	144,4	104,28	0,048	56,53	16	6,89	7,21	100	10,31	Inconf

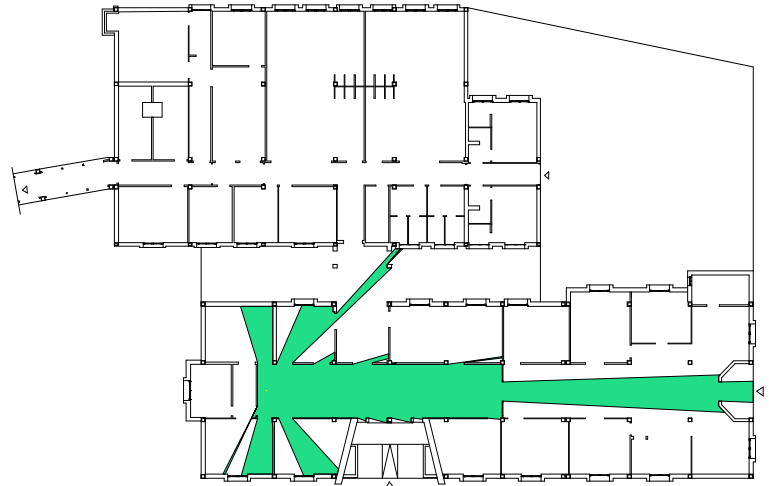
Annexe XIII- tableau. 17. Tableau présentant tout les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses de l'espace d'accueil et d'attente du service de la médecine interne hommes. Source: auteur.

3.5. Service des urgences chirurgicales: Hall principal du service des urgences chirurgicales au RDC.

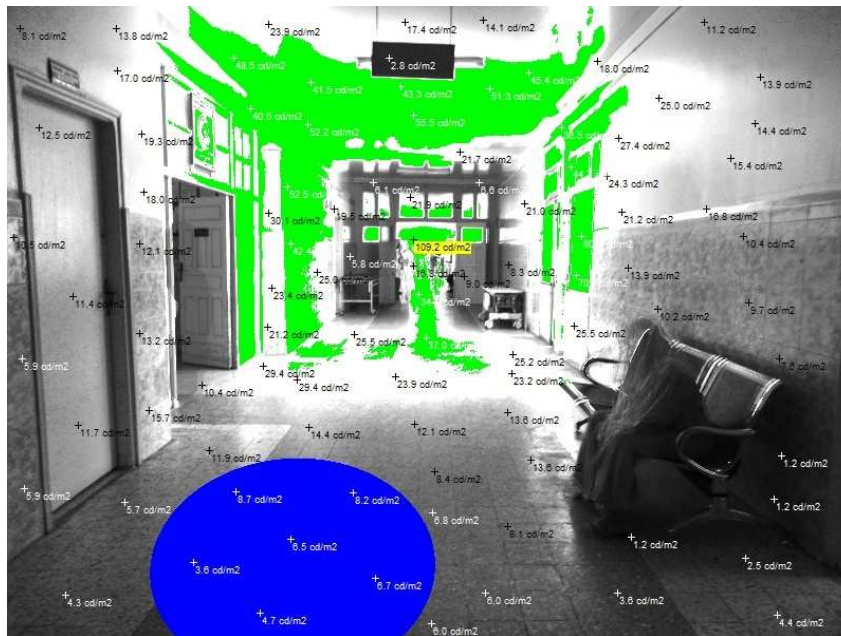
La valeur maximale= 109.2 cd/m² et la minimale= 1.2 cd/m².



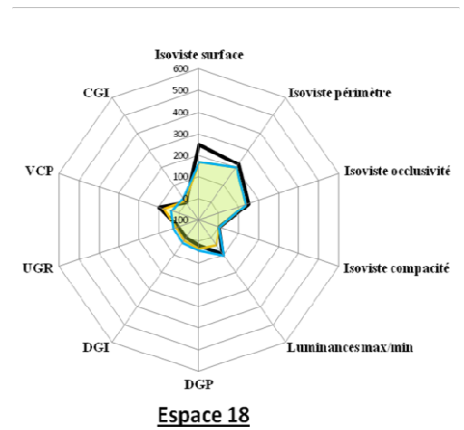
Annexe XIII- figure. 69. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du service des urgences chirurgicales. Etat normale.
Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 70. Carte d'isoviste de l'espace d'accueil et d'attente du service des urgences chirurgicales. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 71. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR de l'espace d'accueil et d'attente du service des urgences chirurgicales simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 72. Diagramme polaire présentant tout les indicateurs caractérisant l'espace d'accueil et d'attente du service des urgences chirurgicales. Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste oclusivité	Isoviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
18	251,16	221,16	148,68	0,064	91	16	1,35	1,1	100	4,25	Inconf

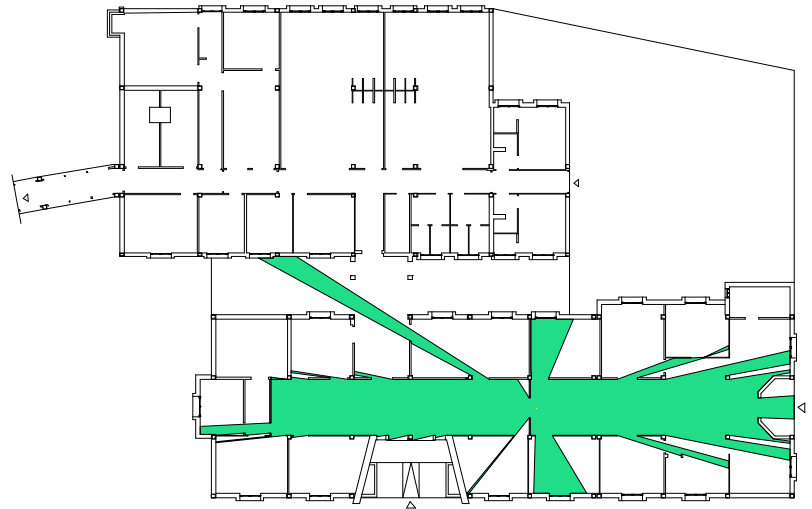
Annexe XIII- tableau. 18. Tableau présentant tout les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses de l'espace d'accueil et d'attente du service des urgences chirurgicales. Source: auteur.

3.6. Service des urgences médicales: Hall principal du service des urgences médicales au RDC.

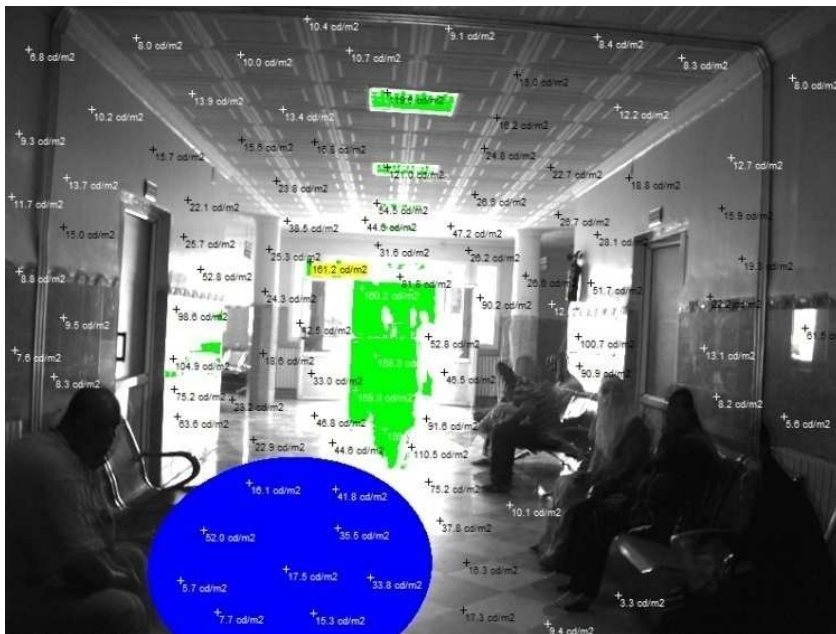
La valeur maximale= 161.2 cd/m² et la minimale= 3.3 cd/m².



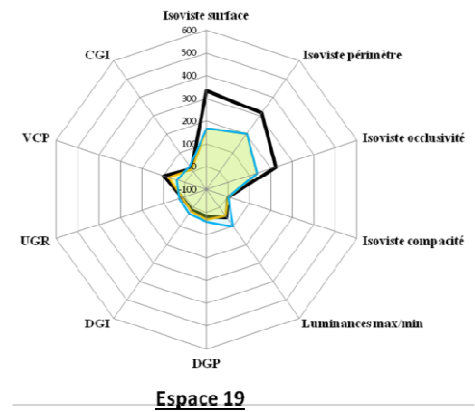
Annexe XIII- figure. 73. Vue sur l'espace d'accueil et d'attente du service des urgences médicales. Etat normale.
Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 74. Carte d'isoviste de l'espace d'accueil et d'attente du service des urgences médicales. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 75. Carte de luminance générée à partir d'une photo HDR de l'espace d'accueil et d'attente du service des urgences médicales simulée à l'aide du logiciel EVALGLARE. Source: auteur.



Annexe XIII- figure. 76. Diagramme polaire présentant tout les indicateurs caractérisant l'espace d'accueil et d'attente du service des urgences médicales. Source: auteur.

Espace	Isoviste surface	Isoviste périmètre	Isoviste occlusivité	Isoviste compacité	Luminances max/min	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	Eval-confort visuel
19	333,68	315,51	222,1	0,042	48,84	16	10,55	11,5	100	13,98	Inconf

Annexe XIII- tableau. 19. Tableau présentant tout les indicateurs visuo-spatiales et lumineuses de l'espace d'accueil et d'attente du service des urgences médicales. Source: auteur.

Annexe XIV: L'activité hospitalière de l'année 2010 du CHU de Sétif.

Chapitre 3. Visibilité et accessibilité visuelle

Spécialités :	Restants	Entrants	Nbre	Sortants	Décès	Nbr.J.R	DMS	CO	TR	TM	N.Lits	Rest L
MED.H	15	874	889	829	29	9916	11,15	75,46	24,69	32,62	36	31
MED.F	16	922	938	889	26	8339	8,89	67,20	27,59	27,72	34	23
PEDIATRIE	55	8523	8578	8248	290	29273	3,41	75,66	80,92	33,81	106	40
PNEUMO.H	27	1541	1568	1518	25	9931	6,33	71,60	41,26	15,94	38	25
PNEUMO.F	15	825	840	799	24	6805	8,10	54,83	24,71	28,57	34	17
CX.H	9	1206	1215	1200	8	3501	2,88	56,42	71,47	6,58	17	7
CX.F	14	873	887	869	12	2781	3,14	47,62	55,44	13,53	16	6
CX.ENF	0	267	267	266	1	292	1,09	20,00	66,75	3,75	4	0
HEMATO.H	17	3842	3859	3821	29	6493	1,68	197,66	428,78	7,51	9	9
HEMATO.F	18	2848	2866	2833	27	4948	1,73	150,62	318,44	9,42	9	6
NEPHRO.H	5	479	484	464	12	1613	3,33	49,10	53,78	24,79	9	8
NEPHRO.F	6	536	542	519	17	1771	3,27	53,91	60,22	31,37	9	6
CARDIO.H	18	908	926	826	76	6665	7,20	86,95	44,10	82,07	21	24
CARDIO.F	18	747	765	685	63	5412	7,07	70,61	36,43	82,35	21	17
REA.MED	5	225	230	115	110	1895	8,24	57,69	25,56	478,26	9	5
P.U.M	3	1170	1173	914	257	1486	1,27	23,95	69,00	219,10	17	2
NEUROLOG	10	1209	1219	1162	46	3529	2,89	64,46	81,27	37,74	15	11
DIALYSE	0	2993	2993	2993	0	17265	5,77	225,24	142,52	0,00	21	0
S/TOTAL	251	29988	30239	28950	1052	121915	4,03	78,59	71,15	34,79	425	237
CHIR.H	20	1677	1697	1668	10	5370	3,16	43,27	49,91	5,89	34	19
CHIR.F	15	1943	1958	1935	2	7082	3,62	57,07	57,59	1,02	34	21
N.CHIR.H	7	570	577	530	43	2392	4,15	54,61	48,08	74,52	12	4
N.CHIR.F	3	310	313	297	16	1093	3,49	23,03	24,08	51,12	13	0
CH.PLAST	1	27	28	27	0	245	8,75	8,39	3,50	0,00	8	1
MAXILO	10	1133	1143	1139	0	2701	2,36	92,50	142,88	0,00	8	4
ORTHO.H	16	1021	1037	1018	8	5586	5,39	56,68	38,41	7,71	27	11
ORTHO.F	4	376	380	373	3	1621	4,27	27,76	23,75	7,89	16	4
ORTHO.ENF	5	431	436	430	0	2111	4,84	115,67	87,20	0,00	5	6
O.R.L.H	6	1130	1136	1123	2	2851	2,51	41,11	59,79	1,76	19	11
O.R.L.F	4	925	929	922	3	2006	2,16	28,93	48,89	3,23	19	4
P,U,C	5	2738	2743	2645	85	3378	1,23	66,11	195,93	30,99	14	13
OPHT.H	8	912	920	919	0	1669	1,8141	24,0663	48,421	0	19	1
OPHT.F	4	641	645	643	0	1195	1,85	17,23	33,95	0,00	19	2
OPHT.ENF	2	414	416	415	0	1088	2,62	42,58	59,43	0,00	7	1
CHIR.ENF	14	4703	4717	4626	64	13267	2,81	113,59	147,41	13,57	32	27
REA.POST	2	944	946	926	19	1227	1,30	37,35	105,11	20,08	9	1
P,U,POST	6	3551	3557	3467	76	4457	1,25	81,41	237,13	21,37	15	14
GYNECO	10	1654	1664	1644	1	3171	1,91	22,86	43,79	0,60	38	19
S/TOTAL	142	25100	25242	24747	332	62510	2,48	49,21	72,53	13,15	348	163
MATERNITE	28	7616	7644	7539	3	12104	1,58	43,07	99,27	0,39	77	102
S/TOTAL	28	7616	7644	7539	3	12104	1,58	43,07	99,27	0,39	77	102
N.NES	27	6776	6803	6658	96	10717	1,58	73,40	170,08	14,11	40	49
ENF.ASSIST	0	26	26	25	1	357	13,73	16,30	4,33	38,46	6	0
ENF.GARDE	0	52	52	50	2	383	7,37	20,99	10,40	38,46	5	0
G.MALADE	64	6230	6294	6222	0	36387	5,78	830,75	524,50	0,00	12	72
S/TOTAL	91	13084	13175	12955	99	47844	3,63	208,06	209,13	7,51	63	121
TOTAL	512	75788	76300	74191	1486	244373	3,20	73,33	83,57	19,48	913	623

NB: en blanc CHU, en vert (hôpital mère et enfant; la maternité), en jaune (l'hôpital de l'ORL).

Websites et sitiologie:

- http://fr.wikipedia.org/wiki/Psychologie_de_la_forme
- (arch.ucl.ac.be/eclairage/publications.htm), (<http://www.meteonorm.com>)
- (<http://www.bbri.be>), (<http://www.isccp.giss.nasa.gov>)
- (<http://www.energie.arch.ucl.ac.be/eclairage/accueil.htm>)
- Encyclopédie Wikipedia : www.wikipedia.org et eab.sagepub.com
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Psychologie_de_la_forme. 25 mars 2011.
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Psychologie_de_la_forme. 25 mars 2011.
- <http://www.amazon.fr/exec/obidos/redirect>
- <http://www.design-sim.com>
- Laboratoire « space syntax » de l'Ucl, Londres : www.spacesyntax.org
- Les Services Kelly (www.kellyservices.com)
- Louvain : <http://www-energie.arch.ucl.ac.be/eclairage/Meteonorm>
- Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique : www.mesrs.dz
- www.envplan.com/B.html
- www.erco.com/guide_v2/guide_2/basics_105/closed_from2245/fr/
- www.erco.com/guide_v2/guide_2/basics_105/pure_from2251/fr/
- www.informedesign.umn.edu
- www.spacesyntax.com et www.spacesyntaxistanbul.itu.edu.tr
- www.spacesyntax.net/symposia/index.htm et www.spacesyntax.org
- RADIANCE-Online: <http://www.radiance-online.org> et <http://radsite.lbl.gov/radiance>
- DaySim (Dynamic Daylight Simulations): <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/ie/light/daystim.html>
- http://drew.daraabrams.com/research/Drew_DaraAbrams_GIScience_CAME_submission_revised_final.pdf
- <http://eprints.ucl.ac.uk/101/1/hillier-et-al-1987-creating-life.pdf>
- <http://eprints.ucl.ac.uk/77/1/hillier-hanson-1987-2ndparadigm-french.pdf>
- http://www.patrimoine.uqam.ca/IMG/pdf/07_la_typomorphologie_nb.pdf
- <http://www.vr.ucl.ac.uk/depthmap/handbook/depthmap4r1.pdf>
- http://www.dimensionresearch.com/resources/calculators/sample_size.html last accessed:
- Lawrence Berkeley National Laboratory. Radiance Programs: Falsecolor,
- http://radsite.lbl.gov/radiance/man_html/falsecolour.1.html last accessed: April 24 2007.
- http://drew.daraabrams.com/research/Drew_DaraAbrams_GIScience_CAME_submission_revised_final.pdf
- http://www.patrimoine.uqam.ca/IMG/pdf/07_la_typomorphologie_nb.pdf
- <http://www.vr.ucl.ac.uk/depthmap/handbook/depthmap4r1.pdf>