

Université Mohamed Khider – Biskra
Faculté des Sciences et de la technologie
Département d'Architecture
Réf :



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

Thèse présentée en vue de l'obtention
du diplôme de

Doctorat en Architecture

Spécialité : Architecture et environnement dans les zones arides

Repères sonores et perception de l'espace architectural. Cas des personnes à déficience visuelle

Présentée par :

DJENAIHI WALID MAHFOUD
Soutenue publiquement le : 27 / 11 / 2022

Devant le jury composé de :

Belakehal Azeddine	Prof	Président	Université de Biskra
Zemmouri Noureddine	Prof	Rapporteur	Université de Biskra
Dakhia Azzeddine	MCA	Examineur	Université de Biskra
Ahriz Atef	MCA	Examineur	Université de Tebessa

Année Universitaire 2021-2022

REMERCIEMENTS

Avant tous, je remercie ALLAH, le tout puissant, qui m'a donné la force, la puissance, la patience et la volonté pour accomplir ce modeste travail.

*Je remercie infiniment mon Directeur de thèse, le Professeur **NOUREDDINE ZEMMOURI** pour son suivi, ses orientations, ses conseils et surtout sa compréhension. Je remercie aussi l'ensemble des enseignants du département d'architecture à l'université de Biskra, en particulier ceux qui m'ont apporté leur aide et soutien dans la réalisation de ce travail de recherche.*

*J'aimerais remercier également **Mr. DJENANE MOUSSADEK** pour ses orientations, notamment en méthodologie de recherche, aussi je remercie **Pr. AKKELIES VAN NES** de département d'urbanisme, faculté d'architecture, Delft, Pays-Bas, pour son aide et soutien dans la réalisation et la publication de l'article.*

*J'adresse également mes remerciements et mon hommage les plus sincères aux membres du jury **Pr. BELAKEHAL AZEDDINE, Dr. DAKHIA AZZEDDINE** et **Dr. AHRIZ ATEF** qui ont bien voulu accepter d'examiner ce modeste travail.*

Je remercie de tout mon cœur ma chère mère qui m'a entouré d'amour, d'affection et qui fait tout pour ma réussite, que dieu la garde, et mon cher père (Allah yarhmou), qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études.

*Je n'oublierai pas de citer **ma famille, mon frère et ma sœur, mes amis**, pour leur compréhension, leur soutien moral et leur aide tout le long de mes années d'études.*

Merci à toute personne, qui à contribuer de près ou de loin à la réalisation de cette recherche.

Ce modeste travail de recherche n'aurait pu aboutir sans votre soutien et vos généreuses contributions pendant ces quelques années.

Merci à tous...

Résumé

Résumé

Cette étude vise à améliorer l'accessibilité en ville chez les personnes ayant une déficience visuelle, par l'utilisation des méthodes de la space syntaxe et les enregistrements des niveaux de pression sonore. Où, cette contribution étudie la corrélation entre les niveaux sonores des rues et la configuration spatiale du réseau routier dans quatre types de quartiers différents de la ville algérienne de Biskra. Les méthodes de syntaxe spatiale sont utilisées pour analyser les relations spatiales, où l'accessibilité, l'intelligibilité et la lisibilité des espaces urbains peuvent être évaluées. Le degré d'intégration spatiale est utilisé comme indicateur d'accessibilité, où il est corrélé aux données de niveau sonore enregistrées en 154 points des quartiers sélectionnés. Comme le montrent les résultats, il existe de fortes corrélations entre l'intégration spatiale et les pressions sonores enregistrées sur les rues et les routes dans le quartier colonial (La gare) et le quartier non planifiés (Hai Ferhat). La raison en est que ces types de quartiers ont un réseau routier avec des corrélations élevées entre la connectivité des rues et l'intégration spatiale globale. Il existe de faibles corrélations entre la connectivité et l'intégration spatiale globale dans l'ensemble du quartier moderne planifié (ZHUN Est), ce qui affecte à nouveau la corrélation entre les niveaux sonores et l'espace. L'expérience montre que les méthodes de syntaxe spatiale ont le potentiel de prédire les degrés d'accessibilité et d'orientabilité pour les personnes ayant une déficience visuelle dans la planification urbaine.

Mots clés :

Déficience visuelle ; Niveau de pression sonore ; Configuration spatiale ; Space Syntax ; Accessibilité spatiale.

Abstrait

This study aims to improve accessibility in the city for people with visual impairments, using Space syntax methods and sound level recordings. Whither, this contribution investigates the correlation between street sound levels and the spatial configuration of the street network in four different types of neighbourhoods in the Algerian city of Biskra. Space syntax methods are used to analyse spatial relationships, where accessibility, intelligibility, and legibility of urban spaces can be evaluated. The degree of spatial integration is used as an accessibility indicator and is correlated with recorded sound level data at 154 points from the selected neighbourhoods. As the results show, there are strong correlations between spatial integration and recorded sound

pressure on streets and roads in colonial (La gare) and unplanned (Hai Ferhat) neighbourhoods. The reason is that these types of neighbourhoods have a street network with high correlations between street connectivity and global spatial integration. There are weak correlations between connectivity and global spatial integration in the modern throughout planned neighbourhood (ZHUN Est), which again affect the correlation between sound and space. The experiment shows that space syntax methods have potentials to predict degrees of accessibility and orientability for people with visual impairments in urban planning.

Keywords:

Visual impairment; Sound pressure level; Spatial Configuration; Space Syntax; Spatial accessibility

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحسين إمكانية الوصول في المدينة للأشخاص ذوي الإعاقات البصرية، باستخدام طرق التركيب المكاني (Space syntax) وتسجيلات الضغط الصوتي. حيث تدرس هذه المساهمة العلاقة بين مستويات مستوى الصوتي للشوارع والتكوين المكاني (configuration spatiale) لشبكة الطرق في أربعة أنواع مختلفة من الأحياء في مدينة بسكرة الجزائرية. تُستخدم طرق التركيب المكاني لتحليل العلاقات المكانية، حيث يمكن تقييم إمكانية الوصول والوضوح وقابلية القراءة للمساحات الحضرية. يتم استخدام درجة التكامل المكاني كمؤشر على إمكانية الوصول، حيث يتم ربطها ببيانات مستوى الصوت المسجلة عند 154 نقطة في الأحياء المختارة. حيث أظهرت النتائج، هناك ارتباطات قوية بين التكامل المكاني وضغوط الصوت المسجلة في الشوارع والطرق في الحي الاستعماري (La gare) "حي المحطة" والحي الغير المخططة مسبقاً (Hai Ferhat) "حي فرحات" والسبب هو أن هذه الأنواع من الأحياء لديها شبكة طرق ذات ارتباطات عالية بين اتصال الشوارع (la connectivité) والتكامل المكاني الشامل (l'intégration spatiale globale). وهناك ارتباطات ضعيفة بين الاتصال والتكامل المكاني الشامل في كامل المنطقة المخطط لها حديثاً (El Alia) "حي العالبة" مما يؤثر مرة أخرى على الارتباط بين الضوضاء والفضاء. تُظهر التجربة أن طرق التركيب المكاني لديها القدرة على التنبؤ بدرجات إمكانية الوصول والتوجيه للأشخاص ضعاف البصر في التخطيط الحضري.

الكلمات المفتاحية

إعاقة بصرية ; مستوى الضغط الصوتي ; التكوين المكاني ; تركيب الفضاء ; إمكانية الوصول المكاني

TABLE DES MATIERE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

TABLE DES MATIERES

Remerciement	
Résumés	II
Table des matières	V
Liste des figures	XVI
Liste des tableaux	XXIII

Chapitre Introductif

I. Introduction générale	2
II. Problématique et questions de recherche	5
III. Hypothèses	6
IV. Les objectifs de l'étude	6
V. Le cadre d'étude	7
VI. La méthodologie de recherche	7
VII. La structure de la thèse	8
VIII. Représentation schématique de la structure de notre thèse	11

LA PARTIE THEORIQUE

Chapitre I : Accessibilité & Handicap :

Les personnes à déficiences visuelles, Un handicap complexe

Introduction	14
I.1. ACCESSIBILITE	14
I.1.1. L'accessibilité ; une définition	14
I.1.2. Les axes principaux de l'accessibilité	14
I.1.2.1. Accessibilité environnementale	15
I.1.2.2. Accessibilité des transports	15
I.1.2.3. L'accessibilité des moyens d'information et de communication	15
I.2. Le handicap	15
I.2.1. Définition du handicap de l'OMS, Organisation Mondiale de la Santé	16
I.2.2. Le handicapé en Algérie	17
I.2.2.1. Personnes handicapées par la loi Algérienne	17
I.2.2.2. Les droits des personnes handicapées par la loi Algérienne	18
I.2.2.2.1. Prise en charge des personnes handicapées	18
I.2.2.2.2. Egalité et non-discrimination	19
I.2.2.2.3. L'accessibilité	19
I.2.3. Les différents types de handicap	19
I.2.3.1. Le Handicap Moteur	19
I.2.3.2. Le handicap sensoriel	20
I.2.3.2.1. Le Handicap Visuel	20
I.2.3.2.2. Le Handicap Auditif	20
I.2.3.3. Le Handicap Mental	21
I.4. Les personnes à déficiences visuelles : Un handicap complexe	21
I.4.1. Principales formes de déficiences visuelles	21
• Un non-voyant	22
• Un malvoyant	22
I.4.2. Principales formes de malvoyances	22

I.4.2.1. Atteinte de la vision centrale	22
I.4.2.2. Atteinte de la vision périphérique	23
I.4.2.3. La vision floue	23
I.4.2.4. Atteintes Visuelles d'origine cérébrale	23
I.4.3. Vocabulaire spécifique des personnes a déficience visuell	24
I.5. Comportement des personnes a déficience visuelle (mal et non-voyants)	25
I.5.1. Moyens de compensation des personnes a déficience visuelle	25
I.5.1.1. L'ouïe	25
I.5.1.1.1. Interprétation d'éléments passifs par la perception des masses	25
I.5.1.1.2. Interprétation d'éléments actifs par la perception de sons ou de bruits en mouvement	25
I.5.1.3. Le toucher	26
I.5.1.4. L'odorat	26
I.5.1.5. La canne longue	26
I.5.1.6. Les aides animalières	27
I.5.2. La perception chez les personnes à déficience visuelle	27
I.5.2.1. La perception	27
I.5.2.2. La perception de l'espace	28
I.5.2.3. Les Modes de perception chez les personnes à déficience visuelle	28
I.5.2.3.1. Perception sonore	29
I.5.2.3.2. Perception tactile	29
I.5.2.3.3. Perception kinesthésique	30
I.5.2.3.4. Perception olfactive	30
I.5.3. L'orientation spatiale chez les personnes à déficience visuelle	30
I.5.3.1. L'orientation spatiale	30
I.5.3.2. Les stratégies d'orientation chez les personnes à déficience visuelle	31
I.5.4. Les stratégies de déplacement en ville des personnes à déficience visuelle	32
I.5.4.1. Mémorisé	32

I.5.4.2. Sélectionner	32
I.5.4.3. Géométriser	33
I.5.4.4. Morceler	33
I.6. Aménagements et dispositifs d'aide à l'accessibilité des personnes déficientes visuelles	34
I.6.1. Aménagements d'ordre tactiles	35
I.6.2.1. Les plans tactiles et modèles (Informations préalables)	35
I.6.2.2. Eléments de guidage extérieur	35
I.6.2.1. Indicateurs tactiles au sol	36
I.6.2.1.1. Les Bandes de guidages au sol (Les dalles nervurées)	36
I.6.2.1.2. Les bandes d'éveil de vigilance (Dalles cloutées)	36
I.6.2. Aménagement et dispositifs d'ordre sonore	37
I.6.2. 1. Aménagement urbain	37
I.6.2. 2. La balise sonore	38
Conclusion	40

Chapitre II : Le son

« L'environnement sonores »

INTRODUCTION	42
II.1. Notions de base en acoustique	42
II.1.1. Le son	42
II.1.2. Son et vibration	43
II.1.3. Caractéristiques fondamentales du son	43
II.1.3.1. Caractéristiques du son	43
II.1.3.2. Fréquence sonore (hauteur)	44
II.1.3.3. Vitesse du son	45
II.1.3.4. Puissance sonore, intensité sonore	45
II.1.3.4.1. Puissance sonore :	45

II.1.3.4.2. Intensité sonore I :	46
II.1.4. Pression sonore et niveau de pression sonore (L)	46
II.1.4.1. Décibel dB	48
II.1.4.4.1. Addition et soustraction de décibel dB	48
II.2. Le système acoustique	50
II.2.1. La propagation sonore	51
II.2.1.1. Champ libre et champ diffus	51
II.2.1.2. Atténuation géométrique	51
II.2.1.3. La propagation du bruit en champ libre	52
II.2.1.4. Propagation du son en conditions réelles	52
II.2.2. Les facteurs affectant la propagation sonore en conditions réelles	53
II.2.2.1. Distance de la source	53
II.2.2.2. Effets du vent	53
II.2.2.3. Effet de la température	54
II.2.2.4. Les obstacles	55
II.2.2.5. Effet du sol	55
II.2.2.6. Effets de l'humidité relative	56
II.2.2.7. Réflexion	57
II.2.2. Réception sonore	58
II.2.2.1. Perception du son	58
II.2.2.2. Oreille humaine	59

II.3. Paysages sonores et qualité du son environnemental	59
II.3.1. Paysage sonore	59
II.3.2. Qualité du son environnemental	60
II.3.3. L'identité sonore	60
II.3.4. Forme urbaine et environnement sonore	61
II.3.4.1. Les catégories de formes urbaines	62
II.3.4.1.1. Rue en U en tissu fermé	62
II.3.4.1.2. Formes urbaines en tissu ouvert	63
II.3.4.1.2.1. Bâtiments éloignés les uns des autres	63
II.3.4.1.2.2. La rue en « L »	63
II.3.4.1.2.3. Les bâtiments bas ou éloignés de la source	64
II.4. Outils et méthodes d'analyse et d'évaluation des environnements sonores	64
II.4.1. Mesure du son	65
II.4.1.1. Mesures in situ	65
II.4.1.2. Instruments de mesure	66
II.4.1.2.1. Sonomètre	66
II.4.1.2.2. Calibrage	66
II.4.1.3. Pondération fréquentielle	67
II.4.1.3.1. Courbes de pondération des fréquences	67
II.4.1.4. Emplacement du microphone	68
II.4.2. Enregistrement sonore	69
II.4.3. Analyse des environnements sonores	70
II.4.3.1. Le taux de pollution sonore	70
II.4.3.2. Classification des environnements sonores	71
Conclusion	72

Chapitre III : Analyse et évaluation de l'environnement urbain

« Méthodes et techniques de la space syntax »

INTRODUCTION	74
III.1. La théorie de la syntaxe spatiale (space syntax)	74
III.2. Les objectifs de la syntaxe spatiale	76
III.3. La configuration spatiale	76
III.3.1. La relation entre forme et fonction : l'espace axial, convexe et isovist	77
III.3.1.1. Définition de l'espace convexe	77
III.3.1.2. Définition de l'espace axiale	78
III.3.1.3. Définition de l'espace isovist	78
III.3.2. Les notions de profondeur	78
III.3.2.1. Le graphe justifié	78
III.4. Représentation de l'espace selon la syntaxe spatiale	80
III.4.1. Représentation basée sur l'accessibilité	80
III.4.1.1. La carte convexe	80
III.4.1.2. La carte axiale et segment	81
III.4.2. Représentations basées sur la visibilité	82
III.4.2.1. L'isovist	82
III.4.2.2. Le graphe de visibilité (VGA)	84
III.5. Dimensions de la syntaxe spatiale	85
III.5.1. Dimensions locales	85
III.5.2. Dimension globale	85
III.6. Les mesures de configuration de la syntaxe spatiale	85
III.6.1. Les mesures du premier degré	86
III.6.1.1. L'intégration	86
III.6.1.2. La connectivité	86
III.6.1.3. Le contrôle	87
III.6.1.4. Le choix	87
III.6.2. Les mesures du deuxième degré	88
III.6.2.1. L'intelligibilité	88
III.6.3. Les récentes analyses de « syntaxes analyses »	88

III.6.3.1. Le choix angulaire normalisé (NACH)	88
III.6.3.2. Le de l'intégration de segment normalisé (NAIN)	88
III.7. Les logiciels utilisés dans l'approche syntaxique	89
III.7.1. Le logiciel Depthmap	89
III.8. Application de la 'syntaxe spatiale' dans les études urbaines	91
Conclusion	92

LA PARTIE PRATIQUE

Chapitre IV : Présentation des cas d'étude

INTRODUCTION	96
IV.1. Présentation de la ville de Biskra comme contexte d'étude	96
IV.1.1. Le site et climat	96
IV.1.2. Contexte historique du cas étudié	98
IV.1.3. Démographie et population	99
IV.1.4. Critères de choix des cas d'étude	100
IV.2. Présentation des quartiers choisis	102
IV.2.1. Le tissu urbain de l'ancienne ville de Biskra (Hai M'cid)	102
IV.2.1.1. Situation et délimitation (Hai M'cid)	102
IV.2.1.2. Description du quartier (Hai M'cid)	103
IV.2.2. Le tissu urbain Colonial planifié (La Gare)	105
IV.2.2.1. Situation et délimitation (La Gare)	105
IV.2.2.2. Description du quartier (La Gare)	106
IV.2.3. Le tissu urbain auto-construit non planifiés (Hai Ferhat)	108
IV.3.1. Situation et délimitation (Hai Ferhat)	108
IV.3.2. Description du quartier (Hai Ferhat)	109
IV.4. Le tissu urbain Contemporain ZHUN Est (El Alia)	111
IV.4.1. Situation et délimitation (El Alia)	111
IV.4.2. Description du quartier (El Alia)	112
Conclusion	113

Chapitre V : Application des méthodes d'analyse syntaxique sur les cas d'études

INTRODUCTION	115
V.1. Méthode	115
V.2. Résultats	117
V.2.1. Résultats des analyses axiales classiques	117
V.2.1.1. Fewest Line Analysis (subsets)	117
V.2.1.2. L'intégration globale de Biskra	117
V.2.1.3. Connectivité de la ville de Biskra	126
V.2.2. Résultats des analyses de syntaxes analyses	127
V.2.2.1. Le choix angulaire normalisé (NACH)	127
V.2.2.2. L'intégration de segment normalisé (NAIN)	132
V.3. Analyse des résultats	136
V.3.1. L'accessibilité spatiale des tissus urbains sélectionnés	136
V.3.2. L'intelligibilité (intelligibility) des tissus urbains sélectionnés	137
V.3.3. Analyses de choix angulaire normalisé (NACH)	138
V.3.4. Analyses de l'intégration de segment normalisé (NAIN)	139
Conclusion	140

Chapitre VI : Mesure du niveau de pression sonore

INTRODUCTION	142
VI.1. Échantillonnage des stations des mesures	142
VI.1.1. Stations de mesure dans le tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid)	143
VI.1.2. Stations de mesure dans le tissu Colonial (La gare)	144
VI.1.3. Stations de mesure dans le tissu urbain non planifié (Hai Ferhat)	146
VI.1.4. Stations de mesure dans le tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est)	148

VI.2. Protocole de mesure	150
VI.3. Résultats des mesures	152
VI.3.1. Le niveau de pression sonore	152
VI.4. Analyse des résultats	157
VI.4.1. Le niveau de pression sonore à Biskra	157
VI.4.2. Analyse des environnements sonores	158
VI.4.2.1. Le taux de pollution sonore	158
a) Le taux de pollution sonore selon les recommandations nationales	158
b) Le taux de pollution sonore selon les recommandations internationales	160
VI.4.2.2. Classification des environnements sonores	161
Conclusion	163

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

INTRODUCTION	166
VII.1. Corrélation des mesures du niveau de pression sonore avec les résultats des analyses axiales classiques	166
VII.1.1. La comparaison du niveau de pression sonore et le facteur d'intégration globale dans le tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid)	167
VII.1.2. La comparaison du niveau de pression sonore et le facteur d'intégration globale dans le tissu Colonial (La gare)	169
VII.1.3. La comparaison du niveau de pression sonore et le facteur d'intégration globale dans le tissu urbain non planifié (Hai Ferhat).	172
VII.1.4. La comparaison du niveau de pression sonore et le facteur d'intégration globale dans le tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est) (El Alia)	175
VII.1.5. La comparaison du niveau de pression sonore et la connectivité des quartiers sélectionnés	179

VII.2. Corrélation des mesures du niveau de pression sonore avec les résultats des récentes analyses de syntax analyses (NACH et NAIN) 184

VII.2.1. La corrélation entre le bruit et les récentes analyses de syntax analyses (NACH) 184

VII.2.2. La corrélation entre le bruit et les récentes analyses de syntax analyses (NAIN) 190

Conclusion 197

Conclusion générale

I- Conclusion générale 199

II- Limites de l'étude 202

III-Suggestions pour des travaux futurs 202

Bibliographie 205

LISTE DES FIGURES

Chapitre Introductif

Figure.1. Représentation schématique de la structure de notre thèse	11
--	----

LA PARTIE THEORIQUE

Chapitre I : Accessibilité & Handicap

« Les personnes à déficiences visuelles, Un handicap complexe »

Figure. I.1. Exemples de symboles de déficience motrice	20
Figure. I.2. Exemple de symbole de déficience visuelle	20
Figure. I.3. Exemple de symbole de déficience auditive	21
Figure. I.4. Exemple de symbole de déficience cognitive	21
Figure. I.5. Principales formes de déficience visuelle & malvoyances	24
Figure. I.6. Caricature présente l'utilisation de l'ouïe par les non et mal voyant	26
Figure. I.7. L'utilisation de la canne longue par les non et mal voyant	27
Figure. I.8. Modalités sensorielles évoquées lors du déplacement de la personne aveugle	34
Figure. I.9. Aménagements et dispositifs d'aide à l'accessibilité des personnes déficientes visuelles	34
Figure. I.10. Plan Tactile (plan de niveau 1 ; pavillon de l'Horloge), musée de Louvre Paris	35
Figure. I.11. Exemples de lignes directrices dans les espaces extérieurs	35
Figure. I.12. Exemple de dispositifs de guidage extérieur, INONU Park, Istanbul, Turquie,	37
Figure. I.13. Dimensions des dalles nervurées et cloutées pour les espaces extérieurs	37
Figure. I.14. Aménagement urbain joue le rôle d'un repère sonore	38
Figure. I.15. Schéma fonctionnel d'un feu sonore	38
Figure. I.16. Exemples d'installation d'une balise sonore	39

Chapitre II : Le son : « L'environnement sonores »

Figure. II.1. Mécanisme de propagation des ondes sonores	43
Figure. II.2. Ondes sonores : ondes de compression longitudinales et leur représentation sinusoïdale	44
Figure. II.3. Plage des fréquences audible	44
Figure. II.4. Notre audition couvre une gamme étonnamment large de pressions sonore - un rapport de plus d'un million pour un. L'échelle dB rend les chiffres gérables	47
Figure. II.5. La courbe d'addition de décibel dB	49
Figure. II.6. La courbe Soustraction de décibel dB	50
Figure. II.7. Les trois phénomènes physiques principaux du bruit routier: l'émission, la propagation et la réception	50
Figure. II.8. Les trois phénomènes physiques présents lors de la propagation du bruit routier: la réflexion, la diffraction et la transmission	51
Figure. II.9. La loi du carré inverse	52
Figure. II.10. l'atténuation du son avec la distance de la source	53
Figure. II.11. L'effet du vent sur un front d'onde sonore	54
Figure. II.12. L'effet du gradient de température pendant la journée	54
Figure. II.13. L'effet de l'inversion de température la nuit sur un front d'onde sonore	54
Figure. II.14. Ombre et diffraction acoustiques	55
Figure. II.15. Influence de la surface du sol à 100 m de distance entre la source et le récepteur. Hauteur source et récepteur 2 m.	56
Figure. II.16. L'atténuation du son en fonction de l'humidité ambiante	57

Figure. II.17. Fréquences perçues par l'oreille humaine et celle de quelques autres mammifères	58
Figure. II.18. Perception du son avec l'augmentation du niveau de pression sonore	58
Figure. II.19. L'oreille humaine	59
Figure. II.20. Caractérisation géométrique des rues en U	62
Figure. II.21. Les réflexions multiples par une rue en U	63
Figure. II.22. Réflexions simples de la rue en L	64
Figure. II.23. Exemple d'un sonomètre	66
Figure. II.24. Pondération fréquentielle du sonomètre	67
Figure. II.25. La norme NF S 31-010, mise en place du sonomètre	68
Figure. II.26. Matériel utilisé lors des promenades, calibreur et carte d'acquisition du signal	69
Figure. II.27. Exemple de spectre 3D et image acoustique 2D associée	70

**Chapitre III : Analyse et évaluation de l'environnement urbain :
« Méthodes et techniques de la space syntax »**

Figure. III.1. présentant le déplacement d'une personne selon une ligne (a), espace convexe où les utilisateurs interagissent (b), enfin un isovist (c)	77
Figure. III.2. L'espace convexe (a) et l'espace concave (b)	77
Figure. III.3. Graphes justifié du plan en haut, à partir de deux espaces	78
Figure. III.4. 1-un graphe symétrique distributif, 2- graphe asymétrique non distributif, 3- graphe non distributif et symétrique, 4- graphe distributif et asymétrique	79
Figure III.5. Un exemple d'une carte convexe d'une petite ville française dans la région du Var. le bâti est en blanc, et les espaces convexes sont en bleu	80
Figure III.6. Un exemple d'une carte axiale d'une petite ville française dans la région du Var	82
Figure III.7. Modélisation des environnements urbains en points appelés sommets	83

Figure III.8. Trois isovists différents selon la position de points d’observation, face à une forme en T	83
Figure III.9. Un exemple d’application d’une analyse VGA appliqué sur le plan de la <i>Tate Gallery</i> à Londres	84
Figure III.10. L’interface du logiciel Depthmap	90

LA PARTIE PRATIQUE

Chapitre IV : Présentation des cas d’étude

Figure IV.1. (A) Localisation de la Wilaya de Biskra. (B) Situation géographique de la wilaya de Biskra	97
Figure IV.2. (a) Plan de la ville de Biskra en 1863. Cercles rouges : l’habitat des sept villages de l’époque précoloniale. Carré bleu : la ville coloniale. Source : Section cadastrale de Biskra (carte de génie militaire). (b) Carte de la ville de Biskra en 1972. Source : PUD 1974 par Biskra (CADAT) ; (c) la localisation du ZHUN Est et Ouest par rapport à la ville de Biskra. Source : étude ZHUN -1984-	99
Figure IV.3. Illustre l’évolution de la population de la ville de Biskra depuis l’année 1966 jusqu’à 2008.	100
Figure IV.4. Carte de la ville de Biskra en 2021 avec les zones et les quatre d’étude choisies.	101
Figure IV.5. Plan de situation du quartier ‘Hai M’cid’ à Biskra par rapport au centre-ville.	102
Figure IV.6. Plan de masse du quartier ‘Hai M’Cid’ et ses délimitations.	103
Figure IV.7. Photos de quelques rues de quartier « Hai M’cid ».	104
Figure IV.8. Plan de différents types de voies du quartier « Hai M’cid »	104
Figure IV.9. Plan de situation du quartier ‘La gare’ à Biskra par rapport au centre-ville.	105
Figure IV.10. Plan de masse du quartier ‘La Gare’ et ses délimitations.	105
Figure IV.11. Photos de quelques rues de quartier « La Gare ».	106
Figure IV.12. Plan de différents types de voies du quartier « La Gare »	107

Figure IV.13. Photos d'une rue à très faible flux routier au Nord de quartier « La gare ».	108
Figure IV.14. Plan de situation du quartier '(Hai Ferhat)' à Biskra par rapport au centre-ville.	108
Figure IV.15. Plan de masse du quartier '(Hai Ferhat)' et ses délimitations.	109
Figure IV.16. Photos de quelques rues de quartier '(Hai Ferhat)'	110
Figure IV.17. Plan de différents types de voies du quartier '(Hai Ferhat)'	110
Figure IV.18. Plan de situation du quartier El Alia (ZHUN Est) à Biskra par rapport au centre-ville.	111
Figure IV.19. Plan de masse du quartier d'El Alia (ZHUN Est) et ses délimitations.	111
Figure IV.20. Photos de quelques rues de quartier d'El Alia (ZHUN Est)	112

Chapitre V :

« Application des méthodes d'analyse syntaxique sur les cas d'études »

Figure V.1. Analyse globale de l'intégration axiale de Biskra avec les différents types de quartiers présentés par des lettres	118
Figure V.2. Représente le taux d'intégration des différents tissus urbains de Biskra	119
Figure V.3. Analyse globale de l'intégration axiale de quartier M'cid (A)	121
Figure V.4. Analyse globale de l'intégration axiale de quartier La Gare (C)	122
Figure V.5. Analyse globale de l'intégration axiale de quartier Ferhat (D)	124
Figure V.6. Analyse globale de l'intégration axiale de quartier ZHUN Est (El Alia) (G)	125
Figure V.7. Analyse de connectivité de Biskra avec les différents types de quartiers présentés avec les lettres.	126
Figure V.8. Analyses de choix angulaires normalisées(NACH) de Biskra.	128
Figure V.9. Analyse d'intégration de segment normalisé (NAIN) de Biskra.	132
Figure V.10. La corrélation entre l'intégration globale et la connectivité de (a) "Hai M'cid" (A), (b)"La gare" (C), (c) "Hai Ferhat" (D), et (d) "ZHUN Est » (G).	138

Chapitre VI : Mesure du niveau de pression sonore

Figure VI.1. Localisation des stations de mesure dans le tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid).	144
Figure VI.2. Localisation des stations de mesure dans le tissu Colonial (La gare).	146
Figure VI.3. Localisation des stations de mesure dans le tissu urbain non planifié (Hai Ferhat).	148
Figure VI.4. Localisation des stations de mesure dans le tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est).	150
Figure VI. 5. Un sonomètre « <i>Landtek SL5868P</i> ».	151
Figure VI.6. La carte de la distribution des stations de mesure dans la ville de Biskra.	151
Figure VI.7. La carte du niveau de pression sonore pour Biskra.	157
Figure VI.8. Le niveau de pression sonore de 10h00 à 12h00 mesuré en (a) Hai M'cid (A), (b)La Gare (C), (c) Hai Ferhat (D) et (d) ZHUN Est (G), par rapport aux recommandations nationales.	159
Figure VI.9. Le niveau de pression sonore de 10h00 à 12h00. Mesuré en (a) Hai M'cid (A), (b)La Gare (C),(c) Hai Ferhat (D) et (d)ZHUN Est (G), par rapport aux recommandations internationales..	160
Figure VI.10. Classifications des paysages sonores des quartiers sélectionnés selon le classement de l'HUD.	162
Figure VI.11. Classification du paysage sonore de la ville de Biskra selon le HUD	163

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

Figure VII.1. L'interface du logiciel « Excel » auteur 2021.	166
Figure VII.2. (a) Carte de comparaison du niveau sonore et de l'intégration globale, et (b) la corrélation entre le niveau sonore et les valeurs d'intégration globale des lignes axiales dans Hai M'cid (A).	168
Figure VII.3. Images de la rue la plus bruyante (à gauche) et la plus calme (à droite) de Hai M'cid.	169

Figure VII.4. (a) Carte de comparaison du niveau sonore et de l'intégration globale, et (b) la corrélation entre le niveau sonore et les valeurs d'intégration globale des lignes axiales de La Gare (C).	171
Figure VII.5. Images de la rue la plus bruyante (à gauche) et la plus calme (à droite) de La Gare	172
Figure VII.6. (a) Carte de comparaison du niveau sonore et de l'intégration globale, et (b) la corrélation entre le niveau sonore et les valeurs d'intégration globale des lignes axiales de Hai Ferhat (D).	174
Figure VII.7. Images de la rue la plus bruyante (à gauche) et la plus calme (à droite) de Hai Ferhat.	175
Figure VII.8. (a) Carte de comparaison du niveau sonore et de l'intégration globale, et (b) la corrélation entre le niveau sonore et les valeurs d'intégration globale des lignes axiales ZHUN Est (G).	177
Figure VII.9. Images de la rue la plus bruyante et la plus calme de ZHUN Est.	178
Figure VII.10. La corrélation entre le niveau de pression acoustique et la connectivité de (a)Hai M'cid (A), (b)La Gare (C), (c)Hai Ferhat (D) et (d)ZHUN East (G).	184
Figure VII.11. Corrélation entre le niveau de pression sonore et les valeurs NACH de (a)Hai M'cid (A), (b) La Gare (C), (c)Hai Ferhat (D) et (d) ZHUN East (G) segment.	190
Figure VII.12. La corrélation entre le niveau de pression acoustique et les valeurs NAIN de (a) Hai M'cid (A), (b) La Gare (C), (c) Hai Ferhat (D) et (d) ZHUN East (G) segment.	195

LISTE DES TABLEAUX

LA PARTIE THEORIQUE

Chapitre I : Accessibilité & Handicap :

« Les personnes à déficiences visuelles, Un handicap complexe »

Tableau I.1. Vocabulaire des "malvoyant et non-voyant".	24
--	----

Chapitre II : Le son « L'environnement sonores »

Tableau II.1. Vitesse approximative du son dans des milieux courants	45
---	----

Tableau II.2. Puissance sonore de certaines sources	46
--	----

Tableau II.3. Norme de niveau sonore par l'OMS (WHO) et certains pays	71
--	----

LA PARTIE PRATIQUE

Chapitre IV : Présentation des cas d'étude

Tableau V.1. Des différents tissus et quartiers urbains selon l'époque d'apparition dans la ville de Biskra.	101
---	-----

Chapitre V : Application des méthodes d'analyse syntaxique sur les cas d'études

Tableau V.1. Les valeurs globales d'intégration des différents quartiers urbains de Biskra.	119
--	-----

Tableau V.2. Les valeurs d'intégration globale dans le tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid).	120
---	-----

Tableau V.3. Les valeurs d'intégration globale dans le tissu Colonial (La gare).	121
---	-----

Tableau V.4. Les valeurs d'intégration globale dans le tissu urbain non planifié (Hai Ferhat).	123
Tableau V.5. Les valeurs d'intégration globale dans le tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est).	124
Tableau V.6. Les valeurs de connectivité des différents quartiers urbains de Biskra.	127
Tableau V.7. Les valeurs de NACH par segments des quartiers sélectionnés.	128
Tableau V.8. Les valeurs de NAIN par segments des quartiers sélectionnés.	132
Tableau V.9. Le niveau d'accessibilité des quatre quartiers sélectionnés à Biskra.	136
Tableau V.10. L'intégration globale, la connectivité et l'intelligibilité (R ²) des quatre quartiers sélectionnés à Biskra.	137
Tableau V.11. Les valeurs de NACH des quatre quartiers sélectionnés à Biskra.	139
Tableau V.12. Les valeurs de NAIN des quatre quartiers sélectionnés à Biskra.	139

Chapitre VI : Mesure du niveau de pression sonore

Tableau VI.1. Répartition la distribution des stations de mesure dans la ville de Biskra.	142
Tableau VI.2. Nombre et localisation des stations de mesure dans le tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid).	143
Tableau VI.3. Nombre et localisation des stations de mesure dans le tissu Colonial (La gare).	144
Tableau VI. 4. Nombre et localisation des stations de mesure dans le tissu urbain non planifié (Hai Ferhat).	146
Tableau VI. 5. Nombre et localisation des stations de mesure dans le tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est).	148
Tableau VI.6. Répartition des points de mesure dans la ville de Biskra.	152
Tableau VI.7. Les niveaux sonores mesurés dans le tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid).	152
Tableau VI.8. Les niveaux sonores mesurés dans le tissu Colonial (La gare).	153
Tableau VI.9. Les niveaux sonores mesurés dans le tissu urbain non planifié (Hai Ferhat).	154
Tableau VI.10. Les niveaux sonores mesurés dans le tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est).	155
Tableau VI.11. Les valeurs de niveau de pression sonore des quartiers sélectionnés de la ville de Biskra.	157

Tableau VI.12. Norme de niveau sonore par l'OMS (WHO) et certains pays(“Décret Exécutif N°93-184 Du 27 Juillet 1993 Réglementant l’émission Des Bruits.” 1993; Thomas et al. 1995; Zannin, Ferreira, and Szeremetta 2006; de Souza, Alberto, and Barbosa 2020; Segaran et al. 2020). 158

Tableau VI.13. Niveau sonore par rapport à la limite du décret 93-184 de la loi algérienne. 159

Tableau VI.14. Niveau sonore par rapport à la limite acceptée par l'OMS. 161

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

Tableau VII.1. Les niveaux sonores mesurés et d'intégration globale dans le tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid). 167

Tableau VII.2. Les niveaux sonores mesurés et d'intégration globale dans le tissu Colonial (La gare). 169

Tableau VII.3. Les niveaux sonores mesurés et d'intégration globale dans le tissu urbain non planifié (Hai Ferhat). 172

Tableau VII.4. Les niveaux sonores mesurés et d'intégration globale dans le tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est). 175

Tableau VII.5. Les niveaux sonores mesurés et la connectivité des quartiers sélectionnés. 179

Tableau VII.6. Comparaison des corrélations entre le niveau sonore et les valeurs des segments NACH des quartiers sélectionnés. 185

Tableau VII.7. Comparaison des corrélations entre le niveau sonore et les valeurs des segments NAIN des quartiers sélectionnés. 191

Tableau VII.8. Comparaison des corrélations entre le niveau sonore et l'intégration globale, la connectivité, les valeurs des segments NACH et NAIN des quartiers sélectionnés. 196

Tableau VII.9. Comparaison de la corrélation entre le niveau sonore et le coefficient de corrélation entre l'analyse spatiale à haut et bas rayon corrélé à la pression sonore. 196

Chapitre Introductif

« L'égalité est un désir, l'inégalité est un fait

en ce monde. » (Amiel, 1880)

I. Introduction générale

Plus d'un milliard de personnes vivent avec certaine forme d'handicapé ; soit 15% de la population mondiale (World Health Organization,2018). Cette catégorie sociale subit chaque jour une certaine discrimination directe ou indirecte par rapport aux possibilités d'accès dans les différents espaces de la vie quotidienne et/ou professionnelle.

Les personnes à déficiences visuelles ont de grandes difficultés à se déplacer en toute autonomie et sécurité, notamment en ville (Baltenneck et al. 2012). Ils s'appuient généralement sur des compensations sensorielles telles que le son, le toucher et l'odorat pour percevoir et comprendre les espaces architecturaux et urbains (Romedi Passini and Proulx 1988; Thomas 1999). Selon la littérature existante sur ce sujet, la difficulté de s'orienter pour ces personnes ne dépend pas de la complexité du bâtiment, mais plutôt de l'inaccessibilité des repères environnementaux (Romedi Passini 1986). Où, les repères sensoriels jouent un rôle important pour faciliter l'orientation et améliorer la perception de l'espace (Romedi Passini, Proulx, and Rainville 1990). Ces types de repères contribuent à l'amélioration de l'accessibilité de la ville pour les personnes à déficiences visuelles (Thomas 2003). D'autres études ont rapporté que l'audition est utilisée par ces personnes pour déterminer la distance et la taille des objets, ainsi que pour capturer certains éléments de l'environnement, qui servent de guide pour se déplacer dans l'espace (R Passini, Paiement, and Rainville 1991). En effet, les sons générés par les activités de la ville et sa morphologie représentent un complément important pour aider ces personnes à se déplacer dans les environnements bâtis (Baltenneck et al. 2012).

En revanche, l'architecture des quarante dernières années a produit un environnement dominant visuellement qui exclut souvent les autres sens (Pallasmaa 2010). En conséquence, la ville n'est pas lisible pour tout le monde, et cela affecte négativement l'orientation des personnes à déficiences visuelles. Conformément à l'objectif de la durabilité des Nations Unies, dont le but est de rendre les établissements humains inclusifs, sûrs, résilients et durables, il est nécessaire de connaître la configuration spatiale et l'orientation de l'environnement bâti pour les personnes à déficiences visuelles dans le but de garantir le bon fonctionnement et la durabilité des stratégies de planification et de conception urbaines. Pour les architectes et les urbanistes, des connaissances

sont nécessaires sur la relation entre l'espace urbain et les paysages sonores générés par les utilisateurs des environnements bâtis.

Cette structure spatiale a un grand impact sur les activités sociales humaines (Bill Hillier and Hanson 1984). Au fil des ans, la méthode de la space syntax a été affinée dans le but d'analyser l'arrangement des espaces et les schémas de mouvement à travers la configuration spatiale des environnements bâtis (Yamu, van Nes, and Garau 2021) indépendamment des données socio-économiques et locales (van Nes and Yamu 2020). L'application de la space syntax dans les études urbaines consiste en quatre choses ; (1) une définition concise de l'espace urbain et des éléments spatiaux analysés (van Nes and Yamu 2020; Yamu, van Nes, and Garau 2021), (2) un ensemble de techniques pour analyser les interrelations spatiales, (3) un ensemble de méthodes pour corréler les résultats des analyses spatiales avec les des données économiques, et (4) un ensemble de compréhensions et de théories générales sur les interrelations spatiales, l'espace urbain et le comportement humain socio-économique (Bill Hillier 2007).

L'une des mesures clés de la space syntax est l'accessibilité spatiale, qui peut être évaluée par une carte axiale à deux dimensions (Bill Hillier and Hanson 1984; Bill Hillier 2007; 1999). Au fil des années, les résultats des analyses d'intégration axiale ont été corrélés avec les données de flux de piétons et de transport de véhicules à travers le monde. Comme les résultats l'ont montré, plus l'intégration spatiale du réseau routier est élevée, plus le flux de piétons et de véhicules est important (Mahdzar and Safari 2014; Bill Hillier et al. 1993; Alan Penn et al. 1998; Read 1999). Des recherches récentes ont montré qu'il existe également une corrélation entre la consommation d'énergie pour les transports et la configuration spatiale du réseau routier. Plus l'intégration des routes principales dans le réseau est élevée à l'échelle globale, plus la consommation d'énergie pour le transport est élevée. Inversement, plus l'intégration d'un itinéraire interne primaire local à l'intérieur d'un quartier avec une bonne connexion à un itinéraire primaire intégré à l'échelle de la ville est élevée, plus le niveau de mouvement piétonnier est élevé (Koning, Guan, and Tan 2020).

Il existe des recherches de la space syntax liées aux pollutions sonores et atmosphériques. Des recherches sont menées avec les méthodes classiques d'analyse axiale de la space syntax et les enregistrements des pollutions sonores et atmosphériques au Royaume-Uni (Chiaradia 2007; Chiaradia et al. 2009; A. Penn and Croxford 1998; Croxford, Penn, and Hillier 1996; Croxford and Penn 1998). Comme le montrent leurs résultats, les rues à forte pollution sonore se trouvent dans des rues fortement intégrées spatialement. Des recherches plus récentes sur la pollution sonore et l'intégration spatiale ont été menées dans deux villes bulgares densément peuplées. Les résultats des analyses classiques de la syntaxe spatiale ont été corrélés avec les modèles de

simulation de cartographie du bruit et le bruit mesuré sur le terrain. Certaines des mesures de la space syntax semblaient être fortement associées au comptage du trafic et au bruit généré par le trafic. Les auteurs affirment que la méthode de la syntaxe spatiale a un potentiel prédictif élevé au-dessus et au-delà des comptages de trafic (M. Dzhambov, D. Dimitrova, and H. Turnovska 2014). Les mêmes conclusions concernant la pollution sonore et les niveaux d'intégration spatiale ont été trouvées dans un projet de recherche dans la ville de Dhaka. Les chercheurs ont trouvé une forte corrélation entre l'intégration axiale globale et les niveaux de bruit des véhicules (Aman, J.; Rashida 2017).

La carte axiale utilisée dans la méthode de la space syntax est composée des lignes de visée visuelles les plus longues et les moins nombreuses dans un environnement bâti. Par conséquent, il semble contradictoire d'utiliser la space syntax dans la recherche sur les problèmes liés aux personnes à déficiences visuelles. Comme la recherche l'a montré, l'orientation visuelle est cruciale dans les situations de panique. Des preuves à ce sujet ont été trouvées dans un projet de recherche sur l'espace et la panique depuis le tsunami de 2004 à Banda Aceh. La plus grande intégration spatiale du réseau routier du quartier, la facilité de fuite et les taux de mortalité plus faibles. À l'inverse, lorsqu'un réseau local de voirie est davantage un labyrinthe, le niveau d'intégration spatiale est plus faible et le taux de mortalité est plus élevé. Les taux de mortalité dans les quartiers ségrégués étaient dix fois plus élevés que dans les quartiers intégrés spatialement (Fakhrurrazi and Van Nes 2012).

Au cours des deux dernières décennies, des analyses de segments avec pondération angulaire ont été prises en compte lors de la réalisation d'une analyse de la space syntax. Cependant, l'analyse d'intégration axiale globale classique reste un puissant outil d'analyse spatiale, dont le degré d'« intelligibilité » spatiale peut être mesuré à travers la corrélation entre la connectivité et l'intégration axiale globale (Yamu, van Nes, and Garau 2021; Mahdzar and Safari 2014; Jiang and Claramunt 2002). Le degré d'intelligibilité montre à quel point il est facile de s'orienter à travers une ville, simplement en étant à l'intérieur d'un quartier local. Comme l'ont montré les recherches, plus le réseau routier d'un quartier est complexe, plus il est difficile de s'orienter (Nes and Yamu 2021). Le facteur d'intégration globale est un indicateur de l'accessibilité spatiale (Bill Hillier 2005), tandis que l'intelligibilité est un indicateur de la lisibilité des espaces urbains (Mahdzar and Safari 2014). Concernant les mesures récentes de syntaxe spatiale, aucune analyse systématique d'intelligibilité n'a été menée. Par conséquent, les analyses axiales classiques sont appliquées dans cette recherche et incluent la mesure de « l'intelligibilité » spatiale et le niveau des potentiels de « mouvement » dans quatre quartiers différents de la ville de Biskra.

Concernant les analyses de segments, l'analyse de choix angulaire est capable de mesurer le niveau de potentiels de « mouvement traversant » (through-movement) (B Hillier, Yang, and Turner 2012). Ici, les principales routes qui traversent et / entre les différents quartiers sont mis en évidence. Le logiciel de syntaxe spatiale *DepthmapX* est capable de diviser la carte axiale en segments. La longueur du segment et le degré d'écart angulaire entre chaque segment sont pris en compte dans les analyses de choix angulaire. Comme l'ont montré les recherches, le plus grand flux de mouvements humains a tendance à se dérouler le long des routes principales hautement intégrées qui sont bien reliées aux rues locales à proximité (Yamu, van Nes, and Garau 2021; Koning, Guan, and Tan 2020; Nes 2021a; 2021b). Par conséquent, nous avons testé la corrélation entre le niveau sonore et les analyses de choix angulaire normalisé (NACH) ainsi que l'intégration angulaire normalisée (NAIN), et le coefficient de corrélation entre les rayons bas et haut des (NACH) ainsi que (NAIN) dans cette recherche.

La carte axiale peut être utilisée pour spécifier les emplacements du repère sensoriel en fonction des valeurs globales d'intégration et de connectivité, ce qui peut augmenter l'accessibilité des personnes à déficiences visuelles (Belir and Onder 2013). Cependant, les méthodes de la space syntax ne fournissent pas d'informations spécifiques sur le « paysage sonore ».

Cette recherche explore une relation possible entre le niveau sonore et la configuration spatiale bidimensionnelle, en faisant une comparaison entre le niveau de pression sonore de la rue et les différentes valeurs d'intégration et de choix fournies par la méthode de syntaxe spatiale de quatre quartiers différents de la ville de Biskra. L'objectif de la présente étude est d'obtenir des informations spatiales qui pourraient être utiles pour améliorer l'accessibilité des personnes à déficiences visuelles dans les environnements bâtis.

En raison des circonstances qui ont traversé l'Algérie en termes de crise politique telle que « El Hirake » et la crise sanitaire du « Covid 19 », nous n'avons pas pu impliquer les personnes ayant une déficience visuelle dans le projet de recherche. En conséquence, cette étude est considérée comme une première étape pour les futures recherches.

II. Problématique et questions de recherche

D'une manière générale, rendre accessible un espace consiste à prévoir des dispositifs destinés aux personnes handicapées (rampes, portes automatiques, ascenseurs, signalisation, etc.). Si dans le cas du handicap moteur la question est largement envisageable, dans celui du handicap

visuel, elle reste problématique. Pour cela, prévoir des solutions adéquates pose en outre une deuxième difficulté ; celle de l'intégration de ces personnes en dehors de toute discrimination.

Cet état de fait nous ramène à au questionnement suivant :

- Par quels moyens et selon quels concepts pourrait-on aboutir aux solutions adéquates ?
- Cette catégorie utilise la compensation sonore pour se déplacer en ville. Comment, alors, une approche configurative spatiale par l'utilisation de la méthode de la space syntax peut-elle contribuer à révéler une carte mentale sonore pour les personnes déficientes visuelles ? Dans quelle mesure serait-il possible de joindre la carte axiale au relevé des niveaux sonores ?
- La carte axiale représente un moyen d'évaluation de l'accessibilité urbaine sur la base du facteur d'intégration HH. Elle n'informe pas de manière particulière sur cette accessibilité dans le cas des personnes à déficience visuelle. Comment la corrélation des mesures de syntaxe spatiale locale et globale affecte-t-elle les niveaux de pression sonore dans divers types de quartiers ?

III. Les hypothèses

- Une meilleure intégration des personnes mal et/ou non voyantes passe par l'utilisation des moyens de compensation correspondant aux autres sens et l'ouïe en particulier.
- Comme on le présume, les différents niveaux sonores des véhicules et la présence de personnes dans les rues doivent alors donner aux déficients visuels une cartographie mentale du réseau urbain en milieu bâti.
- Cette recherche s'appuie sur l'hypothèse selon laquelle il serait possible d'approcher l'accessibilité chez les personnes à déficience visuelle par le biais d'une association entre les mesures des niveaux sonores et les méthodes d'analyse de la syntaxe spatiale.

IV. Les objectifs de l'étude

- L'objectif global de la recherche est de révéler la corrélation entre les niveaux de bruit extérieur et la configuration spatiale du réseau routier dans les environnements bâtis.
- Vérifier si cette association est possible et dans quelle mesure elle pourrait informer sur l'accessibilité en ville chez les personnes déficientes visuellement.

- Améliorer la vie des personnes à déficience visuelle pour ensuite mettre en place une conception intégrée qui permet d'éviter toute ségrégation spatiale ou d'usage. Permettre une autonomie et une intégration des personnes à déficience visuelle.

V. Le cadre d'étude

Le cadre d'étude de cette recherche porte essentiellement sur les tissus urbains dans la ville de Biskra, Algérie. Selon le contexte historique de la ville de Biskra, nous avons sélectionné les différents tissus urbains selon l'époque d'apparition dans la ville de Biskra, ensuite nous avons choisi parmi eux quatre (04) tissus urbains comme cas d'étude ;

- Le quartier « Hai M'cid » : Le tissu urbain de l'ancienne ville de Biskra.
- Le quartier « La Gare » : Le tissu urbain Colonial planifié.
- Le quartier « Hai Ferhat » : Le tissu urbain auto-construit non planifiés.
- Le quartier « El Alia » : Le tissu urbain Contemporain ZHUN Est.

Ce choix est fait dans l'optique que ces quatre (04) tissus urbains soient différents, afin d'effectuer une étude comparative et vérifier les hypothèses de la recherche.

VI. La méthodologie de recherche

La space syntax a été appliquée dans le monde entier et combine et analyse à la fois l'intégration spatiale et les débits de circulation des piétons. Par conséquent, une base de données substantielle existe pour faire des déclarations générales et des théories concernant l'espace urbain et le mouvement humain (Bill Hillier 2007). La théorie du mouvement naturel (Bill Hillier et al. 1993; Alan Penn et al. 1998), affirme que plus l'intégration spatiale du réseau routier est élevée, plus le flux de mouvement humain est élevé. Comme on le présume, plus la présence de personnes dans les rues est élevée, qu'elles se déplacent en véhicule ou à pied, plus le niveau de bruit est élevé. L'hypothèse de cette étude est qu'il doit y avoir une corrélation positive entre le niveau de bruit et le degré d'intégration spatiale dans les espaces urbains. Afin de vérifier cette hypothèse, un historique des cas étudiés a d'abord été présenté pour déterminer la configuration spatiale des différents types de quartiers de Biskra à l'aide de la syntaxe spatiale. Pour comprendre la caractérisation du son urbain, des mesures de pression sonore ont été enregistrées dans quatre quartiers sélectionnés et ont été comparées aux recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Enfin, les résultats des analyses de la space syntax et des caractérisations sonores urbaines sont comparés entre eux.

VII. La structure de la thèse

La recherche rapportée dans la présente thèse se présente en deux (02) parties et sept (07) chapitres. La première partie ; théorique est constituée de trois premiers chapitres. La deuxième partie est pratique concernant les quatre chapitres présentant le cadre analytique de l'étude. Ainsi qu'une introduction générale introduit les sept chapitres, et une conclusion générale. Donc, la thèse est structurée comme suit :

Chapitre introductif

Le chapitre introductif comporte la présentation de la problématique de recherche dans laquelle on expose les questions de recherche, les hypothèses à vérifier, les objectifs à atteindre, le cadre d'étude, ainsi que la méthodologie de la recherche, et la structure de la thèse.

La première partie : Partie théorique

Elle constitue la synthèse d'une recherche bibliographique dont l'objectif est d'assimiler tout le corpus théorique et analytique, de différentes disciplines relatives au sujet de la présente thèse ; en termes de concepts, approches et méthodes d'investigation. Elle se divisera en 03 chapitres suivants :

Premier chapitre : Accessibilité & Handicap : « Les personnes à déficiences visuelles, Un handicap complexe »

Ce chapitre se concentre sur l'accessibilité en tant qu'avantage pour les personnes handicapées et cherche comment les personnes à déficience visuelle se déplacent dans la ville. Pour répondre à cette problématique, il faut entrer dans le monde d'handicapé en général et du déficient visuel en particulier, afin de comprendre le comportement des personnes déficientes visuelles, ces moyens de compensation, leurs modes de perception, les stratégies d'orientation et de déplacement en ville. Enfin, nous allons voir les aménagements et dispositifs d'aide à l'accessibilité des personnes à déficiences visuelles actuels, car c'est à partir de ces informations qu'il sera possible d'étudier des solutions et d'apporter de réelles améliorations de leur cadre de vie. Où, on n'a constaté que les repères sonores en une grande importance pour faciliter le déplacement, la perception et l'orientation spatiale chez les handicapés visuels.

Deuxième chapitre : Le son : « L'environnement sonores »

Dans ce chapitre, nous avons abordé les notions de base de l'acoustique, en nous focalisant sur les caractéristiques fondamentales des sons, comme la fréquence l'intensité, la puissance sonore et autre. Ensuite, nous avons mis l'accent sur les trois phases du son au champ libre qui

sont : l'émission, la propagation et la réception. Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous explorerons la relation entre la forme urbaine et l'environnement sonore, ainsi que les paysages sonores et la qualité du son environnemental, en particulier dans les zones urbaines. À la fin de ce chapitre et après l'identification des principaux instruments de mesure du son et la présentation de ses modes de fonctionnement, nous avons déterminé les principaux modes de représentation des indicateurs sonores mesurables.

Troisième chapitre : Analyse et évaluation de l'environnement urbain : « Méthodes et techniques de la space syntax »

Ce chapitre présente la space syntax qui constitue le cadre théorique et méthodologique de cette étude, il définit les bases théoriques et les outils d'analyse qui seront utilisés dans la partie pratique. Il abordera séparément la théorie, l'évolution, les objectifs, les concepts clés liés à l'analyse syntaxique, et les outils et techniques analytiques, les méthodes de mesure et les modèles de syntaxe spatiale via le logiciel *Depthmap*. Il dévoilera ensuite l'application de la théorie et des méthodes de la space syntax dans certaines études d'analyse spatiale de l'environnement urbain, pour répertorier tout le savoir-faire et l'expérience antérieure, et en même temps de nouveaux indices de recherche ; pour éviter les résultats déjà dérivés et vérifiés par d'autres études antérieures.

La deuxième partie : Partie pratique

Elle est consacrée au processus d'investigation ; par la présentation des cas d'étude, le protocole de recherche, l'investigation, les résultats et leurs interprétations. Elle se compose de trois chapitres suivants :

Quatrième chapitre : Présentation des cas d'étude

Il est divisé en deux parties. La première est destinée à la présentation du contexte d'étude de cette recherche qui consiste, en premier lieu, à présenter la ville de Biskra, en abordant les données relatives à sa situation, ses caractéristiques historiques, géographiques, démographiques, et climatiques. En deuxième lieu, elle aborde la présentation des cas d'étude ; quatre (04) tissus urbains dans la ville de Biskra, choisis selon le contexte historique de la ville.

Cinquième chapitre : Application des méthodes d'analyse syntaxique sur les cas d'études

Dans ce chapitre, on s'intéresse à la configuration spatiale des quatre (04) tissus urbains choisis de la ville de Biskra. Pour cela, nous procédons aux méthodes d'analyse syntaxique des

quatre types de quartiers différents. On vise à quantifier les propriétés spatiales à travers de nombreuses mesures et graphes, qui sont développées par la space syntax (Croxford, Penn, and Hillier 1996), ce choix est basé sur le fait que la space syntax traite principalement l'aspect topologique de l'espace et fournit des techniques et des outils permettant de mesurer quantitativement l'environnement à travers plusieurs variables. Les analyses qui seront effectuées sont : l'analyse axiale (Fewest- Line) ; l'intégration et la connectivité, et les récentes analyses de syntax analyses ; choix angulaire normalisé (NACH) et l'intégration de segment normalisée (NAIN).

Sixième chapitre : Mesure du niveau de pression sonore

Dans cette partie, nous échantillonnerons et localiserons des stations de mesure pour couvrir toute la ville. Nous décrivons ensuite la méthode de mesure de l'intensité sonore et les outils de mesure utilisés dans cette étude *in situ*, destinée à étudier et évaluer l'environnement sonore pour déterminer sa qualité. Cette partie sera basée sur une étude comparative et une analyse des niveaux sonores réels de quatre différents types de quartiers couvrant toute la ville de Biskra par cent cinquante-quatre (154) stations de mesure réparties dans toute la ville de Biskra. Ensuite, dans l'étape suivante, nous analyserons les niveaux sonores selon les recommandations nationales et internationales.

Septième chapitre : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

Dans ce chapitre, consiste à corrélérer les résultats des mesures sonores avec les différentes valeurs d'analyses de la space syntax. En première partie de ce chapitre, on va corrélérer les résultats des analyses axiales classiques, et en deuxième partie, on corrélèra les résultats du choix angulaire normalisé (NACH) et de l'intégration de segments angulaires normalisés (NAIN) au niveau de pression sonore des segments respectifs.

Conclusion générale

On achève cette étude avec une conclusion générale qui présente les principaux apports et aboutissement de l'étude, et elle résume tous les résultats obtenus. Ainsi que, dans cette partie, on va élaborer une panoplie de recommandations sur la configuration spatiale qui peuvent aider les urbanistes, les architectes, et tous les intervenants dans la conception et l'aménagement des tissus urbains d'une manière optimise l'accessibilité des déficients visuels. La conclusion générale va présenter également les limites de la recherche, et les suggestions pour des travaux futurs.

VIII. Représentation schématique de la structure de notre thèse

La figure.1 ; indique une représentation schématique de la structure de la présente thèse qui vient clore notre chapitre introductif.

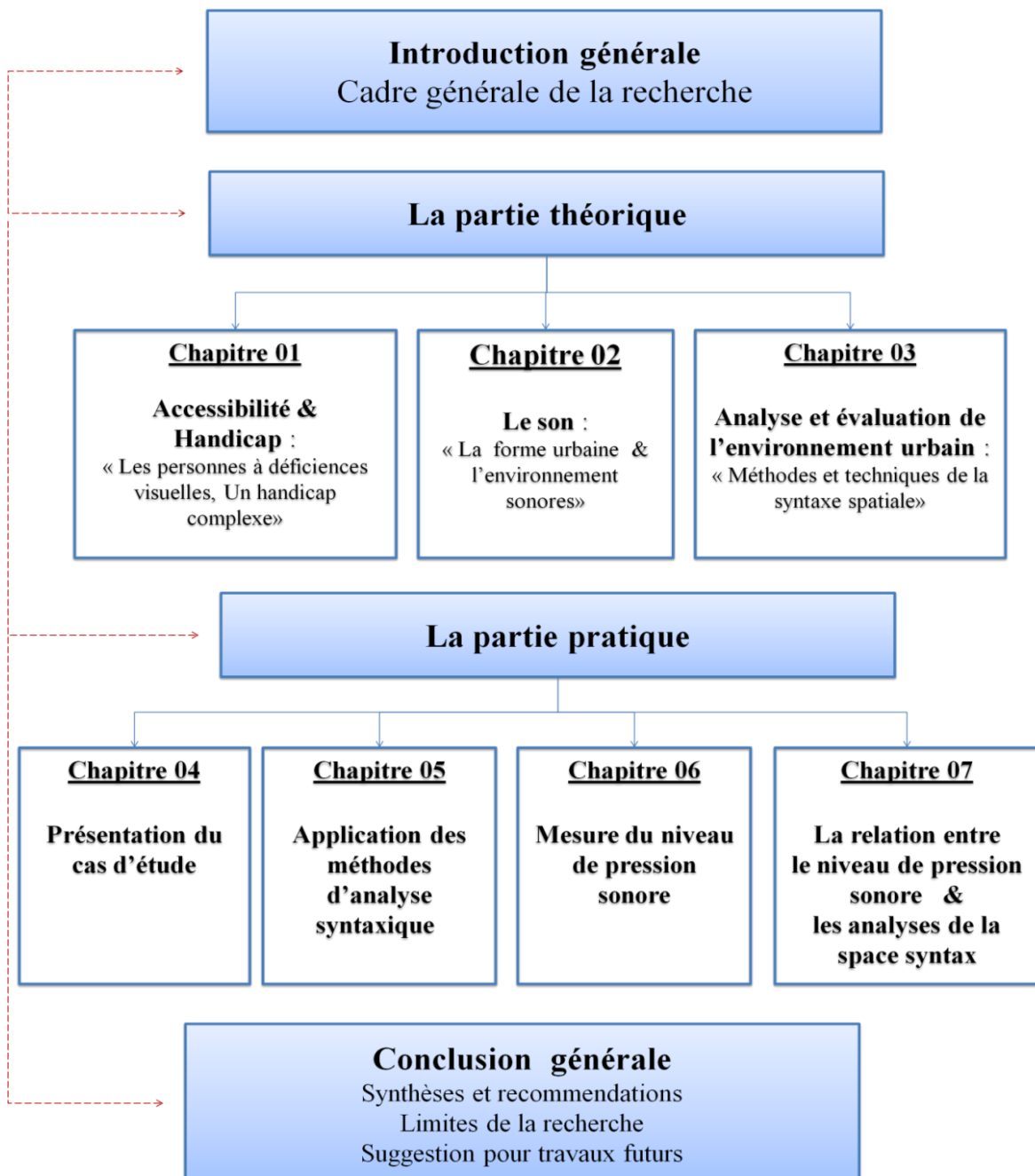


Figure.1. Représentation schématique de la structure de notre thèse (Auteur).

LA PARTIE THEORIQUE

Chapitre I

*Accessibilité & Handicap :
« Les personnes à déficiences visuelles,
Un handicap complexe »*

Introduction

Dans ce chapitre on va définir l'accessibilité comme un avantage pour les handicapés et cherche comment les personnes à déficience visuelle chemine-t-ils dans la ville. Pour répondre à cette problématique il faut que nous entamions le monde des handicapés en général et des handicapes visuel en particulier, afin de comprendre le comportement des personnes a déficience visuelle, ces moyens de compensation, laures modes de perception, les stratégies d'orientation et de déplacement en ville. Enfin, en va voir les aménagements et dispositifs d'aide à l'accessibilité des personnes déficientes visuelles actuels, car c'est à partir de ces informations qu'il sera possible d'étudier des solutions et d'apporter de réelles améliorations au cadre de la vie.

I.1.Accessibilité

Un environnement accessible est un environnement qui permet une liberté, une facilité de déplacement et d'utilisation, sans aucune condition de gêne liée à l'âge, au sexe, et aux déficiences. Un espace ou un produit pouvant être utilisé par toutes et tous, sans obstacles, avec dignité et le plus d'indépendance possible.

I.1.1. L'accessibilité ; une définition

La racine du mot accessibilité vient du mot "ACCÈS" qui signifie « possibilité d'aller, de pénétrer dans un lieu, d'entrer, ...etc. », ce qui indique la possibilité de circulation sans obstacles (Plantier-Royon 2009) (p. 6). L'accessibilité signifie que toute personne à un accès égal à l'environnement bâti, sans discrimination liée au niveau de capacités de la personne. Elle peut se définir comme l'opportunité pour un individu, en n'importe quel lieu et quelles que soient ses capacités, de prendre part à une activité particulière ou un ensemble d'activités au sein de l'environnement bâti (Plantier-Royon 2009) (p. 2). Elle implique que cet environnement soit réellement utilisable par tous.

I.1.2. Les axes principaux de l'accessibilité

Au sein d'un territoire donné, l'accessibilité s'articule autour de trois axes principaux (Plantier-Royon 2009) (p. 6) ;

I.1.2.1. Accessibilité environnementale

- Résidences privées habitées par des personnes handicapées
- Bâtiments recevant du public : centres de santé, écoles, lieux de travail, mairies et autres bâtiments administratifs
- Equipements publics : marchés publics, terrains de sport, etc.
- Les équipements publics liés à l'eau et à l'assainissement : puits, toilettes ou douches collectives, toilettes, etc.
- Lieux publics extérieurs : rues, places, parcs, parkings.

I.1.2.2. Accessibilité des transports

- Transports publics : en particulier dans les pays en développement, bus et trains.
- Services de transport adapté et de livraison porte-à-porte.

I.1.2.3. L'accessibilité des moyens d'information et de communication

- Signalisation dans les bâtiments publics ou les villes.
- Accès aux nouvelles technologies de l'information : outils informatiques, sites Internet accessible, sous-titrage à la télévision, et téléphonie.
- Documents en braille.
- Langue des signes pour les personnes sourdes.

L'accessibilité à l'environnement physique ne se limite pas aux rampes d'accès aux bâtiments. **Elle doit permettre et faciliter le déplacement dans une vision globale** (Plantier-Royon 2009; Emploi 2020).

L'accessibilité est un terme initialement relatif au **monde du handicapés** mais étendu à l'ensemble des citoyens et utilisé pour désigner l'accès aux domaines (<http://dictionnaire.education/fr/accessibilite>).

I.2. Le handicap

Le tout premier rapport mondial sur le handicap, produit conjointement par l'OMS et la Banque mondiale, suggère que plus d'un milliard de personnes dans le monde souffrent aujourd'hui d'un handicap.

De manière générale, le terme handicap désigne l'incapacité d'une personne à vivre et à agir dans son environnement en raison de déficiences physiques, mentales, ou sensorielles. Il se traduit la plupart du temps par des difficultés de déplacement, d'expression ou de compréhension chez la personne atteinte.

I.2.1. Définition du handicap de l'OMS, Organisation Mondiale de la Santé

L'organisation mondiale de la santé associe au mot handicap le mot « Incapacités ». Elle le définit comme "un problème de fonction ou de structure corporelle ; la limitation d'activité est une difficulté que le sujet éprouve à effectuer une tâche ou un mouvement ; la limitation de la participation est un problème qui empêche le sujet de participer pleinement aux situations de la vie quotidienne".

En 1980, l'Organisation Mondiale de la Santé a adopté une classification d'International des déficiences, Incapacités et Handicaps, connue en France est appelée : la Classification Internationale du Handicap (CIH) (Organization 1980).

La CIH est basée sur les conséquences de l'incapacité due à un accident de la vie ou à une maladie. Il affiche les termes suivants (<http://references.modernisation.gouv.fr/21-deficiences-incapacite-et-handicap-une-question-de-contexte-0>) :

Les déficiences sont des écarts de fonctionnement d'un organe ou d'un sens par rapport au fonctionnement normal de cet organe. Les principales déficiences sont de trois types :

- Sensorielles
- Mentales
- Motrices

Ces déficiences peuvent conduire à des incapacités, c'est-à-dire des impossibilités pour la personne déficiente de faire certaines actions.

Le handicap se définit quant à lui comme la perte ou la restriction pour un individu de participer à la vie de la collectivité à égalité avec les autres. La traduction française de la classification internationale du handicap parlait de " désavantage ".

En 2001, l'OMS remplace la CIH par la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF) (Organization 2001). Cette dernière apporte une dimension plus sociale au handicap et retient 3 éléments :

- Le corps,

- Les activités
- La participation.

Pendant très longtemps, la définition du handicap reposait sur la notion de déficiences sans prendre en compte le contexte social, ce qui renforçait l'approche négative de la personne handicapée. La CIF pointe les causes directes produites par l'environnement (<https://www.c2rp.fr/publications/c2dossier-emploi-et-lacompagnement-des-personnes-en-situation-de-handicap>). Car ce qui crée la situation de handicap au final, c'est bien un environnement inadapté et non plus la déficience elle-même. C'est pourquoi aujourd'hui nous ne parlons de « personne en situation de handicap ». (<https://informations.handicap.fr/a-definition-du-handicap-6028.php>).

I.2.2. Le handicapé en Algérie

L'Algérie compte environ 3 millions de personnes handicapées, soit 10% de sa population. Les personnes handicapées sont confrontées à une discrimination directe ou indirecte dans tous les domaines de la vie quotidienne. Les espaces dits « publics » sont inaccessibles aux personnes handicapées physiques, bien que l'accès soit parfois garanti par la loi. Il est presque impossible pour les personnes ayant une vision réduite d'obtenir des textes imprimés dans des formats auxquels elles peuvent accéder (p. à la privation Les handicapés libres, les handicapés mentaux sont souvent exclus des lieux publics car le public rechigne à les avoir sous les yeux (<https://www.algerie360.com/air-algerie-interdite-dembarquement-car-handicapee/>).

I.2.2.1. Personnes handicapées par la loi Algérienne

Une « personne handicapée » est une personne présentant une déficience physique, mentale, intellectuelle ou sensorielle de longue durée qui interagit avec diverses barrières qui peut l'empêcher de participer pleinement et efficacement à la société sur la base de l'égalité avec les autres. («Décret Présidentiel N° 09-188 Du 17 Jomada El Oula 1430 Correspondant Au 12 Mai 2009 Portant Ratification de La Convention Relative Aux Droits Des Personnes Handicapées, Adoptée Par l'assemblée Générale Des Nations Unies Le 13 Décembre 2006.» 2009).

I.2.2.2. Les droits des personnes handicapées par la loi Algérienne

En ratifiant la Convention relative aux droits des personnes handicapées en 2009, l'Algérie s'est engagée à garantir la promotion et la protection des droits des personnes handicapées, notamment par l'inclusion, l'accessibilité et la protection contre toute discrimination.

C'est ainsi que les articles 34 et 72/5 de la Constitution prévoient la protection et la promotion des droits des personnes handicapées.

La loi n° 02-09 du 8 mai 2002 relative à la protection et à la promotion des personnes handicapées, promulguée avant la ratification de la Convention relative aux droits des personnes handicapées (CDPH), est toujours en vigueur et est le seul texte législatif qui régit le handicap. Pour répondre aux attentes des personnes handicapées en matière d'égalité des droits et des chances, de participation et de citoyenneté :

- Le droit à compensation.
- La scolarité.
- L'emploi.
- Transport.
- L'accessibilité, etc. (“Décret Présidentiel N° 09-188 Du 17 Joumada El Oula 1430

Correspondant Au 12 Mai 2009 Portant Ratification de La Convention Relative Aux Droits Des Personnes Handicapées, Adoptée Par l'assemblée Générale Des Nations Unies Le 13 Décembre 2006.” 2009).

I.2.2.2.1. Prise en charge des personnes handicapées

La loi n° 02-09 du 8 mai 2002 porte sur les questions relatives à la prévention du handicap, la prise en charge des personnes handicapées, l'accès aux soins, la rééducation fonctionnelle, la réadaptation, l'éducation, l'enseignement professionnel, la formation professionnelle, l'insertion dans la vie active et la couverture sociale. Le décret d'application de la loi a été promulgué. Ils concernent spécifiquement :

- Le bénéfice d'une aide financière,
- La réservation d'un quota de postes de travail,
- La création d'établissements de travail protégé,
- L'accessibilité à l'environnement physique, social et culturel,

- La création de centres de formation professionnelle et d'apprentissage spécialisés pour personnes handicapées. ("Loi N° 02-09 Du 25 Safar 1423 Correspondant Au 8 Mai 2002 Relative à La Protection et à La Promotion Des Personnes Handicapées" 2002)

I.2.2.2.2. Egalité et non-discrimination

L'article 32 de la Constitution algérienne stipule "*Tous les citoyens sont égaux devant la loi*" (Nations Unies 2006) et interdit toute discrimination "fondée sur la naissance, la race, le sexe, l'opinion ou toute autre condition ou circonstance personnelle ou sociale". Le Code pénal criminalise la discrimination fondée sur le handicap.

I.2.2.2.3. L'accessibilité (Article 9)

Pour que les personnes handicapées puissent vivre de manière indépendante et participer pleinement à tous les aspects de la vie, les États parties devraient prendre des mesures appropriées pour garantir leur accès à l'environnement physique, aux transports, à l'information et à la communication, y compris les systèmes et technologies de l'information et de la communication, et à d'autres installations et les services ouverts ou fournis au public dans les zones urbaines et rurales ("Décret Présidentiel N° 09-188 Du 17 Joumada El Oula 1430 Correspondant Au 12 Mai 2009 Portant Ratification de La Convention Relative Aux Droits Des Personnes Handicapées, Adoptée Par l'assemblée Générale Des Nations Unies Le 13 Décembre 2006." 2009).

I.2.3. Les différents types de handicap

La Classification Internationale du Fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF) a été élaborée dans les années 2001 par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), et distingue 5 types de handicaps : moteur, sensoriel, psychique, mentale ainsi que les maladies invalidantes (Organization 2001). En revanche, on va citer quatre types les plus répandus.

I.2.3.1. Le Handicap Moteur

Il concerne les personnes circulant en fauteuil roulant (manuel ou électrique), ou mal marchantes se déplaçant avec un déambulateur, des béquilles (<https://www.tourisme-handicap.gouv.fr/fr/handicap-moteur>).



Figure. I.1. Exemples de symboles de déficience motrice (<https://tourisme-handicaps.org/les-marques-nationales/tourisme-handicap/th-presentation/th-4-principales-deficiences/>).

I.2.3.2. Le handicap sensoriel ; Il englobe le handicap visuel et le handicap auditif.

I.2.3.2.1. Le Handicap Visuel

Il concerne les personnes dites non-voyantes, qui sont affectées par une cécité totale, ou les personnes malvoyantes qui ont une vision floue et un champ visuel réduit. Elles se déplacent le plus souvent avec une canne blanche ou avec un chien guide (<https://www.tourisme-handicap.gouv.fr/fr/handicap-visuel>). Presque 142 966 Algériennes seraient concernées (ONS 1998).



Figure. I.2.Exemple de symbole de déficience visuelle (<https://tourisme-handicaps.org/les-marques-nationales/tourisme-handicap/th-presentation/th-4-principales-deficiences/>).

I.2.3.2.2. Le Handicap Auditif

Il concerne les personnes nées sourdes ou qui ont perdu l'ouïe, ou les personnes malentendantes, qui touche 61 046 Algériennes (ONS 1998). Elles n'entendent pas la parole et ne peuvent être aidées que par des techniques visuelles (écrit, signaux visuels, langue des signes...). Les personnes dites « malentendantes » disposent d'un reste auditif exploitable.(<https://www.ccah.fr/CCAH/Articles/Les-differents-types-de-handicap>).



Figure. I.3. Exemple de symbole de déficience auditive (<https://tourisme-handicaps.org/les-marques-nationales/tourisme-handicap/th-presentation/th-4-principales-deficiences/>).

I.2.3.3. Le Handicap Mental

C'est un handicap de la compréhension, de la communication et de la décision. Les personnes éprouvent des difficultés à se situer dans l'espace et dans le temps. Cela nécessite une compensation adaptée par des pictogrammes, des signes faciles à comprendre ou par une aide humaine (www.handicap.gouv.fr).



Figure. I.4. Exemple de symbole de déficience cognitive (<https://tourisme-handicaps.org/les-marques-nationales/tourisme-handicap/th-presentation/th-4-principales-deficiences/>).

I.4. Les personnes à déficiences visuelles : Un handicap complexe

Lorsqu'on parle d'accessibilité, on imagine toujours une rampe ou une porte automatique. En revanche, il n'y a pas que le handicap moteur. L'accessibilité est plus qu'un simple dispositif pour le handicap visuel. Ainsi, en va entamer le monde des personnes à déficiences visuelles pour mieux comprendre ce handicap complexe.

I.4.1. Principales formes de déficiences visuelles

La déficience visuelle est définie par 2 critères objectifs :

- La mesure de l'acuité visuelle (AVL)
- L'état du champ visuel

La malvoyance : $AVL \leq 0,3$ (3/10) - avec correction optique, ou champ visuel réduit à 20°

La non voyance (cécité) : $AVL \leq 0,05$ (1/20) - avec correction optique, ou champ visuel réduit à 10°. (Rééducation, n.d.).

Selon la définition internationale de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) datant de 2001 (Organization 2001), la capacité visuelle peut être décomposées en cinq catégories, les données se réfèrent à l'acuité visuelle du meilleur œil après corrections optiques et tiennent compte également du champ visuel (Organization 2001; Langevin et al. 2014):

Catégorie I : La déficience visuelle moyenne, entre 3/10° et 1/10° avec un champ visuel supérieur à 20° (Réalisation des activités presque normalement avec une aide simple : lunettes, loupe).

Catégorie II : La déficience visuelle sévère, entre 1/10° et 1/20° avec un champ visuel supérieur à 20° (Possibilité de s'appuyer sur la vision AVEC des aides spécifiques mais réalisation des activités plus lente et fatigabilité importante).

Les 3 catégories qui suivent correspondent à la notion de cécité (non-voyants).

Catégorie III : La déficience visuelle profonde, entre 1/20° et 1/50° avec un champ visuel entre 5° et 10° (La vision seule empêche une activité classique, même avec des aides techniques. Appui sur l'ouïe et le toucher).

Catégorie IV : La cécité presque totale, entre 1/50° et perception de lumière avec un champ visuel inférieur à 5° (Appui sur les autres sens).

Catégorie V : La cécité absolue (Absence totale de perception de lumière. Appui total sur les autres sens).

I.4.2. Principales formes de malvoyances

I.4.2.1. Atteinte de la vision centrale

L'atteinte de la vision centrale concerne essentiellement la vision de près et la vision précise et provoque des incapacités totales ou partielles d'écriture, de lecture, de coordinations oculo-manuelles fines. Elle nécessite l'utilisation de moyens de grossissement, de se rapprocher de ce que l'on regarde et parfois d'excentrer son regard – regarder à côté de ce que l'on veut voir (Eric 2018).

I.4.2.2. Atteinte de la vision périphérique

Les personnes n'ont plus de perception visuelle possible, ou de qualité suffisante, autour du point de fixation. Leur champ visuel se rétrécit jusqu'à devenir tubulaire. Elle concerne la vision du mouvement, la recherche visuelle, la vision de nuit et provoque des incapacités, totales ou partielles de déplacements, de poursuite visuelle, de contrôle visuel par faible éclairage (CFPSAA 2010a).

I.4.2.3. La vision floue

Implique une réduction de l'acuité visuelle par opacification des milieux transparents de l'œil, concerne la vision précise, celle des contrastes et des couleurs et provoque des incapacités totales ou partielles de lecture et de déplacements, de perception des reliefs, une forte sensibilité à l'éblouissement (CFPSAA 2010b).

I.4.2.4. Atteintes Visuelles d'origine cérébrale

Suite à un traumatisme ou à une lésion cérébrale notamment (cécité corticale, agnosie visuelle) (CFPSAA 2010a).



Vision normale

Vision floue





Atteinte à la vision centrale



Atteinte à la vision périphérique

Figure. I.5. Principales formes de déficience visuelle & malvoyances. (CFPSAA 2010a) (P .11).

I.4.3. Vocabulaire spécifique des personnes a déficience visuelle

Le tableau suivant résume les quelques termes à connaître pour comprendre le monde du malvoyant et du non-voyant :

Tableau. I.1. Vocabulaire des "malvoyant et non-voyant"
(<https://accessibilite.ooreka.fr/comprendre/mal-voyant>)

MAL VOYANT ET NON-VOYANT : VOCABULAIRE

Haptique	Qualifie les interfaces (mécaniques et/ou logicielles) convertissant le toucher en « Sensations » comme : le poids, les pressions, mouvements, etc.
Kinesthésie	Concerne toutes les sensations physiques qui accompagnent les mouvements du corps.
Proprioception	<ul style="list-style-type: none">• Proprioception et kinesthésie sont des termes très proches :• Proprioception s'attache davantage à la position dans l'espace ;• Kinesthésie : touche aux mouvements eux-mêmes. La kinesthésie est une clé de la mémoire musculaire (processus de mémorisation du système neuro-moteur).

I.5. Comportement des personnes a déficience visuelle (mal et non- voyants)

Les personnes à déficience visuelle ont de grandes difficultés à se déplacer en toute autonomie et sécurité, notamment en ville. Ils s'appuient généralement sur des compensations sensorielles telles que le son, le toucher et l'odorat pour percevoir et comprendre les espaces architecturaux et urbains (Romedi Passini and Proulx 1988; Thomas 1999).

La notion d'espace est constamment associée à la vision, mode sensoriel privilégié pour le développement des capacités spatiales, vu sa perception globale et simultanée. Un problème survient alors quant aux capacités de compréhension de l'espace chez les déficients visuels, puisque les perceptions auditives et tactiles sont séquentielles et fragmentaires, rendant difficile l'appréhension globale des relations spatiales. Il est donc important, pour se travail, de connaître leurs stratégies d'orientation, ainsi que la manière dont ils perçoivent et se représentent mentalement un espace.

I.5.1. Moyens de compensation des personnes a déficience visuelle

Les moyens de compensations pour les personnes à déficience visuelle sont, l'ouïe, la perception des masses, le toucher, l'odorat, la mémorisation, les aides humaines et l'aide animalière (CFPSAA 2010b; 2010a).

I.5.1.1. L'ouïe

I.5.1.1.1. Interprétation d'éléments passifs par la perception des masses

L'analyse du bruit ambiant par rapport aux éléments statiques facilite le guidage à partir des repères sonores fixes, (ex : les échos de la façade, murs, haies denses, etc.) (CFPSAA 2010b; 2010a).

I.5.1.1.2. Interprétation d'éléments actifs par la perception de sons ou de bruits en mouvement

Le bruit des véhicules en mouvement, le démarrage des voitures, les pas des piétons dans les escaliers ou les grands espaces (places, dalles) permettent aux personnes a déficience visuelle de reconnaître le sens de déplacement. On peut alors naturellement choisir d'aller ou venir sur un axe, (Ex : les sons provenant de hautparleurs, de balises sonores, ou de mobiliers tels que des fontaines ou des escalators, etc.). Les personnes affineront une stratégie de déplacement en incitant et en ciblant un point (flèche sonore), pour se diriger dans un espace identifié (CFPSAA 2010b; 2010a).



Figure. I.6. Caricature présente l'utilisation de l'ouïe par les non et mal voyant (CFPSAA 2010b ; 2010a).

I.5.1.3. Le toucher

Directement ou indirectement, le toucher est causé par le contact des mains, des pieds, du corps et de l'environnement immédiat. Ce contact informera la personne. L'interprétation de la perception se fait en fonction des sensibilités et des conditions extérieures de chacun (atmosphère humide, temps froid entraînant des mains « moites » ou des doigts engourdis, etc.) (CFPSAA 2010b; 2010a).

I.5.1.4. L'odorat

Les parfums sont volatils, donc la précision des informations est moins fiable, mais ils peuvent se localiser et localiser une zone. Ce sens affirme l'identification d'une entrée, d'un lieu, d'une ambiance (entrée de métro, boulangerie, jardin public, etc.) (CFPSAA 2010b; 2010a).

I.5.1.5. La canne longue

L'utilisation de la canne longue par balayage régulier sur le sol permet de détecter les obstacles (Figure. I.14) et de donner des informations par le toucher, les vibrations transmises ou par le bruit émis sur la nature du sol.

Cependant, la canne ne permet pas de détecter tous les obstacles.

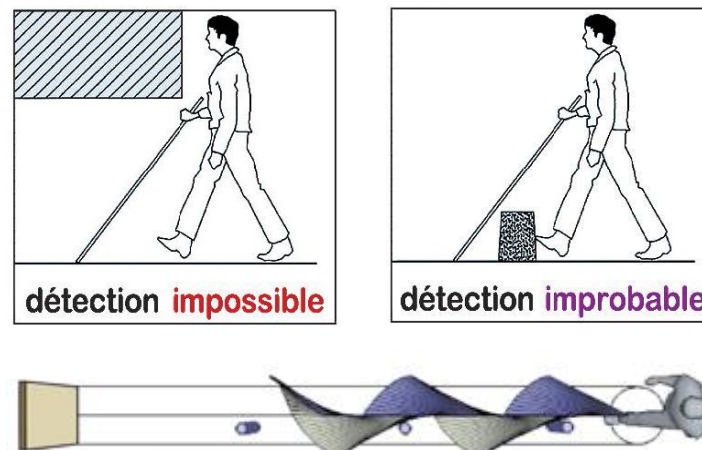


Figure. I.7. L'utilisation de la canne longue par les non et mal voyant (Cerema 2014)

I.5.1.6. Les aides animalières

Les chiens-guides sont formés par des éducateurs qualifiés et favorisent l'autonomie, le confort et la sécurité des personnes ayant une déficience visuelle, tout en étant un vecteur respectable de communication. Au terme de la période d'éducation de 6 à 9 mois, le chien (CFPSAA 2010a) :

- Guide son maître sur des parcours connus ou inconnus en gardant l'axe d'un cheminement ;
- Mémorise des trajets et des lieux familiers (magasins, gares, entrées d'immeubles)
- Répond à des ordres usuels ;
- Distingue sa gauche de sa droite ;
- Recherche à la demande de son maître les passages piétons, portes, escaliers, arrêts de bus, sièges, guichets, caisses ;
- Évite les obstacles au sol, latéraux et en hauteur ;
- Emprunte tout transport (taxi, bus, train, métro, avion).

I.5.2. La perception chez les personnes à déficience visuelle

I.5.2.1. La perception

La perception est la principale forme de contact cognitif de l'homme avec le monde qui l'entoure (Efron 1969).

En psychologie, la perception désigne l'« Opération psychologique complexe par laquelle l'esprit, en organisant les données sensorielles, se forme une représentation des objets extérieurs et prend connaissance du réel » (<http://www.cnrtl.fr/definition/perception>).

I.5.2.2. La perception de l'espace

La perception de l'espace désigne les processus sensoriels, notamment visuels et auditifs, qui permettent de localiser un objet dans l'espace. L'hippocampe du cerveau joue un rôle important dans l'acquisition des connaissances spatiales, le lobe pariétal ayant aussi des fonctions importantes concernant la perception spatiale (https://fr.wikipedia.org/wiki/Perception_de_l'espace).

I.5.2.3. Les Modes de perception chez les personnes à déficience visuelle

L'homme a évolué et a développé de nombreux outils sensoriels qui lui permettent de percevoir les signaux de son environnement pour comprendre l'espace et s'orienter (Malouin 2013). Le système de perception humaine peut être divisé en sept sous-systèmes : la vue, l'ouïe, l'odorat, le goût, le toucher, le corps (os, muscles et mouvement) et l'intuition (Holl, Pallasmaa, and Gómez 2006). En revanche chez les personnes à déficience visuelle, le système perceptif est divisé en six sous-systèmes, à savoir l'ouïe, l'odorat, le goût, le toucher, le corps (os, muscles et mouvement) et l'intuition.

Pour se déplacer à pied en ville, les personnes malvoyantes utilisent leur potentiel visuel restant. Ils détectent principalement le contraste de luminance (aussi appelé contraste visuel : clair/foncé) et parfois le contraste de couleur. Ils mettent en place des stratégies visuelles qui leur permettent d'enregistrer les informations les plus utiles lors de leurs déplacements. Un éclairage adapté à la quantité et à la qualité (pas de reflets, d'éblouissement) joue un rôle important dans la performance visuelle. A noter également que la vision des couleurs se dégrade progressivement avec l'âge, selon certaines déficiences visuelles. En ce sens, l'ajout de couleur ne peut être vu que comme un complément au contraste de luminosité. Cependant, ils ont développé d'autres modes de perception, comme les aveugles. Ils doivent constamment s'imaginer dans un espace concret établi par la conscience et l'utilisation de tous les potentiels sensoriels. Donc pour compenser ils utilisent la perception sonore, tactile, kinesthésique (mouvement du corps à travers l'espace) et olfactive (Cerema 2014).

I.5.2.3.1. Perception sonore

Chez les personnes déficientes visuelles, l'ouïe est un sens utilisé pour identifier, différencier et organiser des éléments utiles à la compréhension de l'espace. Ainsi, après avoir isolé un son "significatif", les PAM l'utilisent pour s'orienter (marcher parallèlement à la circulation sur le trottoir), imaginer l'espace dans lequel il se trouve où prendre des décisions. (Le temps de traverser la route). De bonnes conditions environnementales aident à utiliser ce sens. En effet, la perception auditive devient difficile dans les environnements bruyants ou en présence d'écrans sonores (effet masquant de certains objets).

D'autres perceptions se situent dans la sphère de l'audition, comme le sens des masses et l'écholocalisation. Ces perceptions sont utilisées et facilitent le déplacement des personnes aveugles. La perception de la présence des masses (mur, arbre, auvent...) peut être significative comme élément de repère ou axe de déplacement (longer un mur sans le toucher). L'écholocalisation consiste à utiliser la réflexion du son sur les pleins et les vides. Ces deux perceptions sont difficilement compréhensibles par les voyants et doivent être prises en compte par les aménageurs en associant les personnes aveugles.

D'autres perceptions sont dans la gamme auditive, telles que la perception de masse et l'écholocation. Ces sens sont sollicités et facilitent le déplacement. La perception de la présence des masses (murs, arbres, auvents, etc.) peut être significative en tant que repères ou axes de mouvement (marcher le long d'un mur sans le toucher). L'écholocation implique l'utilisation de réflexions sonores sur les pleins et les vides. Les deux perceptions sont difficiles à comprendre pour les personnes voyantes, et les planificateurs doivent en tenir compte en associant les personnes à déficience visuelle (Cerema 2014).

I.5.2.3.2. Perception tactile

La perception tactile est provoquée par contact direct avec les mains, les pieds ou le corps ou par l'intermédiaire d'une aide à la locomotion (cane). La perception tactile est influencée par la sensibilité individuelle (personne âgée, diabétique, etc.) et les conditions environnementales (humidité, gel, etc.). Ils constituent un ensemble d'informations diverses sur l'environnement (nature du sol, présence d'obstacles, différences de texture, différences de niveau, etc.) (Cerema 2014).

I.5.2.3.3. Perception kinesthésique

Ces perceptions résultent de mouvements tels que la montée, la descente, la distance parcourue, les changements de direction, etc. Ces perceptions sont soumises à des conditions individuelles (état de fatigue, vitesse de déplacement, vigilance) (Cerema 2014).

I.5.2.3.4. Perception olfactive

Moins fiables car plus éphémères, mais ils permettent tout de même de localiser divers éléments de l'environnement : boulangeries, bouches de métro, etc., mais ne peuvent pas les localiser (Cerema 2014).

Enfin, les personnes déficientes visuelles utilisent des dispositifs d'assistance supplémentaires lorsque leur potentiel visuel ne leur permet pas de se déplacer en toute sécurité. Lorsqu'ils utilisent leur potentiel sensoriel pour qu'ils trouvent confort et sécurité dans leurs mouvements, ils peuvent avoir suivi des cours de locomotion. Celles-ci leur permettront d'optimiser la prise des informations utiles et de mettre en place des stratégies de déplacement adaptées : technique de la canne, technique de la traversée, etc. En effet, la prise de repères pour se déplacer est laborieuse lorsque la perception visuelle est diminuée. Il est important de noter que certaines personnes déficientes visuelles, en particulier les personnes âgées, n'ont pas reçu une telle formation (Cerema 2014).

I.5.3. L'orientation spatiale chez les personnes à déficience visuelle

L'implication des sens joue un rôle important dans le processus d'orientation spatiale, qui est différent pour les déficients visuels. En effet, pour une personne dotée de tous les sens, l'expérience de l'environnement architecturale et urbain est avant tout visuelle et kinesthésique, ce qui n'est clairement pas le cas pour une personne déficiente visuelle, pour eux les repères spatiaux seront plus tactiles, auditifs et olfactifs. Puisque l'autonomie passe par la pleine capacité de se déplacer librement, la notion d'orientation devient une notion clé pour l'efficacité et l'appréciation urbaine.

I.5.3.1. L'orientation spatiale

Le terme "**orientation spatiale**" est défini comme un processus actif de résolution de problèmes spatiaux qui se concentre sur le comportement et donc aussi sur les interactions

homme/environnement. Cela implique donc la perception, la cognition, la mémoire et l'apprentissage (R Passini, Paiement, and Rainville 1991).

I.5.3.2. Les stratégies d'orientation chez les personnes à déficience visuelle

Une étude sur la mobilité et l'orientation spatiale chez les handicapés visuels (Romedi Passini 1986) montre que leurs problèmes sont d'ordre perceptuel et non pas cognitif : ils sont parfaitement capables de se construire une représentation mentale de l'espace même s'ils n'ont jamais vu auparavant. L'étude souligne également l'importance de concevoir des environnements qui leur fournissent l'information difficilement accessible autrement que par la vue. Alors, les difficultés d'orientation ne résideraient pas dans la complexité du bâtiment en soi, mais plutôt dans l'inaccessibilité des repères environnementaux (par exemple qui ne peuvent se distinguer par l'ouïe ou par le toucher). Les stimuli (repères) environnementaux doit être structuré afin de respecter les limites du confort et de l'équilibre.

D'autres études ont d'ailleurs été menées sur la contribution de chacun des sens au niveau de l'orientation en particulier. Voici les principales conclusions, tirées de la recherche « Orientation spatiale des handicapés visuels et information environnementale » (R Passini et al. 1991). Premièrement, l'ouïe est utilisée pour déterminer la distance et la forme des objets, alors que les personnes voyantes ne le peuvent pas. Beaucoup l'utilisent également pour saisir certains éléments environnementaux, puis l'utilisent comme guide pour se déplacer dans l'espace. Enfin, le bruit peut être utilisé avec l'écholocation, qui consiste à localiser des obstacles ou à définir certaines dimensions spatiales (espace ouvert ou fermé) par la réverbération du son.

Romedi Passini (1992) a expliqué dans son ouvrage " Wayfinding in architecture " qu'une conception architecturale efficace en termes d'orientation n'équivaut pas à un simple fonctionnalisme, qui conduit à des environnements monotones et ennuyeux. Au lieu de cela, il croit que la complexité spatiale et la diversité architecturale inspirent l'intérêt, la curiosité et l'exploration.

L'étude de Passini et ses collègues révèle deux types de stratégies d'orientation :

- Certains fonctionnent de manières linéaires et séquentielles identifiant ou en comptant les points de repères pour atteindre leur destination (poteaux, intersections, portes, etc.),
- Alors que d'autres opèrent sur la base d'une compréhension globale du bâtiment (carte cognitive d'ensemble).

La nature proximale des perceptions des déficients visuels implique l'utilisation d'un plus grand nombre de repères, souvent difficiles à trouver, à différencier et à mémoriser. Ceux-ci doivent donc être le plus distinctifs possible. Le défi sera de concevoir un bâtiment efficace tant au niveau des interactions avec les usagers, que de la circulation et de l'accessibilité.

D'ailleurs, Passini (1992) prétend qu'il n'est pas seulement question de concevoir des lieux compréhensibles, mais aussi de les doter de sens, de les animer et de stimuler la participation active des usagers. L'architecture sensible prend alors tout son sens par ses qualités expérientielles. Une utilisation originale des matériaux et de la lumière comme éléments sensoriels contribuerait à ce dynamisme recherché.

I.5.4. Les stratégies de déplacement en ville des personnes à déficience visuelle

La ville est donc maturée dans son vécu, décryptée comme figure **visible** mais aussi **audible, sentie, touchée**. Elle s'appréhende communément à travers **la perception** comme **une mosaïque** de milieux ambiants variés.

THOMAS Rachel (Thomas 1999) , révèle dans l'étude « Cheminer l'espace en aveugle Corps stigmatisé, Corps compétent » que la lecture corporelle des personnes à déficience visuelle de la topographie urbaine procède a :

I.5.4.1. Mémorisé : la mémoire de l'expérience du parcours *in situ* est la condition première d'un cheminement autonome du déficient visuel en ville (pour tous les échantillons).

I.5.4.2. Sélectionner : l'activité de sélection repose sur le choix de la fréquentation ou pas de certains lieux. **Trois types** d'espaces sont ainsi sélectionnés :

- ✓ **Les espaces à délaisser** telles les rues piétonnes, les passages fermés de type galerie commerçante et les places publiques (caractérisés par une absence de marquage au sol, principalement par l'inexistence de trottoirs).
- ✓ **Les espaces privilégiés** ; les larges axes routiers de type boulevard, avenues et rues passantes (le trottoir, qui permet à l'aveugle de se situer dans l'espace sans danger ; d'autre part l'audition du bruit régulier de la circulation routière qu'ils abritent garantit la rectitude de son déplacement)

- ✓ **Les espaces verts sans fontaines** ; ne sont parcourus que par nécessité (vides parce que sans repères sensibles et sans trottoirs).

I.5.4.3. **Géométriser** : elle s'observe *in situ*,

- ✓ **La ligne directrice des déplacements** largement reconduit par l'aveugle comme par l'amblyope lors du passage.
- ✓ Dans des lieux comme **les places publiques ou les jardins**, qui ne permettent pas cette **recherche de l'angle droit** : traverser de tels espaces selon les figures **du l ou du u**.

I.5.4.4. **Morceler** : elle consiste à **découper le trajet** en différents tronçons à cheminer.

L'étude souligne également que, la compétence des malvoyances est ainsi tactilo-visuelle et que les non voyance complet procèdent différemment. Sa compétence, complexe, serait de nature tactilo-auditive.

L'étude de Baltenneck et ses collègues (Baltenneck et al. 2012) intitulé « Parcourir la ville sans voir » montre que, l'audition est le sens auquel les marcheurs aveugles font le plus référence (voir figure I.8). L'étude souligne également que :

- L'audition est le sens auquel les participants ont fait le plus souvent référence (modalité la plus utile en situation de locomotion sans vision).
- L'audition confirme que ce sens, riche et complexe, permet autant de percevoir les objets émetteurs (ou réflecteurs) de sons.
- La présence de sons et bruits urbains a permis l'identification des éléments et événements se déroulant lors de la marche.
- Les résultats de cette recherche indiquent qu'il est nécessaire d'intervenir sur les propriétés environnementales de certains lieux urbains, pour l'améliorer l'extraction des informations permettant l'identification (de repères) et la localisation (dans l'espace) de la personne aveugle.
- Pour favoriser l'interaction qu'elle entretient avec son environnement, l'audition et le sens tactile sont les modalités sensorielles les plus pertinentes.

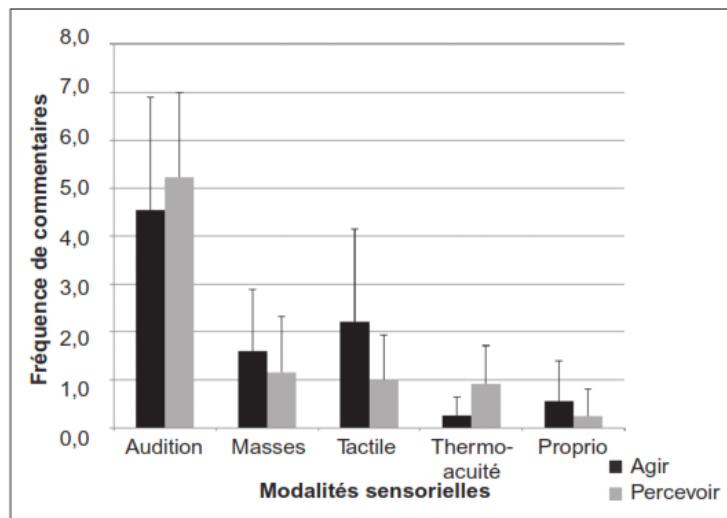


Figure. I.8. Modalités sensorielles évoquées lors du déplacement de la personne aveugle (Baltenneck et al. 2012)

I.6. Aménagements et dispositifs d'aide à l'accessibilité des personnes déficientes visuelles

À cause de leur handicap visuel, ces personnes doivent bénéficier d'aménagements spécifiques pour l'accessibilité à la voirie, aux bâtiments et aux déplacements (transports collectifs notamment) (<https://accessibilite.ooreka.fr/comprendre/mal-voyant>).

Une approche bi-sensorielle est la base pour transmettre l'information aux personnes ayant des déficiences sensorielles, l'information est transmise en utilisant au moins deux sens. L'information peut être transmise de manière tactile, visuelle et / ou sonore.



Figure. I.9. Aménagements et dispositifs d'aide à l'accessibilité des personnes déficientes visuelles (<http://dupli-accessibilite.fr/plan-entree>)

I.6.1. Aménagements d'ordre tactiles

I.6.2.1. Les plans tactiles et modèles (Informations préalables)

L'information préalable est le point de départ de tout système d'orientation. Cela peut être fourni, par exemple, sous la forme d'un plan de mise en page tactile. Les modèles tactiles peuvent, par exemple, être utiles pour transmettre des informations sur les bâtiments historiques et les monuments.



Figure. I.10. Plan Tactile (plan de niveau 1 ; pavillon de l'Horloge), musée de Louvre Paris, (source l'auteur).

I.6.2.2. Éléments de guidage extérieur

Dans les espaces extérieurs, les éléments de guidage peuvent être utilisés comme lignes directrices, offrant une orientation pour les personnes souffrant de troubles sensoriels et assurant une détection tactile constante des chemins.

Lorsque des structures de sol tactile à contraste élevé sont utilisées, le changement de matériaux doit être reconnu comme une ligne de guidage cohérente. La reconnaissance peut être assurée lorsque différents matériaux et finition de surface sont utilisés. Sont clairement perceptibles pour la perception **tactile**, et, le cas échéant, **auditive** peuvent remplir cette fonction.



Figure. I.11. Exemples de lignes directrices dans les espaces extérieurs (BMUB 2015).

I.6.2.1. Indicateurs tactile au sol

Les indicateurs de surface du sol peuvent être utilisés comme systèmes de guidage si aucun système d'orientation et de guidage cohérent ne peut être implémenté à l'aide des éléments de guidage des espaces extérieurs. Qui peuvent être perçues à l'aide d'une longue canne (BMUB 2015). Il existe deux types de profils de terrain :

I.6.2.1.1. Les Bandes de guidages au sol (Les dalles nervurées)

Les bandes de guidages au sol sont des revêtements du cheminement accessible qui doit représenter un contraste tactile et visuel par rapport à son environnement. Elles peuvent être en Inox, en Polymère, en aluminium, en caoutchouc, La bande d'éveil à la vigilance est un revêtement de sol permettant l'éveil à la vigilance des personnes déficientes visuelles photo luminescentes et antidérapantes (<http://dupli-accessibilite.fr/>). Pour aide des personnes à déficience visuelle à se conduire d'un point A à un point B, les revêtements sont en relief (rainures) repérable par perception podotactile (Thomas 2002). Les bandes de guidage se composent de dalles à nervures d' une largeur de 30 à 60 cm qui fonctionnent dans le sens des déplacements des piétons (BMUB 2015).

I.6.2.1.2. Les bandes d'éveil de vigilance (Dalles cloutées)

La bande d'éveil à la vigilance est un revêtement de sol permettant l'éveil à la vigilance des personnes déficientes visuelles. Ils peuvent être en inox, en aluminium, en polymère, en laiton, en acier nickelé, en bois, de couleur, avec un effet minéral, photo luminescents, antidérapants (<http://dupli-accessibilite.fr/>). Il s'agit d'un ensemble de blocs de béton, cloutées à intervalles réguliers, dont le but est de marquer la limite entre deux zones, l'une sécurisée pour le déplacement des personnes à déficience visuelle (comme un trottoir) et l'autre dangereuse (comme une rue). Il peut être perçu à l'aide d'une canne ou des pieds, et il avertit souvent les aveugles lorsqu'ils traversent des rues qui ne sont pas identifiées par un dispositif d'accessibilité (Thomas 2002). Ils se composent de dalles cloutées et sont placés là où une attention accrue est nécessaire (BMUB 2015).

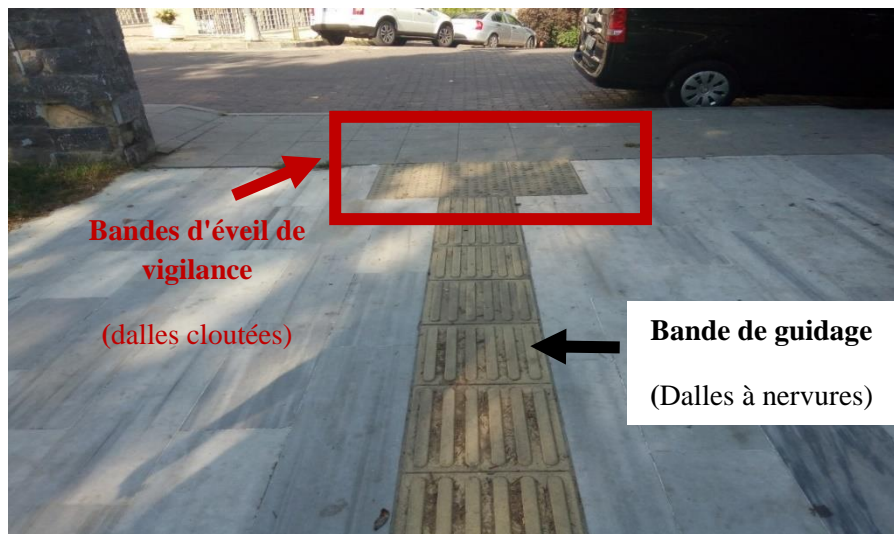


Figure. I.12. Exemple de dispositifs de guidage extérieur, INONU Park, Istanbul, Turquie,

Source l'auteur.

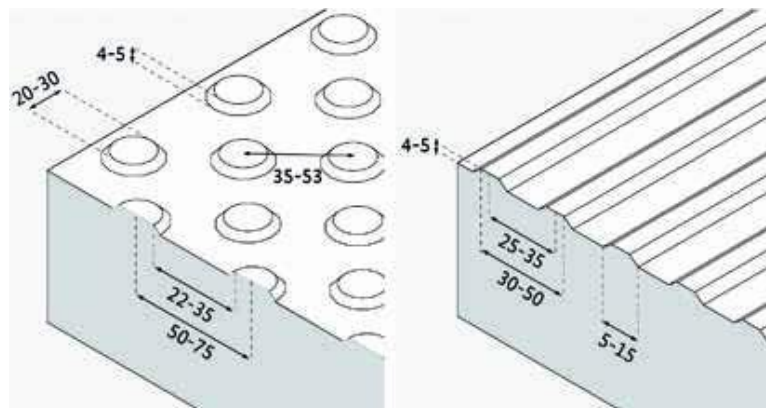


Figure. I.13. Dimensions des dalles nervurées et cloutées pour les espaces extérieurs (BMUB 2015).

I.6.2. Aménagement et dispositifs d'ordre sonore

I.6.2. 1. Aménagement urbain

Le bruit de la rue crée une image mentale de l'environnement, permettant de percevoir l'espace, de se localiser, de s'orienter et de se guider. Cela peut se produire directement à travers les sources de bruit : trafic, fontaines, escalators. Ou, lorsque le son arrive après avoir été réfléchi par des murs, des surplombs ou des barrières végétales (AUBINEAU 2001). Alors ces aménagements jouent le rôle d'un repère sonore.

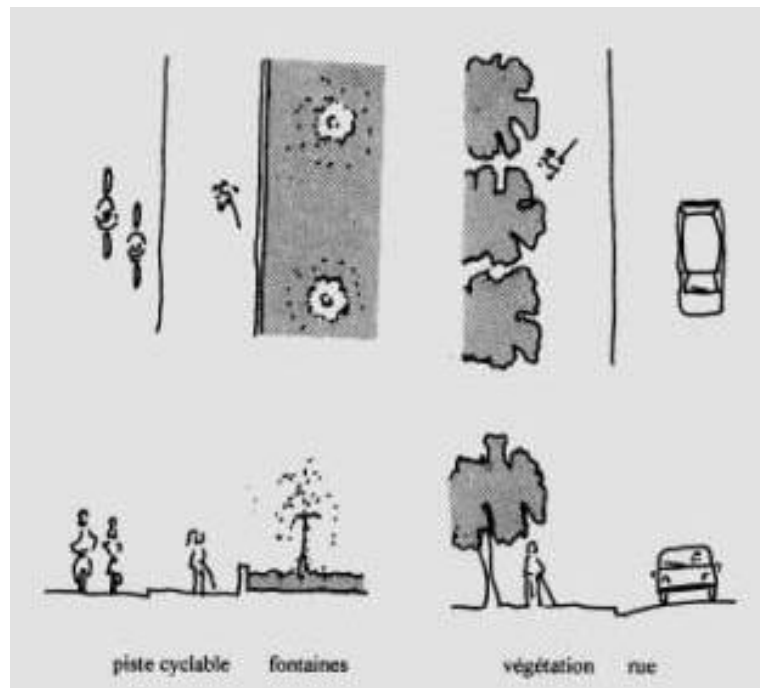


Figure. I.14. Aménagement urbain joue le rôle d'un repère sonore (AUBINEAU 2001).

I.6.2. 2. La balise sonore

Les balises sonores sont un système de guidage sonore conçu pour accroître l'autonomie des personnes déficientes visuelles dans les espaces publics (ALEXANDRE et al. 2018). Les personnes déficientes visuelles utilisent une télécommande électronique ou un téléphone portable pour activer un message audio court et clair diffusé par la balise à des endroits stratégiques (Thomas 2002; ALEXANDRE et al. 2018). Le dispositif leur permet de se localiser et s'orienter de façon autonome.



Figure. I.15. Schéma fonctionnel d'un feu sonore (<https://webzine.okeenea.com/feu-sonore/>)

Les balises ont deux fonctions distinctes (<http://dupli-accessibilite.fr/>) :

- Utilisé comme balise de localisation et placé à l'aplomb des éléments interactifs (portes, guichets, comptoirs, etc.), le nom de l'emplacement ou du service qu'émet la balise.
- Utilisées comme balises d'orientation, dans ce cas par groupe de 4 ou 5, les balises stratégiquement situées permettent de choisir entre plusieurs directions. Les groupes de balises sont alors programmés pour que les messages soient envoyés les uns après les autres.

Des balises sonores peuvent aider les personnes déficientes visuelles (ALEXANDRE et al. 2018):

- Au repérage et à l'orientation
- Au repérage dans les espaces urbains ouverts
- À la traversée piétonne
- À la sécurisation des transports
- Au cheminement en zone de travaux ou d'aménagement.

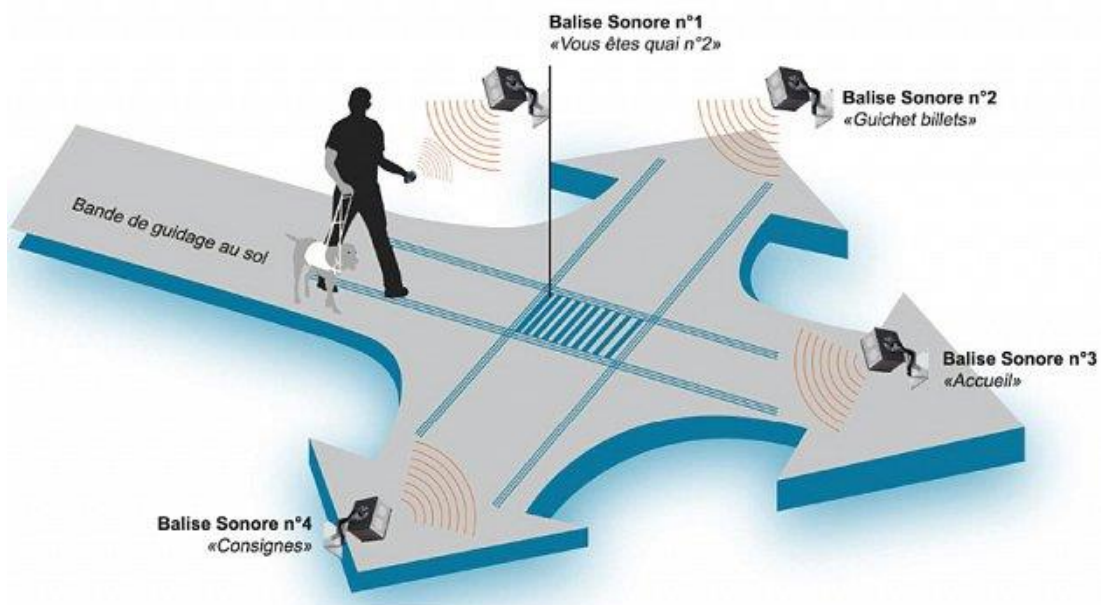


Figure. I.16. Exemples d'installation d'une balise sonore (<http://dupli-accessibilite.fr/>).

Conclusion

Lorsqu'on parle d'accessibilité, on imagine toujours une rampe ou une porte automatique. Mais il n'y a pas que le handicap moteur. L'accessibilité est plus qu'un simple dispositif. C'est pour cela le corps aveugle utilise des moyens de compensations pour se faire un chemin dans cette chaîne de déplacement comme ; **Le toucher, L'ouïe, et L'odorat**, car ils sont sensibles au moindre changement d'**ambiance**. THOMAS Rachel, révèle dans l'étude « Cheminer l'espace en aveugle Corps stigmatisé, Corps compétent » que la compétence des malvoyances est ainsi tactilo-visuelle et que les non voyance complet procèdent différemment. Sa compétence, complexe, serait de nature tactilo-auditive. Ainsi, Baltenneck et ses collègues dans lares étude « Parcourir la ville sans voir » montre que, l'audition est le sens auquel les marcheurs aveugles font plus référence. Alors, on n'a constaté que les repères sonores en une grande importance pour faciliter le déplacement, la perception et l'orientation spatiale chez les handicapés visuels. Pour cela, on va consacrer le prochain chapitre sur le son et l'environnement sonores.

Chapitre II

Le son : « L'environnement sonores »

Introduction

Dans ce chapitre théorique, nous explorerons la physique du son, ainsi que les concepts fondamentaux de l'acoustique en champs libres, en nous concentrant sur les caractéristiques fondamentales du son ; fréquence, intensité, niveau et pression sonore. Ensuite, nous nous concentrerons sur les propriétés de propagation du son en champ libre et les facteurs affectant la propagation sonore en conditions réelles. Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous étudiera le phénomène de réception sonore en décrivant brièvement la perception du son, le champ auditif, l'intervalle de fréquence audible, ainsi que l'anatomie et la fonction de l'oreille humaine. La troisième partie de ce chapitre, nous explorerons la relation entre la forme urbaine et l'environnement sonore, ainsi que les paysages sonores et la qualité du son environnemental, en particulier dans les zones urbaines. Dans la quatrième partie, nous identifier les principaux instruments de mesure du son, ainsi que ses modes de fonctionnement. Enfin, nous allons déterminer dans la dernière partie de ce chapitre théorique les outils et méthodes d'étude et d'analyse des environnements sonores, et les principaux modes d'analyse des environnements sonores mesurables.

II.1. Notions de base en acoustique

L'acoustique (du grec ακουστικός) est la science du son, des vibrations mécaniques de faible amplitude (M. David Egan 1972; Steven V. Szokolay 2004).

II.1.1. Le son

Le mot « SON » a deux définitions :

- a) Physiquement c'est une fluctuation de pression, un déplacement de particules dans un milieu élastique, comme l'air ; c'est un son objectif ;
- b) Physiologiquement c'est une sensation auditive évoquée par la fluctuation décrite précédemment ; ceci est un son subjectif. (L, B, and Arch 1964).

Le son peut être défini comme toute variation de pression que l'oreille humaine peut détecter (Brueel and Kjaer 2002).

II.1.2. Son et vibration

Le son est la sensation causée par un milieu vibrant lorsqu'il agit sur l'oreille humaine. En gros, le terme s'applique également à la vibration elle-même qui provoque cette sensation (M. David Egan 1972; Steven V. Szokolay 2004).

Tout comme les dominos, un mouvement d'onde se déclenche lorsqu'un élément met en mouvement la particule d'air la plus proche. Ce mouvement se propage progressivement aux particules d'air adjacentes plus éloignées de la source (Bruel and Kjaer 2002).

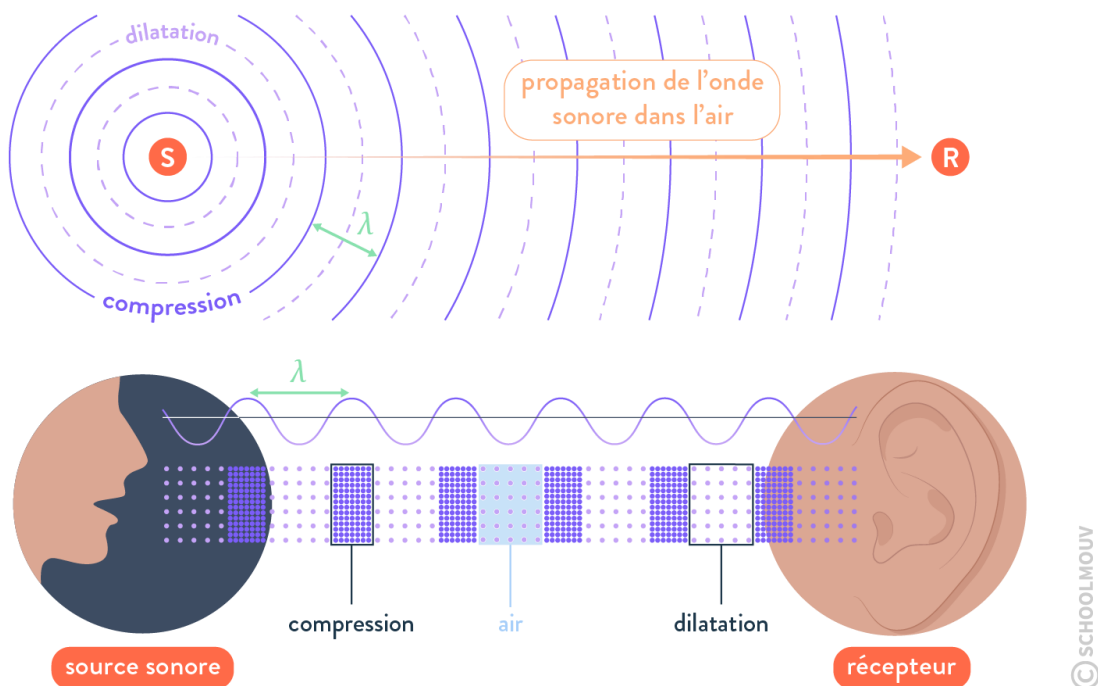


Figure. II.1. Mécanisme de propagation des ondes sonores

(<https://www.schoolmouv.fr/cours/l-intensite-sonore/fiche-de-cours>)

II.1.3. Caractéristiques fondamentales du son

II.1.3.1. Caractéristiques du son

Les sons sont caractérisés par la longueur d'onde (λ en m) ou la fréquence (f en Hz) et le produit des deux, la vitesse (v en m/s). Cette dernière dépend du support de transmission. Dans l'air, elle est généralement prise à 340 m/s.

Les équations pertinentes sont très similaires à celles données pour la lumière :

$v = f \times \lambda$, À partir duquel ; $\lambda = 340/F$ et $f = 340/\lambda$. (Steven V. Szokolay 2004)

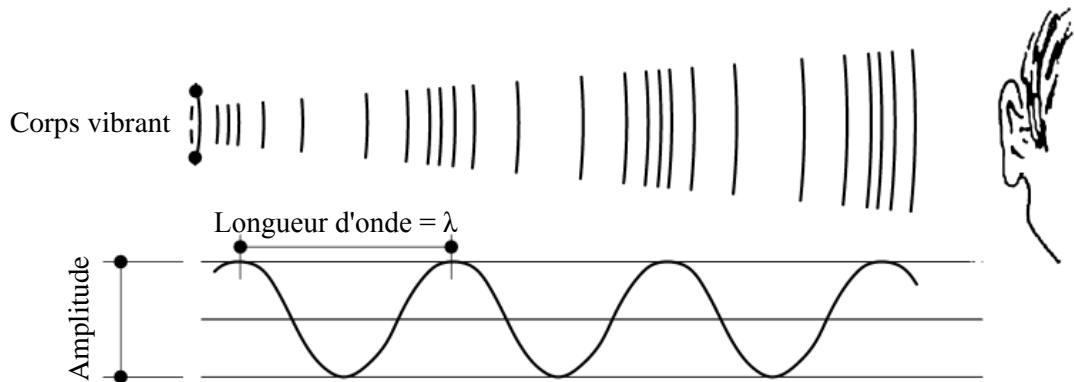


Figure. II.2. Ondes sonores : ondes de compression longitudinales et leur représentation sinusoïdale (Steven V. Szokolay 2004).

II.1.3.2. Fréquence sonore (hauteur)

Le nombre de vibrations que subissent les particules en une seconde est appelé **fréquence** (L, B, and Arch 1964), généralement exprimé en Hertz (Hz). Une fréquence faible émet un son grave, tandis qu'une fréquence plus élevée émet un son aigu.

La perception humaine du son se situe entre les graves de 20 Hz et les aigus de 20 000 Hz. Par conséquent, le son le plus grave en dessous de 20 Hz représente les infrasons et le son le plus aigu au-dessus de 20 000 Hz représente les ultrasons, qui ne peuvent pas être perçus par l'oreille humaine (<https://www.fondationpourlaudition.org/la-frequence-du-son-550> le 03/04/2022).

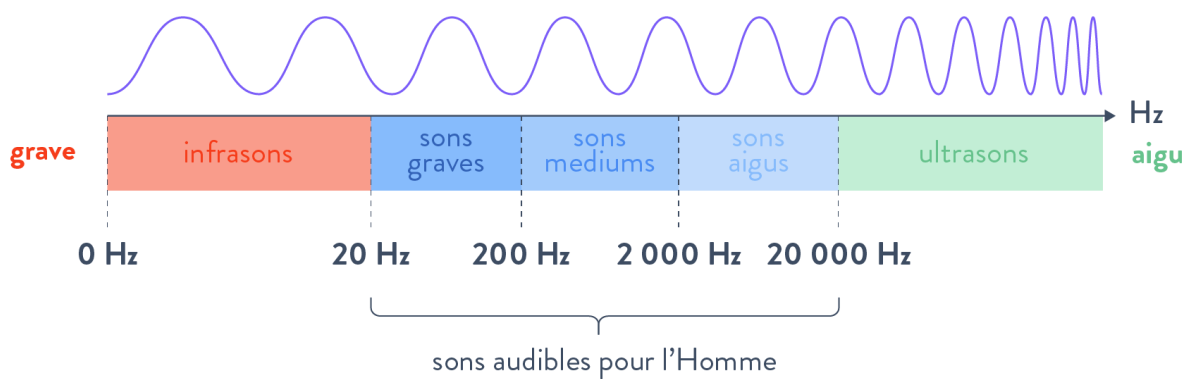


Figure. II.3. Plage des fréquences audible (<https://www.schoolmouv.fr/cours/l-intensite-sonore/fiche-de-cours>).

II.1.3.3. Vitesse du son

Selon le milieu, le son se propage à des vitesses différentes. Dans l'air, le son se propage à une vitesse d'environ 340 m/s. Dans les liquides et les solides, la vitesse de propagation est supérieure – 1500 m/s dans l'eau et 5000 m/s dans l'acier (Bruel and Kjaer 2002). Mais elle varie avec la température et l'humidité (plus rapide dans un air plus chaud et moins dense) (Steven V. Szokolay 2004). Le tableau II.1 montre la vitesse approximative du son dans l'air et dans d'autres milieux. Dans les gaz, plus le son à une grande vitesse, plus sa hauteur est élevée.

Chaque matériau a deux propriétés qui déterminent la rapidité avec laquelle il transmet le son : sa densité et sa rigidité ou module d'élasticité (http://fr.scienceaq.com/Physics/100_117039.html).

Tableau II.1. Vitesse approximative du son dans des milieux courants

(https://www.cchst.ca/oshanswers/phys_agents/noise_basic.html)

Milieu	Vitesse du son (pi/s)	(m/s)
Air, sec (0 °C et 760 mm d'Hg)	1 100	330
Bois (mou – sens des fibres)	11 100	3 400
Eau (15 °C)	4 700	1 400
Béton	10 200	3 100
Acier	16 000	5 000
Plomb	3 700	1 200
Verre	18 500	5 500
Hydrogène (0 °C et 760 mm d'Hg)	4 100	1 260

II.1.3.4. Puissance sonore, intensité sonore

II.1.3.4.1. Puissance sonore :

La puissance sonore est la puissance acoustique (W) rayonnée par une source sonore. Cette puissance est essentiellement indépendante de l'environnement, alors que la pression sonore dépend de l'environnement (surfaces réfléchissantes) et de la distance au récepteur.

Si la puissance sonore est connue, la pression sonore en un point peut généralement être calculée, tandis que l'inverse n'est vrai que dans des cas particuliers (par exemple, dans une salle réverbérante). Ainsi, la puissance sonore est très utile pour caractériser les sources de son et calculer la pression sonore.

La puissance sonore est mesurée en unités logarithmiques, le niveau de puissance sonore à 0 dB correspondant à 1 **pW** (pico watt = 10^{-12} W).

Le symbole utilisé pour le niveau de puissance sonore est L_w , et il est souvent spécifié en dB(A), 1/1 octaves ou 1/3 octaves. (Bruel and Kjaer 2002)

La sortie (puissance, P) d'une source sonore est mesurée en watts (W). Le tableau II.2 donne quelques valeurs typiques de puissance sonore :

Tableau II.2. Puissance sonore de certaines sources

(<https://tpeeffetsvoixverre cristal.weebly.com/puissance-elevee.html>)

Avion de chasse	10 kW (10^4 W)
Moto sans silencieux	1 W
Rue à grande circulation	0,1W (10^{-1} W)
Grand magasin	0,01W (10^{-2} W)
Grand magasins	0,001W (10^{-3} W)
Rue tranquille	0,00001W (10^{-5} W)

II.1.3.4.2. Intensité sonore I :

Lorsque le son est produit par une source avec une puissance sonore donnera lieu à un transfert d'énergie de la source vers les molécules d'air adjacentes. Cette énergie est transférée à des molécules périphériques. Ainsi l'énergie se propage loin de la source un peu comme des ondulations sur un étang. La vitesse à laquelle cette énergie à travers une zone particulière s'appelle l'**intensité** sonore. L'énergie traversant un point particulier dans la zone autour de la source donnera lieu à une pression sonore à ce point.

L'**intensité sonore** est exprimée en **watt/cm²**. L'intensité de référence généralement utilisée pour le niveau zéro est 10^{-16} watt/cm². Les niveaux d'intensité sonore sont exprimés en dB au-dessus de ce niveau zéro. Multiplier l'intensité par 10 à n'importe quel point de l'échelle augmente le niveau sonore de 10 dB. (L, B, and Arch 1964)

II.1.4. Pression sonore et niveau de pression sonore (L)

La fluctuation de la pression atmosphérique causée par la vibration des particules d'air due à une onde sonore est appelée **pression sonore**, mesurée en dyn/cm² (L, B, and Arch 1964).

Par rapport à la pression statique de l'air (10^5 Pa), les variations de pression sonore audible sont très faibles, allant d'environ 20 μ Pa (20×10^{-6} Pa) à 100 Pa. 20 μ Pa correspondent au seuil d'audition moyen d'une personne. On l'appelle donc le seuil d'audition. Une pression sonore

d'environ 100 Pa est si forte qu'elle cause de la douleur et est donc appelée le seuil de la douleur. Le rapport entre ces deux extrêmes est supérieur à un million pour un. (L, B, and Arch 1964; Bruel and Kjaer 2002)

Les niveaux de pression sonore sont mesurés par un **sonomètre**. Une application directe d'échelles linéaires (en Pa) à la mesure de la pression sonore conduit à des nombres importants et difficiles à manier. Et, comme l'oreille répond de manière logarithmique plutôt que linéaire aux stimuli, il est plus pratique d'exprimer les paramètres acoustiques comme un rapport logarithmique de la valeur mesurée à une valeur de référence. Ce rapport logarithmique est appelé décibel ou dB. L'avantage d'utiliser dB est clairement visible dans la figure. II.4. Ici, l'échelle linéaire avec ses grands nombres est convertie en une échelle gérable de 0 dB au seuil d'audition (20 μ Pa) à 130 dB au seuil de douleur (~100 Pa). (Bruel and Kjaer 2002)

La pression sonore mesurée sur l'échelle des décibels est appelée niveau de pression sonore. La pression sonore et le niveau de pression sonore sont des grandeurs physiques pures (Doelle 1965).

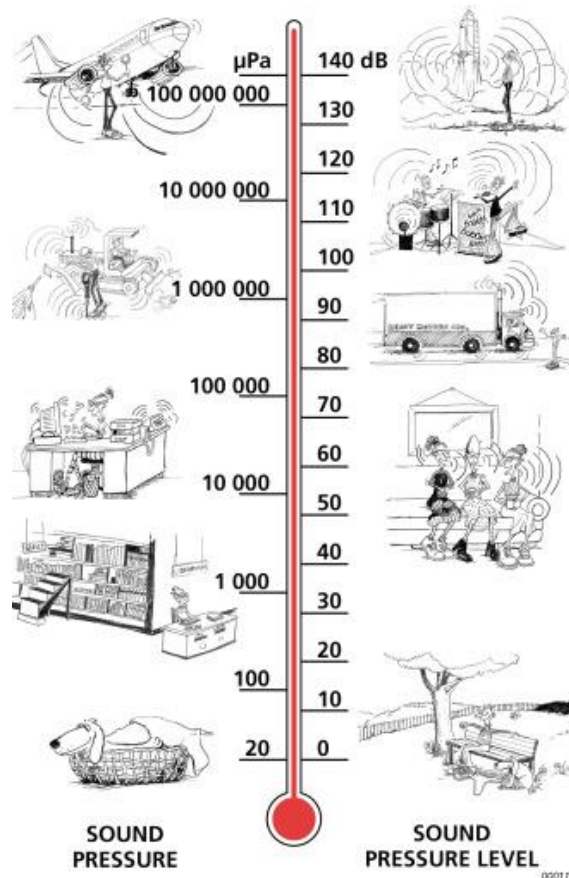


Figure. II.4. Notre audition couvre une gamme étonnamment large de pressions sonore - un rapport de plus d'un million pour un. L'échelle dB rend les chiffres gérables (Bruel and Kjaer 2002).

II.1.4.1. Décibel dB

Le terme décibel a été choisi en l'honneur d'Alexander Graham Bell, le Canadien qui a inventé le téléphone et qui s'est grandement intéressé aux problèmes des personnes sourdes ou des personnes présentant une perte auditive (https://www.cchst.ca/oshanswers/phys_agents/noise_basic.html).

L'échelle dyn/cm² de la pression sonore s'étend sur une plage trop large ce qui rend son traitement un peu délicat. De plus, il ne tient pas compte du fait que l'oreille ne répond pas de la même manière aux changements de pression à tous les niveaux d'intensité. Pour ces raisons, il a semblé commode de mesurer les pressions sonores sur une échelle logarithmique, appelée échelle des **décibels** (en abrégé : **dB**). Cette échelle correspond approximativement à la perception humaine de l'intensité du son qui est à peu près proportionnelle au logarithme de l'énergie sonore. Cela implique que des énergies sonores proportionnelles à 10, 100 et 1000 produiraient dans l'oreille des effets proportionnels à leur logarithme, c'est-à-dire respectivement à 1, 2 et 3. Si nous multiplions les nombres de cette échelle logarithmique par 10, nous avons établi l'échelle des décibels. L'unité de cette échelle, le décibel, est la plus petite variation d'énergie sonore que l'oreille moyenne puisse détecter (Terms 1962; L, B, and Arch 1964).

II.1.4.4.1. Addition et soustraction de décibel dB

A. Ajout de niveaux sonores

Si les niveaux sonores de deux sources sonores ou plus ont été mesurés séparément et que vous souhaitez connaître le niveau de pression sonore combiné des sources sonores, les niveaux sonores doivent être additionnés. Cependant, étant donné que les dB sont des valeurs logarithmiques, ils ne peuvent pas être simplement additionnés.

Une façon d'ajouter des dB consiste à convertir les valeurs dB individuelles en valeurs linéaires, à les additionner et à les reconvertir en dB à l'aide de l'équation suivante :

$$L_{presult} = 10 \cdot \log \left(10^{\frac{L_{p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{p2}}{10}} + 10^{\frac{L_{p3}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{pn}}{10}} \right)$$

Une méthode plus simple consiste à utiliser la courbe (figure. II.5) et la procédure suivante :

1. Mesurez le niveau de pression sonore de chaque source sonore séparément (L_{p1} , L_{p2}).
2. Trouvez la différence entre ces niveaux ($L_{p2} - L_{p1}$).

3. Trouvez cette différence sur l'axe horizontal du graphique. Remontez jusqu'à l'intersection de la courbe, puis regardez la valeur sur l'axe vertical à gauche.
4. Ajouter la valeur indiquée (L_+) sur l'axe vertical au niveau de la source sonore la plus élevée (L_{p2}). Cela donne la somme des niveaux de pression sonore des deux sources sonores.
5. Si trois sources sonores ou plus sont présentes, les étapes 1 à 4 doivent être répétées en utilisant la somme obtenue pour les deux premières sources et le niveau de pression sonore pour chaque source supplémentaire.

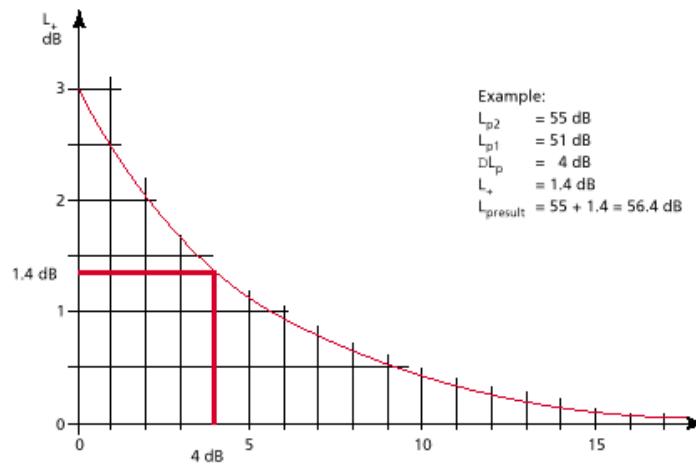


Figure. II.5. La courbe d'addition de décibel dB (Bruel and Kjaer 2002)

B. Soustraction des niveaux sonores

Parfois, il est nécessaire de soustraire le bruit de fond du niveau de pression sonore total. La correction du bruit de fond peut être effectuée en soustrayant le bruit de fond ($L_{p \text{ back ground}}$) du niveau sonore total ($L_{p \text{ tot}}$) à l'aide de l'équation ou de la courbe suivante :

$$L_{presult} = 10 \cdot \log \left(10^{\frac{L_{ptot}}{10}} - 10^{\frac{L_{pbackground}}{10}} \right)$$

Si le changement de L est inférieur à 3 dB, le bruit de fond est trop élevé pour une mesure précise et le niveau de bruit correct ne peut pas être trouvé tant que le bruit de fond n'a pas été réduit. Si, au contraire, la différence est supérieure à 10 dB, le bruit de fond peut être ignoré.

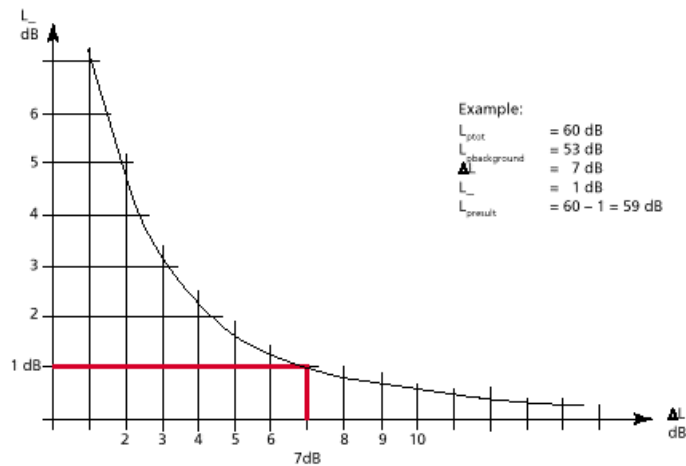


Figure. II.6. La courbe Soustraction de décibel dB (Bruel and Kjaer 2002).

II.2. Le système acoustique

Un système acoustique simple se compose d'une source, d'un milieu de propagation et d'un récepteur. La source est un corps vibrant, qui convertit une forme d'énergie en vibration (par exemple, impact mécanique sur un corps solide). Le milieu de propagation peut être un gaz (par exemple de l'air), qui transmet la vibration sous forme d'ondes longitudinales, ou un corps solide, où des vibrations latérales peuvent également intervenir (par exemple une ficelle) (Steven V. Szokolay 2004).

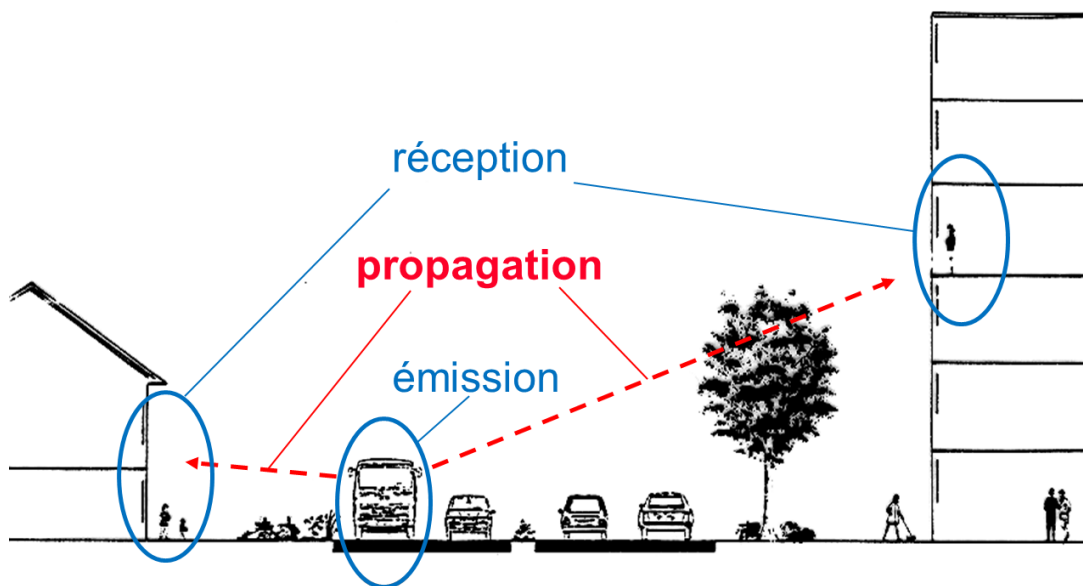


Figure. II.7. Les trois phénomènes physiques principaux du bruit routier: l'émission, la propagation et la réception (Technologies, Montagne, and Bruxelles, n.d.)

II.2.1. La propagation sonore

II.2.1.1. Champ diffus et champ libre

Dans un espace acoustiquement fermé, la propagation du son se produit dans un champ diffus. Dans ce cas, le son rencontre un obstacle et est partiellement ou totalement réfléchi et partiellement ou totalement absorbé. Le niveau sonore du son dans le champ diffus dépend essentiellement de la puissance de la source sonore et du coefficient d'absorption du milieu. Cela ne dépend plus de la distance à la source. En effet, en champ diffus, le nombre très élevé de réflexions signifie que le niveau sonore en tout point est effectivement le même (Bruit and Urbain, n.d.).

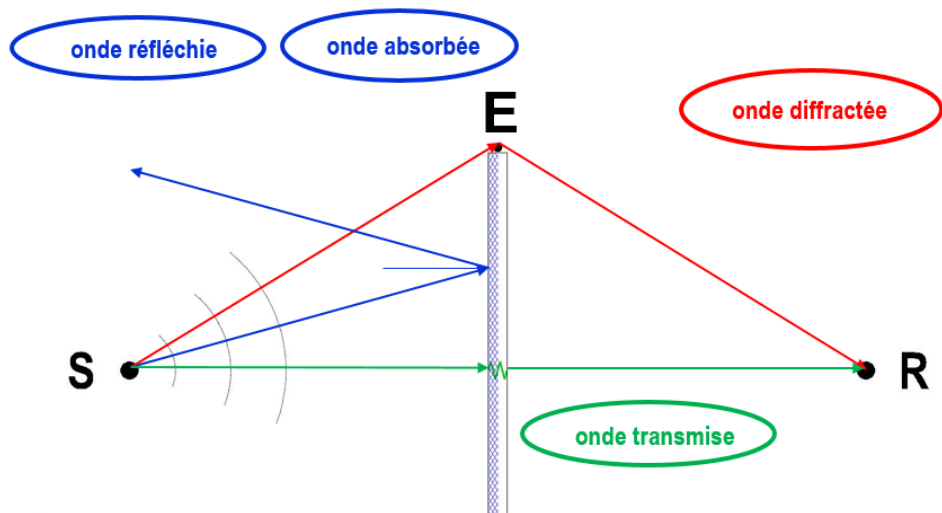


Figure. II.8. Les trois phénomènes physiques présents lors de la propagation du bruit routier : la réflexion, la diffraction et la transmission (Technologies, Montagne, and Bruxelles, n.d.)

Quand on parle d'espace acoustique ouvert, on dit que la propagation du son se fait en champ libre. En champ libre, le son ne rencontre aucun obstacle. Le niveau sonore du son de la source sonore diminue à mesure que vous vous éloignez de la source sonore (Bruit and Urbain, n.d.).

II.2.1.2. Atténuation géométrique

Lorsqu'une source ponctuelle uniforme émet un son, ce flux d'énergie se propage dans toutes les directions radiales, réparties sur la surface d'une sphère de rayon croissant. Comme la surface d'une sphère est de $4\pi r^2$, l'intensité sonore à toute distance r de la source sera ;

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \text{ (W/m}^2\text{)}.$$

C'est ce qu'on appelle la loi du carré inverse. L'intensité est proportionnelle au carré de la pression sonore et la pression sonore diminue avec la distance (figure II.9)

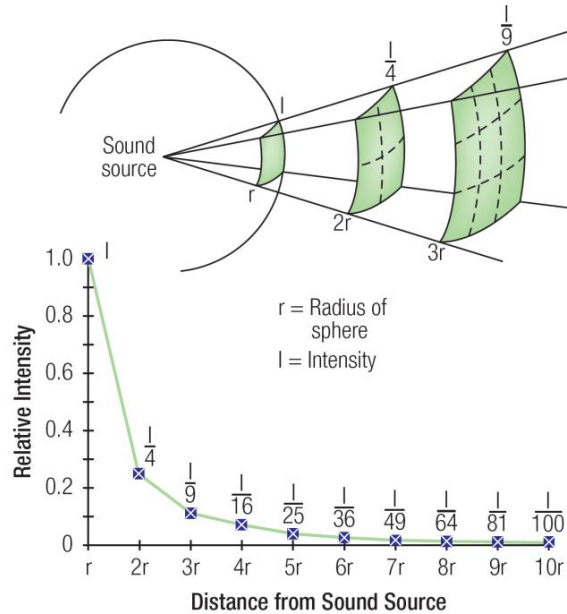


Figure. II.9. La loi du carré inverse (M'Kendrick and Snodgrass 2011).

En plus de cette réduction avec la distance, il y aura une certaine absorption moléculaire d'énergie dans l'air, qui est à peine perceptible aux basses fréquences (jusqu'à environ 1000 Hz) mais assez importante aux hautes fréquences (par exemple à 8 kHz, sur une distance de 300 m, ce serait une réduction de 10^{-4} W/m^2 (Steven V. Szokolay 2004).

II.2.1.3. La propagation du bruit en champ libre

La propagation du bruit en champ libre se produit dans un espace sans obstacles (murs, etc.) et ne tient pas compte des conditions météorologiques ni de l'absorption du son par le sol et l'atmosphère. Lorsqu'une voiture passe dans ces conditions, le niveau de bruit à l'émission dépend de la distance entre l'observateur et la route, mais aussi de la vitesse du véhicule et du bruit à l'émission (URBAIN, n.d.).

II.2.1.4. Propagation du son en conditions réelles

En situation réelle, la propagation du bruit est affectée par tous les éléments sur son chemin, tels que les murs, les caractéristiques du sol et les conditions météorologiques.(URBAIN, n.d.)

II.2.2. Les facteurs affectant la propagation sonore en conditions réelles

De nombreux autres facteurs affectent le niveau de sonore et les résultats de mesure peuvent varier de plusieurs dizaines de décibels pour la même source sonore. Les facteurs les plus importants affectant la propagation sonore sont :

- Distance de la source
- Vent
- Température et gradient de température
- Les obstacles tels que les barrières et les bâtiments
- Absorption par le sol
- Humidité
- Réflexion.

Pour arriver à un résultat représentatif pour la mesure ou le calcul, ces facteurs doivent être pris en compte. Les réglementations précisent souvent les conditions de chaque facteur.

II.2.2.1. Distance de la source

Le son diminue avec le carré de la distance, de la source. Cela signifie que pour chaque doublement de distance, le niveau sonore est réduit de 6 dB (si l'intensité est réduite d'un facteur 4, alors $L = 10 \times \log 4 = 6$ dB).

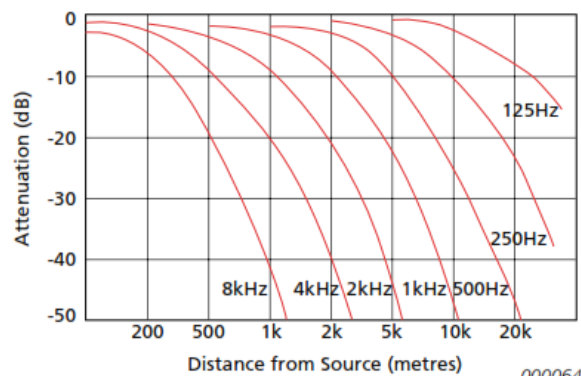


Figure. II.10. L'atténuation du son avec la distance de la source (Bruel and Kjaer 2002).

II.2.2.2. Effets du vent

Le vent réduit le son si de la source est contre le vent et l'augmente sous le vent, non seulement en raison de l'effet de vitesse, mais également en raison de la distorsion du front d'onde sphérique. Sur la Figure. II.11, les flèches montrent les « rayons sonores » hypothétiques lorsqu'ils

sont déviés. Le petit diagramme vectoriel est un agrandissement de la partie supérieure d'un front d'onde.

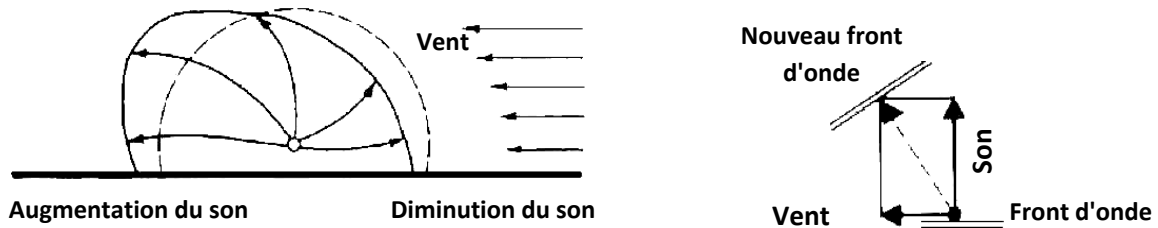


Figure. II.11. L'effet du vent sur un front d'onde sonore (Steven V. Szokolay 2004).

Il en résulte qu'une partie du son qui se déplacerait vers le haut dans l'air immobile est déviée et renforce le son au niveau du sol (Steven V. Szokolay 2004).

II.2.2.3. Effet de la température

Les gradients de température ont également un effet. Pendant la journée, comme la température près du sol est plus élevée, le son se propage plus vite, et ainsi le son d'une couche inférieure dépasse celui des couches supérieures, de sorte que le « rayon sonore » est incurvé vers le haut : au niveau du sol, à une distance donnée, le niveau du son sera inférieur à ce qu'il serait dans un air de température uniforme (Figure. II.12). La nuit, lorsque l'inversion de température se produit (la surface du sol est refroidie par le rayonnement sortant), c'est dans les couches supérieures (plus chaudes) que le son se propage plus rapidement, ainsi les "rayons sonores" sont déviés vers le bas, renforçant le son près du niveau du sol (Figure. II.13).

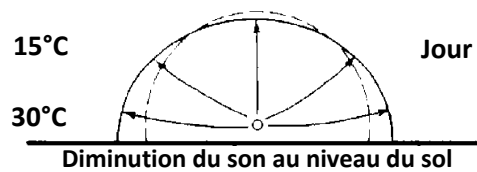


Figure. II.12. L'effet du gradient de température pendant la journée (Steven V. Szokolay 2004).

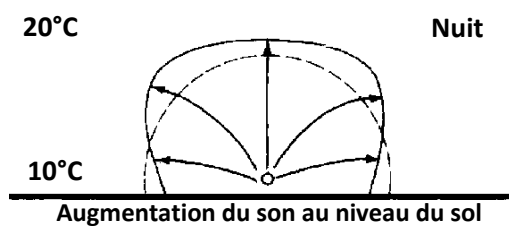


Figure. II.13. L'effet de l'inversion de température la nuit sur un front d'onde sonore (Steven V. Szokolay 2004).

II.2.2.4. Les obstacles

La réduction du son causée par un obstacle dépend de deux facteurs :

1. La différence de chemin de l'onde sonore lorsqu'elle passe au-dessus de la barrière par rapport à la transmission directe vers le récepteur.
2. Le contenu fréquentiel du son (Bruel and Kjaer 2002).

Lorsqu'un front d'onde atteint un obstacle (par exemple un mur ou un écran), le motif original des ondes continue au-dessus du sommet de cet obstacle, mais il crée une ombre acoustique. Cela peut être assez clairement défini pour un son à très haute fréquence (semblable à une ombre légère), mais à basses fréquences, la diffraction se produit au bord de l'obstacle, et ce bord se comporte comme une source virtuelle, comme la montre la figure. II.14.

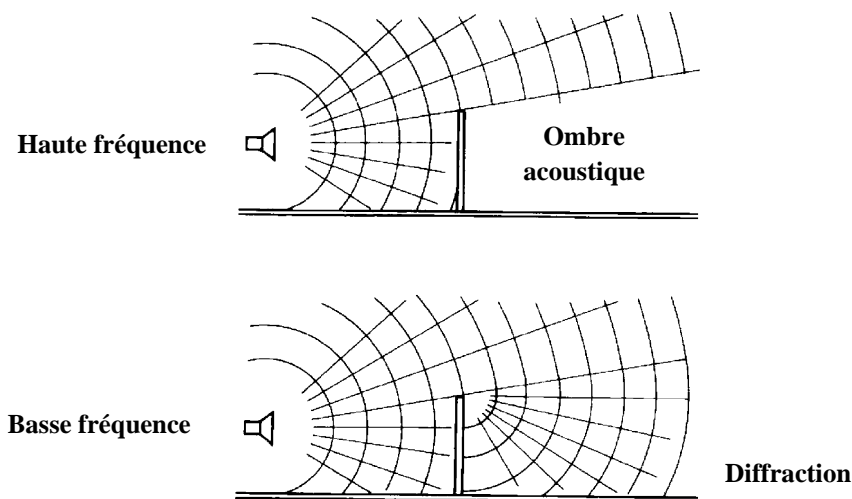


Figure. II.14. Ombre et diffraction acoustiques (Steven V. Szokolay 2004).

II.2.2.5. Effet du sol

La couverture du sol, sur laquelle le son se propage, peut provoquer un frottement de surface, réduisant ainsi le son, ce qui est perceptible si la source et le récepteur sont proches du niveau du sol. Les surfaces pavées ne donnent pas une telle réduction, mais l'effet des herbes hautes, des arbustes et des arbres peut être assez significatif (Steven V. Szokolay 2004). L'effet du sol est différent pour les surfaces acoustiquement dures (par exemple, béton ou eau), molles (par exemple, herbe, arbres ou végétation) et mixtes. L'atténuation au sol est souvent calculée en bandes de fréquences pour tenir compte du contenu fréquentiel de la source de bruit et du type de sol entre

la source et le récepteur. Les précipitations peuvent affecter l'atténuation au sol. La neige, par exemple, peut donner une atténuation considérable et peut également provoquer des gradients de température élevés et positifs. Les réglementations déconseillent souvent de mesurer dans de telles conditions (Bruel and Kjaer 2002).

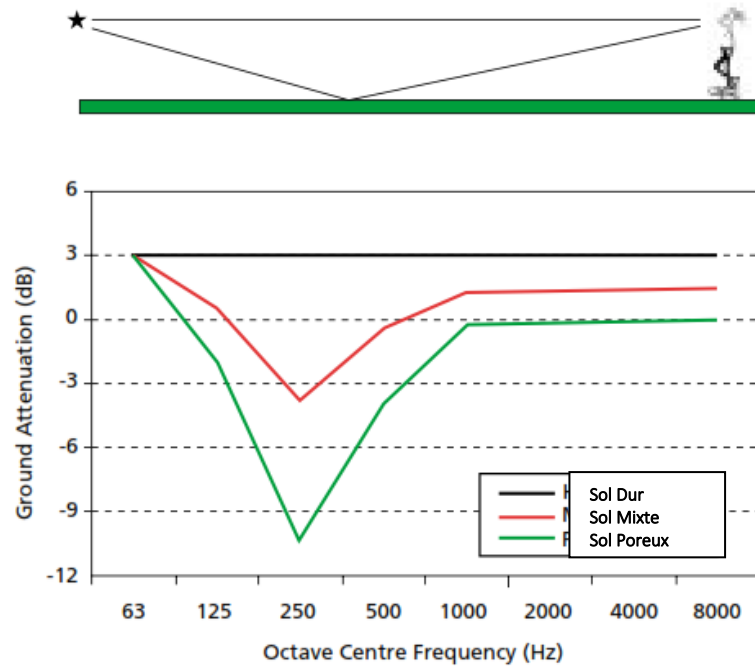


Figure. II.15. Influence de la surface du sol à 100 m de distance entre la source et le récepteur. Hauteur source et récepteur 2 m (Bruel and Kjaer 2002).

II.2.2.6. Effets de l'humidité relative

La "rigidité" de l'air ou de son module d'élasticité ne change pas avec l'humidité. À mesure que l'humidité augmente, le pourcentage de molécules d'air qui sont des molécules d'eau augmente également. Par conséquent, plus la fraction d'air composée de vapeur d'eau est grande, moins la masse par unité de volume et moins l'air devient dense. Une densité plus faible se traduit par un déplacement plus rapide des ondes sonores, de sorte que les ondes sonores se déplacent plus rapidement à une humidité élevée (<http://fr.scienceaq.com/Physics/100117039.html>).

L'humidité impactent également les mesures acoustiques. Pour une température de 15 °C, une diminution de l'humidité relative passant de 80% à 20% diminuerait le niveau sonore de 3 dB (à 1 000 Hz) pour un auditeur placé à 800 m de la source de bruit. Bien que le taux d'humidité change lentement, c'est un phénomène qui affecte la répétabilité de la mesure.

Pour une humidité relative de 80%, une augmentation de la température passant de 15 °C à 30 °C diminuerait de 3 dB (à 1 000 Hz) le niveau sonore à 800 m de la source de bruit. De telles variations de température sont fréquentes sur une période de 24 heures.

Dans l'air à température ambiante au niveau de la mer, par exemple, le son se déplace environ 0,35% plus rapidement dans une humidité de 100% (air très humide) que dans une humidité de 0% (air complètement sec).

L'atténuation intéresse particulièrement les fréquences aiguës. Pour une température donnée l'absorption passe par un maximum d'autant plus marqué que le taux d'humidité est faible.

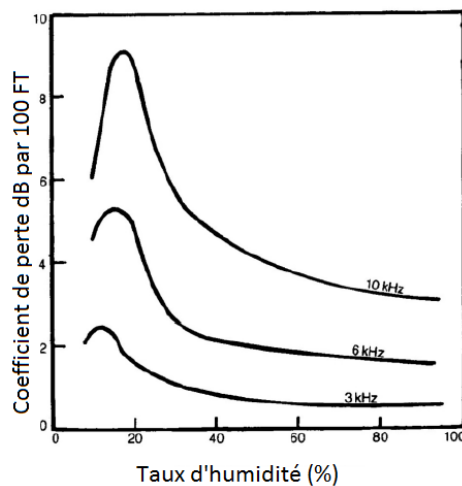


Figure. II.16. L'atténuation du son en fonction de l'humidité ambiante

(<http://physique.unice.fr/sem6/2012-2013/PagesWeb/PT/Reverberation/page1.html>)

II.2.2.7. Réflexion

Lorsque les ondes sonores frappent une surface, une partie de leur énergie acoustique est réfléchiée par celle-ci, une partie est transmise à travers elle et une partie est absorbée par celle-ci. Si l'absorption et la transmission sont faibles, comme c'est généralement le cas pour les bâtiments, la majeure partie de l'énergie sonore est réfléchiée et la surface est dite acoustiquement dure. Le niveau de pression sonore à proximité de la surface est donc dû au rayonnement direct de la source et au son provenant d'une ou plusieurs réflexions.

Typiquement, le niveau à 0,5 m d'un mur uni est de 3 dB(A) plus élevé que s'il n'y avait pas de mur. Les réglementations exigent souvent l'exclusion de l'effet de réflexion des résultats rapportés (conditions de champ libre) (Bruel and Kjaer 2002).

II.2.2. Réception sonore

II.2.2.1. Perception du son

Nous avons déjà défini le son comme toute variation de pression pouvant être détectée par l'oreille humaine. Le nombre de variations de pression par seconde s'appelle la fréquence du son et se mesure en hertz (Hz). L'audition normale d'un jeune en bonne santé varie d'environ 20 Hz à 20 000 Hz (20 kHz).

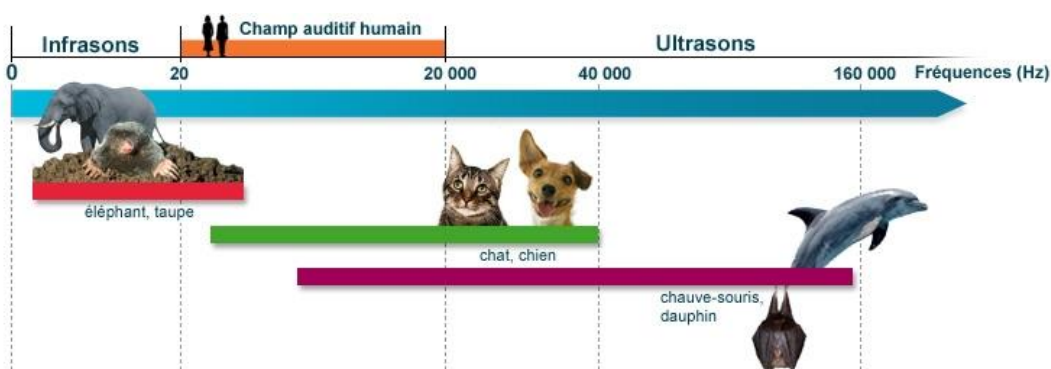


Figure. II.17. Fréquences perçues par l'oreille humaine et celle de quelques autres mammifères, Graphe S. Blatrix (<http://www.cochlea.org/entendre/champ-auditif-humain>)

En termes de niveaux de pression sonore, les sons audibles vont du seuil d'audition à 0 dB au seuil de douleur à 130 dB et plus. Bien qu'une augmentation de 6 dB représente un doublement de la pression sonore, une augmentation d'environ 8 à 10 dB est nécessaire avant que le son n'apparaisse subjectivement comme nettement plus fort. De même, le plus petit changement perceptible est d'environ 1 dB (Bruel and Kjaer 2002).

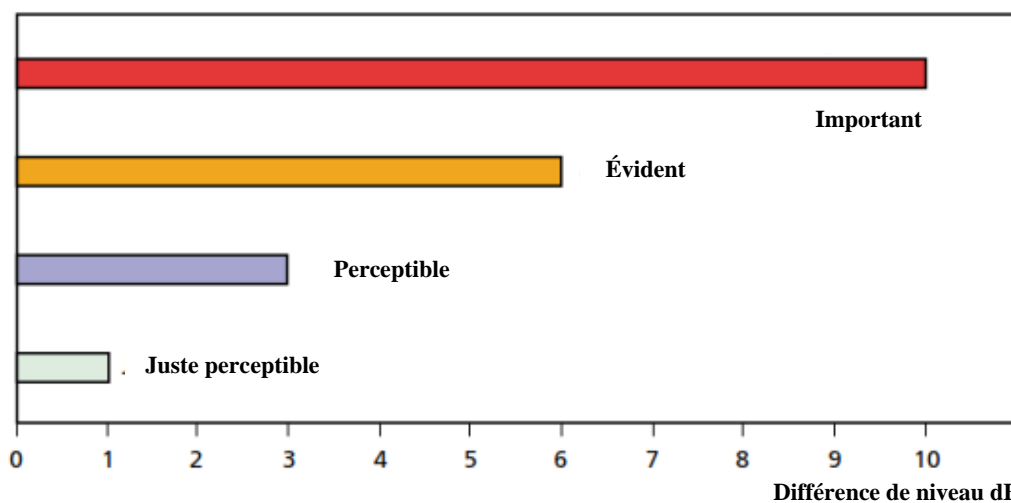


Figure. II.18. Perception du son avec l'augmentation du niveau de pression sonore (dB) (Bruel and Kjaer 2002)

II.2.2.2. Oreille humaine

La perception auditive (du latin *auris* = oreille) commence par l'oreille. Les sons aériens atteignent le tympan à travers le tube auditif et il se met à vibrer (Figure. II.19). Cette vibration est ensuite transmise par les osselets (marteau, enclume et étrier) à la membrane interne de la fenêtre ovale et à travers celle-ci, elle atteint l'oreille interne, la cochlée. Quelque 25 000 terminaisons capillaires du nerf auditif sont situées dans la cochlée, qui répondent sélectivement à diverses fréquences et génèrent des impulsions nerveuses, transmises ensuite au cerveau. Ces impulsions sont interprétées par le cerveau, mais la première sélection a lieu dans l'oreille interne. L'oreille est donc non seulement un microphone très efficace mais aussi un analyseur. La plupart des fonctions cérébrales auditives impliquent la reconnaissance de formes, le filtrage de ce qui est pertinent, et l'interprétation, basée sur la mémoire, c'est-à-dire l'expérience passée (Steven V. Szokolay 2004).

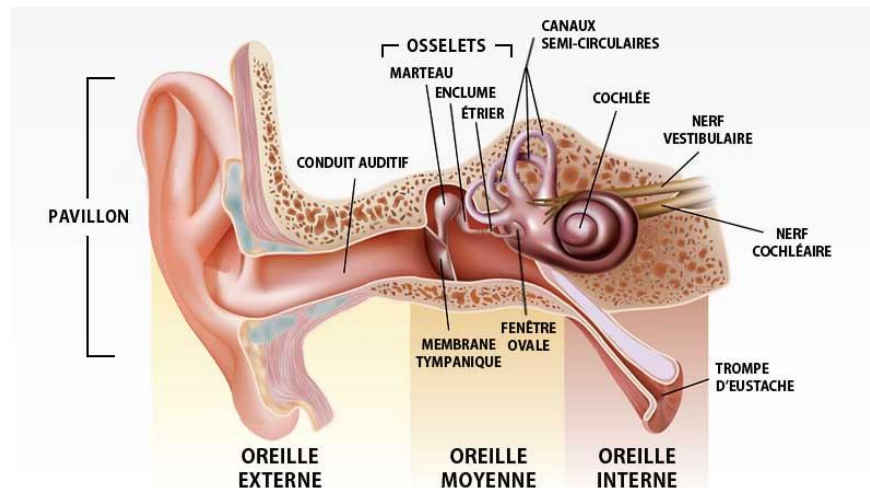


Figure. II.19. L'oreille humaine (<https://www.indexsante.ca/chroniques/404/le-systeme-auditif.php>).

II.3. Paysages sonores et qualité du son environnemental

II.3.1. Paysage sonore

En 1976, le canadien Schaefer invente un nouveau concept « *soundscape* » dans son livre ouvrage « *The Soundscape, our sonic environment and the tuning of the world* », qui a été traduit en français « le paysage sonore » pour décrire l'ensemble des sons perçus par l'être humain dans son environnement et se jugement positif ou négatif (Balaÿ 2003; Semidor 2004; 2006a).

On croyait la notion de paysage attachée au monde visuel. Or voici que depuis une vingtaine d'années des techniciens, des musicologues ou des spécialistes de différentes disciplines se mettent à parler de "paysage sonore". En un double sens.

- Celui de la représentation : un "paysage sonore", ce sera alors tout simplement une séquence enregistrée qui, à la manière d'un tableau en peinture, représente un paysage.
- Celui de la réalité sensible et immédiate : par analogie avec les définitions classiques du paysage visuel ("une partie de pays que la nature présente à un observateur"), le "paysage sonore" pourrait alors être défini comme "une séquence de temps que la nature présente à l'oreille d'un auditeur" (Amphoux 2017).

Un paysage sonore urbain est l'ensemble des sons et des bruits produits par les activités humaines dans les espaces publics, tels que le commerce et le transport, qui éclipsent généralement les autres composants du paysage sonore par leur intensité (Botteldooren, De Coensel, and De Muer 2006).

II.3.2. Qualité du son environnemental

La conception de paysage sonore associe les talents de scientifiques, de spécialistes des sciences sociales, d'architectes et d'urbanistes. Il tente de définir des principes et de développer des techniques permettant d'améliorer la qualité de l'environnement acoustique ou du paysage sonore. Cela peut inclure l'élimination de certains sons (réduction du bruit), la préservation de certains sons (marques sonores) et la combinaison et l'équilibrage des sons pour créer des environnements acoustiques agréables et stimulants.

II.3.3. L'identité sonore peut être définie comme l'ensemble des caractéristiques sonores communes à un lieu, un quartier ou une ville. Concrètement, c'est l'ensemble des sons qui font que la ville donne le sentiment de rester identique à elle-même - réellement ou imaginativement. C'est du même coup l'ensemble des sons qui permettent de la reconnaître - c'est-à-dire, à la lettre, de l'identifier - et par conséquent de la différencier d'une autre ville. C'est encore l'ensemble des sons, ordinaires et incarnés dans la vie quotidienne, auxquels l'habitant ne peut que s'identifier.

L'identité sonore de la ville dépend d'innombrables appréciations individuelles, qui sont le plus souvent enfouies dans une mémoire profonde et inconsciente. Et, qu'on les juge objectives ou subjectives, ce sont ces appréciations qu'il s'agit de repérer, de collectionner et de recroiser pour reconstruire, peu à peu, l'intersubjectivité qui fait l'identité sonore de la ville et de ses espaces publics (Amphoux et al. 2017).

II.3.4. Forme urbaine et environnement sonore

Dans l'étude de Hupeng et al (2019), une enquête à grande échelle a été réalisée sur la propagation du son dans les rues urbaines de Harbin. Les résultats indiquent que différents paramètres spatiaux affectent différemment différents indices acoustiques. Par conséquent, les paramètres spatiaux correspondants pourraient être utilisés pour la conception de l'indice acoustique spécifique dans la rue urbaine. Dans l'ensemble, avec les paramètres spatiaux de rue nouveaux et fiables et la grande quantité d'échantillons de rue, les modèles de prédiction de la propagation du son obtenus par cette étude pourraient être applicables dans les rues urbaines réelles. La tendance de l'atténuation du son présente des corrélations linéaires négatives plus fortes avec le degré d'enceinte transversale et le degré d'enceinte du plan et des corrélations linéaires positives avec la largeur de la rue, la largeur de la voie réservée aux véhicules et la largeur du trottoir. Ainsi, la tendance de l'atténuation acoustique est plus faible avec un degré d'enceinte plan plus élevé, une façade plus haute et une rue plus étroite. De plus, le paramètre spatial dans la zone proche (30 m) affecte la douceur de la courbe d'atténuation du son, tandis que le paramètre spatial dans la zone toutes (60 m) affecte la pente de la courbe d'atténuation du son. Une rue avec des façades relativement basses, des trottoirs plus étroits, un plus petit degré d'enceinte en coupe transversale dans la zone proche et une répartition plus inégale des vides de construction dans la zone proche aura un RT30 moyen plus petit dans la distance de propagation du son de 10 à 60 m (Hupeng, Kang, and Hong 2019).

D'autre part, certaines études portent sur la relation entre les indicateurs morphologiques et le paysage sonore, notamment la répartition du bruit routier (Oliveira and Silva 2010; Wang and Kang 2011; Margaritis and Kang 2016).

Parmi les éléments morphologiques qui affectent le paysage sonore, on peut citer ;

- Le type et la taille de la rue,
- Densité urbaine,
- La hauteur du bâtiment,
- La structure et la géométrie du bâtiment,
- Type de matériau de construction
- Éléments de façade.

Selon Cathrine Semidor, la forme urbaine détermine la manière dont nous percevons les paysages sonores (Semidor 2004; 2006b; Venot and Sémidor 2006). Une meilleure compréhension de la relation entre les éléments morphologiques et les paysages sonores peut nous aider à intervenir en

tant que concepteurs pour améliorer l'environnement sonore à l'échelle de la forme urbaine et avant que des solutions techniques coûteuses ne soient trouvées au niveau de la façade (Magrini and Lisot 2015).

II.3.4.1. Les catégories de formes urbaines

Les conditions de propagation sont fortement influencées par la nature des constructions à proximité de la voie. Concernant l'acoustique urbaine, il est possible de distinguer les tissus fermés, à forte densité de construction, généralement peu « pénétrantes » pour le son, et les tissus ouverts dégagant de vastes espaces entre les constructions, plus facilement pénétrables par le son.

Sur cette base, il est commode d'utiliser la typologie suivante :

- Rues en « U » en tissu fermé,
- Formes urbaines en tissu « ouvert ». (Centre d'Etudes des Transports Urbains 1980).

II.3.4.1.1. Rue en U en tissu fermé

Cette forme urbaine se produit principalement dans les centres urbains, où elle est l'élément le plus répandu. Il se caractérise par une forte densité de construction et de courtes distances entre le bâti et les voies routières (Centre d'Etudes des Transports Urbains 1980).

Par convention, les acousticiens des transports peuvent accepter la définition plus précise suivante: "Une rue en U correspond à une rue avec des bâtiments presque continus de part et d'autre. Dans ce type de rue, le rapport hauteur sur largeur entre façade est généralement élevé (supérieur à 0,2) et la hauteur des bâtiments étant à peu près homogène. Dans le cas de hauteurs dissymétriques, le rapport de la hauteur du plus petit côté par rapport à la largeur entre façades qui doit être supérieur ou égal à 0,2 pour que la rue soit dite en «U» (Centre d'Etudes des Transports Urbains 1980; Bruit and Urbain, n.d.).

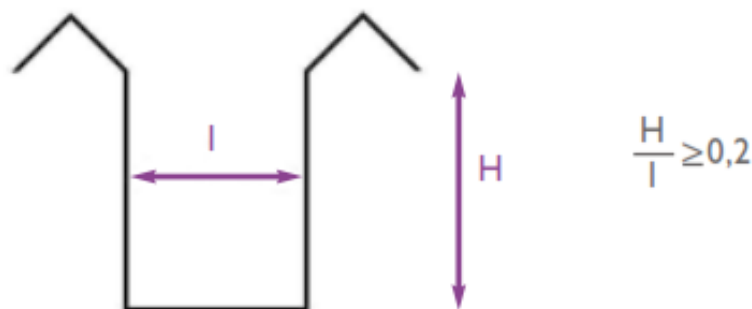


Figure. II.20. Caractérisation géométrique des rues en U (Bruit and Urbain, n.d.)

Acoustiquement, cette rue se caractérise par un multiple nombre de réflexions entre les façades, créant un champ acoustique sur la rue proche d'un champ réverbéré diffus. Ces réflexions provoquent une augmentation du niveau de pression sonore par rapport à un simple champ réfléchi (Centre d'Etudes des Transports Urbains 1980; Bruit and Urbain, n.d.).

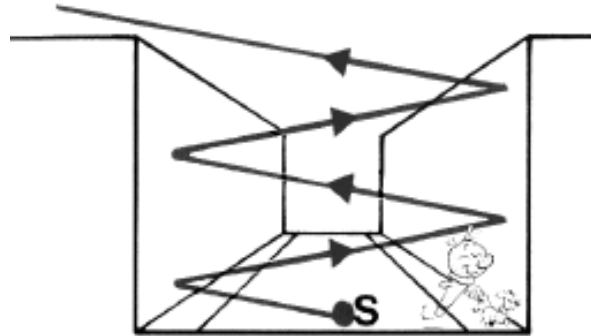


Figure. II.21. Les réflexions multiples par une rue en U (Bar and Loye 1981).

II.3.4.1.2. Formes urbaines en tissu ouvert

Un tissu urbain sera dit « ouvert », au sens de l'acoustique :

- S'il est constitué de bâtiments éloignés les uns des autres, qui dégagent des espaces très perméables au bruit.
- S'il est constitué de bâtiments tous situés du même côté de la source sonore (rue en « L »).
- S'il est de faible hauteur, et si l'espace dégagé autour de la source est important (rapport hauteur sur largeur inférieur à celui de la rue en « U »).

II.3.4.1.2.1. Bâtiments éloignés les uns des autres

C'est le cas des ensembles modernes de périphérie urbaine : soit des ensembles pavillonnaires peu denses, soit des ensembles de tours ou tissus mixtes avec immeubles de 5 à 10 étages qui dégagent des espaces de jardins, parkings ou autres, très perméables au son.

Pour ce type de tissu bâti, c'est le trajet direct qui est prépondérant pour l'analyse des niveaux sonores. Seules les premières réflexions (réflexions d'ordre 1 et d'ordre 2) peuvent être utilement prises en compte, en plus du trajet direct.

II.3.4.1.2.2. La rue en « L » : elle n'est bordée de constructions que sur un seul de ses côtés.

Dans ce type de rues règne un champ acoustique direct auquel se superpose la réflexion simple sur la façade de l'immeuble. Il n'y a pas une réverbération importante, à la différence des rues en « U ». Dans cette rue en L, plus ouverte que le premier type, le rapport hauteur/largeur est inférieur à 0,2.

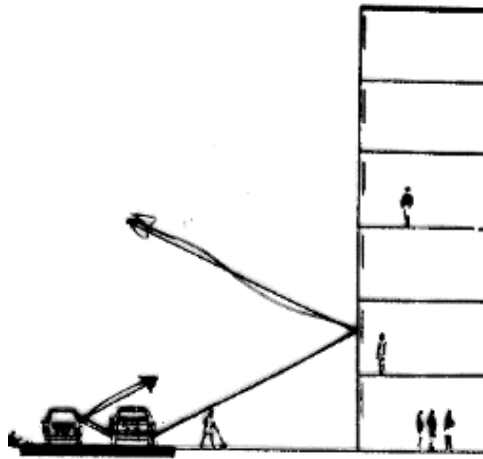


Figure. II.22. Réflexions simples de la rue en L (Technologies, Montagne, and Bruxelles, n.d.)

II.3.4.1.2.3. Les bâtiments bas ou éloignés de la source

Si la distance entre les façades est grande par rapport à la hauteur du bâtiment, on n'a plus à faire à une rue en « U », au sens utile à l'acousticien, même si on est une route continue avec le bâtiment implanté des deux côtés de la voie C'est le cas de la plupart des autoroutes situées en périphérie des grandes agglomérations urbaines ou des déviations des petites agglomérations urbaines situées à proximité de l'axe principal. De même, si la hauteur du bâtiment bordant la chaussée est faible par rapport à la largeur de la voie les façades, on n'a plus affaire à des rues en U. C'est le cas des grands axes de circulation (autoroutes, voies rapides, grandes routes nationales) traversant des tissus pavillonnaires ou bien des tissus mixtes éloignés de la route. En fait, le caractère déterminant dans la définition une rue n'est pas en « U » mais sera dite en géométrie ouverte si son rapport hauteur sur largeur est inférieur à 0,2. Pour ces rues, ce sont bien la transmission directe et la première réflexion qui dominant dans le calcul du niveau sonore (Centre d'Etudes des Transports Urbains 1980).

II.4. Outils et méthodes d'analyse et d'évaluation des environnements sonores

Deux principaux axes de recherche caractérisent le domaine de l'acoustique urbaine, le premier axe se concentre sur les sons de l'environnement en tant que sources de nuisance contre lesquels nous devons lutter et contrôler en raison de ses effets nocifs sur la santé, le confort et l'environnement. D'autre part, et après l'invention du concept du paysage sonore dans les années 1970, un autre axe de recherche a été développé, en mettant l'accent sur le paysage sonore en tant qu'ambiance, leur qualité dépend de la nature de ses sources et de la sensation des êtres humains qui vivent l'expérience sonore. Parfois, les gens favorisent le bruit surtout dans les espaces

extérieurs parce qu'ils le considèrent comme un signe de vie, de mouvement et de sécurité (Brocolini et al. 2013; Vogiatzis and Remy 2017). Compte tenu de la complexité et de la multidisciplinarité du concept de paysage sonore, plusieurs méthodes d'analyse et d'évaluation ont été proposées par plusieurs chercheurs au cours de ces dernières années.

Le domaine de l'acoustique urbaine comporte deux grands axes de recherche, le premier portant sur les sons ambiants comme source de nuisances qu'il faut combattre et contrôler en raison de leurs effets nocifs sur la santé, le confort et l'environnement. D'autre part, après l'invention du concept de paysage sonore dans les années 1970, un autre axe de recherche s'est développé, mettant l'accent sur le paysage sonore comme une atmosphère dont la qualité dépend de la nature de sa source et du sens des êtres humains vivant l'expérience sonore. Parfois, les gens aiment le bruit, surtout dans les espaces extérieurs, car ils y voient un signe de vie, de mouvement et de sécurité. Compte tenu de la complexité et de la nature multidisciplinaire du concept de paysage sonore, plusieurs méthodes d'analyse et d'évaluation ont été proposées par certains chercheurs au cours des dernières années.

II.4.1. Mesure du son

La mesure objective des niveaux sonores est un élément essentiel de tout programme de protection contre les bruits ambiants. Les niveaux sonores ambiants varient considérablement, les sons sont souvent impulsifs ou contiennent des sons purs. De plus, les interférences provenant de sources sonores externes doivent être gérées d'une manière ou d'une autre, qu'il s'agisse d'un chien qui aboie, d'une personne au-dessus de la tête ou d'un enfant qui joue.

Les normes et les réglementations précisent quels paramètres doivent être mesurés et, dans la plupart des cas, elles précisent également comment configurer l'équipement de mesure et comment traiter divers facteurs, tels que les conditions météorologiques. Au-delà de cela, il existe quelques "meilleures pratiques".

II.4.1.1. Mesures in situ

Des mesures objectives des niveaux sonores sont un élément indispensable de tout programme de protection contre le bruit environnemental. C'est opération qui nous permet de mesurer l'intensité du son à l'aide d'un sonomètre

II.4.1.2. Instruments de mesure

II.4.1.2.1. Sonomètre

Selon Boyes (2010) et Fahy et Walker (1998), un sonomètre est un instrument utilisé pour mesurer le niveau de pression sonore (une quantité liée au volume du son perçu par l'oreille humaine). Celui-ci se compose d'un microphone, d'un amplificateur et d'un instrument de sortie qui mesure le niveau de pression sonore effectif en dB. Divers accessoires peuvent être incorporés à l'instrument de base, en fonction de l'utilisation recherchée ; tels que, analyseur de fréquence, réseau de pondération, enregistreur, etc. Les sonomètres, fabriqués en différentes tailles et par de nombreuses entreprises, peuvent être utilisés à de nombreuses fins en acoustique architecturale ou urbain , ils constituent un instrument important dans l'évaluation et le contrôle du bruit et des vibrations (Bruel and Kjaer 2002).

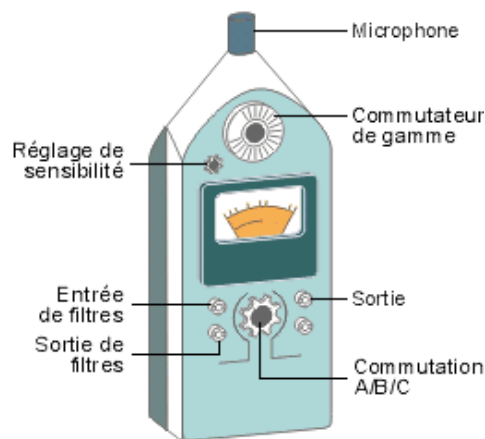


Figure. II.23. Exemple d'un sonomètre (<https://energieplus-lesite.be/mesures/confort7/mesurer-le-niveau-de-bruit/>)

Les sonomètres, quant à eux, peuvent définir les niveaux de pollution sonore dans les zones urbaines ou bâties sensibles telles que les hôpitaux, et peuvent également être utilisés pour évaluer la distribution du niveau sonore dans les espaces architecturaux tels que les salles de classe et les bâtiments.

II.4.1.2.2. Calibrage

Il est courant de calibrer les sonomètres à l'aide d'un calibre acoustique avant et après chaque série de mesures.

Ce que vous faites réellement lors du calibrage est de vérifier la sensibilité de l'instrument à une fréquence et à un niveau sonore spécifiques (généralement 1 kHz et 94 dB). Certains pensent que cela n'est pas nécessaire car les instruments et les microphones de pointe ne sont pas très affectés

par la température, la pression atmosphérique statique ou l'humidité. Bien que cela soit vrai pour les instruments de haute qualité, les données d'étalonnage doivent toujours être signalées pour tout sauf les mesures d'enquête pour trois raisons :

1. L'étalonnage garantit qu'une journée de travail n'est pas perdue. Toute panne de transducteur ou d'instrument est détectée sur place.
2. Les données de calibrage sont exigées par la législation et les normes.
3. Des conditions environnementales extrêmes peuvent influencer sur les résultats.

Pour les professionnels, le sonomètre et le calibreur vont ensemble. Mais pour assurer une précision continue et pour la validité dans les affaires judiciaires, des étalonnages et des vérifications plus détaillés sont nécessaires.

II.4.1.3. Pondération fréquentielle

II.4.1.3.1. Courbes de pondération des fréquences

Notre ouïe est moins sensible aux très basses et très hautes fréquences. Afin de tenir compte de cela, des filtres de pondération peuvent être appliqués lors de la mesure du son. La pondération fréquentielle la plus couramment utilisée actuellement est la « pondération A », qui fournit des résultats souvent notés dB(A), qui se conforment approximativement à la réponse de l'oreille humaine.

Une courbe de « pondération C » est également utilisée, en particulier lors de l'évaluation de sons très forts ou de très basses fréquences.

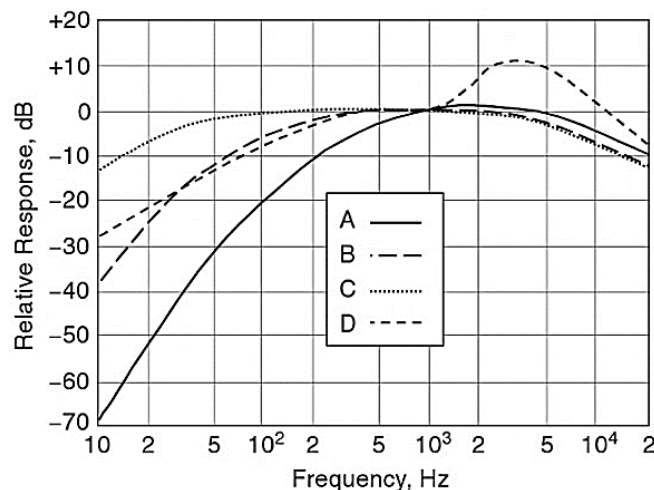


Figure. II.24. Pondération fréquentielle du sonomètre (Maekawa et Lord, 2004).

II.4.1.4. Emplacement du microphone

La législation précise souvent où les mesures doivent être effectuées, par exemple aux limites des propriétés ou sur la propriété d'un plaignant. D'autres facteurs doivent également être pris en compte lors de la mesure car les niveaux sonores varient à différentes hauteurs au-dessus du niveau du sol. Ils varieront également en fonction de la distance entre le point de mesure et les façades et obstacles. Ces exigences doivent être notées et appliquées.

Cela impliquera souvent de prendre des mesures :

- Loin des façades
- Loin des obstacles
- Sous le vent
- En conditions sèches avec une vitesse de vent inférieure à 5 m/s
- avec le microphone 1,2 - 1,5 m au-dessus du sol (Bruel and Kjaer 2002)

Cependant, les mesures peuvent être effectuées en façade ou à d'autres hauteurs spécifiées. Nous pouvons citer par exemple, la norme NF S 31-010 (Segaran et al. 2020), où le sonomètre doit être placé à une distance minimale de deux mètres de tous les obstacles réfléchissants, et à une hauteur de 1.5 mètre du sol, comme il existe la norme NF S 31-130 qui recommande de placer le sonomètre à une hauteur de 5 mètres et à une distance de 2 mètres des façades (Sémidor, Torgue, and Beaumont 2010).



Figure. II.25. La norme NF S 31-010, mise en place du sonomètre (Segaran et al. 2020).

II.4.2. Enregistrement sonore

L'enregistrement sonore est l'opération qui consiste à garder la trace d'un son de façon durable sur un support analogique comme la bande magnétique ou le disque vinyle, ou sur un support numérique comme le disque compact, en vue de pouvoir le diffuser au plus proche de l'identique et éventuellement le modifier (le traiter). Elle est effectuée grâce à une chaîne de transducteurs : un dispositif de capture des ondes sonores (microphone), un dispositif d'amplification (préamplificateur) et un dispositif d'écriture sur le support. On qualifie également d'enregistrement sonore le support enregistré (<https://www.techno-science.net/definition/1256.html>).

Cathrine Semidor (Semidor 2004) a utilisé cette nouvelle technique pour étudier l'acoustique urbaine dans une méthode appelée marche sonore.

D'autre part, les pistes audio enregistrées peuvent également être utilisées pour réaliser des questionnaires d'évaluation de la qualité de l'environnement sur la base d'écoutes réactivées en laboratoire (Augoyard 2001; Sémidor, Torgue, and Beaumont 2010).

La chaîne d'acquisition utilisée pour l'enregistrement était constituée d'un enregistreur à bande audionumérique Zoom H4 connecté à 2 capsules microphoniques Sennheiser MKE 102 pour former un système d'enregistrement binaural (SEB) semblable à une tête artificielle (Figure. II.23). L'écoute stéréo crée une véritable perception de l'environnement sonore tandis que la vision stéréo apporte un effet de relief. Les enregistrements binauraux permettent de caractériser la répartition spatiale de l'énergie sonore, notamment en distinguant les espaces selon leur morphologie : ouverts (place, esplanade...) ou fermés (rue en U, cour intérieure...).

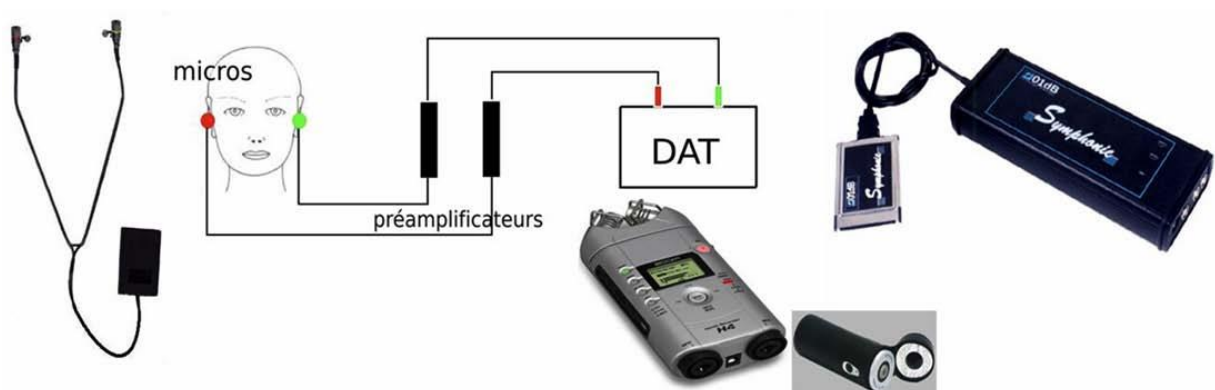


Figure. II.26. Matériel utilisé lors des promenades, calibreur et carte d'acquisition du signal (Sémidor, Torgue, and Beaumont 2010)

Selon le contenu enregistré, le processus de marche est expliqué, la carte de l'itinéraire est prise en cours de route et l'analyse visuelle de "l'image sonore" est terminée. Cette représentation 2D correspond à la durée du son (temps selon l'axe des abscisses, en secondes ou minutes), fournissant une traduction visuelle de l'impression auditive (Figure. II.24). Chaque image, liée à une voie d'enregistrement, est accompagnée d'une légende qui attribue des couleurs à chaque gamme Leq sur une échelle de 10 dB à 10 dB.

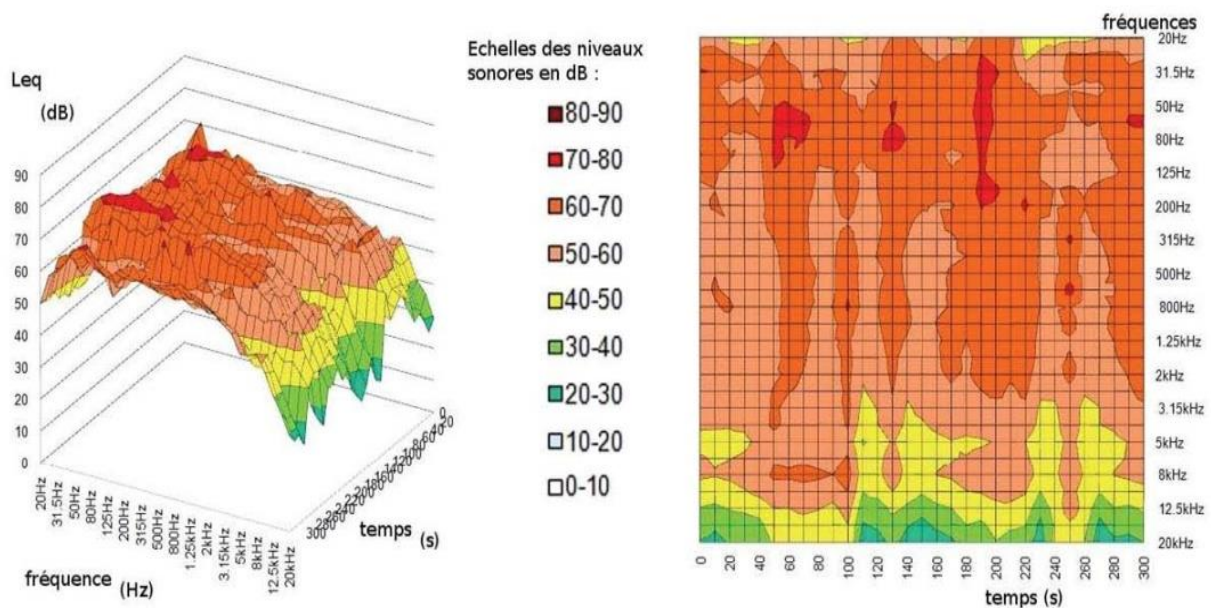


Figure. II.27. Exemple de spectre 3D et image acoustique 2D associée

(Sémidor, Torgue, and Beaumont 2010).

II.4.3. Analyse des environnements sonores

II.4.3.1. Le taux de pollution sonore

Le niveau sonore maximum admis dans les zones d'habitation, les voies et lieux publics ou privés en Algérie est de 70 décibels en période diurne (“Décret Exécutif N°93-184 Du 27 Juillet 1993 Réglementant l’émission Des Bruits.” 1993). Cette valeur est conforme aux normes internationales telles que celle de l'OMS (Thomas et al. 1995), à l’exception des zones résidentielles où ce niveau dépasse de loin la valeur recommandée. Voir tableau II.3.

Tableau II.3. Norme de niveau sonore par l'OMS (WHO) et certains pays (“Décret Exécutif N°93-184 Du 27 Juillet 1993 Réglementant l'émission Des Bruits.” 1993; Thomas et al. 1995; Zannin, Ferreira, and Szeremetta 2006; de Souza, Alberto, and Barbosa 2020; Segaran et al. 2020).

Limite du niveau sonore (Zone Résidentiel)	Niveau sonore LAeq dB(A)	
	Journée	La nuit
Algérie (Décret exécutif n°93-184)	70	45
OMS (WHO)	55	45
Malaysia (DOE Low Density)	55	50
Brésil	55	45
Iran (Résidentiel area)	55	45

II.4.3.2. Classification des environnements sonores

Dans cette section, les environnements sonores étudiés sont classés selon l'échelle proposée par le U.S. Department of Housing and Urban Development (HUD). Cette classification a été largement utilisée récemment (Zannin, Diniz, and Barbosa 2002; Bouzir 2018) et permet de classer les zones résidentielles en 4 catégories en fonction de l'intensité de l'environnement sonores:

1. Clairement acceptable : $LA_{eq} < 49 \text{ dB (A)}$
2. Normalement acceptable : $49 \text{ dB (A)} < LA_{eq} < 62 \text{ dB (A)}$
3. Normalement inacceptable : $62 \text{ dB (A)} < LA_{eq} < 76 \text{ dB (A)}$
4. Clairement inacceptable : $LA_{eq} > 76 \text{ dB (A)}$.

Conclusion

Grâce à la recherche bibliographique menée dans ce chapitre, nous avons pu identifier les principaux concepts et caractéristiques physiques fondamentales et les notions de base de l'acoustique, en particulier ceux liés à nos thèmes de recherche, tels que la fréquence, l'intensité, la pression acoustique et le niveau de pression sonore. Dans la seconde partie de ce chapitre, nous avons identifié les notions de champ auditif et d'intervalle de fréquence audible. De plus, cette partie théorique se concentre également sur les trois phases des ondes sonores extérieures, et une plus grande attention est portée à la propagation de ces ondes sonores en champs libres, notamment en ville, pour déterminer différents paramètres physiques et environnementaux qui affectent l'environnement acoustique en conditions réelles, comme la réflexion, la diffraction, la température de l'air, la vitesse et la direction du vent, ces paramètres affectent également la précision des mesures. En effet, on a pu montrer que la forme urbaine a une grande influence sur l'environnement sonore. Alors, nous constatons l'importance d'étudier les méthodes et les techniques d'analyse et d'évaluation de l'environnement urbain dans le prochain chapitre. En bref, dans la quatrième partie on a identifié les différents instruments de mesure de l'intensité sonore utilisés dans la recherche en acoustique urbaine, leurs modes de fonctionnement et les modes de présentation des indicateurs sonores mesurables. Enfin, la dernière partie de ce chapitre détaille les dernières orientations de recherche sur ce sujet et les principales méthodes d'étude de l'acoustique urbaine, en mettant l'accent sur les méthodes que nous utiliserons dans la partie pratique de cette étude (mesures de terrain).

Chapitre III

*Analyse et évaluation de l'environnement urbain :
« Méthodes et techniques de la space syntax »*

Introduction

L'objet de ce chapitre est de présenter quelques-unes des méthodes spécifiquement utilisées pour analyser et évaluer l'environnement urbain. Dans son livre « *Space is the machine* », Bill Hillier, expliquant que certains partisans de la syntaxe spatiale soutiennent que la théorie de la syntaxe fait de l'architecture un domaine distinct à part entière. L'architecture et l'urbanisme sont un point de rencontre interdisciplinaire, combinant les méthodes des sciences sociales avec les méthodes de syntaxe spatiale. Par conséquent, ce chapitre sera consacré à discuter de toutes les méthodes et outils liés à l'évaluation environnementale urbaine au niveau syntaxique.

En revanche, nous présentant l'approche de la syntaxe spatiale ou « *Space Syntax* » qui forme le contexte théorique et méthodologique de cette étude. Il définit ses fondements théoriques et ses outils d'analyse, qui seront utilisés dans les chapitres suivants. La théorie de la syntaxe spatiale soulève la question de l'espace telle qu'écrite par Hillier et Hanson (1984) dans leur livre « *The Social Logic of Space* », où ils tentent de mettre l'accent sur la relation entre l'espace et la société, et sur la manière dont ils s'intègrent les uns aux autres. Par conséquent, notre recherche utilise principalement cette méthode comme cadre théorique et méthode d'analyse, afin de mieux atteindre l'objectif, donc la définition de ce processus d'analyse et de son évolution, ainsi que la recherche sur ses bases théoriques pour une meilleure compréhension nécessaire et le bien le contrôler avant de l'appliquer à notre étude.

Dans ce qui suit, ce chapitre aborde la théorie, l'évolution, les objectifs, les concepts clés liés à l'analyse syntaxique, les outils et techniques d'analyse, les méthodes de mesure et les modèles de syntaxe spatiale via le logiciel Depthmap, respectivement. Il dévoilera ensuite l'application des théories et méthodes de la syntaxe spatiale dans certaines études sur l'analyse spatiale des espaces urbains, pour répertorier tous les savoir-faire et expériences antérieures, tout en s'engageant dans de nouvelles voies de recherche ; pour éviter d'autres études antérieures.

III.1. La théorie de la syntaxe spatiale (space syntax)

Space Syntax est un ensemble de théories et de méthodes analytiques, fondé dans le monde anglo-saxon à la fin des années 1960 par Bill Hillier, professeur d'architecture et de morphologie urbaine à la Bartlett School of Architecture and Planning. Au cours de la décennie suivante, il a été développé par d'autres chercheurs et étendu à de multiples domaines (architecture, urbanisme, sociologie, archéologie, énergétique etc.)

La théorie est définie comme : « une théorie structurale et expérimentale de l'espace urbain et architectural, qui vise à quantifier l'espace à partir de variables issues de la théorie des graphes et à rechercher une ou plusieurs relations entre structure et fonction » (REZIG 2013). En outre, il « propose une structure méthodologique et analytique visant à étudier la relation qui existe entre les usagers et leur environnement physique, la dimension sociale de l'espace.

Selon Hillier (1987), la syntaxe spatiale est un outil de recherche et peut être utilisée directement en aménagement. Elle permet une approche nouvelle de la problématique des interventions physiques dans le tissu urbain. Les urbanistes qui l'utilisent verront immédiatement l'impact des décisions sur son projet sur la configuration et les résultats fonctionnels. Il peut être intéressant de noter à ce stade que si le système rend le planificateur plus conscient de l'espace, son organisation reste intuitive. La méthode guide son imagination. Le résultat du planificateur fournit une sorte de commentaire. En bref, il ne dit pas au planificateur quoi faire, mais ce qu'il fait (Hillier 1987).

Bafna définit la syntaxe spatiale comme un projet de recherche qui étudie la relation entre la société humaine et l'espace dans la perspective d'une théorie générale de la structure de toutes les formes d'espace d'habitation : bâtiments, agglomérations, villes ou espaces urbains (Bafna 2003), c'est un moyen d'étudier la relation entre les structures urbaines et leurs fonctions. Il ne remplace pas les autres méthodes, mais les complète (Iqbal 2011).

La théorie de la syntaxe spatiale fournit un cadre méthodologique et analytique pour disséquer les relations bilatérales étroites qui lient les personnes et leurs environnements physiques (Letesson 2009). D'une autre manière, elle examine la relation espace-société et cherche d'analyser et interpréter les qualités spatiales des objets qui révèlent les règles sociales et qui régissent l'interface entre les personnes (REZIG 2013).

Ainsi, la syntaxe spatiale est un ensemble d'outils théoriques et analytiques visant à étudier la relation entre les personnes et l'espace, combinant les aspects sociaux et spatiaux dans les espaces architecturaux ou urbains. Il est considéré comme un meilleur outil pour poser les bases théoriques d'une meilleure architecture ou d'un meilleur urbain (REZIG 2013).

III.2. Les objectifs de la syntaxe spatiale

Le but principal de la syntaxe spatiale est d'étudier et d'élucider les relations entre la société et l'espace ; entre les groupes humains et leur environnement, ces relations sont la base de l'analyse de la syntaxe spatiale (Letesson 2009). Space Syntax vise à évaluer l'impact des interventions urbaines et architecturales sur l'environnement social, l'espace étant avant tout un support d'interaction sociale. Il est évalué sur la base de sa morphologie, de l'intensité de sa fréquentation et des effets d'éventuelles interactions entre les personnes et groupes de personnes (Daas 2012).

La théorie étudie également l'impact de nombreux phénomènes spatiaux, tels que : l'accessibilité, la mobilité, la visibilité, le comportement humain, la communication et les interactions qui en résultent. Elle a essayé de voir l'architecture et la forme urbaine comme des faits humains significatifs (Daas 2012).

Aoutement dit ; "Il cherche à comprendre, d'un point de vue spatial, pourquoi les bâtiments et l'environnement bâti ont ces formes spatiales en dehors de toute analyse fonctionnelle et sociale" (Daas 2012). Par conséquent, cette théorie et méthode analytiques sont un outil nécessaire, aidant les architectes et les urbanistes à comprendre, clarifier, analyser et interpréter la traduction spatiale des relations sociales.

III.3. La configuration spatiale

La configuration spatiale concerne les relations qui existent entre les parties tout en constituant la totalité (Hillier and Vaughan 2007). Une autre définition la décrit comme une relation qui prend en compte d'autres relations ; ainsi la configuration prend en compte toutes les relations du système d'espace relationnel (Croxford, Penn, and Hillier 1996; Hillier and Vaughan 2007).

Cette configuration peut utiliser la théorie des graphes pour établir et calculer des mesures relationnelles communes entre les différentes composantes du système spatial étudié. Elle théorise ces mesures et leur potentiel à incarner ou diffuser des idées sociales. Ces calculs sont traduits en mesures et représentations spatiales en les reliant à la géométrie de l'espace étudié (Hillier and Vaughan 2007). Les calculs effectués sont liés à des mesures de configuration précises visant à exprimer le sens social. Dans ce qui suit, nous présentons quelques concepts

de configuration de base qui sont nécessaires pour comprendre les principes des descriptions de configuration envisagées par la syntaxe spatiale.

III.3.1. La relation entre forme et fonction : l'espace axial, convexe et isovist

Il existe une relation entre la forme d'un espace et la fonction à laquelle il appartient, les gens ont tendance à se déplacer le long de lignes (axes), à échanger avec les autres dans des espaces convexes et à regarder selon un champ de vision (isovist) (Hillier 1996) (Figure III.1).

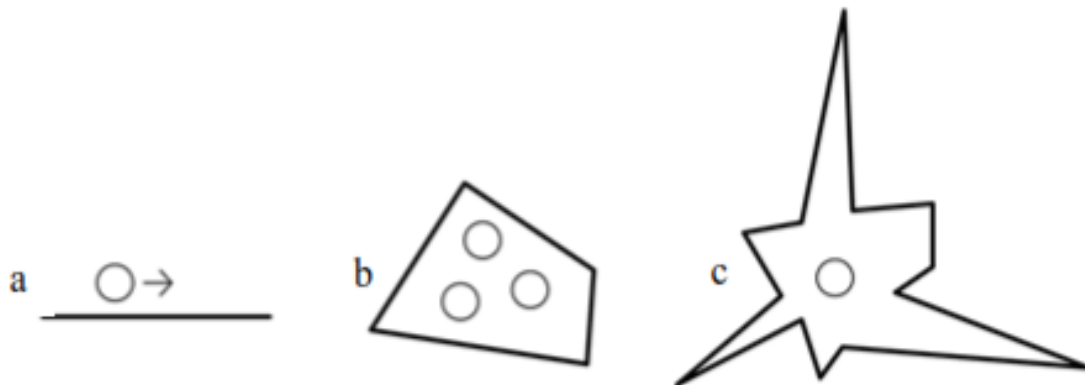


Figure. III.1. présentant le déplacement d'une personne selon une ligne (a), espace convexe où les utilisateurs interagissent (b), enfin un isovist (c) (Hillier and Vaughan 2007).

III.3.1.1. Définition de l'espace convexe

Un espace convexe est un espace dans lequel aucune ligne entre deux points ne dépasse pas le contour de l'espace (figure III.2.a). Inversement, un espace concave est l'espace où une ligne tracée entre A et B dépasse l'espace (Hillier and Hanson 1984) (Figure III.2.b).

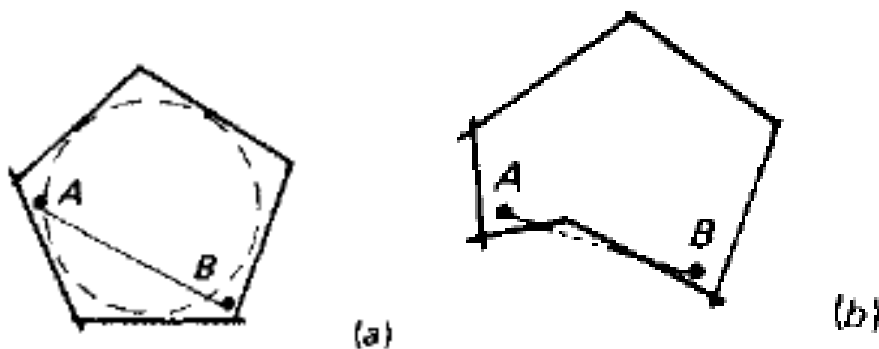


Figure. III.2. L'espace convexe (a) et l'espace concave (b) (Hillier and Hanson 1984).

III.3.1.2. Définition de l'espace axiale

L'espace axiale est une ligne axiale ou une "sight line", qui peut être parcourue à pied (Klarqvist 1993).

III.3.1.3. Définition de l'espace isovist

L'espace isovist est la surface totale visible d'un point (Klarqvist 1993).

III.3.2. Les notions de profondeur

La profondeur est la distance topologique dans le graphe. Il calcule les étapes syntaxiques (*syntactic step*) minimales nécessaires pour atteindre un espace par rapport à un autre (Jacoby, 2006 cité par Mokrane, 2011). Cette définition s'applique aux espaces architecturaux, tels que ceux illustrés dans l'exemple de la Figure III.3.

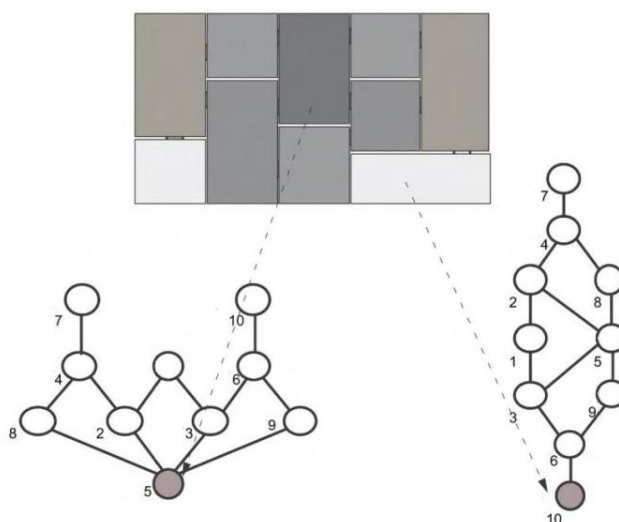


Figure. III.3. Graphes justifié du plan en haut, à partir de deux espaces (Hillier and Vaughan 2007).

Voici la répartition entre plusieurs espaces de construction dessinés dans le plan d'étage. Ceci est tiré de Hillier et Vaughan (2007), " City as one thing ". L'analyse de configuration de cet espace d'ensemble consiste à analyser les relations entre les systèmes. La syntaxe spatiale développe un schéma de représentation topologique appelé graphe justifié ou j-graphe.

III.3.2.1. Le graphe justifié

Un graph justifié du plan est construit à partir des relations existantes entre différents espaces convexes ou axiaux. La notion de profondeur est centrale dans un graph justifié. Plus l'espace est intégré (accessible) moins il est profond et vice versa, on parle d'espace ségrégué.

Les graphes justifiés peuvent être décrits de deux manières : symétrique ou asymétrique, distribué ou non distribué. Les graphes justifiés se composent de cercles et de lignes, les petits cercles représentent des espaces et les lignes qui les relient représentent leurs relations (Hillier and Hanson 1984) (p.93).

Pour la définition de la symétrie, en prenant les trois espaces a, b et c comme exemple, la relation entre a et b est dite symétrique si la relation entre eux est la même que la relation entre b et a (Figure III.4). Il en est de même pour leur rapport à l'espace c (Hillier and Hanson 1984).

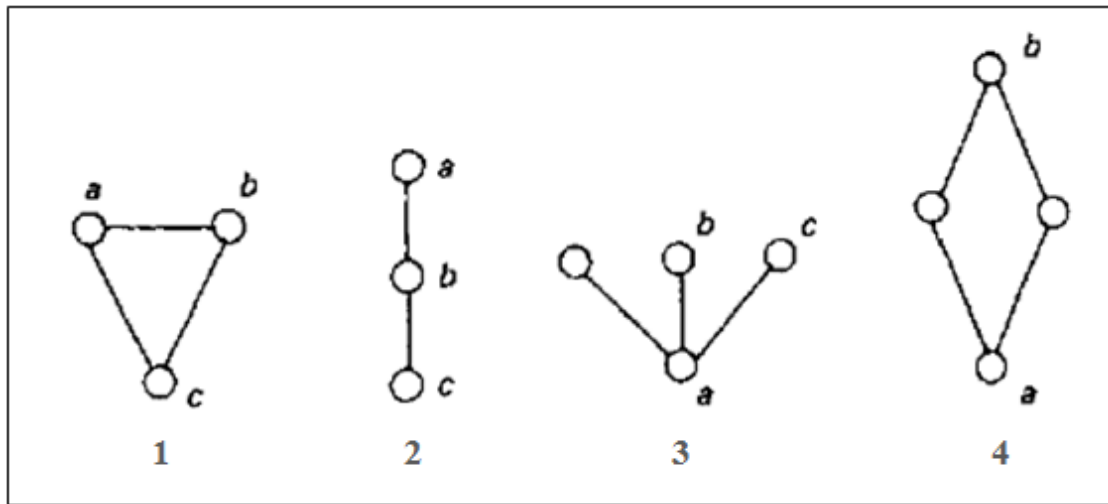


Figure. III.4. 1-un graphe symétrique distributif, 2- graphe asymétrique non distributif, 3- graphe non distributif et symétrique, 4- graphe distributif et asymétrique (Hillier and Hanson 1984).

Inversement, un graphe est dit asymétrique lorsque la relation entre a et b diffère de la relation entre b et a en rapport avec c (figure III.4). L'asymétrie implique automatiquement la profondeur, car on est obligé de traverser un espace pour en atteindre un autre (Hillier and Hanson 1984).

Pour la deuxième propriété syntaxique, la propriété d'affectation, la relation entre deux espaces a et b est dite « *distributed* » s'il existe plusieurs chemins de a à b. S'il n'y a qu'une seule possibilité, alors la relation est non distribuée « *not distributed* ». A noter que les propriétés de distribution sont indépendantes des propriétés de symétrie, par exemple la Figure III.4 (3) est à la fois non-distribution et symétrique, tandis que la Figure III.4 (4) est à la fois distribuée et asymétrique (Hillier and Hanson 1984).

III.4. Représentation de l'espace selon la syntaxe spatiale

On peut définir deux familles de représentations en fonction du type de relation de configuration d'analysée ; ainsi, il existe des représentations basées sur des paramètres d'accessibilité et d'autres basées sur des paramètres de visibilité.

III.4.1. Représentation basée sur l'accessibilité

Ces représentations semblent être les premières adoptées par la syntaxe spatiale. Ils reposent sur une description d'un espace accessible, la relation entre les différents composants qui lui donnent une forme physique. Cependant, la diversité des types de représentation existe dans de nombreuses définitions physiques des composantes spatiales pertinentes. Les chercheurs en syntaxe spatiale définissent deux types de composants spatiaux.

III.4.1.1. La carte convexe

C'est une représentation en deux dimensions d'un espace urbain ou architectural. Pour ce faire, il divise l'espace (représenté dans une vue en plan) en aussi peu de petites entités convexes que possible. La carte qui en résulte est utilisée pour localiser les zones possibles d'interaction sociale. Cette carte montre les caractéristiques locales de l'espace urbain (Hillier, Hanson, and Peponis 1987). Des mesures de configuration peuvent également être effectuées sur ces entités à l'aide d'un logiciel de syntaxe spatiale tel que Depthmap©.

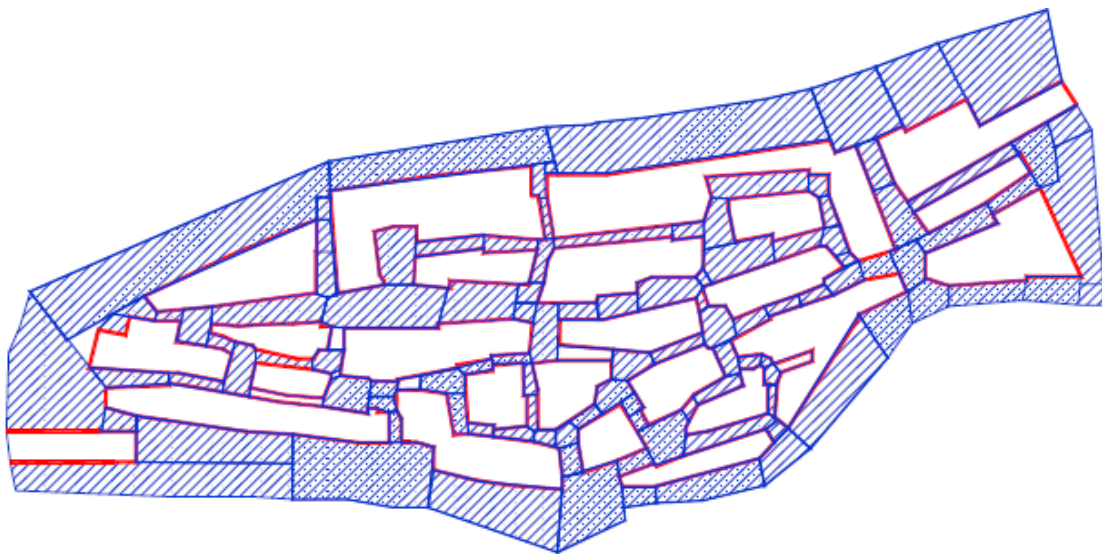


Figure III.5. Un exemple d'une carte convexe d'une petite ville française dans la région du Var. le bâti est en blanc, et les espaces convexes sont en bleu (Hillier and Hanson 1984)

III.4.1.2. La carte axiale et segment

C'est une représentation bidimensionnelle de l'espace urbain. Il est constitué de lignes droites représentant l'axe longitudinal le plus long et le moins nombreux à travers l'espace urbain. Ils relient tous les espaces convexes (Figure III.6). Ils s'étendent dans la mesure du possible jusqu'à au moins un point visible et directement accessible (Hillier, Hanson, and Peponis 1987). Ces représentations permettent d'appréhender la dimension globale des systèmes urbains. Cela permet de connecter les portions convexes dans la structure globale de l'agencement spatial. Il est considéré comme une référence au mouvement (Hillier, Hanson, and Peponis 1987). Les cartes axiales semblent être l'un des outils les plus puissants de la syntaxe spatiale. La plupart des modèles développés l'utilisent comme un outil de représentation fiable. La carte axiale peut également effectuer des mesures de configuration, où chaque ligne a une valeur syntaxique mesurée par des logiciels de la syntaxe spatiale, tels que le *Depthmap*. L'analyse axiale est largement utilisée dans les études liées à la répartition du flux piétonnier et au choix d'itinéraire des piétons (Franz, Mallot, and Wiener 2005; Dettlaff 2014; Özbil Torun 2015; Monokrousou and Giannopoulou 2016).

Les tracés axiaux de la carte axiale constituent la base d'un autre type d'analyse, l'analyse segmentaire. Dans les réseaux routiers, l'analyse de segment ou modèle SEGMENT est une technique visant à extraire des informations cognitives du mouvement à travers des définitions mathématiques de trois distances (métrique, angulaire et topologique). Le déplacement réel des piétons est alors lié à différentes interprétations du concept de distance (Hillier and Iida 2005). Shinichi Iida a développé le logiciel éponyme SEGMENT, dont la fonctionnalité est intégrée dans *Depthmap*. Sharmin et Kamruzzaman (2018) résument et comparent deux types d'analyses (axiale et segmentaire). La représentation basée sur la segmentation divise l'axe d'origine à la jonction en parties individuelles plus petites. Et l'analyse axiale utilise uniquement la distance topologique entre les points de départ et d'arrivée comme critère d'analyse. Alors que l'analyse de segment considère trois types de distances (métrique, topologique et angulaire), la distance métrique fait référence à la distance (en mètres) entre une origine et une destination donnée. La distance topologique est définie par le changement de direction, et enfin la distance angulaire est le changement d'angle. De plus, la représentation segmentée diffère de la représentation axiale par le rayon (échelle) qu'elle implique. La distance topologique correspond à une échelle de profondeur bien précise telle que $R=1, 2, 3 \dots n$. Pour ce qui est des distances métrique et angulaire le rayon est défini comme étant un rayon à partir d'une origine (ex ; 500 ou 1000 m) (Sharmin and Kamruzzaman 2018).

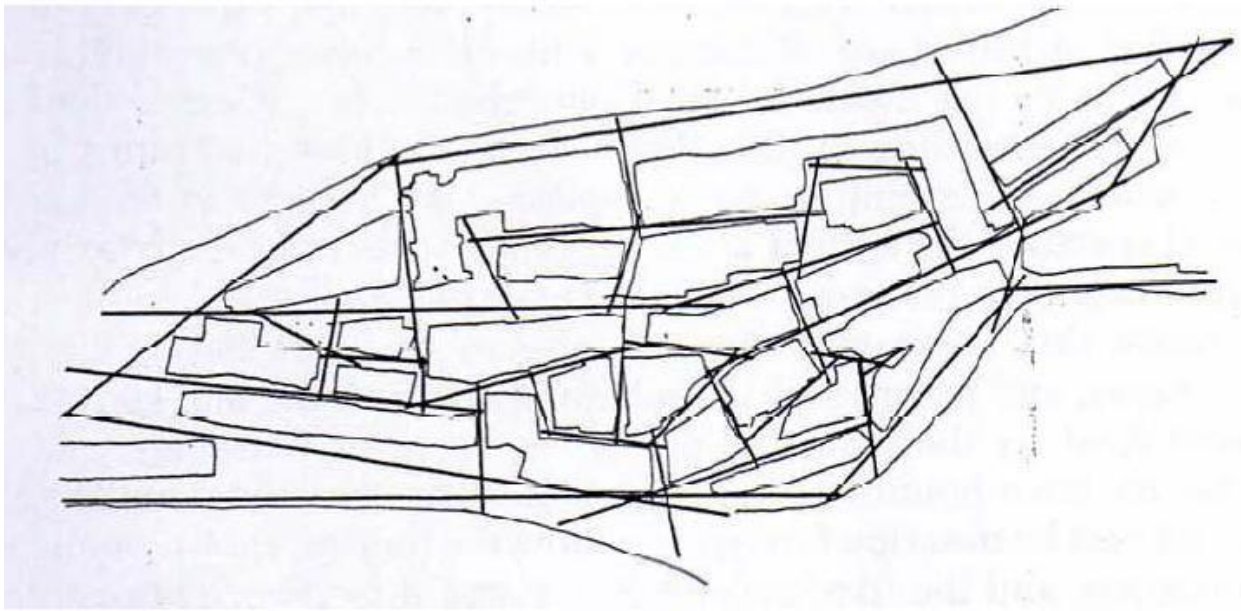


Figure III.6. Un exemple d'une carte axiale d'une petite ville française dans la région du Var (Hillier and Hanson 1984).

III.4.2. Représentations basées sur la visibilité

La représentation basée sur la visibilité prend en compte l'analyse des différents champs de visibilité fournis par le système spatial et utilise des outils informatiques. Ils ont évolué du raffinement au développement de concepts isovistes suite aux travaux de Benedikt (Benedikt 1979). Par conséquent, elle diffère de l'analyse de l'accessibilité en ce qu'au lieu de diviser l'environnement en secteurs, elle considère principalement tous les aspects de l'environnement. L'analyse elle-même présente une analogie par rapport à la représentation des axes, notamment par rapport aux mesures les plus importantes à prendre.

III.4.2.1. L'isovist

Tandy a introduit le concept d'isovist dans l'analyse spatiale, en particulier pour l'analyse du paysage. Cependant, Benedikt (Benedikt 1979) a été le premier à considérer les isovists comme une méthode d'analyse de l'espace architectural (Turner and Penn 1999), et un moyen de représenter l'espace vécu par le percevant, qu'il a défini comme « tout un ensemble de points est visible sous un angle donné de l'espace et de l'environnement » (Benedikt 1979) (p. 47), où il se base sur la production de champs visuels à partir d'un certain point et étudie leurs propriétés. Les techniques d'isovist consistent à profiler différents champs de vision dans des

espaces urbains ou architecturaux pour obtenir un champ de vision isovist qualifié (Letesson 2009). Selon Benedikt, isovist peut être utilisé pour étudier le comportement et la perception. Conroy définit également une ligne isovist comme la somme d'un nombre infini de lignes de visée (ou axes) qui passent par un seul point de l'espace (généralement au niveau des yeux) et occupent le même plan (généralement parallèle au sol) (Figure III.7), alors une iso-vue est l'espace qui peut être vu à partir d'une position de visualisation spécifique, qui peut être vu lorsque l'observateur tourne à 360 degrés ou 2 radians, et il peut se déplacer sans obstacles géométriques (Figure III.8) (REZIG 2013).

En bref, l'analyse isovist est un outil utile pour comprendre comment les gens perçoivent et agissent dans l'espace. Il est couramment utilisé dans la recherche sur la syntaxe spatiale dans le cadre d'un ensemble de techniques d'examen de la visibilité de l'espace utilisateur (Emo 2015).

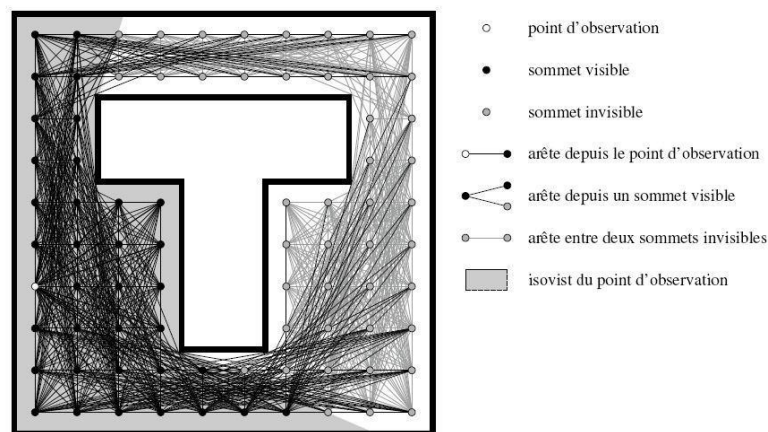


Figure III.7. Modélisation des environnements urbains en points appelés sommets(REZIG 2013).

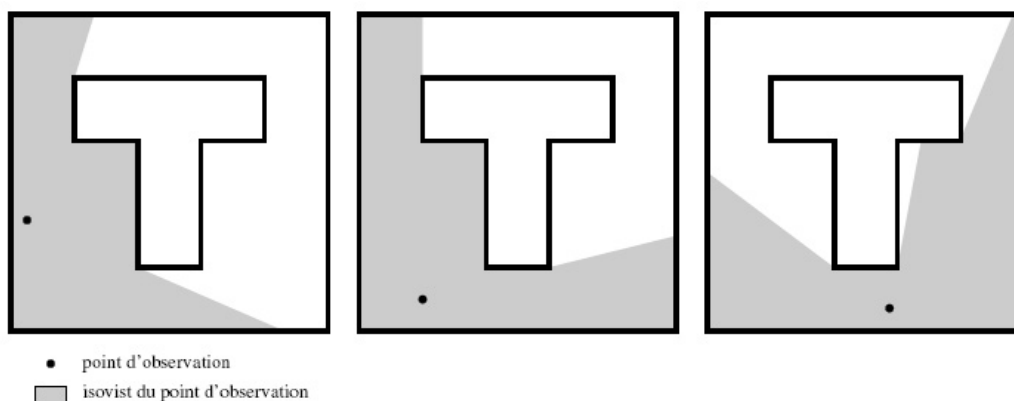


Figure III.8. Trois isovists différents selon la position de points d'observation, face à une forme en T (Mokrane 2011).

III.4.2.2. Le graphe de visibilité (VGA)

Turner a constaté que la méthode isovist de Benedikt ne considérait que les propriétés locales de l'espace et ne tenait pas compte de la relation visuelle avec l'ensemble de l'environnement spatial et de la relation visuelle interne entre l'espace et l'isovist (Bada 2012). Pour cette raison, Turner a développé le logiciel Depthmap pour une analyse graphique de la visibilité (VGA : Visibility Graph Analysis) dans le but d'analyser les liens entre la visibilité dans les bâtiments ou les espaces urbains. Par conséquent, la technologie VGA a été développée par Turner et al. En 2001, sur la base des travaux de syntaxe spatiale de Hillier et Hanson (1984) d'une part, et des travaux d'analyse isotrope de Benedikt (1979) sur la visibilité et les chemins depuis l'espace ouvert (convexe) d'autre part. Le principe de la méthode VGA repose sur "un ensemble de points superposés au plan de l'espace. Chaque point a une valeur par rapport aux autres points, et dégage la ligne de visée. La somme de ces lignes forme un champ de vision" (REZIG 2013).

Les résultats issus de l'analyse VGA sont présentés sous forme de graphes couleurs bien lisibles, qui permettent de calculer plusieurs propriétés de configuration à partir des différentes isovistes qui composent le corpus spatial. Il présente sur un plan les différentes composantes d'un espace, affectées chacune par la couleur, exprimant des valeurs de configuration raisonnables qui lui sont associées (Mokrane 2011). Graphique (Figure III.9), nous pouvons l'analyser à l'aide de plusieurs mesures développées pour étudier les propriétés du graphe : mesures globales et locales (Bellal and Brown 2003).

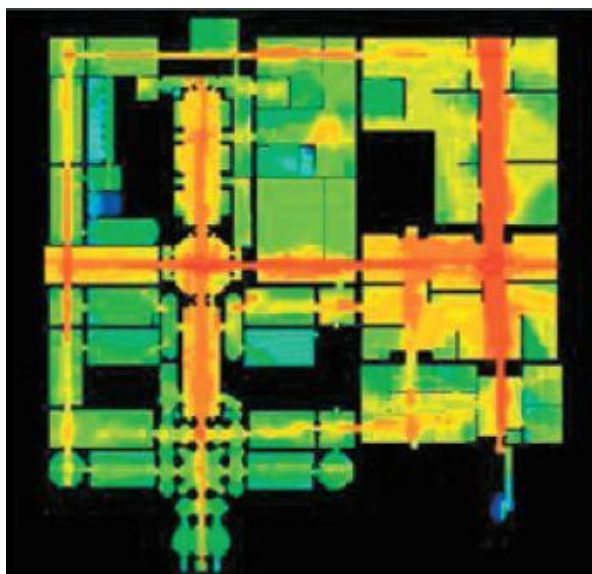


Figure III.9. Un exemple d'application d'une analyse VGA appliqué sur le plan de la *Tate Gallery* à Londres (Mokrane 2011).

III.5. Dimensions de la syntaxe spatiale

Selon Hillier (1987), l'objet urbain est duel, c'est-à-dire qu'il comporte deux dimensions (échelles), locale et globale de la grille urbaine, et les théoriciens de l'urbanisme privilégient souvent une des deux, mais rarement les deux.

III.5.1. Dimensions locales

Dimensions locales sont les dimensions qui limitent la position de chaque élément spatial par rapport à son environnement immédiat. En d'autres termes, un espace est aussi un ensemble de petits espaces formés selon des règles génératives locales, qui sont liées à la fois au voisinage immédiat et à l'ensemble du système, les sous-structures locales.

III.5.2. Dimension globale

La position de chaque espace par rapport à l'ensemble du système peut être précisée par la dimension globale, on s'intéresse à la structure spatiale globale, et la répétition du « le global n'est pas seulement l'assemblage des parties locales de la hiérarchie. C'est cette structure qui crée ces parties » (Hillier 1987) (p 215).

Selon Hillier, le local et le global sont intrinsèquement liés. A l'échelle locale, la forme physique est considérée comme un élément essentiel de la composition de l'espace, dont l'ordre est porteur d'idées et de règles sociales, et à l'échelle systémique globale, toutes les formes et leurs agencements influencent la vie sociale et inspirent certains comportements et en guident d'autres (Hillier 1987).

III.6. Les mesures de configuration de la syntaxe spatiale

Pour comprendre et étudier les configurations spatiales, la syntaxe spatiale utilise plusieurs calculs et formulations relationnels dérivés de la théorie des graphes capables d'incarner des aspects sociaux et de les traduire en représentations spatiales (Hillier and Vaughan 2007). L'analyse repose sur plusieurs propriétés et métriques de configuration raisonnables, qui sont divisées en deux degrés ; les mesures du 1^{er} degré et les mesures du 2^{eme} degré. Nous citerons ci-dessous les mesures les plus importantes correspondant à nos recherches.

III.6.1. Les mesures du premier degré

III.6.1.1. L'intégration

Il s'agit d'une mesure statique qui décrit la profondeur moyenne d'un espace par rapport à tous les autres espaces du système ; indiquant dans quelle mesure un espace est intégré ou ségrégué du système (Klarqvist 1993). C'est la mesure la plus importante dans la syntaxe de l'espace (Mokrane 2011) (p52).

Les mesures d'intégration globale sont principalement utilisées pour étudier certains phénomènes urbains et sociaux tels que la ségrégation sociale, la mobilité urbaine, la criminalité, l'utilisation de l'espace, etc. C'est également un indicateur majeur de mouvement urbain qui favorise l'interaction sociale en face à face (Hillier 1987; 1996).

L'intégration se dit aussi *relative asymmetry* et elle a pour formule mathématique (Hillier and Hanson 1984) :

$$RA = 2 (MDi - 1) / k - 2$$

RA : asymétrie relative = l'intégration

MD : la profondeur moyenne

K : le nombre d'espaces dans le système

Un logiciel d'analyse de configuration, tel que Depthmap, peut calculer une intégrale visuelle ou une intégrale Hillier/Hanson (HH) basée sur l'intégrale précédente (relativement asymétrique) (Mokrane 2011).

Les logiciels de calcul nous offrent également la possibilité de calculer des intégrations globales, en fonction de la considération de tous les systèmes d'espace de nœuds, ou des intégrations locales limitant le nombre de nœuds, c'est-à-dire en ne considérant que les nœuds situés à la profondeur du nœud *i*. Habituellement, les intégrales locales sont calculées avec 3 ou 2 rayons (Mokrane 2011).

III.6.1.2. La connectivité

Il s'agit d'une mesure locale statique. Il montre le nombre d'espaces dans l'environnement immédiat connectés à l'espace d'étude *i* (Klarqvist 1993). La connectivité axiale est le nombre de lignes directement connectées à un axe (Hillier and Hanson 1984). En d'autres termes, la connectivité d'une rue est décrite comme le nombre de lignes ou de rues directement reliées à

celle-ci. Les rues avec des valeurs de connectivité élevées sont plus faciles d'accès depuis différentes directions et offrent plus de choix aux gens.

La formule de la connectivité: **Connectivité i = K** (Jiang, Claramunt, and Klarqvist 2000)

i : espace

K : le nombre de connexions à l'espace i

La valeur des connexions peut également être représentée graphiquement à l'aide d'outils informatiques (Depthmap), où les connexions sont définies par la dégradation des couleurs ; les espaces les plus connectés sont rouges, et ceux qui le sont moins sont bleus.

III.6.1.3. Le contrôle

Il s'agit d'une mesure locale dynamique. Il mesure le degré auquel un espace contrôle l'accès à ses espaces environnants (Klarqvist 1993). Il peut être représenté par des outils informatiques sous la forme d'un calcul graphique VGA, ou il peut être calculé graphiquement par la formule suivante :

$$ctrl_i = \sum_{j=1}^k \frac{1}{C_j}$$

K : le nombre de nœuds directement liés au nœud considéré (i)

J : le nœud directement lié au nœud considéré (i)

C_j : la connectivité du j. (Jiang, Claramunt, and Klarqvist 2000).

III.6.1.4. Le choix

C'est une mesure globale dynamique. Il mesure les chemins les plus courts d'un point à un autre qui relie l'espace à l'ensemble du système spatial (Klarqvist 1993). Cette mesure semble refléter les déplacements de personnes ayant une compréhension précise de l'espace urbain étudié, en particulier les déplacements des résidents locaux. Comme pour l'intégration, le choix peut être mesuré à la fois au niveau local et global, en appliquant les concepts de trois distances (Sharmin and Kamruzzaman 2018).

III.6.2. Les mesures du deuxième degré

Il existe également des mesures du deuxième degré obtenues en corrélant les deux mesures primaires décrites ci-dessus afin de révéler des caractéristiques supplémentaires de la configuration spatiale étudiée.

III.6.2.1. L'intelligibilité

C'est la relation entre une mesure d'intégration et la connectivité. Le rapport est calculé dans chaque espace et représenté sur un diagramme. Calculer le coefficient de corrélation R2. S'il est supérieur à 0,50, le nuage de points résultant se rapproche de la ligne à 45°. Le système est dit intelligible : chaque espace disposant d'une bonne connectivité au niveau local est simultanément intégré au système global. L'ensemble du système devient lisible à partir de ses éléments constitutifs. Si R2 est inférieur à 0,50, le système est dit inintelligible.

Cette mesure semble occuper quantitativement la notion de lisibilité dans les travaux de Kevin Lynch (Kevin 1999).

III.6.3. Les récentes analyses de « syntaxes analyses »

III.6.3.1. Le choix angulaire normalisé (NACH)

Le choix angulaire (C) d'un segment de rue (*i*) se calcule comme suit :

$$\sum_j \sum_k g_{jk}^{(i)} / g_{jk}^{(j < k)}$$

Où $g_{jk}^{(i)}$ est le nombre de chemins les plus courts entre le segment *j* et *k* contenant *i*. $g_{jk}^{(j < k)}$ est le numéro de tous les chemins les plus courts entre *j* et *k* (Rashid 2017) (p. 64).

Les valeurs du choix angulaire normalisé (NACH) sont calculées comme suit :

$$\text{NACH} = \frac{\log (\text{Choice } (r) + 1)}{\log (\text{Total depth } (r) + 3)}$$

III.6.3.2. Le de l'intégration de segment normalisé (NAIN)

L'intégration du segment est calculée comme suit :

$$AI_x^l = \frac{\sum_{i=1}^n d_{\theta}(x, i) l(i)}{\sum_{i=1}^n l(i)}$$

Où n est le nombre de segments, $d\theta$ est l'angle entre deux segments quelconques sur l'itinéraire le plus court sur le segment x , et l est la longueur des segments. La formule calcule la facilité d'accès à une rue et la probabilité de la traverser (Hillier 2005) (p.66). L'utilisation du rayon métrique et de la longueur du segment contribuent à résoudre le problème de l'effet de bord à partir des analyses axiales classiques avec un rayon n . Les valeurs de l'intégration de segment normalisée (NAIN) sont calculées comme suit :

$$\text{NAIN} = \frac{\sqrt[1.2]{\text{Node count } (r)}}{\text{Total depth } (r) + 2}$$

En raison de la taille de Biskra et de son éloignement, un rayon comme n a été utilisé dans cette enquête.

III.7. Les logiciels utilisés dans l'approche syntaxique

Il existe de nombreux logiciels utilisés pour l'analyse syntaxique, tels que : Depthmap, syntaxe 2D, AxeWoman, Confeego, Afraph, etc., mais le logiciel « Depthmap » est le plus largement utilisé, et il est le plus utilisé dans les travaux connexes et la recherche de méthodes syntaxiques, ou il est également utilisé dans nos recherches.

III.7.1. Le logiciel Depthmap

Depthmap est un logiciel créé par Alasdair Turner et développé par Tasos Varoudis suite aux travaux de Hillier et Hanson (1984) sur la syntaxe spatiale, basée sur la relation entre espace, le mouvement et représentation graphique. Le logiciel est conçu pour comprendre les processus sociaux à différentes échelles dans l'environnement bâti, allant du bâtiment à travers de petites villes à des villes ou des États entiers.

À chaque échelle, le logiciel vise à générer des cartes d'éléments d'espaces ouverts, à les relier par des relations, puis à effectuer une analyse graphique. Le but de l'analyse était de dériver des variables pouvant avoir une signification sociale ou spatiale (<http://otp.spacesyntax.net/software-and-manuals/depthmap/>).

Les cartes de profondeur de Le « Depthmap » peuvent étudier les corrélations entre les composants spatiaux architecturaux ou urbains et améliorer l'analyse de la visibilité en générant

différentes mesures syntaxiques de cartes d'intégration visuelle et les différentes mesures syntaxiques du graphe isoviste. Les résultats de « Depthmap » produit un graphique rendu par des nœuds ou des pixels qui peuvent être déterminés par une dégradation des couleurs, allant de faibles valeurs bleu, cyan, jaune, vert, rouge à magenta pour les valeurs élevées (REZIG 2013).

En bref, le depthmap est une méthode analytique qui définit des propriétés spatiales à la fois dans les dimensions locales (contrôle, connectivité, etc.) et globales (intégrale, entropie, etc.), où les résultats sont présentés sous deux formes : une carte graphique, et un Calcul très détaillé (par pixel et selon la résolution des graphismes). De nombreuses versions de Depthmap sont actuellement disponibles. Cela inclut UCL DepthMap, qui a été écrit en 1998 pour le système d'exploitation Silicon Graphics IRIX en tant que programme de traitement isoviste simple. Depuis lors, il a subi plusieurs modifications, atteignant la version open source actuelle DepthmapX sur plusieurs plates-formes, Windows et Macintosh (<http://otp.spacesyntax.net/software-and-manuals/depthmap/>).

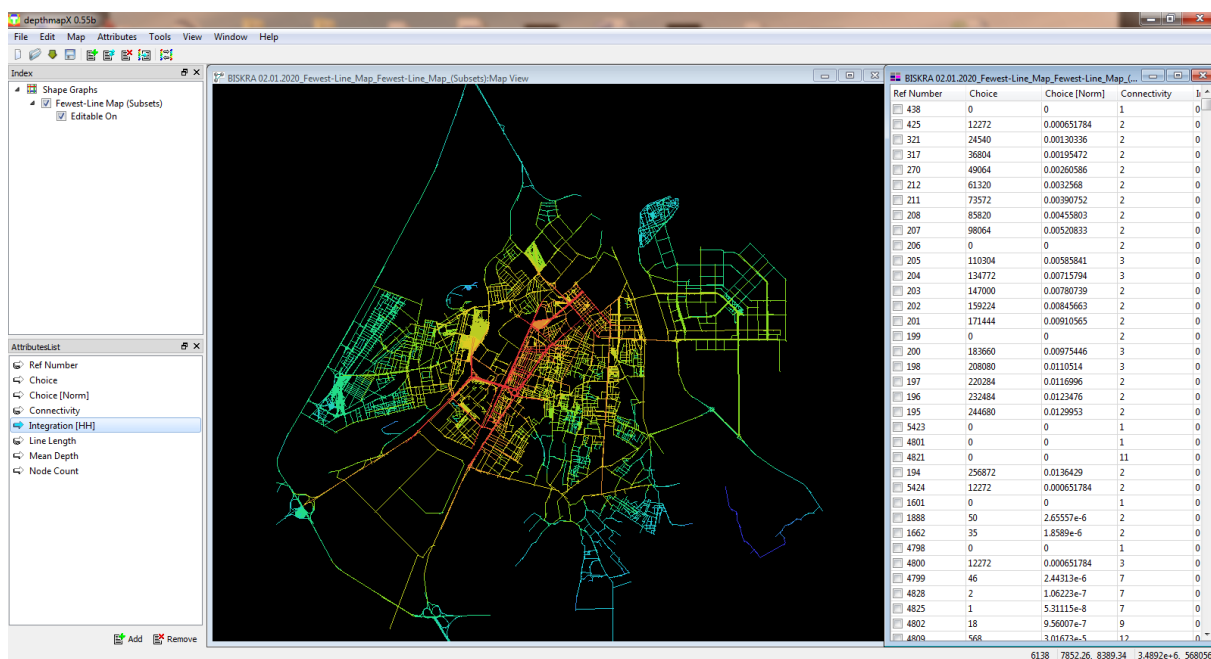


Figure III.10. L'interface du logiciel Depthmap (Auteur 2020).

III.8. Application de la 'syntaxe spatiale' dans les études urbaines et l'environnement sonores

Depuis les années 80, l'analyse syntaxique a été utilisée et développée par les urbanistes pour étudier et mieux comprendre plusieurs phénomènes urbains tels que :

- Les trafics urbains
- L'étalement urbain et ses conséquences sur l'homogénéité du tissu urbain.
- Les problèmes de la ségrégation spatiale et de l'exclusion.
- Les problèmes liés à l'insécurité, au vandalisme et à la criminalité.
- Les déséquilibres de la répartition fonctionnelle et l'implantation rationnelle des équipements.
- La programmation urbaine
- Les systèmes d'information géographique
- Les environnements virtuels et l'archéologie, etc.

Cette structure spatiale a un grand impact sur les activités sociales humaines (Brown 1997). Au fil des ans, la méthode de la syntaxe spatiale a été affinée dans le but d'analyser l'arrangement des espaces et les schémas de mouvement à travers la configuration spatiale des environnements bâtis (Yamu, van Nes, and Garau 2021) indépendamment des données socio-économiques et locales (van Nes and Yamu 2020). Appliquer la syntaxe de l'espace dans les études urbaines consiste en quatre choses ;

1. Une définition concise de l'espace urbain et des éléments spatiaux analysés (Yamu, van Nes, and Garau 2021; van Nes and Yamu 2020),
2. Un ensemble de techniques pour analyser les interrelations spatiales,
3. Un ensemble de méthodes pour corréler les résultats des analyses spatiales avec les données économiques,
4. Un ensemble de compréhensions et de théories générales sur les interrelations spatiales, l'espace urbain et le comportement humain socio-économique (Hillier 2007).

Au fil des années, les résultats des analyses d'intégration axiale ont été corrélés avec les données de flux de piétons et de transport de véhicules à travers le monde. Comme les résultats l'ont montré, plus l'intégration spatiale du réseau routier est élevée, plus le flux de piétons et de véhicules est important (Mahdzar and Safari 2014; Hillier et al. 1993; Alan Penn et al. 1998; Read 1999). Des recherches récentes ont montré qu'il existe également une corrélation entre la

consommation d'énergie pour les transports et la configuration spatiale du réseau routier. La plus grande intégration des routes primaires dans le réseau à l'échelle mondiale, la plus grande consommation d'énergie pour le transport. Inversement, plus l'intégration d'un itinéraire local à l'intérieur d'un quartier avec une bonne connexion à un itinéraire intégré à l'échelle de la ville est élevée, plus le niveau de mouvement piétonnier est élevé (Koning, Guan, and Tan 2020).

Il existe des recherches de syntaxe spatiale liées aux pollutions sonores et atmosphériques. Des recherches sont menées avec les méthodes classiques d'analyse axiale de la syntaxe spatiale et les enregistrements des pollutions sonores et atmosphériques au Royaume-Uni (Chiaradia 2007; Chiaradia et al. 2009; A. Penn and Croxford 1998; Croxford, Penn, and Hillier 1996; Croxford and Penn 1998). Comme le montrent leurs résultats, les rues à forte pollution sonore se trouvent dans des rues fortement intégrées spatialement. Des recherches plus récentes sur la pollution sonore et l'intégration spatiale ont été menées dans deux villes bulgares densément peuplées. Les résultats des analyses classiques de la syntaxe spatiale ont été corrélés avec les modèles de simulation de cartographie du bruit et le bruit mesuré sur le terrain. Certaines des mesures de la syntaxe spatiale semblaient être fortement associées au comptage du trafic et au bruit généré par le trafic. Les auteurs affirment que la méthode de la syntaxe spatiale à un potentiel prédictif élevé au-dessus et au-delà des comptages de trafic (M. Dzhambov, D. Dimitrova, and H. Turnovska 2014). Les mêmes conclusions concernant la pollution sonore et les niveaux d'intégration spatiale ont été trouvées dans un projet de recherche dans la ville de Dhaka. Les chercheurs ont trouvé une forte corrélation entre l'intégration axiale globale et les niveaux de bruit des véhicules (Aman, J.; Rashida 2017).

Conclusion

Ce chapitre a été consacré à la définition et à la description de la théorie et la méthode « syntaxe spatiale », qui nous a permis de conclure que l'espace a une 'syntaxe' des relations entre les espaces. Ces relations spatiales permettent aux configurations d'avoir un sens, et il est supposé que les personnes sont capables de « lire » et de comprendre ces significations (Hölscher, Brösamle, and Vrachliotis 2012).

Au cours des deux dernières décennies, des analyses de segments avec pondération angulaire ont été prises en compte lors de la réalisation d'une analyse de syntaxe spatiale. Cependant, l'analyse d'intégration axiale globale classique reste un puissant outil d'analyse spatiale, dont le degré d'« intelligibilité » spatiale peut être mesuré à travers la corrélation entre la connectivité

et l'intégration axiale globale (Yamu, van Nes, and Garau 2021; Mahdzar and Safari 2014; Jiang and Claramunt 2002). Le degré d'intelligibilité montre à quel point il est facile de s'orienter à travers une ville simplement en étant à l'intérieur d'un quartier local. Comme la recherche l'a montré, plus le réseau routier d'un quartier est compliqué, plus il est difficile de s'y orienter (Nes and Yamu 2021). Le facteur d'intégration globale est un indicateur de l'accessibilité spatiale (Hillier 2005), tandis que l'intelligibilité est un indicateur de la lisibilité des espaces urbains (Mahdzar and Safari 2014). Par conséquent, les analyses axiales classiques seront appliquées dans cette recherche et incluent la mesure de « l'intelligibilité » spatiale et le niveau des potentiels « à-mouvement » dans des quartiers spécifiques de Biskra.

Concernant les analyses de segments, l'analyse de choix angulaire est capable de mesurer le niveau de potentiels de « mouvement traversant » (through-movement) (B Hillier, Yang, and Turner 2012). Ici, les principales routes qui traversent et entre les différents quartiers sont mis en évidence. Le logiciel de syntaxe spatiale *DepthmapX* est capable de diviser la carte axiale en segments. La longueur du segment et le degré d'écart angulaire entre chaque segment sont pris en compte dans les analyses de choix angulaire. Comme l'ont montré les recherches, le plus grand flux de mouvements humains a tendance à se dérouler le long des routes principales hautement intégrées qui sont bien reliées aux rues locales à proximité (Yamu, van Nes, and Garau 2021; Koning, Guan, and Tan 2020; Nes 2021a; 2021b). Par conséquent, nous avons testé la corrélation entre le niveau sonore et les analyses de choix angulaire normalisé (NACH) ainsi que l'intégration angulaire normalisée (NAIN), et le coefficient de corrélation entre les rayons bas et haut des (NACH) ainsi que (NAIN) dans cette recherche.

LA PARTIE PRATIQUE

Chapitre IV

« Présentation des cas d'étude »

INTRODUCTION

Ce chapitre est destiné à la présentation du contexte d'étude de cette recherche, afin de mieux connaître notre aire d'étude, son historique, ses composantes, etc. D'abord, nous abordons la ville de Biskra sous différents aspects, il s'agit d'un aperçu sur la ville ; présentation de la ville, de ses caractéristiques géographiques, démographiques, et climatiques. Ensuite, elle présente en parallèle les tissus urbains dans la ville de Biskra, on approche et vise directement aux cas d'étude qui seront détaillés en second plan, puisqu'ils font l'objet de nos investigations ; En présentant et une description de des quartiers choisis, leurs situations leurs morphologies, et leurs configurations spatiales, etc.

IV.1. Présentation de la ville de Biskra comme contexte d'étude

Depuis l'Antiquité, Biskra a été une plaque tournante entre le Nord et le Sud, connaissant le passage de plusieurs civilisations, des Romains aux Arabes et enfin par les Français , grâce à sa situation, son climat, ses ressources naturelles, et surtout son agriculture (Cote 1991). Viskra, Sokkra, Vescra, Adbesran etc. toutes ces nominations font l'objet de recherches intensives. Parmi eux, beaucoup disent qu'elle tire son nom du nom romain Vecera, qui signifie « gare », ou « lieu » d'échange commercial, en raison de sa situation géographique reliant le nord et le sud. Mais le chef romain Betolimich Ben Yuba II lui a donné un autre nom "Rivière du Destin", qui est dû à la rivière Sidi Zarzour (nom actuel de la rivière) qui traverse la ville (Naidja 2014).

IV.1.1. Le site et climat

La ville de Biskra est le chef-lieu de la wilaya du même nom « Biskra ». D'une superficie de 21 509,80 kilomètres carrés, elle est surnommée "Reine du Zibans" ou encore "Porte du Désert". La ville est située dans la partie sud-est de l'Algérie (Fig. IV.1/A), plus précisément dans la partie nord du désert du Sahara, au pied du massif des Aurès et des monts Duzab, qui forment la frontière entre le nord et sud de l'Algérie. Ses limites administratives sont (figure IV.1/B).

- Au nord la wilaya de Batna
- Au nord-est la wilaya de Khenchla
- Au nord-ouest la wilaya de Msila
- Au sud la wilaya d'El oued
- Au sud-ouest la wilaya de Djelfa
- Au sud-est El Oued.

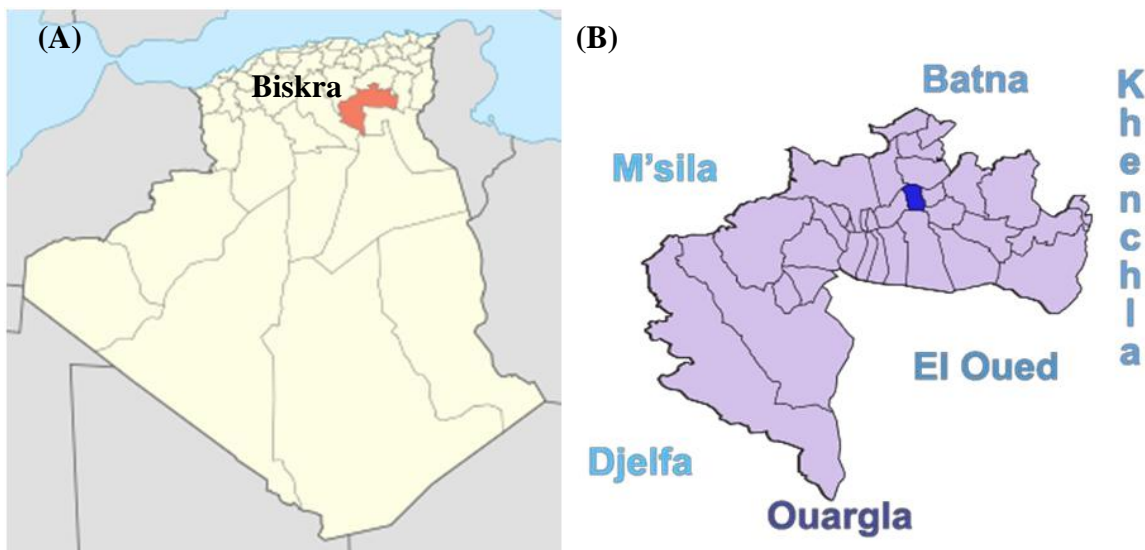


Figure IV.1. (A) Localisation de la Wilaya de Biskra. (B) Situation géographique de la wilaya de Biskra (https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/biskra_alg%C3%A9rie_2503826).

Le climat de Biskra est un climat saharien rigoureux, chaud et aride (froid et sec en hiver et chaud et sec en été), avec une température moyenne annuelle de 22,3°C. Habituellement, la température la plus élevée en juillet atteint 38°C, parfois même plus de 40°C. La température la plus basse enregistrée en janvier peut descendre jusqu'à 8°C. Quant aux vents dominants dans la région, ils vont du nord-ouest au sud-est avec des vitesses de vent allant de 6 à 12 m/s (ONM : Office National de la Météorologie, 1998). Les précipitations dans cette ville sont faibles, clairsemées et inégalement réparties, principalement sous forme d'averses. Les précipitations mensuelles supérieures à 150 mm sont principalement des pluies humides et inférieures à 30 mm, principalement des pluies sèches.

IV.1.2. Contexte historique du cas étudié

La ville est composée de quatre grands types de quartiers urbains formés au cours de trois époques historiques. De nombreuses civilisations à travers l'histoire ont contribué à la forme du plus ancien quartier de Biskra comme les civilisations romaine et arabe. Cependant, la forme actuelle de ce quartier, appelé « Vieux Biskra », est influencée par l'époque turque (1541-1844). Le Vieux Biskra est composé de sept villages connus sous les noms de M'cid, BâbDarb, Bâb El Fath, Guedacha, Ras El Guerria, Medjniche et El Korra. Ces villages sont indiqués à l'intérieur des cercles rouges sur la figure 2a. Les villages sont disséminés dans la palmeraie au sud de la ville. Chaque village est composé de groupements d'habitations compacts, qui se développent le long des rues qui suivent les « Seguias » (canaux d'irrigation des palmeraies), et dans certaines rues en impasse (Agli 1988; Farhi 2002; Naidja 2014).

Le deuxième type de quartier est le résultat de l'époque de la colonisation française (1844-1962). La soi-disant « ville coloniale » est située au nord de la palmeraie. Il se caractérise par un tracé en damier, qui contraste avec le Vieux Biskra, comme le montre le carré bleu de la figure IV.2a.

Dans l'ère postindépendance, deux nouveaux types de quartiers ont été développés (Agli 1988; Farhi 2002; Naidja 2014). Le premier type d'urbanisation moderne s'est formé après l'indépendance (1962-1974). Ces nouveaux quartiers étaient construits de manière anarchique sans aucun plan d'urbanisme avec une extension urbaine vers le Sud-ouest. Les nouveaux quartiers aménagés ont accéléré le processus d'urbanisation et permis une articulation entre la « vieille Biskra » et la « ville coloniale ». Ces zones sont marquées par les flèches jaunes sur la figure IV.2b.

Après 1974, un deuxième type de nouveau quartier a été construit de manière planifiée, où les premiers outils d'urbanisme ont été appliqués à Biskra. Ces outils n'étaient pas seulement utilisés pour corriger le schéma anarchique de la croissance urbaine, mais aussi pour répondre aux besoins de logement grâce à l'utilisation d'une loi d'urbanisme. Par exemple, les lois foncières et de construction (permis de lotir, permis de construire, etc.) ont conduit à la délimitation de différentes zones urbaines, telles que les zones d'habitat urbain est et ouest (ZHUN), la zone industrielle (ZI), l'activité (ZAC), et la zone d'équipements (ZE), selon le schéma directeur (PDAU) (Farhi 2002). Ces zones sont indiquées à l'intérieur des polygones jaunes de la figure IV.2c.

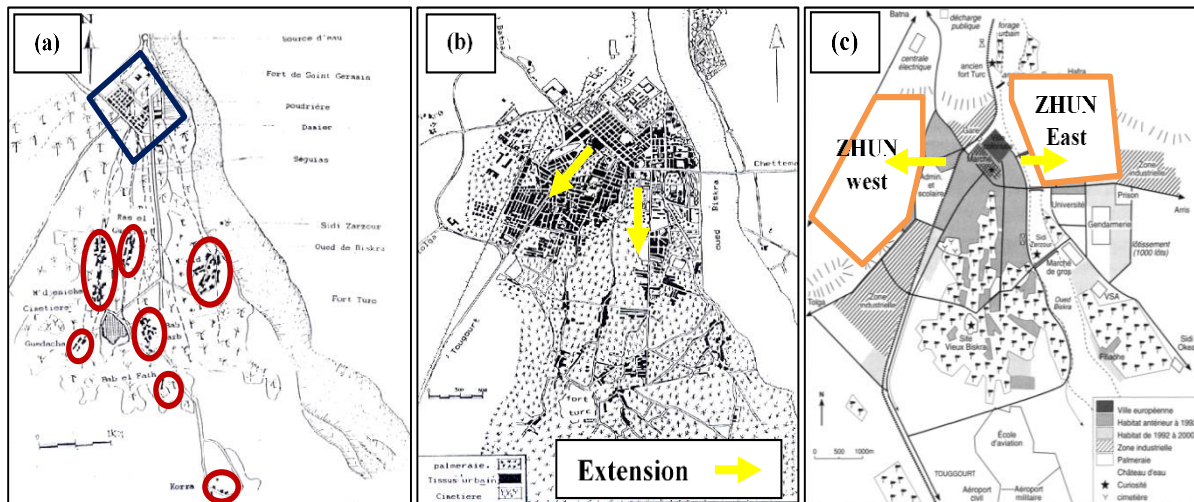


Figure IV.2. (a) Plan de la ville de Biskra en 1863. Cercles rouges : l'habitat des sept villages de l'époque précoloniale. Carré bleu : la ville coloniale. Source : Section cadastrale de Biskra (carte de génie militaire). (b) Carte de la ville de Biskra en 1972. Source : PUD 1974 par Biskra (CADAT) ; (c) la localisation du ZHUN Est et Ouest par rapport à la ville de Biskra. Source : étude ZHUN -1984- (Farhi 2002)

IV.1.3. Démographie et population

La population de la ville de Biskra est issue de diverses origines. Les habitants se répartissent en plusieurs ethnies vivant en harmonie ; les Chaouias, les arabes, les harratins, etc., où le nombre d'habitants a augmenté à travers le temps, lorsque la ville a connu une forte croissance démographique, dans la période post coloniale avec un taux d'accroissement naturel de 2,90%, avec une estimation de 135,901 habitants en 1966, passant en 1977 à 206,856 habitants avec un taux d'accroissement de 3,8%. Selon le recensement de 1987, le nombre de la population de la ville a doublé pour atteindre 430.202 habitants avec un taux d'accroissement de 6,88% et cela grâce aux meilleures conditions de vie d'une part, et l'exode rurale d'autre part, ensuite le nombre de populations augmenté à 589.697 habitants, selon le RGPH 1998, pour atteindre 730.134 habitants selon le dernier recensement de 2008 avec un taux d'accroissement de 2,30% (<http://www.okbob.net/2015/08/le-site-officiel-de-la-wilaya-de-biskra-algerie.html>). Figure (IV.3) illustre l'évolution de la population de la ville de Biskra depuis l'année 1966 jusqu'à 2008.

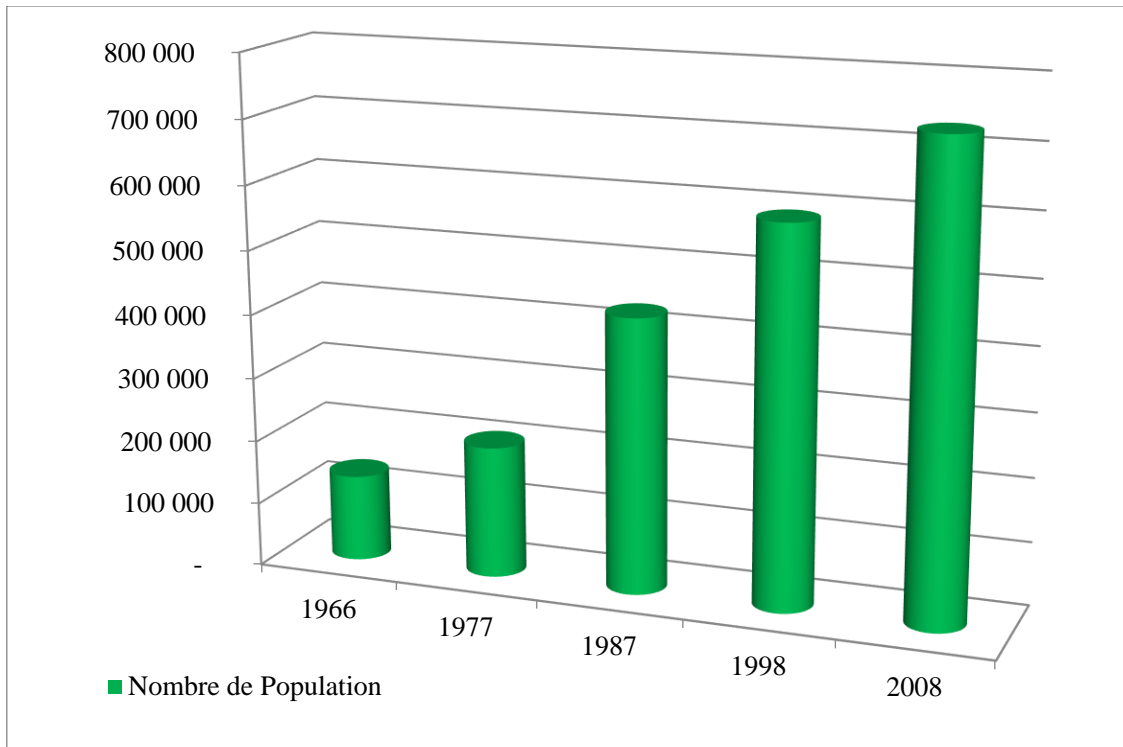


Figure IV.3. Illustre l'évolution de la population de la ville de Biskra depuis l'année 1966 jusqu'à 2008.

IV.1.4. Critères de choix des cas d'étude

Selon le contexte historique de la ville de Biskra, nous avons sélectionné les différents tissus urbains selon l'époque d'apparition dans la ville de Biskra (voir figure 48), ensuite nous avons choisi parmi eux quatre (04) tissus urbains comme cas d'étude (voir Figure IV.4) ;

- Le quartier « Hai M'cid » : Le tissu urbain de l'ancienne ville de Biskra (Vieux Biskra).
- Le quartier « La Gare » : Le tissu urbain Colonial planifié.
- Le quartier « Hai Ferhat » : Le tissu urbain auto-construit non planifiés.
- Le quartier « El Alia » : Le tissu urbain Contemporain ZHUN Est.

Tableau V.1. Des différents tissus et quartiers urbains selon l'époque d'apparition dans la ville de Biskra.

N°	Tissus urbains (époque)	Nom des quartiers
A	Vieux Biskra (Turquie)	Hai M'cid
B	Planifié (Colonial)	Centre-ville
C	Planifié (Colonial)	La gare
D	Non planifiée (postindépendance)	Hai Ferhat
E	Extension planifié (postindépendance)	ZHUN Ouest (Lotissement)
F	Extension planifié (postindépendance)	ZHUN Ouest (Logement)
G	Extension planifié (postindépendance)	ZHUN Est (El Alia) (Lotissement et logement)
H	Extension non planifiée	Alia Nord
I	Vieux Biskra	Feliche

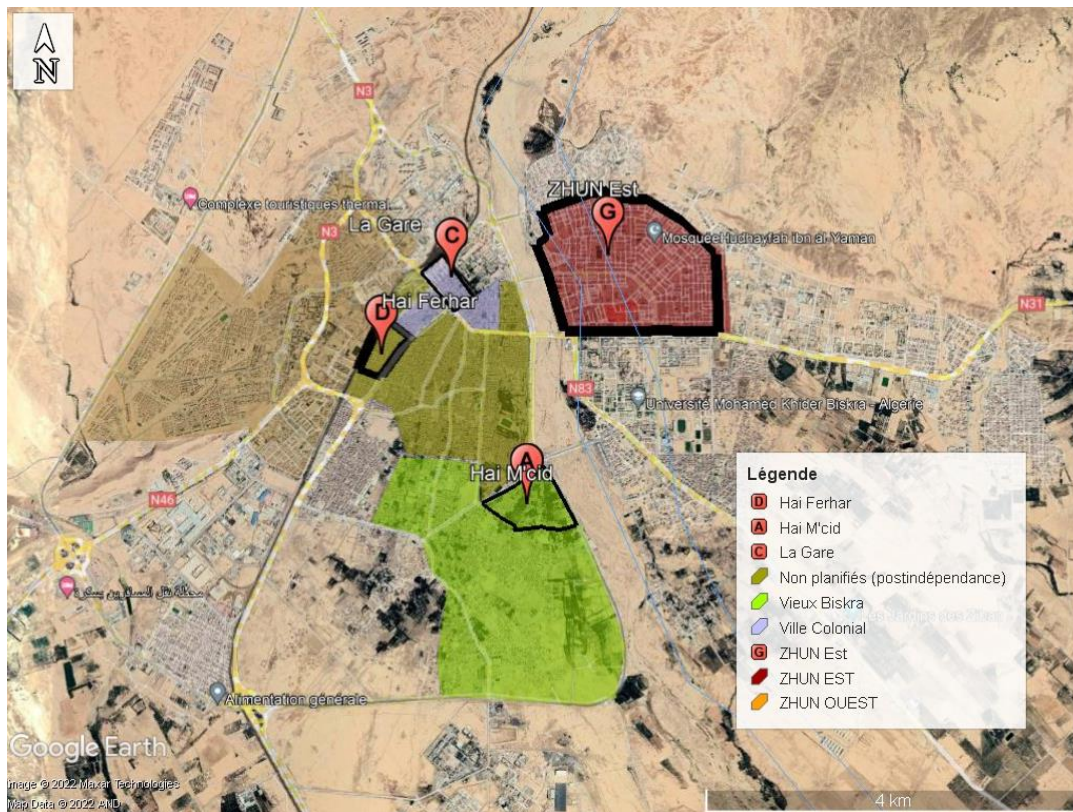


Figure. IV.4. Carte de la ville de Biskra en 2022 avec les zones et les quatre d'étude choisies.

IV.2. Présentation des quartiers choisis

IV.2.1. Le tissu urbain de vieux Biskra (Hai M'cid)

IV.2.1.1. Situation et délimitation (Hai M'cid)

Le tissu urbain de l'ancienne ville de Biskra (Hai M'cid) est situé au sud est près du centre-ville de Biskra (figure IV.5), Le contexte urbain de ce quartier n'est pas dense car il est situé à l'intérieur de la palmeraie, entouré de quelques quartiers et équipements publics.

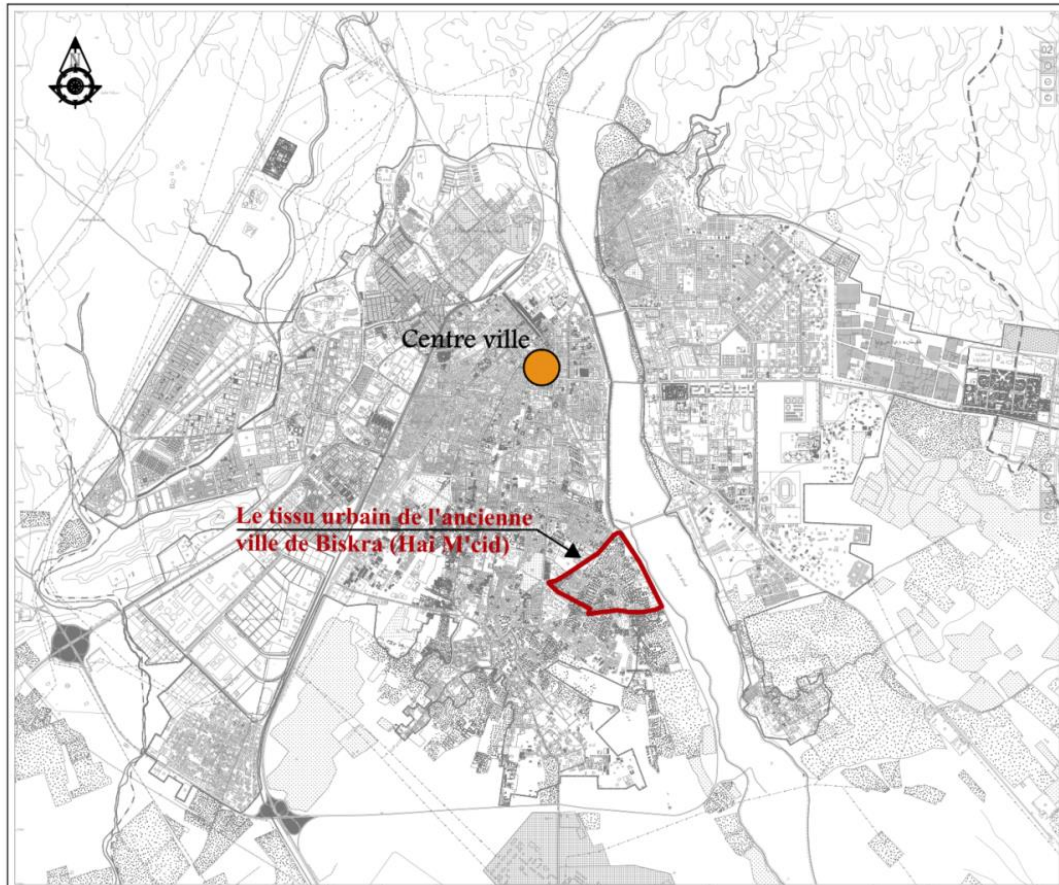


Figure IV.5. Plan de situation du quartier 'Hai M'cid' à Biskra par rapport au centre-ville.

Le quartier est délimité au Nord par le quartier 'Hai El Messala', par ailleurs, au Nord-Ouest, il est délimité par des équipements publics (hôpital Hakim Saadan, Ecole primaire et le stade), à l'Est du quartier on trouve l'Oued Sidi Zarzour, au Sud on trouve le quartier 'Hai Bouaassid', et au Sud-Ouest, il est délimité par le quartier 'Hai Bab El Derb' (FigureIV.6).

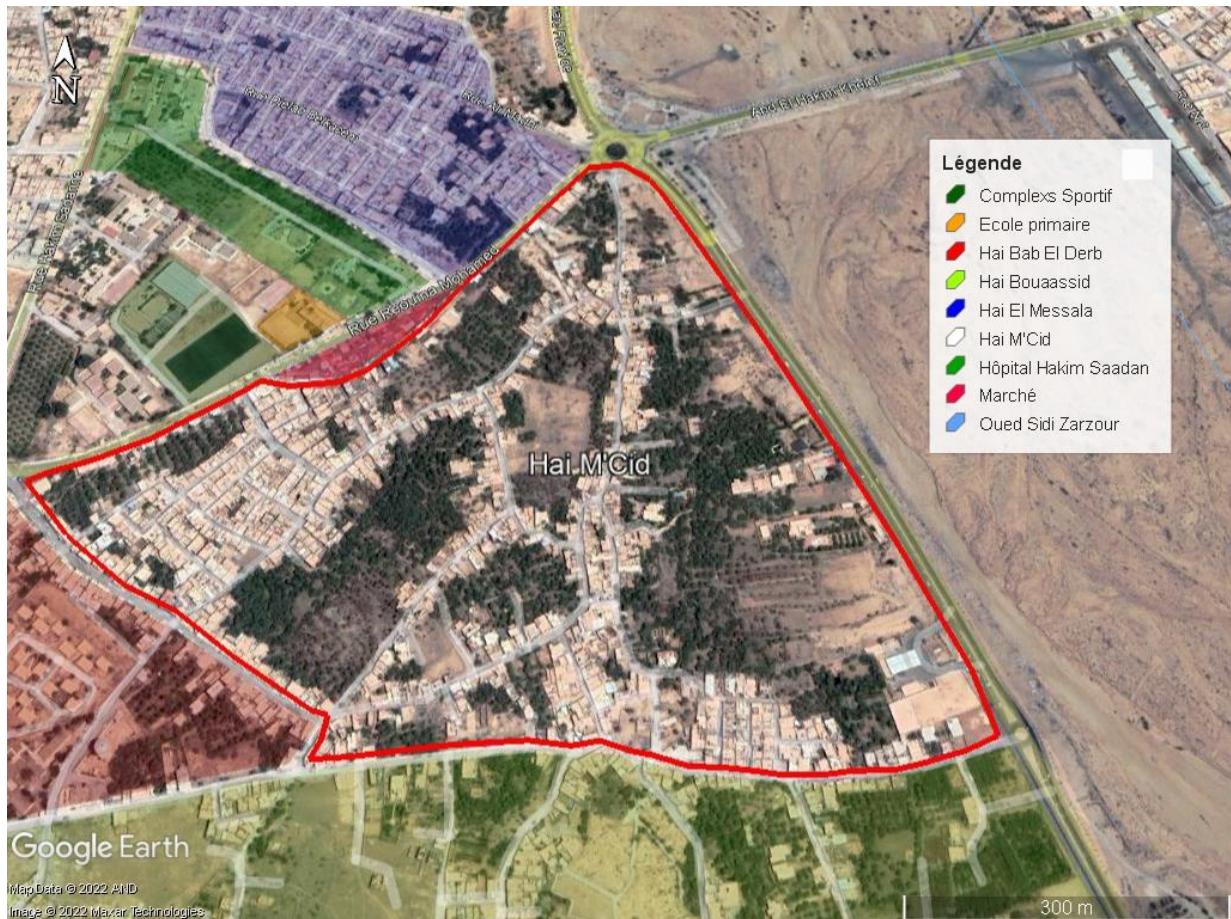


Figure IV.6. Plan de masse du quartier 'Hai M'Cid' et ses délimitations.

IV.2.1.2. Description du quartier (Hai M'cid)

Le quartier 'Hai M'cid' est l'un des plus importants quartiers et les plus connus dans la ville de Biskra, il est considéré comme un des plus anciens quartiers de Biskra. Il fut fondé durant l'époque ottomane, il y a plus de 300 ans. L'origine de ce quartier remonte à l'épidémie de 1680, qui fut à la naissance des sept noyaux historiques : M'cid, Bab Darb, Bab El Fath, Ras El Guerria, Korra, Gueddacha, Medjniche (Zerdoum 1993; ADAD and M.S. ZEROUALA 2002; Leila 2013; Farhi 2002). Le quartier 'Hai M'cid' se caractérise principalement par son plan organique, ses rues étroites, ses ruelles et ses impasses. Il est disséminé parmi les palmeraies de la partie sud de la ville et se compose de groupes d'habitats compacts du rez-de-chaussée à la hauteur R+1, développés le long de la rue, mais de nombreux habitats ont été renouvelés avec de nouveaux matériaux de construction ainsi qu'une nouvelle architecture, Cependant, en raison de la structure routière, le plan d'ensemble du quartier reste le même, comme le montre la figure (IV.7).



Figure IV.7. Photos de quelques rues de quartier « Hai M'cid ».

Le quartier de Hai M'cid a que des espaces résidentiels, pas d'installations publiques, pas de bureaux administratifs et ne de sécurité. Au nord-ouest de la zone se trouve la mosquée « Sidi Al-Ajl ». Au sud se trouve la mosquée « Sidi Moussa El-Khouduri », ainsi que quelques petits commerces. Les commerces situés de part et d'autre des ruelles, la route principale périphérique nord-ouest du quartier représentent les activités principales. Il existe de grandes différences dans les niveaux de trafic routier entre les rues desserte situées dans le quartier, caractérisées par moins de voitures et moins de camions, en raison des caractéristiques morphologiques des quartiers qui limitent les vitesses de circulation et réduisent la portée des voitures à travers les rues étroites et les impasses. D'autre part, les routes autour du quartier sont dominées par les voitures, les camions et les autobus de transport en commun (Figure IV.8).

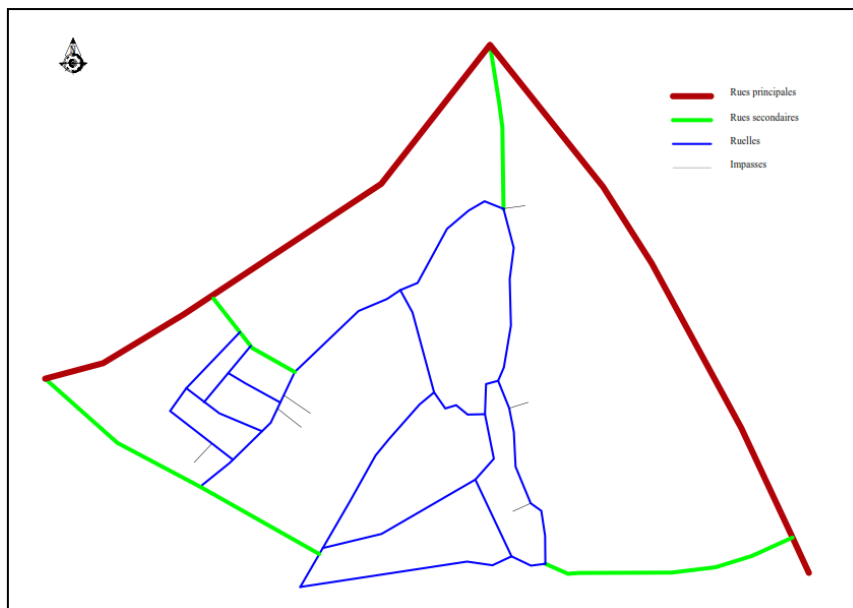


Figure IV.8. Plan de différents types de voies du quartier « Hai M'cid »

IV.2.2. Le tissu urbain Colonial planifié (La Gare)

IV.2.2.1. Situation et délimitation (La Gare)

Le tissu urbain Colonial planifié (La Gare) est situé au nord du centre-ville de Biskra (figure IV.9).

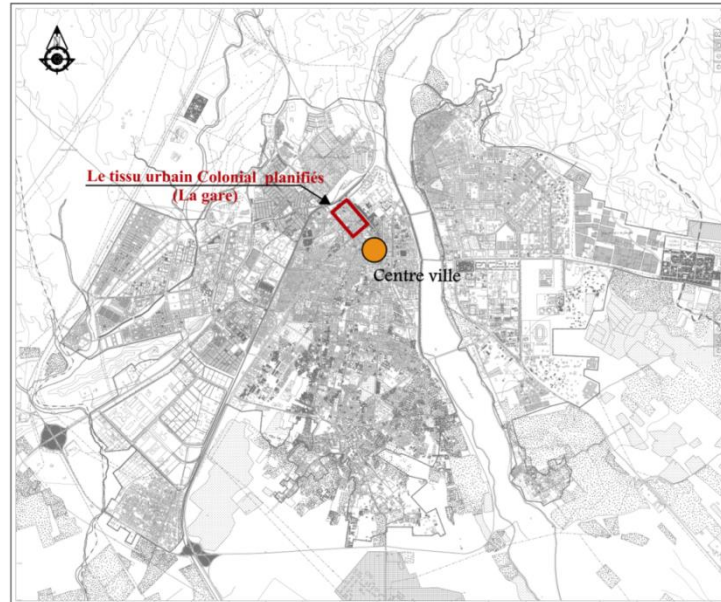


Figure IV.9. Plan de situation du quartier 'La gare' à Biskra par rapport au centre-ville.

Le quartier est délimité au Nord-est par le boulevard de la république et le jardin de 5 juillet, par ailleurs, au Nord-Ouest, il est délimité par la gare ferroviaire, au Sud-est du quartier on trouve la rue 24 Avril, au Sud-ouest on trouve le boulevard Amir Abdelkader (Figure IV.10).

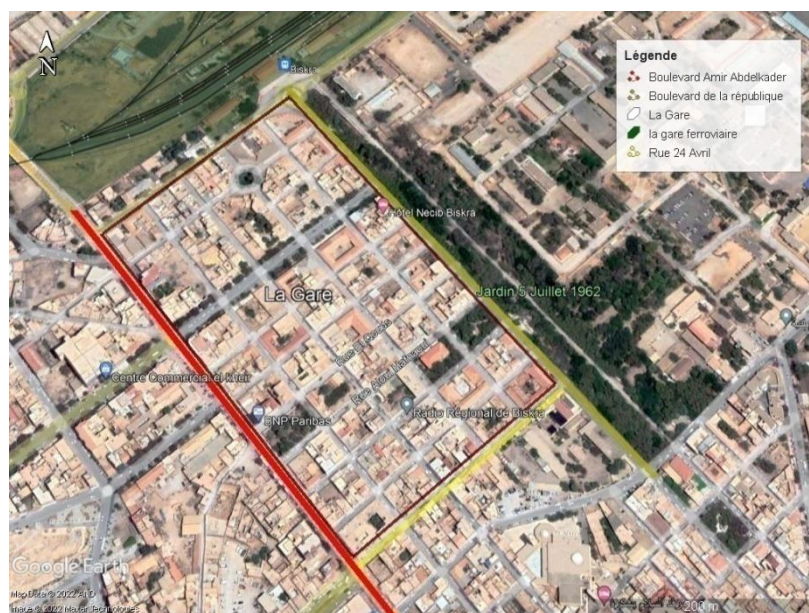


Figure IV.10. Plan de masse du quartier 'La Gare' et ses délimitations.

IV.2.2.2. Description du quartier (La Gare)

Le quartier de La Gare appartient à la période coloniale, il représente une architecture et un urbanisme étrangère pour cette ville dans cette période, il a est implantée par les Français dans le nord de la ville. La structure urbaine de ce tissu se caractérise par son plan régulier en damier, ses bâtiments à faible hauteur (R.D.C à R+2) construits principalement en pierre et en argile avec des bâtiments renouvelés en en béton Armé (**Figure IV.11**), et une hiérarchisation routière allant des voies principales qui entourent ce quartier à des voies secondaires qui traversent ce tissu et se relient entre ses quatre extrémités. Les activités principales dans ce quartier sont commerciales et tertiaires



Figure IV.11. Photos de quelques rues de quartier « La Gare ».

Le quartier est situé entre deux boulevards très encombrés (Les rues principales), qui le bordent du nord-est et du sud-ouest, ce qui rend le quartier un lieu de transition par les rues traversant (Les rues secondaires), qui est traversé par des centaines de véhicules justes pour se déplacer du boulevard de la république au boulevard d'El Amir Abdelkader et l'inverse (Figure IV.12). D'autre part, les activités tertiaires et commerciales de ce quartier en font un lieu d'attraction, ce qui affecte également le taux de trafic routier dans cette zone urbaine. Par contre, nous pouvons remarquer également que la zone nord-ouest, qui s'écarte des rues traversantes et des activités urbaines commerciales et tertiaires sont caractérisées par un très faible flux routier (Figure IV.13).

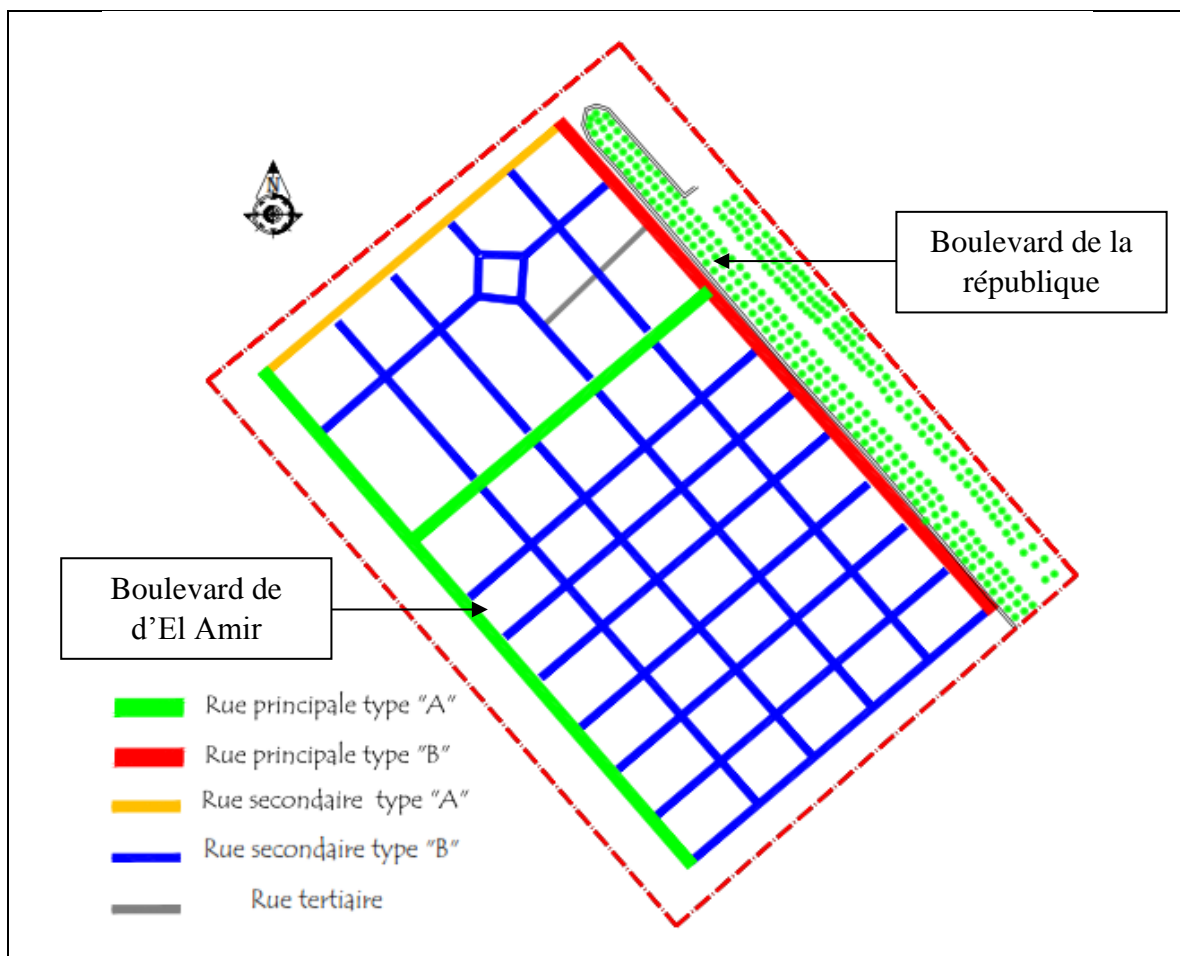


Figure IV.12. Plan de différents types de voies du quartier « La Gare »



Figure IV.13. Photos d'une rue à très faible flux routier au Nord de quartier « La gare ».

IV.3. Le tissu urbain auto-construit non planifiés (Hai Ferhat)

IV.3.1. Situation et délimitation (Hai Ferhat)

Le tissu urbain auto-construit non planifiés (Hai Ferhat) est situé à l'Ouest du centre-ville de Biskra (figure IV.14).

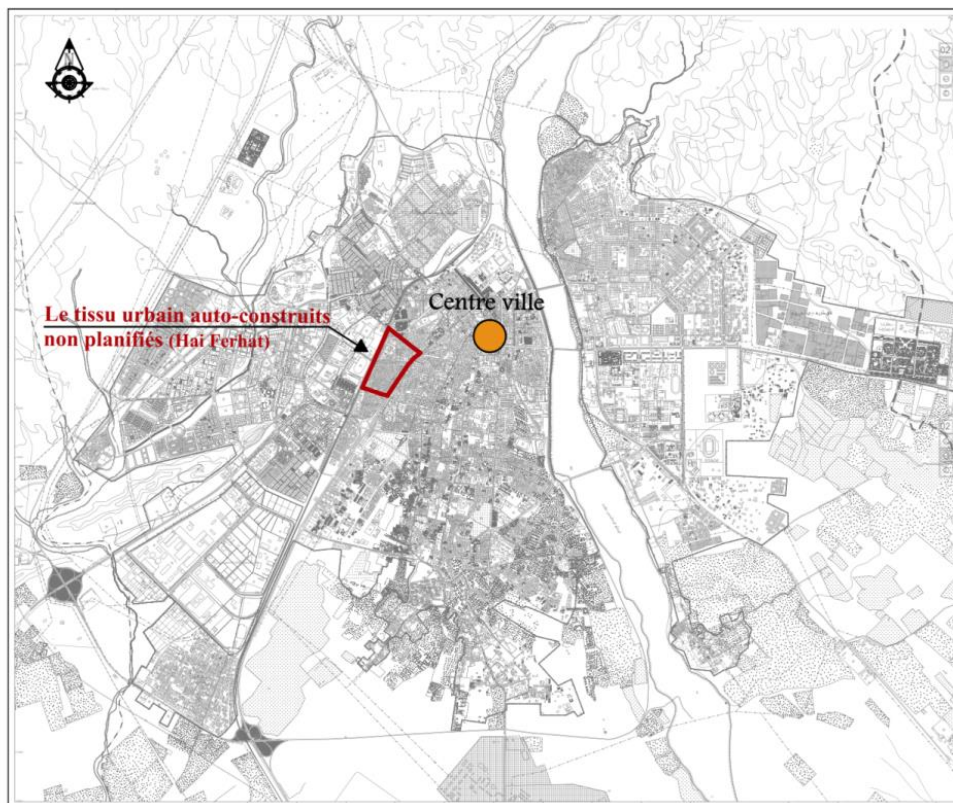


Figure IV.14. Plan de situation du quartier (Hai Ferhat) à Biskra par rapport au centre-ville.

Le quartier est délimité au Nord-est par le quartier de Hai Dalaa, par ailleurs, au Nord-Ouest et Ouest, il est délimité par le chemin de fer, au Sud du quartier on trouve la rue Salhi El Hamel du quartier de Hai Khobzi, au Sud-est on trouve le quartier de Star Melouk (Figure15).



Figure IV.15. Plan de masse du quartier 'Hai Ferhat' et ses délimitations.

IV.3.2. Description du quartier (Hai Ferhat)

Le quartier de Hai Ferhat appartient à la période d'après l'indépendance, ou la croissance de la ville de Biskra s'est faite en tache d'huile, en l'absence de schéma directeur. La structure urbaine de ce tissu se caractérise par son plan irrégulier, ses bâtiments à faible hauteur (R.D.C à R+2) construits principalement en béton Armé (voir **Figure IV.16**). La hiérarchisation routière du quartier allant des voies principales qui entourent le quartier à des voies secondaires qui traversent le quartier relie entre Est et Ouest, et des ruelles qui relient le center de quartier avec les rues traversent. Par cette hiérarchisation routière, le flux routier est très fort dans les rues principales avec un flux diminue dans les rues secondaires à un faible flux dans les ruelles du quartier. Les activités principales dans ce quartier sont commerciales, et la plupart de ces commerces se trouve dans les rues principales et les rues secondaires traversent (voir **Figure IV.17**).



Figure IV.16. Photos de quelques rues de quartier '(Hai Ferhat)'



Figure IV.17. Plan de différents types de voies du quartier (Hai Ferhat).

IV.4. Le tissu urbain Contemporain ZHUN Est (El Alia)

IV.4.1. Situation et délimitation (El Alia)

Le tissu urbain contemporain ZHUN Est (El Alia) est situé au Est du centre-ville de Biskra, à la rivièrre Est du l'Oued Sidi Zarzour (figure IV.18). Le quartier est délimité au Nord par le quartier Alia Nord (Non Planifié), au Sud, il est délimité par la route nationale n° 31, jardin public, l'hôpital Bachir Ben Nacre, et l'université de Biskra, à l'Est, il est délimité par la zone industrielle, et à l'Ouest on trouve l'Oued Sidi Zarzour (Figure IV.19).

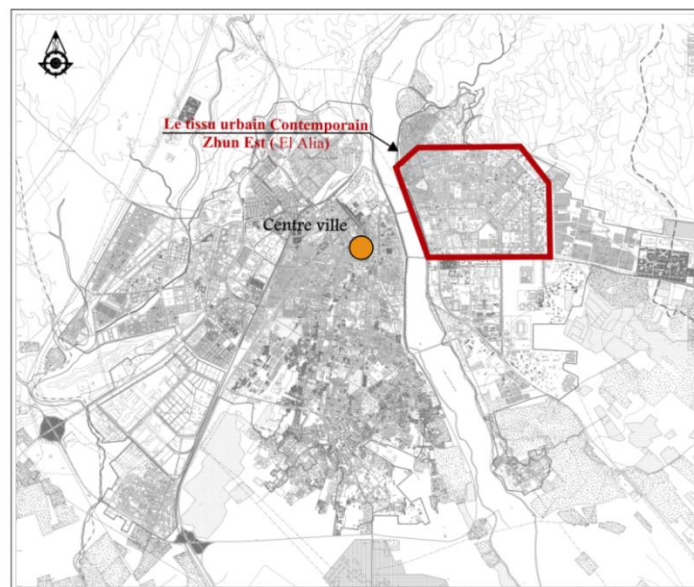


Figure IV.18. Plan de situation du quartier El Alia (ZHUN Est) à Biskra par rapport au centre-ville.



Figure IV.19. Plan de masse du quartier d'El Alia (ZHUN Est) et ses délimitations.

IV.4.2. Description du quartier (El Alia)

Le quartier d'El Alia (ZHUN Est) apparue après les mises en place des premiers outils d'urbanisme on 1974, ou les de la ville de Biskra lance les zones d'habitat urbain nouvelles (ZHUN) est et ouest, avec un important programme de logement de type collectif (habitat collectif) et individuel (Lotissements). La structure urbaine de ce tissu se caractérise par son plan régulier, ses bâtiments à haut hauteur (R+2 au R+4) construits principalement en béton Armé (voir Figure IV.20). Plusieurs types d'activités urbaines se déroulent dans ce tisse, tels que le commerce, les services tertiaires et les artisanats. On trouver des activités commerciales, comme des cafés et des petits restaurants toute le long des grands boulevards. Ce tisse regroupement les équipements publics dans le quartier administratif au center de tisse.



Figure IV.20. Photos de quelques rues de quartier d'El Alia (ZHUN Est)

DPAT : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (qui existe au niveau de chaque Wilaya et sous tutelle du Ministère des Finances).

CONCLUSION

Dans ce chapitre, on a présenté nos cas d'étude, commençant par l'identification de la ville de Biskra comme contexte d'étude, qui est considérée comme un lieu où se sont fusionnées plusieurs civilisations historiques ; durant toutes ces dernières décennies, la ville de Biskra a joué un rôle de point de rencontre et d'échange entre le Nord, et le Sud. On a abordé la ville de Biskra à travers sa situation géographique et administrative, ses données climatiques et démographiques, ainsi que son histoire et croissance urbaine aux cours des différentes périodes historiques, qui a influencé le cadre urbain de la ville en général, on a abordé également d'une manière assez détaillée, la description et l'identification de quatre (04) tissus urbains de la ville de Biskra comme cas d'étude ;

- Le quartier « Hai M'cid » : Le tissu urbain de l'ancienne ville de Biskra.
- Le quartier « La Gare » : Le tissu urbain Colonial planifié.
- Le quartier « Hai Ferhat » : Le tissu urbain auto-construit non planifiés.
- Le quartier « El Alia » : Le tissu urbain Contemporain ZHUN Est.

Leurs emplacements dans la ville, leurs organisations, leurs compositions, etc., où on a établi que le tissu urbain a plusieurs caractéristiques, qui doivent être mises en évidence dans les chapitres suivants, surtout en termes de configuration spatiale.

Chapitre V

*« Application des méthodes d'analyse
syntaxique sur les cas d'études »*

Introduction

Dans ce chapitre, on s'intéresse à la configuration spatiale des quatre (04) tissus urbains choisis de la ville de Biskra. Pour cela, nous procédons aux méthodes d'analyse syntaxique des quatre types de quartiers différents. On vise à quantifier les propriétés spatiales à travers de nombreuses mesures et graphiques, qui sont développées par la syntaxe spatiale (Croxford, Penn, and Hillier 1996), ce choix est basé sur le fait que la syntaxe spatiale traite principalement l'aspect topologique de l'espace et fournit des techniques et des outils permettant de mesurer quantitativement l'environnement à travers plusieurs variables. Les analyses qui seront effectuées sont : l'analyse axiale (Fewest- Line) ; l'intégration et la connectivité, l'intelligibilité et les récentes analyses de syntaxes analyses ; choix angulaire normalisé (NACH) et l'intégration de segment normalisée (NAIN).

V.1. Méthode

Cette phase consiste à analyser la configuration spatiale de quatre types de quartiers différents, en utilisant une carte axiale pour extraire les valeurs globales d'intégration (tableau V.1) et de connectivité (tableau V.2). La carte axiale de Biskra a été élaborée à l'aide du logiciel *DepthmapX* et d'un fond de carte fourni par l'étude PDAU de Biskra réalisée en 2010 par URBA, bureau d'études basé à Biskra (figure V.1 et V.2). Les résultats des valeurs d'intégration spatiale globale sont présentés dans le tableau V.1.

L'une des mesures clés de la syntaxe spatiale est l'accessibilité spatiale basée sur le nombre total de changements de direction pour chaque rue vers toutes les autres (Nes and Yamu 2021; van Nes and Yamu 2020; Brown 1997; Hillier 1999), c'est ce qu'on appelle « l'intégration ». La base de la méthode de syntaxe spatiale est la carte axiale, et le principe de base est de calculer la profondeur topologique d'un axe à tous les autres. Ici, le nombre total de changements de direction d'un axe à tous les autres est calculé. L'intégration (I) d'une ligne axiale (i) est fonction de sa profondeur par rapport à toutes les autres lignes axiales. Le calcul derrière l'intégration d'une ligne axiale est (Rashid 2017) (p. 64) :

$$l_i = \frac{2(n \left(\log_2 \left(\frac{n+2}{3} \right) - 1 \right) + 1)/(n-1)(n-2)}{2 \left(\left(\frac{\sum_{j=1}^n dij}{n-1} \right) - 1 \right)/(n-2)}$$

Où n est le nombre de lignes axiales et dij la distance la plus courte (le plus petit nombre de changements de direction) entre deux lignes axiales i et j . Plus le nombre de changements de

direction (d_{ij}) entre les axes routiers est grand, plus la valeur d'intégration diminue. Le facteur d'intégration globale est un indicateur de l'accessibilité spatiale (Hillier 2005). Plus l'intégration spatiale est élevée, plus l'inter-accessibilité spatiale est élevée.

La connectivité consiste à enregistrer le nombre de connexions directes de chaque axe à ses voisins directs. Souvent, les rues commerçantes et les longues rues principales ont de nombreuses connexions directes avec les rues secondaires.

L'intelligibilité est quantifiée par le degré de corrélation entre la connectivité et les valeurs d'intégration globale (Mahdzar and Safari 2014; Jiang and Claramunt 2002). Lorsque le coefficient de corrélation (R^2) est élevé, le voisinage est donc facilement orientable. A l'inverse, un faible coefficient de corrélation implique des quartiers peu orientables.

Le choix angulaire (C) d'un segment de rue (i) se calcule comme suit :

$$\sum_j \sum_k g_{jk}^{(i)} / g_{jk}^{(j < k)}$$

Où $g_{jk}^{(i)}$ est le nombre de chemins les plus courts entre le segment j et k contenant i . g_{jk} est le numéro de tous les chemins les plus courts entre j et k (Rashid 2017)(p. 64).

Les valeurs du choix angulaire normalisé (NACH) sont calculées comme suit :

$$\text{NACH} = \frac{\log(\text{Choice}(r) + 1)}{\log(\text{Total depth}(r) + 3)}$$

L'intégration du segment est calculée comme suit :

$$AI_x^l = \frac{\sum_{i=1}^n d_{\theta}(x, i) l(i)}{\sum_{i=1}^n l(i)}$$

Où n est le nombre de segments, d_{θ} est l'angle entre deux segments quelconques sur l'itinéraire le plus court sur le segment x , et l est la longueur des segments. La formule calcule la facilité d'accès à une rue et la probabilité de la traverser (Hillier 2005) (p.66). L'utilisation du rayon métrique et de la longueur du segment contribuent à résoudre le problème de l'effet de bord à

partir des analyses axiales classiques avec un rayon n . Les valeurs de l'intégration de segment normalisée (NAIN) sont calculées comme suit :

$$\text{NAIN} = \frac{\sqrt[1.2]{\text{Node count (r)}}}{\text{Total depth (r)} + 2}$$

En raison de la taille de Biskra et de son éloignement, un rayon comme n a été utilisé dans cette enquête.

V.2. Résultats

V.2.1. Résultats des analyses axiales classiques

Les deux types d'analyses de syntaxe spatiale suivants ont été effectués : la carte axiale dérivée des analyses toutes lignes (All-Line), et la carte axiale dessinée à la main convertie en une carte de segment.

V.2.1.1. Fewest Line Analysis (subsets)

Cette technique prend en priorité le minimum des lignes droites, les plus longues possibles et qui couvrent l'ensemble du système spatial. La carte axiale (Fewest-Line) obtenue à partir des analyses toutes lignes consiste à faire une carte avec le moins de lignes.

V.2.1.2. L'intégration globale de Biskra

La carte axiale (Fewest-Line) de la figure V.1 représente l'analyse d'intégration globale de Biskra. Les valeurs des analyses axiales sont présentées dans un dégradé de couleurs, où le bleu foncé pour les valeurs d'intégration les plus faibles et le rouge pour les plus élevées. Le centre-ville a les valeurs d'intégration globale les plus élevées.

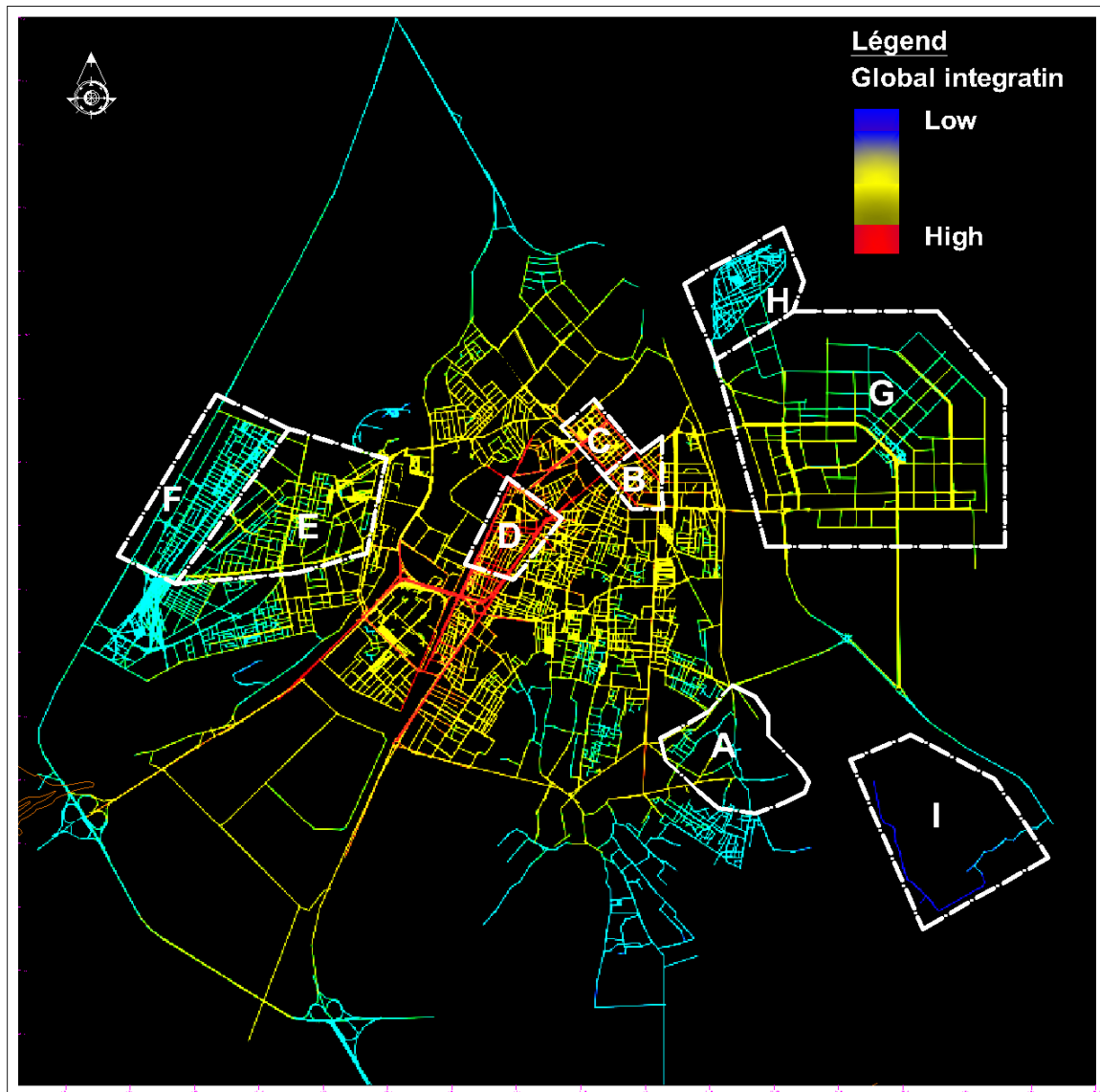


Figure V.1. Analyse globale de l'intégration axiale de Biskra avec les différents types de quartiers présentés par des lettres

Le tableau V.1 et la figure V.2 montre que les anciens quartiers de Feliche (I) et M'cid (A) contiennent des lignes axiales avec les valeurs d'intégration globale les plus faibles de 0,257 et 0,528, respectivement, correspondant aux plus faibles valeurs moyennes d'intégration globale de Biskra (0,401 et 0,909). Le quartier non planifié de Ferhat (D) contient l'axe avec la valeur d'intégration globale la plus élevée (1.692). La valeur moyenne d'intégration globale la plus élevée (1,454) est enregistrée dans le quartier colonial de La Gare (C). Les quartiers postindépendances prévus ZHUN Ouest (E) et ZHUN Est (G) ont une valeur d'intégration globale moyenne proche de celle de la ville (1,040 à 1,022).

Tableau V.1. Les valeurs globales d'intégration des différents quartiers urbains de Biskra.

N°	Tissus urbains (époque)	Nom des quartiers	Intégration globale		
			Max	Min	Moyenne
A	Vieux Biskra (Turquie)	Hai M'cid	1,308	0,528	0,909
B	Planifié (Colonial)	Centre-ville	1,688	1,135	1,403
C	Planifié (Colonial)	La gare	1,688	1,245	1,454
D	Non planifiée (postindépendance)	Hai Ferhat	1,692	1,262	1,448
E	Extension planifié (postindépendance)	ZHUN Ouest (Lotissement)	1,105	0,881	1,040
F	Extension planifié (postindépendance)	ZHUN Ouest (Logement)	0,934	0,790	0,884
G	Extension planifié (postindépendance)	ZHUN Est (El Alia) (lotissement et logement)	1,380	0,853	1,022
H	Extension non planifiée	Alia Nord	0,859	0,641	0,729
I	Vieux Biskra	Feliche	0,629	0,257	0,401

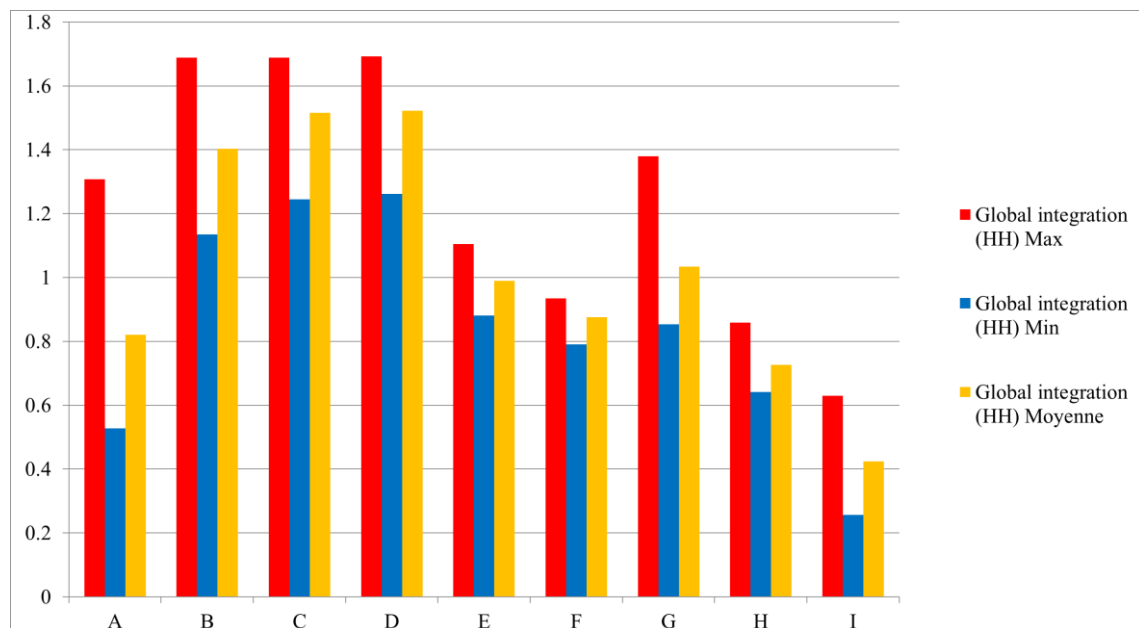


Figure V.2. Représente le taux d'intégration des différents tissus urbains de Biskra

Les quartiers sélectionnés peuvent être définis et classés en fonction de leur intégration. En comparant les quartiers sélectionnés entre eux, le quartier le plus ségrégré correspond à celui du Vieux Biskra, représenté par le quartier M'cid (A) (figure V.3 & tableau V.2). Le quartier colonial de La Gare (C) (figure V.4 & tableau V.3) et le quartier de Ferhat (D) (figure V.5 & tableau V.4) postindépendances non planifiées sont les quartiers plus intégration. Le quartier planifié ZHUN Est (El Alia) (G) (figure V.6 & tableau V.5) de la période postindépendance a une intégration moyenne.

Tableau V.2. Les valeurs d'intégration globale dans le tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid).

N point	Rue	N° AXE	Global Intégration [HH]
A1	Rue Requina Mohamed	A-A1	1.086
A2	/	A-A2	1.060
A3			1.060
A5	/	A-A4	0.921
A6	/		0.921
A7	/	A-A5	0.867
A8	/	A-A6	0.995
A15	/		0.995
A16	/		0.995
A9	/	A-A7	0.947
A10	/	A-A8	0.801
A11	/	A-A9	0.816
A12	/	A-A10	1.162
A13	/	A-A11	1.312
A14	/	A-A12	1.052
A17	/	A-A13	1.161
A18	/	A-A14	1.041
A19	/	A-A15	0.863
A20	/	A-A16	0.903
A21			0.903
A22	/	A-A17	0.872
A23	/	A-A18	0.872
A24	/	A-A19	0.845

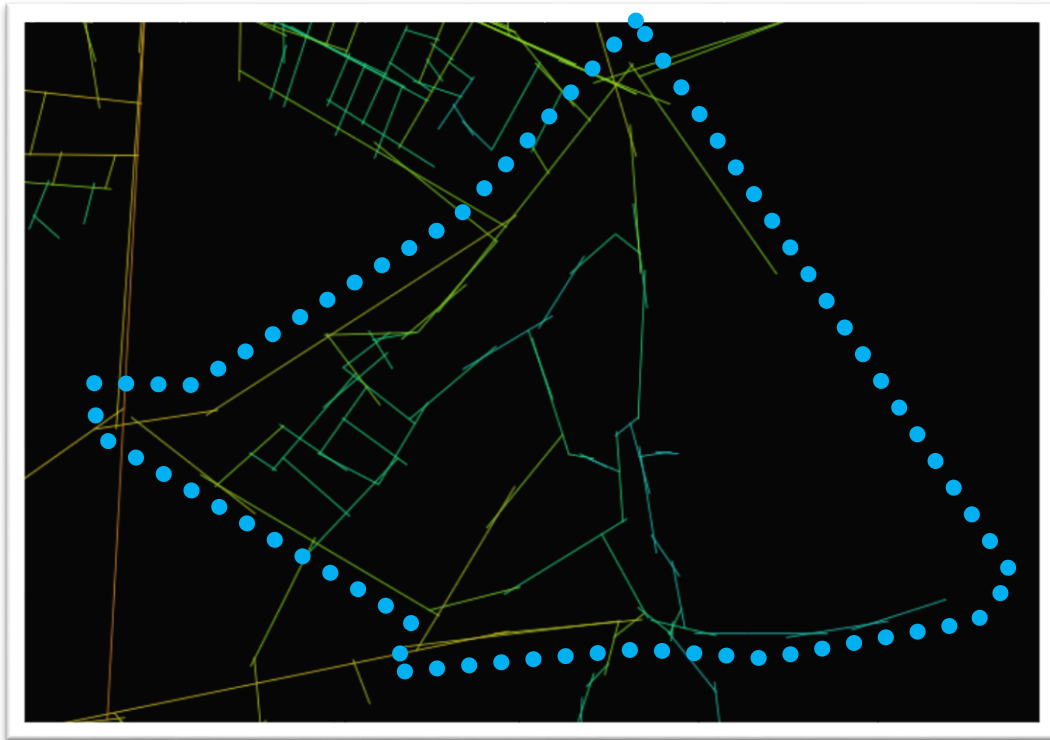


Figure V.3. Analyse globale de l'intégration axiale de quartier M'cid (A)

Tableau V.3. Les valeurs d'intégration globale dans le tissu Colonial (La gare).

N point	N° AXE	Rue	Global Intégration [HH]
C0	C-A1	Boulevard de la République	1.580
C1			1.580
C2			1.580
C3			1.580
C4			1.580
C5	C-A2	Boulevard Avril	1.688
C6			1.688
C7			1.688
C8			1.688
C9			1.688
C10	C-A3	Mohamed el Arbi Baarir	1.497
C11			1.497
C12	C-A4	Rue de la Palestine	1.420
C13			1.420
C14			1.420
C15			1.420
C16	C-A5	Rue Louam Mohamed Mustapha	1.465
C17			1.465
C18			1.465
C19	C-A6	Rue El Qouds	1.420
C20			1.420

C21			1.420
C23	C-A7	Rue El Hilmi Bachir	1.509
C24			1.509
C26	C-A8	Boulevard Du 01 Novembre	1.622
C27			1.622
C28			1.622
C22	C-A9	Boulevard Lahloul Mammar	1.516
C25			1.516
C29			1.516
C30			1.516
C31	C-A10	Rue Mouris Labane	1.398
C32			1.398
C33	C-A11	Rue Mouris Labane	1.281
C34	C-A12	Rue Mouris Labane	1.247
C35	C-A13	Rue Idriss Mohamed	1.245
C36	C-A14	Boulevard Saouli Cherif	1.420
C37			1.420
C38	C-A15	Boulevard Emir Abdelkader	1.616
C39			1.616
C40			1.616
C41			1.616
C42			1.616
C43			1.616

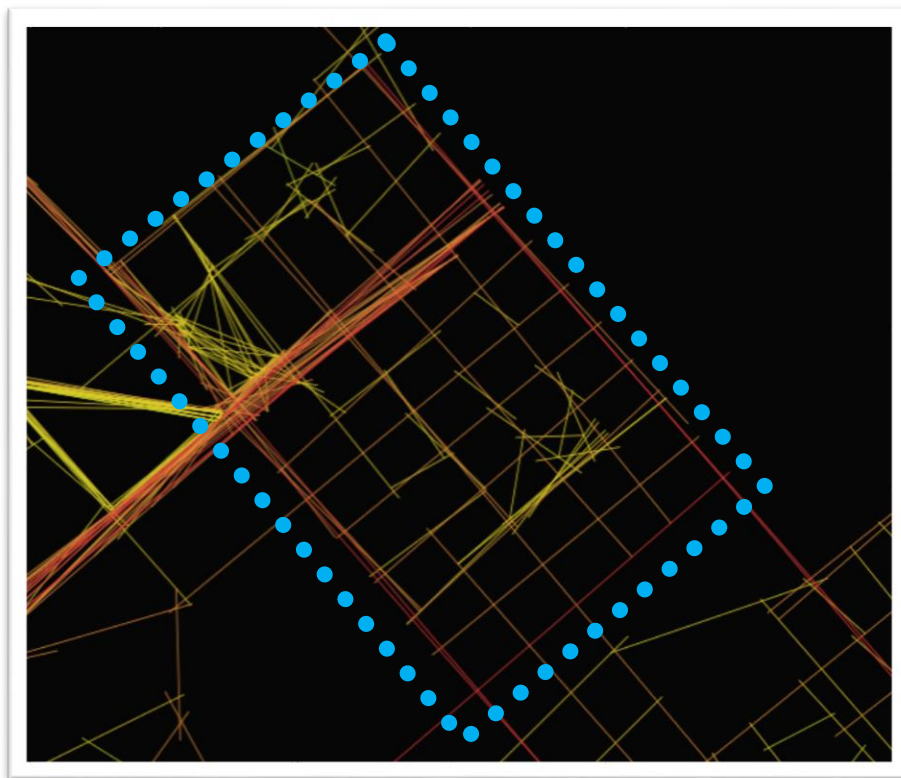


Figure V.4. Analyse globale de l'intégration axiale de quartier La Gare (C)

Tableau V.4. Les valeurs d'intégration globale dans le tissu urbain non planifié (Hai Ferhat).

N point	N° AXE	Rue	Intégration [HH]
D1	D-A1	Rue Boucetta Mohamed Mokhtar	1.661
D2			1.661
D41			1.661
D40			1.661
D3	D-A2	Rue Frères Asmane	1.692
D4			1.692
D5			1.692
D6			1.692
D23			1.692
D7	D-A3	Rue Kaddouri Salah	1.684
D8			1.684
D9			1.684
D11	D-A4	Rue Ben Djididi ALI	1.443
D12	D-A5	Rue Meaoui El Amri	1.261
D13	D-A6	Rue Boukricha Sadek	1.441
D14	D-A7	Rue Ben Djididi ALI	1.261
D15	D-A8	Rue Rakaz Messaoud	1.307
D17	D-A9	Rue Harzali Bouassria	1.502
D18			1.502
D24			1.502
D19	D-A10	Rue Kriba El Azhar	1.552
D27			1.552
D20	D-A11	Rue Salhi El Hamel	1.586
D21			1.586
D22			1.586
D26	D-A13	Rue Saouli Mohamed Salah	1.683
D28	D-A14	Rue Mahzoud Hafnaoui	1.467
D36			1.467
D29	D-A15	Rue Hafiane Ali	1.481
D32			1.481
D30	D-A16	Rue Slimani Mustapha	1.451
D31	D-A17	Rue Challa Hocine	1.267
D33	D-A18	Rue Ben Omar Hadi	1.291
D34	D-A19	Rue Saada Brahim	1.444
D35			1.444
D37	D-A20	Rue Nouari Ahmed	1.427
D38			1.427
D39	D-A21	Rue Kala Ali	1.272
D42			1.272
D10	D-A22	Boulevard Zaatchaia	1.681
D16			1.681

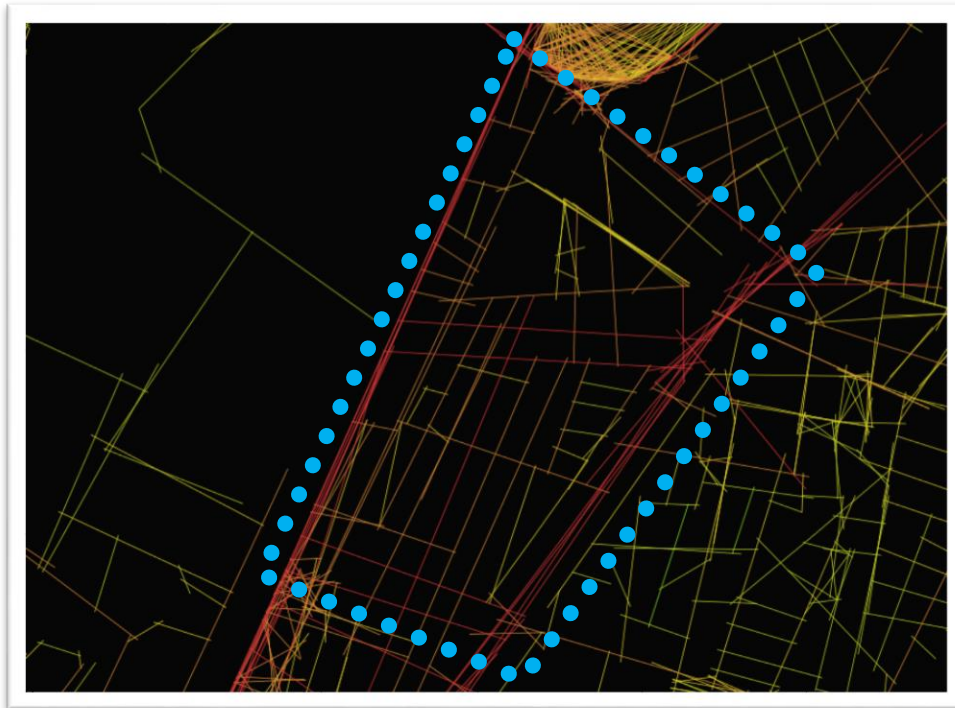


Figure V.5. Analyse globale de l'intégration axiale de quartier Ferhat (D)

Tableau V.5. Les valeurs d'intégration globale dans le tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est).

N° point	N° AXE	Rue	Global Integration [HH]
G1	G-A1	Rue Abadou Lakhdar	1.117
G30			1.117
G2	G-A2	R.N 31	1.223
G3			1.223
G4			1.223
G5			1.223
G6	G-A3	Rue Bouadjadja Belkacem	1.113
G11			1.113
G7	G-A4	Rue N 4	1.013
G8	G-A5	/	1.006
G9			1.006
G10	G-A6	/	1.005
G12	G-A7	/	0.929
G13			0.929
G14	G-A8	Rue N 32	0.940
G15			0.940
G17			0.940
G16	G-A9	/	0.932
G18			0.932

G19	G-A10	Rue N 37	0.860
G20			0.860
G21	G-A11	/	0.925
G22	G-A12	/	1.020
G37			1.020
G23	G-A13	/	0.936
G24	G-A14	Rue 17 Février	1.015
G25	G-A15	Rue N 61	0.933
G26			0.933
G27			0.933
G28	G-A16	Rue El Ikhoua Ouarnoghi	1.023
G29	G-A17	Rue Athmania Mohamed Djamoui	1.122
G36			1.122
G31	G-A18	/	1.004
G32	G-A19	Rue N 5	1.027
G33	G-A20	Rue N 5	1.006
G34	G-A21	/	1.008
G35	G-A22	Rue N 4	1.048
G38	G-A23	Rue Athmania Mohamed Djamoui	1.022
G39	G-A24	Rue N 5	1.016
G40	G-A25	/	1.111
G41	G-A26	Rue Farah Miloud	1.241
G42			1.241
G43	G-A27	/	1.117

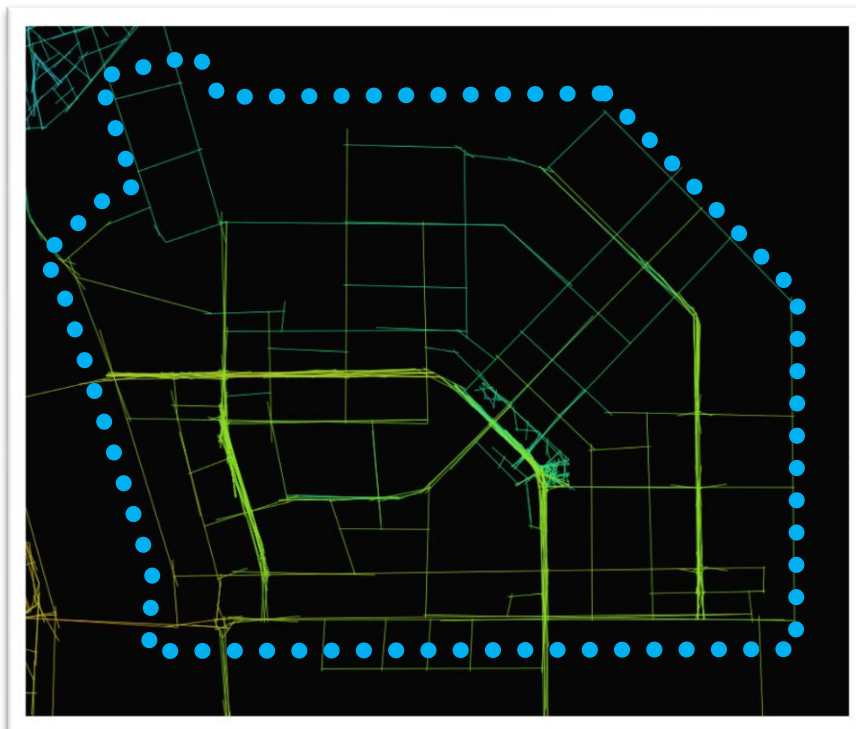


Figure V.6. Analyse globale de l'intégration axiale de quartier ZHUN Est (El Alia) (G)

V.2.1.3. Connectivité de la ville de Biskra

La figure V.7 montre la carte axiale (Fewest-Line) de connectivité de la ville de Biskra. Les analyses de connectivité consistent à révéler le nombre de connexions directes de chaque rue à ses rues secondaires. Les axes de couleur rouge sur la figure V.7 montrent les rues avec le plus grand nombre de connexions à Biskra. Les axes 438, 850 et 5805 ont les valeurs de connectivité les plus faibles (01), et les axes 3681 et 3682 ont les plus élevées (202). La valeur moyenne de connectivité de la ville de Biskra est de 33.383.

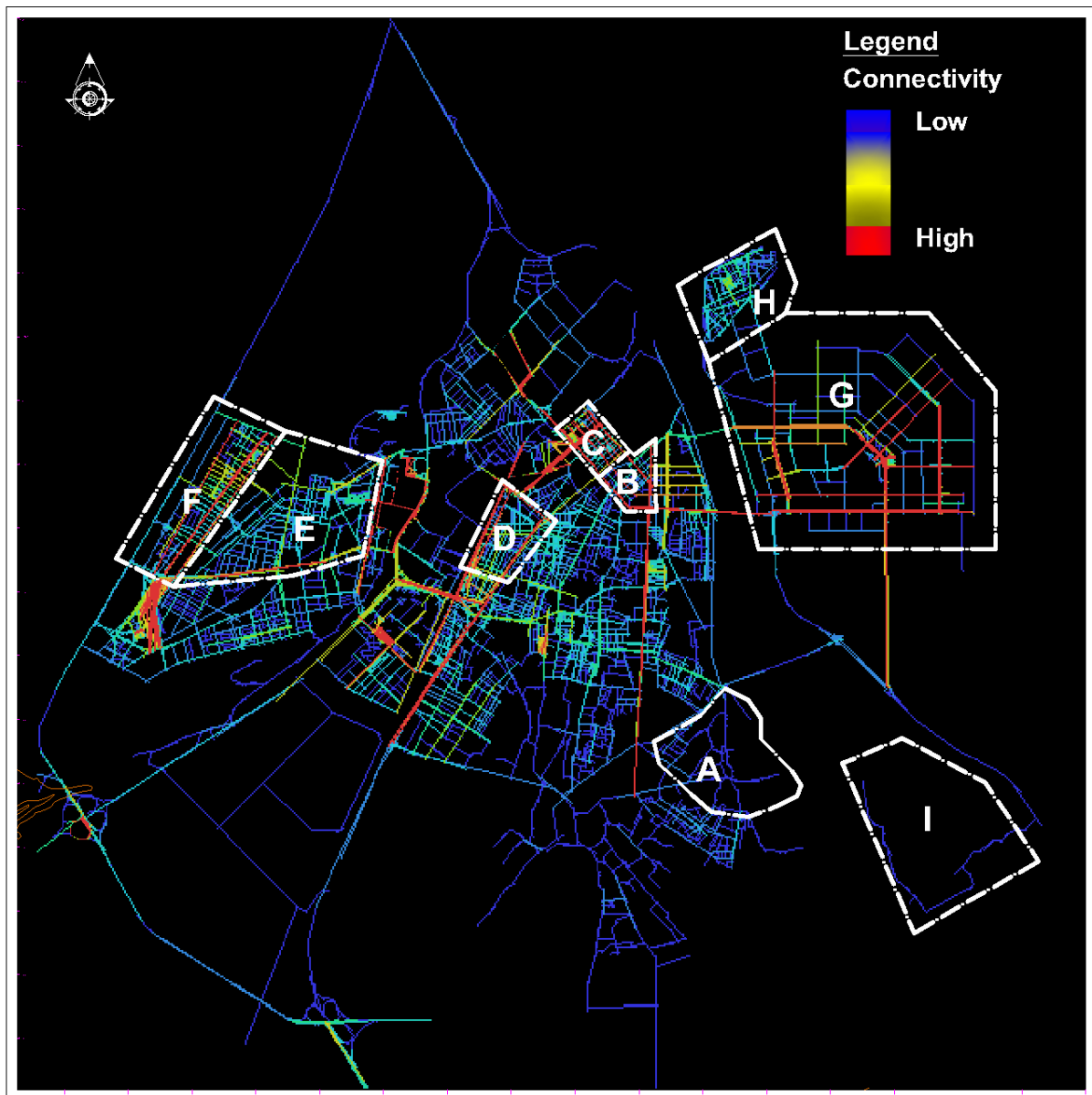


Figure V.7. Analyse de connectivité de Biskra avec les différents types de quartiers présentés par des lettres.

Tableau V.6. Les valeurs de connectivité des différents quartiers urbains de Biskra.

N°	Tissus urbains (époque)	Nom des quartiers	Connectivité		
			Max	Min	Moyenne
A	Vieux Biskra (Turquie)	Hai M'cid	08	01	3,529
B	Planifié (Colonial)	Centre-ville	81	02	23,463
C	Planifié (Colonial)	La gare	87	07	41,889
D	Non planifiée (postindépendance)	Hai Ferhat	93	02	20,778
E	Extension planifié (postindépendance)	ZHUN Ouest (Lotissement)	52	01	18,185
F	Extension planifié (postindépendance)	ZHUN Ouest (Logement)	89	02	22,636
G	Extension planifié (postindépendance)	ZHUN Est (El Alia) (lotissement et logement)	88	03	33,713
H	Extension non planifiée	Alia Nord	26	02	10,525
I	Vieux Biskra	Feliche	03	01	02,111

V.2.2. Résultats des récentes analyses de « syntaxes analyses »

Dans la section précédente, les résultats des analyses spatiales classiques sont basés sur une carte axiale. Dans cette sous-section, nous présentons les résultats des variables de syntaxes analyses les plus récentes, telles que les valeurs de choix angulaire normalisé (NACH) et d'intégration angulaire normalisée (NAIN).

La différence avec les analyses classiques de syntaxe spatiale est que la carte axiale est décomposée en segments à chaque jonction et que la pondération angulaire entre chaque segment est prise en compte dans les calculs.

V.2.2.1. Le choix angulaire normalisé (NACH)

La figure V.8 et le tableau V.7 montre les résultats des analyses de choix angulaire normalisé (NACH). Ici, toutes les routes principales traversant entre les quartiers de Biskra sont surlignées en rouge et orange. Comme on le présume, ces routes principales doivent alors avoir les niveaux de mouvement traversant les plus élevés.

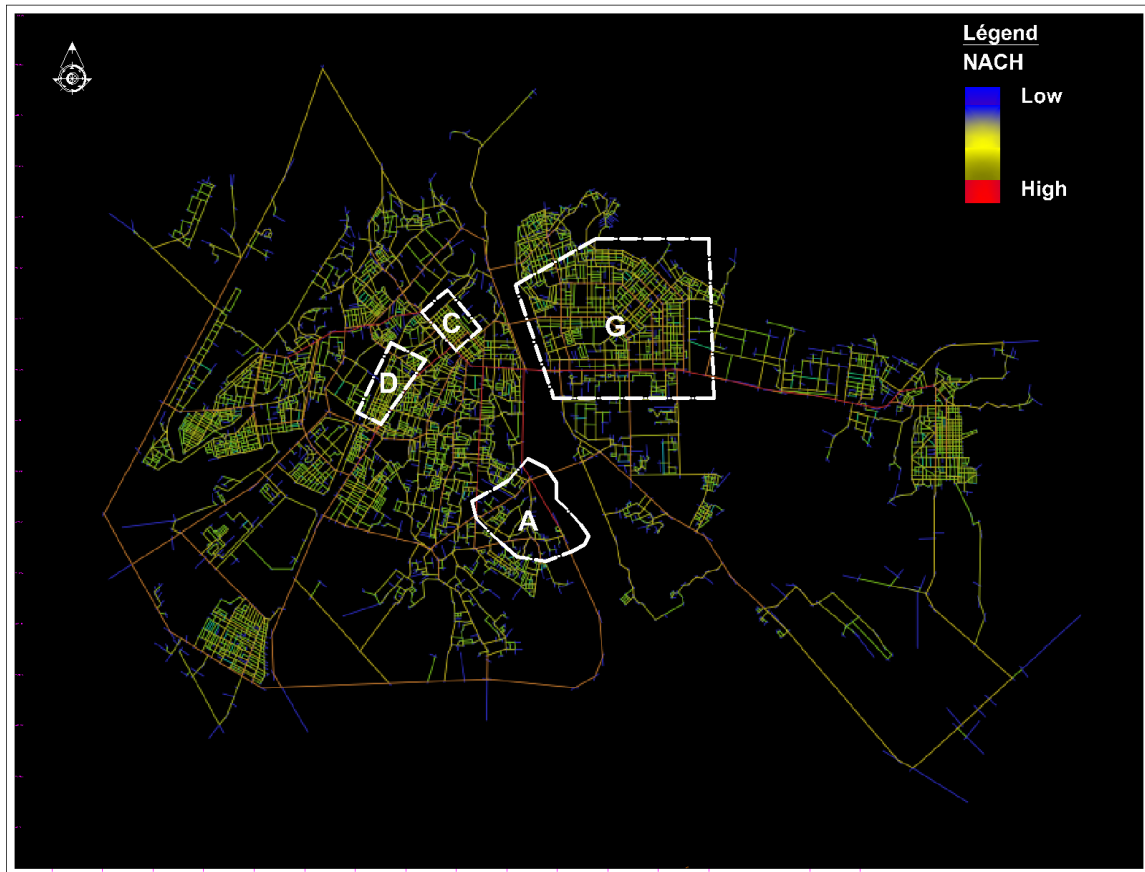


Figure V.8. Analyses de choix angulaires normalisées (NACH) de Biskra.

Tableau V.7. Les valeurs de NACH par segments des quartiers sélectionnés.

N point	N° AXE	Rue	NACH
Les résultats dans l'ancien tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid)			
A1	A-A1	Rue Requina Mohamed	1.371918
A2	A-A2	/	1.231294
A3			1.231294
A5	A-A4	/	1.198563
A6			1.146386
A7	A-A5	/	1.066677
A8	A-A6	/	1.130249
A15			1.150588
A16			1.150588
A9	A-A7	/	1.075999
A10	A-A8	/	1.373047
A11	A-A9	/	1.319374
A12	A-A10	/	1.399528
A13	A-A11	/	1.404209
A14	A-A12	/	1.187509
A17	A-A13	/	1.119419

A18	A-A14	/	1.090933
A19	A-A15	/	0.936957
A20	A-A16	/	1.017437
A21			1.017437
A22	A-A17	/	1.092614
A23	A-A18	/	0.988917
A24	A-A19	/	0.000001
Les résultats dans l'ancien tissu Colonial (La gare)			
C0	C-A1	Boulevard de la République	1.296
C1			1.296
C2			1.299
C3			1.302
C4			1.308
C5	C-A2	Boulevard Avril	1.422
C6			1.424
C7			1.427
C8			1.427
C9			1.445
C10	C-A3	Mohamed el Arbi Baarir	1.138
C11			1.120
C12	C-A4	Rue de la Palestine	1.046
C13			1.029
C14			1.008
C15			0.961
C16	C-A5	Rue Louam Mohamed Mustapha	1.037
C17			1.043
C18			1.039
C19	C-A6	Rue El Qouds	1.023
C20			0.994
C21			1.235
C23	C-A7	Rue El Hilmi Bachir	1.095
C24			1.102
C26	C-A8	Boulevard Du 01 Novembre	1.233
C27			1.249
C28			1.252
C22	C-A9	Boulevard Lahloul Mammam	1.145
C25			1.125
C29			1.016
C30			1.016
C31	C-A10	Rue Mouris Labane	1.091
C32			1.081
C33	C-A11	Rue Mouris Labane	0.990
C34	C-A12	Rue Mouris Labane	0.932
C35	C-A13	Rue Idriss Mohamed	0.932
C36	C-A14	Boulevard Saouli Cherif	0.932
C37			1.213

C38	C-A15	Boulevard Emir Abdelkader	1.614
C39			1.614
C40			1.620
C41			1.621
C42			1.621
C43			1.622
Les résultats dans l'ancien tissu urbain non planifié (Hai Ferhat)			
D1	D-A1	Rue Boucetta Mohamed Mokhtar	1.320544
D2			1.378559
D41			1.324225
D40			1.311312
D3	D-A2	Rue Freres Asmane	1.221224
D4			1.225675
D5			1.234429
D6			1.243351
D23			1.261200
D7	D-A3	Rue Kaddouri Salah	1.026200
D8			1.113142
D9			1.118209
D11	D-A4	Rue Ben Djididi ALI	1.124788
D12	D-A5	Rue Meaoui El Amri	0.918849
D13	D-A6	Rue Boukricha Sadek	1.033480
D14	D-A7	Rue Ben Djididi ALI	0.933030
D15	D-A8	Rue Rakaz Messaoud	0.906947
D17	D-A9	Rue Harzali Bouassria	1.381800
D18			1.088885
D24			0.963996
D19	D-A10	Rue Kriba El Azhar	1.159127
D27			1.080335
D20	D-A11	Rue Salhi El Hamel	1.147009
D21			1.128506
D22			1.116868
D26	D-A13	Rue Saouli Mohamed Salah	1.245310
D28	D-A14	Rue Mahzoud Hafnaoui	1.052588
D36			1.126268
D29	D-A15	Rue Hafiane Ali	1.145097
D32			1.152134
D30	D-A16	Rue Slimani Mustapha	0.851365
D31	D-A17	Rue Challa Hocine	0.888151
D33	D-A18	Rue Ben Omar Hadi	0.985297
D34	D-A19	Rue Saada Brahim	0.906431
D35			0.906431
D37	D-A20	Rue Nouari Ahmed	1.066528
D38			1.100195
D39	D-A21	Rue Kala Ali	0.000000
D42			0.898786

D10	D-A22	Boulevard Zaatchaia	1.559453
D16			1.555398
Les résultats dans l'ancien tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est) (El Alia)			
G1	G-A1	Rue Abadou Lakhdar	1.479535
G30			1.480913
G2	G-A2	R.N 31	1.661919
G3			1.660592
G4			1.658363
G5			1.646497
G6	G-A3	Rue Bouadjadja Belkacem	1.400946
G11			1.394264
G7	G-A4	Rue N 4	1.813520
G8	G-A5	/	1.439224
G9			1.442125
G10	G-A6	/	1.234643
G12	G-A7	/	1.359649
G13			1.348393
G14	G-A8	Rue N 32	1.156901
G15			1.170836
G17			1.200119
G16	G-A9	/	1.410582
G18			1.405879
G19	G-A10	Rue N 37	1.076253
G20			1.076253
G21	G-A11	/	1.157132
G22	G-A12	/	1.220382
G37			1.047037
G23	G-A13	/	1.365038
G24	G-A14	Rue 17 Février	1.318997
G25	G-A15	Rue N 61	1.193918
G26			0.905942
G27			1.197029
G28	G-A16	Rue El Ikhoua Ouarnoghi	1.462045
G29	G-A17	Rue Athmania Mohamed Djamoui	1.412211
G36			1.406893
G31	G-A18	/	1.108509
G32	G-A19	Rue N 5	1.201719
G33	G-A20	Rue N 5	1.163234
G34	G-A21	/	0.941028
G35	G-A22	Rue N 4	1.111584
G38	G-A23	Rue Athmania Mohamed Djamoui	1.370820
G39	G-A24	Rue N 5	1.296424
G40	G-A25	/	1.330909
G41	G-A26	Rue Farah Miloud	1.340740
G42			1.336443
G43	G-A27	/	1.397458

V.2.2.2. L'intégration de segment normalisé (NAIN)

Une analyse de l'intégration de segment normalisé (NAIN) montre les potentiels de « mouvement » pour un niveau de segment de rue. La figure V.9 et le tableau V.8 montre une analyse NAIN de Biskra. Comme on peut le voir sur la figure, le quartier de La Gare, le centre-ville et les principaux axes menant à ces quartiers ont les valeurs NAIN les plus élevées. Conformément à d'autres recherches sur la syntaxe spatiale, les magasins et les fonctions commerciales ont tendance à se situer le long des rues ayant les valeurs NAIN les plus élevées (Hillier, Yang, and Turner 2012).

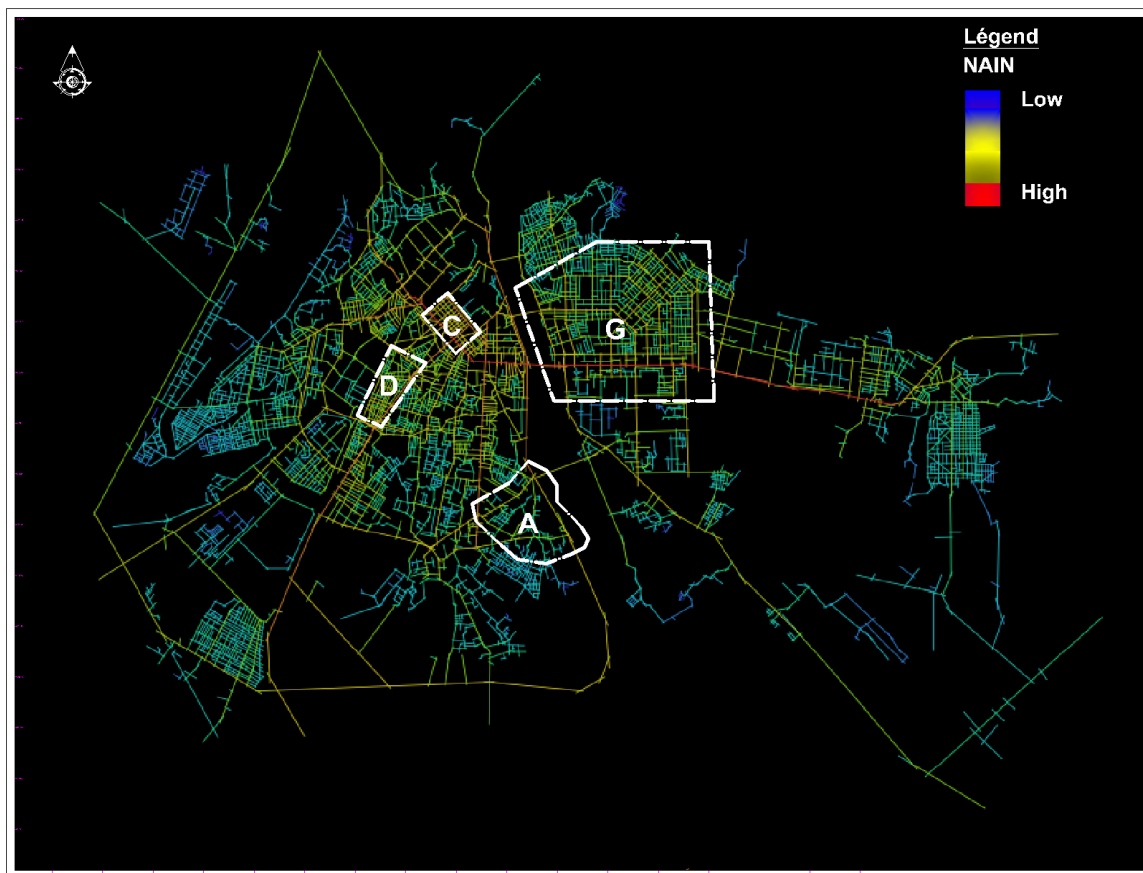


Figure V.9. Analyse d'intégration de segment normalisé (NAIN) de Biskra.

Tableau V.8. Les valeurs de NAIN par segments des quartiers sélectionnés.

N point	N° AXE	Rue	NAIN
Les résultats dans l'ancien tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid)			
A1	A-A1	Rue Requina Mohamed	1.3960
A2	A-A2	/	1.2310
A3			1.2310

A5	A-A4	/	1.1913
A6		/	1.1199
A7	A-A5	/	1.0238
A8	A-A6	/	1.1208
A15		/	1.1582
A16		/	1.1582
A9	A-A7	/	1.1137
A10	A-A8	/	1.1040
A11	A-A9	/	1.2270
A12	A-A10	/	1.3048
A13	A-A11	/	1.3185
A14	A-A12	/	1.2481
A17	A-A13	/	1.1951
A18	A-A14	/	1.1618
A19	A-A15	/	0.9219
A20	A-A16	/	1.0501
A21		/	1.0501
A22	A-A17	/	1.0471
A23	A-A18	/	0.9978
A24	A-A19	/	0.9609
Les résultats dans l'ancien tissu Colonial (La gare)			
C0	C-A1	Boulevard de la République	1.5508
C1			1.5508
C2			1.5508
C3			1.5508
C4			1.5508
C5	C-A2	Boulevard Avril	1.6334
C6			1.6334
C7			1.6334
C8			1.6334
C9			1.6332
C10	C-A3	Mohamed el Arbi Baarir	1.3808
C11			1.3808
C12	C-A4	Rue de la Palestine	1.4636
C13			1.4637
C14			1.4637
C15			1.4637
C16	C-A5	Rue Louam Mohamed Mustapha	1.3418
C17			1.3415
C18			1.3426
C19	C-A6	Rue El Qouds	1.3426
C20			1.4634
C21			1.4634
C23	C-A7	Rue El Hilmi Bachir	1.4644
C24			1.4642
C26	C-A8	Boulevard Du 01 Novembre	1.4644

C27			1.4642
C28			1.4624
C22	C-A9	Boulevard Lahloul Mammam	1.4390
C25			1.4390
C29			1.4391
C30			1.4391
C31			1.4710
C32	C-A10	Rue Mouris Labane	1.4713
C33	C-A11	Rue Mouris Labane	1.3445
C34	C-A12	Rue Mouris Labane	1.3445
C35	C-A13	Rue Idriss Mohamed	1.3445
C36	C-A14	Boulevard Saouli Cherif	1.4805
C37			1.4804
C38	C-A15	Boulevard Emir Abdelkader	1.7809
C39			1.7809
C40			1.7818
C41			1.7818
C42			1.7818
C43			1.7818
Les résultats dans l'ancien tissu urbain non planifié (Hai Ferhat)			
D1	D-A1	Rue Boucetta Mohamed Mokhtar	1.4280
D2			1.4297
D41			1.4290
D40			1.4281
D3	D-A2	Rue Freres Asmane	1.2730
D4			1.2730
D5			1.2730
D6			1.2729
D23			1.3202
D7	D-A3	Rue Kaddouri Salah	1.2705
D8			1.2623
D9			1.2623
D11	D-A4	Rue Ben Djididi ALI	1.2010
D12	D-A5	Rue Meaoui El Amri	1.0531
D13	D-A6	Rue Boukricha Sadek	1.1837
D14	D-A7	Rue Ben Djididi ALI	1.0632
D15	D-A8	Rue Rakaz Messaoud	1.1349
D17	D-A9	Rue Harzali Bouassria	1.3452
D18			1.3453
D24			1.3424
D19	D-A10	Rue Kriba El Azhar	1.2896
D27			1.2404
D20	D-A11	Rue Salhi El Hamel	1.3437
D21			1.3437
D22			1.3444
D26			D-A13

D28	D-A14	Rue Mahzoud Hafnaoui	1.1679
D36			1.1811
D29	D-A15	Rue Hafiane Ali	1.2462
D32			1.2463
D30	D-A16	Rue Slimani Mustapha	1.0805
D31	D-A17	Rue Challa Hocine	0.9408
D33	D-A18	Rue Ben Omar Hadi	1.2189
D34	D-A19	Rue Saada Brahim	1.1716
D35			1.1716
D37	D-A20	Rue Nouari Ahmed	1.2159
D38			1.2145
D39	D-A21	Rue Kala Ali	1.0456
D42			1.0456
D10	D-A22	Boulevard Zaatchaia	1.6180
D16			1.6176
Les résultats dans l'ancien tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est) (El Alia)			
G1	G-A1	Rue Abadou Lakhdar	1.4849
G30			1.4507
G2	G-A2	R.N 31	1.7812
G3			1.7812
G4			1.7812
G5			1.7811
G6	G-A3	Rue Bouadjadja Belkacem	1.4696
G11			1.4697
G7	G-A4	Rue N 4	1.2731
G8	G-A5	/	1.4783
G9			1.4784
G10	G-A6	/	1.2616
G12	G-A7	/	1.3589
G13			1.3591
G14	G-A8	Rue N 32	1.2351
G15			1.2337
G17			1.2333
G16	G-A9	/	1.3717
G18			1.3716
G19	G-A10	Rue N 37	1.1292
G20			1.0997
G21	G-A11	/	1.1465
G22	G-A12	/	1.3177
G37			1.2305
G23	G-A13	/	1.2890
G24	G-A14	Rue 17 Février	1.2381
G25	G-A15	Rue N 61	1.2033
G26			1.2034
G27			1.2034

G28	G-A16	Rue El Ikhoua Ouarnoghi	1.4113
G29	G-A17	Rue Athmania Mohamed Djamoui	1.4554
G36			1.4554
G31	G-A18	/	1.1939
G32	G-A19	Rue N 5	1.2450
G33	G-A20	Rue N 5	1.2128
G34	G-A21	/	1.0904
G35	G-A22	Rue N 4	1.1910
G38	G-A23	Rue Athmania Mohamed Djamoui	1.4418
G39	G-A24	Rue N 5	1.3752
G40	G-A25	/	1.4633
G41	G-A26	Rue Farah Miloud	1.3129
G42			1.3128
G43	G-A27	/	1.4995

V.3. Analyse des résultats

V.3.1. L'accessibilité spatiale des tissus urbains sélectionnés

L'une des mesures clés de la Syntaxe Spatiale est celle de l'accessibilité spatiale (Croxford, Penn, and Hillier 1996; Hillier 1999) que l'on appelle "l'intégration". Le facteur d'intégration globale est un indicateur d'accessibilité spatiale (Hillier 2005).

Sur la base des résultats de l'intégration globale, les quartiers sélectionnés peuvent être définis et classés en fonction de leur accessibilité. En comparant les quartiers sélectionnés entre eux, le quartier le moins accessible correspond à celui du Vieux Biskra, représenté par le quartier M'cid (A). Le quartier colonial de La Gare (C) et le quartier de Ferhat (D) postindépendances non planifiées sont les quartiers plus accessibles. Le quartier planifié ZHUN Est (El Alia) (G) de la période postindépendance a une accessibilité moyenne (tableau V.9).

Tableau V.9. Le niveau d'accessibilité des quatre quartiers sélectionnés à Biskra.

N°	Tissus urbains (époque)	Nom du quartier	Global Intégration	Niveau Accessibilité
A	Vieux Biskra (ture)	Hai M'cid	0.909	Faible
C	Planifié (Colonial)	La gare	1.454	Elevé
D	Non planifié (Postindépendance)	Hai Ferhat	1.448	Elevé
G	Extension planifiée (Postindépendance)	ZHUN Est (El Alia)	1.022	Moyenne

V.3.2. L'intelligibilité (intelligibility) des tissus urbains sélectionnés

L'intelligibilité est quantifiée par le degré de corrélation entre la connectivité et les valeurs d'intégration globale (Jiang and Claramunt 2002; Mahdzar and Safari 2014).

Selon les résultats (Tableau V.10 et Figure V.10), l'intelligibilité peut être évaluée par la corrélation entre l'intégration globale et la connectivité. Lorsque le rapport de la corrélation (R^2) est élevé, la configuration spatiale à des niveaux d'intelligibilité plus élevés. Le graphique de la Figure.8 montre la ligne de corrélation des tissus urbains sélectionnés. Les équations de corrélation pour les tissus urbains "Hai M'cid" (A) (1), "La gare" (C) (2), "Ferhat" (D) (3) et "ZHUN est" (G) (4) s'expriment comme suit :

$$y = 11.953x - 7.8719, R^2 = 0.3652 \quad (1)$$

$$y = 108.40x - 128.30, R^2 = 0,5413 \quad (2)$$

$$y = 99.885x - 127.21, R^2 = 0,5408 \quad (3)$$

$$y = 127.86x - 103.79, R^2 = 0,3303 \quad (4)$$

Les tissus urbains « La gare » (C), « Ferhat » (D), « Hai M'cid » (A), et « ZHUN est » (G) sont classés du plus élevé au plus bas selon les valeurs R^2 . Par conséquent, « La gare » (C) représente le tissu urbain le plus intelligible (tableau V.10).

Tableau V.10. L'intégration globale, la connectivité et l'intelligibilité (R^2) des quatre quartiers sélectionnés à Biskra.

N°	Tissus urbains (époque)	Nom des quartiers		Intégration globale	Connectivité	Intelligibilité (R^2)
			Moy	1,082	33,383	
			Min	0,257	01	0,024
			Max	1,692	202	
			Moy	0,909	3,529	
A	Vieux Biskra (Turc)	Hai M'cid	Min	0,528	01	0,365
			Max	1,308	08	
			Moy	1,454	41,889	
C	Planifié (Colonial)	La gare	Min	1,245	07	0,541
			Max	1,688	87	
			Moy	1,448	20,778	
D	Non planifié (Postindépendance)	Hai Ferhat	Min	1,262	02	0,540
			Max	1,692	93	
			Moy	1,022	33,713	
G	Extension planifiée (Postindépendance)	ZHUN Est (El Alia)	Min	0,853	03	0,330
			Max	1,380	88	

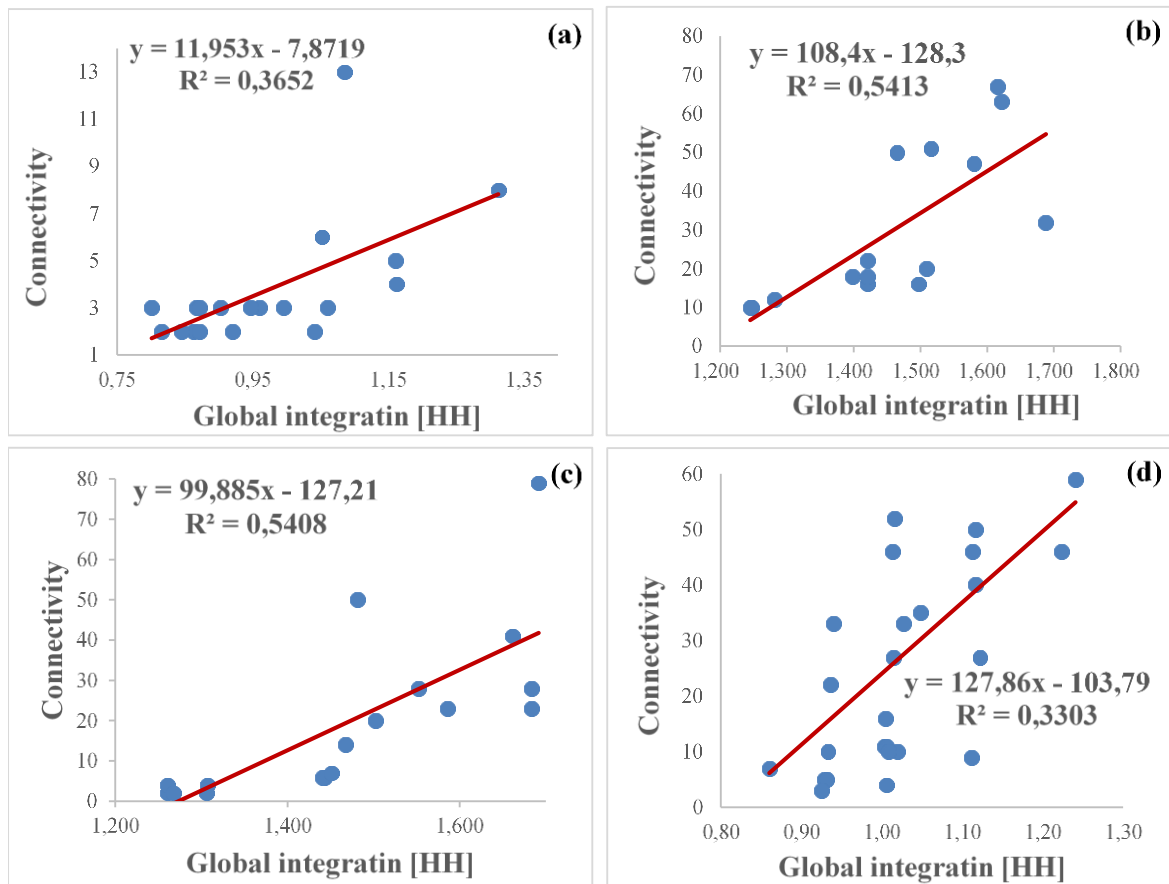


Figure V.10. La corrélation entre l'intégration globale et la connectivité de (a) "Hai M'cid" (A), (b) "La gare" (C), (c) "Hai Ferhat" (D), et (d) ZHUN Est (El Alia) (G).

V.3.3. Analyses de choix angulaire normalisé (NACH)

Le tableau V.11 résume les résultats des analyses de choix angulaire normalisé (NACH) des quatre quartiers sélectionnés. Comme on le présume, les quartiers planifié (postindépendance) de ZHUN Est et planifié (Colonial) La gare doit alors avoir les niveaux de mouvement traversant est plus élevés, suivi par les quartiers non planifié (postindépendance) Hai Ferhat et Vieux Biskra (Turc) Hai M'cid avec des niveaux de mouvement traversant le plus bas.

Tableau V.11. Les valeurs de NACH des quatre quartiers sélectionnés à Biskra.

N°	Tissus urbains (époque)	Nom des quartiers	NACH	
			Moy	1,117
A	Vieux Biskra (Turc)	Hai M'cid	Min	0,937
			Max	1,404
			Moy	1,214
C	Planifié (Colonial)	La gare	Min	0,932
			Max	1,622
			Moy	1,130
D	Non planifié (postindépendance)	Hai Ferhat	Min	0,851
			Max	1,559
			Moy	1,321
G	Extension planifié (postindépendance)	ZHUN Est (El Alia)	Min	0,906
			Max	1,814

V.3.4. Analyses de l'intégration de segment normalisé (NAIN)

Le tableau V.12 résume les résultats des analyses de l'intégration de segment normalisé (NAIN) des quatre quartiers sélectionnés. Le quartier planifié (Colonial) La gare a les valeurs NAIN les plus élevées, suivi par les quartiers planifié (postindépendance) de ZHUN Est et non planifié (postindépendance) Hai Ferhat. Tandis que le quartier vieux Biskra (Turc) Hai M'cid a les valeurs NAIN les plus bas.

Tableau V.12. Les valeurs de NAIN des quatre quartiers sélectionnés à Biskra.

N°	Tissus urbains (époque)	Nom des quartiers	NAIN	
			Moy	1,145
A	Vieux Biskra (Turc)	Hai M'cid	Min	0,922
			Max	1,396
			Moy	1,512
C	Planifié (Colonial)	La gare	Min	1,341
			Max	1,782
			Moy	1,261
D	Non planifié (postindépendance)	Hai Ferhat	Min	0,941
			Max	1,618
			Moy	1,358
G	Extension planifié (postindépendance)	ZHUN Est (El Alia)	Min	1,090
			Max	1,781

Conclusion

Ce chapitre a été consacré pour appliquer les différentes méthodes d'investigation sur les quatre cas d'étude, par diverses techniques de recherche. Sur la base des résultats de l'intégration globale, les quartiers sélectionnés peuvent être définis et classés en fonction de leur accessibilité. En comparant les quartiers sélectionnés entre eux, le quartier le moins accessible correspond à celui du Vieux Biskra, représenté par le quartier M'cid (A). Le quartier colonial de La Gare (C) et de Ferhat (D) postindépendances non planifiées sont les plus accessibles. Le quartier planifié ZHUN Est (El Alia) (G) à partir de la période postindépendance a une accessibilité moyenne. Par évaluation de l'intelligibilité, les tissus urbains « La gare » (C), « Ferhat » (D), « Hai M'cid » (A), et « ZHUN est » (G) sont classés du tissu le plus intelligible au moins intelligible selon les valeurs R2. Par conséquent, « La gare » (C) représente le tissu urbain le plus intelligible. D'après Les récentes analyses de « syntax analysis » (NACH), les quartiers planifié (postindépendance) de ZHUN Est et planifié (Colonial) La gare doit alors avoir les niveaux de mouvement traversant est plus élevés, suivi par les quartiers non planifié (postindépendance) Hai Ferhat et Vieux Biskra (Turc) Hai M'cid avec des niveaux de mouvement traversant le plus bas. Et selon l'analyse de l'intégration de segment normalisé (NAIN), Le quartier planifié (Colonial) La gare a les valeurs NAIN les plus élevées, suivi par les quartiers planifié (postindépendance) de ZHUN Est et non planifié (postindépendance) Hai Ferhat. Tandis que le quartier vieux Biskra (Turc) Hai M'cid a les valeurs NAIN les plus bas.

Ces données illustrent comment la géométrie de la configuration spatiale peut affecter l'intelligibilité et la lisibilité. Les résultats de Biskra sont également en accord avec les résultats l'étude sur la lisibilité comme résultat de l'espace géométrique de la Malaisie (Mahdzar and Safari 2014), qui suggère que lorsque la géométrie régulière est utilisée dans la conception urbaine, en raison de l'intelligibilité et de la lisibilité, peut être augmentée. Selon ces résultats, dans certaines circonstances, la géométrie régulière de la configuration spatiale, comme le quartier colonial de La Gare (C) peut augmenter l'accessibilité, l'intelligibilité et la lisibilité des espaces urbains.

En conclusion, après avoir obtenu les résultats d'analyse syntaxique du cas d'étude, nous tenterons dans le chapitre suivant d'obtenir les résultats de toutes les mesures de niveau de pression sonore afin de pouvoir les confronter et comparer entre eux dans le chapitre après le suivant.

Chapitre VI

« Mesure du niveau de pression sonore »

Introduction

Dans cette partie, nous échantillonnerons et localiserons des stations de mesure pour couvrir toute la ville. Nous décrivons ensuite la méthode de mesure de l'intensité sonore et les outils de mesure utilisés dans cette étude *in situ*, destinée à étudier et évaluer l'environnement sonore pour déterminer sa qualité.

Cette partie sera basée sur une étude comparative et une analyse des niveaux sonores réels de quatre différents types de quartiers couvrant toute la ville de Biskra par cent cinquante-quatre (154) stations de mesure réparties dans toute la ville de Biskra. Ensuite, dans l'étape suivante, nous analyserons les niveaux sonores selon les recommandations nationales et internationales sur les niveaux limites de bruit urbain.

VI.1. Échantillonnage des stations des mesures

Cent cinquante-quatre (154) points ont été sélectionnés pour représenter les quatre types de quartiers différents qui couvrent l'ensemble de la ville de Biskra.

Les tableaux (du VI.1 au VI.5) et les cartes ci-dessous montrent le nombre et le positionnement des stations de mesure.

Tableau VI.1. Répartition la distribution des stations de mesure dans la ville de Biskra.

N°	Tissu urbain (quartiers)	Nombre de points de mesure
A	Vieux Biskra (Hai M'cid)	24
C	Colonial (La gare)	44
D	Non planifié (Hai Ferhat)	43
G	Extension planifié (ZHUN Est)	43

VI.1.1. Stations de mesure dans le tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid)

Tableau VI.2. Nombre et localisation des stations de mesure dans le tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid).

N point	Coordonnées GPS	
	Latitude	Longitude
A1	34°50'21.2"N	5°44'12.3"E
A2	34°50'19.5"N	5°44'14.6"E
A3	34°50'17.8"N	5°44'14.7"E
A5	34°50'11.9"N	5°44'14.9"E
A6	34°50'07.6"N	5°44'14.2"E
A7	34°50'04.5"N	5°44'13.7"E
A8	34°50'02.5"N	5°44'12.0"E
A15	34°50'00.2"N	5°44'05.6"E
A16	34°50'00.3"N	5°44'07.9"E
A9	34°50'01.1"N	5°44'14.1"E
A10	34°49'56.7"N	5°44'18.4"E
A11	34°49'58.5"N	5°44'21.2"E
A12	34°49'59.2"N	5°44'12.1"E
A13	34°49'58.3"N	5°44'05.2"E
A14	34°50'00.2"N	5°44'02.3"E
A17	34°50'02.0"N	5°44'06.0"E
A18	34°50'04.8"N	5°44'08.1"E
A19	34°50'06.3"N	5°44'11.5"E
A20	34°50'08.9"N	5°44'09.9"E
A21	34°50'10.9"N	5°44'09.4"E
A22	34°50'10.7"N	5°44'06.4"E
A23	34°50'12.5"N	5°44'10.0"E
A24	34°50'15.1"N	5°44'12.2"E

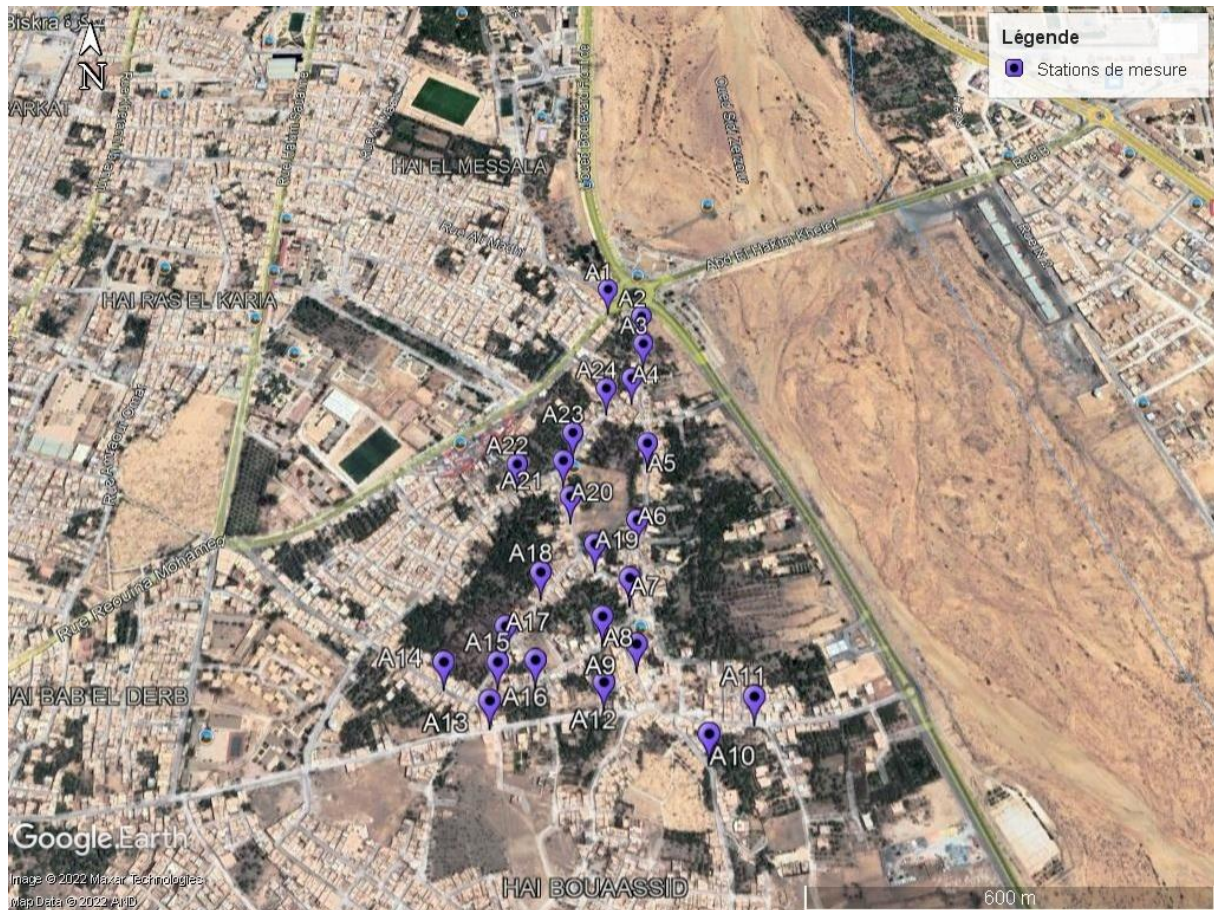


Figure VI.1. Localisation des stations de mesure dans le tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid).

VI.1.2. Stations de mesure dans le tissu Colonial (La gare)

Tableau VI.3. Nombre et localisation des stations de mesure dans le tissu Colonial (La gare).

N point	Coordonnées DMS/ GPS	
	Latitude	Longitude
C0	34° 51' 26.4168" N	5° 43' 39.594" E
C1	34° 51' 25.9488" N	5° 43' 40.188" E
C2	34° 51' 25.236" N	5° 43' 40.7244" E
C3	34° 51' 24.5376" N	5° 43' 41.718" E
C4	34° 51' 23.4468" N	5° 43' 42.7404" E
C5	34° 51' 22.6404" N	5° 43' 42.8484" E
C6	34° 51' 21.6216" N	5° 43' 41.3112" E
C7	34° 51' 20.43" N	5° 43' 39.5292" E
C8	34° 51' 19.8972" N	5° 43' 39.3312" E
C9	34° 51' 18.846" N	5° 43' 37.7868" E
C10	34° 51' 19.3356" N	5° 43' 36.7464" E
C11	34° 51' 20.9808" N	5° 43' 34.7916" E

Chapitre VI : Mesure du niveau de pression sonore

C12	34° 51' 21.0024" N	5° 43' 36.012" E
C13	34° 51' 21.8052" N	5° 43' 37.344" E
C14	34° 51' 23.076" N	5° 43' 39.3096" E
C15	34° 51' 23.9832" N	5° 43' 40.3248" E
C16	34° 51' 23.9292" N	5° 43' 39.4356" E
C17	34° 51' 23.166" N	5° 43' 40.548" E
C18	34° 51' 25.3512" N	5° 43' 38.316" E
C19	34° 51' 25.9992" N	5° 43' 37.8984" E
C20	34° 51' 25.092" N	5° 43' 37.0596" E
C21	34° 51' 24.066" N	5° 43' 36.066" E
C23	34° 51' 24.894" N	5° 43' 34.3524" E
C24	34° 51' 24.1344" N	5° 43' 33.744" E
C26	34° 51' 26.8272" N	5° 43' 32.3256" E
C27	34° 51' 25.884" N	5° 43' 30.9576" E
C28	34° 51' 25.0308" N	5° 43' 29.838" E
C22	34° 51' 23.9976" N	5° 43' 34.3704" E
C25	34° 51' 25.956" N	5° 43' 32.5596" E
C29	34° 51' 27.1116" N	5° 43' 30.9936" E
C30	34° 51' 28.6524" N	5° 43' 29.4348" E
C31	34° 51' 28.7244" N	5° 43' 29.0316" E
C32	34° 51' 29.4156" N	5° 43' 29.7408" E
C33	34° 51' 29.5056" N	5° 43' 30.5364" E
C34	34° 51' 29.79" N	5° 43' 30.2196" E
C35	34° 51' 30.7404" N	5° 43' 30.0072" E
C36	34° 51' 30.9636" N	5° 43' 29.4168" E
C37	34° 51' 29.808" N	5° 43' 27.588" E
C38	34° 51' 26.568" N	5° 43' 26.6232" E
C39	34° 51' 25.0128" N	5° 43' 27.5736" E
C40	34° 51' 22.9608" N	5° 43' 30.1656" E
C41	34° 51' 21.8628" N	5° 43' 30.9972" E
C42	34° 51' 20.9484" N	5° 43' 32.0484" E
C43	34° 51' 18.6804" N	5° 43' 34.2264" E

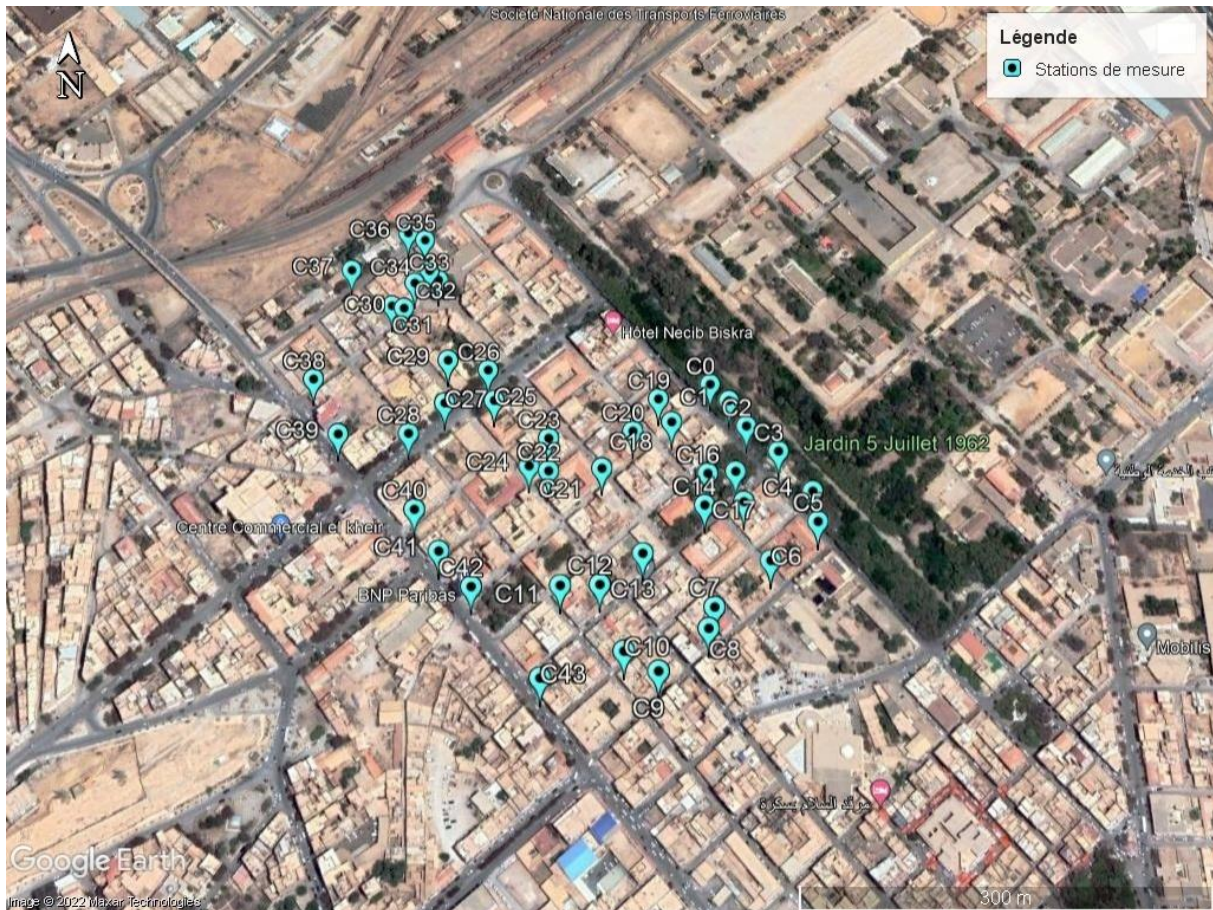


Figure VI.2. Localisation des stations de mesure dans le tissu Colonial (La gare).

VI.1.3. Stations de mesure dans le tissu urbain non planifié (Hai Ferhat)

Tableau VI.4. Nombre et localisation des stations de mesure dans le tissu urbain non planifié (Hai Ferhat).

N point	Coordonnées GPS	
	Latitude	Longitude
D1	34°51'12.2"N	5°43'09.1"E
D2	34°51'13.1"N	5°43'07.6"E
D41	34°51'09.3"N	5°43'13.3"E
D40	34°51'07.6"N	5°43'16.1"E
D3	34°51'12.4"N	5°43'05.6"E
D4	34°51'10.1"N	5°43'03.9"E
D5	34°51'06.9"N	5°43'02.2"E
D6	34°51'03.7"N	5°43'00.5"E
D23	34°50'57.3"N	5°42'56.8"E
D7	34°51'03.0"N	5°43'01.2"E

D8	34°51'02.8"N	5°43'09.4"E
D9	34°51'02.6"N	5°43'13.8"E
D11	34°51'00.9"N	5°43'12.2"E
D12	34°51'00.8"N	5°43'11.0"E
D13	34°50'59.8"N	5°43'09.0"E
D14	34°50'58.8"N	5°43'09.4"E
D15	34°50'57.8"N	5°43'09.5"E
D17	34°50'57.2"N	5°43'08.1"E
D18	34°50'58.1"N	5°43'04.6"E
D24	34°50'59.1"N	5°43'01.4"E
D19	34°50'56.0"N	5°43'02.8"E
D27	34°51'02.6"N	5°43'06.2"E
D20	34°50'52.3"N	5°43'03.9"E
D21	34°50'53.2"N	5°43'00.3"E
D22	34°50'54.5"N	5°42'56.5"E
D26	34°51'01.7"N	5°43'06.5"E
D28	34°51'03.9"N	5°43'05.3"E
D36	34°51'04.4"N	5°43'09.8"E
D29	34°51'05.0"N	5°43'04.0"E
D32	34°51'09.9"N	5°43'06.4"E
D30	34°51'05.2"N	5°43'02.6"E
D31	34°51'07.8"N	5°43'04.1"E
D33	34°51'08.5"N	5°43'07.3"E
D34	34°51'05.5"N	5°43'08.8"E
D35	34°51'04.8"N	5°43'08.9"E
D37	34°51'05.0"N	5°43'12.7"E
D38	34°51'06.9"N	5°43'14.3"E
D39	34°51'06.7"N	5°43'15.4"E
D42	34°51'08.1"N	5°43'13.3"E
D10	34°51'01.9"N	5°43'14.1"E
D16	34°50'58.0"N	5°43'10.9"E



Figure VI.3. Localisation des stations de mesure dans le tissu urbain non planifié (Hai Ferhat).

VI.1.4. Stations de mesure dans le tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est)

Tableau VI.5. Nombre et localisation des stations de mesure dans le tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est).

N° point	Coordonnées GPS	
	Latitude	Longitude
G1	34°51'09.3"N	5°44'33.5"E
G30	34°51'23.3"N	5°44'29.3"E
G2	34°51'06.5"N	5°44'35.4"E
G3	34°51'07.0"N	5°44'48.3"E
G4	34°51'07.1"N	5°44'54.6"E
G5	34°51'07.0"N	5°45'14.1"E
G6	34°51'13.7"N	5°45'22.2"E
G11	34°51'26.7"N	5°45'21.1"E
G7	34°51'19.0"N	5°45'25.2"E
G8	34°51'15.3"N	5°45'30.8"E
G9	34°51'24.0"N	5°45'30.8"E

Chapitre VI : Mesure du niveau de pression sonore

G10	34°51'25.6"N	5°45'23.5"E
G12	34°51'39.7"N	5°45'26.3"E
G13	34°51'44.4"N	5°45'20.2"E
G14	34°51'44.2"N	5°45'15.2"E
G15	34°51'39.7"N	5°45'10.0"E
G17	34°51'33.9"N	5°45'02.8"E
G16	34°51'35.0"N	5°45'09.4"E
G18	34°51'39.1"N	5°45'03.9"E
G19	34°51'44.5"N	5°44'55.9"E
G20	34°51'40.8"N	5°44'55.9"E
G21	34°51'36.9"N	5°44'52.9"E
G22	34°51'40.0"N	5°44'51.5"E
G37	34°51'27.6"N	5°44'51.3"E
G23	34°51'42.2"N	5°44'48.5"E
G24	34°51'37.9"N	5°44'43.1"E
G25	34°51'33.3"N	5°44'37.3"E
G26	34°51'33.3"N	5°44'34.6"E
G27	34°51'32.9"N	5°44'31.4"E
G28	34°51'35.3"N	5°44'30.1"E
G29	34°51'29.3"N	5°44'22.8"E
G36	34°51'28.7"N	5°44'42.2"E
G31	34°51'20.9"N	5°44'35.8"E
G32	34°51'18.1"N	5°44'34.6"E
G33	34°51'18.5"N	5°44'43.1"E
G34	34°51'20.3"N	5°44'45.9"E
G35	34°51'25.1"N	5°44'41.7"E
G38	34°51'26.8"N	5°44'55.6"E
G39	34°51'24.0"N	5°44'57.1"E
G40	34°51'14.0"N	5°44'51.4"E
G41	34°51'11.7"N	5°44'49.3"E
G42	34°51'11.7"N	5°44'42.4"E
G43	34°51'14.5"N	5°45'04.6"E

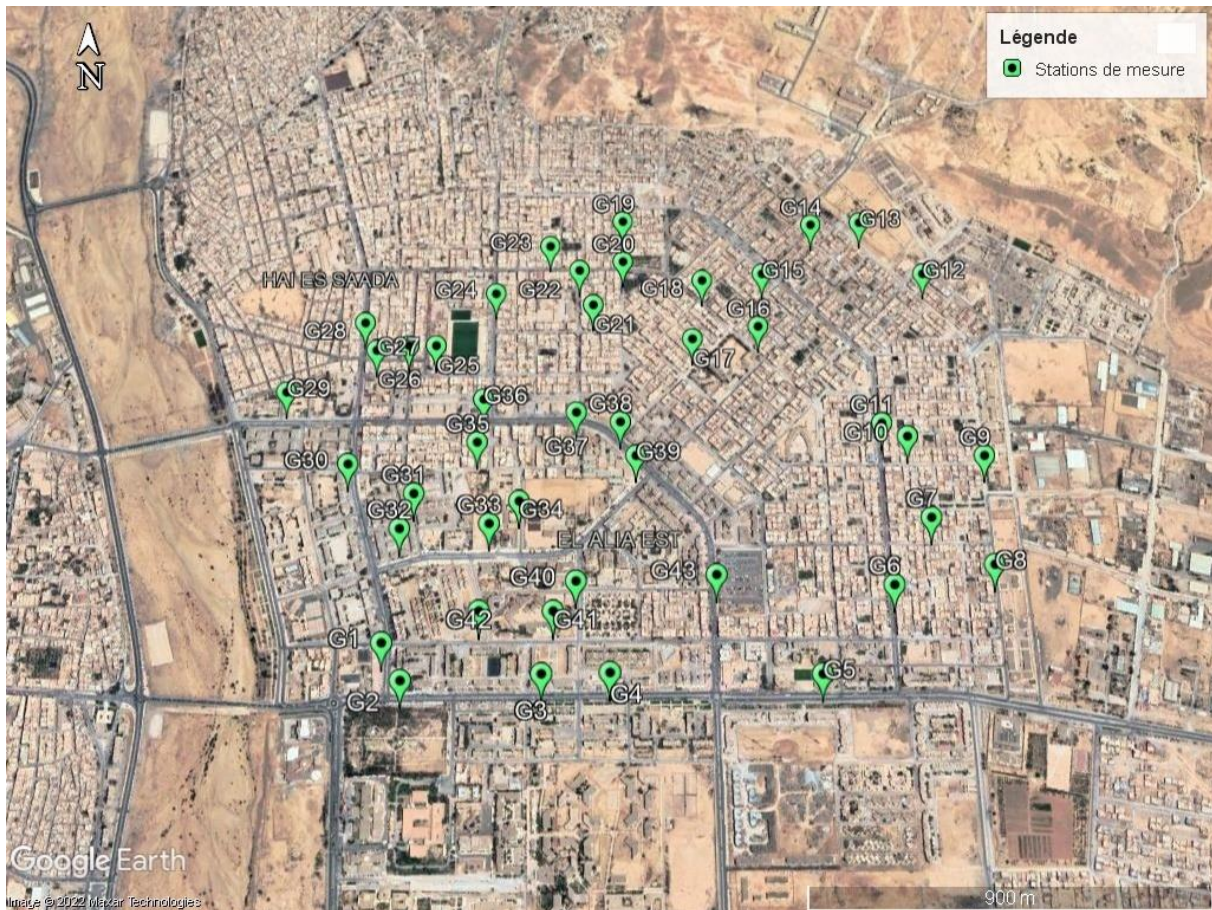


Figure VI.4. Localisation des stations de mesure dans le tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est).

VI.2. Protocole de mesure

La mesure du niveau de pression sonore (dB) a été prise *in situ* dans plusieurs rues des quatre quartiers différents de Biskra. Un sonomètre « *LandtekSL5868P* » (figure VI.5) a été utilisé avec une pondération temporelle (rapide) et fréquentielle (A) (Sémidor, Torgue, and Beaumont 2010; Bouzir, Zemmouri, and Berkouk 2017; de Souza, Alberto, and Barbosa 2020). La valeur enregistrée représente le *L_{Aeq1min}* qui est un niveau équivalent de pression sonore continu pondéré A une minute. Le protocole consiste en une série de mesures extérieures prises manuellement. Le sonomètre a été placé à une distance minimale de 2 mètres de tout obstacle réfléchissant, et à une hauteur de 1,5 mètre du sol (AFNOR 1996).



Figure VI.5. Un sonomètre « *Landtek SL5868P* ».

La figure VI.6 montre le positionnement des stations de mesure. Chaque quartier a ses propres caractéristiques de construction. Cependant, les textures des façades, les hauteurs des bâtiments et les matériaux de construction sont similaires pour la plupart des quartiers.

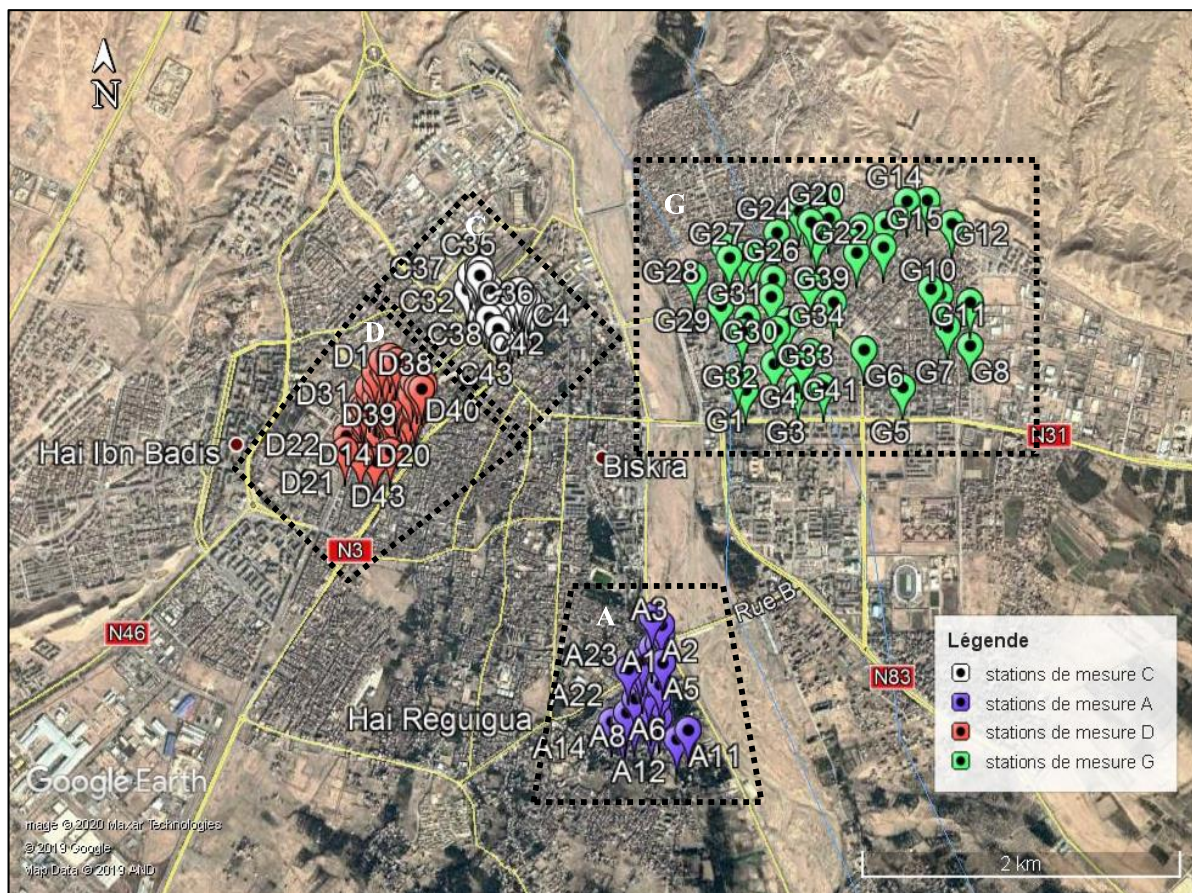


Figure VI.6. La carte de la distribution des stations de mesure dans la ville de Biskra.

Dans la lignée d'une étude précédente (Zemmouri, and Berkouk 2017), le niveau de pression sonore mesuré dans la ville de Biskra le week-end est légèrement inférieur à celui en semaine, où la différence entre le niveau de pression sonore mesuré en semaine et le week-end ne dépasse pas 4 dB dans 91,48 % des points mesurés (Zemmouri, and Berkouk 2017). C'est pourquoi toutes les mesures ont été prises les week-ends et jours fériés, de 10h à 12h du matin. Comme indiqué dans le tableau VI.6. Ensuite, les mesures ont été tracées sur une carte représentative du niveau de pression acoustique à l'aide du logiciel open source QGIS 2.18. Afin d'analyser le niveau sonore urbain, les mesures ont été comparées aux recommandations de l'OMS, qui stipule qu'une gêne grave dans l'espace de vie extérieur en journée commence à 55 dB (Thomas et al. 1995), et aussi comparées aux recommandations algériennes.

Tableau VI.6. Répartition des points de mesure dans la ville de Biskra.

N°	Tissu urbain (quartiers)	Nombre de points de mesure	La date	Période
A	Vieux Biskra (Hai M'cid)	24	Week-ends le 17/01/2020	10a.m to 12p.m
C	Colonial (La gare)	44	Week-ends le 10/01/2020	10a.m to 12p.m
D	Non planifié (Hai Ferhat)	43	Week-ends le 11/01/2020	10a.m to 12p.m
G	Extension planifié (ZHUN Est)	43	Jour férié le 12/01/2020	10a.m to 12p.m

VI.3. Résultats des mesures

VI.3.1. Le niveau de pression sonore

Tableau VI.7. Les niveaux sonores mesurés dans le tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid).

N point	Rue	N° AXE	Niveaux Sonores dB(A)	Coordonnées GPS	
				Latitude	Longitude
A1	Rue Requina Mohamed	A-A1	69.3	34°50'21.2"N	5°44'12.3"E
A2	/	A-A2	61.2	34°50'19.5"N	5°44'14.6"E
A3			64.2	34°50'17.8"N	5°44'14.7"E
A5	/	A-A4	51.6	34°50'11.9"N	5°44'14.9"E
A6	/		51.8	34°50'07.6"N	5°44'14.2"E
A7	/	A-A5	52.8	34°50'04.5"N	5°44'13.7"E
A8	/	A-A6	50.3	34°50'02.5"N	5°44'12.0"E
A15	/		52.5	34°50'00.2"N	5°44'05.6"E
A16	/		47.7	34°50'00.3"N	5°44'07.9"E

A9	/	A-A7	50.3	34°50'01.1"N	5°44'14.1"E
A10	/	A-A8	57.5	34°49'56.7"N	5°44'18.4"E
A11	/	A-A9	62.9	34°49'58.5"N	5°44'21.2"E
A12	/	A-A10	52.9	34°49'59.2"N	5°44'12.1"E
A13	/	A-A11	60.8	34°49'58.3"N	5°44'05.2"E
A14	/	A-A12	62.3	34°50'00.2"N	5°44'02.3"E
A17	/	A-A13	52.5	34°50'02.0"N	5°44'06.0"E
A18	/	A-A14	41.0	34°50'04.8"N	5°44'08.1"E
A19	/	A-A15	44.3	34°50'06.3"N	5°44'11.5"E
A20	/	A-A16	45.9	34°50'08.9"N	5°44'09.9"E
A21			55.9	34°50'10.9"N	5°44'09.4"E
A22	/	A-A17	55.8	34°50'10.7"N	5°44'06.4"E
A23	/	A-A18	54.0	34°50'12.5"N	5°44'10.0"E
A24	/	A-A19	58.6	34°50'15.1"N	5°44'12.2"E

Tableau VI.8. Les niveaux sonores mesurés dans le tissu Colonial (La gare).

N point	N° AXE	Rue	Niveaux Sonores dB(A)	Coordonnées DMS/ GPS	
				Latitude	Longitude
C0	C-A1	Boulevard de la République	67.1	34° 51' 26.4168" N	5° 43' 39.594" E
C1			71.2	34° 51' 25.9488" N	5° 43' 40.188" E
C2			69.3	34° 51' 25.236" N	5° 43' 40.7244" E
C3			71.2	34° 51' 24.5376" N	5° 43' 41.718" E
C4			72.6	34° 51' 23.4468" N	5° 43' 42.7404" E
C5	C-A2	Boulevard Avril	68.1	34° 51' 22.6404" N	5° 43' 42.8484" E
C6			62.4	34° 51' 21.6216" N	5° 43' 41.3112" E
C7			69.9	34° 51' 20.43" N	5° 43' 39.5292" E
C8			67.2	34° 51' 19.8972" N	5° 43' 39.3312" E
C9			67.1	34° 51' 18.846" N	5° 43' 37.7868" E
C10	C-A3	Mohamed el Arbi Baarir	63.8	34° 51' 19.3356" N	5° 43' 36.7464" E
C11			56.2	34° 51' 20.9808" N	5° 43' 34.7916" E
C12	C-A4	Rue de la Palestine	66.3	34° 51' 21.0024" N	5° 43' 36.012" E
C13			57.6	34° 51' 21.8052" N	5° 43' 37.344" E
C14			58.1	34° 51' 23.076" N	5° 43' 39.3096" E
C15			61.3	34° 51' 23.9832" N	5° 43' 40.3248" E
C16	C-A5	Rue Louam Mohamed Mustapha	54.7	34° 51' 23.9292" N	5° 43' 39.4356" E
C17			56.0	34° 51' 23.166" N	5° 43' 40.548" E
C18			57.2	34° 51' 25.3512" N	5° 43' 38.316" E
C19			54.0	34° 51' 25.9992" N	5° 43' 37.8984" E

C20	C-A6	Rue El Qouds	56.5	34° 51' 25.092" N	5° 43' 37.0596" E
C21			51.8	34° 51' 24.066" N	5° 43' 36.066" E
C23	C-A7	Rue El Hilmi Bachir	57.9	34° 51' 24.894" N	5° 43' 34.3524" E
C24			60.3	34° 51' 24.1344" N	5° 43' 33.744" E
C26	C-A8	Boulevard Du 01 November	68.0	34° 51' 26.8272" N	5° 43' 32.3256" E
C27			68.5	34° 51' 25.884" N	5° 43' 30.9576" E
C28			66.5	34° 51' 25.0308" N	5° 43' 29.838" E
C22	C-A9	Boulevard Lahloul Mammam	59.9	34° 51' 23.9976" N	5° 43' 34.3704" E
C25			60.9	34° 51' 25.956" N	5° 43' 32.5596" E
C29			62.3	34° 51' 27.1116" N	5° 43' 30.9936" E
C30			52.3	34° 51' 28.6524" N	5° 43' 29.4348" E
C31	C-A10	Rue Mouris Labane	56.7	34° 51' 28.7244" N	5° 43' 29.0316" E
C32			51.5	34° 51' 29.4156" N	5° 43' 29.7408" E
C33	C-A11	Rue Mouris Labane	56.1	34° 51' 29.5056" N	5° 43' 30.5364" E
C34	C-A12	Rue Mouris Labane	45.1	34° 51' 29.79" N	5° 43' 30.2196" E
C35	C-A13	Rue Idriss Mohamed	44.5	34° 51' 30.7404" N	5° 43' 30.0072" E
C36	C-A14	Boulevard Saouli Cherif	47.3	34° 51' 30.9636" N	5° 43' 29.4168" E
C37			50.7	34° 51' 29.808" N	5° 43' 27.588" E
C38	C-A15	Boulevard Emir Abdelkader	70.0	34° 51' 26.568" N	5° 43' 26.6232" E
C39			69.6	34° 51' 25.0128" N	5° 43' 27.5736" E
C40			70.5	34° 51' 22.9608" N	5° 43' 30.1656" E
C41			70.2	34° 51' 21.8628" N	5° 43' 30.9972" E
C42			72.8	34° 51' 20.9484" N	5° 43' 32.0484" E
C43			71.9	34° 51' 18.6804" N	5° 43' 34.2264" E

Tableau VI.9. Les niveaux sonores mesurés dans le tissu urbain non planifié (Hai Ferhat).

N point	N° AXE	Rue	Niveaux Sonores dB(A)	Coordonnées GPS	
				Latitude	Longitude
D1	D-A1	Rue Boucetta Mohamed Mokhtar	68.4	34°51'12.2"N	5°43'09.1"E
D2			68.4	34°51'13.1"N	5°43'07.6"E
D41			61.5	34°51'09.3"N	5°43'13.3"E
D40			61.6	34°51'07.6"N	5°43'16.1"E
D3	D-A2	Rue Freres Asmane	64.8	34°51'12.4"N	5°43'05.6"E
D4			69.0	34°51'10.1"N	5°43'03.9"E
D5			65.2	34°51'06.9"N	5°43'02.2"E
D6			67.1	34°51'03.7"N	5°43'00.5"E
D23			67.0	34°50'57.3"N	5°42'56.8"E
D7	D-A3	Rue Kaddouri Salah	65.8	34°51'03.0"N	5°43'01.2"E
D8			67.7	34°51'02.8"N	5°43'09.4"E
D9			62.7	34°51'02.6"N	5°43'13.8"E

D11	D-A4	Rue Ben Djididi ALI	57.6	34°51'00.9"N	5°43'12.2"E
D12	D-A5	Rue Meaoui El Amri	61.2	34°51'00.8"N	5°43'11.0"E
D13	D-A6	Rue Boukricha Sadek	53.1	34°50'59.8"N	5°43'09.0"E
D14	D-A7	Rue Ben Djididi ALI	46.8	34°50'58.8"N	5°43'09.4"E
D15	D-A8	Rue Rakaz Messaoud	56.8	34°50'57.8"N	5°43'09.5"E
D17	D-A9	Rue Harzali Bouassria	62.9	34°50'57.2"N	5°43'08.1"E
D18			60.3	34°50'58.1"N	5°43'04.6"E
D24			58.1	34°50'59.1"N	5°43'01.4"E
D19	D-A10	Rue Kriba El Azhar	62.7	34°50'56.0"N	5°43'02.8"E
D27			58.2	34°51'02.6"N	5°43'06.2"E
D20	D-A11	Rue Salhi El Hamel	67.7	34°50'52.3"N	5°43'03.9"E
D21			60.0	34°50'53.2"N	5°43'00.3"E
D22			61.6	34°50'54.5"N	5°42'56.5"E
D26	D-A13	Rue Saouli Mohamed Salah	64.2	34°51'01.7"N	5°43'06.5"E
D28	D-A14	Rue Mahzoud Hafnaoui	51.3	34°51'03.9"N	5°43'05.3"E
D36			63.7	34°51'04.4"N	5°43'09.8"E
D29	D-A15	Rue Hafiane Ali	54.2	34°51'05.0"N	5°43'04.0"E
D32			55.9	34°51'09.9"N	5°43'06.4"E
D30	D-A16	Rue Slimani Mustapha	58.1	34°51'05.2"N	5°43'02.6"E
D31	D-A17	Rue Challa Hocine	49.1	34°51'07.8"N	5°43'04.1"E
D33	D-A18	Rue Ben Omar Hadi	56.7	34°51'08.5"N	5°43'07.3"E
D34	D-A19	Rue Saada Brahim	59.7	34°51'05.5"N	5°43'08.8"E
D35			57.8	34°51'04.8"N	5°43'08.9"E
D37	D-A20	Rue Nouari Ahmed	54.5	34°51'05.0"N	5°43'12.7"E
D38			63.8	34°51'06.9"N	5°43'14.3"E
D39	D-A21	Rue Kala Ali	58.8	34°51'06.7"N	5°43'15.4"E
D42			53.9	34°51'08.1"N	5°43'13.3"E
D10	D-A22	Boulevard Zaatchaia	73.5	34°51'01.9"N	5°43'14.1"E
D16			71.0	34°50'58.0"N	5°43'10.9"E

Tableau VI.10. Les niveaux sonores mesurés dans le tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est).

N° point	N° AXE	Rue	Niveaux Sonores dB(A)	Coordonnées GPS	
				Latitude	Longitude
G1	G-A1	Rue Abadou Lakhdar	68.4	34°51'09.3"N	5°44'33.5"E
G30			67.7	34°51'23.3"N	5°44'29.3"E
G2	G-A2	R.N 31	72.0	34°51'06.5"N	5°44'35.4"E
G3			69.1	34°51'07.0"N	5°44'48.3"E
G4			72.3	34°51'07.1"N	5°44'54.6"E
G5			71.7	34°51'07.0"N	5°45'14.1"E

Chapitre VI : Mesure du niveau de pression sonore

G6	G-A3	Rue Bouadjadja Belkacem	68.0	34°51'13.7"N	5°45'22.2"E
G11			65.9	34°51'26.7"N	5°45'21.1"E
G7	G-A4	Rue N 4	54.9	34°51'19.0"N	5°45'25.2"E
G8	G-A5	/	46.1	34°51'15.3"N	5°45'30.8"E
G9			53.9	34°51'24.0"N	5°45'30.8"E
G10	G-A6	/	59.7	34°51'25.6"N	5°45'23.5"E
G12	G-A7	/	50.2	34°51'39.7"N	5°45'26.3"E
G13			49.3	34°51'44.4"N	5°45'20.2"E
G14	G-A8	Rue N 32	59.3	34°51'44.2"N	5°45'15.2"E
G15			61.3	34°51'39.7"N	5°45'10.0"E
G17			69.4	34°51'33.9"N	5°45'02.8"E
G16	G-A9	/	58.3	34°51'35.0"N	5°45'09.4"E
G18		/	61.7	34°51'39.1"N	5°45'03.9"E
G19	G-A10	Rue N 37	66.7	34°51'44.5"N	5°44'55.9"E
G20			59.9	34°51'40.8"N	5°44'55.9"E
G21	G-A11	/	62.5	34°51'36.9"N	5°44'52.9"E
G22	G-A12	/	59.2	34°51'40.0"N	5°44'51.5"E
G37			55.1	34°51'27.6"N	5°44'51.3"E
G23	G-A13	/	70.4	34°51'42.2"N	5°44'48.5"E
G24	G-A14	Rue 17 Fevrier	66.4	34°51'37.9"N	5°44'43.1"E
G25	G-A15	Rue N 61	61.8	34°51'33.3"N	5°44'37.3"E
G26			63.9	34°51'33.3"N	5°44'34.6"E
G27			61.0	34°51'32.9"N	5°44'31.4"E
G28	G-A16	Rue El Ikhoua Ouarnoghi	71.2	34°51'35.3"N	5°44'30.1"E
G29	G-A17	Rue Athmania Mohamed Djamoui	71.3	34°51'29.3"N	5°44'22.8"E
G36			70.1	34°51'28.7"N	5°44'42.2"E
G31	G-A18	/	62.8	34°51'20.9"N	5°44'35.8"E
G32	G-A19	Rue N 5	66.3	34°51'18.1"N	5°44'34.6"E
G33	G-A20	Rue N 5	61.1	34°51'18.5"N	5°44'43.1"E
G34	G-A21	/	62.8	34°51'20.3"N	5°44'45.9"E
G35	G-A22	Rue N 4	53.3	34°51'25.1"N	5°44'41.7"E
G38	G-A23	Rue Athmania Mohamed	68.0	34°51'26.8"N	5°44'55.6"E
G39	G-A24	Rue N 5	60.7	34°51'24.0"N	5°44'57.1"E
G40	G-A25	/	56.7	34°51'14.0"N	5°44'51.4"E
G41	G-A26	Rue Farah Miloud	59.3	34°51'11.7"N	5°44'49.3"E
G42			58.1	34°51'11.7"N	5°44'42.4"E
G43	G-A27	/	72.8	34°51'14.5"N	5°45'04.6"E

VI.4. Analyse des résultats

VI.4.1. Le niveau de pression sonore à Biskra

Le tableau VI.11 et la figure VI.7 résumant les résultats globaux des mesures de son. Le niveau de pression sonore de Biskra durant le week-end varie entre 41,0 dB (Hai M'cid (A) à la station N°A18) et 73,5 dB (Hai Ferhat (D) à la station N°D10). Le niveau sonore moyen de Biskra est estimé à 60,1 dB. Hai M'cid (A) a le niveau de pression sonore moyen le plus bas (54,7 dB) et ZHUN East (El Alia) (G) au niveau de pression sonore moyen le plus élevé (62,8 dB).

Tableau VI.11. Les valeurs de niveau de pression sonore des quartiers sélectionnés de la ville de Biskra.

N°	Tissu urbain (quartiers)	L _{Aeq} (1min) (dB)		
		Max	Min	Moyen
A	Vieux Biskra (Hai M'cid)	69,3	41,0	54,7
C	Colonial (La gare)	72,8	44,5	61,7
D	Non planifié (Hai Ferhat)	73,5	46,8	61,2
G	Planifié (ZHUN Est) (El Alia)	72,8	46,1	62,8

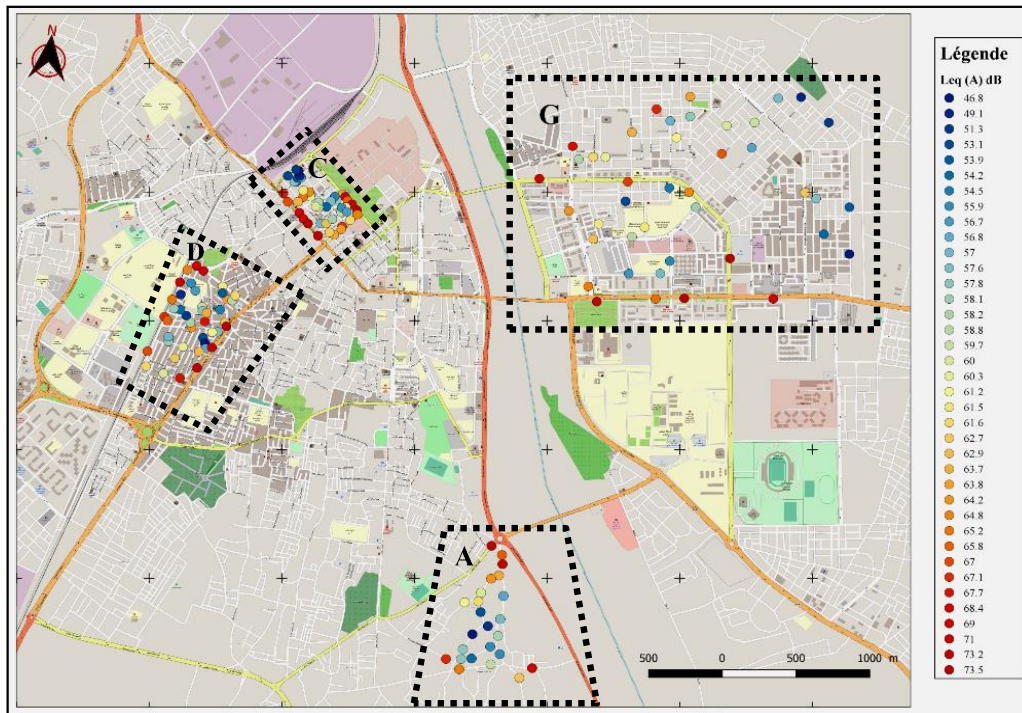


Figure VI.7. La carte du niveau de pression sonore pour Biskra.

VI.4.2. Analyse des environnements sonores

VI.4.2.1. Le taux de pollution sonore

Le niveau sonore maximum admis dans les zones d'habitation, les voies et lieux publics ou privés en Algérie est de 70 décibels en période diurne ("Décret Exécutif N°93-184 Du 27 Juillet 1993 Réglementant l'émission Des Bruits." 1993). Cette valeur est conforme aux normes internationales telles que celle de l'OMS (Thomas et al. 1995), à l'exception des zones résidentielles où ce niveau dépasse de loin la valeur recommandée. Voir tableau VI.12.

Tableau VI.12. Norme de niveau sonore par l'OMS (WHO) et certains pays ("Décret Exécutif N°93-184 Du 27 Juillet 1993 Réglementant l'émission Des Bruits." 1993; Thomas et al. 1995; Zannin, Ferreira, and Szeremetta 2006; de Souza, Alberto, and Barbosa 2020; Segaran et al. 2020).

Limite du niveau sonore (Zone Résidentiel)	Niveau sonore Leq dB(A)	
	Journée	La nuit
Algérie (Décret exécutif n°93-184)	70	45
OMS (WHO)	55	45
Malaysia (DOE Low Density)	55	50
Brésil	55	45
Iran (Résidentiel area)	55	45

a) Le taux de pollution sonore selon les recommandations nationales

En comparant les résultats des mesures avec les valeurs limites de décret 93-184, nous pouvons remarquer que 12.34 % des niveaux sonores mesurés ont dépassé la valeur maximale autorisée par la loi algérienne.

La figure VI.9 montre que la majorité des points mesurés dans les quartiers sélectionnés ne dépasse pas la limite du décret 93-184 de la loi algérienne (70 dB), avec 00% des mesures dans le quartier de Hai M'cid (A), 18.18 % des mesures dans le quartier du La Gare (C), 6.98 % des mesures dans le quartier de Hai Ferhat (D) et 18.60 % des mesures dans le quartier du ZHUN Est (G) qui dépasse la valeur maximale autorisée par la loi algérienne.

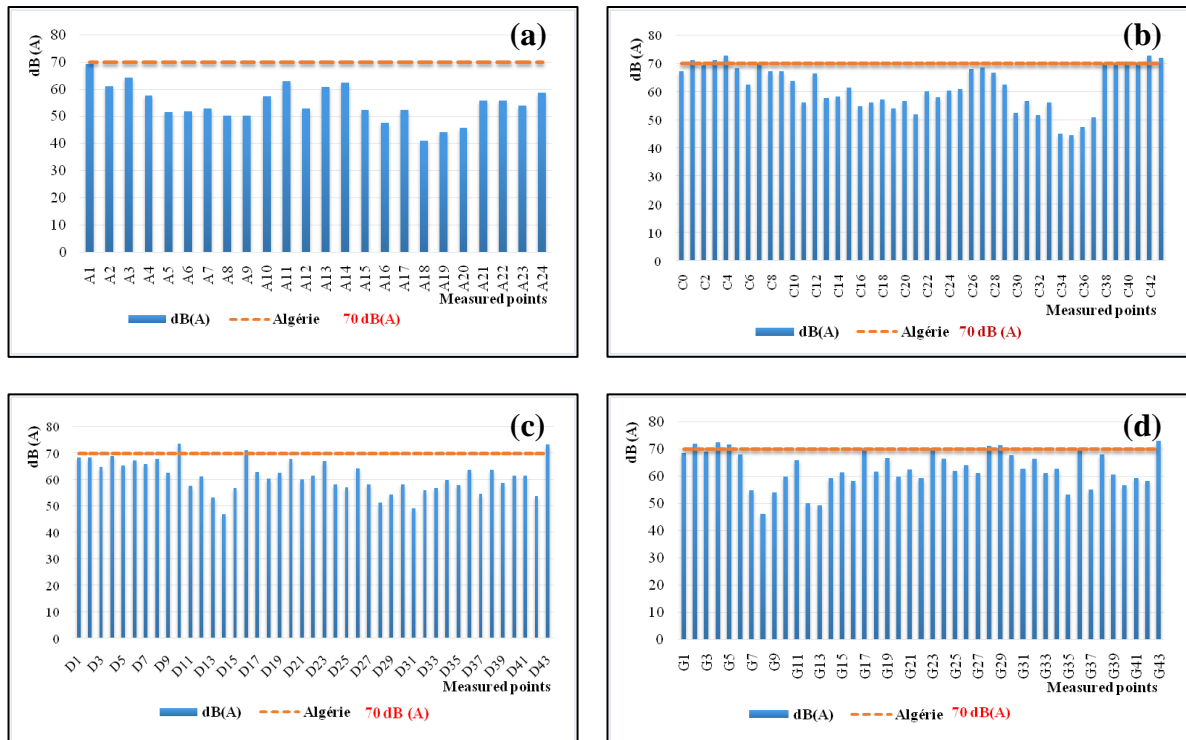


Figure VI.8. Le niveau de pression sonore de 10h00 à 12h00 mesuré en (a)Hai M'cid (A), (b)La Gare (C), (c)Hai Ferhat (D) et (d) ZHUN Est (G), par rapport aux recommandations nationales.

En conséquence, les quartiers Hai M'cid (A), Ferhat (D), La Gare (C)et ZHUN Est (G) sont classés du plus calme au plus bruyant comme le montre le tableau VI.13.

Tableau VI.13. Niveau sonore par rapport à la limite du décret 93-184 de la loi algérienne.

N°	Tissus urbains (époque)	Nom du quartier	Niveau de Bruit
A	Vieux Biskra (turc)	Hai M'cid	Très Faible
C	Planifié (Colonial)	La gare	Elevé
D	Non planifié (postindépendance)	Hai Ferhat	Faible
G	Extension planifié (postindépendance)	ZHUN Est	Elevé

b) Le taux de pollution sonore selon les recommandations internationales

Dans cette partie, les valeurs mesurées dans les voies commerciales ou les zones mixtes (Commerce, résidentiel) n'ont pas été prises en considération, car cette limite du niveau sonore est proposée seulement pour les zones résidentielles. En comparant les résultats des mesures avec les valeurs limites acceptées par l'OMS (55 dB) pour les zones résidentielles, nous pouvons remarquer que 72.93 % des niveaux sonores mesurés ont dépassé la valeur maximale autorisée par l'OMS.

La figure VI.8 montre que la majorité des points mesurés dans les quartiers sélectionnés, Hai M'cid (A) (56.52 %), La Gare (C) (81.80 %), Hai Ferhat (D) (77.42%) et ZHUN Est (G) (76 %) dépassent la limite recommandée par l'OMS (55 dB).

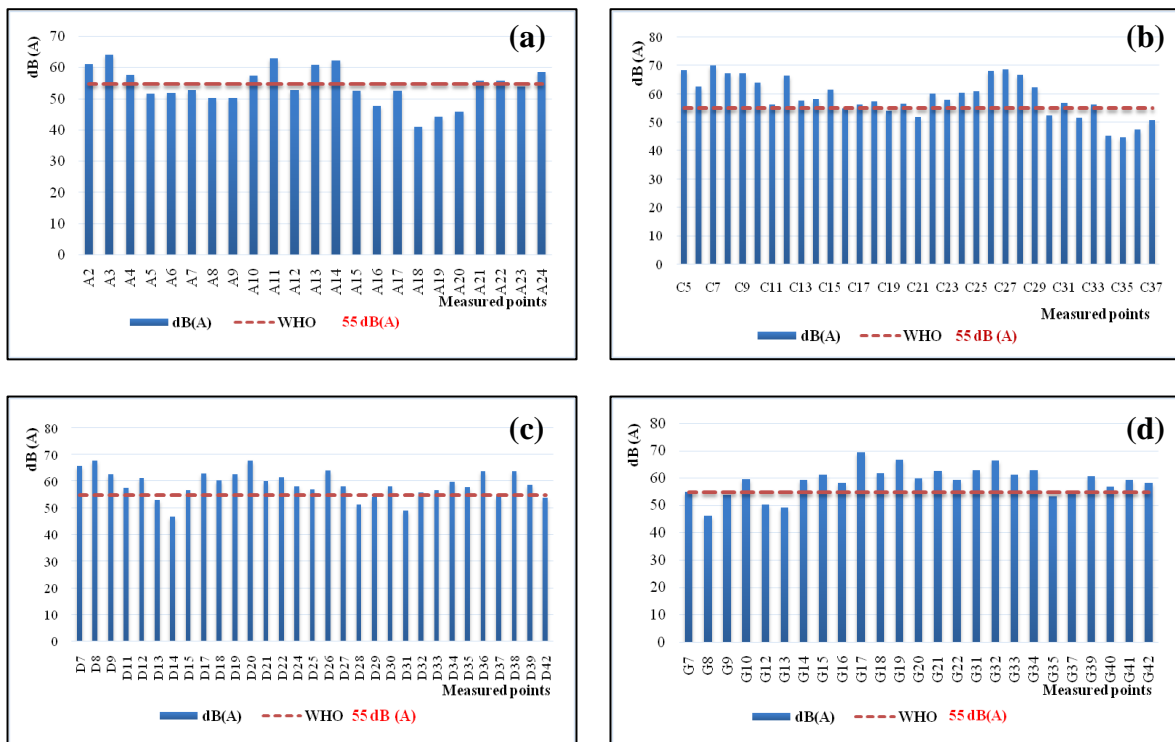


Figure VI.9. Le niveau de pression sonore de 10h00 à 12h00. Mesuré en (a) Hai M'cid (A), (b) La Gare (C), (c) Hai Ferhat (D) et (d) ZHUN Est (G), par rapport aux recommandations internationales.

En conséquence, les quartiers Hai M'cid (A), ZHUN Est (G), Ferhat (D) et La Gare (C) sont classés du plus calme au plus bruyant. La ligne pointillée rouge marque la limitation du bruit acceptée par l'OMS.

Tableau VI.14. Niveau sonore par rapport à la limite acceptée par l'OMS.

N°	Tissus urbains (époque)	Nom du quartier	Niveau de Bruit
A	Vieux Biskra (turc)	Hai M'cid	Elevé
C	Planifié (Colonial)	La gare	Trop élevé
D	Non planifié (postindépendance)	Hai Ferhat	Trop élevé
G	Extension planifié (postindépendance)	ZHUN Est	Trop élevé

VI.4.2.2. Classification des environnements sonores

Dans cette section, les environnements sonores étudiés sont classés selon l'échelle proposée par l'U.S. Department of Housing and Urban Development (HUD). Cette classification a été largement utilisée récemment (Zannin, Diniz, and Barbosa 2002; Bouzir 2018) et permet de classer les zones résidentielles en 4 catégories en fonction de l'intensité de l'environnement sonores :

1. Clairement acceptable : $LA_{eq} < 49$ dB (A)
2. Normalement acceptable : 49 dB (A) $< LA_{eq} < 62$ dB (A)
3. Normalement inacceptable : 62 dB (A) $< LA_{eq} < 76$ dB (A)
4. Clairement inacceptable : $LA_{eq} > 76$ dB (A)

Remarque : Les valeurs mesurées dans les voies et les places publiques n'ont pas été prises en considération dans cette classification, car elle est proposée uniquement pour les zones résidentielles. La figure VI.10 montre la nature des paysages sonores étudiés dans cette recherche.

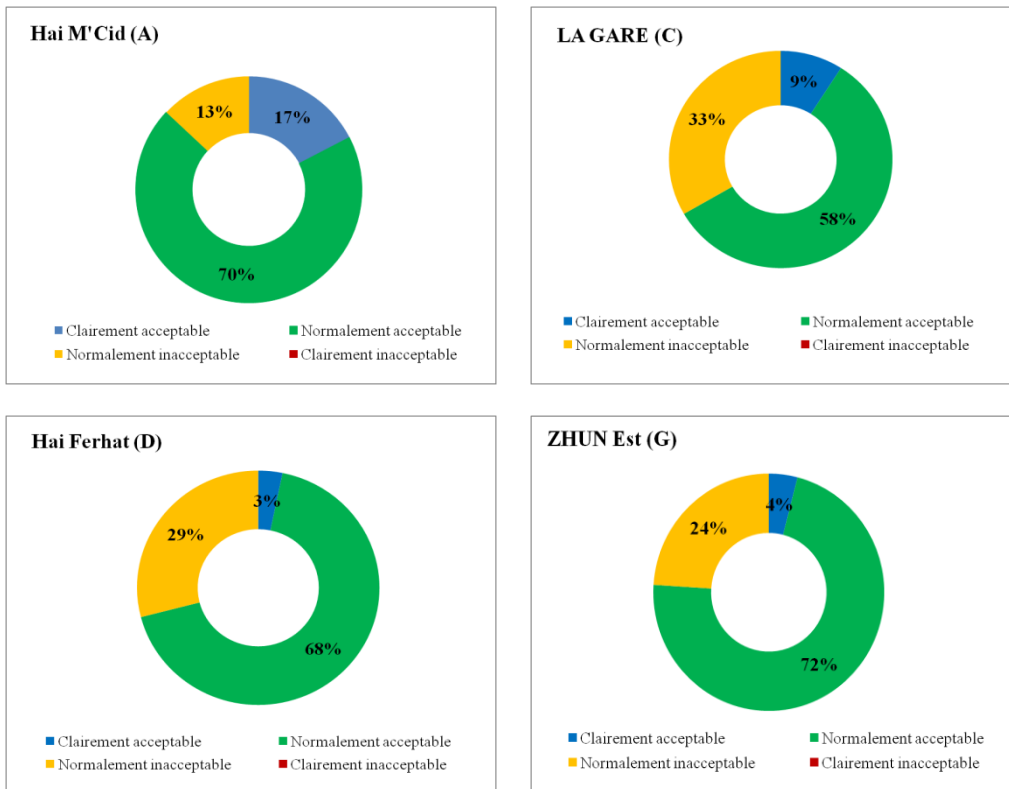


Figure VI.10. Classifications des paysages sonores des quartiers sélectionnés selon le classement de l'HUD.

Le niveau de pression sonore dans les quartiers sélectionnés de la ville de Biskra varie entre « Clairement acceptable », « Normalement acceptable » et « Normalement inacceptable ». La catégorie : « clairement inacceptables » ne pas présenter parmi ces cas d'études.

La catégorie « Normalement acceptables » est la plus dominant avec un pourcentage le plus élevé des niveaux de pression sonores marqué dans le quartier ZHUN Est (G), avec une valeur égale à 72 %, suivi par Hai M'cid (A) avec une valeur égale à 70 %, ainsi les mesures du quartier Hai Ferhat (D) où le niveau sonore « Normalement acceptables » représente 68 %, et le quartier La Gare (C) représente 58 % des résultats.

Le niveau sonore « Normalement inacceptable » représente 33 % des valeurs mesurées dans le quartier La Gare (C), et il représente 29 % des mesures dans le quartier Hai Ferhat (D), suivi par le quartier ZHUN Est (G), avec une valeur égale à 24 %, et le quartier Hai M'cid (A) représente 13 % des mesures.

La catégorie « Clairement acceptable » représente 17 % des valeurs mesurées dans l'ancien tissu Hai M'cid (A), et elle représente 9 % des mesures dans le quartier La Gare (C), suivi par 4% dans le quartier ZHUN Est (G) et 3% dans le quartier Hai Ferhat (D).

L'étude montre que 66 % des points mesurés ont des valeurs de niveau de pression sonore classées comme « Normalement acceptables », d'autre part, 26% des paysages sonores mesurés sont « Normalement inacceptable », avec 8 % classées comme « Clairement acceptable » selon le classement de HUD (voir figure 11).

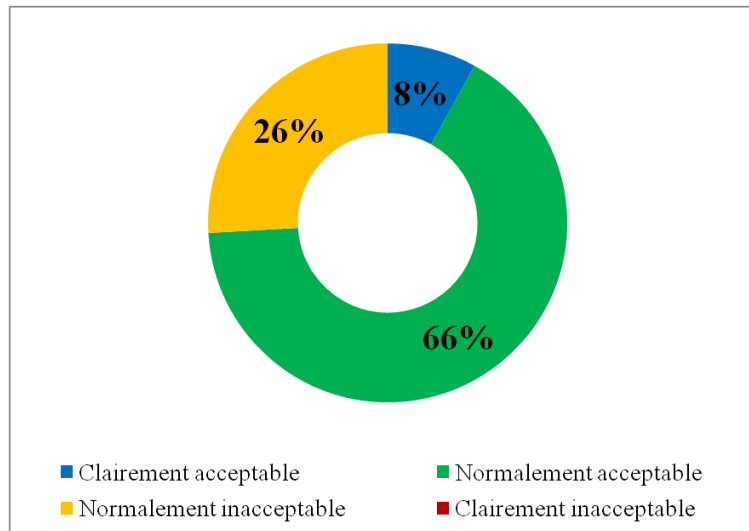


Figure VI.11. Classification du paysage sonore de la ville de Biskra selon le HUD

Conclusion

Dans ce chapitre, la méthode de mesure de niveau de pression sonore de Biskra *in situ*, nous a permis de comparer la nature de paysages sonores de différentes entités urbaines. Nous avons trouvé que le niveau de pression sonore de Biskra durant le week-end varie entre **41,0 dB** (Hai M'cid (A) à la station N°A18) et **73,5 dB** (Hai Ferhat (D) à la station N°D10). Le niveau sonore moyen de Biskra est estimé à **60,1 dB**. Hai M'cid (A) a le niveau de pression sonore moyen le plus bas de **54,7 dB** et ZHUN East (El Alia) (G) a le niveau de pression sonore moyen le plus élevé estimé à **62,8 dB**.

En comparant les valeurs mesurées dans cette ville avec les limites sonore recommandées par les normes nationales selon le décret 93-184, nous pouvons remarquer que 12,34 % des niveaux sonores mesurés ont dépassé la valeur maximale autorisée par la loi algérienne (70 dB),

avec 00% des mesures dans le quartier de Hai M'cid (A), 18.18 % des mesures dans le quartier du La Gare (C), 6.98 % des mesures dans le quartier de Hai Ferhat (D) et 18.60 % des mesures dans le quartier du ZHUN Est (G) qui dépasse la valeur maximale autorisée par la loi algérienne. En conséquence, les quartiers Hai M'cid (A), Ferhat (D), La Gare (C) et ZHUN Est (G) sont classés du plus calme au plus bruyant.

En outre, la comparaison entre les valeurs mesurées dans les quartiers de la ville de Biskra et les limites établies pour les zones résidentielles par les organisations internationales comme l'OMS montre clairement que 72.93% des valeurs mesurées les weekends dans l'ensemble des stations de mesures ont dépassé la limite recommandée par l'OMS (55 dB) pour les zones résidentielles, avec Hai M'cid (A) (56.52 %), La Gare (C) (81.80 %), Hai Ferhat (D) (77.42%) et ZHUN Est (G) (76 %) dépassent la limite recommandée par l'OMS.

Par ailleurs, le classement des environnements sonores selon le classement de (HUD) a montré que la catégorie « Normalement acceptables » est la plus dominante, avec 66 % des points mesurés ont des valeurs de niveau de pression sonore classées comme « Normalement acceptables », d'autre part, 26% des paysages sonores mesurés sont « Normalement inacceptable », avec 8 % classées comme « Clairement acceptable ». Alors que, la catégorie « Normalement inacceptable » représente 33 % des valeurs mesurées dans le quartier La Gare (C), et il représente 29 % des mesures dans le quartier Hai Ferhat (D), suivi par le quartier ZHUN Est (G), avec une valeur égale à 24 %, et le quartier Hai M'cid (A) représente 13 % des mesures. En conséquence que, les quartiers M'cid (A), ZHUN Est (G), Ferhat (D) et La Gare (C) sont classés du plus acceptables au inacceptable selon le classement de (HUD).

En conclusion, et après avoir obtenu les résultats de toutes les mesure du niveau de pression sonore et les analyses syntaxiques des cas d'étude, on essayera dans le chapitre suivant de les confronter et de les comparer entre eux, afin d'explorer les rapports et tenter de vérifier les hypothèses qui sous-tendent cette recherche, et par conséquent d'élaborer un ensemble de recommandations sur la configuration spatiale qui visent à améliorer l'accessibilité des personnes à déficience visuelle.

Chapitre VII

*« La relation entre le niveau de
pression sonore et les analyses de la
space syntax »*

Introduction

Dans ce chapitre, consiste à corréliser les résultats des mesures du niveau de pression sonore avec les différentes valeurs d'analyses de la space syntax. En première partie de ce chapitre, on va corréliser les résultats des analyses axiales classiques (l'intégration globale et connectivité), et en deuxième partie, on corrélera les résultats du choix angulaire normalisé (NACH) et de l'intégration de segments angulaires normalisés (NAIN) au niveau de pression sonore des segments respectifs.

VII.1. Corrélation des mesures du niveau de pression sonore avec les résultats des analyses axiales classiques

Un examen de corrélation par Excel a été utilisé pour comprendre la relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax, des tissus urbains développés dans cette étude. La figure VII.1 montre un exemple de l'examen de corrélation (Régression) par le logiciel « Excel ».

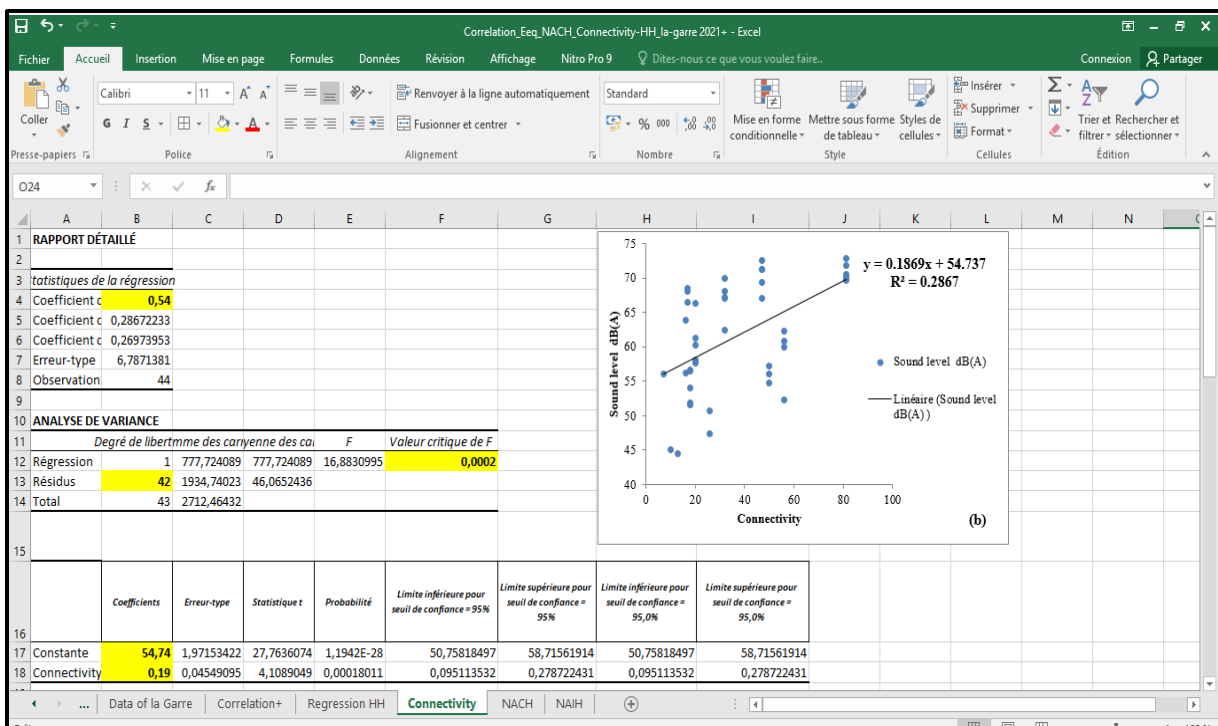


Figure VII.1. L'interface du logiciel « Excel » auteur 2021.

VII.1.1. La comparaison du niveau de pression sonore et le facteur d'intégration globale dans le tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid)

Tableau VII.1. Les niveaux sonores mesurés et d'intégration globale dans le tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid).

N point	Rue	N° AXE	Niveaux Sonores dB(A)	Global Integration [HH]
A1	Rue Requina Mohamed	A-A1	69.3	1.086
A2	/	A-A2	61.2	1.060
A3			64.2	1.060
A5	/	A-A4	51.6	0.921
A6	/		51.8	0.921
A7	/	A-A5	52.8	0.867
A8	/	A-A6	50.3	0.995
A15	/		52.5	0.995
A16	/		47.7	0.995
A9	/	A-A7	50.3	0.947
A10	/	A-A8	57.5	0.801
A11	/	A-A9	62.9	0.816
A12	/	A-A10	52.9	1.162
A13	/	A-A11	60.8	1.312
A14	/	A-A12	62.3	1.052
A17	/	A-A13	52.5	1.161
A18	/	A-A14	41.0	1.041
A19	/	A-A15	44.3	0.863
A20	/	A-A16	45.9	0.903
A21			55.9	0.903
A22	/	A-A17	55.8	0.872
A23	/	A-A18	54.0	0.872
A24	/	A-A19	58.6	0.845

La figure VII.2 montre que les rues du quartier de Hai M'cid (A) présentent des incohérences entre l'intégration globale et les valeurs de niveau de pression sonore des lignes axiales comme dans l'axe A-A9. Cela pourrait être dû à l'hétérogénéité des matériaux de construction utilisés pour ce quartier en pleine mutation. Les rues des quartiers de Hai M'cid (A), révèlent l'absence de toute relation de corrélation significative [$r = 0,19$, $n = 21$, $p = 0,37$] avec un $R^2 = 0,0379$. La figure VII.3 montre des images du plus bruyant et le plus intégré rue à gauche, et le plus calme et le moins intégrée rue à droite de Hai M'cid.

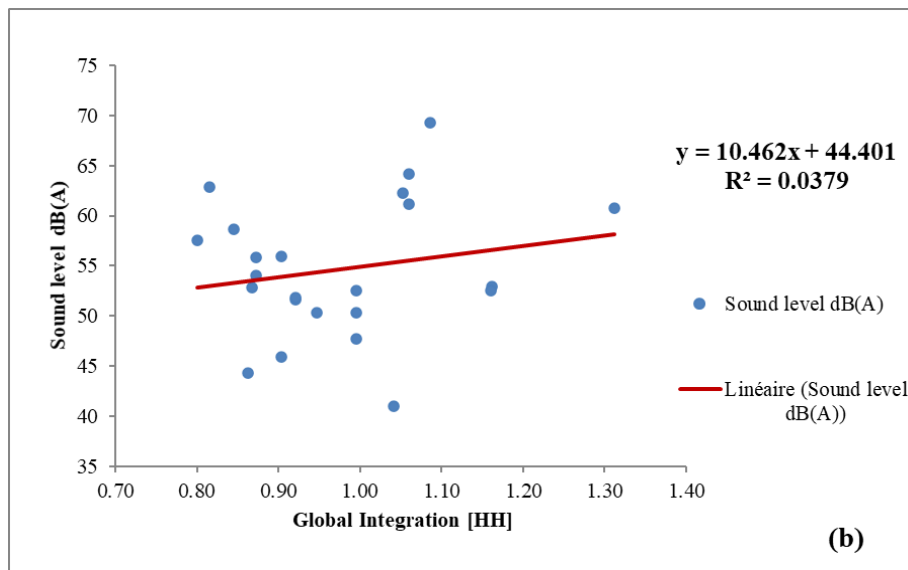
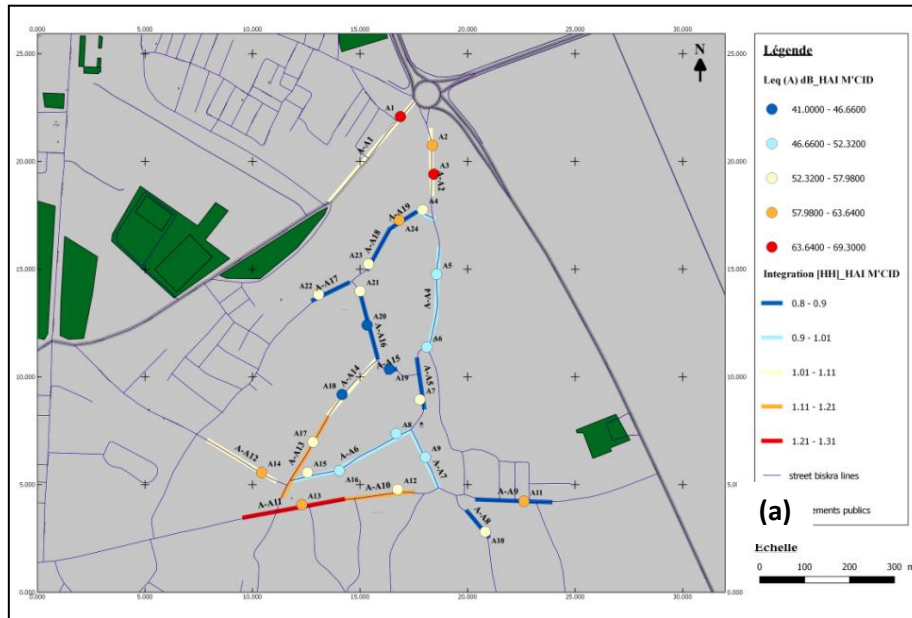


Figure VII.2. (a) Carte de comparaison du niveau sonore et de l'intégration globale, et (b) la corrélation entre le niveau sonore et les valeurs d'intégration globale des lignes axiales dans Hai M'cid (A).



	
Name of neighbourhood: Hai M'cid Name of Street: / (A-A11) Sound level dB (A): 60.8 Global Integration MAX: 1.312	Name of neighbourhood: Hai M'cid Name of Street: / (A-A8) Sound level dB (A): 57.5 Global Integration MIN: 0.801

Figure VII.3. Images de la rue la plus bruyante (à gauche) et la plus calme (à droite) de Hai M'cid.

VII.1.2. La comparaison du niveau de pression sonore et le facteur d'intégration globale dans le tissu Colonial (La gare)

Tableau VII.2. Les niveaux sonores mesurés et d'intégration globale dans le tissu Colonial (La gare).

N point	N° AXE	Rue	Niveaux Sonores dB(A)	Global Integration [HH]
C0	C-A1	Boulevard de la République	67.1	1.580
C1			71.2	1.580
C2			69.3	1.580
C3			71.2	1.580
C4			72.6	1.580
C5	C-A2	Boulevard Avril	68.1	1.688
C6			62.4	1.688
C7			69.9	1.688
C8			67.2	1.688
C9			67.1	1.688
C10	C-A3	Mohamed el Arbi Baarir	63.8	1.497
C11			56.2	1.497

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

C12	C-A4	Rue de la Palestine	66.3	1.420
C13			57.6	1.420
C14			58.1	1.420
C15			61.3	1.420
C16	C-A5	Rue Louam Mohamed Mustapha	54.7	1.465
C17			56.0	1.465
C18			57.2	1.465
C19	C-A6	Rue El Qouds	54.0	1.420
C20			56.5	1.420
C21			51.8	1.420
C23	C-A7	Rue El Hilmi Bachir	57.9	1.509
C24			60.3	1.509
C26	C-A8	Boulevard Du 01 Novembre	68.0	1.622
C27			68.5	1.622
C28			66.5	1.622
C22	C-A9	Boulevard Lahloul Mammar	59.9	1.516
C25			60.9	1.516
C29			62.3	1.516
C30			52.3	1.516
C31	C-A10	Rue Mouris Labane	56.7	1.398
C32			51.5	1.398
C33	C-A11	Rue Mouris Labane	56.1	1.281
C34	C-A12	Rue Mouris Labane	45.1	1.247
C35	C-A13	Rue Idriss Mohamed	44.5	1.245
C36	C-A14	Boulevard Saouli Cherif	47.3	1.420
C37			50.7	1.420
C38	C-A15	Boulevard Emir Abdelkader	70.0	1.616
C39			69.6	1.616
C40			70.5	1.616
C41			70.2	1.616
C42			72.8	1.616
C43			71.9	1.616

Le graphique de la figure VII.4 représente la droite de corrélation du quartier La Gare (C). Les rues du quartier La Gare (C) révèlent une relation de corrélation forte, positive et significative [$r = 0,83$, $n = 42$, $p = 6E-12$] entre les niveaux d'intégration spatiale et les niveaux de pression sonore. Plus l'intégration globale axiale est faible, plus la rue est calme. Ceci est visualisé sur la figure VII.4.a. Les lignes rouges représentent les rues intégrées les plus hautes

spatialement, et les points rouges sont les points avec la pression sonore enregistrée la plus élevée. Inversement, les lignes bleues sont les rues intégrées spatialement les plus basses et les points bleus sont les points avec la pression sonore enregistrée la plus faible.

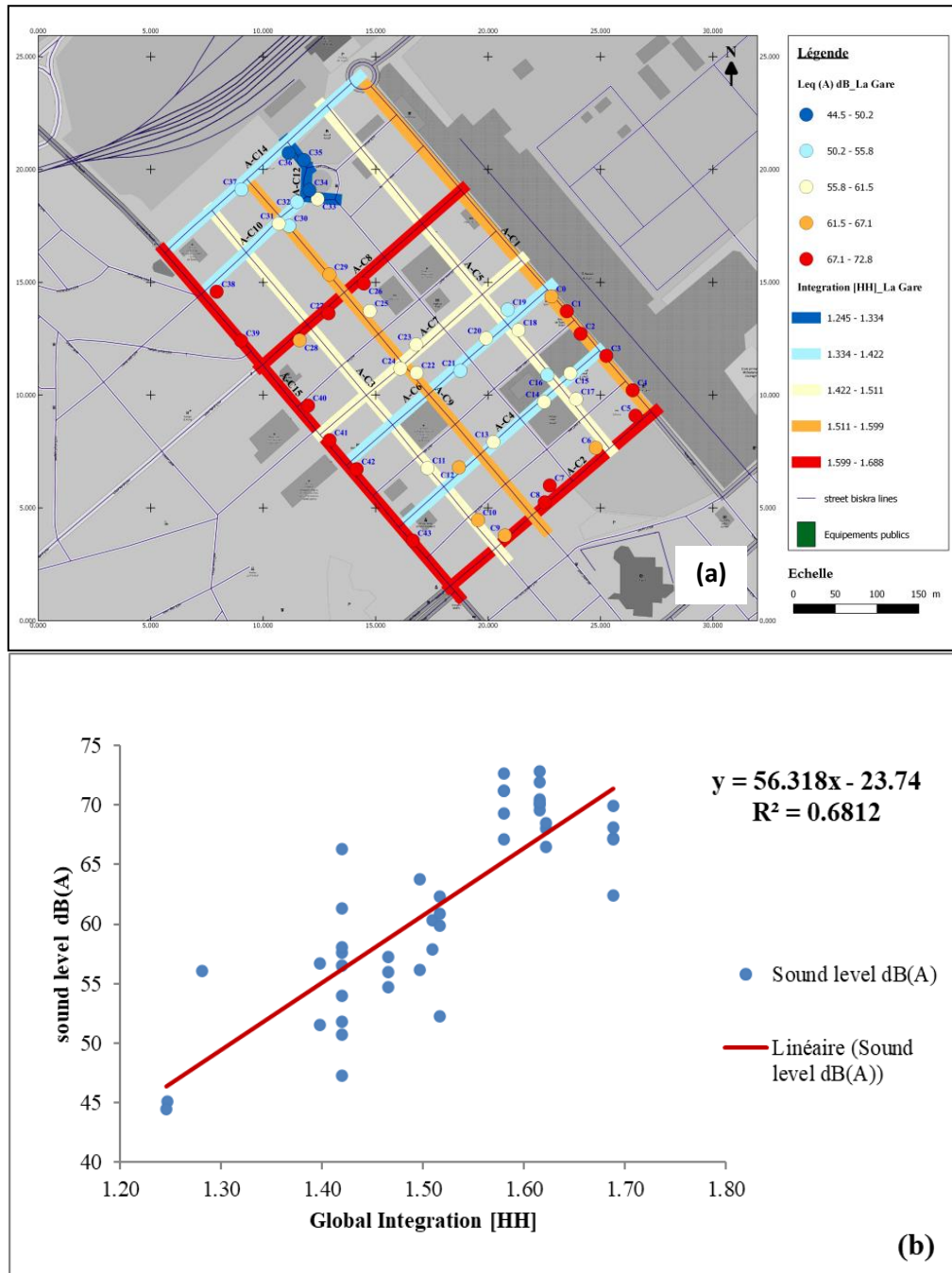


Figure VII.4. (a) Carte de comparaison du niveau sonore et de l'intégration globale, et (b) la corrélation entre le niveau sonore et les valeurs d'intégration globale des lignes axiales de La Gare (C).

La figure VII.5 montre une image de la rue la plus bruyante et la plus intégrée spatialement (à gauche) et la rue la plus silencieuse et la moins intégrée spatialement de La Gare.



	
<p>Name of neighbourhood: LA GARE Name of Street: Avril (A-C2) Sound level dB (A): 66.9 Global Integration MAX: 1.688</p>	<p>Name of neighbourhood: LA GARE Name of Street: Idriss Mohamed (A-C13) C35 Sound level dB (A) MIN: 44.5 Global Integration MIN: 1.245</p>

Figure VII.5. Images de la rue la plus bruyante (à gauche) et la plus calme (à droite) de La Gare

VII.1.3. La comparaison du niveau de pression sonore et le facteur d'intégration globale dans le tissu urbain non planifié (Hai Ferhat).

Tableau VII.3. Les niveaux sonores mesurés et d'intégration globale dans le tissu urbain non planifié (Hai Ferhat).

N point	N° AXE	Rue	Niveaux Sonores dB(A)	Integration [HH]
D1	D-A1	Rue Boucetta Mohamed Mokhtar	68.4	1.661
D2			68.4	1.661
D41			61.5	1.661
D40			61.6	1.661
D3	D-A2	Rue Freres Asmane	64.8	1.692
D4			69.0	1.692
D5			65.2	1.692
D6			67.1	1.692
D23			67.0	1.692
D7	D-A3	Rue Kaddouri Salah	65.8	1.684
D8			67.7	1.684
D9			62.7	1.684
D11	D-A4	Rue Ben Djididi ALI	57.6	1.443
D12	D-A5	Rue Meaoui El Amri	61.2	1.261
D13	D-A6	Rue Boukricha Sadek	53.1	1.441

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

D14	D-A7	Rue Ben Djididi ALI	46.8	1.261
D15	D-A8	Rue Rakaz Messaoud	56.8	1.307
D17	D-A9	Rue Harzali Bouassria	62.9	1.502
D18			60.3	1.502
D24			58.1	1.502
D19	D-A10	Rue Kriba El Azhar	62.7	1.552
D27			58.2	1.552
D20	D-A11	Rue Salhi El Hamel	67.7	1.586
D21			60.0	1.586
D22			61.6	1.586
D26	D-A13	Rue Saouli Mohamed Salah	64.2	1.683
D28	D-A14	Rue Mahzoud Hafnaoui	51.3	1.467
D36			63.7	1.467
D29	D-A15	Rue Hafiane Ali	54.2	1.481
D32			55.9	1.481
D30	D-A16	Rue Slimani Mustapha	58.1	1.451
D31	D-A17	Rue Challa Hocine	49.1	1.267
D33	D-A18	Rue Ben Omar Hadi	56.7	1.291
D34	D-A19	Rue Saada Brahim	59.7	1.444
D35			57.8	1.444
D37	D-A20	Rue Nouari Ahmed	54.5	1.427
D38			63.8	1.427
D39	D-A21	Rue Kala Ali	58.8	1.272
D42			53.9	1.272
D10	D-A22	Boulevard Zaatchaia	73.5	1.681
D16			71.0	1.681

La figure VII.6 montre que les rues du quartier Hai Ferhat (D) montrent une forte corrélation entre l'intégration globale et les valeurs de niveau de pression sonore, à l'exception de certaines lignes axiales qui présentent quelques incohérences. Cette corrélation est visualisée sur la figure VII.6.b. Ici, le niveau d'intégration spatiale est en corrélation avec les niveaux de pression sonore dans la plupart des rues avec un $R^2 = 0,5882$. La figure VII.7 montre des images de la bruyante et la plus intégrée rue (à gauche) et la plus calme et la moins intégrée rue de Hai Ferhat.

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

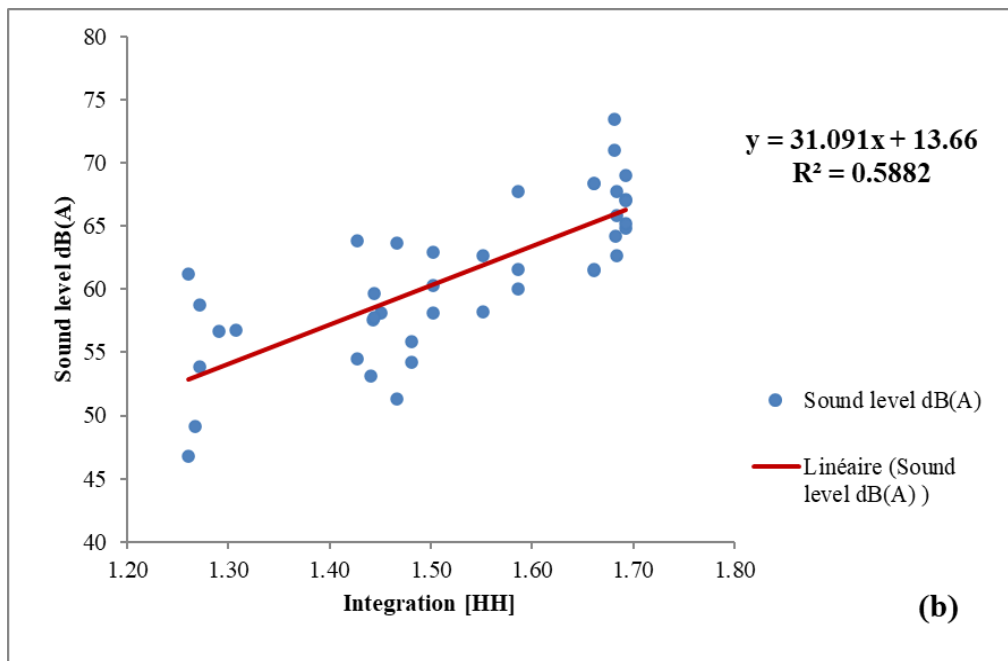
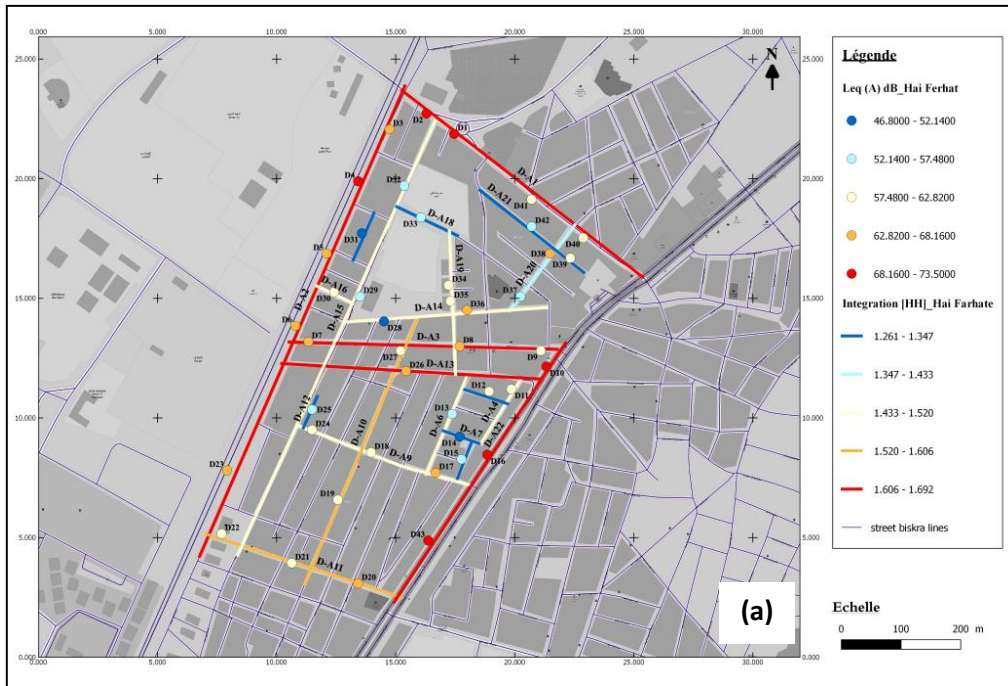


Figure VII.6. (a) Carte de comparaison du niveau sonore et de l'intégration globale, et **(b)** la corrélation entre le niveau sonore et les valeurs d'intégration globale des lignes axiales de Hai Ferhat (D).



	
Name of neighbourhood: Hai Ferhat Name of Street: / (D-A2) Sound level dB (A) MAX: 66.62 Global Integration MAX: 1.692	Name of neighbourhood: Hai Ferhat Name of Street: / (D-A7) Sound level dB (A) MIN: 46.8 Global Integration MIN: 1.261

Figure VII.7. Images de la rue la plus bruyante (à gauche) et la plus calme (à droite) de Hai Ferhat.

VII.1.4. La comparaison du niveau de pression sonore et le facteur d'intégration globale dans le tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est) (El Alia)

Tableau VII.4. Les niveaux sonores mesurés et d'intégration globale dans le tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est) (El Alia). (Auteur)

N° point	N° AXE	Rue	Niveaux Sonores dB(A)	Global Integration [HH]
G1	G-A1	Rue Abadou Lakhdar	68.4	1.117
G30			67.7	1.117
G2	G-A2	R.N 31	72.0	1.223
G3			69.1	1.223
G4			72.3	1.223
G5			71.7	1.223
G6	G-A3	Rue Bouadjadja Belkacem	68.0	1.113
G11			65.9	1.113
G7	G-A4	Rue N 4	54.9	1.013
G8	G-A5	/	46.1	1.006
G9			53.9	1.006
G10	G-A6	/	59.7	1.005
G12	G-A7	/	50.2	0.929
G13			49.3	0.929

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

G14	G-A8	Rue N 32	59.3	0.940
G15			61.3	0.940
G17			69.4	0.940
G16	G-A9	/	58.3	0.932
G18		/	61.7	0.932
G19	G-A10	Rue N 37	66.7	0.860
G20			59.9	0.860
G21	G-A11	/	62.5	0.925
G22	G-A12	/	59.2	1.020
G37			55.1	1.020
G23	G-A13	/	70.4	0.936
G24	G-A14	Rue 17 Fevrier	66.4	1.015
G25	G-A15	Rue N 61	61.8	0.933
G26			63.9	0.933
G27			61.0	0.933
G28	G-A16	Rue El Ikhoua Ouarnoghi	71.2	1.023
G29	G-A17	Rue Athmania Mohamed Djamoui	71.3	1.122
G36			70.1	1.122
G31	G-A18	/	62.8	1.004
G32	G-A19	Rue N 5	66.3	1.027
G33	G-A20	Rue N 5	61.1	1.006
G34	G-A21	/	62.8	1.008
G35	G-A22	Rue N 4	53.3	1.048
G38	G-A23	Rue Athmania Mohamed Djamoui	68.0	1.022
G39	G-A24	Rue N 5	60.7	1.016
G40	G-A25	/	56.7	1.111
G41	G-A26	Rue Farah Miloud	59.3	1.241
G42			58.1	1.241
G43	G-A27	/	72.8	1.117

Comme le montre la figure VII.8, les rues du quartier de ZHUN Est (G), révèlent l'absence de toute relation de corrélation significative [$r = 0,38$, $n = 41$, $p = 0,0132$], $R^2 = 0,1407$.

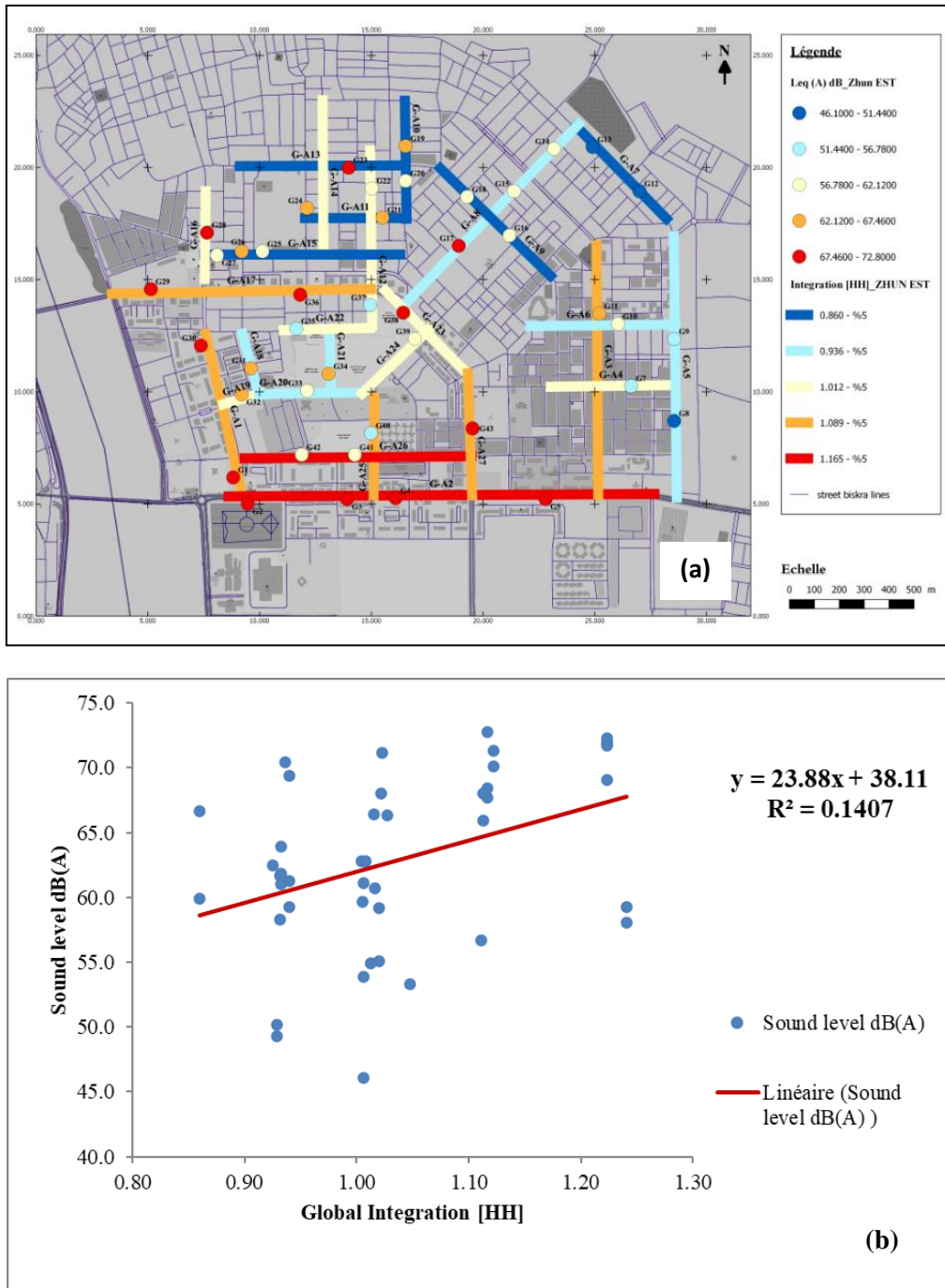


Figure VII.8. (a) Carte de comparaison du niveau sonore et de l'intégration globale, et (b) la corrélation entre le niveau sonore et les valeurs d'intégration globale des lignes axiales ZHUN Est (G).

La figure VII.9 montre quelques images de quatre rues de ZHUN Est. Il existe peu de corrélations entre les niveaux de pression sonore et les niveaux d'intégration globale dans les rues.

	
<p>Name of neighbourhood: ZHUN East Name of Street: / (G-A26) Sound level dB (A): 58.70 Global Integration MAX: 1.241</p>	<p>Name of neighbourhood: ZHUN East Name of Street: / (G-A2) Sound level dB (A): 71.27 Global Integration: 1.223</p>
	
<p>Name of neighbourhood: ZHUN East Name of Street: / (G-A10) Sound level dB (A): 63.30 Global Integration MIN: 0.860</p>	<p>Name of neighbourhood: ZHUN East Name of Street: / (G-A21) Sound level dB (A): 62.80 Global Integration: 1.008</p>

Figure VII.9. Images de la rue la plus bruyante et la plus calme de ZHUN Est.

La comparaison du niveau de pression sonore et du facteur d'intégration globale de rues représentatives de chaque quartier sélectionné montre que les lignes axiales à faible valeur d'intégration globale correspondent à des rues à faible niveau de pression sonore dans les quartiers de La Gare (C) et Hai Ferhat (D). De même, les lignes axiales avec des valeurs d'intégration globale élevées correspondent à des rues avec un niveau de pression sonore élevé.

Pour les quartiers A et G, des incohérences sont constatées entre le niveau de pression sonore et l'intégration spatiale.

VII.1.5. La comparaison du niveau de pression sonore et la connectivité des quartiers sélectionnés

Tableau VII.5. Les niveaux sonores mesurés et la connectivité des quartiers sélectionnés.

N point	N° AXE	Rue	connectivité	Niveaux Sonores dB(A)
Les résultats dans l'ancien tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid)				
A1	A-A1	Rue Requina Mohamed	13.000	69.3
A2	A-A2	/	3.000	61.2
A3			3.000	64.2
A5	A-A4	/	2.000	51.6
A6		/	2.000	51.8
A7	A-A5	/	3.000	52.8
A8	A-A6	/	3.000	50.3
A15		/	3.000	52.5
A16		/	3.000	47.7
A9	A-A7	/	3.000	50.3
A10	A-A8	/	3.000	57.5
A11	A-A9	/	2.000	62.9
A12	A-A10	/	4.000	52.9
A13	A-A11	/	8.000	60.8
A14	A-A12	/	6.000	62.3
A17	A-A13	/	5.000	52.5
A18	A-A14	/	2.000	41.0
A19	A-A15	/	2.000	44.3
A20	A-A16	/	3.000	45.9
A21			3.000	55.9
A22	A-A17	/	3.000	55.8
A23	A-A18	/	2.000	54.0
A24	A-A19	/	2.000	58.6
Les résultats dans l'ancien tissu Colonial (La gare)				
C0	C-A1	Boulevard de la République	47.00	67.1
C1			47.00	71.2

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

C2			47.00	69.3
C3			47.00	71.2
C4			47.00	72.6
C5	C-A2	Boulevard Avril	32.00	68.1
C6			32.00	62.4
C7			32.00	69.9
C8			32.00	67.2
C9			32.00	67.1
C10	C-A3	Mohamed el Arbi Baarir	16.00	63.8
C11			16.00	56.2
C12	C-A4	Rue de la Palestine	20.00	66.3
C13			20.00	57.6
C14			20.00	58.1
C15			20.00	61.3
C16	C-A5	Rue Louam Mohamed Mustapha	50.00	54.7
C17			50.00	56.0
C18			50.00	57.2
C19	C-A6	Rue El Qouds	18.00	54.0
C20			18.00	56.5
C21			18.00	51.8
C23	C-A7	Rue El Hilmi Bachir	20.00	57.9
C24			20.00	60.3
C26	C-A8	Boulevard Du 01 Novembre	17.00	68.0
C27			17.00	68.5
C28			17.00	66.5
C22	C-A9	Boulevard Lahloul Mammam	56.00	59.9
C25			56.00	60.9
C29			56.00	62.3
C30			56.00	52.3
C31	C-A10	Rue Mouris Labane	18.00	56.7
C32			18.00	51.5
C33	C-A11	Rue Mouris Labane	7.00	56.1
C34	C-A12	Rue Mouris Labane	10.00	45.1

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

C35	C-A13	Rue Idriss Mohamed	13.00	44.5
C36	C-A14	Boulevard Saouli Cherif	26.00	47.3
C37			26.00	50.7
C38	C-A15	Boulevard Emir Abdelkader	81.00	70.0
C39			81.00	69.6
C40			81.00	70.5
C41			81.00	70.2
C42			81.00	72.8
C43			81.00	71.9
Les résultats dans l'ancien tissu urbain non planifié (Hai Ferhat)				
D1	D-A1	Rue Boucetta Mohamed Mokhtar	41.00	68.4
D2			41.00	68.4
D41			41.00	61.5
D40			41.00	61.6
D3	D-A2	Rue Freres Asmane	79.00	64.8
D4			79.00	69.0
D5			79.00	65.2
D6			79.00	67.1
D23			79.00	67.0
D7	D-A3	Rue Kaddouri Salah	23.00	65.8
D8			23.00	67.7
D9			23.00	62.7
D11	D-A4	Rue Ben Djididi ALI	6.00	57.6
D12	D-A5	Rue Meaoui El Amri	2.00	61.2
D13	D-A6	Rue Boukricha Sadek	6.00	53.1
D14	D-A7	Rue Ben Djididi ALI	4.00	46.8
D15	D-A8	Rue Rakaz Messaoud	4.00	56.8
D17	D-A9	Rue Harzali Bouassria	20.00	62.9
D18			20.00	60.3
D24			20.00	58.1
D19	D-A10	Rue Kriba El Azhar	28.00	62.7
D27			28.00	58.2
D20	D-A11	Rue Salhi El Hamel	23.00	67.7

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

D21			23.00	60.0
D22			23.00	61.6
D26	D-A13	Rue Saouli Mohamed Salah	28.00	64.2
D28	D-A14	Rue Mahzoud Hafnaoui	14.00	51.3
D36			14.00	63.7
D29	D-A15	Rue Hafiane Ali	50.00	54.2
D32			50.00	55.9
D30	D-A16	Rue Slimani Mustapha	7.00	58.1
D31	D-A17	Rue Challa Hocine	2.00	49.1
D33	D-A18	Rue Ben Omar Hadi	13.00	56.7
D34	D-A19	Rue Saada Brahim	13.00	59.7
D35			13.00	57.8
D37	D-A20	Rue Nouari Ahmed	13.00	54.5
D38			13.00	63.8
D39	D-A21	Rue Kala Ali	4.00	58.8
D42			4.00	53.9
D10	D-A22	Boulevard Zaatchaia	72.57	73.5
D16			72.57	71.0
Les résultats dans l'ancien tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est) (El Alia)				
G1	G-A1	Rue Abadou Lakhdar	50.00	68.4
G30			50.00	67.7
G2	G-A2	R.N 31	46.00	72.0
G3			46.00	69.1
G4			46.00	72.3
G5			46.00	71.7
G6	G-A3	Rue Bouadjadja Belkacem	46.00	68.0
G11			46.00	65.9
G7	G-A4	Rue N 4	46.00	54.9
G8	G-A5	/	4.00	46.1
G9			4.00	53.9
G10	G-A6	/	16.00	59.7
G12	G-A7	/	5.00	50.2
G13			5.00	49.3

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

G14	G-A8	Rue N 32	33.00	59.3
G15			33.00	61.3
G17			33.00	69.4
G16	G-A9	/	5.00	58.3
G18		/	5.00	61.7
G19	G-A10	Rue N 37	7.00	66.7
G20			7.00	59.9
G21	G-A11	/	3.00	62.5
G22	G-A12	/	10.00	59.2
G37			10.00	55.1
G23	G-A13	/	22.00	70.4
G24	G-A14	Rue 17 Fevrier	27.00	66.4
G25	G-A15	Rue N 61	10.00	61.8
G26			10.00	63.9
G27			10.00	61.0
G28	G-A16	Rue El Ikhoua Ouarnoghi	62.00	71.2
G29	G-A17	Rue Athmania Mohamed Djamoui	27.00	71.3
G36			27.00	70.1
G31	G-A18	/	11.00	62.8
G32	G-A19	Rue N 5	33.00	66.3
G33	G-A20	Rue N 5	11.00	61.1
G34	G-A21	/	10.00	62.8
G35	G-A22	Rue N 4	35.00	53.3
G38	G-A23	Rue Athmania Mohamed Djamoui	62.00	68.0
G39	G-A24	Rue N 5	52.00	60.7
G40	G-A25	/	9.00	56.7
G41	G-A26	Rue Farah Miloud	59.00	59.3
G42			59.00	58.1
G43	G-A27	/	40.00	72.8

Les graphiques de la figure VII.10 montrent la ligne de corrélation entre le niveau de pression sonore et la connectivité des quartiers sélectionnés. Les équations de corrélation des

quartiers "Hai M'cid" (A) (5), "La gare" (C) (6), "Ferhat" (D) (7), and "ZHUN est" (G) (8) sont exprimées comme suit :

$$y = 01.549x + 49.02, R^2 = 0.320 \quad (5)$$

$$y = 00.186x + 54.73, R^2 = 0.286 \quad (6)$$

$$y = 00.151x + 56.52, R^2 = 0,406 \quad (7)$$

$$y = 00.171x + 58.11, R^2 = 0,247 \quad (8)$$

Les résultats suivants sont trouvés concernant la pression sonore et la connectivité : Le coefficient de corrélation varie de $R^2 = 0.24$ à $R^2 = 0.40$ pour les quatre quartiers sélectionnés.

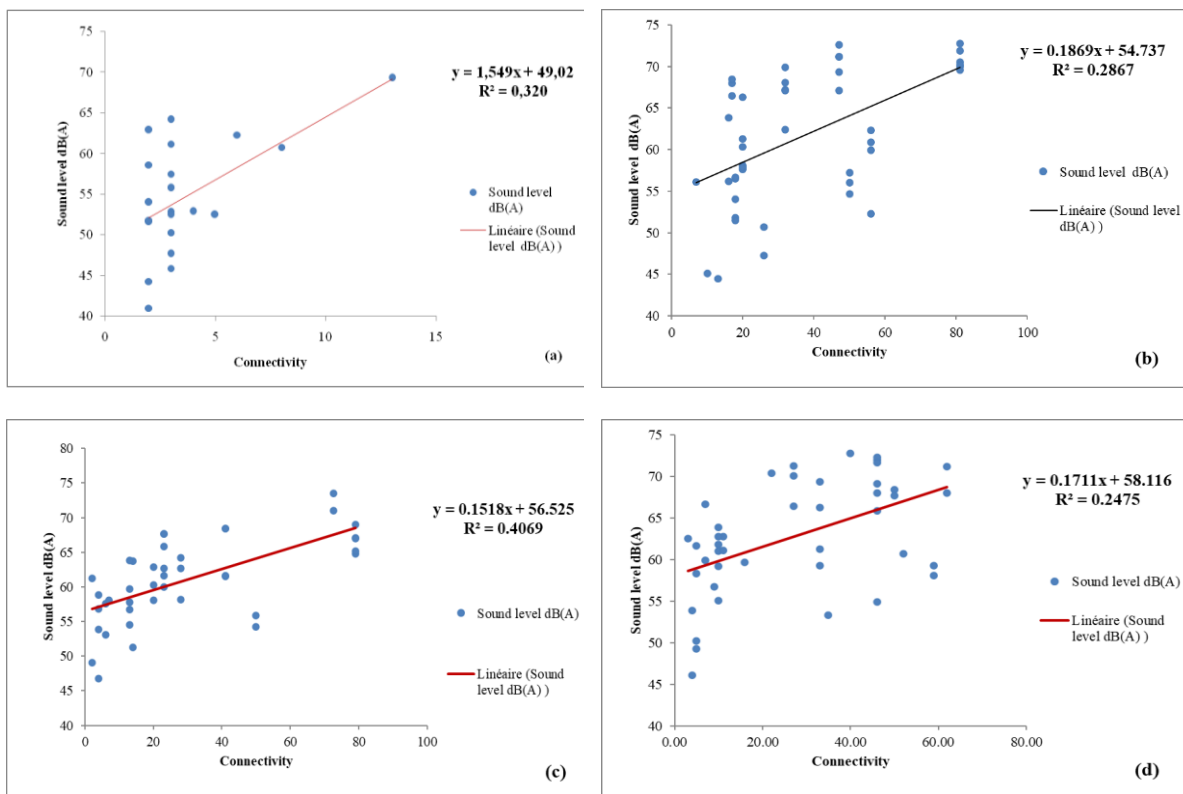


Figure VII.10. La corrélation entre le niveau de pression acoustique et la connectivité de (a)Hai M'cid (A), (b) La Gare (C), (c)Hai Ferhat (D) et (d) ZHUN East (G).

Par conséquent, la rue avec de nombreuses connexions directes à son voisinage influence les niveaux de pression sonore dans les environnements bâtis. Comme le montrent les analyses de connectivité spatiale, il existe des corrélations fortes et significatives des quatre quartiers

avec les niveaux de pression sonore. Comme indiqué, plus une rue a de connexions, plus il y a de potentiel d'interaction sociale et de vitesse changeante des véhicules, ce qui signifie encore une fois des pressions sonores plus élevées. De plus, un grand nombre de jonctions implique une présence de feux de circulation, ce qui, encore une fois, oblige les véhicules à ralentir et à accélérer. Tous ces aspects affectent les niveaux de pression sonore.

VII.2. Corrélation des mesures du niveau de pression sonore avec les résultats des récentes analyses de syntaxe analyses (NACH et NAIN)

VII.2.1. La corrélation entre le bruit et les récentes analyses de syntaxe analyse (NACH)

Cette étape consiste à corréler les résultats des analyses NACH avec les enregistrements des niveaux de sonore des quatre quartiers sélectionnés.

Tableau VII.6. Comparaison des corrélations entre le niveau sonore et les valeurs des segments NACH des quartiers sélectionnés.

N point	N° AXE	Rue	NACH	Niveaux Sonores dB(A)
Les résultats dans l'ancien tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid)				
A1	A-A1	Rue Requina Mohamed	1.371918	69.3
A2	A-A2	/	1.231294	61.2
A3			1.231294	64.2
A5	A-A4	/	1.198563	51.6
A6		/	1.146386	51.8
A7	A-A5	/	1.066677	52.8
A8	A-A6	/	1.130249	50.3
A15		/	1.150588	52.5
A16		/	1.150588	47.7
A9	A-A7	/	1.075999	50.3
A10	A-A8	/	1.373047	57.5
A11	A-A9	/	1.319374	62.9
A12	A-A10	/	1.399528	52.9
A13	A-A11	/	1.404209	60.8
A14	A-A12	/	1.187509	62.3
A17	A-A13	/	1.119419	52.5
A18	A-A14	/	1.090933	41.0
A19	A-A15	/	0.936957	44.3
A20	A-A16	/	1.017437	45.9

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

A21			1.017437	55.9
A22	A-A17	/	1.092614	55.8
A23	A-A18	/	0.988917	54.0
A24	A-A19	/	0.000001	58.6
Les résultats dans l'ancien tissu Colonial (La gare)				
C0	C-A1	Boulevard de la République	1.296	67.1
C1			1.296	71.2
C2			1.299	69.3
C3			1.302	71.2
C4			1.308	72.6
C5	C-A2	Boulevard Avril	1.422	68.1
C6			1.424	62.4
C7			1.427	69.9
C8			1.427	67.2
C9			1.445	67.1
C10	C-A3	Mohamed el Arbi Baarir	1.138	63.8
C11			1.120	56.2
C12	C-A4	Rue de la Palestine	1.046	66.3
C13			1.029	57.6
C14			1.008	58.1
C15			0.961	61.3
C16	C-A5	Rue Louam Mohamed Mustapha	1.037	54.7
C17			1.043	56.0
C18			1.039	57.2
C19	C-A6	Rue El Qouds	1.023	54.0
C20			0.994	56.5
C21			1.235	51.8
C23	C-A7	Rue El Hilmi Bachir	1.095	57.9
C24			1.102	60.3
C26	C-A8	Boulevard Du 01 Novembre	1.233	68.0
C27			1.249	68.5
C28			1.252	66.5
C22	C-A9	Boulevard Lahloul Mammam	1.145	59.9
C25			1.125	60.9
C29			1.016	62.3
C30			1.016	52.3
C31	C-A10	Rue Mouris Labane	1.091	56.7
C32			1.081	51.5

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

C33	C-A11	Rue Mouris Labane	0.990	56.1
C34	C-A12	Rue Mouris Labane	0.932	45.1
C35	C-A13	Rue Idriss Mohamed	0.932	44.5
C36	C-A14	Boulevard Saouli Cherif	0.932	47.3
C37			1.213	50.7
C38	C-A15	Boulevard Emir Abdelkader	1.614	70.0
C39			1.614	69.6
C40			1.620	70.5
C41			1.621	70.2
C42			1.621	72.8
C43			1.622	71.9
Les résultats dans l'ancien tissu urbain non planifié (Hai Ferhat)				
D1	D-A1	Rue Boucetta Mohamed Mokhtar	1.320544	68.4
D2			1.378559	68.4
D41			1.324225	61.5
D40			1.311312	61.6
D3	D-A2	Rue Freres Asmane	1.221224	64.8
D4			1.225675	69.0
D5			1.234429	65.2
D6			1.243351	67.1
D23			1.261200	67.0
D7	D-A3	Rue Kaddouri Salah	1.026200	65.8
D8			1.113142	67.7
D9			1.118209	62.7
D11	D-A4	Rue Ben Djididi ALI	1.124788	57.6
D12	D-A5	Rue Meaoui El Amri	0.918849	61.2
D13	D-A6	Rue Boukricha Sadek	1.033480	53.1
D14	D-A7	Rue Ben Djididi ALI	0.933030	46.8
D15	D-A8	Rue Rakaz Messaoud	0.906947	56.8
D17	D-A9	Rue Harzali Bouassria	1.381800	62.9
D18			1.088885	60.3
D24			0.963996	58.1
D19	D-A10	Rue Kriba El Azhar	1.159127	62.7
D27			1.080335	58.2
D20	D-A11	Rue Salhi El Hamel	1.147009	67.7
D21			1.128506	60.0
D22			1.116868	61.6
D26	D-A13	Rue Saouli Mohamed Salah	1.245310	64.2

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

D28	D-A14	Rue Mahzoud Hafnaoui	1.052588	51.3
D36			1.126268	63.7
D29	D-A15	Rue Hafiane Ali	1.145097	54.2
D32			1.152134	55.9
D30	D-A16	Rue Slimani Mustapha	0.851365	58.1
D31	D-A17	Rue Challa Hocine	0.888151	49.1
D33	D-A18	Rue Ben Omar Hadi	0.985297	56.7
D34	D-A19	Rue Saada Brahim	0.906431	59.7
D35			0.906431	57.8
D37	D-A20	Rue Nouari Ahmed	1.066528	54.5
D38			1.100195	63.8
D39	D-A21	Rue Kala Ali	0.000000	58.8
D42			0.898786	53.9
D10	D-A22	Boulevard Zaatchaia	1.559453	73.5
D16			1.555398	71.0
Les résultats dans l'ancien tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est)				
G1	G-A1	Rue Abadou Lakhdar	1.479535	68.4
G30			1.480913	67.7
G2	G-A2	R.N 31	1.661919	72.0
G3			1.660592	69.1
G4			1.658363	72.3
G5			1.646497	71.7
G6	G-A3	Rue Bouadjadja Belkacem	1.400946	68.0
G11			1.394264	65.9
G7	G-A4	Rue N 4	1.813520	54.9
G8	G-A5	/	1.439224	46.1
G9			1.442125	53.9
G10	G-A6	/	1.234643	59.7
G12	G-A7	/	1.359649	50.2
G13			1.348393	49.3
G14	G-A8	Rue N 32	1.156901	59.3
G15			1.170836	61.3
G17			1.200119	69.4
G16	G-A9	/	1.410582	58.3
G18			1.405879	61.7
G19	G-A10	Rue N 37	1.076253	66.7
G20			1.076253	59.9
G21	G-A11	/	1.157132	62.5

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

G22	G-A12	/	1.220382	59.2
G37			1.047037	55.1
G23	G-A13	/	1.365038	70.4
G24	G-A14	Rue 17 Fevrier	1.318997	66.4
G25	G-A15	Rue N 61	1.193918	61.8
G26			0.905942	63.9
G27			1.197029	61.0
G28	G-A16	Rue El Ikhoua Ouarnoghi	1.462045	71.2
G29	G-A17	Rue Athmania Mohamed Djamoui	1.412211	71.3
G36			1.406893	70.1
G31	G-A18	/	1.108509	62.8
G32	G-A19	Rue N 5	1.201719	66.3
G33	G-A20	Rue N 5	1.163234	61.1
G34	G-A21	/	0.941028	62.8
G35	G-A22	Rue N 4	1.111584	53.3
G38	G-A23	Rue Athmania Mohamed Djamoui	1.370820	68.0
G39	G-A24	Rue N 5	1.296424	60.7
G40	G-A25	/	1.330909	56.7
G41	G-A26	Rue Farah Miloud	1.340740	59.3
G42			1.336443	58.1
G43	G-A27	/	1.397458	72.8

La comparaison du niveau de pression sonore et du NACH (analyses de choix angulaire normalisé) de rues représentatives montre que les segments à faibles valeurs de NACH correspondent à des rues à faible niveau de pression sonore dans les quartiers de La Gare (C) et Hai Ferhat (D). De même, les segments avec des valeurs NACH élevées correspondent à des rues avec des niveaux de pression sonore élevés.

Le graphique de la figure VII.11 montre la ligne de régression entre le niveau de pression sonore et la NACH des quartiers sélectionnés. Les équations de corrélation des quartiers “Hai M'cid” (A) (09), “La gare” (C) (10), “Ferhat” (D) (11), et “ZHUN est” (G) (12) sont exprimées comme suit :

$$y = 04.694x + 49.36, R^2 = 0.036 \quad (09)$$

$$y = 28.270x + 27.33, R^2 = 0.605 \quad (10)$$

$$y = 13.170x + 46.50, R^2 = 0.292 \quad (11)$$

$$y = 8.2620x + 51.89, R^2 = 0.058 \quad (12)$$

Les rues du quartier Hai M'cid (A) présente des incohérences entre les NACH et les valeurs de segments de niveau de pression sonore avec un $R^2 = 0.0363$. A l'inverse, les rues du quartier de La Gare (C) révèlent une relation de corrélation forte, positive et significative avec un $R^2 = 0.6052$. Les rues du quartier Hai Ferhat (D) ont une corrélation entre le NACH et les valeurs de niveau de pression sonore sauf pour certains segments, avec $R^2 = 0,2924$. Le quartier ZHUN Est à de faibles corrélations entre le NACH et les valeurs de niveau de pression acoustique avec un $R^2 = 0,0581$. Ces résultats montrent à nouveau que les quartiers à faible degré d'intelligibilité spatiale ont de faibles corrélations entre les niveaux de pression sonore et les valeurs NACH

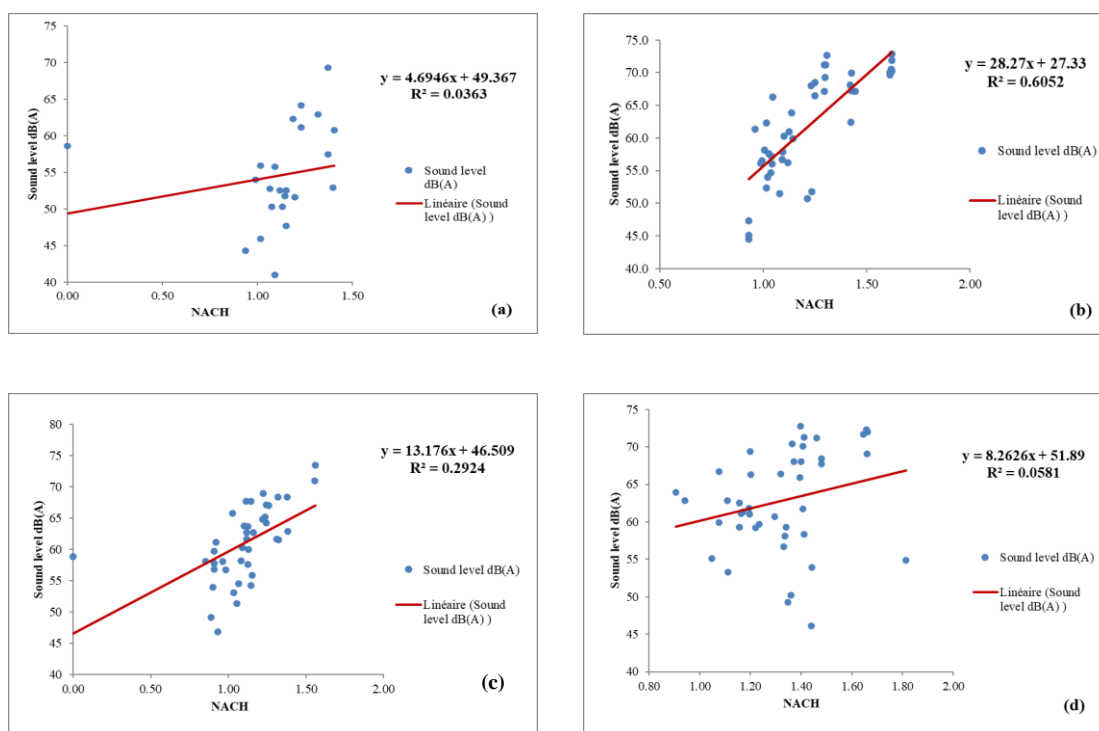


Figure VII.11. Corrélation entre le niveau de pression sonore et les valeurs NACH de (a)Hai M'cid (A), (b) La Gare (C), (c)Hai Ferhat (D) et (d) ZHUN Est (G) segment.

VII.2.2. La corrélation entre le bruit et les récentes analyses de syntax analyses (NAIN)

Un test des corrélations entre l'intégration de segment normalisé (NAIN) et le bruit a également été réalisé.

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

Tableau VII.7. Comparaison des corrélations entre le niveau sonore et les valeurs des segments NAIN des quartiers sélectionnés.

N point	N° AXE	Rue	NAIN	Niveaux Sonores dB(A)
Les résultats dans l'ancien tissu urbain du Vieux Biskra (Hai M'cid)				
A1	A-A1	Rue Requina Mohamed	1.3960	69.3
A2	A-A2	/	1.2310	61.2
A3			1.2310	64.2
A5	A-A4	/	1.1913	51.6
A6			1.1199	51.8
A7	A-A5	/	1.0238	52.8
A8	A-A6	/	1.1208	50.3
A15			1.1582	52.5
A16			1.1582	47.7
A9	A-A7	/	1.1137	50.3
A10	A-A8	/	1.1040	57.5
A11	A-A9	/	1.2270	62.9
A12	A-A10	/	1.3048	52.9
A13	A-A11	/	1.3185	60.8
A14	A-A12	/	1.2481	62.3
A17	A-A13	/	1.1951	52.5
A18	A-A14	/	1.1618	41.0
A19	A-A15	/	0.9219	44.3
A20	A-A16	/	1.0501	45.9
A21			1.0501	55.9
A22	A-A17	/	1.0471	55.8
A23	A-A18	/	0.9978	54.0
A24	A-A19	/	0.9609	58.6
Les résultats dans l'ancien tissu Colonial (La gare)				
C0	C-A1	Boulevard de la République	1.5508	67.1
C1			1.5508	71.2
C2			1.5508	69.3
C3			1.5508	71.2
C4			1.5508	72.6
C5	C-A2	Boulevard Avril	1.6334	68.1
C6			1.6334	62.4
C7			1.6334	69.9
C8			1.6334	67.2
C9			1.6332	67.1
C10	C-A3	Mohamed el Arbi Baarir	1.3808	63.8
C11			1.3808	56.2
C12	C-A4	Rue de la Palestine	1.4636	66.3
C13			1.4637	57.6
C14			1.4637	58.1

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

C15			1.4637	61.3
C16	C-A5	Rue Louam Mohamed Mustapha	1.3418	54.7
C17			1.3415	56.0
C18			1.3426	57.2
C19	C-A6	Rue El Qouds	1.3426	54.0
C20			1.4634	56.5
C21			1.4634	51.8
C23	C-A7	Rue El Hilmi Bachir	1.4644	57.9
C24			1.4642	60.3
C26	C-A8	Boulevard Du 01 Novembre	1.4644	68.0
C27			1.4642	68.5
C28			1.4624	66.5
C22	C-A9	Boulevard Lahloul Mammam	1.4390	59.9
C25			1.4390	60.9
C29			1.4391	62.3
C30			1.4391	52.3
C31	C-A10	Rue Mouris Labane	1.4710	56.7
C32			1.4713	51.5
C33	C-A11	Rue Mouris Labane	1.3445	56.1
C34	C-A12	Rue Mouris Labane	1.3445	45.1
C35	C-A13	Rue Idriss Mohamed	1.3445	44.5
C36	C-A14	Boulevard Saouli Cherif	1.4805	47.3
C37			1.4804	50.7
C38	C-A15	Boulevard Emir Abdelkader	1.7809	70.0
C39			1.7809	69.6
C40			1.7818	70.5
C41			1.7818	70.2
C42			1.7818	72.8
C43			1.7818	71.9
Les résultats dans l'ancien tissu urbain non planifié (Hai Ferhat)				
D1	D-A1	Rue Boucetta Mohamed Mokhtar	1.4280	68.4
D2			1.4297	68.4
D41			1.4290	61.5
D40			1.4281	61.6
D3	D-A2	Rue Freres Asmane	1.2730	64.8
D4			1.2730	69.0
D5			1.2730	65.2
D6			1.2729	67.1
D23			1.3202	67.0
D7	D-A3	Rue Kaddouri Salah	1.2705	65.8
D8			1.2623	67.7
D9			1.2623	62.7
D11	D-A4	Rue Ben Djididi ALI	1.2010	57.6
D12	D-A5	Rue Meaoui El Amri	1.0531	61.2
D13	D-A6	Rue Boukricha Sadek	1.1837	53.1
D14	D-A7	Rue Ben Djididi ALI	1.0632	46.8

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

D15	D-A8	Rue Rakaz Messaoud	1.1349	56.8
D17	D-A9	Rue Harzali Bouassria	1.3452	62.9
D18			1.3453	60.3
D24			1.3424	58.1
D19	D-A10	Rue Kriba El Azhar	1.2896	62.7
D27			1.2404	58.2
D20	D-A11	Rue Salhi El Hamel	1.3437	67.7
D21			1.3437	60.0
D22			1.3444	61.6
D26	D-A13	Rue Saouli Mohamed Salah	1.3750	64.2
D28	D-A14	Rue Mahzoud Hafnaoui	1.1679	51.3
D36			1.1811	63.7
D29	D-A15	Rue Hafiane Ali	1.2462	54.2
D32			1.2463	55.9
D30	D-A16	Rue Slimani Mustapha	1.0805	58.1
D31	D-A17	Rue Challa Hocine	0.9408	49.1
D33	D-A18	Rue Ben Omar Hadi	1.2189	56.7
D34	D-A19	Rue Saada Brahim	1.1716	59.7
D35			1.1716	57.8
D37	D-A20	Rue Nouari Ahmed	1.2159	54.5
D38			1.2145	63.8
D39	D-A21	Rue Kala Ali	1.0456	58.8
D42			1.0456	53.9
D10	D-A22	Boulevard Zaatchaia	1.6180	73.5
D16			1.6176	71.0
Les résultats dans l'ancien tissu urbain d'extension planifié (ZHUN Est)				
G1	G-A1	Rue Abadou Lakhdar	1.4849	68.4
G30			1.4507	67.7
G2	G-A2	R.N 31	1.7812	72.0
G3			1.7812	69.1
G4			1.7812	72.3
G5			1.7811	71.7
G6	G-A3	Rue Bouadjadja Belkacem	1.4696	68.0
G11			1.4697	65.9
G7	G-A4	Rue N 4	1.2731	54.9
G8	G-A5	/	1.4783	46.1
G9			1.4784	53.9
G10	G-A6	/	1.2616	59.7
G12	G-A7	/	1.3589	50.2
G13			1.3591	49.3
G14	G-A8	Rue N 32	1.2351	59.3
G15			1.2337	61.3
G17			1.2333	69.4
G16	G-A9	/	1.3717	58.3
G18			1.3716	61.7

Chapitre VII : La relation entre le niveau de pression sonore et les analyses de la space syntax

G19	G-A10	Rue N 37	1.1292	66.7
G20			1.0997	59.9
G21	G-A11	/	1.1465	62.5
G22	G-A12	/	1.3177	59.2
G37			1.2305	55.1
G23	G-A13	/	1.2890	70.4
G24	G-A14	Rue 17 Février	1.2381	66.4
G25	G-A15	Rue N 61	1.2033	61.8
G26			1.2034	63.9
G27			1.2034	61.0
G28	G-A16	Rue El Ikhoua Ouarnoghi	1.4113	71.2
G29	G-A17	Rue Athmania Mohamed Djamoui	1.4554	71.3
G36			1.4554	70.1
G31	G-A18	/	1.1939	62.8
G32	G-A19	Rue N 5	1.2450	66.3
G33	G-A20	Rue N 5	1.2128	61.1
G34	G-A21	/	1.0904	62.8
G35	G-A22	Rue N 4	1.1910	53.3
G38	G-A23	Rue Athmania Mohamed Djamoui	1.4418	68.0
G39	G-A24	Rue N 5	1.3752	60.7
G40	G-A25	/	1.4633	56.7
G41	G-A26	Rue Farah Miloud	1.3129	59.3
G42			1.3128	58.1
G43	G-A27	/	1.4995	72.8

Le graphique de la figure VII.12 montre la ligne de corrélation entre le niveau de pression sonore et le NAIN des quartiers sélectionnés. Les équations de corrélation des quartiers “Hai M'cid” (A) (13), “La gare” (C) (14), “Ferhat” (D) (15), et “ZHUN est” (G) (16) sont exprimées comme suit :

$$y = 30.60x + 19.570, R^2 = 0.279 \quad (13)$$

$$y = 41.42x + 01.275, R^2 = 0.512 \quad (14)$$

$$y = 30.35x + 22.750, R^2 = 0,512 \quad (15)$$

$$y = 14.27x + 43.430, R^2 = 0,144 \quad (16)$$

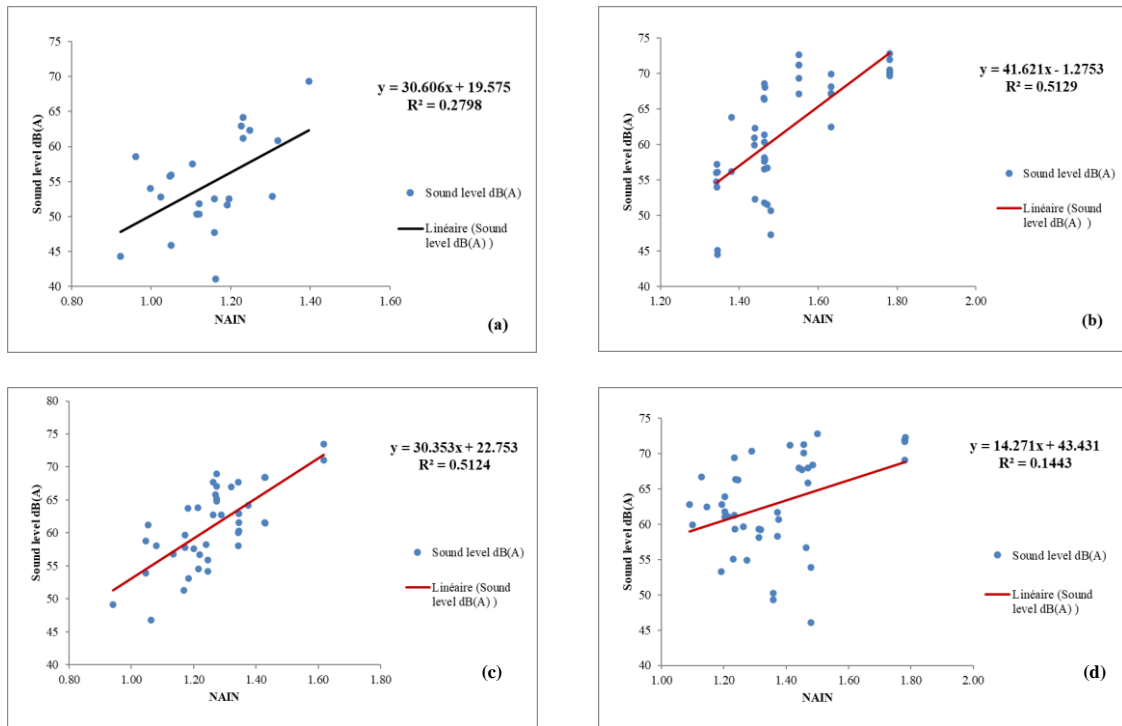


Figure VII.12. La corrélation entre le niveau de pression acoustique et les valeurs NAIN de (a) Hai M'cid (A), (b) La Gare (C), (c) Hai Ferhat (D) et (d) ZHUN East (G) segment.

Lors de la corrélation des résultats des analyses NAIN avec les niveaux de pression sonore, le coefficient de corrélation est plus élevé que dans les analyses NACH. La figure VII.12 montre que le coefficient de corrélation de Hai M'cid (A) est $R^2 = 0,2798$. Les rues des quartiers de Hai M'cid (A) et Hai Ferhat (D) révèlent une relation de corrélation positive et significative avec $R^2 = 0,5129$ et un $R^2 = 0,5124$. Les rues du ZHUN Est (G) révèlent une faible relation de corrélation avec un $R^2 = 0,1443$.

Le tableau VII.8 montre que le NAIN a la corrélation la plus forte avec les données de bruit [niveau de pression sonore Leq (1min), dB (A)]. Les rues avec les potentiels de mouvement les plus élevés semblent générer les niveaux de bruit les plus élevés. Ce sont les zones où la plupart des gens se rendent (se déplacent) et interagissent, cela affecte à nouveau les niveaux de pression sonore.

Tableau VII.8. Comparaison des corrélations entre le niveau sonore et l'intégration globale, la connectivité, les valeurs des segments NACH et NAIN des quartiers sélectionnés.

N°	Level			Correlation (r) between sound level and			
	Accessibility	Intelligibility	Noise	Integration [HH]	Connectivity	NACH	NAIN
A	Low	Low	Low	0.19	0.57	0.19	0.53
C	High	High	High	0.83	0.54	0.78	0.72
D	High	High	High	0.77	0.64	0.54	0.72
G	Average	Average	High	0.26	0.50	0.24	0.38

Les coefficients de corrélation entre NAIN à haut et bas rayon ainsi que NACH à haut et bas rayon sont corrélés avec les niveaux de pression sonore. Les variables des analyses d'intelligibilité sont aussi ajoutées (voir Tableau VII.9). Les résultats montrent que plus les valeurs sont élevées, meilleur est le degré de lisibilité spatiale, ce qui est encore une fois corrélé au degré des niveaux de pression sonore.

En fin de compte, la zone planifiée ZHUN Est obtient de mauvais résultats dans toutes les analyses, ce qui implique un faible degré de lisibilité spatiale compréhensible pour l'orientation, également pour les personnes à déficiente visuelle.

Tableau VII.9. Comparaison de la corrélation entre le niveau sonore et le coefficient de corrélation entre l'analyse spatiale à haut et bas rayon corrélé à la pression sonore.

	Correlation R2 of NAIN and NAIN Low (R= Low)	Correlation R2 of NACH and NACH Low (R= Low)	Correlation R2 of Connectivity and Global Int
A. Old Biskra (HaiM'cid)	0.511	0.81	0.365
C. Colonial (La Gare)	0.740	0.760	0.541
D. Unplanned (HaiFerat)	0.739	0.833	0.540
G. Planned (ZHUN East)	0.094	0.091	0.330

CONCLUSION

Dans la première partie de ce chapitre, La comparaison du niveau de pression sonore et du facteur d'intégration globale de rues représentatives de chaque quartier sélectionné montre que les lignes axiales à faible valeur d'intégration globale correspondent à des rues à faible niveau de pression sonore dans les quartiers de La Gare (C) et Hai Ferhat (D). De même, les lignes axiales avec des valeurs d'intégration globale élevées correspondent à des rues avec un niveau de pression sonore élevé. Concernant la corrélation entre le niveau de pression sonore et la connectivité des quartiers sélectionnés, montre qu'il existe des corrélations fortes et significatives des quatre quartiers avec les niveaux de pression sonore. Comme indiqué, plus une rue a de connexions, plus il y a de potentiel d'interaction sociale et de vitesse changeante des véhicules, ce qui signifie encore une fois des niveaux de pression sonore plus élevées. Lorsque les rues ont des niveaux élevés de connectivité avec le voisinage, cela augmente les niveaux de pression sonore par l'arrêt et l'accélération des véhicules.

En deuxième partie, la corrélation des résultats du choix angulaire normalisé (NACH) et de l'intégration de segments angulaires normalisés (NAIN) au niveau de pression sonore des segments respectifs, montre que les segments à faibles valeurs de NACH correspondent à des rues à faible niveau de pression sonore dans les quartiers de La Gare (C) et Hai Ferhat (D). De même, les segments avec des valeurs NACH élevées correspondent à des rues avec des niveaux de pression sonore élevés.

En fin, le NAIN a la corrélation la plus forte avec les données de bruit [niveau de pression sonore $Leq(1min)$, dB (A)]. Les rues avec les potentiels de mouvement les plus élevés semblent générer les niveaux de bruit les plus élevés. Ce sont les zones où la plupart des gens se rendent (se déplacent) et interagissent, cela affecte à nouveau les niveaux de pression sonore. Cependant, le paramètre spatial sous-jacent est l'intelligibilité spatiale. Apparemment, lorsque la corrélation entre connectivité et intégration est faible, peu de corrélations sont trouvées entre les autres paramètres de la space syntax. Les rues avec des valeurs NACH élevées ont des potentiels de mouvement traversant élevés.

Nos résultats montrent jusqu'à présent que les paramètres spatiaux suivants réduisent le niveau d'orientabilité des personnes déficiente visuelle :

- Faible corrélation des potentiels de « mouvement traversant » entre un rayon métrique élevé et faible (corrélation R^2 : NACN et NACN Low).
- Faible corrélation des potentiels de « mouvement » entre un rayon métrique élevé et faible (corrélation R^2 : NAIN et NAIN Low).
- Faibles corrélations entre l'intégration axiale globale et la connectivité des rues.

De la comparaison des caractéristiques urbaines des tissus urbains sélectionnés et les mesures de niveau de pression sonore, les conclusions suivantes peuvent être tirées, « La gare » (C) est le tissu urbain le plus bruyant, correspondant à la configuration spatiale la plus accessible et la plus intelligible. « M'cid » (A) est le tissu urbain le plus calme, correspondant à la configuration spatiale la plus ségréguée et la moins intelligible.

Ce qui signifie que le niveau de pression sonore et l'intégration globale ont une forte relation de corrélation. En conséquence, dès les premières étapes de conception et de planification au niveau bidimensionnel des espaces urbains, les caractéristiques sonores urbaines peuvent être prédites. La prédétermination des caractéristiques sonores urbaines peut aider à concevoir des espaces urbains avec une grande accessibilité pour les personnes ayant une déficience visuelle.

Conclusion générale

I- Conclusion générale

Comment se fait alors la corrélation entre la configuration spatiale et les niveaux de pression sonore ? Apparemment, la corrélation entre la connectivité des rues et l'intégration globale est importante pour l'orientation de toutes sortes de personnes. Cette corrélation mesure le degré d'intelligibilité ou de lisibilité spatiale d'un quartier. Un quartier avec un faible degré d'intelligibilité spatiale affecte le degré d'orientabilité, également pour les personnes à déficience visuelle, comme des recherches antérieures l'ont montré (Brown 1997; 1997; Mahdzar and Safari 2014; Nes and Yamu 2021), les quartiers modernes planifiés ont tendance à habiter ces caractéristiques et à démontrer une faible corrélation entre les flux de circulation et les données de flux de piétons. De plus, nous avons ajouté le coefficient de corrélation entre les calculs récents de syntaxe spatiale, comme le montrent les résultats, le coefficient de corrélation entre le niveau des potentiels de « mouvement » (to-movement) et de « mouvement traversant » (through-movement) à l'échelle locale, ainsi qu'à l'échelle d'une ville, est important pour le degré des niveaux de pression sonore. De la comparaison des caractéristiques spatiales urbaines des quartiers sélectionnés et des mesures de niveau de pression sonore à Biskra, les conclusions suivantes peuvent être tirées des quatre quartiers sélectionnés :

La Gare (C) est le quartier le plus bruyant, correspondant au fait qu'il a la configuration spatiale la plus accessible et intelligible. Les potentiels spatiaux les plus élevés de « mouvement » ainsi que de « mouvement traversant » se trouvent dans ce quartier, qui donne des niveaux de pression sonore élevés dans les rues et les routes. Cette zone peut être perçue comme étant proche d'un centre-ville pour une personne à déficience visuelle.

M'cid (A) est le quartier le plus calme, correspondant au fait qu'il a la plus faible accessibilité et la configuration spatiale à faible intelligible. Ici, on trouve les potentiels spatiaux les plus bas de « mouvement » et de « mouvement traversant ». Cette zone peut être facilement perçue comme une zone d'habitation locale pour une personne à déficience visuelle.

Le quartier avec les valeurs d'intégration spatiale moyennes les plus élevées a la meilleure accessibilité et intelligibilité. Cela implique un haut niveau de mouvement humain, qui se caractérise par ses niveaux de pression sonore élevés, cela signifie que les niveaux de pression sonore et les valeurs d'intégration globale ont une forte corrélation. Souvent, les routes principales de ces types de quartiers ont des volumes élevés de transport de véhicules sur le

réseau de routes principales, ce qui provoque des niveaux de pression sonore élevés. Le quartier Hai Ferhat (D) en est un exemple.

Le quartier planifié moderne ZHUN Est (G) a un faible degré d'intelligibilité, ce qui affecte les corrélations, avec une faible corrélation entre les données de pression sonore et diverses variables de space syntax. Une caractéristique de ces types de quartiers est que les voies véhiculaires et piétonnes manquent d'une logique sociale naturelle sur les arrangements spatiaux, comme l'ont montré des recherches antérieures sur la syntaxe spatiale, les visiteurs ont tendance à se perdre et les habitants connaissent les itinéraires à emprunter à l'intérieur de ces types de quartiers (Brown 1997; Hillier 2007; Fakhrurrazi and Van Nes 2012; Miranda and van Nes 2020). Par conséquent, ces quartiers peuvent également être un défi d'orientation pour les personnes déficientes visuelles. D'un point de vue à vol d'oiseau, les quartiers modernes planifiés ont tendance à avoir l'air bien organisé et à avoir un ordre clair. Cependant, la structure spatiale a tendance à être difficile à comprendre lorsque l'on se déplace à l'intérieur (Brown 1997; van Nes and Yamu 2020).

En conséquence, dès les premières étapes de conception et de planification au niveau bidimensionnel des espaces urbains, les caractéristiques sonores urbaines peuvent être prédites à l'aide de la méthode de la space syntax. Apparemment, ce qui compte, c'est le coefficient de corrélation entre divers paramètres locaux et les paramètres spatiaux de la ville. Nos résultats montrent jusqu'à présent que les paramètres spatiaux suivants réduisent le niveau d'orientabilité des personnes à déficience visuelle :

- Faible corrélation des potentiels de « mouvement traversant » entre un rayon métrique élevé et faible (corrélation R^2 : NACN et NACN Low).
- Faible corrélation des potentiels de « mouvement » entre un rayon métrique élevé et faible (corrélation R^2 : NAIN et NAIN Low).
- Faibles corrélations entre l'intégration axiale globale et la connectivité des rues.

Même si une seule ville a été étudiée, on peut affirmer que les zones urbaines traditionnelles ont une forte corrélation entre le degré d'orientabilité spatiale et les niveaux de pression sonore, alors qu'elle est faible dans les zones urbaines modernes planifiées. Les résultats concernant l'orientabilité et l'intelligibilité spatiales sont conformes à plusieurs autres analyses de syntaxe spatiale d'autres villes à travers le monde (Brown 1997; Hillier 2007; 1999 ;

Mahdzar and Safari 2014; Bill Hillier et al. 1993; Alan Penn et al. 1998; Read 1999; Koning, Guan, and Tan 2020). C'est ce que montre le cas de Biskra, mais aussi quelques autres. Mais il existe peu d'études sur les nuisances sonores et ses variables spatiales sont corrélées aux niveaux de pression sonore (Chiaradia 2007; Chiaradia et al. 2009; A. Penn and Croxford 1998; Croxford, Penn, and Hillier 1996; Croxford and Penn 1998; (M. Dzhambov, D. Dimitrova, and H. Turnovska 2014; Aman, J.; Rashida 2017).

La prédétermination des caractéristiques sonores urbaines peut aider à concevoir des espaces urbains avec une accessibilité et une orientabilité élevées pour les personnes à déficience visuelle. Lorsque le degré d'intelligibilité d'un quartier est élevé, une forte intégration spatiale du réseau routier implique un niveau sonore élevé, et à l'inverse, une faible intégration spatiale implique un faible niveau sonore de la circulation. Les rues à fort potentiel de circulation ont tendance à avoir des niveaux sonores élevés et peuvent donc être facilement identifiées comme des voies principales pour les personnes à déficience visuelle. Les rues à fort potentiel de mouvement indiquent l'emplacement des centres urbains et peuvent être identifiées comme des zones commerciales pour les personnes à déficience visuelle. Ces résultats indiquent qu'un réseau d'itinéraires mentaux avec des destinations mentales pour les zones commerciales basées sur les niveaux sonores, peut être créé pour les personnes à déficience visuelle.

Ces résultats sont dans une certaine mesure conforme à la théorie du mouvement naturel, ce qui signifie que la space syntax peut être appliquée pour planifier des quartiers lisibles pour les personnes à déficience visuelle. La théorie du mouvement naturel a un haut niveau de prévisibilité (van Nes and Yamu 2020). Au fil des ans, la space syntax a été appliquée à la régénération de quartiers défailants. Des exemples à ce sujet sont la régénération de Trafalgar et Woolwich Squares à Londres (Nes and Yamu 2021). Ces nouveaux plans de régénération ont permis d'améliorer l'accessibilité et l'orientabilité de ces places pour les piétons dans la ville en conformité avec les changements de configuration spatiale du réseau de mouvement.

Les résultats de Biskra sont également en accord avec les résultats des recherches sur la pollution sonore et les niveaux d'intégration spatiale de Londres (Chiaradia et al. 2009) et Dhaka (Aman, J.; Rashida 2017). Même si la syntaxe spatiale ne prend en compte que les relations spatiales dans les calculs spatiaux, les résultats des analyses semblent être un bon prédicateur sur les paysages sonores. La largeur de la rue et la limitation de vitesse ne sont pas prises en compte dans cette enquête. Cependant, comme l'ont montré des recherches antérieures sur la

pollution sonore et l'intégration spatiale, la largeur des rues et les limitations de vitesse ont peu d'influence sur les résultats. Ce qui est intéressant, c'est que les magasins, les centres commerciaux, les cafés, les bars et autres personnes attirant des entreprises ont tendance à se localiser dans les rues ayant le potentiel de mouvement le plus élevé. Tous ces aspects spatiaux affectent également les niveaux sonores dans les zones centrales.

II-Limites de l'étude

En raison des circonstances qui ont traversé l'Algérie en termes de crise politique telle que « El Hirake » et la crise sanitaire du « Covid 19 », nous n'avons pas pu impliquer les personnes ayant une déficience visuelle dans le projet de recherche. En revanche, quels sont donc les défis pour appliquer la syntaxe de l'espace dans la planification et la régénération des quartiers pour les personnes ayant une déficience visuelle ? De toute évidence, la syntaxe spatiale a des potentiels pour cela. Cependant, davantage de recherches sont nécessaires. Les conclusions jusqu'à présent sont basées sur quatre quartiers différents dans une seule ville.

De plus, l'étude ne prend pas en compte ;

- Les différents types de sons, comme les sons mécaniques ou naturels.
- Les différents types des rues, comme la largeur des rues et les hauteurs des bâtiments.
- Les différents types de revêtements des rues et des bâtiments.

III-Suggestions pour des travaux futurs

L'étape suivante consiste à impliquer les personnes ayant une déficience visuelle dans le projet de recherche et de tester ces conclusions sur des quartiers dans d'autres pays. En outre, les futures recherches devraient également s'attacher à différencier les différents types de sons. Le bruit des rues dominées par le transport de véhicules est différent de celui des rues dominées par les piétons. Ensuite, une autre étape consiste à tester dans quelle mesure ces résultats tiennent compte d'autres types d'environnements bâtis, tels que les communautés fermées, des environnements bâtis situés dans des zones avec des conditions météorologiques différentes mais stables que le climat sec et aride, et d'enquêter sur les zones urbaines centrales récemment régénérées qui ont interdit les véhicules. Au moins c'est une première étape pour identifier les

paramètres spatiaux d'une « carte mentale soundscape » raffinée pour les personnes ayant une déficience visuelle avec des variations de bruit des personnes et des véhicules. Des recherches supplémentaires sont donc nécessaires avant que des stratégies de planification ciblées puissent être mises en œuvre dans le but d'atteindre l'objectif de développement durable pour créer des quartiers inclusifs, sûrs et résilients pour les personnes ayant une déficience visuelle.

Bibliographie

Bibliographie

- ADAD, M.C., and M.S. ZEROUALA. 2002. "Apprendre Du Passe Cas Du Vieux Biskra," 123–32.
- AFNOR. 1996. "NF S31-010 : Acoustique -- Caractérisation et Mesurage Des Bruits de l'environnement -- Méthodes Particulières de Mesurage." La Plaine Saint-Denis, France: AFNOR.
- Agli, N. 1988. "Intervention Sur Le Centre Ville de Biskra." *Mémoire de Fin d'Etudes, Ecole d'architecture Paris-Villemin*. Ecole d'architecture Paris-Villemin.
- ALEXANDRE, Eric, Hugues de CHAUMONT, Hogo HATZIG, David JAMONEAU, Philippe LEMAIRE, and Martin ROCHON. 2018. "La Balise Sonore En Questions, Tout Ce Que Vous Avez Toujours Voulu Savoir sans Jamais Oser Le Demander."
- Aman, J.; Rashida, N. 2017. "Spatial Configuration in Relation with Traffic Noise in Dhaka City." *The AUST Journal of Science and Technology* Vol 6 (1&2: 60–69.
- Amphoux, Pascal. 2017. "Paysage Sonore Urbain : Introduction Aux Écoutes de La Ville."
- Amphoux, Pascal, Pascal Amphoux, L Identite, and G Moser. 2017. "L ' Identite Sonore Urbaine To Cite This Version : HAL Id : Hal-01561759."
- AUBINEAU, Katarzyna PAZUR. 2001. "SENTIR POUR VOIR Déficience Visuelle et Habitat." In *Congrès de l'ARIBa*, 1–52. Paris.
- Augoyard, Jean-François. 2001. "L'entretien Sur Écoute Réactivée." *L'espace Urbain En Méthodes*, 127–52.
- Bada, Yacine. 2012. "The Impact of Visibility on Visual Perception and Space Use: The Case of Urban Plazas in Biskra." Université Mohamed Khider-Biskra.
- Bafna, Sonit. 2003. "Space Syntax: A Brief Introduction to Its Logic and Analytical Techniques." *Environment and Behavior* 35 (1): 17–29.
- Balaÿ, Olivier. 2003. "Les Chorographies de l'urbanité Sonore." *Géocarrefour* 78 (2): 159–65. <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.253>.

- Baltenneck, Nicolas, Serge Portalier, Pierre-Marie Chapon, and François Osiurak. 2012. "Parcourir La Ville sans Voir : Effet de l'environnement Urbain Sur La Perception et Le Ressenti Des Personnes Aveugles Lors d'un Déplacement in Situ." *L'Année Psychologique* 112 (03): 403–33. <https://doi.org/10.4074/S0003503312003041>.
- Bar, Pascal, and Brigitte Loye. 1981. "Bruit et Formes Urbaines." *Propagation Du Bruit Routier Dans Les Tissus Urbains, Centre d'Etude Des Transports Urbains, CETUR*.
- Belir, Ozlem, and Deniz Erinsel Onder. 2013. "Accessibility in Public Spaces: Spatial Legibility for Visually Impaired People." In *Ninth International Space Syntax*. Sejong University Press.
- Bellal, T, and Frank E. Brown. 2003. "The Visibility Graph: An Approach to the Analysis of Traditional Domestic M'zabite Spaces." In *Space Syntax: 4th International Symposium, University College London, June 17-19 2003: Proceedings*. University College London.
- Benedikt, Michael L. 1979. "To Take Hold of Space: Isovists and Isovist Fields." *Environment and Planning B: Planning and Design* 6 (1): 47–65.
- BMUB. 2015. *Guideline Accessibility in Building Design*. Berlin · Germany: Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB).
- Botteldooren, D., B. De Coensel, and T. De Muer. 2006. "The Temporal Structure of Urban Soundscapes." *Journal of Sound and Vibration* 292 (1–2): 105–23. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2005.07.026>.
- Bouzir, Tallal Abdel Karim. 2018. "Morphologie Urbaine et Pollution Sonore : Étude de Cause à Effet . Cas de La Ville de Biskra ." Université Mohamed Khider – Biskra.
- Bouzir, Tallal Abdel Karim, Nourinne Zemmouri, and Djihed Berkouk. 2017. "Assessment of Noise Pollution in the City of Biskra, Algeria." *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Environmental and Ecological Engineering* 11 (12): 1052–55. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1314873>.
- Brocolini, Laurent, Catherine Lavandier, Mathias Quoy, and Carlos Ribeiro. 2013. "Measurements of Acoustic Environments for Urban Soundscapes: Choice of

- Homogeneous Periods, Optimization of Durations, and Selection of Indicators.” *The Journal of the Acoustical Society of America* 134 (1): 813–21.
- Brown, Frank E. 1997a. *Space Is the Machine. Design Studies*. Vol. 18.
[https://doi.org/10.1016/s0142-694x\(97\)89854-7](https://doi.org/10.1016/s0142-694x(97)89854-7).
- . 1997b. “Space Is the Machine.” *Design Studies* 18 (3): 316–17.
[https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(97\)89854-7](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(97)89854-7).
- Bruel, P V, and V Kjaer. 2002. “Environmental Noise, Denmark.”
- Bruit, D U, and Routier Urbain. n.d. “L’étude Acoustique Dans l’urbanisme et l’architecture.”
- . n.d. “Les Paramètres Influençant La Production et La Propagation Du Bruit Routier.”
- Centre d’Etudes des Transports Urbains. 1980. “Guide Du Bruit Des Transports Terrestres, Prevision Des Niveaux Sonores.”
- Cerema. 2014. “Bandes de Guidage Au Sol Guide de Recommandations.” Cerema. Lyon, France.
- CFPSAA. 2010a. “LES BESOINS DES PERSONNES DÉFICIENTES VISUELLES ACCÈS À LA VOIRIE ET AU CADRE BÂTI.” *Confédération Française Pour La Promotion Sociale Des Aveugles et Amblyopes*.
- . 2010b. “LES BESOINS DES PERSONNES DÉFICIENTES VISUELLES ACCÈS AUX TRANSPORTS.” *Confédération Française Pour La Promotion Sociale Des Aveugles et Amblyopes*.
- Chiaradia, A, B Hillier, Y Barnes, and C Schwander. 2009. “Residential Property Value Patterns in London: Space Syntax Spatial Analysis.” In *Proceedings 6th International Space Syntax Symposium. Stockholm, Sweden. 8-11 June*.
<http://discovery.ucl.ac.uk/18599/>.
- Chiaradia, Alain. 2007. “Emergent Route Choice Behaviour, Motorway and Trunk Road Network: The Nantes Conurbation.” In *Proceedings, 6th International Space Syntax Symposium, İstanbul, Turkey. 12–15 June*.

<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:EMERGENT+ROUTE+CHOICE+BEHAVIOUR,+MOTORWAY+AND+TRUNK+ROAD+NETWORK:+the+Nantes+conurbation#0>.

Chiaradia, Alain, Bill Hillier, Yolandes Barnes, and Christian Schwander. 2009.

“Residential Property Value Patterns in London: Space Syntax Spatial Analysis.” In *Proceedings, 6th International Space Syntax Symposium. Stockholm, Sweden. 8-11 June.*

Cote, M. 1991. “Biskra.” *Encyclopédie Berbère*, no. 10 (December): 1517–22.

<https://doi.org/10.4000/encyclopedieberbere.1761>.

Croxford, Ben, and Alan Penn. 1998. “Siting Considerations for Urban Pollution

Monitors.” *Atmospheric Environment* 32 (6) (6): 1049–57.

[https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(97\)00366-X](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(97)00366-X).

Croxford, Ben, Alan Penn, and Bill Hillier. 1996. “Spatial Distribution of Urban Pollution:

Civilizing Urban Traffic.” *Science of the Total Environment* 189/190 (October): 3–9.

[https://doi.org/10.1016/0048-9697\(96\)05184-4](https://doi.org/10.1016/0048-9697(96)05184-4).

Daas, Nawel. 2012. “Etude Morphologique Des Agglomerations Vernaculaires Auressiennes.” Batna.

“Décret Exécutif N°93-184 Du 27 Juillet 1993 Réglementant l’émission Des Bruits.” 1993.

journal officiel de la République algérienne.

https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/decret_executif_93-184_5b6862e1470c1.pdf.

“Décret Présidentiel N° 09-188 Du 17 Joumada El Oula 1430 Correspondant Au 12 Mai

2009 Portant Ratification de La Convention Relative Aux Droits Des Personnes

Handicapées, Adoptée Par l’assemblée Générale Des Nations Unies Le 13 Décembre

2006.” 2009. *JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 33*.

Detlaff, Weronika. 2014. “Space Syntax Analysis—Methodology of Understanding the

Space.” *PhD Interdisciplinary Journal* 1: 283–91.

Doelle, Leslie L. 1965. “Acoustics in Architectural Design (an Annotated Bibliography on Architectural Acoustics).”

- Efron, Robert. 1969. "What Is Perception?" In *Proceedings of the Boston Colloquium for the Philosophy of Science 1966/1968*, 137–73. Springer.
- Emo, Beatrix. 2015. "Exploring Isovists-the Egocentric Perspective." In *Proceedings of the 10th International Space Syntax Symposium*, 121. Space Syntax Laboratory.
- Emploi, Projet. 2020. "Accessibilité Dans l'entreprise."
- Eric, ALEXANDRE. 2018. "Petit Memento Sur Le Handicap à l' Attention Des Personnes Présumées Valides."
- Fakhrurrazi, F, and Akkelies Van Nes. 2012. "Space and Panic: The Application of Space Syntax to Understand the Relationship between Mortality Rates and Spatial Configuration in Banda Aceh during the Tsunami 2004." In *Proceedings of the 8th International Space Syntax Symposium*, edited by M. Greene, J. Reyes, and A. Castro, 1–24. PUC.
- Farhi, Abdallah. 2002. "Biskra : De l'oasis à La Ville Saharienne (Note)." *Méditerranée* 99 (3): 77–82. <https://doi.org/10.3406/medit.2002.3264>.
- Franz, Gerald, Hanspeter A Mallot, and Jan M Wiener. 2005. "Graph-Based Models of Space in Architecture and Cognitive Science: A Comparative Analysis." In *17th International Conference on Systems Research, Informatics and Cybernetics (INTERSYMP 2005)*, 30–38. International Institute for Advanced Studies in Systems Research and Cybernetics.
- Henri-Frédéric Amiel ; Journal intime, le 10 mai 1880.
- Hillier, B, Tao Yang, and A Turner. 2012. "Normalising Least Angle Choice in Depthmap and How It Opens New Perspectives on the Global and Local Analysis of City Space." *Journal of Space Syntax* 3 (2): 155–93.
- Hillier, Bill. 1987. "La Morphologie de l'espace Urbain: L'evolution de l'approche Syntaxique." *Architecture et Comportement/Architecture and Behaviour*.
<http://eprints.ucl.ac.uk/80/%5Cnhttp://eprints.ucl.ac.uk/80/1/hillier-1987-la-morphologie.pdf>.
- . 1996. "Space Is the Machine UK." Cambridge University Press.

- . 1999. “The Common Language of Space: A Way of Looking at the Social, Economic and Environmental Functioning of Cities on a Common Basis.” *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCES-BEIJING*- 11: 344–49.
- . 2005. “Between Social Physics and Phenomenology: Explorations towards an Urban Synthesis?” *Proceedings 5th International Space Syntax Symposium*, 1–21. <http://eprints.ucl.ac.uk/1679/1/hillier05-socialphysics.pdf>.
- . 2007. *Space Is the Machine: A Configurational Theory of Architecture*. Space Syntax.
- Hillier, Bill, and Julienne Hanson. 1984. *The Social Logic of Space*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511597237>.
- Hillier, Bill, Julienne Hanson, and John Peponis. 1987. “Syntactic Analysis of Settlements.” *Architecture et Comportement/Architecture and Behaviour* 3 (3): 217–31.
- Hillier, Bill, and Shinichi Iida. 2005. “Network and Psychological Effects in Urban Movement.” In *International Conference on Spatial Information Theory*, 475–90. Springer.
- Hillier, Bill, Alan Penn, Julienne Hanson, Tadeusz Grajewski, and Jianming Xu. 1993. “Natural Movement: Or, Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement.” *Environment and Planning B: Planning and Design* 20 (1): 29–66. <https://doi.org/10.1068/b200029>.
- Hillier, Bill, and Laura Vaughan. 2007. “The City as One Thing.” *Progress in Planning* 67 (3): 205–30.
- Hillier, Bill, Tao Yang, and Alasdair Turner. 2012. “Normalising Least Angle Choice in Depthmap and It Opens up New Perspectives on the Global and Local Analysis of City Space.” *Journal of Space Syntax* 3 (2): 155–93.
- Holl, Steven, Juhani Pallasmaa, and Alberto Pérez Gómez. 2006. *Questions of Perception: Phenomenology of Architecture*. William K Stout Pub.
- Hölscher, Christoph, Martin Brösamle, and Georg Vrachliotis. 2012. “Challenges in

- Multilevel Wayfinding: A Case Study with the Space Syntax Technique.”
Environment and Planning B: Planning and Design 39 (1): 63–82.
- Hupeng, Wu, Jian Kang, and Jin Hong. 2019. “Effects of Urban Street Spatial Parameters on Sound Propagation.” *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science* 46 (2): 341–58. <https://doi.org/10.1177/2399808317714799>.
- Iqbal, Sheraz. 2011. “An Urban Planner’s Guide to Space Syntax: A Study of Luleå City Illustrating the Uses of Space Syntax.”
- Jiang, Bin, and Christophe Claramunt. 2002a. “Integration of Space Syntax into GIS: New Perspectives for Urban Morphology.” *Transactions in GIS* 6 (3): 295–309. <https://doi.org/10.1111/1467-9671.00112>.
- . 2002b. “Integration of Space Syntax into GIS: New Perspectives for Urban Morphology.” *Transactions in GIS* 6 (3): 295–309. <https://doi.org/10.1111/1467-9671.00112>.
- Jiang, Bin, Christophe Claramunt, and Björn Klarqvist. 2000. “Integration of Space Syntax into GIS for Modelling Urban Spaces.” *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 2 (3–4): 161–71. [https://doi.org/10.1016/S0303-2434\(00\)85010-2](https://doi.org/10.1016/S0303-2434(00)85010-2).
- Kevin, Lynch. 1999. “L’image de La Cité.” *Paris, Dunod*.
- Klarqvist, B. 1993. “A Space Syntax Glossary. Nordisk Arkitektur for Skning,(2). 11, 12.”
- Koning, Remco De, Wendy Guan, and Zhen Tan. 2020. “Assessing Spatial Configurations and Transport Energy Usage for Planning Sustainable Communities.”
- L, Leslie, Doelle B, and Arch. 1964. “ACOUSTICS IN ARCHITECTURAL DESIGN.”
McGill University, Montreal. McGill University, Montreal.
<https://doi.org/10.1080/02681300009414829>.
- Langevin, Sabine, Isabelle Cosma, Chloé Pagot, Céline Grange-faivre, Claude Marin-lamellet, and Caroline Pigeon. 2014. *Chaine de Déplacement et Déficiences Visuelles : Critères d’ Accessibilité Des Personnes Déficientes Visuelles Livrable 2 – Juin 2014*.

- Leila, SRITI. 2013. “Doctorat En Sciences En Architecture Architecture Domestique En Devenir . Formes , Usages et Représentations Le Cas de Biskra SRITI Leila.”
- Letesson, Quentin. 2009. *Du Phénotype Au Génotype: Analyse de La Syntaxe Spatiale En Architecture Minoenne (MMIIB–MRIB)*. Vol. 2. Presses univ. de Louvain.
- “Loi N° 02-09 Du 25 Safar 1423 Correspondant Au 8 Mai 2002 Relative à La Protection et à La Promotion Des Personnes Handicapées.” 2002. *JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 34*, 1.
- M. David Egan. 1972. *Concepts in Architectural Acoustics*.
- M. Dzhambov, Angel, Donka D. Dimitrova, and Tanya H. Turnovska. 2014. “Improving Traffic Noise Simulations Using Space Syntax: Preliminary Results from Two Roadway Systems.” *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology* 65 (3): 259–72. <https://doi.org/10.2478/10004-1254-65-2014-2469>.
- M’Kendrick, John Gray, and William Snodgrass. 2011. “Sound and Hearing.” *The Physiology of the Senses.*, 198–284. <https://doi.org/10.1037/12948-006>.
- Magrini, A., and A. Lisot. 2015. “Noise Reduction Interventions in the Urban Environment as a Form of Control of Indoor Noise Levels.” *Energy Procedia* 78 (November): 1653–58. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.246>.
- Mahdzar, Sharifah Salwa Syed, and Hossein Safari. 2014. “Legibility as a Result of Geometry Space: Analyzing and Comparing Hypothetical Model and Existing Space by Space Syntax.” *Life Science Journal* 11 (8): 309–17.
- Malouin, Sébastien. 2013. “Perspectives Sensorielles :” Université Laval.
- Margaritis, Efstathios, and Jian Kang. 2016. “Relationship between Urban Green Spaces and Other Features of Urban Morphology with Traffic Noise Distribution.” *Urban Forestry & Urban Greening* 15 (March): 174–85. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.12.009>.
- Miranda, Julia Vansetti, and Akkelies van Nes. 2020. “Sexual Violence in the City: Space, Gender, and the Occurrence of Sexual Violence in Rotterdam.” *Sustainability* 12 (18): 7609. <https://doi.org/10.3390/su12187609>.

- Mokrane, Youcef. 2011. "Configuration Spatiale et Utilisation de l'espace Dans Les Campus d'universités, Cas Du Campus Elhadj Lakhdar de Batna." Université Mohamed Khider Biskra.
- Monokrousou, Klio, and Maria Giannopoulou. 2016. "Interpreting and Predicting Pedestrian Movement in Public Space through Space Syntax Analysis." *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 223: 509–14.
- Naidja, Amina. 2014. "La Croissance Urbaine , et Son Influence Sur La Continuité , et La Discontinuité Typomorphologique: Cas Des Tissus Urbains de La Ville de Biskra."
- Nations Unies. 2006. "Convention Relative Aux Droits Des Personnes Handicapées et Protocole Facultatif." *Child Language Teaching & Therapy* 25 (3): 285–300. <http://www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot-f.pdf>.
- Nes, Akkelies Van. 2021a. "Spatial Configurations and Walkability Potentials . Measuring Urban Compactness with Space Syntax," 1–22.
- . 2021b. "The Impact of the Ring Roads on the Location Pattern of Shops in Town and City Centres . A Space Syntax Approach," 1–21.
- Nes, Akkelies van, and Claudia Yamu. 2020. "Exploring Challenges in Space Syntax Theory Building: The Use of Positivist and Hermeneutic Explanatory Models." *Sustainability* 12 (17): 7133. <https://doi.org/10.3390/su12177133>.
- Nes, Akkelies Van, and Claudia Yamu. 2021. *Introduction to Space Syntax in Urban Studies*. Edited by The Editor(s) (if applicable) and The Author(s). 1st ed. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-59140-3>.
- Oliveira, Marta F., and Lígia T. Silva. 2010. "How Urban Noise Can Be Influenced by the Urban Form." *6th WSEAS Int. Conf. on Cellular and Molecular Biology, Biophys. and Bioeng., BIO'10, 8th WSEAS Int. Conf. on Environ., Ecosystems and Dev., EED'10, Int. Conf. on Biosci. and Bioinformatics, ICBB'10 I (Iv)*: 31–36.
- ONS, Population RGPH. 1998. "Population Résidente Handicapée Des Ménages Ordinaires et Collectifs Selon La Nature de l' Handicap." *Office National Des Statistiques*.

- Organization, World Health. 1980. *International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps: A Manual of Classification Relating to the Consequences of Disease, Published in Accordance with Resolution WHA29. 35 of the Twenty-Ninth World Health Assembly, May 1976*. World Health Organization.
- . 2001. *Classification Internationale Du Fonctionnement, Du Handicap et de La Santé: CIF*. Organisation mondiale de la Santé.
- Özbil Torun, Ayşe. 2015. “Walking to School: The Effects of Street Network Configuration and Urban Design Qualities on Route Selection Behaviour of Elementary School Students.” In *10th International Space Syntax Symposium*.
- Pallasmaa, Juhani. 2010. *Le Regard Des Sens = the Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*. Éd. du Linteau.
- Passini, R, L Paiement, C Rainville, and Université de Montréal. Faculté de l’aménagement. 1991. “Orientation Spatiale Des Handicapés Visuels et Information Environnementale.” Université de Montréal, Faculté de l’aménagement. <https://books.google.dz/books?id=8nhxGwAACAAJ>.
- Passini, R, Louise Paiement, and Constant Rainville. 1991. “Orientation Spatiale Des Handicapés Visuels et Information Environnementale.” Montreal. <https://books.google.dz/books?id=8nhxGwAACAAJ>.
- Passini, Romedi. 1986. *Mobilité et Orientation Spatiales Chez Les Handicapés Visuels*. Université de Montréal.
- Passini, Romedi, Guylene Proulx, and Constant Rainville. 1990. “The Spatio-Cognitive Abilities of the Visually Impaired Population.” *Environment and Behavior* 22 (1): 91–118. <https://doi.org/10.1177/0013916590221005>.
- Passini, Romedi, and Guyltne Proulx. 1988. “Wayfinding without Vision: An Experiment with Congenitally Totally Blind People.” *Environment and Behavior* 20 (2): 227–52. <https://doi.org/10.1177/0013916588202006>.
- Penn, A., and B Croxford. 1998. “Fingerprinting Urban Kerbside Carbon Monoxide Concentrations: Interaction between Street Grid Configuration, Vehicle Flows and Local Wind Effects.” *International Journal of Vehicle Design* 20 (1-4 (S (October):

60–70.

- Penn, Alan, Bill Hillier, David Banister, and Jun Xu. 1998. “Configurational Modelling of Urban Movement Networks.” *Environment and Planning B: Planning and Design* 25 (1): 59–84. <https://doi.org/10.1068/b250059>.
- Plantier-Royon, Eric. 2009. “Comment Concevoir et Promouvoir Un Environnement Accessible Pour Tous ?”
- Rashid, Mahbub. 2017. *The Geometry of Urban Layouts. The Geometry of Urban Layouts*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-30750-3>.
- Read, Stephen. 1999. “Space Syntax and the Dutch City.” *Environment and Planning B: Planning and Design* 26 (2): 251–64. <https://doi.org/10.1068/b4425>.
- Rééducation, Institut De. n.d. “LE HANDICAP.”
- REZIG, Adel. 2013. “L’impact de l’accessibilité et de La Visibilité Sur Le Mouvement Des Usagers Dans Les Espaces Publics Urbains Des Logements Collectifs. Cas de La Cité Des 1000 Logements à Biskra.” Université Mohamed Khider – Biskra.
- Segaran, V. C., Y. G. Tong, N. H. Abas, B. David Daniel, S. Nagapan, and R. Kelundapyan. 2020. “Traffic Noise Assessment among Residential Environment in Batu Pahat, Johore, Malaysia.” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 713 (1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/713/1/012049>.
- Semidor, Catherine. 2004. “How to Validate the Urban Soundscape ? Soundscapes of Brussels Choice of the Urban Spaces.” *CFA/DAGA Strasbourg*, 343–44.
- . 2006a. “Le Paysage Sonore de La Rue Comme Élément d’identité Urbaine.” *Flux*, no. 4: 120–26.
- . 2006b. “The Sound Landscape of the Street like Element of Urban Identity.” *Flux*, no. 66–67: 120–26. <https://doi.org/10.3917/flux.066.0120>.
- Sémidor, Catherine, Henry Torgue, and Jacques Beaumont. 2010. “Astuce:(Ambiances Sonores, Transports Urbains, Coeur de Ville et Environnement). Vers l’élaboration d’un Guide Méthodologique à Partir d’étude de Cas.” CRESSON, PREDIT, ADEME. <https://doi.org/halshs-00685522>.

- Sharmin, Samia, and Md Kamruzzaman. 2018. "Meta-Analysis of the Relationships between Space Syntax Measures and Pedestrian Movement." *Transport Reviews* 38 (4): 524–50.
- Souza, Thaísa Barboza de, Klaus Chaves Alberto, and Sabrina Andrade Barbosa. 2020. "Evaluation of Noise Pollution Related to Human Perception in a University Campus in Brazil." *Applied Acoustics* 157 (January): 107023. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.107023>.
- Steven V. Szokolay. 2004. *Introduction To ARCHITECTURAL SCIENCE: The Basis of Sustainable Design*.
- Technologies, Acoustic, S A Montagne, and B- Bruxelles. n.d. "RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION : ÉCRANS ANTIBRUIT ET REVÊTEMENTS DE PAROIS (ACOUSTIQUEMENT) ABSORBANTS Table Des Matières."
- Terms, Read These. 1962. "NRC Publications Archive Archives Des Publications Du CNRC Sound-Insulation Ratings and the New ASTM Sound- Transmission Class DIVISION O F BUILDING RESEARCH SOUND - INSULATION RATINGS AND THE NEW ASTM SOUND - TRANSMISSION CLASS."
- Thomas, Lindvall, Berglund Birgitta, Bradley John, and Jans en Gerd. 1995. "Guidelines For Community Noise." *World Health Organization*.
- Thomas, Rachel. 1999. "Cheminer l'espace En Aveugle - Corps Stigmatisé, Corps Compétent." *Alinéa* 9: 9–24. <https://doi.org/halshs-00143190>.
- . 2002. "La Mobilité Urbaine Des Personnes Aveugles et Malvoyantes : État Des Lieux , Questionnements et Perspectives de Recherche To Cite This Version : HAL Id : Hal-01364155."
- . 2003. "L'accessibilité des piétons à l'espace public urbain: un accomplissement perceptif situé." *Espaces et sociétés* 113–114 (2): 233. <https://doi.org/10.3917/esp.g2003.113.0233>.
- Turner, Alasdair, and Alan Penn. 1999. "Making Isovists Syntactic: Isovist Integration Analysis." In *2nd International Symposium on Space Syntax, Brasilia*, 103–21.

Citeseer.

URBAIN, VADEMECUM D U BRUIT ROUTIER. n.d. “Les Paramètres Influençant La Production et La Propagation Du Bruit Routier.”

Venot, Flora, and Catherine Sémidor. 2006. “The ‘Soundwalk’ as an Operational Component for Urban Design.” *PLEA 2006 - 23rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Conference Proceedings*, no. September: 6–8.

Vogiatzis, Konstantinos, and Nicolas Remy. 2017. “Soundscape Design Guidelines through Noise Mapping Methodologies: An Application to Medium Urban Agglomerations.” *Noise Mapping* 4 (1): 1–19. <https://doi.org/10.1515/noise-2017-0001>.

World Health Organization, 2018

Wang, Bo, and Jian Kang. 2011. “Effects of Urban Morphology on the Traffic Noise Distribution through Noise Mapping: A Comparative Study between UK and China.” *Applied Acoustics* 72 (8): 556–68.

Yamu, Claudia, Akkelies van Nes, and Chiara Garau. 2021. “Bill Hillier’s Legacy: Space Syntax—a Synopsis of Basic Concepts, Measures, and Empirical Application.” *Sustainability (Switzerland)* 13 (6). <https://doi.org/10.3390/su13063394>.

Zannin, Paulo Henrique Trombetta, Fabiano Belisário Diniz, and Wiliam Alves Barbosa. 2002. “Environmental Noise Pollution in the City of Curitiba, Brazil.” *Applied Acoustics* 63 (4): 351–58. [https://doi.org/10.1016/S0003-682X\(01\)00052-4](https://doi.org/10.1016/S0003-682X(01)00052-4).

Zannin, Paulo Henrique Trombetta, Andressa Maria Coelho Ferreira, and Bani Szeremetta. 2006. “Evaluation of Noise Pollution in Urban Parks.” *Environmental Monitoring and Assessment* 118 (1–3): 423–33. <https://doi.org/10.1007/s10661-006-1506-6>.

Zerdoum, Abdelhamid. 1993. “Sidi Zerzour Guessam El Widan.” *El Acil Du* 2 (02): 1993.

Dictionnaires

- <http://dictionnaire.education.fr/accessibilite>, DÉFICIENCES, INCAPACITÉ ET HANDICAP, le 20/07/2018.
- <http://references.modernisation.gouv.fr/21-deficiences-incapacite-et-handicap-une-question-de-contexte-0>, Le handicap c'est quoi ?, le 12/05/2020.
- <https://www.c2rp.fr/publications/c2dossier-lemploi-et-laccompagnement-des-personnes-en-situation-de-handicap>, le 12/05/2020.
- <https://informations.handicap.fr/a-definition-du-handicap-6028.php>, le 1/05/2020.
- <https://www.algerie360.com/air-algerie-interdite-dembarquement-car-handicapee/>.
- <https://www.tourisme-handicap.gouv.fr/fr/handicap-moteur>. le 12/05/2020.
- <https://tourisme-handicaps.org/les-marques-nationales/tourisme-handicap/th-presentation/th-4-principales-deficiences/>. le 14.05.2020.
- <https://www.ccah.fr/CCAH/Articles/Les-differents-types-de-handicap>.
- <https://www.handicap.gouv.fr>.
- <https://accessibilite.ooreka.fr/comprendre/mal-voyant>, le 23/07/2018.
- <http://www.cnrtl.fr/definition/perception>, le 20/09/2018.
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Perception_de_l'espace, le 27/09/2018.
- <https://accessibilite.ooreka.fr/comprendre/mal-voyant>, le 27/09/2018.
- <http://dupli-accessibilite.fr/plan-entree>, le 27/09/2018.
- <http://dupli-accessibilite.fr/>, le 29/09/2018.
- <https://www.schoolmouv.fr/cours/l-intensite-sonore/fiche-de-cours>, le 11/08/2022
- <https://www.fondationpourlaudition.org/la-frequence-du-son-550>, le 03/04/2022.
- <https://www.schoolmouv.fr/cours/l-intensite-sonore/fiche-de-cours>, le 03/04/2022
- <http://fr.scienceaq.com/Physics/100117039.html>, le 04/05/2022
- https://www.cchst.ca/oshanswers/phys_agents/noise_basic.html, le 04/05/2022
- <https://tpeeffetsvoixverrecristal.weebly.com/puissance-elevee.html>, le 9/05/2022
- https://www.cchst.ca/oshanswers/phys_agents/noise_basic.html, le 9/05/2022
- <http://fr.scienceaq.com/Physics/100117039.html>, le 14/05/2022
- <http://physique.unice.fr/sem6/2012-2013/PagesWeb/PT/Reverberation/page1.html>, le 14/05/2022
- <http://www.cochlea.org/entendre/champ-auditif-humain>, le 03/04/2022

- <https://www.indexsante.ca/chroniques/404/le-systeme-auditif.php>, le 03/04/2022
- <https://energieplus-lesite.be/mesures/confort7/mesurer-le-niveau-de-bruit/>, le 03/04/2022
- <https://www.techno-science.net/definition/1256.html>, le 02/06/2022
- <https://www.techno-science.net/definition/1256.html>, le 02/06/2022
- <http://otp.spacesyntax.net/software-and-manuals/depthmap/>, le 03/04/2019
- https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/biskra_alg%C3%A9rie_2503826, le 13/03/2019
- <http://www.okbob.net/2015/08/le-site-officiel-de-la-wilaya-de-biskra-algerie.html>, le 23/08/2015