



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم الدقيقة و علوم الطبيعة و الحياة
قسم علوم الأرض و الكون

مذكرة ماستر

ميدان: هندسة معمارية، عمران و محن المدينة
شعبة: تسيير التقنيات الحضرية
تخصص: تسيير المدن
رقم:

إعداد الطالبة:

طالبي سمية

يوم: 2024/06/12

L'Intégration Des Energies Renouvelables Dans Les Zones Urbaines Cas Spécifique : L'Habitat Individuel Colonial BISKRA

لجنة المناقشة:

مقرر	أ. مح أ	جامعة بسكرة	جغروري جميلة
رئيس	أ. مس أ	جامعة بسكرة	محمد لمين شريف
مناقش	أ. مس أ	جامعة بسكرة	منيات النفوس سكساف

السنة الجامعية: 2023 – 2024

Remerciements

Nos premiers remerciements à **Allah** Tout-Puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a accordées tout au long de nos années d'étude, pour nous avoir donné des connaissances et nous avoir aidé à faire cet humble travail.

Je voudrais remercier mon encadrante **Mme. DJAGHROURI-Djamila** pour son aide précieuse, tout au long de ce mémoire, sa disponibilité, ses efforts et son encouragement, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Tous mes remerciements s'adressent aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer mon travail.

Un grand merci aux personnes qui ont pris le temps de relire et de corriger les imperfections de ce mémoire.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance à la première personne que j'ai rencontrée dans notre département, **Mme. Saksaf Mouniyat Al-Noufous**, qui a été l'une des plus merveilleuses enseignantes d'atelier, et aussi à **M. Lahcen Bouzouaid** et **Mohamed Lamine Cherif** pour son aides, son temps ainsi que pour les moments inoubliables que nous avons vécus ensemble durant cette période importante de mon cursus.

Je désire aussi remercier tous les Docteurs et les Professeurs qui m'ont fourni les outils nécessaires à la réussite de mes études universitaires.

Nous remercions toutes nos familles, nos collègues et nos amies.

À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.

Dédicaces

Je dédie mon travail

Aux piliers de ma vie, mes parents, grâce à qui j'ai pu atteindre ce jalon important. Votre amour, vos sacrifices et vos conseils précieux ont été essentiels à ma réussite. Je vous remercie du fond du cœur pour tout ce que vous avez fait pour moi."

A mon chère père " **TALBI Salem** " Tu es mon modèle, mon guide et mon héros. À travers ton amour inconditionnel, ta sagesse et ta force, tu as façonné femme que je suis aujourd'hui. Merci pour tout ce que tu as fait et tout ce que tu continues de faire. Je suis honorée d'être ta fille.

À ma tendre mère " **TALBI Hassina** " , source de mon être et de mon inspiration, Merci pour ton amour inconditionnel et ton soutien inébranlable, Tu es mon soleil, ma lune et mes étoiles.

À ma deuxième mère, ma grande sœur, " **Ikram** " confidente et complice de vie, Merci pour ton amitié précieuse et ton soutien indéfectible, Tu es mon phare et mon guide.

À mes frères " **Anouar et Anas** " mes bras droits, mes piliers infaillibles, je vous aime.

À ma petite sœur adorée " **Rokaya Amel** " , un rayon de soleil dans ma vie, Merci pour ton rire contagieux.

À ma meilleure amie pour toujours " **Hadil** " , merci d'être dans ma vie.

À ma jumelle " **Fatma** " , amie d'aventures et À mon amie d'enfance et complice de bêtises, " **Rofaida** " , et À mes amis " **Quality time** " Merci pour ton présence constante dans ma vie.

Résumé :

Français :

Dans un contexte où la durabilité environnementale devient une priorité, l'intégration des énergies renouvelables dans les zones urbaines s'avère indispensable. En tant que centres de consommation énergétique majeurs, les villes doivent impérativement se tourner vers des sources d'énergie propres pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et atténuer les effets du changement climatique. L'énergie solaire, éolienne et hydraulique figurent parmi les solutions les plus prometteuses, offrant un potentiel considérable pour répondre aux besoins énergétiques urbains tout en préservant l'environnement.

L'installation de panneaux solaires sur les toits des bâtiments, l'utilisation de turbines éoliennes en milieu urbain, et l'intégration de systèmes de récupération de l'énergie hydraulique sont autant de mesures concrètes pour promouvoir les énergies renouvelables en milieu urbain. Cette transition énergétique nécessite une collaboration étroite entre les gouvernements, les entreprises et les communautés locales, ainsi qu'un investissement soutenu dans la recherche et l'innovation pour développer des solutions adaptées aux spécificités des environnements urbains.

En intégrant pleinement les énergies renouvelables dans la planification urbaine et les politiques énergétiques, les villes peuvent non seulement réduire leur empreinte carbone, mais également créer des environnements plus sains et durables pour leurs habitants. Cette approche holistique permettra de transformer les zones urbaines en modèles de durabilité, assurant ainsi une meilleure qualité de vie pour les générations futures.

Mots clés : développement durable, énergies renouvelables, Zones urbaines, L'énergie solaire.

Anglais :

In a context where environmental sustainability becomes a priority, the integration of renewable energies in urban areas proves to be indispensable. As major centers of energy consumption, cities must turn to clean energy sources to reduce greenhouse gas emissions and mitigate the effects of climate change. Solar, wind, and hydro energy are among the most promising solutions, offering considerable potential to meet urban energy needs while preserving the environment.

Installing solar panels on building rooftops, using wind turbines in urban areas, and integrating hydro energy recovery systems are concrete measures to promote renewable energies in urban settings. This energy transition requires close collaboration between governments, businesses, and local communities, as well as sustained investment in research and innovation to develop solutions tailored to the specificities of urban environments.

By fully integrating renewable energies into urban planning and energy policies, cities can not only reduce their carbon footprint but also create healthier and more sustainable environments for their residents. This holistic approach will transform urban areas into models of sustainability, ensuring a better quality of life for future generations.

Keywords: sustainable development, renewable energies, urban areas, solar energy.

Arabe :

في سياق تصبح فيه الاستدامة البيئية أولوية، فإن دمج الطاقات المتجددة في المناطق الحضرية أمر أساسي. تعتبر المدن مراكزاً للاستهلاك الطاقوي، وانتقالها نحو مصادر الطاقة النظيفة ضروري للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وللتخفيف من آثار التغير المناخي.

الطاقة الشمسية، والرياح، والمائية تعتبر من بين الحلول الأكثر وعودة، تقدم إمكانيات كبيرة لتلبية الاحتياجات الطاقوية في المناطق الحضرية بينما تحافظ على البيئة.

تركيب الألواح الشمسية على أسطح المباني، واستخدام أجهزة توليد الطاقة الرياحية في البيئة الحضرية، ودمج أنظمة استرداد الطاقة المائية هي أمثلة على التدابير التي يمكن اتخاذها لتعزيز استخدام الطاقات المتجددة في المناطق الحضرية، هذا الانتقال الطاقوي يتطلب تعاوناً بين الحكومات، والشركات، والمجتمعات المحلية، بالإضافة إلى الاستثمار في البحث والابتكار لتطوير حلول تلبي احتياجات البيئة الحضرية بشكل خاص من خلال دمج الطاقات المتجددة بشكل كامل في التخطيط الحضري والسياسات الطاقوية، يمكن للمدن ليس فقط تقليل انبعاثات الكربون، بل أيضاً خلق بيئات صحية ومستدامة لسكانها.

الكلمات المفتاحية: التنمية المستدامة، الطاقات المتجددة، المناطق الحضرية، الطاقة الشمسية.

Liste des tableaux :

TABLEAU 1 : SYNTHESE DES ELEMENTS DE DEFINITIONS DU DEVELOPPEMENT DURABLE.	10
TABLEAU 2 : TYPES ENERGIES FOSSILES.	27
TABLEAU 3 : AVANTAGES/INCONVENIENTS DES ENERGIES RENEUVELABLES ET FOSSILES.....	28
TABLEAU 4 : LE TABLEAU COMPARATIF MONTRE LES DIFFERENTS TYPES DES PANNEAUX SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES.	43
TABLEAU 5 : AVANTAGES ET INCONVENIENTS D'UN SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE.	54
TABLEAU 6 : LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS DE CHAQUE MODELE DES CAPTURES.	59
TABLEAU 7 : LES CARACTERISTIQUES DES MODULES PV, BATTERIES, ONDULEUR UTILISE.	62
TABLEAU 8 : LES TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES DE BISKRA 2022.....	75
TABLEAU 9 : LES PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES DE BISKRA 2022.....	75
TABLEAU 10 : VITESSE MOYENNES MENSUELLES DE BISKRA 2022.....	77
TABLEAU 11: HUMIDITE RELATIVE MOYENNES MENSUELLES DES VENTS DE BISKRA 2022.....	80
TABLEAU 12: CROISSANCE DEMOGRAPHIQUE DE LA VILLE DE BISKRA.	93
TABLEAU 13: L'APPROVISIONNEMENT EN ELECTRIQUE DANS LA VILLE DE BISKRA (ALIMENTATION ELECTRIQUE).	94
TABLEAU 14 : : COMPOSITION DE POPULATION, LOGEMENTS DE CAS D'ETUDE.....	113
TABLEAU 15: LES ETAPES ET LES CALCULS DE COUT ANNUEL DE L'ELECTRICITE DE UN SEUL LA MAISON.	116

Liste des schémas:

SCHEMA 1: SCHEMA DU TRIANGLE DU DEVELOPPEMENT DURABLE.....	11
SCHEMA 2: SCHEMA EXPLICATIF DE L'INVENTION DES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES.	39
SCHEMA 3: SCHEMA DE PRINCIPE DU SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE ALIMENTANT LA MAISON SOLAIRE PILOTE.	61
SCHEMA 4: LA SITUATION DE LA ZONE D'ETUDE PAR APPORT A LA VILLE DE BISKRA.	99
SCHEMA 5: L'ACCESSIBILITE DE LA ZONE D'ETUDE.	100
SCHEMA 6: SCHEMA LE TISSU BATI DANS LA ZONE D'ETUDE.....	102
SCHEMA 7: SCHEMA LES GABARITS DANS LA ZONE D'ETUDE.	103
SCHEMA 8: SCHEMA LE SYSTEME VIAIRE DANS LA ZONE D'ETUDE.	106
SCHEMA 9: LES COUPES URBAINES DE CHAQUE VOIS DE LA ZONE D'ETUDE.....	107
SCHEMA 10: SCHEMA RESEAU ELECTRIQUE DE LA ZONE D'ETUDE.....	111

Liste des Images :

IMAGE 1: ENERGIES FOSSILES (CHARBON).....	18
IMAGE 2: INTEGRATION DU CAPTEUR SUR UNE TOITURE EN PENTE.	57
IMAGE 3: MUR RIDEAU EN FAÇADE, PROTECTION SOLAIRE ET ALLEGE DE BALCON	58
IMAGE 4: PLAN DE LA MAISON SOLAIRE.	60
IMAGE 5: BISKRA AUJOURD'HUI.	88
IMAGE 6: L'ETAT DE BATI DANS LA ZONE D'ETUDE.	103
IMAGE 7: L'ETAT DE BATI DANS LA ZONE D'ETUDE.	104
IMAGE 8: LES TOITURES INCLINEES.	105
IMAGE 9: LE STATIONNEMENT SUR LA ROUTE DU BOULEVARD.	107
IMAGE 10: L'ETAT DES PARKINGS AU NIVEAU D'HABITAT.	108
IMAGE 11: L'ETAT DEGRADE DU MOBILIER URBAIN.	109
IMAGE 12: DES BANCS CONSTRUIT EN BETON CASSES.....	109
IMAGE 13: LA MAUVAISE GESTION DES DECHETS.....	110
IMAGE 14: L'UTILISATION ENERGETIQUE DANS LA ZONE D'ETUDE	112

Liste des Figures :

FIGURE 1: MODELISATION DU DEVELOPPEMENT DURABLE.	10
FIGURE 2: ENJEUX SOCIAUX DU DD.	15
FIGURE 3: ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DU DD.	16
FIGURE 4: ENJEUX ECONOMIQUES DU DD.	16
FIGURE 5: LES DIFFERENTS TYPES D'ENERGIES RENOUVELABLES.	19
FIGURE 6: MODE DE FONCTIONNEMENT DE L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE.	21
FIGURE 7: MODE DE FONCTIONNEMENT DE L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE.	21
FIGURE 8: MODE DE FONCTIONNEMENT DES EOLIENNES.	23
FIGURE 9 : TRANSFORMATION DU MOUVEMENT D'EAU EN ELECTRICITE.	23
FIGURE 10: TRANSFORMENT DE MOUVEMENT DE L'EAU EN ELECTRICITE.	24
FIGURE 11: ENERGIE GEOTHERMIE.	25
FIGURE 12: ENERGIE MARINES.	26
FIGURE 13: LES DIFFERENTS ENERGIES PRODUITE PAR LE SOLAIRE.	35
FIGURE 14: PRINCIPE D'ENERGIE SOLAIRE.	36
FIGURE 15: LES COMPOSANTES D'UN RAYONNEMENT SUR UN PLAN INCLINE.	37
FIGURE 16: SYSTEME PASSIF.	37
FIGURE 17: FONCTIONNEMENT DETAILLE DE L'EFFET PHOTOVOLTAÏQUE.	40
FIGURE 18: SCHEMA DE PANNEAU PHOTOVOLTAÏQUE.	42
FIGURE 19 : LES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES EN SILICIUM.	44
FIGURE 20 : LES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES N'UTILISANT PAS DE SILICIUM.	45
FIGURE 21: INCLINAISON, ORIENTATION ET LATITUDE DES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUE.	46
FIGURE 22: STRUCTURE D'UN SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE AUTONOME.	46
FIGURE 23: STRUCTURE D'UN SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE CONNECTE AU RESEAU.	48
FIGURE 24: SYSTEME DE FIXATION POUR MODULES PHOTOVOLTAÏQUES SUR TOUT TYPE DE COUVERTURE.	50
FIGURE 25: SYSTEME DE FIXATION TOITURE.	50
FIGURE 26: STRUCTURE D'UN SYSTEME PV AUTONOME.	55
FIGURE 27: STRUCTURE D'UN SYSTEME PV CONNECTE AU RESEAU.	56
FIGURE 28: STRUCTURE D'UN SYSTEME PV CONNECTE AU RESEAU.	56
FIGURE 29: L'ENSEMBLE DE LA MAISON SOLAIRE PILOTE DE L'UDES.	61
FIGURE 30: SITUATION DE LA WILAYA DE BISKRA.	68
FIGURE 31: APERÇU HISTORIQUE DE LA VILLE DE BISKRA.	83
FIGURE 32: LA VILLE DE BISKRA A L'EPOQUE COLONIALE I (1944-1965).	84
FIGURE 33: LE CONTROLE ET LA DOMINATION DES SOURCES D'EAU ET LES DIFFERENTES ETAPES D'EVOLUTION DU DAMIER COLONIALE DE BISKRA.	85
FIGURE 34 : SCHEMATISATION DU TISSU URBAIN DE BISKRA A L'EPOQUE COLONIALE III (1932-1962).	86
FIGURE 35: SCHEMATISATION DU TISSU URBAIN DE BISKRA A L'EPOQUE D'INDEPENDANCE ENTRE 1962 ET 1977 ET ENTRE 1977 ET 1986.	87
FIGURE 36: CROISSANCE - URBAINE DE LA VILLE DE BISKRA.	90
FIGURE 37: ESQUISSE DE L'ORIENTATION DE L'ENSOLEILLEMENT ET DES VENTS.	101

Liste des Courbes Graphiques :

COURBE GRAPHIQUE 1: COURBE LES TEMPERATURES ET LA QUANTITE DE PRECIPITATIONS DE BISKRA ENREGISTREES EN 2022.	76
COURBE GRAPHIQUE 2: COURBE GRAPHIQUE DES VITESSES DES VENTS DE BISKRA.	78
COURBE GRAPHIQUE 3 : COURBE GRAPHIQUE DES HEURES D'ENSELLEMENT EN BISKRA 2022.	81

Liste des Diagrammes:

DIAGRAMME 1: DIAGRAMME D'EVOLUTION DE LA POPULATION DANS LA PERIODE 1966-2008 DANS LA COMMUNE DE BISKRA..... 92

Liste des Cartes:

CARTE 1: CARTE DE SITUATION DE LA WILAYA DE BISKRA.	69
CARTE 2: SITUATION DE LA COMMUNE DE BISKRA PAR RAPPORT A LA WILAYA.....	70
CARTE 3:CARTE TOPOGRAPHIQUE DE LA COMMUNE DE BISKRA.....	70
CARTE 4: CARTE DES PENTES DE LA COMMUNE DE BISKRA.	71
CARTE 5: CARTE DES ALTITUDES DE LA COMMUNE DE BISKRA.	72
CARTE 6: CARTE D'ESQUISSE GEOLOGIQUE DE LA WILAYA DE BISKRA	73
CARTE 7: CARTE HYDROGRAPHIQUE DE LA COMMUNE DE BISKRA.....	74
CARTE 8: CARTE DE REPARTITION DES TEMPERATURES DANS LA WILAYA DE BISKRA.	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
CARTE 9: CARTE DE PRECIPITATION DE LA WILAYA DE BISKRA.	77
CARTE 10: CARTE DE LA DIRECTION ET LA VITESSE DES VENTS DE LA WILAYA DE BISKRA.	79
CARTE 11: CARTE DE ZONING DU TISSU URBAIN DE LA VILLE DE BISKRA SELON L'HISTOIRE DE LEUR CROISSANCE.	91

Sommaire

Remerciements.....	2
Dédicaces.....	3
Résumé :.....	4
Liste des tableaux :.....	0
Liste des schémas:.....	0
Liste des Images :.....	0
Liste des Figures :.....	1
Liste des Courbes Graphiques :.....	1
Liste des Diagrammes:.....	2
Liste des Cartes:.....	2
Introduction générale :.....	A
Problématique :.....	C
Hypothèses :.....	E
Objectifs :.....	E
Structure du mémoire :.....	E
La méthodologie de recherche :.....	G
Chapitre 1	8
Le Développement Durable Et Les Energies Renouvelables	8
Introduction :.....	9
I. Notions sur le développement durable (D.D) :.....	9
2. Les piliers du développement durable :.....	10
3. Les principes du développement durable :.....	12
4. Les objectifs des indicateurs du développement durable :.....	14
5. Les enjeux du développement durable :.....	15
II. Notions sur Les énergies renouvelables :.....	17
1. Concepts des énergies :.....	17
2. Définition des énergies renouvelables :.....	20
3. Différents types d'énergie renouvelable :.....	20
4. Comparaison entre les énergies renouvelables et les énergies fossiles :.....	26
5. Les avantages des énergies renouvelables :.....	29
6. Energies renouvelables perspectives 2050 :.....	29
III. Lien entre les énergies renouvelables et le DD :.....	31
Conclusions :.....	33

Chapitre 2	34
Exploitation D’Energie Solaire photovoltaïque dans L’habitat	34
Introduction :	35
I. L’énergie solaire :.....	35
1. Définition :.....	35
2. Les types d’énergie solaire :.....	37
II. L’énergie solaire photovoltaïque :	38
1. Définition et historique du photovoltaïque :.....	38
2. Effet Photovoltaïque :.....	40
4. Différents types des panneaux solaires photovoltaïques :.....	42
5. L’orientation optimale d’un panneau solaire photovoltaïque :.....	45
6. Les secteurs d’application de l’énergie photovoltaïque :	46
7. Installation du système PV :.....	49
8. Maintenance d’énergies photovoltaïques :.....	52
9. Avantages et inconvénients de système photovoltaïque :.....	54
III. Le Système photovoltaïque dans le secteur d’habitat :	55
a. Habitat isolé :.....	55
b. Habitat connecté au réseau :.....	55
IV. Intégration des panneaux photovoltaïques dans la toiture :	57
V. Exemple: (Smart Home) - Bousmaïl-Tipaza:	60
Conclusion :	64
DEUXIÈME PARTIE :	65
PARTIE PRATIQUE	65
Chapitre 3	66
La croissance urbaine et les besoins énergétiques de la ville de Biskra	66
Introduction :	67
I. Présentation de la ville de Biskra :.....	68
1. Situation géo-administrative :	68
2. Topographie de la ville de Biskra :	70
3. Les Pentes :.....	71
4. Les Altitudes:	72
5. Données géographiques de la ville de Biskra :	72
6. Hydrographie :.....	73
7. Données climatiques de la ville de Biskra :.....	75
II. La croissance urbaine de la ville de Biskra :.....	82
1. La période l’époque pré coloniale :	82

2.	L'époque coloniale :	83
3.	L'époque post coloniale : l'époque d'indépendance :	86
4.	Époque actuelle : Biskra aujourd'hui :	88
III.	Résultats de l'analyse objective de l'état de l'art historique de Biskra :	89
IV.	La Population et les Données énergétiques de la ville de Biskra :	92
1.	La population :	92
1.	Les Données Energétiques :	93
V.	Évaluation Proposée des Coûts et Besoins Matériels pour l'Intégration des Panneaux Solaires dans la Commune de Biskra :	94
	Conclusion :	96
	Chapitre 4	97
	Présentation et investigation du cas d'étude	97
	Introduction :	98
I.	La situation géographique de la zone d'étude :	99
2.	L'orientation d'ensoleillement et des vents :	101
3.	La morphologie de la zone d'étude :	102
II.	Simulation énergétique de quartier de cas d'étude :	113
1.	La Composition de la population et de logement dans la zone d'étude :	113
2.	Estimation proposée des couts, les besoins de l'intégration d'un système énergétique dans de quartier :	113
III.	Entretiens et questionnaire auprès les habitants :	117
	Conclusion Générale :	126
	Annexe :	1
	Références bibographique.....	5

Chapitre Introductif

Introduction générale :

L'intégration des énergies renouvelables dans les zones urbaines constitue un enjeu crucial pour le développement durable et la réduction de l'empreinte carbone des villes. Avec l'urbanisation rapide et l'augmentation de la consommation énergétique, il est impératif de trouver des solutions alternatives pour satisfaire les besoins énergétiques tout en minimisant les impacts environnementaux. Parmi les différentes sources d'énergie renouvelable, on trouve l'énergie solaire qui se distingue comme une option particulièrement prometteuse, surtout dans les régions bénéficiant d'un ensoleillement important. ¹

L'habitat individuel de style colonial, caractérisé par des bâtiments souvent spacieux avec des toits inclinés et des cours ouvertes, présente un potentiel unique pour l'intégration des solutions solaires. Ce style architectural, courant dans de nombreuses régions du monde, allie esthétique et fonctionnalité, offrant des surfaces adaptées pour l'installation de panneaux solaires. L'orientation des toits et la disposition des bâtiments jouent un rôle déterminant dans l'optimisation de la captation de l'énergie solaire.

Dans le contexte spécifique des quartiers résidentiels coloniaux, plusieurs défis et opportunités se présentent. D'une part, les contraintes architecturales et historiques peuvent limiter les modifications structurelles majeures, nécessitant des approches innovantes et respectueuses du patrimoine. D'autre part, les vastes toitures et les espaces ouverts offrent des surfaces idéales pour l'installation de systèmes photovoltaïques et thermiques.²

Pour réussir l'intégration des énergies renouvelables dans ces zones urbaines, il est essentiel de réaliser des analyses détaillées prenant en compte divers facteurs : orientation solaire, ombrage, infrastructure électrique existante, et acceptation sociale. Les solutions doivent être adaptées non seulement aux caractéristiques techniques des bâtiments, mais aussi aux besoins et aux attentes

des résidents. Des initiatives de sensibilisation et des incitations financières peuvent également jouer un rôle clé dans l'adoption de ces technologies.

L'étude de cas sur l'intégration des énergies renouvelables dans les habitats individuels coloniaux permet de développer des modèles reproductibles et adaptables à d'autres contextes urbains. Elle démontre comment l'harmonisation entre le respect du patrimoine architectural et les innovations technologiques peut contribuer à créer des villes plus durables et résilientes.

En somme, l'intégration des énergies renouvelables dans les zones urbaines, et en particulier dans l'habitat individuel colonial, représente une voie prometteuse vers un avenir énergétique plus propre et plus durable. Il s'agit d'un défi complexe qui nécessite une approche multidisciplinaire, intégrant l'architecture, l'ingénierie, et les sciences sociales pour réussir la transition énergétique urbaine.³

Problématique :

Dans un monde de plus en plus industriel où les sources d'énergie deviennent le souci majeur de la plupart des pays, et dans un monde qui souffre du réchauffement climatique due à la surexploitation des énergies fossiles, le recours à une énergie alternative devient fortement indispensable, une ligne directrice suivie actuellement par beaucoup de pays dans le monde.

Un pays comme le nôtre, lourdement et fortement marqué par une dépendance excessive vis-à-vis des hydrocarbures, vue la situation économique fragile et alarmante, l'Algérie a opté ces dernières années pour une nouvelle politique qui vise à l'exploitation massive des énergies renouvelable. Les autorités algériennes se concentrent sur la mise au point d'énergies alternatives aux deux principales sources d'énergie qui sont actuellement exportées : le pétrole et le gaz.

Dans ce contexte ; il est nécessaire de réfléchir à la façon de créer une zone urbaine a Energie zéro ou positive qui offre une production énergétique égale ou supérieure que à sa consommation dans le but de réduire cette consommation des énergies fossiles en les remplaçant par des énergies renouvelables qui assure le confort en limitant des déchets (CO2 ...), à travers une conception réfléchie et un comportement énergétique contrôlé.

En Algérie, la plupart des zones urbaines et des équipements construits (habitat individuel) ne sont pas relativement des producteurs d'énergie, ce qui signifie que ces bâtiments ont des forts consommateurs des énergies fossiles c'est-à-dire que l'efficacité énergétique n'est pas appliquée dans ces bâtiments. De plus, ils utilisent des énergies fossiles pour assurer le fonctionnement des différentes installations, Ces actions sont à l'origine de ces changements climatiques.

L'efficacité énergétique dans les zones urbaines est perçue par de nombreux de spécialistes et de chercheurs comme la solution précieuse pour répondre en partie aux difficultés et aux problèmes énergétiques actuels (économie des ressources fossile, réduction des gaz à effets de serre, utilisation d'énergies

renouvelables et les outils de production de l'énergie à la conception) ,Les énergies renouvelables sont aussi plus écologiques, disponibles en rentabilisées, mais il faut citer qu'elle présentent aussi des points de faiblesses comme un coût relativement important à l'achat des installations dont la rentabilité peut se faire attendre des années, et entretien ainsi qu'un suivi important, etc

À la lumière de ce qui précède et en ce qui concerne la prise en compte du l'intégration des énergies renouvelables dans les zones urbaines en particulier les énergies solaires, il apparaît clairement que la problématique fondamentale qui s'impose réside dans les questions suivantes :

- ❖ Comment optimiser l'intégration des énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire, en milieu urbain et dans les maisons afin de maximiser ses avantages environnementaux, économiques et sociaux ?
- ❖ Comment garantir une transition équitable vers l'énergie solaire urbaine, en veillant à l'accessibilité financière, à la création d'emplois inclusifs et à une participation communautaire significative ?

Hypothèses :

Dans cette perspective, on a énoncé deux hypothèses fondamentales :

- L'intégration de l'énergie solaire dans les zones urbaines et les habitations peut significativement réduire les émissions de gaz à effet de serre et aider à lutter contre le changement climatique.
- L'adoption massive des technologies d'énergie renouvelable, en particulier l'énergie solaire, en milieu urbain peut entraîner des économies substantielles tant pour les foyers individuels que pour la communauté entière.

Objectifs :

Notre objectif principal de cette recherche est Consiste à réaliser une transition énergétique durable qui améliore la sécurité énergétique et réduit la dépendance aux combustibles fossiles, diminuant ainsi les coûts et améliorant la santé publique. Ils visent également à promouvoir le développement durable, l'innovation technologique et la résilience urbaine, tout en mettant l'accent sur la protection de l'environnement, l'amélioration de la qualité de vie et le soutien à l'inclusion sociale grâce à l'accès universel à l'énergie et à l'autonomisation des communautés locales.

Structure du mémoire :

Pour élaborer cette recherche, on a opté pour la structuration suivante :

- **Partie I : Partie théorique :**

Le 1er chapitre : intitulé Le Développement Durable Et Les Energies

Renouvelables, Dans ce chapitre, les concepts du développement durable et des énergies renouvelables ont été abordés. Le développement durable implique une croissance économique et sociale qui préserve les ressources naturelles pour les générations actuelles et futures. Quant aux énergies renouvelables, ce sont des sources d'énergie basées sur des ressources naturelles renouvelables telles que le

soleil, le vent et l'eau. Ces deux concepts sont étroitement liés, car le développement durable repose sur l'utilisation des énergies renouvelables pour réduire les émissions nocives pour l'environnement et promouvoir la durabilité de la croissance économique.

Le 2eme chapitre : ce chapitre vise à étudier la 2ème partie du thème de recherche, qui traite de l'exploitation de l'énergie solaire photovoltaïque dans les habitations. Il examine les différentes technologies et installations permettant de convertir l'énergie solaire en électricité pour une utilisation domestique. Les avantages de cette approche incluent la réduction des coûts énergétiques à long terme, ainsi que la réduction de l'empreinte carbone des habitations. Des considérations pratiques telles que l'emplacement des panneaux solaires, leur entretien et les réglementations locales sont également abordées pour une mise en œuvre efficace et durable de cette technologie.

- **Partie II : Partie Analytique :**

Le 3eme chapitre : intitulé La croissance urbaine et analyse énergétique de la ville de Biskra , Ce chapitre se propose d'explorer la relation complexe entre la croissance urbaine , La Population et les Données énergétiques de la ville de Biskra pour propose une estimation économique énergétique . autrement dit, Nous examinerons comment cette ville en pleine expansion peut tirer parti de son potentiel solaire abondant pour alimenter sa croissance tout en contribuant à la lutte contre le changement climatique et à la préservation de son environnement naturel.

Le 4eme chapitre : nous l'avons consacré aux trois points qui traitent : en premier lieu, la situation géographique et l'Analyse de tissu bâti et non bâti du cas d'étude qui est le quartier de la gare., En second lieu, Nous avons réalisé une étude de cas pour simuler l'énergie du quartier et de chaque maison individuelle . Ensuite, nous avons proposé de calculer le coût de chacun séparément. Et finalement , nous avons préparé une liste de recommandations

susceptibles de faire du quartier La Gare un meilleur modèle d'intégration des énergies renouvelables et d'élargir la portée des recommandations pour de nouveaux projets.

La méthodologie de recherche :

Afin de trouver des réponses aux problèmes et questions soulevés, de confirmer ou d'infirmier les hypothèses préétablies, et d'atteindre les objectifs de notre travail, nous avons choisi la méthodologie suivante :

Premièrement, dans la partie théorique, nous explorerons les concepts de développement durable et d'énergies renouvelables.

Deuxièmement, dans la partie appliquée, nous étudierons la croissance urbaine et les besoins en énergie de la ville de Biskra.

Troisièmement, nous évaluerons une proposition de coûts et de besoins matériels pour l'intégration de panneaux solaires dans la commune de Biskra.

Quatrièmement, nous présenterons et étudierons un cas pratique en appliquant les recommandations formulées.

PREMIÈRE PARTIE :
CORPUS THÉORIQUE DU SUJET

Chapitre 1

Le Développement Durable Et Les Energies Renouvelables

Introduction :

Le développement durable et l'adoption des énergies renouvelables sont devenus des impératifs incontournables dans la quête d'un avenir viable pour notre planète. Alors que notre société continue de croître et de prospérer, les pressions exercées sur les ressources naturelles et l'environnement sont devenues plus évidentes que jamais. Cette introduction se concentre sur la nécessité de concilier le progrès économique, social et environnemental à long terme à travers l'application de principes de durabilité et l'exploitation judicieuse des ressources renouvelables.

I. Notions sur le développement durable (D.D) :

1. Définition du D.D :

Il y a plusieurs définitions de référence :

- ✚ **Celle de l'Union Internationale pour la conservation de la nature (1980)⁴** qui stipule que le développement durable "est un développement qui tient compte de l'environnement, de l'économie et du social".⁵
- ✚ **La commission Brundtland (1987)⁶** défini « le développement durable comme étant un développement qui satisfait les besoins des générations actuelles sans compromettre la capacité des générations futures à réaliser leurs propres besoins ». ⁷
- ✚ **Selon la loi n° 03-10** le développement durable est Un concept qui vise la conciliation entre le développement socio-économique permanent et la protection de l'environnement, c'est à dire l'intégration de la dimension environnementale dans un développement qui vise à satisfaire les besoins des générations présentes et futures.⁸

Tableau 1 : Synthèse des éléments de définitions du développement durable.⁹

Catégorie institutionnelle	Catégorie économie et environnement	Catégorie économie
Équilibre entre L'économie, L'environnement et le Social Formulation Éléments dans l'énoncé	Équilibre entre l'économie Et l'environnement Productivité des ressources	Articulation avec le social Investissement social Durabilité d'un Développement bénéfique Durabilité des choix de Développement
Définition Brundtland (Équité Intergénérationnelle) Énoncé du principe	Contrainte Environnementale Production consommation	Durabilité économique et Managériale économie Durable court terme /long Terme gestion adaptative

Source : Marie-Claude Smouths, *Le développement durable les termes du débat*, p 241.

2. Les piliers du développement durable :

La notion de développement durable se manifeste dans l'intégration des trois objectifs l'efficacité économique, l'équité sociale et la préservation de l'environnement.

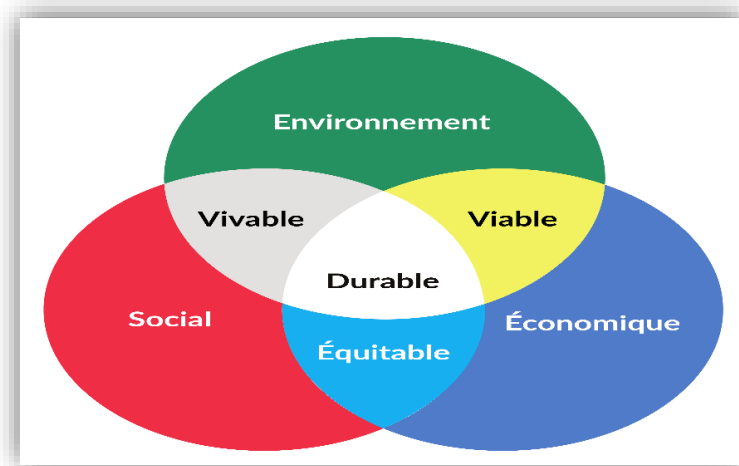


Figure 1: Modélisation du développement durable.

Source : André Cholley, *développement durable (l'information géographique)*, p 11

Le premier volet s'intéresse à l'environnement, Deux autres volets sont en effets indissociables sont : l'économique et le social.

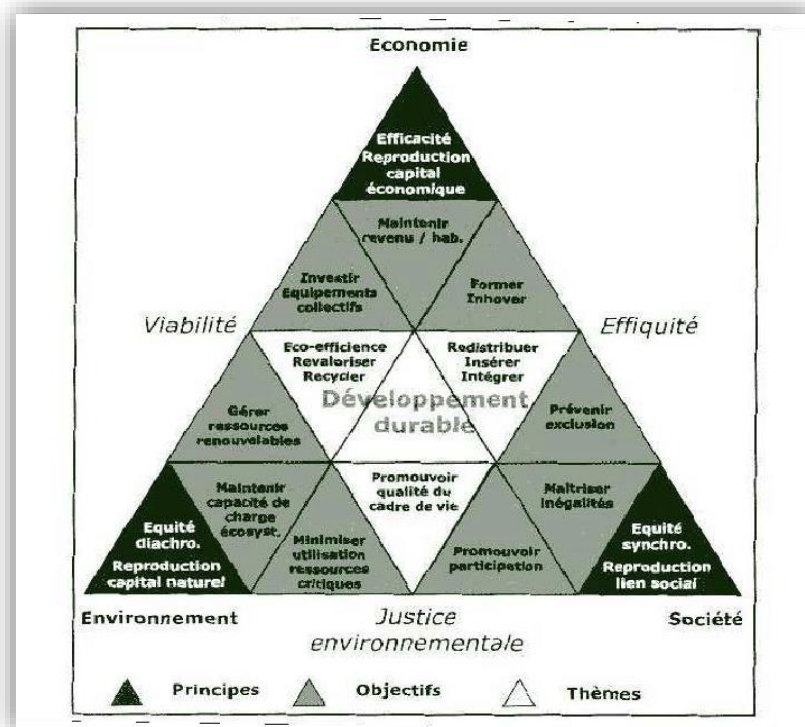


Schéma 1: schéma du triangle du développement durable.

Source : Antonio Da Cunha et al, 2005, "Enjeux du développement urbain durable", éd. Presses polytechniques et universitaires Romandes, Italie, p. 16.

- a. **Viabilité** : Le développement viable est un processus d'harmonisation des objectifs économiques et Environnementaux permettant une efficacité allocutive de long terme du capital naturel. La variable d'harmonisation ici est le « ménagement des ressources ».¹⁰
- b. **Effiquité** : L'organisation sociale est le seul moyen garantissant l'insertion de l'économie dans le social, favorisant ainsi la production de richesse.
- c. **L'équité environnementale** : La notion de justice environnementale renvoie à l'identification des inégalités dans la distribution territoriale des avantages et des couts environnementaux.¹¹

3. Les principes du développement durable :¹²

- **Santé et qualité de vie** : Les personnes, la protection de leur santé et l'amélioration de leur qualité de vie sont au centre des préoccupations relatives au développement durable, ils ont droit à une vie saine et productive, en harmonie avec la nature.
- **Équité et solidarité sociale** : Les actions de développement doivent être entreprises dans un souci d'équité intra et intergénérationnelle, ainsi que d'éthique et de solidarité sociales.
- **Protection de l'environnement** : Pour parvenir à un développement durable, la protection de l'environnement doit faire partie intégrante du processus de développement.
- **Efficacité économique** : L'économie doit être performante, porteuse d'innovation et d'une prospérité économique favorable au progrès social et respectueuse de l'environnement.
- **Participation et engagement** : La participation et l'engagement des citoyens et des groupes qui les représentent sont nécessaires pour définir une vision concertée du développement et assurer sa durabilité sur les plans environnemental, social et économique.
- **Accès au savoir** : Les mesures favorisant l'éducation, l'accès à l'information et la recherche doivent être encouragées de manière à stimuler l'innovation, ainsi qu'à améliorer la sensibilisation et la participation effective du public à la mise en œuvre du développement durable.
- **Prévention** : En présence d'un risque connu, des actions de prévention, d'atténuation et de correction doivent être mises en place, en priorité à la source.
- **Précaution** : Lorsqu'il y a un risque de dommage grave ou irréversible, l'absence de certitude scientifique complète ne doit pas servir de prétexte, pour

remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir une dégradation de l'environnement.

- **Protection du patrimoine culturel** : Le patrimoine culturel, constitué des biens, des lieux, des paysages, des traditions et des savoirs, reflète l'identité d'une société. Il transmet les valeurs de celle-ci de génération en génération et sa conservation favorise le caractère durable du développement. Il importe d'assurer son identification, sa protection et sa mise en valeur, en tenant compte des composantes de rareté et de fragilité qui le caractérisent.
- **Préservation de la biodiversité** : La diversité biologique rend des services inestimables et doit être conservée pour le bénéfice des générations actuelles et futures. Le maintien des espèces, des écosystèmes et des processus naturels qui entretiennent la vie est essentiel pour assurer la qualité de vie des citoyens.
- **Respect de la capacité de support des écosystèmes** : Les activités humaines doivent être respectueuses de la capacité de support des écosystèmes et en assurer la pérennité.
- **Production et consommation responsables** : Des changements doivent être apportés dans les modes de production et de consommation en vue de rendre ces dernières plus viables et plus responsables sur les plans social et environnemental, entre autres par l'adoption d'une approche d'éco efficacité, qui évite le gaspillage et qui optimise l'utilisation des ressources.
- **Pollueur payeur** : Les personnes qui génèrent de la pollution ou dont les actions dégradent autrement l'environnement doivent assumer leur part des coûts des mesures de prévention, de réduction et de contrôle des atteintes à la qualité de l'environnement et de la lutte contre celles-ci.
- **Internalisation des coûts** : La valeur des biens et des services doit refléter l'ensemble des coûts qu'ils occasionnent à la société durant tout leur cycle de vie, de leur conception jusqu'à leur consommation et leur disposition finale.

4. Les objectifs des indicateurs du développement durable :¹³

a. Les indicateurs sociaux :

Les objectifs de l'étude sociale sont les suivants :

- La mise en valeur des ressources sociales et culturelles locales dans son aspect qualitatif et quantitatif.
- L'amélioration du cadre de vie en réponse à une demande sociale.
- La recherche d'un meilleur équilibre entre activités économiques et sociales entre territoire, non contradictoires avec la soutenabilité du développement à une dimension plus large.

b. Les indicateurs économiques :

Les critères d'intérêt économiques ont les objectifs suivants :

- Renforcement des potentiels d'emploi (emploi rapporté à l'investissement public).
- Opération propice à la pérennité des entreprises.
- Étude et analyse des coûts économiques en étudiant les coûts financiers (directs et indirects) de l'impact environnemental, social et territorial avec la mise en place d'outils d'évaluation.

c. Les indicateurs environnementaux :

Les critères d'intérêt environnementaux ont les objectifs suivants :

- Maîtrise des consommations d'énergie.
- Economie des ressources ; mise en valeur des ressources naturelles (eau, air, paysage).
- Réduction des déchets et impacts.
- Orientation du principe de précaution vers l'identification des problèmes et l'anticipation des crises.
- Prises en compte des réseaux d'infrastructure et de mode de transport au regard des perspectives énergétiques.

- Valorisation de la biodiversité des espèces animales et végétales.

5. Les enjeux du développement durable :¹⁴

Une classification des enjeux de Développement Durable (environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux) est proposée, tout en étant conscient que ces enjeux sont particulièrement intriqués, l'un ayant un effet sur l'autre. Il est donc important de bien s'assurer qu'une action engagée pour répondre à un enjeu n'a pas un effet négatif sur un autre enjeu.



Figure 2: Enjeux sociaux du DD.

Les enjeux sociaux visent à favoriser la cohésion sociale qui est traduite par la capacité de la société à assurer le bien-être de tous ses citoyens. Ce bien-être se traduit par la possibilité pour tout un chacun, d'accéder, quel que soit son niveau de vie, aux besoins essentiels : alimentation, logement, santé, accès égal au travail, sécurité, éducation, droits de l'homme, culture et patrimoine, etc



Figure 3: Enjeux environnementaux du DD.

En gros les enjeux environnementaux se basent sur le fait que les ressources naturelles ne sont pas infinies. Car la faune, la flore, l'eau, l'air et les sols, indispensables à notre survie, sont en voie de dégradation. Ce constat de rareté et de finitude des ressources naturelles se traduit par la nécessité de protéger ces grands équilibres écologiques pour préserver nos sociétés et la vie sur Terre.



Figure 4: Enjeux économiques du DD.

Le système économique actuel est libéral c'est-à-dire qu'il est basé sur le principe d'un marché où la concurrence est libre. Les activités économiques, si elles procurent richesses et emplois, sont également à l'origine de problèmes sociaux et écologiques graves. Le développement durable doit permettre

d'intégrer des préoccupations autres que financières dans le fonctionnement des acteurs économiques. En effet, on constate que la richesse produite est toujours plus inégalement répartie, que ce soit entre les pays ou entre les couches sociales d'un même pays.¹⁵

II. Notions sur Les énergies renouvelables :

1. Concepts des énergies :

a. Définition d'énergie :

Selon le dictionnaire français LAROUSSE Le mot énergie est d'origine latine, « Energia » qui veut dire « puissance physique qui permet d'agir et de réagir »

Suivant les différents domaines où on se trouve :

Par rapports aux physiciens et naturalistes : l'énergie est la puissance matérielle du travail.

Par rapports aux économistes : C'est la quantité de l'énergie mécanique commercialisée ; c'est à-dire l'ensemble des sources et des formes d'énergie susceptibles d'utilisation massive, aussi bien pour produire de la chaleur que pour actionner des machines.

Autrement dit l'ensemble des sources et des formes d'énergie susceptibles d'utilisation massive, aussi bien pour produire de la chaleur que pour actionner des machines.¹⁶

b. Types d'énergies :

Aujourd'hui l'énergie utilisée par l'homme se présente en de multiples et diversifiées formes, les sources d'énergie sont fréquemment classées en deux catégories : renouvelable et non renouvelable (fossiles). Le terme renouvelable n'est d'ailleurs pas à prendre au sens propre, il conviendrait de dire « renouvelable à l'échelle humaine » puisque le soleil qui en est le moteur essentiel direct ou

indirect a une durée de vie limitée. Dans la première figurent les énergies solaires (énergies radiatives), les énergies éoliennes (énergies cinétiques), la biomasse (énergies chimiques), les énergies hydrauliques (énergies cinétiques). Dans la seconde, les énergies fossiles (énergies chimiques) et nucléaires sont répertoriées. Au sens strict,

Les ressources énergétiques peuvent globalement être classées en ces deux catégories Selon.¹⁷

❖ **Les Combustibles Fossiles (non renouvelable) :**

L'énergie fossile désigne l'énergie que l'on produit à partir de roches issues de la fossilisation des êtres vivants : pétrole, gaz naturel et houille. Elles sont présentées en quantité limitée et non renouvelable, leur combustion entraîne des gaz à effet de serre.

Le pétrole, le charbon et le gaz naturel, trois énergies polluantes et non renouvelables, fournissent plus de 80 % de la consommation quotidienne mondiale d'énergie(étudier.2020). Aujourd'hui la communauté scientifique reconnaît la responsabilité de cette consommation sur le réchauffement climatique qui risque d'avoir des effets dramatiques sur les équilibres physiques, économiques, sociaux et politiques de notre planète.



Image 1: énergies fossiles (charbon)

Source : google image.

❖ Les énergies renouvelables (EnR) :

Sont des énergies inépuisables, issues des éléments naturels : le soleil, les vents, les chutes d'eau, les marées, la chaleur de la Terre, la croissance des végétaux...etc. On qualifie cette forme de l'Energie "flux" par opposition aux énergies "stock", elles-mêmes constituées de gisements limités de combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz, uranium). Contrairement à celle des énergies fossiles, l'exploitation des énergies renouvelables n'engendre pas ou peu de déchets et d'émissions polluantes. Ce sont les énergies de l'avenir. Malgré leurs potentiels, elles sont encore sous-exploitées car ces énergies renouvelables ne couvrent que 20 % de la consommation mondiale d'électricité.

L'intégration de ces énergies renouvelables dans l'habitat, vise à améliorer le confort des occupants en respectant l'environnement Elles présentent d'énormes avantages dans la mesure où elles ne produisent pas de gaz à effet de serre. Les prochaines années s'annoncent donc prometteuses pour ces énergies dites énergies propres.

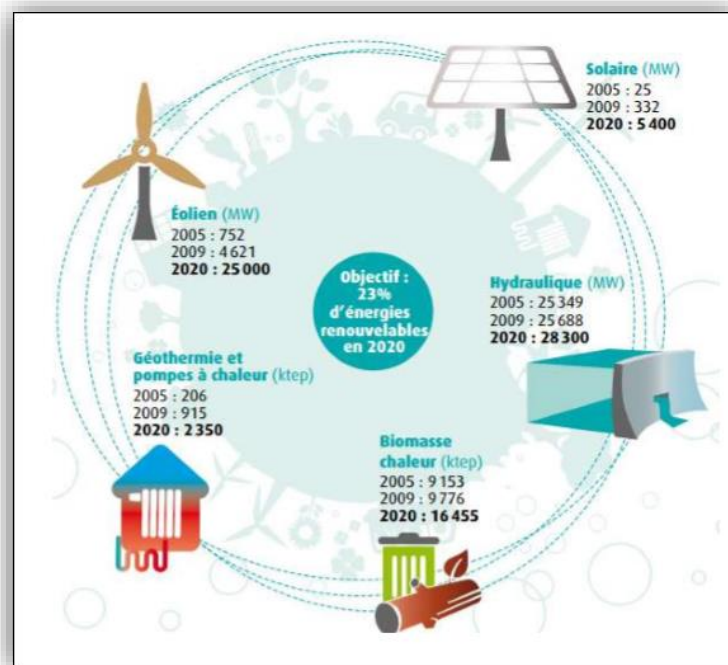


Figure 5: les différents types d'énergies renouvelables

Source : google image.

2. Définition des énergies renouvelables :

Une énergie renouvelable est une énergie exploitable par l'homme, de telle manière que ses réserves ne s'épuisent pas. En d'autres termes, sa vitesse de formation doit être plus grande que sa vitesse d'utilisation. De plus, cette énergie est inépuisable puis qu'elle peut être utilisée à l'infini. Les énergies renouvelables sont issues de phénomènes naturels tels que : le vent, l'eau, le soleil et la végétation.¹⁸

3. Différents types d'énergie renouvelable :¹⁹

Selon Brian Clegg, il existe différents types d'énergie renouvelable.

3.1. L'énergie solaire :

Par définition, l'énergie solaire est l'énergie dont la matière première est le soleil. Synonyme d'écologie, cette source d'énergie est en plus propre, c'est-à-dire qu'elle n'émet aucun gaz à effet de serre. On utilise l'énergie issue du soleil pour apporter de la chaleur et le maximum de lumière naturelle dans les bâtiments. La technique tient compte de l'architecture, l'orientation et les matériaux du bâtiment de manière à ce que celui-ci soit chauffé et éclairé par l'énergie solaire passive.

- Comment cela fonctionne ? C'est simple : les panneaux solaires thermiques contiennent des fluides caloporteurs. Une fois chauffés par le soleil, ces derniers chauffent à leur tour le ballon d'eau chaude. L'énergie thermique solaire ainsi obtenue peut être employée de différentes façons : chauffage solaire, chauffe-eau, cuisinières.

a. Energie solaire thermique :

La chaleur du Soleil peut être utilisée de manière directe pour chauffer un réservoir d'eau, sécher du linge (évaporation) ou tempérer les parois d'une maison. C'est le principe utilisé par les panneaux solaires thermiques qui sont placés sur les toits ou les façades des bâtiments. En transitant par les panneaux

solaires, l'eau est réchauffée par le Soleil, puis utilisée sur place, pour le chauffage ou l'eau sanitaire du bâtiment.

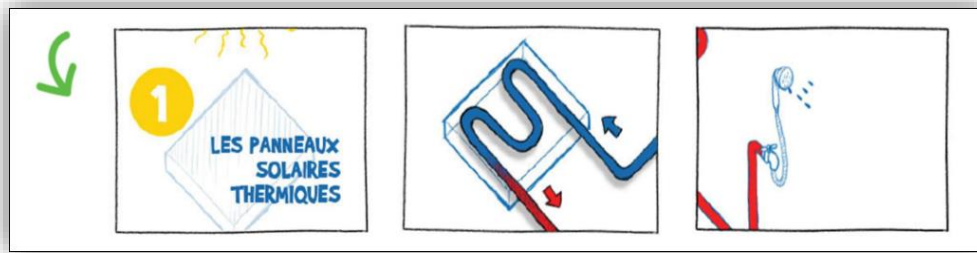


Figure 6: mode de fonctionnement de l'énergie solaire thermique

Source : Brian Clegg, 2018

b. Energie solaire photovoltaïque :

Si l'énergie solaire thermique est obtenue par la chaleur du soleil, l'énergie solaire photovoltaïque l'est par l'énergie même du rayonnement solaire. Autrement dit, les panneaux photovoltaïques, souvent installés sur le toit, recueillent les photons du soleil et les transforment en électricité. Ces panneaux photovoltaïques sont composés d'une superposition de couches de cellules dont l'une est chargée négativement et l'autre positivement. Dès qu'un photon traverse ces couches, il produit une tension électrique. Il ne reste plus qu'à raccorder un fil à la borne négative et un autre à la borne positive pour exploiter l'électricité produite. En gros, l'énergie solaire photovoltaïque fonctionne comme une pile.

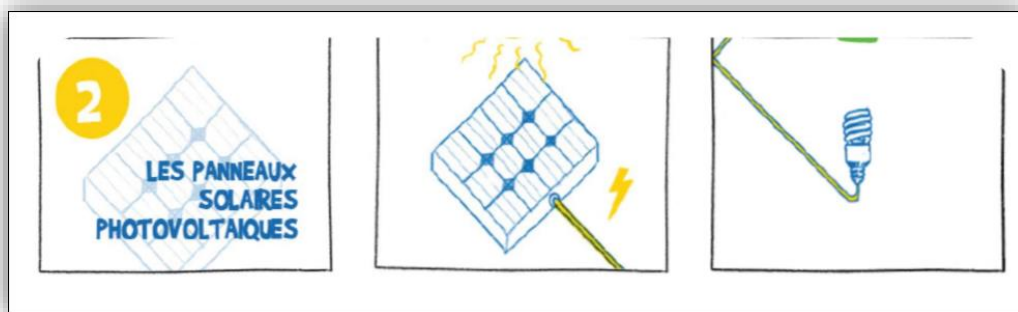


Figure 7: mode de fonctionnement de l'énergie solaire photovoltaïque

Source : Brian Clegg, 2018

c. L'énergie solaire thermodynamique :

L'énergie solaire thermodynamique, quant à elle, est produite par des centrales solaires à concentration. Cet équipement est composé de miroirs avec des fluides caloporteurs et d'un générateur d'électricité solaire. Tout comme les panneaux solaires thermiques, ces miroirs transforment l'énergie apportée par le rayonnement solaire en chaleur, mais à une température considérablement plus élevée. Cette dernière peut, d'ailleurs, aller de 250 à 800° en fonction des techniques utilisées. La chaleur ainsi obtenue va, ensuite, être convertie en énergie électrique en activant le turbo-alternateur.

3.2. L'énergie éolienne :**a. Les moulins à vent :**

Lorsque le vent passe à travers une hélice, elle se met à tourner. Ce mouvement mécanique entraîne la rotation d'une ou plusieurs autres roues qui, elles-mêmes, font bouger des outils. C'est ainsi qu'autrefois les moulins écrasaient les céréales, ou qu'ils actionnaient des pompes à eau.

b. Les éoliennes :

Les éoliennes fonctionnent sur le même principe que les moulins. Le vent fait tourner les pales (les bras) placées au sommet d'un mât. Ce mouvement entraîne la rotation d'un axe central (le rotor) relié à un générateur. L'énergie mécanique du vent est ainsi transformée en électricité. Les éoliennes sont généralement placées dans des zones dégagées et venteuses. On appelle « parc éolien » un site regroupant plusieurs éoliennes.

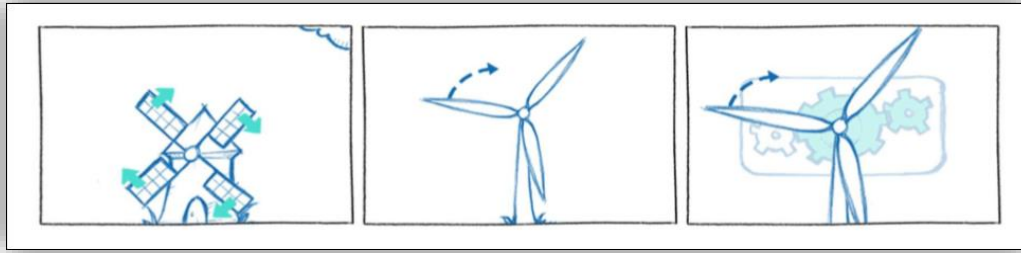


Figure 8: mode de fonctionnement des éoliennes Source : Brian Clegg,2018

3.3. L'énergie hydraulique :

a. Les installations à accumulation (barrages) :

Un barrage, c'est un mur construit dans la vallée d'une rivière. L'eau s'accumule derrière ce mur et forme un lac. Lorsque l'on veut produire de l'électricité, on ouvre une vanne (un gros robinet), et l'eau, qui s'écoule dans la conduite, entraîne la roue de la turbine. De cette façon, on peut contrôler la quantité et le moment où l'on produit de l'électricité, ce qui est pratique.

En montagne, ces installations ont l'avantage de disposer de grandes chutes. Et, comme vous le savez, plus la différence de hauteur entre la surface du lac (l'endroit où se trouve l'eau) et les turbines est grande, plus la pression est élevée.

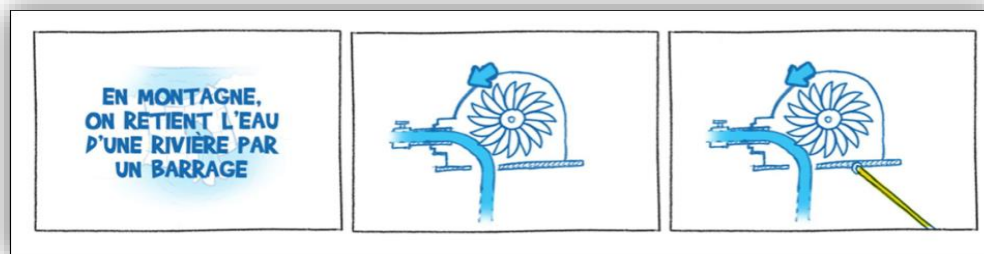


Figure 9 : transformation du mouvement d'eau en électricité Source : Brian Clegg,2018

b. Les petites hydrauliques (au fil de l'eau) :

Comme les moulins du passé, les petites centrales hydrauliques (moins de 10 mégawatts) se situent le long des rivières, à un endroit où la dénivellation est importante. L'installation "emprunte" de l'eau à la rivière en la faisant passer par une conduite pour l'amener jusqu'à une turbine qui va produire de l'électricité. Puis l'eau est rendue, intacte, à la rivière.



Figure 10: transformant de mouvement de l'eau en électricité Source : Brian Clegg, 2018

3.4. L'énergie de la biomasse :

Les différentes sortes de biomasse sont classées en deux familles : la biomasse sèche et la biomasse humide :

- a. **Le bois (biomasse sèche) :** Depuis que l'Humanité maîtrise le feu, elle utilise du bois pour se chauffer ou cuisiner. Aujourd'hui, la technique a évolué mais le principe reste le même : la biomasse sèche est brûlée dans des chaudières. On parle d'énergie-bois. Dans certains pays, comme en Tanzanie ou au Népal, elle couvre 80% des besoins en chauffage.
- b. **Le fumier (biomasse humide) :** Les excréments d'animaux mélangés à de la litière sont aussi une forme de biomasse. Tout comme les boues sanitaires, issues de nos toilettes ! Les gaz de fermentation qui se dégagent de ces matières sont utilisés pour se chauffer ou produire de l'électricité. On parle de biogaz.
- c. **Les plantes (biomasse humide) :** Les déchets végétaux qui forment le compost, comme les épluchures de cuisine ou les rebuts du jardinage, peuvent aussi servir à produire du biogaz. Il est même possible de produire de l'énergie à partir de la plupart de nos déchets biodégradables : les épluchures de cuisine (compost) et des jardins, les boues sanitaires (WC, douches), les déchets agricoles ou issus de l'industrie agroalimentaire... Certaines plantes peuvent être transformées en carburant pour faire tourner le moteur des véhicules, utilisé à la place (ou mélangé à) de l'essence. Par exemple, la betterave ou la

canne à sucre, les graines de tournesol ou les cacahuètes, produisent des biocarburants.

3.5. L'énergie géothermique :

Sais-tu qu'à environ 30 kilomètres sous tes pieds, il fait une température de 1'000 degrés ? L'origine de cette chaleur est double. Dans une petite mesure, elle vient du Soleil qui réchauffe la surface de la Terre. Mais c'est principalement le cœur de notre planète, le magma, qui est brûlant et chauffe la croûte terrestre. Le noyau de notre planète produit ainsi en permanence une quantité de chaleur inimaginable.

La preuve ? Dans les régions thermales, l'eau naturellement chaude issue des sources souterraines atteint jusqu'à 30°C, et parfois plus. Tu t'es même peut-être déjà baigné dans cette eau. Plus loin de chez nous, en cas d'éruption volcanique, le magma jaillit des profondeurs de la Terre. La lave, cette roche brûlante et liquide que crache le volcan, c'est du magma qui remonte à la surface.



Figure 11: Energie géothermie Source : google image

3.6. Energie marines :

Notre planète est en majeure partie recouverte d'eau : les mers et les océans représentent 70% de la surface du globe. Or, toute cette eau est loin d'être

tranquille. La mer est traversée de mouvements puissants, dus aux vents, aux courants marins et à la marée. Et qui dit mouvement, dit énergie !

Le problème, c'est que la mer est une puissance difficile à maîtriser. De plus, son eau est salée, et le sel est très corrosif (il ronge les installations). C'est pourquoi, à ce jour, les énergies marines n'ont pas encore démontré tout leur potentiel.²⁰

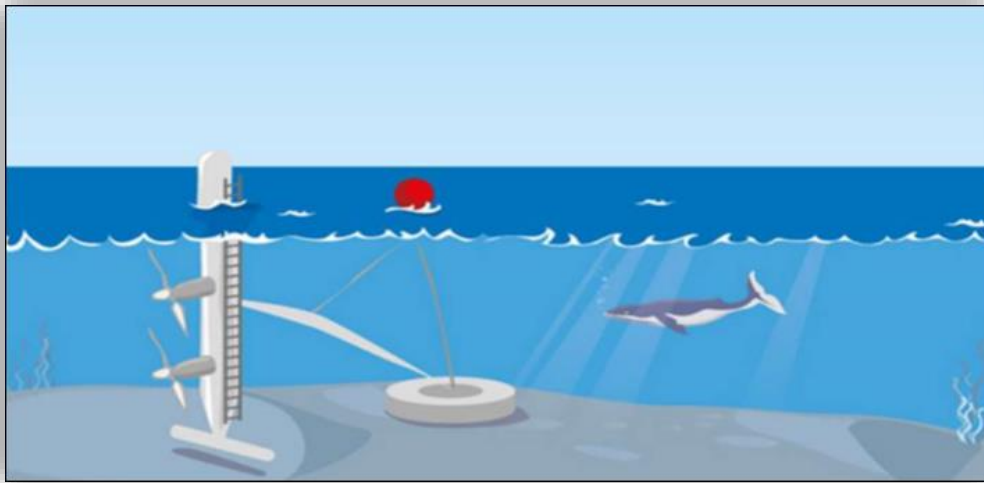


Figure 12: Energie marines Source : Brian Clegg,2018

4. Comparaison entre les énergies renouvelables et les énergies fossiles :

Avant de comparer entre les deux énergies nous allons tout d'abord parler des énergies fossiles comme suit :

- **Energies fossiles : de quoi s'agissent-elles ?** Les énergies fossiles font partie des énergies non renouvelables. Elles désignent l'énergie que l'on produit à partir de roches issues de la fossilisation des êtres vivants²¹. Au cours des 20ème et 21ème siècles, on a pu constater que l'utilisation des énergies fossiles ont permis un grand développement industriel à grande échelle dans certaine région du monde.²²

- **Différents types d'énergies fossiles** : On s'accorde à dire que les énergies fossiles sont de Sources épuisables et non durables, leur stock est limité dans le temps, ci-joint les sources majeures des énergies fossiles :

Tableau 2 : types énergies fossiles.²³

Energies	Description et utilisation
Le charbon (de terre et non de bois)	Historiquement, il est à l'origine de la révolution industrielle du 19eme siècle (il servait à la sidérurgie, chauffage, transport, l'éclairage public)
Le pétrole	C'est un liquide qui tire son nom du latin et qui signifie l'huile de roche. Utilisé comme carburant d'éclairage, ce n'est qu'à partir de 1860 que l'on commence à rechercher le pétrole en Allemagne et aux USA. Au début du 21eme siècle, il représente 40% de la consommation mondiale d'énergie.
Le gaz naturel	Historiquement, le gaz naturel fut initialement utilisé pour l'éclairage. L'accroissement de l'usage du gaz naturel s'est accéléré après la deuxième Guerre Mondial en raison du développement des infrastructures de transport, puis à la suite des chocs pétroliers des années 1970. Au début du 21 -ème siècle, le gaz naturel représentait entre 20% et 25% de la consommation mondiale d'énergie

Après cette parenthèse concernant les énergies fossiles, nous allons pouvoir entamer la comparaison entre les deux énergies (renouvelables / non renouvelables) tout en se basant sur les avantages et les inconvénients de chaque énergie, résumés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : avantages/inconvénients des énergies renouvelables et fossiles.²⁴

Energies	Avantages	Inconvénients
Renouvelables	<ul style="list-style-type: none"> • Elles sont inépuisables (tant que le monde existe , on pourra toujours en trouver) • On peut les trouver partout sur la planète • On peut les utiliser sans payer (seul le moyen de les obtenir est payant) • Pas de pollution 	<ul style="list-style-type: none"> • Chaque énergie renouvelable n'est pas toujours la même (par exemple, la puissance du soleil n'est pas toujours la même suivant l'heure , le mois ,la saisonetc.) • A elles seules, leur énergie n'est pas puissante, il faut utiliser certaines technologies pour les rendre plus fortes
Fossiles	<ul style="list-style-type: none"> • On peut les stocker facilement (dans une boîte par exemple pour le charbon) sans utiliser la technologie • Naturellement, elles possèdent une forte énergie (un litre de fioul correspond à l'énergie collectée par un panneau solaire d'un mètre carré pendant cent heures) 	<ul style="list-style-type: none"> • Elles sont épuisables (un jour, ces énergies ne seront plus disponibles, mais nous ne savons quand) • Elles ne sont présentes qu'à certains endroits de la planète • Pour en avoir, il faut les payer • Leurs combustions entraînent des gaz à effet de serre

✚ En résumé, les sources d'énergie renouvelables ont comme principal atout leur aspect écologique. Elles sont plus respectueuses de l'environnement, mieux réparties sur la planète, et surtout complètement gratuite, une fois l'investissement

initial récupéré.²⁵ Contrairement aux énergies fossiles qui sont aussi mauvaises pour l'environnement.

5. Les avantages des énergies renouvelables :

Les énergies renouvelables sont le vecteur énergétique du futur. En effet, trois facteurs concourent en faveur de ces énergies : la sauvegarde de l'environnement (ce sont des énergies propres), l'épuisement inévitable des ressources limitées de la planète, et leur rentabilité économique.

Le changement climatique inhérent à la pollution et à ses effets sur le milieu naturel, est au premier rang des préoccupations environnementales, depuis le sommet de terre, en outre les deux crises pétrolières des années 70 ont contraint les pays industrialisés à bien examiner l'emploi qu'ils font de leurs ressources et à prendre des mesures pour ne plus dépendre quasi uniquement des hydrocarbures pour leurs besoins en combustibles, ces pays entreprennent des recherches poussées pour trouver des substituts écologiques aux combustibles fossiles, quant aux pays en voie de développement il est d'une importance capitale pour eux, de diversifier leurs sources d'énergie.

6. Energies renouvelables perspectives 2050 :

Une étude américaine publiée dans la revue Joule en septembre 2017 menée par 27 scientifiques de l'université de Stanford (USA), confirme, la faisabilité d'une transition 100% renouvelables dans le monde d'ici 2050.

La feuille de route établit (pour 139 pays) une transition vers un système énergétique basé uniquement sur le vent, l'eau et le soleil à 80% d'ici 2030 et 100% d'ici 2050.

Ce scénario non seulement remplace la demande énergétique en business-usuel mais il la réduit aussi de 42,5%. En effet, le ratio énergétique de

l'électricité solaire, éolienne et hydraulique dépasse celui de la combustion étant donné que :

- Ces sources d'énergie renouvelables ne nécessitent pas d'extraction, de transport et de transformation (contrairement aux sources fossiles et fissile).
- Ces sources offrent une meilleure efficacité énergétique dans leur utilisation finale.

Au niveau socio-économique, cette transition créerait 24,3 millions d'emplois de plus que les emplois perdus dans les secteurs énergétiques traditionnels.

Au niveau de la santé, cette transition permettrait d'éviter aujourd'hui 4,6 millions/an de morts prématurées liées à la pollution de l'air et 3,5 millions/an en 2050. Elle permettrait également d'éviter 22,8 billions \$/an de coûts liés à la pollution de l'air et 28,5 billions \$/an de coûts liés aux changements climatiques. Selon les scientifiques, cette transition permettrait également de stabiliser les prix de l'énergie et d'augmenter l'accès à une énergie décentralisée dans le monde. Enfin, ce scénario éviterait un réchauffement climatique de 1,5°. ²⁶

III. Lien entre les énergies renouvelables et le DD :

Les énergies renouvelables et leur développement, sont indissociables du développement durable, en raison des éléments suivants :

- L'utilisation des énergies renouvelables permettrait de répondre aux besoins énergétiques de la population actuelle , mais également aux besoins des générations futures .En effet ,ces énergies sont renouvelables et leur plus grande utilisation permettra de mieux assurer la pérennité des ressources de la terre pour les générations de demain .Elle permettra également de prévenir l'épuisement des ressources naturelles avec les conditions nécessaires du développement durable (à savoir ses trois piliers).²⁷
- Dans la définition du développement durable figure également la conservation de l'équilibre général , de la valeur du patrimoine .Les énergies renouvelables répondent parfaitement à cette condition , étant donné qu'il s'agit d'énergies propres , non polluantes et ne produisant pas de gaz à effet de serre .Il faut donc préciser par exemple qu'en produisant de l'électricité grâce aux énergies renouvelables , on réduit la part d'électricité produite par les centrales énergétiques traditionnelles , conduisant directement à produire moins de déchets radioactifs à gérer par les générations à venir. ²⁸

De ce fait des pays se distinguent des autres en matière de transition vers les énergies renouvelables, ces derniers sont considérés comme étant les champions de cette transition car ils sont parvenus à établir une énergie à la fois plus propre, plus efficace, et qui soutienne l'infrastructure économique de façon efficace.

Voici le classement de ces dix pays, d'après le Rapport Global Energy Architecture Performance Index Report 2017 du World Economic Forum, qui a examiné les architectures énergétiques des différents pays du monde afin

d'analyser leurs performances à la fois en matière d'énergies propres et d'efficacité .

On trouve dans le classement et selon un ordre décroissant :²⁹

- L'Uruguay -La Nouvelle-Zélande -La Colombie -L'Espagne -L'Autriche -La France - Le Danemark - La Suède - La Norvège - La Suisse

Il est à noter que l'étude se base sur l'examen des architectures énergétiques des différents pays du monde afin d'analyser leurs performances à la fois en matière d'énergies propres et d'efficacité. Trois principaux critères ont été analysés :

- **La durabilité environnementale** : quels sont les impacts environnementaux des systèmes énergétiques des pays étudiés ? Sont-ils écologiques ? Polluent-ils ?
- **La stabilité et la sécurité des systèmes énergétiques** : les infrastructures énergétiques sont-elles fiables ? Facilement accessibles ? Y'a-t-il des risques ?
- **L'impact économique** : les infrastructures énergétiques du pays sont-elles efficaces pour soutenir l'activité économique du pays ? Sont-elles optimisées pour éviter les pertes ? Cela crée-t-il de la croissance ?

Conclusions :

Les énergies fossiles ont joué un rôle essentiel dans l'histoire de l'humanité, mais leur impact négatif sur l'environnement et la santé humaine est indéniable. Leur exploitation est étroitement liée à l'avènement de la révolution industrielle et au développement contemporain tel que nous le connaissons.

En revanche, l'adoption des énergies renouvelables offre une perspective prometteuse pour répondre aux besoins énergétiques actuels et futurs de la population. Leur caractère inépuisable, étant donné qu'elles sont issues de sources naturelles comme le vent, l'eau et le soleil, en fait une solution durable. Elles contribuent également à éviter l'épuisement des ressources naturelles, ce qui est un impératif pour le développement durable, en préservant l'équilibre environnemental et la valeur du patrimoine naturel.

De nombreuses études scientifiques menées à l'échelle mondiale, insistent sur le fait que le développement des énergies renouvelables est étroitement lié au développement durable. Par conséquent, les énergies renouvelables doivent être prises en considération pour les générations à venir.³⁰

Chapitre 2

Exploitation D'Energie Solaire photovoltaïque dans L'habitat

Introduction :

Les énergies renouvelables sont d'actualité et très favorisées du fait qu'elles sont abondantes et non polluantes. Parmi les énergies renouvelables, celle qui est la plus développée, la plus populaire et la plus répandue est l'énergie solaire. C'est une énergie très intéressante car elle peut être utilisée dans différents secteurs : l'agriculture, l'habitat, les centrales électriques, etc. De plus, nous avons le choix entre différentes installations pour optimiser son rendement selon son utilisation, que ce soit pour le chauffage, l'électricité, les chauffe-eau, le dessalement des eaux salines, etc.

I. L'énergie solaire :

1. Définition :

L'énergie solaire est l'énergie que dispense le soleil dans son rayonnement, direct ou diffus. Sur Terre Grâce à divers procédés elle peut être transformée en une autre forme d'énergie utile pour l'activité humaine, notamment en chaleur, en électricité ou en biomasse. Par Extension, l'expression « énergie solaire » est souvent employée pour désigner l'électricité ou l'énergie thermique obtenue à partir de cette dernière.³¹

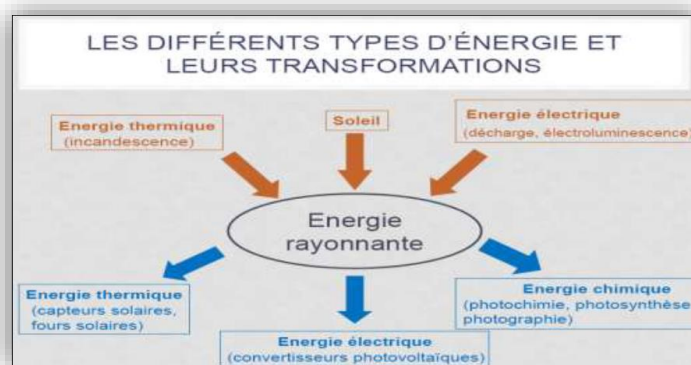


Figure 13: Les différents énergies produite par le solaire



Figure 14: Principe d'énergie solaire

✚ Le rayonnement solaire :³²

Comme nous le savons, le soleil est une étoile en activité qui produit de l'hélium à partir de la fusion de l'hydrogène le constituant. L'énergie provenant du soleil sous forme de rayonnement d'onde de nature électromagnétique, ainsi libérée, est projetée sous forme de rayonnement de chaleur et de lumière dans toutes les directions. A notre échelle, du point de vue de la terre, perpendiculairement à sa surface, nous recevons un rayonnement de l'ordre de 1000 W/m^2 par ciel clair.

Ce rayonnement peut être distingué sous forme de 3 flux : **global, direct, diffus.**

- **Le rayonnement solaire global** : est le rayonnement émis par le soleil incident sur une surface donnée.
- **Le rayonnement direct** : est le rayonnement solaire incident sur un plan donné, et provenant d'un petit angle solide centré sur le disque solaire.
- **Le rayonnement diffus** : est le rayonnement solaire global à l'exception du rayonnement direct. Il comprend la plus grande partie du rayonnement diffusé par l'atmosphère ainsi qu'une partie du rayonnement réfléchi par le sol, suivant l'inclinaison de la surface réceptrice.

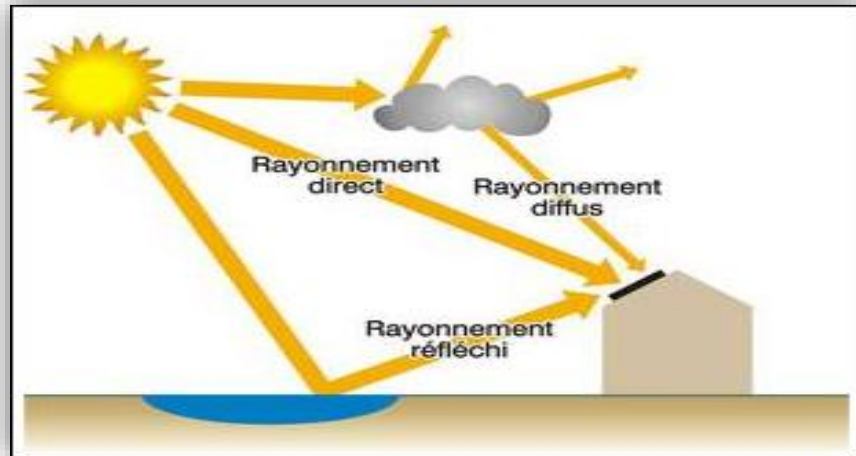


Figure 15: Les composantes d'un rayonnement sur un plan incliné.

2. Les types d'énergie solaire :

2.1. L'énergie solaire passive : Elle remplace avantageusement les énergies conventionnelles utilisées pour chauffer ou refroidir les bâtiments. L'énergie solaire passive, capable de fonctionner seule sans apport d'énergie extérieure, elle utilise l'architecture des bâtiments, l'orientation des murs, toits et fenêtres pour capter les rayons du soleil.³³

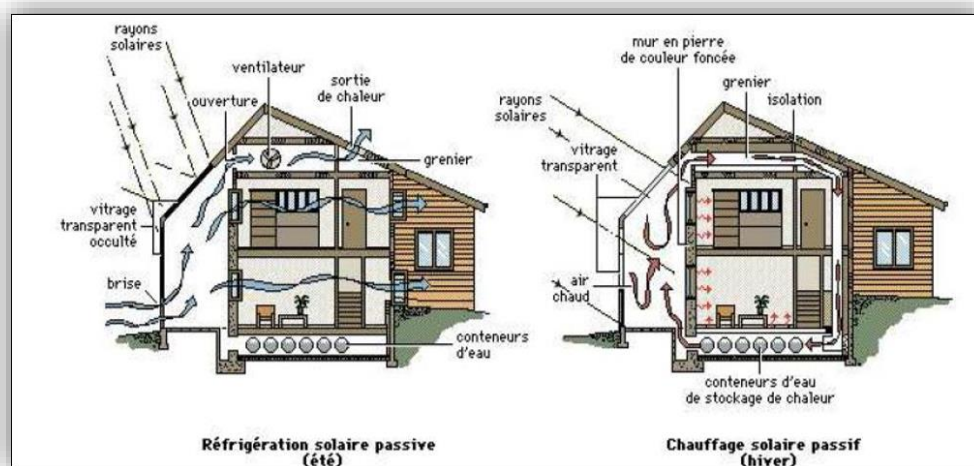


Figure 16: Système passif.

Source : ([en ligne] URL: <https://www.ifri.org/fr/publications/etudes-de-lifri/bioenergiescontribution-lobjectif-europeen-de-neutralite-climatique-0> page consulté le 11/12/2019).

2.2. L'énergie solaire photovoltaïque : L'énergie solaire photovoltaïque désigne l'électricité produite par transformation d'une Partie du rayonnement solaire avec une cellule photovoltaïque, qui est le thème de ce chapitre. ³⁴

2.3. L'énergie solaire thermique (active) :

L'énergie solaire thermique est la transformation instantanée de l'énergie des rayons solaires en énergie thermique (Cette transformation peut être utilisée directement pour chauffer un bâtiment ou indirectement comme la production de vapeur d'eau pour entraîner des turboalternateurs et ainsi obtenir de l'énergie électrique).

Le solaire thermique est basée sur l'utilisation de la chaleur transmise par rayonnement. A l'aide des progrès technologiques, les techniques de captation directe d'une partie de l'énergie solaire sont nettement améliorées afin de rendre les systèmes solaires plus rentables.

II. L'énergie solaire photovoltaïque :

1. Définition et historique du photovoltaïque :

Le mot photovoltaïque vient des grecques photos qui veut dire lumière, et de volta du nom du physicien italien qui découvrit la pile électrique en 1800.

L'énergie photovoltaïque est une conversion directe du rayonnement solaire en électricité à partir de la cellule photovoltaïque.

- En 1839, Antoine Becquerel découvre la réaction photovoltaïque, en irradiant une électrode en argent dans un électrolyte, il obtint une tension électrique.³⁵

- En 1913, William Coblentz dépose le 1er brevet pour la cellule photovoltaïque qui convertie l'énergie solaire en énergie électrique. En 1916,

Robert Millikan en étant le 1er à produire de l'électricité à courant continu avec une cellule photovoltaïque.³⁶

-En 1954, trois chercheurs américains Chapin, Pearson et Prince, mettent au point une cellule photovoltaïque à haut rendement environ 6%. Dès 1958 une cellule avec un rendement de 9% est mise au point et les premiers satellites alimentés par des cellules solaires sont envoyés dans l'espace.

-1973 : le premier choc pétrolier incite à proposer des solutions innovantes pour résoudre le problème de la dépendance énergétique au pétrole, la première maison alimentée par des cellules photovoltaïques construite à l'Université du Delaware. En 1990 les panneaux (qui regroupent plusieurs cellules) sont installés dans cette maison-test.

- En 2007, l'Europe comptait près de 3,4 gigawatts crête de puissance photovoltaïque connectée au réseau, ce qui correspond à l'alimentation en électricité de plus d'un million de ménages.³⁷

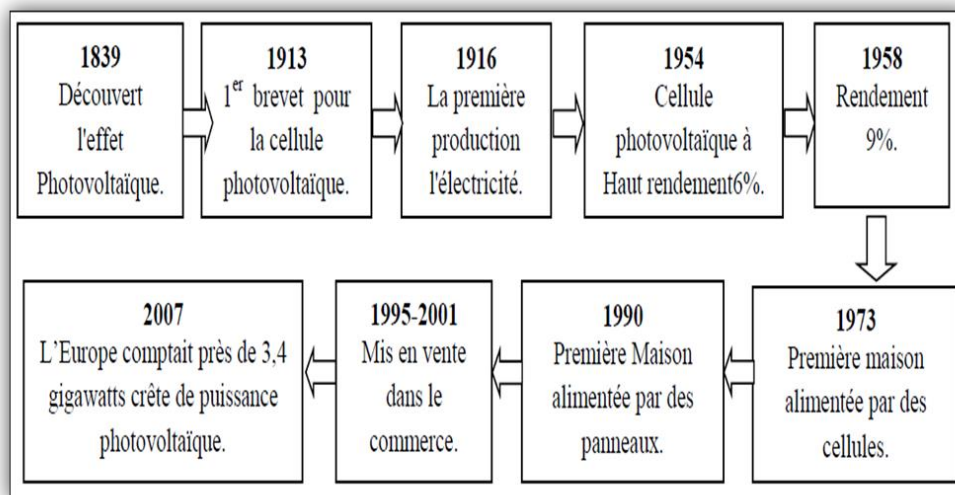


Schéma 2: Schéma explicatif de L'invention des panneaux photovoltaïques.

2. Effet Photovoltaïque :

Le principe d'une cellule photovoltaïque est basé sur l'effet photovoltaïque, Il est appuyé sur la transformation de l'énergie solaire en énergie électrique, la cellule solaire étant l'élément essentiel du processus de cette transformation.³⁸

Les cellules photovoltaïques ou photopiles sont fabriquées à partir de matériaux semi-conducteurs, ces matériaux ont des propriétés de conduction électrique intermédiaire entre celles des métaux et des isolants, dont ils ont la propriété de convertir la lumière qu'ils reçoivent en charges électriques, une cellule PV est constituée de deux couches en silicium :

-Le dopage de type N (phosphore), qui consiste à produire un excès d'électrons, qui sont négativement chargés.

-Le dopage de type P (bore), qui consiste à produire un déficit d'électrons, donc un excès de trous, considérés comme positivement chargés.³⁹

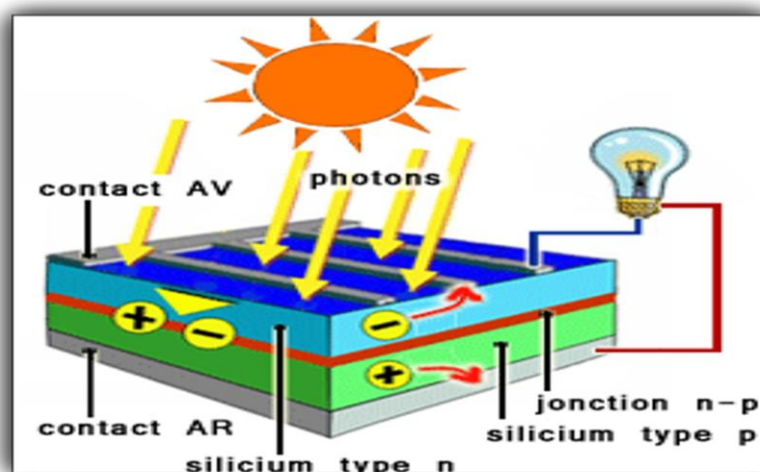


Figure 17: Fonctionnement détaillé de l'effet photovoltaïque.

Source : <http://www.sigma-tec.fr>

-Lorsque les photons tombent sur la surface du semi-conducteur, ils transmettent leur énergie aux atomes de la jonction PN de telle sorte que les

électrons de ces atomes se libèrent et créent des électrons (charges N) et des trous (charges P). Ceci crée alors une différence de potentiel entre les deux couches. Cette différence de potentiel est apparue entre les bornes positives et négatives de la cellule. La tension maximale de la cellule dépend de la technologie de fabrication. Le courant maximal qui se produit lorsque les bornes de la cellule sont court-circuitées, il est appelé courant de court-circuit I_{cc} et dépend fortement du niveau d'éclairement.⁴⁰

3. Les composantes d'un générateur photovoltaïque :

Une installation photovoltaïque est constituée de quatre composants principaux : les modules photovoltaïques en série-parallèle, l'onduleur qui transforme l'énergie électrique continue provenant des modules en énergie électrique alternative, les câbles qui transportent l'électricité à courant continu entre les modules photovoltaïques et l'onduleur, les câbles qui transportent l'électricité à courant alternatif entre l'onduleur et le réseau.

a. Les modules photovoltaïques :

Un module photovoltaïque c'est un ensemble de photopiles assemblés pour générer une Puissance électrique suffisante lors de son exposition à la lumière.

Les modules peuvent être assemblés en panneaux, eux-mêmes interconnectés pour former un champ de modules. Dans une installation, l'ensemble des champs de modules constitue le champ photovoltaïque (générateur PV).

b. L'onduleur :

L'onduleur transforme le courant électrique continu produit par les cellules PV en courant électrique alternatif. Les onduleurs fonctionnent un peu plus 9 ans sans Panne, mais actuellement ils ont plus de 20 ans de durée de vie.⁴¹

c. Les organes de sécurité et de raccordement :

Ils assurent des fonctions de protection vis-à-vis de l'utilisateur et du réseau, et peuvent être intégrés dans l'onduleur. Les câbles électriques extérieurs (entre modules, des modules vers l'onduleur) devront être à double isolation et résistants aux Ultraviolets, avec de bon dimensionnement des sections pour que les pertes ne dépassent pas les 2.

d. Les batteries d'accumulation :

Batterie pour les besoins électriques en sites isolés, elles assurent une sauvegarde de l'alimentation électrique de certains équipements en cas de défaut du réseau.⁴²

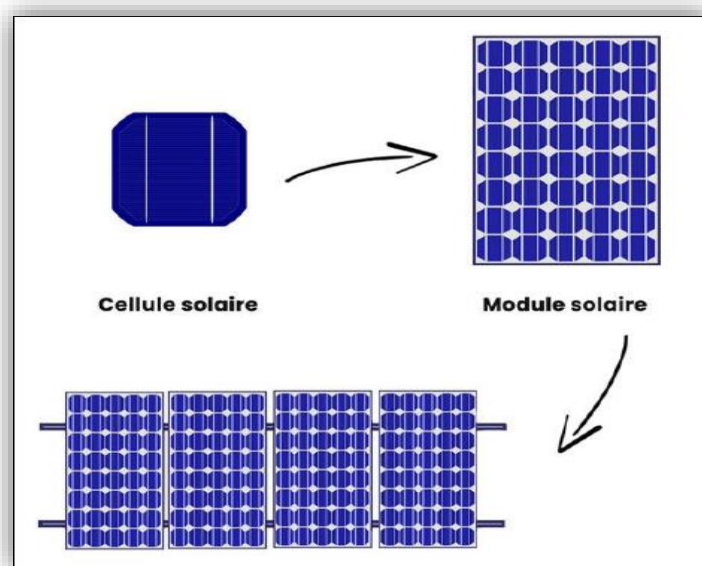


Figure 18: Schéma de panneau photovoltaïque.

Source : <https://www.insunwetrust.solar>

4. Différents types des panneaux solaires photovoltaïques :

Il existe deux grandes familles de panneaux photovoltaïques : Les panneaux en silicium et ceux n'en contenant pas :

Tableau 4 : Le tableau comparatif montre les différents types des panneaux solaires photovoltaïques.

Famille 01	a. Les panneaux photovoltaïques en silicium :		
	Monocristallin	Polycristalline	Amorphe
Définition	Les cellules monocristallines sont faites d'un seul bloc de silicium fondu, sont donc très pures. Elles sont en général octogonales et d'une couleur uniforme, gris ou bleu marine.	Les cellules polycristallines sont élaborées à partir d'un bloc de silicium cristallisé en forme de cristaux multiples. Elles sont de couleur gris bleuté. On peut voir les orientations différentes des cristaux.	Les cellules amorphes, produites à partir d'un "gaz de silicium", par un procédé de vaporisation sous vide projeté sur du verre, du plastique souple ou du métal. On les reconnaît à leur couleur gris foncé uniforme. ⁴³
Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> -Très bon rendement électrique : 15 à 20 %. -Gamme d'éclairement : 100 à 1 000 W/m². - Puissance des panneaux : 100 à 150 Wc/m². -Durée de vie : 30 ans 	<ul style="list-style-type: none"> -Bon Rendement électrique : 12 à 17 %. - Gamme d'éclairement : 200 à 1 000 W/m². - Puissance des panneaux : 100 Wc/m². -Durée de vie : 30ans 	<ul style="list-style-type: none"> -Rendement électrique faible : 5 à 7 %. -20 lux à 1 000 W/m² (en extérieur). - Puissance des panneaux:50 Wc/m².⁴⁴ -Durée de vie: 20ans

Source : <http://www.pv-pro.fr/FR/en-savoir-plus/type-modules-panneaux-photovoltaïques.php>



Figure 19 : les panneaux photovoltaïques en silicium

Famille 02	b. Les panneaux photovoltaïques n'utilisant pas de Silicium :	
	Tellurure de cadmium (CdTe)	CuInSe2(CIS) et CuInGaSe (CIGS)
Définition	CdTe mince pellicule photovoltaïque est l'une des principales minces technologies de film en cours de commercialisation. ⁴⁵	Les photopiles utilisant ces matériaux sont produites en couche mince par des méthodes chimiques ou de dépôt sous vide, sur une sous-couche de CdS (sulfure de cadmium). Elles ont d'assez bonnes propriétés électroniques.
Caractéristiques	-Rendement du panneau : 8-10 %. - Puissance du panneau : 70 à 90 W - Usage : centrales solaires principalement.	- Rendement du panneau : 10-12 %. -Puissance du panneau : 5 à 150 Wc. -Usages : alimentations de faible et moyenne puissance en extérieur, habitat raccordé au réseau. ⁴⁶

Source : <http://www.pv-pro.fr/FR/en-savoir-plus/type-modules-panneaux-photovoltaïques.php>



Figure 20 : Les panneaux photovoltaïques n'utilisant pas de Silicium.

Source : Auteur

5. L'orientation optimale d'un panneau solaire photovoltaïque :

L'orientation optimale d'un panneau solaire photovoltaïque est bien le sud, là où le soleil sera à son zénith (la position la plus haute dans le ciel) au milieu de la journée. Nous aurons une petite perte de rendement si nous ne sommes pas dans l'axe sud, mais cette perte pourrait rester probable :

- 4 à 5% en orientation sud-est ou sud-ouest.
- 10 à 20% en orientation est ou ouest.

Aussi, nous devons tenir compte de trois facteurs déterminants :

-L'ombre : Il faut éviter les ombres portées sur les panneaux.

-L'inclinaison des panneaux : Le toit doit être orienté au sud avec une inclinaison de 15 à 35 degrés.

-L'orientation : Pour une utilisation optimale, les panneaux doivent être orientés au sud. Vous trouverez ci-dessous un tableau qui vous simplifiera la tâche dans l'inclinaison de vos panneaux dès lors que cela est possible. Il vous indique le

taux de productivité optimum selon l'inclinaison qui dépend de votre orientation.⁴⁷

INCLINAISON \ ORIENTATION	0°	30°	60°	90°
EST	93%	90%	78%	55%
SUD - EST	93%	96%	88%	66%
SUD	93%	100%	91%	68%
SUD - OUEST	93%	96%	88%	66%
OUEST	93%	90%	78%	55%

Figure 21: Inclinaison, orientation et latitude des panneaux photovoltaïque.

Source : <https://www.kitsolaire-autoconsommation.fr>

6. Les secteurs d'application de l'énergie photovoltaïque :

De façon générale, les secteurs d'application peuvent être classés en deux grandes sections selon la manière dont l'énergie est utilisée :

a. Les systèmes isolés :

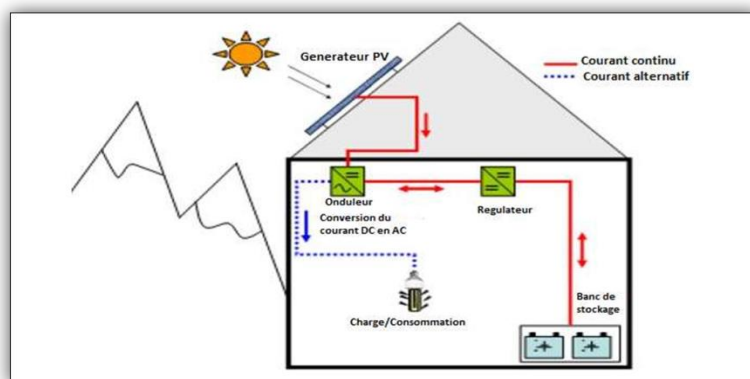


Figure 22: structure d'un système photovoltaïque autonome⁴⁸.

- **Télécommunications** : Exemple : téléphonie mobile, répéteurs radio et télévision, bornes d'appel d'urgence, télécommande, contrôle des réseaux

d'arrosage à distance, radars, téléphonie rurale par satellite, cabines téléphoniques publiques, centrales de commutation, liaisons radio, Systèmes TRUNKING.

- **Électrification rurale** : habitat temporaire, habitat permanent, électrification de refuges et auberges de montagne, postes de soins de premier niveau (éclairage, conservation de médicaments et vaccins dans des réfrigérateurs), écoles et établissements communaux, postes de police et de frontière, installations religieuses (ermitages, missions, etc.)
- **Applications agricoles** : pompage d'eau (avec batterie), pompage d'eau à entraînement direct (sans batterie), électrification de bâtiments industriels, contrôle de l'irrigation, serres (Automatisation des fenêtres et de l'éclairage).
- **Applications pour l'élevage** : pompages d'eau pour l'abreuvement du bétail, électrification de fermes (éclairage, moteurs, tondeuses, etc.), systèmes de traite et de refroidissement du lait.
- **Éclairage** : panneaux publicitaires, lampadaires pour l'éclairage public, arrêts de bus, éclairage de tunnels, grottes, etc.
- **Signalisation** :
 - Phares et bouées de signalisation maritime.
 - Radiophares et radiobalises à usage aéronautique.
 - Signalisation routière de virages, obstacles, ronds-points...etc, dans les villes et sur les routes.
 - Indicateurs de l'heure et la température sur la voie publique.
- **Contrôle** : Débitmètres et anémomètres, contrôles et stations météorologiques et sismiques, caméras de TV pour la surveillance et la mesure du trafic routier, monitoring et automatisation de portes, stations de mesure environnementale,

contrôle de gazoducs et d'oléoducs, contrôle et maîtrise à distance du fonctionnement des barrages, protection cathodique.⁴⁹

b. Systèmes connectés au réseau électrique :

- **Bâtiment raccordé au réseau** : il est possible de raccorder des systèmes photovoltaïques au réseau, au moyen de panneaux implantés sur une habitation ou sur un local industriel, et l'électricité ainsi produite peut être revendue à la compagnie de distribution d'électricité.⁵⁰
- **Centrales solaires** : Utilisent le rayonnement solaire pour produire de l'électricité, il existe différents types de centrales solaires mais toutes sont basées sur le même principe.⁵¹

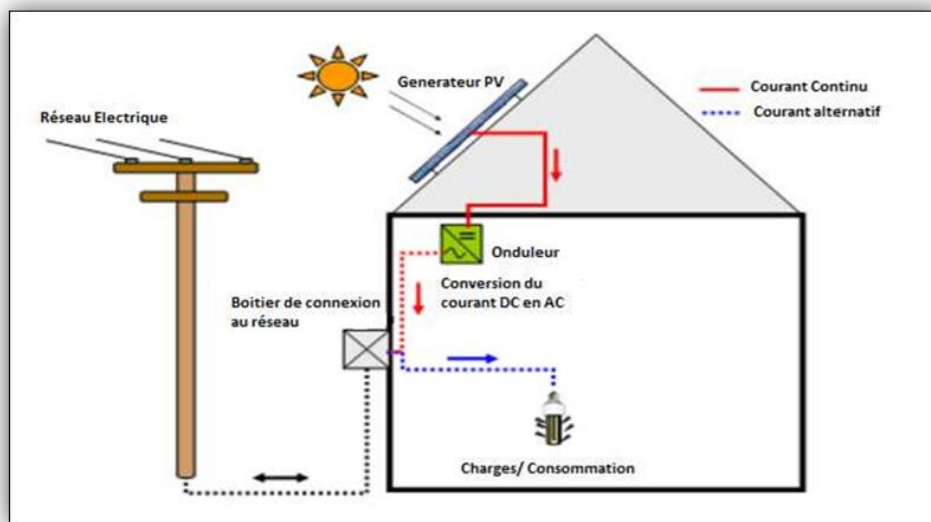


Figure 23: structure d'un système photovoltaïque connecté au réseau.⁵²

Un tel système s'installe sur un site raccordé au réseau (Sonelgaz en Algérie). Généralement sur des habitations ou des entreprises qui souhaitent recourir à une forme d'énergie renouvelable et qui bénéficient d'un bon ensoleillement, L'énorme avantage de cette solution est l'absence de batterie. On ne stocke plus l'énergie, on l'injecte directement dans le réseau local ou national. Et ceci sans limite quantitative, donc toute l'énergie est récupérée. Il y a un

compteur qui tourne dans un sens pour la consommation, et un autre dans l'autre sens pour la production. Mais il faut tout de même convertir le courant continu des panneaux en alternatif au travers d'un onduleur et celui-ci doit être homologué par la compagnie d'électricité qui va recevoir ce courant. Car il doit respecter des normes sur sa qualité « sinusoïdale ».

7. Installation du système PV :

a. Installation du générateur :

○ Orientation et l'inclinaison:

-Il est important que les modules soient orientés plein sud pour capter l'énergie quotidienne maximale, quelle que soit la saison.

-L'inclinaison est le second paramètre important, elle est principalement choisie en fonction du profil de consommation tout au long de l'année.

○ Les masques :

-Il est extrêmement important d'éviter d'occulter une partie du générateur PV par un masque. En effet, une ombre portée, même étroite, peut perturber le fonctionnement du système photovoltaïque :

-En provoquant l'éventuelle destruction d'un ou plusieurs modules si la protection électrique du générateur est insuffisante.

-En occasionnant une perte énergétique en fonction de l'importance et de l'évolution du masque au cours de la journée (et des saisons) et du groupement série parallèle des modules.

○ Montage des modules en rangs parallèles :

-L'occultation d'une série de modules peut provenir de l'installation du générateur lui-même.

-L'écartement entre rangées doit tenir compte de ce facteur, la situation la plus défavorable étant atteinte le jour du solstice d'hiver.

○ **Fixation des modules :**

La fixation des modules doit assurer correctement les fonctions suivantes :

-Maintenance de l'orientation contre le vent et les autres intempéries, contre les agressions mécaniques.



Figure 24: Système de fixation pour modules photovoltaïques sur tout type de couverture

Source : <https://www.renusol.com>

-Protection contre les salissures, et agressions venant du sol.

-Ventilation des modules afin de limiter leur échauffement, les performances des modules diminuent quand la température moyenne des cellules augmente.

-Rigidité de l'ensemble des modules.



Figure 25: Système de fixation toiture. Source : <https://www.future-tech.fr>

De plus, le système de fixation lui-même est exposé aux intempéries et doit pouvoir leur résister, sa durée de vie doit être au moins égale à celle des modules eux-mêmes.

- Les modules sont généralement entourés d'un cadre rigide en aluminium anodisé comprenant des trous de fixation. Pour tout type de générateur, la structure classique consiste en un châssis avec une base plane pouvant recevoir des écrous de fixation eux-mêmes liés à une armature rigide (exemple : chape de béton).
- Les supports sont en général réalisés en aluminium anodisé ou en acier inoxydable.
- Toute la boulonnerie de fixation est en général en acier inoxydable.

La structure recevant les supports doit :

- Pouvoir résister aux conditions climatiques, en particulier aux vents.
- Permettre une bonne ventilation des modules : l'arrière des modules doit donc être suffisamment dégagé pour permettre la circulation de l'air
- Isoler les modules du sol. Il est conseillé d'adopter une distance minimum de 0,6 à 0,8 m entre le sol et le bas des modules.⁵³

b. Installation des batteries de stockage :

- Les accumulateurs, de par leurs constituants, sont des éléments présentant un certain nombre de dangers (toxicité, risque d'explosion). Ainsi que leur rendement est lié directement à leurs températures de fonctionnement (Il faut qu'ils soient aérés).
- Une attention particulière doit donc être portée au local où sont entreposés les accumulateurs et à leur installation dans ce local.

○ **Local des accumulateurs :**

Il doit assurer les fonctions suivantes :

- Isoler les accumulateurs des intempéries et des éléments extérieurs (pluie, neige, soleil.) .
- Permettre une inspection périodique commode des accumulateurs.
- Être correctement ventilé, les accumulateurs dégageant des gaz qui peuvent former un mélange explosif.
- Maintenir une température ambiante la plus proche possible de 20 °C et en tout cas compris entre 0 et 45 °C.

○ **Installation des accumulateurs :**

Elle doit assurer les fonctions suivantes :

- Isoler les accumulateurs du sol.
- Permettre une inspection facile des niveaux et connexions, et l'addition d'électrolyte dans chaque accumulateur.
- Permettre d'assurer des connexions électriques fiables, simples donc courtes, entre les accumulateurs.
- Isoler électriquement les accumulateurs du sol.

8. Maintenance d'énergies photovoltaïques :

Les composants photovoltaïques nécessiteront des opérations de maintenance et surtout des pour s'assurer du bon fonctionnement du système.

- a. Modules :** L'entretien des modules se fera chaque fois pour assurer que rien ne gêne l'arrivée du rayonnement et que l'énergie produite est transmise au régulateur. On fera donc :

- Le nettoyage de la face avant des modules à l'eau claire tous les 3 à 6 mois environ pour enlever les salissures, le sable, les éventuels nids.
- Une vérification des supports : surveillance des corrosions éventuelles, serrage des fixations mécaniques.
- L'élagage de la végétation tout autour si elle a poussé.
- La vérification des connexions.

b. Batteries :

Les opérations de maintenance et les contrôles sur les batteries doivent être effectués avec de l'outillage isolé et en observant les règles de sécurité pour éviter tout court-circuit.

On fera donc des opérations de maintenance et les contrôles suivants :

- La mesure de la tension de chaque élément et report des valeurs dans un tableau.
- Le contrôle de l'aspect : bac normale, non déformé, bornes propres (sinon les nettoyer).
- L'entretien des connexions et nettoyage des contacts
- Le contrôle visuel des niveaux d'électrolyte : ajoute de l'eau distillée si nécessaire (il y a deux indicateurs de niveau MAX et MIN).
- La mesure de la densité de l'électrolyte de chaque élément.

c. Régulateurs :

- Les nécessitent en principe très peu d'entretien.
- Les éléments à contrôler sont la fixation du régulateur, la tenue des câbles, les paramètres de fonctionnement ne devant pas changer dans le temps, sauf après une surcharge occasionnée, par exemple par un impact de foudre proche du système, dans un tel cas on surveillera que le fonctionnement de fin de charge est correct et que la charge s'arrête.⁵⁴

9. Avantages et inconvénients de système photovoltaïque :

Ils sont également résumés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Avantages et inconvénients d'un système photovoltaïque.⁵⁵

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - L'énergie photovoltaïque peut être installée partout, même en ville. - Sur les sites isolés, l'énergie photovoltaïque offre une solution pratique pour obtenir de l'électricité à moindre coût. - La revente du surplus de production permet D'amortir les investissements voire de générer des revenus. - Le contrat d'achat est conclu pour une durée de 20 ans. - Les systèmes photovoltaïques sont fiables : aucune pièce employée n'est en mouvement. Les matériaux utilisés (silicium, verre, aluminium), résistent aux conditions météorologiques extrêmes. - L'énergie photovoltaïque est totalement modulable et peut donc répondre à un large éventail de besoins. La taille des installations peut aussi être augmentée par la suite pour suivre les besoins de son propriétaire. - Le coût de fonctionnement des panneaux photovoltaïques est très faible car leur entretien est très réduit. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le coût d'investissement des panneaux Photovoltaïques est élevé. - Le rendement réel de conversion d'un Module est faible - Lorsque le stockage de l'énergie électrique par des batteries est nécessaire, le coût du Système photovoltaïque augmente - Les panneaux contiennent des produits toxiques et la filière de recyclage n'est pas encore existante - Le rendement électrique diminue avec le temps (20% de moins au bout de 20 ans).

III. Le Système photovoltaïque dans le secteur d'habitat :

a. Habitat isolé :

C'est un système autonome, le rôle des systèmes est d'alimenter un ou plusieurs consommateurs situés dans une zone isolée du réseau électrique ne pouvant être raccordées au réseau.

-Les panneaux photovoltaïques produisent un courant électrique continu.

-Le régulateur optimise la charge et la décharge de la batterie suivant sa capacité et assure sa protection.

-L'onduleur transforme le courant continu en alternatif.

-Les batteries sont chargées de jour pour pouvoir alimenter la nuit.⁵⁶

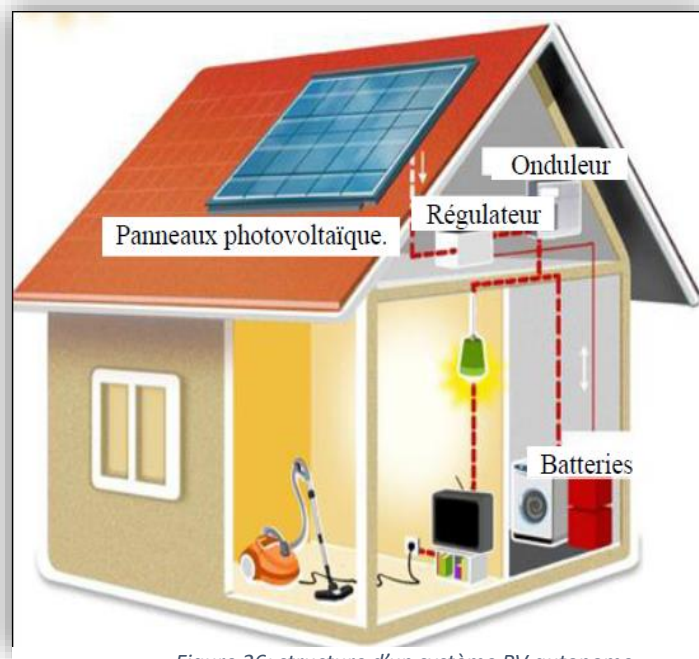


Figure 26: structure d'un système PV autonome.

Source : <http://ww2.acpoitiers.fr>.

b. Habitat connecté au réseau :

- **La maison branchée, injection de la totalité de la production :** Toute l'énergie électrique produite par les capteurs photovoltaïques est envoyée pour être revendue sur le réseau de distribution.

Cette solution est réalisée avec le raccordement au réseau public en deux points : le premier est le raccordement du consommateur qui reste identique avec son compteur de consommation, le deuxième représente un nouveau branchement permettant d'injecter l'intégralité de la production dans le réseau, et le dernier

dispose de deux compteurs : l'un pour la production, l'autre pour la non-consommation (permet de vérifier qu'aucun soutirage frauduleux n'est réalisé).

- **La maison branchée injection du surplus :** Cette solution est réalisée avec le raccordement au réseau public en un point : l'utilisateur consomme l'énergie qu'il produit avec le système solaire et l'excédent est injecté dans le réseau. Quand la production photovoltaïque est insuffisante, le réseau public fournit l'énergie nécessaire avec l'ajout compteur existant.⁵⁷

Maison branchée, avec injection totale de la totalité de la production

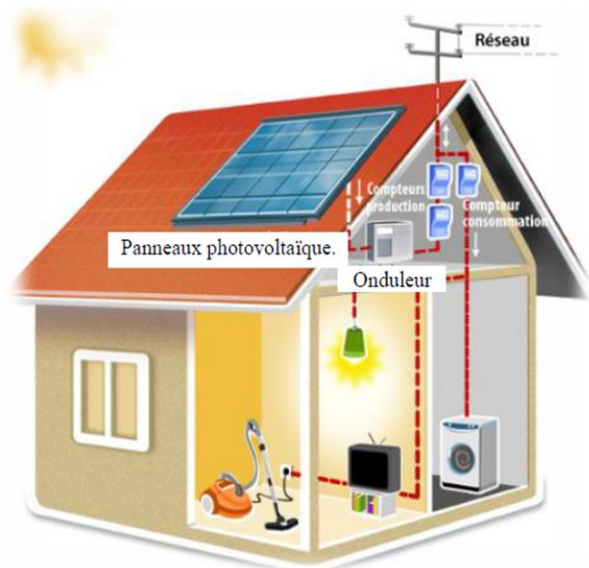


Figure 27: structure d'un système PV connecté au réseau.

La maison branchée injection du surplus

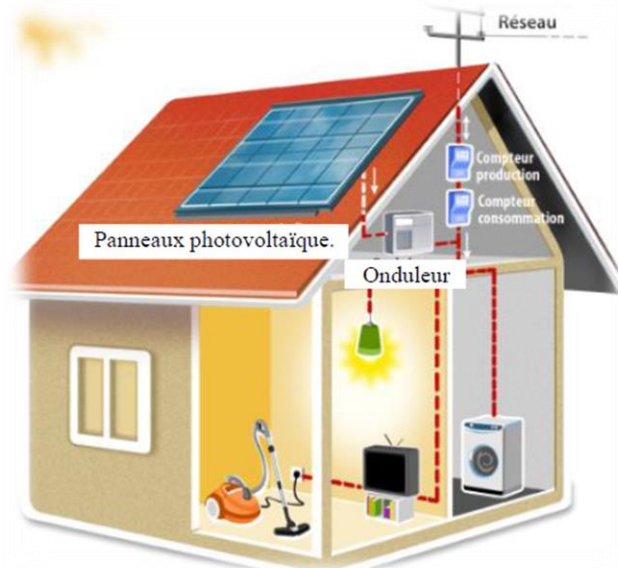


Figure 28: structure d'un système PV connecté au réseau.

Source : <http://accompagnement-projets.hespul.org>.

IV. Intégration des panneaux photovoltaïques dans la toiture :

c. Les capteurs en toiture inclinée :

Accueillent des panneaux fixés directement dans le plan du toit. Les systèmes de fixation sont alors choisis en fonction du type de recouvrement (ardoises, tuiles, tôles ondulées etc.). Les modules peuvent être surimposés ou intégré à la toiture.⁵⁸

Afin de réussir une intégration, on veille à respecter quelques bases :

- Aligner le champ de capteurs avec les éléments constitutifs du bâtiment (baies vitrées... etc.).
- Intégrer soigneusement les passages des câbles ou tuyauteries.
- Une incorporation des capteurs dans la toiture.



Image 2: intégration du capteur sur une toiture en pente.

Source : http://thesis.univ-biskra.dz/152/1/archi_m1_2013.pdf.

d. Les capteurs en toiture plate :

Généralement on utilise cette solution dans le collectif, mais elle est réussie. Les panneaux sont disposés sur un châssis dont l'orientation et l'inclinaison auront été optimisées en fonction de l'usage :

- A reculer suffisamment les panneaux de l'acrotère afin de limiter l'impact visuel.

- On doit les implantée de telle façon à respecter la symétrie avec les composantes du bâtiment, si on n'a pas d'acrotère.
- L'accrochage doit être conforme avec les directives techniques, pour résister aux intempéries (neige et vent), préserver l'étanchéité, considérez l'ombre portée...
- Prévoir un habillage latéral pour masquer la structure métallique.⁵⁹

e. Les capteurs dans les façades :

L'installation verticale de panneaux en façade permet de contribuer à l'expression architecturale du bâtiment en créant ou s'adaptant à des modénatures : balcons, garde-corps... La trame des panneaux doit être adaptée au rythme des pleins et des vides de la façade et des éventuels décalages de profondeur.



Image 3: Mur rideau en façade, Protection solaire et allège de balcon

Source : http://document.environnement.brussels/opac_css

f. Les capteurs hors bâtiments:

- **Capteurs au sol :** Cette solution peut être envisagée lorsque des murets de soutènement existent ou doivent être construits, surtout si leur visibilité depuis l'espace public ne nuit pas à la perception globale du hameau ou du village. Le paysage environnant peut influencer sur le rendement des capteurs après d'éventuelles poussées de la végétation lui causant des masques.

- **Capteurs sur annexes d'habitation** : les capteurs solaires peuvent trouver leur place naturellement comme éléments de composition des annexes de l'habitation, et qui devront être proches du bâtiment principal (serres, garages, abris, etc.).⁶⁰


 Quelques Avantages et Inconvénients de chaque modèle de l'Intégration des panneaux photovoltaïques dans la toiture :

Tableau 6 : Les avantages et les inconvénients de chaque modèle des captures.

Modèle	Avantages	Inconvénients
a. Les capteurs en toiture inclinée.	<ul style="list-style-type: none"> - S'intègre parfaitement avec les éléments de couverture. - Plus facile à installer dans le cas d'une construction neuve. - Permet une certaine ventilation des modules photovoltaïque par l'arrière. - Meilleur rendu visuel. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les risques d'infiltrations d'eaux pluviales lorsque la pente du toit est inférieure à 30 %. - Problèmes d'échauffement avec certains panneaux trop collés à la toiture et pas assez ventilés. - Intervention parfois lourde sur la toiture. - Impact visuel important dans certains sites patrimoniaux.
b. Les capteurs en toiture plate.	<ul style="list-style-type: none"> - Facilité d'installation. - Optimisation de l'orientation. - Espace utilisable. - Esthétique et intégration architecturale. - Maintenance simplifiée . 	<ul style="list-style-type: none"> - Poids et infrastructure. - Accumulation de débris et d'eau . - Ventilation et surchauffe . - Coût initial. - Exposition aux intempéries.
c. Les capteurs dans les façades.	<ul style="list-style-type: none"> - Limitation des risques de surchauffe pour la thermique. - Participation à l'expression architecturale du bâtiment. - Intégration à la structure propre de la construction. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réseaux à intégrer dans la structure du bâtiment. - Inclinaison verticale moins performante en termes de rendement.⁶¹

<p>d. Les capteurs hors bâtiments.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Entretien facile. -Orientation optimale. -Intégration au paysage et aux abords de la construction. -Coût souvent inférieur car pas d'intervention sur l'enveloppe du bâtiment. 	<ul style="list-style-type: none"> -Distance par rapport à l'installation intérieure. -Risque de chocs et dégradations matériels. -Problème des masques actuels ou futurs liés à la végétation environnante. -Risque de salissures.⁶²
---	---	--

Source : réaliser par l'étudiante2024.

V. Example: (Smart Home) - Bousmaïl-Tipaza:⁶³

1. Présentation de la maison solaire pilote :

La maison solaire pilote est installée au sein de l'Unité de Développement des Equipements Solaires (UDES) situé à Bou-Ismaïl (longitude 2.72°, latitude 36.66). Cette habitation est du type F2 et occupe une superficie de 57 m². Elle est orientée plein sud. Les pièces à vivre sont dotées de larges baies vitrées pour bénéficier de la lumière du jour.



Image 4: Plan de la maison solaire.

Source : UDES

Elle comporte une chambre, un salon, une cuisine, un hall, des sanitaires et une salle de bain. Cette maison a été réalisée en utilisant des matériaux assurant une bonne isolation thermique.

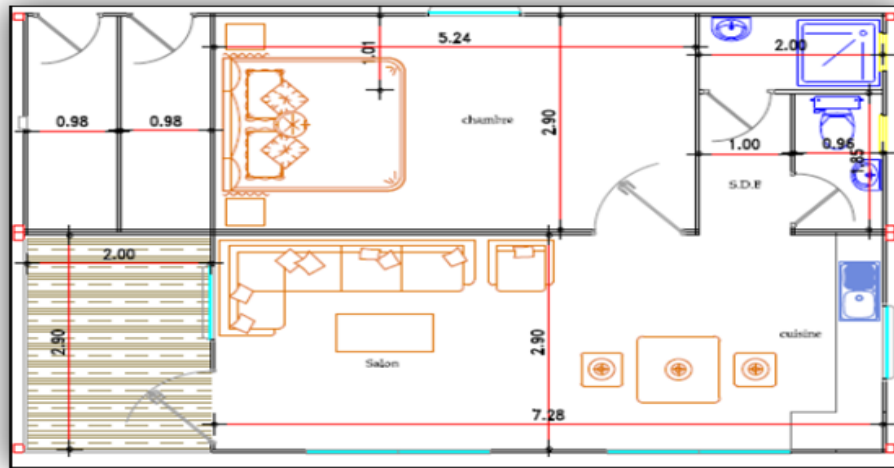


Figure 29: L'ensemble de la maison solaire pilote de l'UDES. Source : UDES.

2. Présentation du système photovoltaïque :

Le système photovoltaïque alimentant la maison solaire pilote est constitué d'un générateur photovoltaïque, d'un onduleur qui assure la conversion du courant continu en alternatif, d'un banc de batteries et d'un gestionnaire d'énergie qui assure un bon équilibre entre la production et la consommation au sein de la maison.

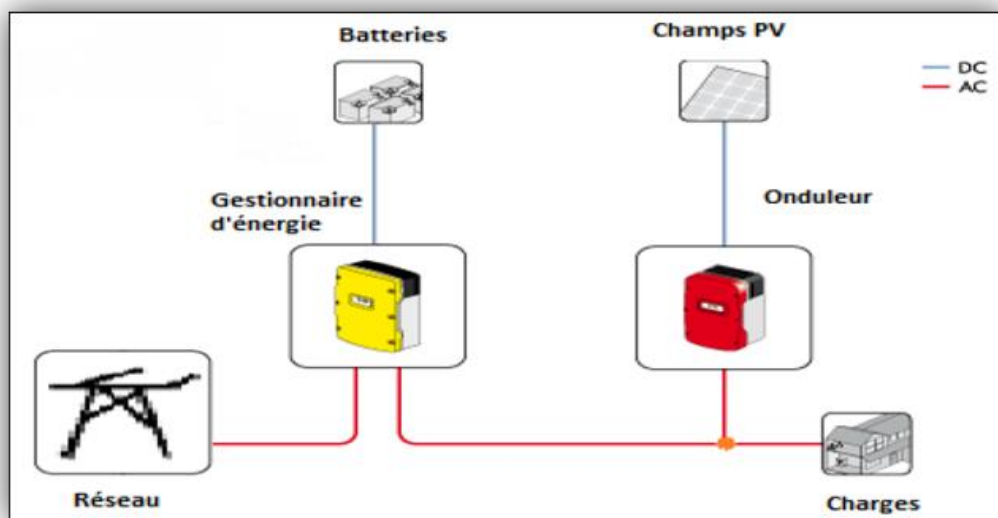


Schéma 3: Schéma de principe du système photovoltaïque alimentant la maison solaire pilote. Source : UDES

3. Dimensionnement du système photovoltaïque :

Le système photovoltaïque constitué d'un champ PV d'une taille de 3.2 kWc composé de 16 modules en silicium monocristallin de 200W réparti en deux guirlandes (strings) de 8 modules en série chacune et elles-mêmes mises en parallèle, d'un banc de quatre batteries d'une capacité totale de 12 kWh et d'un onduleur de réseau d'une puissance nominale de 3,6kW et d'un onduleur chargeur de batteries et de gestion de sources de 6kW.

Les caractéristiques des équipements utilisés sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Les caractéristiques des modules PV, batteries, onduleur utilisé.

Modules Photovoltaïques	
Puissance (Pmax)	200W
Tolérance de puissance **	+/- 3%
Rendement du module au m2	14,95 (%)
Type de cellules	Monocristallines
Nombre de cellules	72 (6 x12)
Dimension des cellules	125 x 125 (mm)
Dimension de module	1580 x 808 x 45(mm)
Température de fonctionnement nominal des cellules (Noct)	45 +/- 2°C
Tension à puissance max Vmpp	36.5(V)
Intensité à puissance max Impp	5.21(A)
Tension circuit ouvert (VCO)	44.5(V)
Batteries en Gel 250Ah	
Capacité	250Ah
Tension	12V
Plage de température idéale d'utilisation	-20°C – 25°C

Dimensions	520 mm x 268 mm x 220 mm
Poids	76,2 Kg
Onduleur de réseau	
Puissance	3.6kW
Tension	230V /400V
Fréquence	50 Hz
Onduleur chargeur de batterie	
Tension d'entrée	48V
Tension de sortie	127V – 230V
Fréquence (Hz)	50 – 60
Puissance nominale	6kW

Source : UDES

4. L'interprétation de l'exemple :

Cette maison se distingue par l'optimisation de certains paramètres de construction dans le but de minimiser la consommation énergétique (chauffage, climatisation et éclairage). Ainsi, lors de la conception des dispositions ont été prises (orientation, isolation, ..) de telle sorte à: -Minimiser les pertes de chaleur vers l'extérieur (par renouvellement d'air). -Minimiser les apports gratuits d'énergie (apport interne, apport par des parois vitrées...etc).

-N'utiliser le chauffage d'appoint qu'au moment où les autres sources de chaleur ne suffisent plus. -Utiliser des lampes à basse consommation au lieu des lampes à incandescence Halogènes qui consomment plus d'énergie.⁶⁴

Conclusion :

L'exploitation de l'énergie solaire photovoltaïque dans l'habitat est une démarche essentielle pour la transition vers un modèle énergétique plus durable et résilient. En adoptant des solutions solaires, les habitations peuvent non seulement réduire leur empreinte carbone, mais aussi réaliser des économies substantielles et se protéger contre les variations des coûts énergétiques.

L'avenir de l'énergie solaire dans l'habitat repose sur une combinaison de technologies avancées, de politiques favorables et d'un engagement continu des parties prenantes à tous les niveaux. Alors que le monde continue de chercher des moyens de répondre aux besoins énergétiques croissants tout en protégeant l'environnement, l'énergie solaire photovoltaïque se positionne comme une solution clé, offrant des bénéfices à la fois immédiats et à long terme.

En conclusion, l'intégration de l'énergie solaire photovoltaïque dans l'habitat n'est pas seulement une option viable mais une nécessité incontournable pour un développement durable, offrant une multitude de bénéfices écologiques, économiques et sociaux. Les efforts combinés des gouvernements, des entreprises et des individus seront déterminants pour maximiser le potentiel de cette source d'énergie propre et renouvelable.

DEUXIÈME PARTIE :
PARTIE PRATIQUE

Chapitre 3

La croissance urbaine et les besoins énergétiques de la ville de Biskra

Introduction :

La ville de Biskra, située au cœur du Sahara algérien, témoigne d'une histoire riche et diversifiée, façonnée par les influences de différentes cultures et civilisations à travers les âges. Aujourd'hui, elle se retrouve confrontée à un défi majeur : celui de sa croissance urbaine et de sa transition vers un avenir plus durable. Dans ce contexte, l'intégration des énergies renouvelables solaires apparaît comme une opportunité essentielle pour répondre aux besoins croissants en énergie tout en réduisant l'empreinte environnementale de la ville.

Ce chapitre se propose d'explorer la relation complexe entre la croissance urbaine, La Population et les Données énergétiques de la ville de Biskra pour proposer une estimation économique énergétique , Autrement dit, nous examinerons comment cette ville en pleine expansion peut tirer parti de son potentiel solaire abondant pour alimenter sa croissance tout en contribuant à la lutte contre le changement climatique et à la préservation de son environnement naturel.

I. Présentation de la ville de Biskra :

1. Situation géo-administrative :

La ville de Biskra se situe au sud-est de l'Algérie et plus exactement au pied sud de la chaîne montagneuse de l'Atlas Saharien, qui constitue la limite entre le Nord et le Sud algérien, avec une superficie de 21509.80Km².⁶⁵

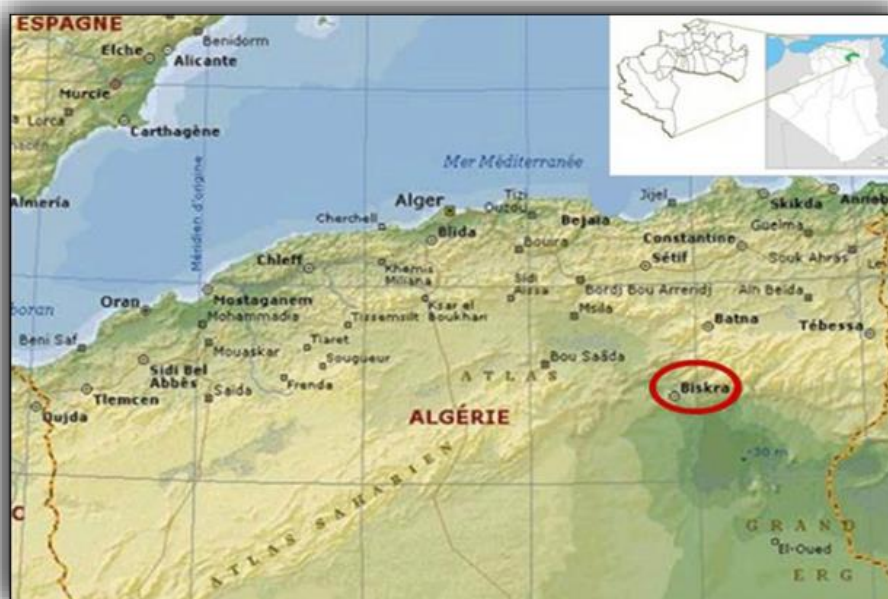
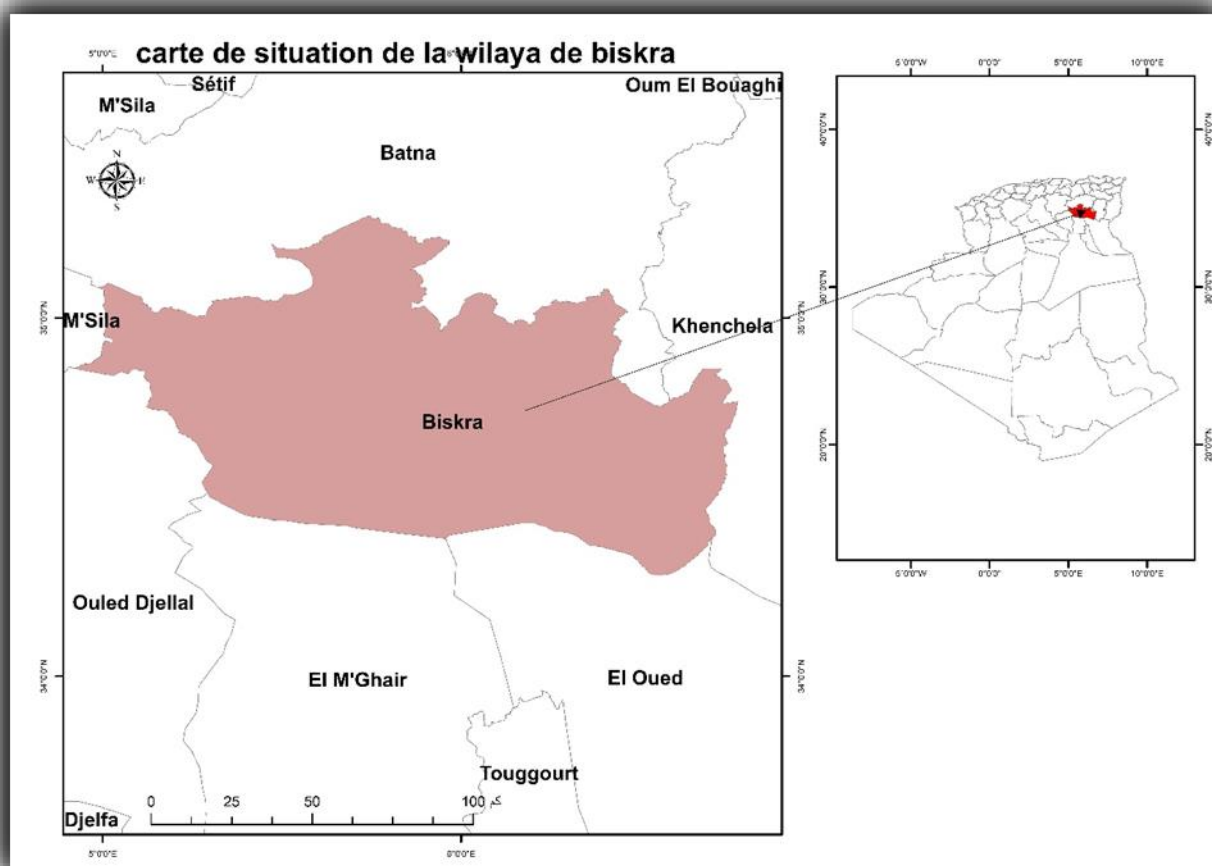


Figure 30: Situation de la wilaya de Biskra

Source : Atlas mondial Encarta, 2005

La wilaya de Biskra est limitée par :

- La wilaya de Batna au nord.
- La wilaya de Khenchela au Nord-Est.
- La wilaya de M'sila au Nord-Ouest.
- La wilaya de Ouled Djellal au Sud-Ouest.
- La wilaya de El-M'GAIR et El-Oued au Sud.



Carte 1: Carte de Situation de la wilaya de Biskra.

Source : réaliser par l'étudiante 2024.

Géographiquement, la région de Biskra connue par la région des Ziban (pluriel de "Zab" signifiant oasis en berbère) est située entre : $4^{\circ} 56'$ et $5^{\circ} 35'$ de longitude Est et entre : $34^{\circ} 38'$ et $35^{\circ} 5'$ de latitude Nord. Son altitude est de 128 mètres/au niveau de la mer.

La commune de Biskra est le Chef-lieu de la wilaya et elle est limitée par :

- La commune de Branis au Nord.
- La commune d'El-Outaya au Nord-Est.
- La commune d'Oumache au Sud.
- La commune d'El-Hadjeb au Sud-Ouest.

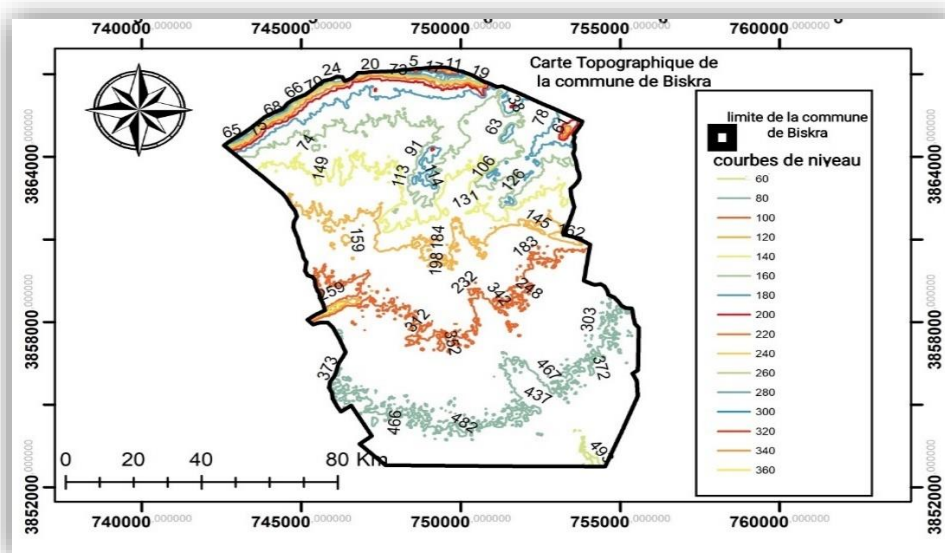
- La commune de Chetma à l’Est.
- La commune de Sidi-Oukba au Sud-Ouest.



Carte 2: Situation de la commune de Biskra par rapport à la wilaya

Source : L'intégration du concept de développement durable dans les instruments d'urbanisme Cas de la ville de Biskra 26/06/2022

2. Topographie de la ville de Biskra :

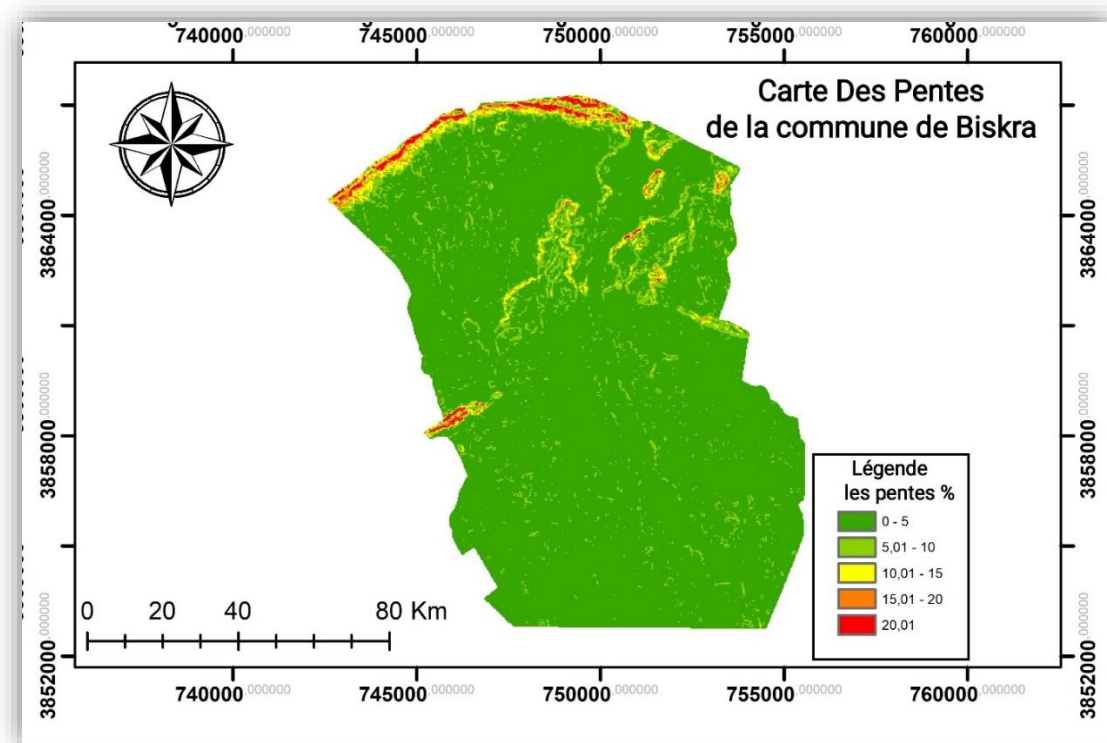


Carte 3:Carte topographique de la commune de Biskra .Source : réaliser par l'étudiante2024.

La carte topographique de la commune de Biskra est une carte à courbes de niveau. Les courbes de niveau sont des lignes qui relient les points de même altitude sur le terrain. Elles permettent de visualiser la forme du relief et la pente du terrain. La carte est également munie d'une légende qui indique les différentes altitudes et les symboles utilisés.

3. Les Pentes :

La carte montre que la commune de Biskra est caractérisée par un relief relativement plat, avec des pentes généralement faibles. Les zones les plus plates se situent au centre de la commune, tandis que les zones les plus pentues se situent en périphérie, notamment dans les massifs montagneux qui entourent la ville.

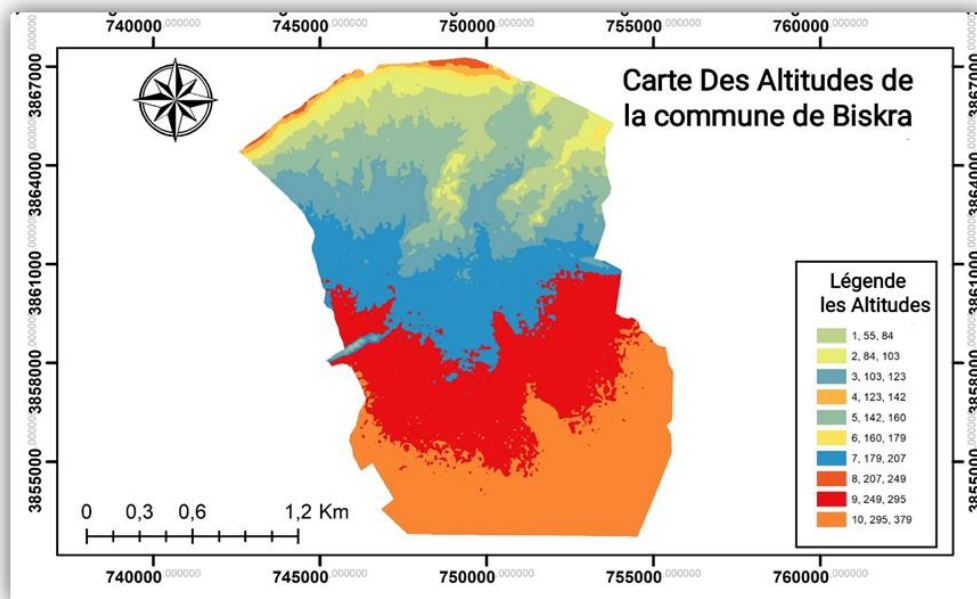


Carte 4: Carte des Pentes de la commune de Biskra.

Source : Réalisé par l'étudiante2024.

4. Les Altitudes:

La carte montre que la commune de Biskra est caractérisée par un relief relativement plat, avec des altitudes qui varient de 115 mètres à 340 mètres. Les points les plus bas se situent dans les vallées, tandis que les points les plus élevés se trouvent sur les plateaux.



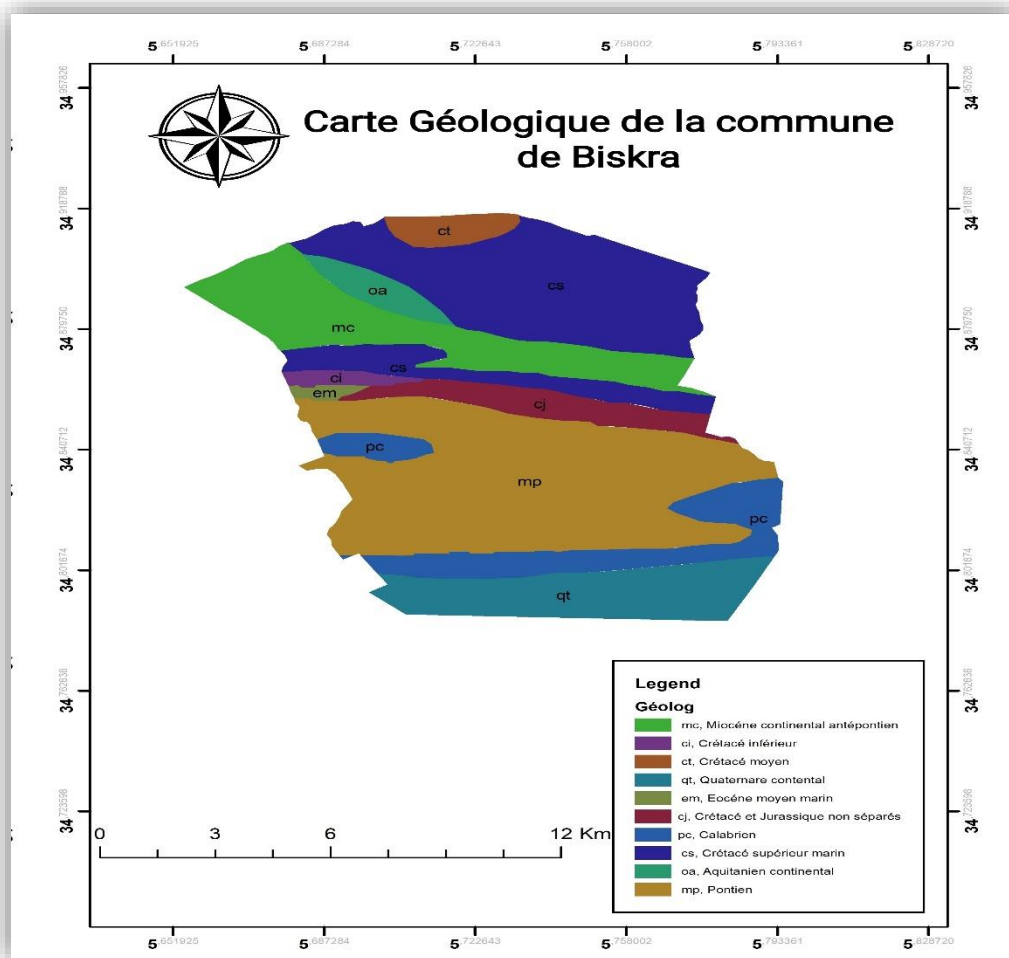
Carte 5: Carte des Altitudes de la commune de Biskra.

Source : Réalisé par l'étudiante2024.

5. Données géographiques de la ville de Biskra :

La wilaya de Biskra a deux paysages l'un relativement accidentée se situant au nord et à l'ouest du périmètre urbain et l'autre au territoire vaste et plat faisant partie du domaine de la plaine et ça revient à sa situation de la wilaya de Biskra qui situe en bas de pied de mont de l'Atlas Saharien qui constitue la jonction entre la zone montagneuse et la zone de plaine.

Géologiquement : elle englobe quatre éléments différents on trouve les monts, les plateaux, les plaines et les zones des dépressions ainsi que les terrains de la région sont d'origine sédimentaire qu'elle soit ancienne ou récente.



Carte 6: Carte d'esquisse géologique de la wilaya de Biskra

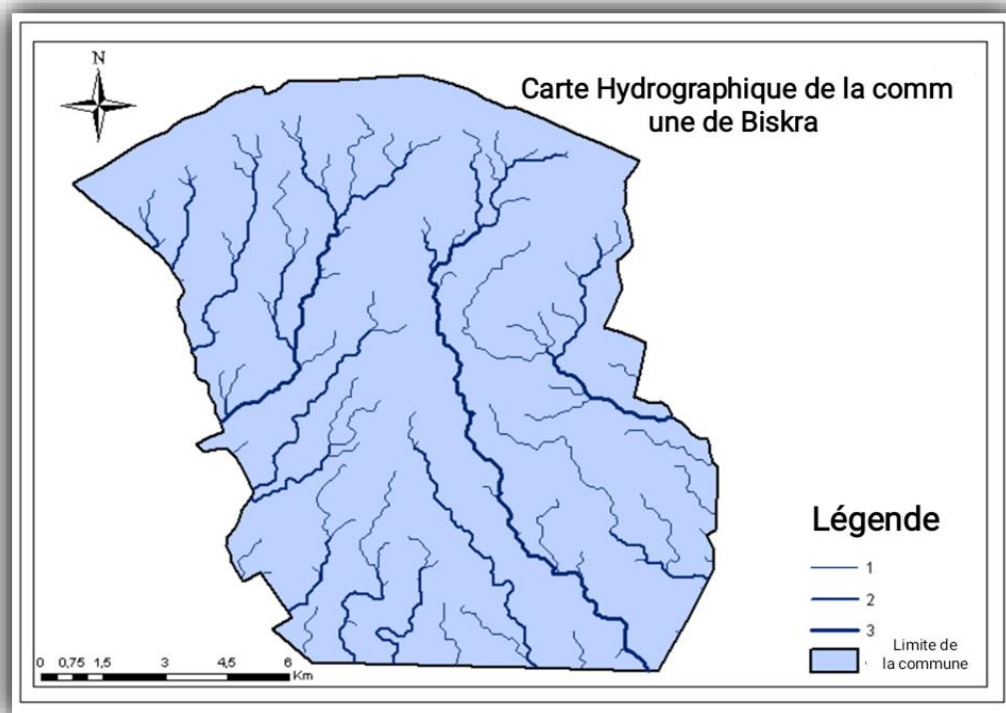
Source : Réalisé par l'étudiante2024.

6. Hydrographie :

La région de Biskra est riche en source hydrique (2 milliards m³) et pour les eaux souterraines sont stockées dans plusieurs nappes qui se résument en la nappe phréatique (superficielle), la nappe des sables, la nappe Albienne (profonde) et la nappe de calcaire.

La région de Biskra est marquée par un réseau hydrographique dense, mais souvent court et temporaire ses vallées sont souvent sèches dans la majorité de l'année.

La région de Biskra est marquée par un réseau hydrographique dense, mais souvent court et temporaire ses vallées sont souvent sèches dans la majorité de l'année. Les plus importants oueds sont : Oued Biskra et Oued Djedi. Oued Biskra traverse la ville du nord au sud-est, il est alimenté par de nombreux autres oueds drainants les eaux des versants sud-ouest des monts des Aurès. Du point de vue hydrologique Biskra appartient au bassin versant du Chott Melghier et plus précisément au sous bassin Djedi Biskra.⁶⁶



Carte 7: Carte hydrographique de la commune de Biskra.

Source : Réalisé par l'étudiante2024.

La carte hydrographique de la commune de Biskra illustre les différents cours d'eau et leur répartition dans la région. La légende présente trois niveaux de densité des cours d'eau, indiqués par des lignes de différentes épaisseurs :

- Les lignes les plus fines (indiquées par le chiffre 1) : Ces lignes représentent probablement les petits ruisseaux et les affluents mineurs. Ils forment le réseau hydrographique secondaire.

- Les lignes moyennes (indiquées par le chiffre 2) : Ces lignes représentent les rivières de taille intermédiaire, qui sont plus importantes que les ruisseaux, mais pas les principaux cours d'eau.
- Les lignes les plus épaisses (indiquées par le chiffre 3) : Ces lignes symbolisent les principales rivières de la région. Ce sont les cours d'eau les plus significatifs et volumineux.

7. Données climatiques de la ville de Biskra :⁶⁷

La ville de Biskra se trouve dans la zone du climat semi-désertique ou l'été est très chaud et très sec et l'hiver froids et sec aussi. Donc on peut dire que Le climat de Biskra est semi-aride à aride, avec une saison hiver-été caractérisée par la chaleur et la sécheresse ainsi que des climats froids et secs.

a. La Température :

Tableau 8 : Les Températures moyennes mensuelles de Biskra 2022.

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Moyenne
T (C °)	11,3	14,7	17	21,3	27,5	35,5	36	35	32,1	25,2	18,8	15,2	24,1

Source : Monographie de Biskra, 2022.

D'après ce tableau on observe que les mois les plus chaud dans l'année sont juin, juillet et aout, la température maximale moyennes est enregistré dans le mois de juillet avec 36 °C. De l'autre côté, la température minimale moyennes de 11,3°C a été enregistré le mois de janvier.

b. La Précipitation :

Tableau 9 : Les Précipitations moyennes mensuelles de Biskra 2022.

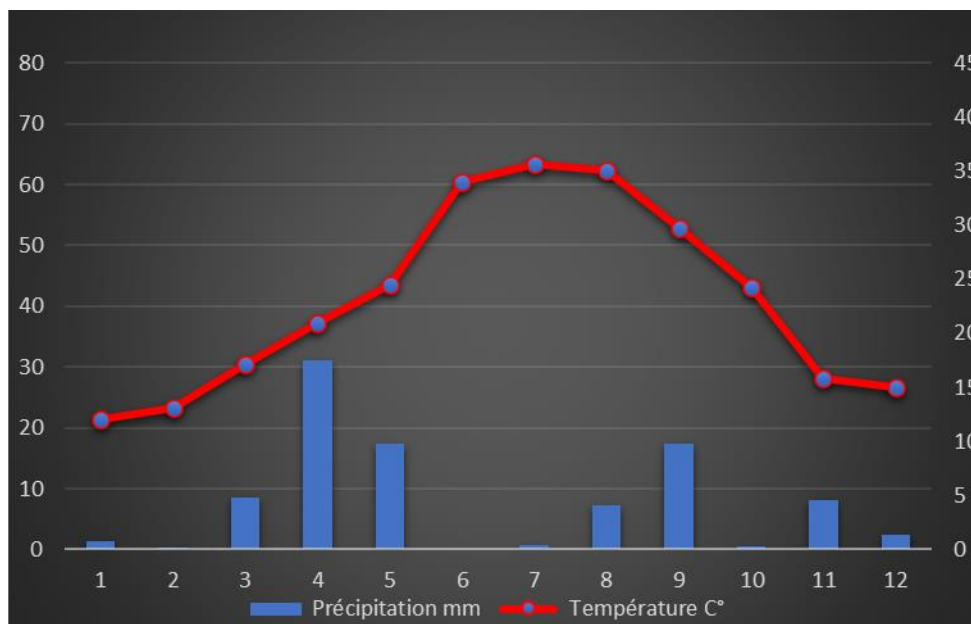
Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Cumul
P (mm)	0	7,4	9	3,6	0	0	1,6	0	4,8	1,8	0	15,2	43,4

Source : Monographie de Biskra, 2022.

En prenant en compte les précipitations des 25 dernières années, Biskra se trouve dans une région où les précipitations annuelles varient de 0 à 200 mm, à l'exception des zones montagneuses ou des années particulièrement pluvieuses.

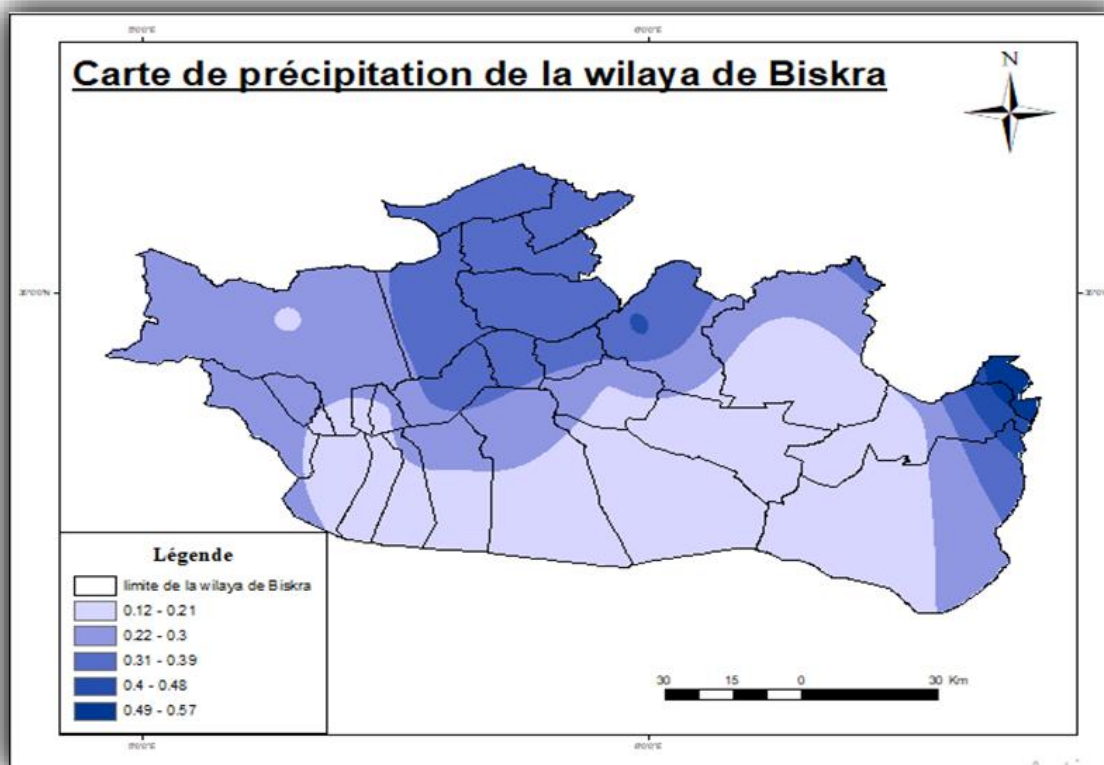
Cependant, ce taux de précipitations n'est pas un indicateur fiable du climat de la région, car la quantité et la manière dont ces précipitations tombent sont très importantes. En effet, 60 à 70 % des précipitations peuvent se concentrer pendant la saison froide, tombant sous forme de pluies torrentielles ou diluviennes, provoquant l'érosion des sols et des dégâts agricoles.

Voici les précipitations enregistrées en 2022, qui s'élèvent à 48,8 mm, une quantité faible comparée aux années précédentes. Il est à noter que la plus grande quantité de précipitations enregistrée dans la wilaya a atteint 294,1 mm en 2004.



Courbe Graphique 1: Courbe Les températures et la quantité de précipitations de Biskra enregistrées en 2022.

Source : Monographie de Biskra,2022.



Carte 8: Carte de précipitation de la wilaya de Biskra.

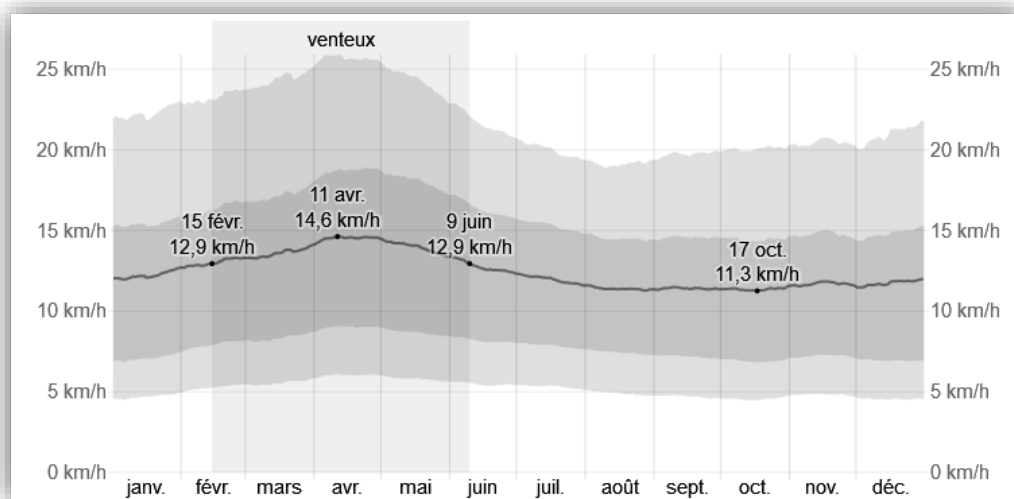
Source : réaliser par l'étudiante2024.

c. Les Vents :

Tableau 10 : Vitesse moyennes mensuelles de Biskra 2022.

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Moyenne
V.V(m/s)	3,2	3	4,7	4,8	4	3,9	3	3,2	3,5	2,6	3,9	2,5	3,5

Source : Monographie de Biskra,2022.



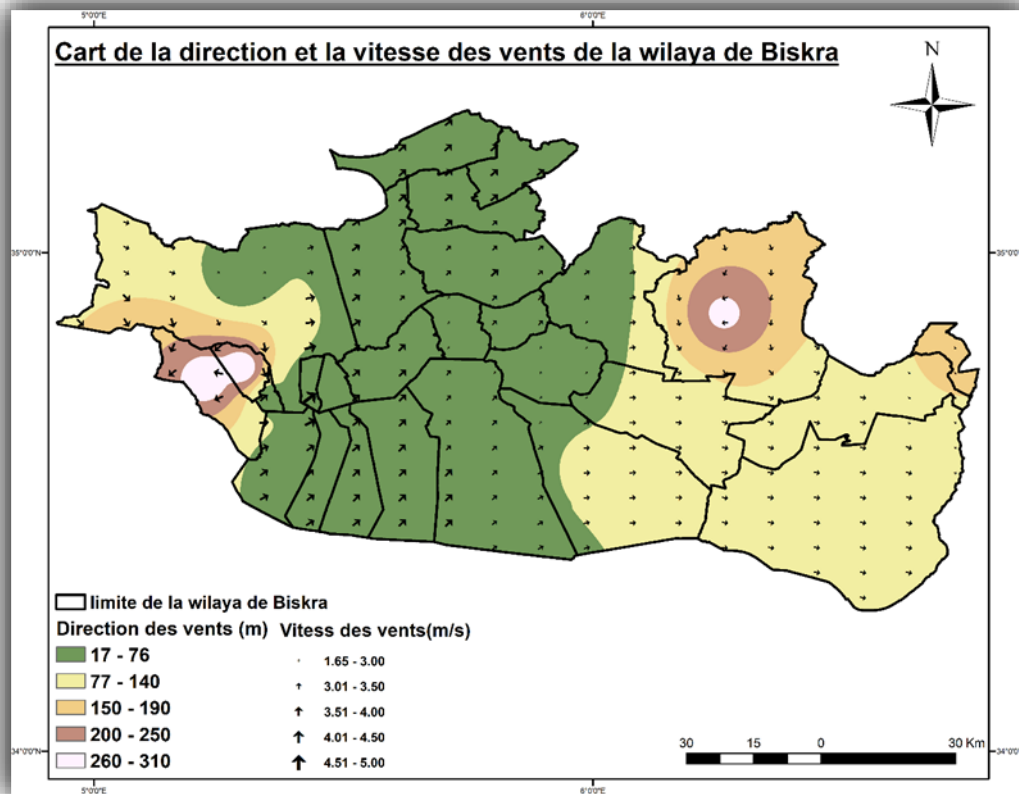
Courbe Graphique 2: Courbe graphique des vitesses des vents de Biskra.

Source : <https://fr.weatherspark.com>

Les vents de la région varient de calme à faible. La vitesse et la direction du vent instantané varient plus que les moyennes horaires. Les vents commencent à augmenter depuis le mois de décembre pour diminuer le mois de mai.

Le mois le plus calme de l'année à Biskra est octobre, avec une vitesse horaire moyenne du vent de 11,5 kilomètres par heure.

Alors, on peut constater que la ville de Biskra est caractérisée par le soufflement des vents durant toute l'année.⁶⁸



Carte 9: Carte de la direction et la vitesse des vents de la wilaya de Biskra.

Source : réaliser par l'étudiante2024.

Cette carte montre la direction et la vitesse des vents dans la wilaya de Biskra. Les couleurs indiquent les différentes directions des vents tandis que les symboles et leur taille représentent les vitesses des vents.

📌 Direction des Vents :

- Régions en vert (17 - 76°) : Situées principalement dans le centre de la wilaya, ces zones ont des vents qui soufflent du nord-est.
- Régions en jaune (77 - 140°) : Présentes dans les parties sud et est, indiquant des vents soufflant de l'est.
- Régions en marron clair (150 - 190°) : Une petite zone au sud-ouest, montrant des vents du sud-est.

- Régions en marron foncé (200 - 250°) : Localisées au sud-ouest et au nord-est, ces zones reçoivent des vents du sud-ouest.
- Régions en orange (260 - 310°) : Situées principalement à l'est, ces zones sont affectées par des vents soufflant de l'ouest.

Vitesse des Vents :

Les flèches de différentes tailles sur la carte indiquent des vitesses variées des vents :

- Petites flèches (1.65 - 3.00 m/s) : Vents modérés, présents surtout dans le centre.
- Flèches moyennes (3.01 - 3.50 m/s) : Vents légèrement plus rapides, répartis uniformément.
- Grandes flèches (3.51 - 4.00 m/s) : Vents rapides, concentrés au sud-ouest et au nord-est.
- Très grandes flèches (4.01 - 4.50 m/s) : Vents très rapides, principalement au sud-ouest.
- Plus grandes flèches (4.51 - 5.00 m/s) : Vents les plus rapides, rares et localisés.

d. L'Humidité :

Tableau 11: Humidité relative moyennes mensuelles des vents de Biskra 2022.

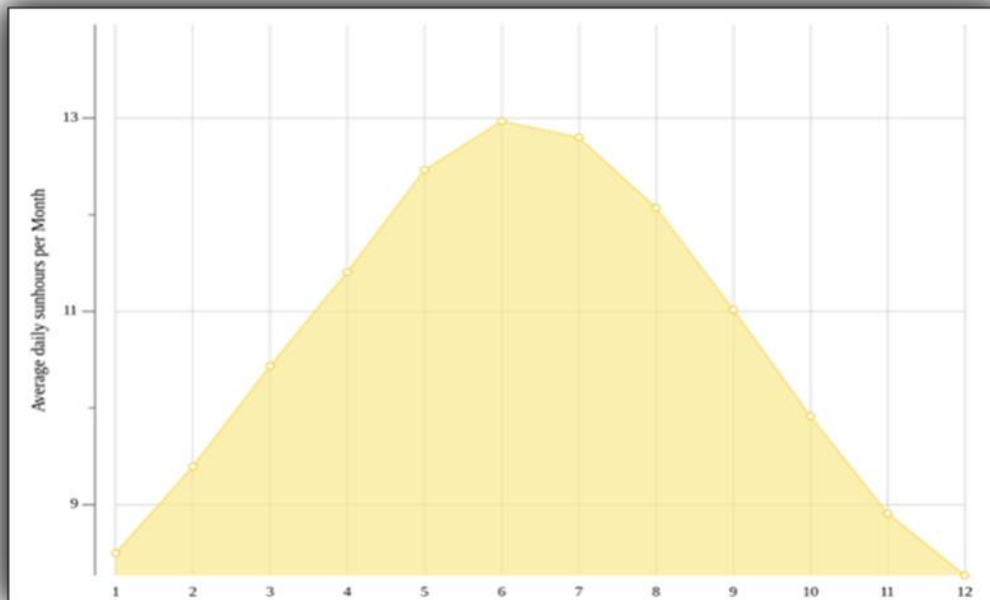
Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Moyenne
HR %	42	39	46	34	26	16	21	25	33	38	40	55	35

Source : Monographie de Biskra, 2022.

Le tableau "Humidité relative moyennes mensuelles des vents de Biskra 2022" fournit des informations précieuses sur le climat de Biskra. Les données montrent que l'humidité relative est généralement faible dans la région, avec une

moyenne annuelle de 35 %. Cela est dû au climat aride de la région, caractérisé par des précipitations faibles et des températures élevées.

e. Ensoleillement :



Courbe Graphique 3 : Courbe graphique des heures d'ensoleillement en Biskra 2022.

Source : <https://fr.climate-data.org>

En Juin, le plus grand nombre d'heures d'ensoleillement quotidien est mesuré à Biskra en moyenne. En Juin, il y a en moyenne 12.8 heures d'ensoleillement par jour et un total de 396.79 heures d'ensoleillement en Juin.

En Janvier, le nombre d'heures d'ensoleillement quotidien le plus bas est mesuré à Biskra en moyenne. En Janvier, il y a en moyenne 8.27 heures d'ensoleillement par jour et un total de 256.29 heures d'ensoleillement.

Environ 3900.03 d'heures de lumière sont comptabilisées dans Biskra tout au long de l'année. En moyenne, il y a 128.15 d'heures de lumière par mois.⁶⁹

II. La croissance urbaine de la ville de Biskra :

Selon Carlo Aymonino cité par Panerai ⁷⁰« la forme urbaine est un processus continu...et s'il est possible de la décrire ou de la caractériser à une période précise, on ne peut négliger, pour la comprendre d'étude des périodes antérieures qui ont conditionné son développement et l'ont littéralement formée ». ⁷¹

C'est à la suite de cette brève présentation de la croissance urbaine de la ville suivant leur **évolution historique**, que sera abordée une carte de zoning historique à une classification du paysage de la ville selon leur valeur historique. On peut classifier son évolution historique en trois périodes principales :

Pré coloniale, coloniale et poste coloniale (l'indépendance)

1. La période l'époque pré coloniale :

BISKRA, SOKKRA, VESCRA, VECERA...une ville qui semble avoir subi l'influence de plusieurs civilisations. Depuis l'Antiquité (3000 siècles av JC) à nos jours, cette région connue le phénomène des stratifications historiques qu'elles laissent leurs empreintes morphologique, sociale, culturelle et architecturale. En effet c'est leur valeur comme un lieu d'échange commercial entre le Nord et le Sud, l'Est et l'Ouest que présente un point d'attraction et d'attraction des civilisations qu'elles occupent.

Selon les historiens, la première présence humaine dans la région des Ziban remonte à 80.000 à 8.000 ans avant notre ère tels qu'en témoignent les vestiges de pléistocène supérieur découverts sur la rive est de l'Oued de SIDI ZARZOUR (silex taillé, pointes de flèches). ⁷²

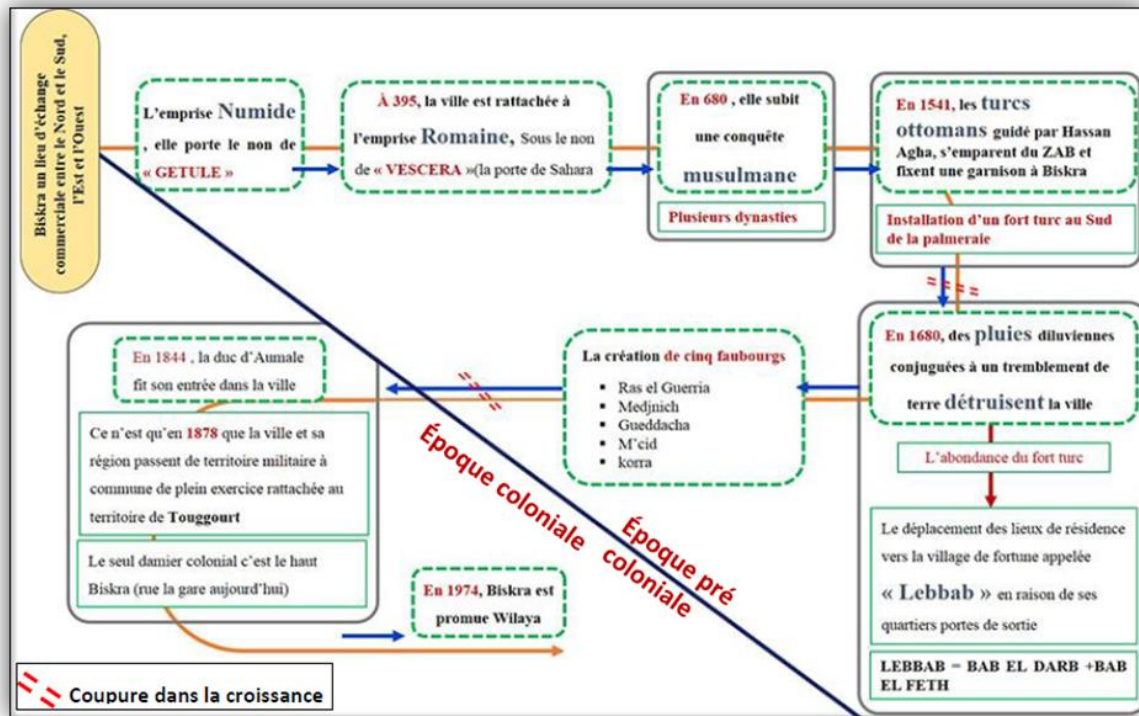


Figure 31: Aperçu historique de la ville de Biskra.

source : BRAHIMI SOUAD- LE PAYSAGE DE LA VILLE DE BISKRA FACE AUX PROPOSITIONS STRATÉGIQUES ENERGETIQUES EOLIENNES ET SOLAIRES EVALUATION DE LA QUALITE DU PAYSAGE ENERGETIQUE. UNIVERSITE BATNA1.2015

2. L'époque coloniale :

Basons sur les recherches de (Sriti.L, 2013)⁷³, on peut distinguer trois phases principales de l'évolution du tissu urbain de la ville de Biskra, pendant l'époque de colonisation française :

✚ L'époque coloniale I (1844-1865) :

Les militaires français s'installèrent au nord de la ville créant le Fort Sain Germain, c'est une implantation stratégique pour répondre aux objectifs militaires :

- Le contrôle et la domination des 7 villages grâce à la maîtrise de la distribution de l'eau.

- La sécurité des colons en les éloignant des implantations préexistantes et en les rapprochant de la garnison militaire. Dans la même période, la réalité morphologique a été évoluée créant un plan en « damier » à proximité du Fort Saint Germain.

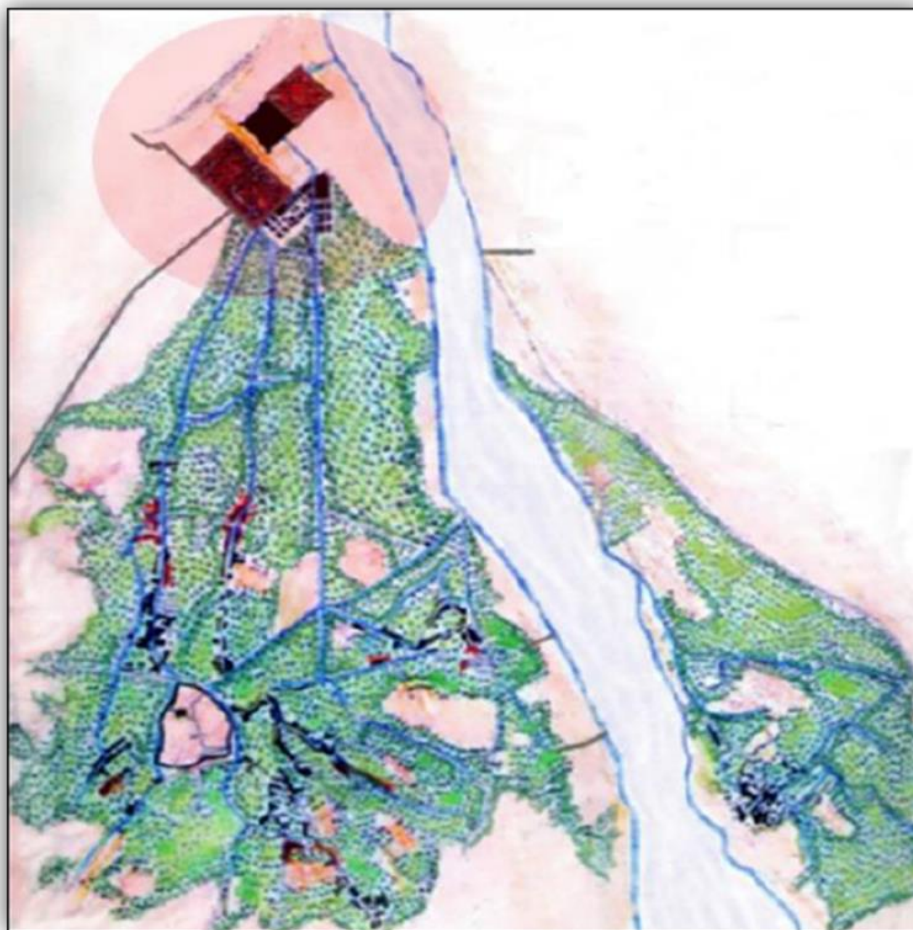


Figure 32: La ville de Biskra à l'époque coloniale I (1944-1965)

Source : SRITI Leila, 2013

Le choix du plan en « damier » exprime la volonté de dominance vis à vis des modèles autochtones, où le marché constituait le seul point de rencontre entre les communautés locale et européenne.⁷⁴⁻⁷⁵

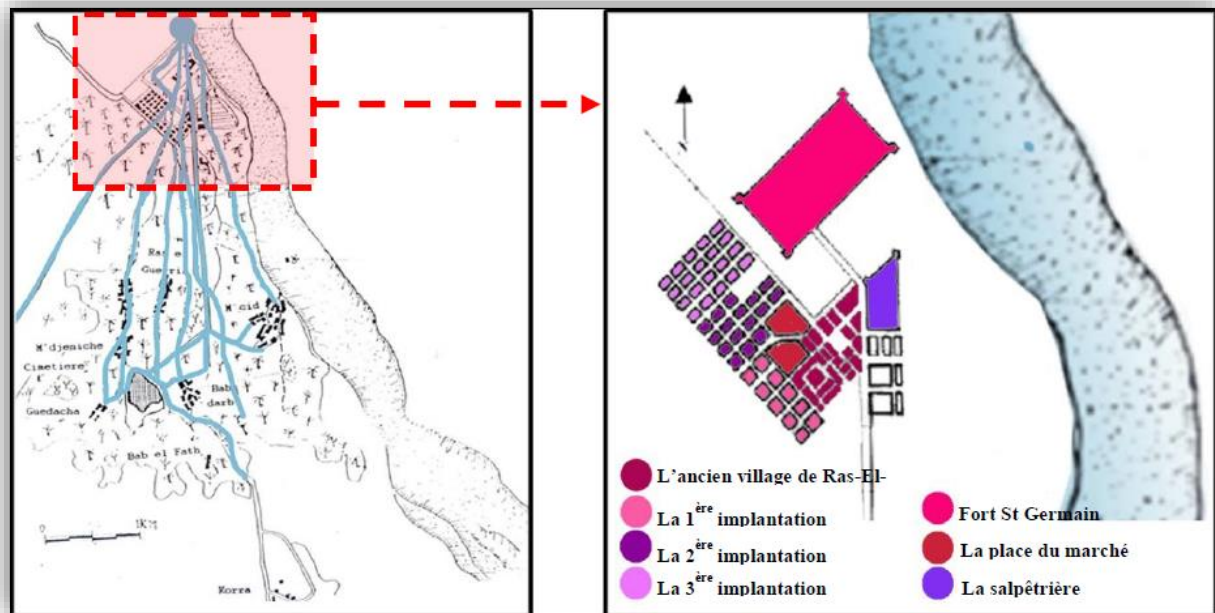


Figure 33: Le contrôle et la domination des sources d'eau et Les différentes étapes d'évolution du damier coloniale de Biskra.

Source : SRITI L, 2013- BRAHIMI SOUAD- LE PAYSAGE DE LA VILLE DE BISKRA FACE AUX PROPOSITIONS STRATÉGIQUES ENERGETIQUES EOLIENNES ET SOLAIRES EVALUATION DE LA QUALITE DU PAYSAGE ENERGETIQUE. UNIVERSITE BATNA1.2015

Epoque coloniale II (1865-1932) :

En 1890, une mosquée (mosquée El Caïd) est construite proche du marché. Elle donna plus d'ampleur à la vie urbaine de ce centre-ville en permettant à la communauté musulmane (indigène) de s'y intégrer.⁷⁶ Elle représente un véritable pôle par son caractère multifonctionnel et social.

L'époque coloniale III (1932-1962) :

Des extensions importantes ont eu lieu le long des axes amorcés lors des périodes précédentes : la route de Touggourt (Hakim Saadane), Salah Bey et l'actuel Emir Abd El Kader. La création des quartiers Z'mala (Quartier Nègre), du lotissement Ferhat, de Chatou Net et de l'extension spectaculaire du quartier Star Melouk ont également été notées. On observe également l'amorce d'El Alia Nord et des quartiers Rivière Nord et Sud. En 1958, le lancement du plan de Constantine a eu lieu. Biskra, comme le reste des villes algériennes, bénéficie d'un programme de logements.

Deux opérations sont effectuées : construction de 4 barres d'habitat collectif (les HLM le long de Hakim Saadane), et une cité de recasement (éradiquée dans les années 70).⁷⁷



Figure 34 : Schématisation du tissu urbain de Biskra à l'époque coloniale III (1932-1962).

Source : SRITI Leila, 2013

3. L'époque post coloniale : l'époque d'indépendance :

Biskra est parmi les villes qui ont connu le phénomène de l'exode rural suite à l'indépendance, comme le mentionne Marc Cote⁷⁸. Depuis qu'elle est devenue chef-lieu de wilaya en 1974, elle est passée d'une ville touristique et agraire à un centre industriel et de services. Cette transformation radicale a favorisé la dégradation de l'aspect architectural qui caractérisait l'ancienne ville.

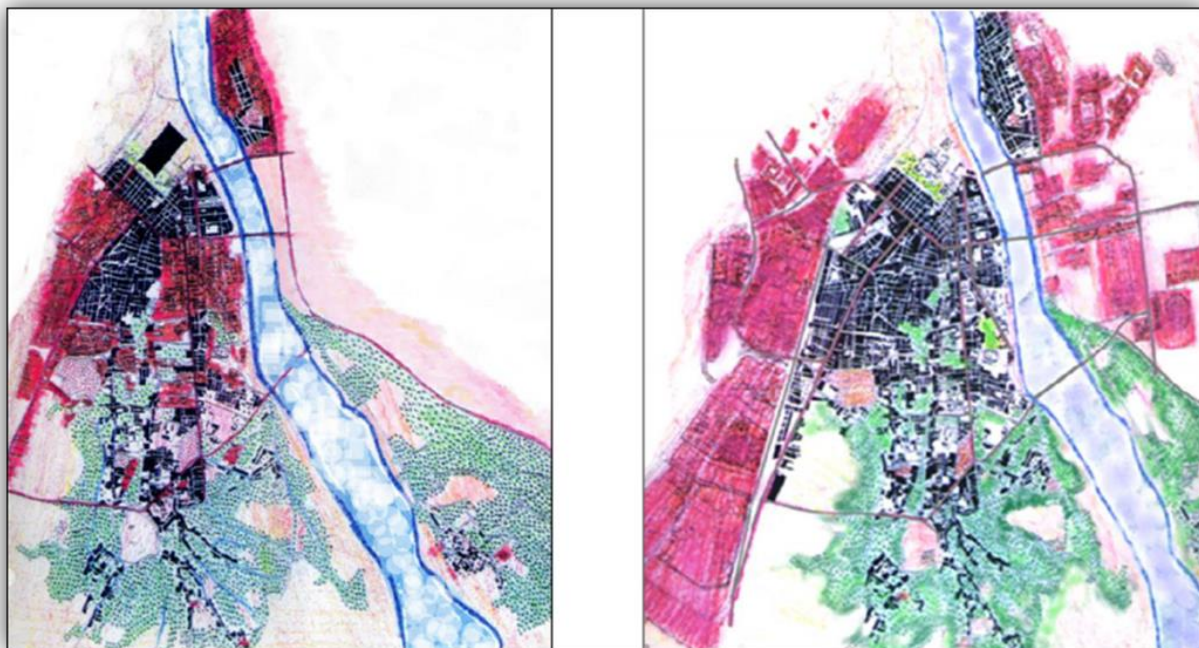


Figure 35: Schématisation du tissu urbain de Biskra à l'époque d'indépendance entre 1962 et 1977 et entre 1977 et 1986.

source : SRITI Leila, 2013.

Pour résoudre le phénomène de l'urbanisation rapide, l'État a opté pour la création de lotissements d'habitat individuel et de grands ensembles urbains, parfois mal équipés. Ce type de construction ne correspond pas à l'aspect architectural et culturel de la région, ni à son harmonie. En plus de cette dégradation au niveau de la forme urbaine adaptée au contexte physique, s'ajoutent les défauts de l'urbanisme normatif qui ne prend pas en considération les caractéristiques du climat. On constate également que les modes et les méthodes de construction traditionnels, basés sur des murs porteurs et l'utilisation de matériaux locaux, qui ont été utilisés dans cette région pendant de longues périodes, n'ont pas été pris en compte dans cette transformation.⁷⁹

4. Époque actuelle : Biskra aujourd'hui :

À Biskra, on observe deux tendances dans la construction de la ville. D'une part, il y a une tendance volontariste, où l'État façonne la forme urbaine à travers un urbanisme normatif. D'autre part, il existe une tendance populaire, où la société façonne la ville à sa manière. Ces zones sont souvent appelées tissus illicites ou informels, où l'espace vert et l'eau sont souvent négligés. Dans cette logique, l'objectif principal est d'acquérir une parcelle à bâtir et à habiter.⁸⁰



Image 5: Biskra aujourd'hui.

Source : google e-earth, 2024.

III. Résultats de l'analyse objective de l'état de l'art historique de Biskra :

La ville est un processus en évolution, intelligible dans une relation présent/passé où chacun de ces deux phases (passé/présent) éclaire l'autre. L'analyse attentive du tissu qui associe analyse du bâti et travail d'archive permet de reconstituer les états successifs de la ville et de ses quartiers, de saisir les permanences sur le temps long.⁸¹ Il serait un produit déterminé par l'histoire mais aussi un produit du regard modélisé par l'art et la culture.⁸²

La ville de Biskra, de sa situation stratégique lie le nord avec le sud et l'est avec l'ouest a été un centre pour plusieurs civilisations et sa croissance urbaine passe par plusieurs étapes résumées dans la figure suivante :

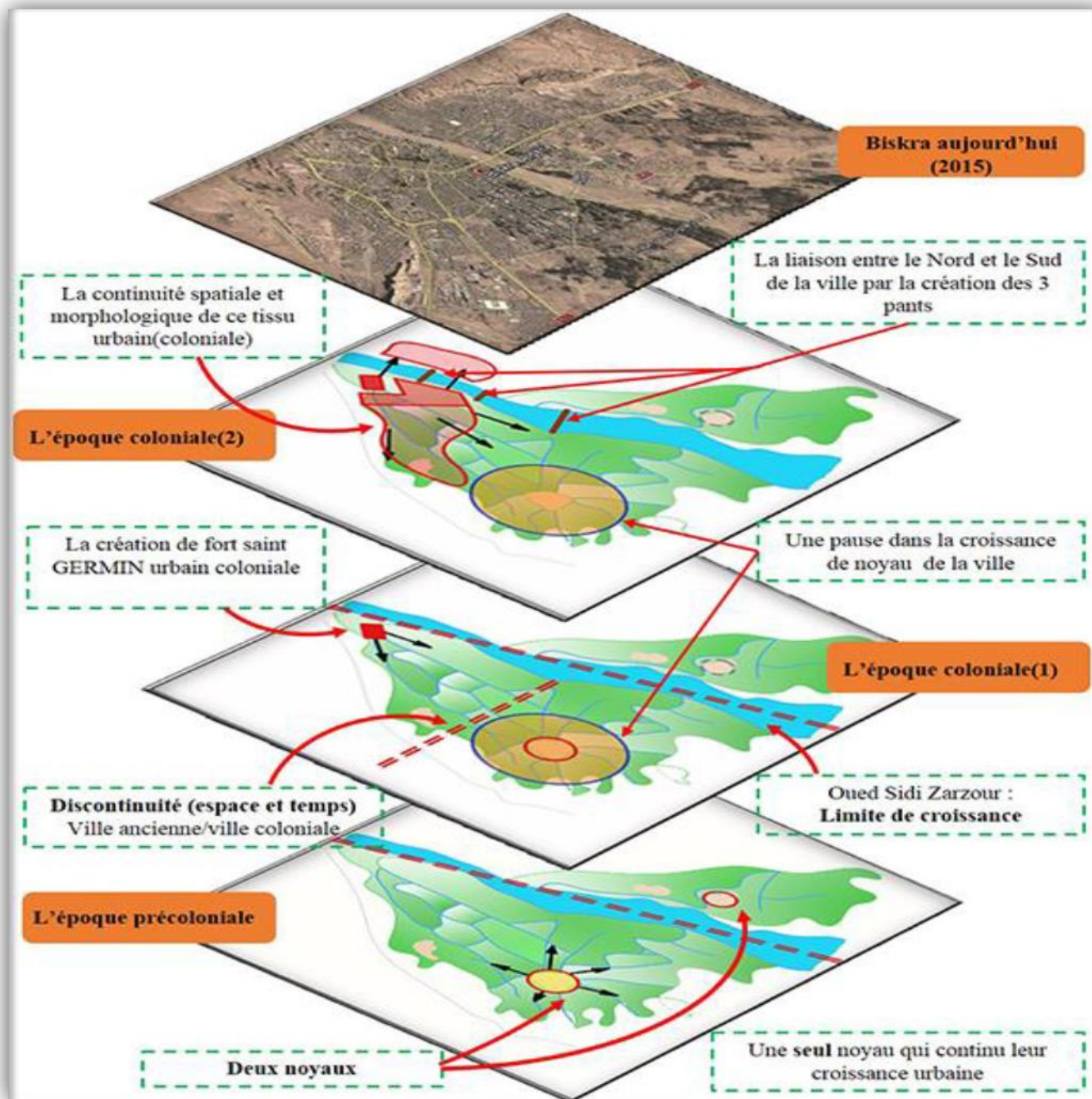
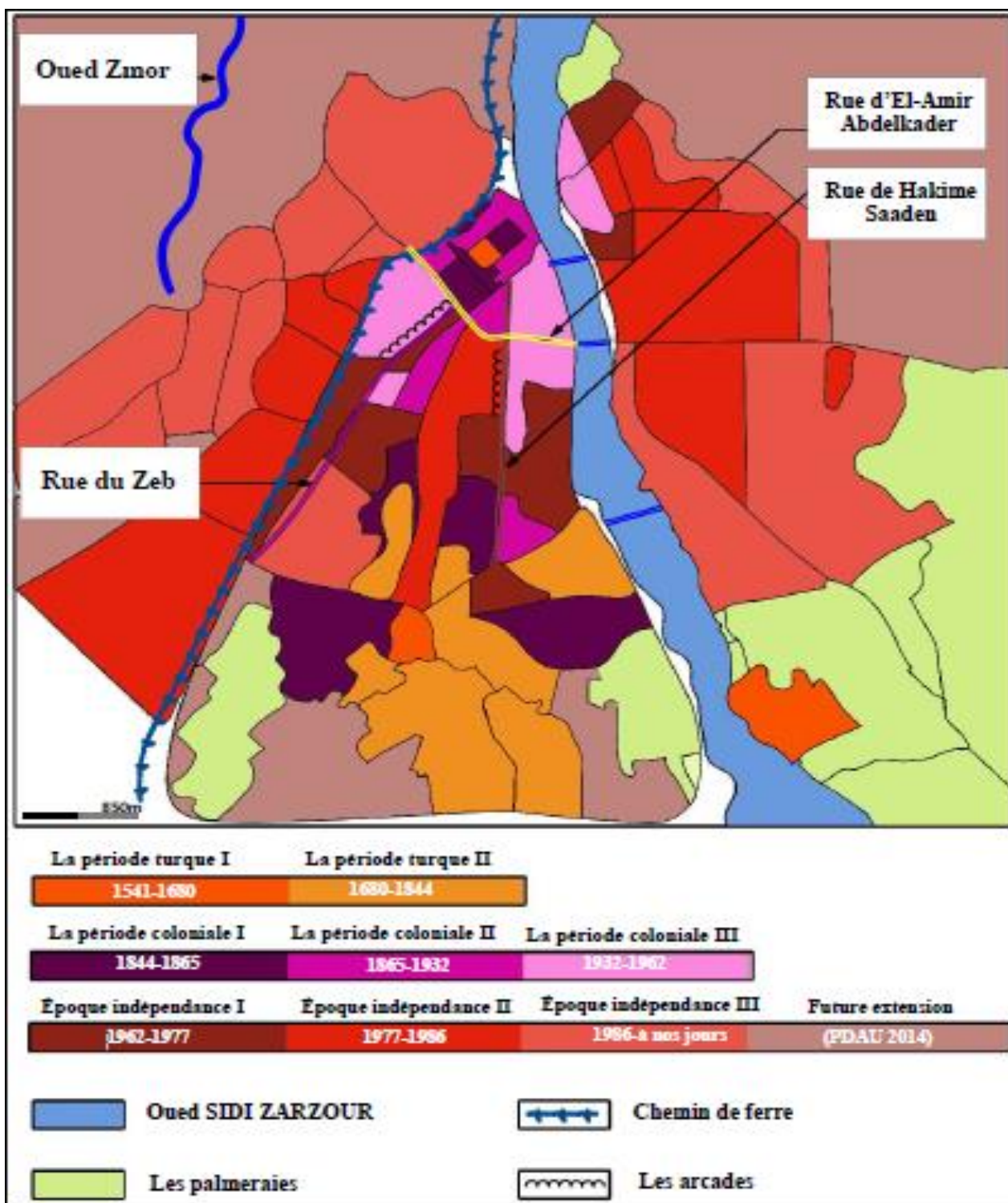


Figure 36: Croissance - urbaine de la ville de Biskra.

Source : BRAHIMI SOUAD- LE PAYSAGE DE LA VILLE DE BISKRA FACE AUX PROPOSITIONS STRATÉGIQUES ENERGETIQUES EOLIENNES ET SOLAIRES EVALUATION DE LA QUALITE DU PAYSAGE ENERGETIQUE. UNIVERSITE BATNA1.2015



Carte 10: Carte de Zoning du tissu urbain de la ville de Biskra selon l'histoire de leur croissance.

Source : BRAHIMI SOUAD- LE PAYSAGE DE LA VILLE DE BISKRA FACE AUX PROPOSITIONS STRATÉGIQUES ENERGETIQUES EOLIENNES ET SOLAIRES EVALUATION DE LA QUALITE DU PAYSAGE ENERGETIQUE. UNIVERSITE BATNA1.2015

IV. La Population et les Données énergétiques de la ville de Biskra :

1. La population :

Dans toute étude urbaine, le facteur de la démographie est l'un des principaux éléments de son analyse. Il s'avère très utile et très important de tenir compte de cette population, de sa croissance et de sa distribution dans la ville.

Après l'indépendance la ville de Biskra a connu une augmentation importante de population selon les monographies élaborées par la direction de la planification et de l'aménagement du territoire (D.P.A.T.) d'après les R.G.P.H. de la ville de Biskra.⁸³

Sa croissance démographique est la suivante :

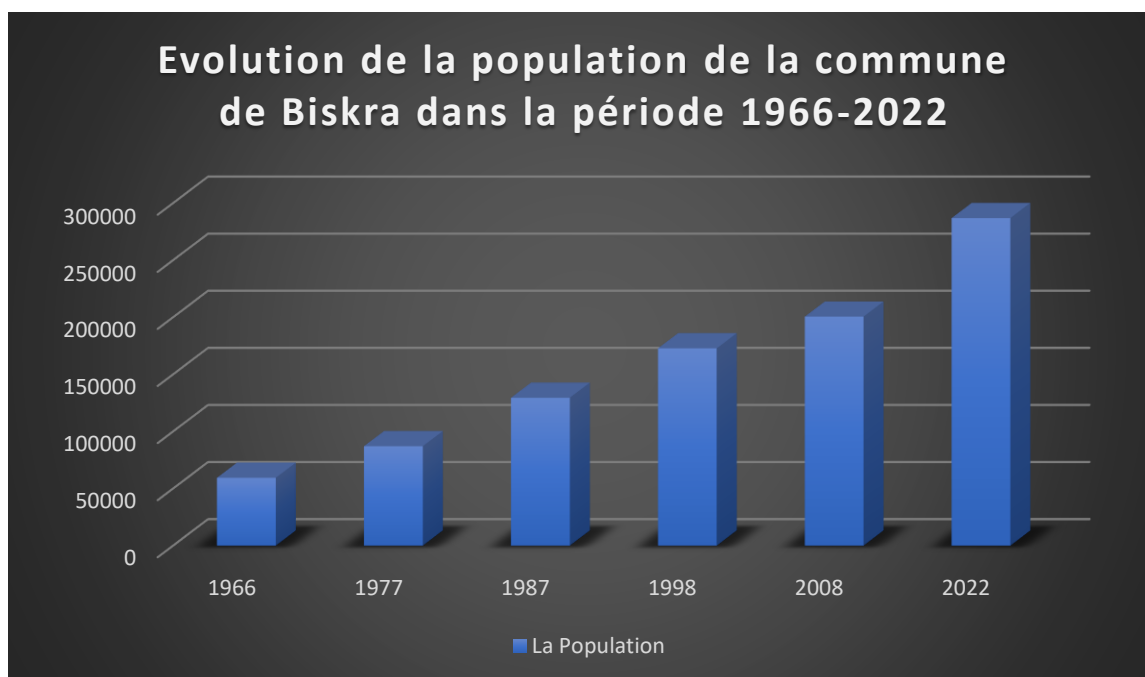


Diagramme 1: Diagramme d'évolution de la population dans la période 1966-2008 dans la commune de Biskra.

Source : établi par l'étudiante à la base des données de la monographie 2022.

Tableau 12: Croissance démographique de la ville de Biskra.

Année	1966	1977	1987	1998	2008	2022
Population de la wilaya	135901	206858	430202	589697	721356	768954
Population de la commune	59561	87200	129611	172905	200654	287006

Source : Monographie de Biskra, 2022.

1. Les Données Énergétiques : ⁸⁴

La ville de Biskra bénéficie d'un réseau énergétique crucial, avec une couverture assurée par quatre lignes électriques, dont :

- 220 KVA : (Msila – Biskra / Batna – Biskra / Biskra – El Oued / Biskra – Ouargla).
- 60 KVA : (Biskra- Ain Naga / Biskra – Tolga).
- La capacité de chaque ligne est de 220 kV, toutes convergeant vers le centre du quartier nord de la ville.
- Cette énergie est distribuée à travers la province par cinq transformateurs électriques, dont **trois sont à Biskra, un à Tolga et un à Ain Naga.**
- Le total des logements connectés au réseau électrique est de 184 925, ce qui représente une couverture estimée à 94,5 % du total des logements de la province.

Tableau 13: L'Approvisionnement en électricité dans la ville de Biskra (Alimentation électrique).⁸⁵

L'approvisionnement en électricité	Nombre de logement	Pourcentage de raccordement électrique %% du total des logements
De la wilaya de Biskra	184925	94,5%
De la commune de Biskra	74937	96,47%

Source : Monographie de Biskra, 2022.

V. Évaluation Proposée des Coûts et Besoins Matériels pour l'Intégration des Panneaux Solaires dans la Commune de Biskra :

Pour estimer le coût et les besoins matériels pour l'intégration des panneaux solaires dans la commune de Biskra avec une population de 287,006 personnes et 74,937 logements, nous devons considérer plusieurs éléments :⁸⁶

« Évaluation de la capacité nécessaire ,Calcul de la capacité électrique requise, Évaluation du site et des besoins en infrastructure , Coût des panneaux solaires, Coût de l'installation , Coût de l'équipement supplémentaire , Coûts de maintenance , et Évaluation des subventions et des incitations fiscales »

✚ D'après nos estimations actuelles nous pouvons appliquer ce qui suit en plusieurs étapes :

- Calcul de la capacité nécessaire en fonction du nombre de logements : Nous avons 74 937 logements, Si nous supposons qu'un panneau solaire peut suffire pour alimenter en électricité un logement moyen, nous aurons besoin de 74 937 panneaux solaires.

- Estimation des coûts des panneaux solaires : Le coût d'un panneau solaire peut varier en fonction de sa qualité, de sa puissance et d'autres facteurs. Pour une estimation de base, supposons un coût moyen de 300 euros par panneau solaire.
- Calcul du coût total des panneaux solaires : Multiplions le nombre de panneaux nécessaires par le coût moyen par panneau :

$$74\,937 * 300 = 22\,481\,100 \text{ euros.}$$

- Évaluation des coûts supplémentaires : En plus du coût des panneaux solaires eux-mêmes, il faut prendre en compte les coûts d'installation, de maintenance et éventuellement de stockage de l'énergie. Ces coûts peuvent représenter une proportion importante du coût total. Pour une estimation initiale, supposons que ces coûts supplémentaires s'élèvent à 30 % du coût des panneaux solaires eux-mêmes.
- Calcul du coût total du projet : Ajoutons 30 % au coût des panneaux solaires : $22\,481\,100 * 0,3 = 6\,744\,330$ euros. Ensuite, ajoutons ce montant au coût initial des panneaux solaires :

$$22\,481\,100 + 6\,744\,330 = 29\,225\,430 \text{ euros.}$$

Ainsi, selon cette estimation approximative, le coût de l'intégration des panneaux solaires dans la commune de Biskra, pour alimenter 74 937 logements, serait d'environ 29,2 millions d'euros. Cependant, il convient de noter que ces chiffres sont basés sur des estimations approximatives et peuvent varier en fonction de nombreux facteurs, y compris les coûts réels des panneaux solaires et des autres composants du système, ainsi que les subventions disponibles et d'autres considérations locales.⁸⁷

Conclusion :

En conclusion, l'examen de la croissance urbaine de la ville de Biskra et de son intégration avec les énergies renouvelables solaires révèle une dynamique complexe et prometteuse. La ville, en tant que centre en évolution, a connu une expansion significative au fil du temps, influencée par une multitude de facteurs économiques, sociaux et environnementaux.

L'intégration des énergies renouvelables solaires dans cette croissance urbaine présente une opportunité majeure pour Biskra de poursuivre son développement de manière durable et résiliente. En exploitant son climat ensoleillé et son potentiel solaire, la ville peut non seulement réduire sa dépendance aux sources d'énergie traditionnelles, mais aussi atténuer son empreinte environnementale en réduisant les émissions de gaz à effet de serre.

Cependant, cette intégration ne se fera pas sans défis. Des considérations telles que la planification urbaine, l'infrastructure, la réglementation et l'acceptation sociale doivent être soigneusement examinées pour assurer le succès à long terme de cette transition énergétique. De plus, il est essentiel d'impliquer les parties prenantes locales, y compris les résidents, les entreprises et les autorités municipales, dans le processus de mise en œuvre afin de garantir une adoption harmonieuse et inclusive des énergies renouvelables solaires.

En définitive, l'intégration réussie des énergies renouvelables solaires dans la croissance urbaine de Biskra offre une voie vers un avenir plus durable, où la ville peut prospérer tout en préservant son environnement naturel et en améliorant la qualité de vie de ses habitants. C'est un investissement dans la durabilité à long terme et une étape cruciale vers la transformation écologique de Biskra en une ville modèle pour les générations futures.

Chapitre 4

Présentation et investigation du cas d'étude

Introduction :

L'objectif de ce chapitre est de rassembler toutes les données et toutes les informations nécessaires qui nous permettront d'analyser et comprendre la composition du cas d'étude.

I. La situation géographique de la zone d'étude :

La zone d'étude se trouve dans le centre-ville de Biskra, qui représente le deuxième plan d'occupation des sols de la municipalité conformément aux orientations du schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme. Elle a une superficie de 31 hectares.

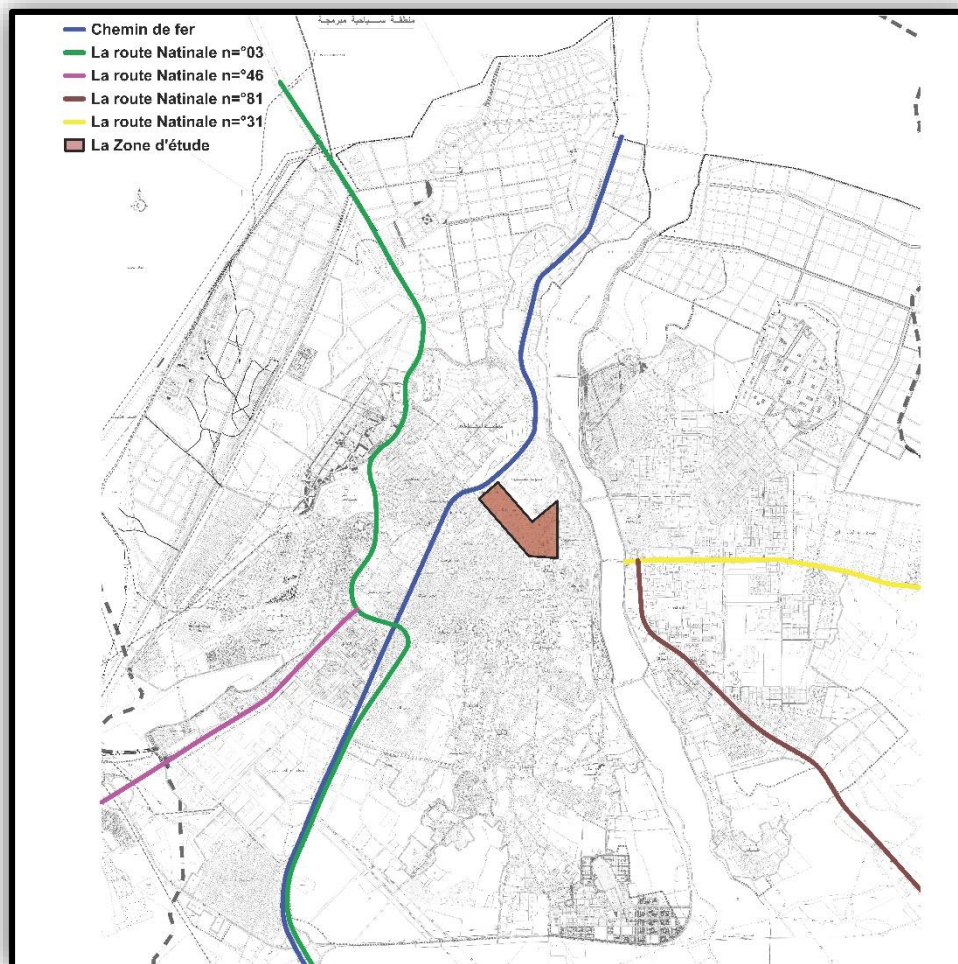


Schéma 4: la situation de la zone d'étude par rapport à la ville de Biskra.

Source : la carte de découpage des PDAU de Biskra + traitement d'étudiante

1. L'accessibilité du quartier :

Le quartier de la Garre est un patrimoine architectural très important dans la ville de BISKRA Ses limites sont les suivantes :

- Au nord : le jardin public du 5 juillet
- À l'ouest : la gare ferroviaire

- À l'est : la rue des Frères Menani
- Au sud : la rue Émir Abdelkader

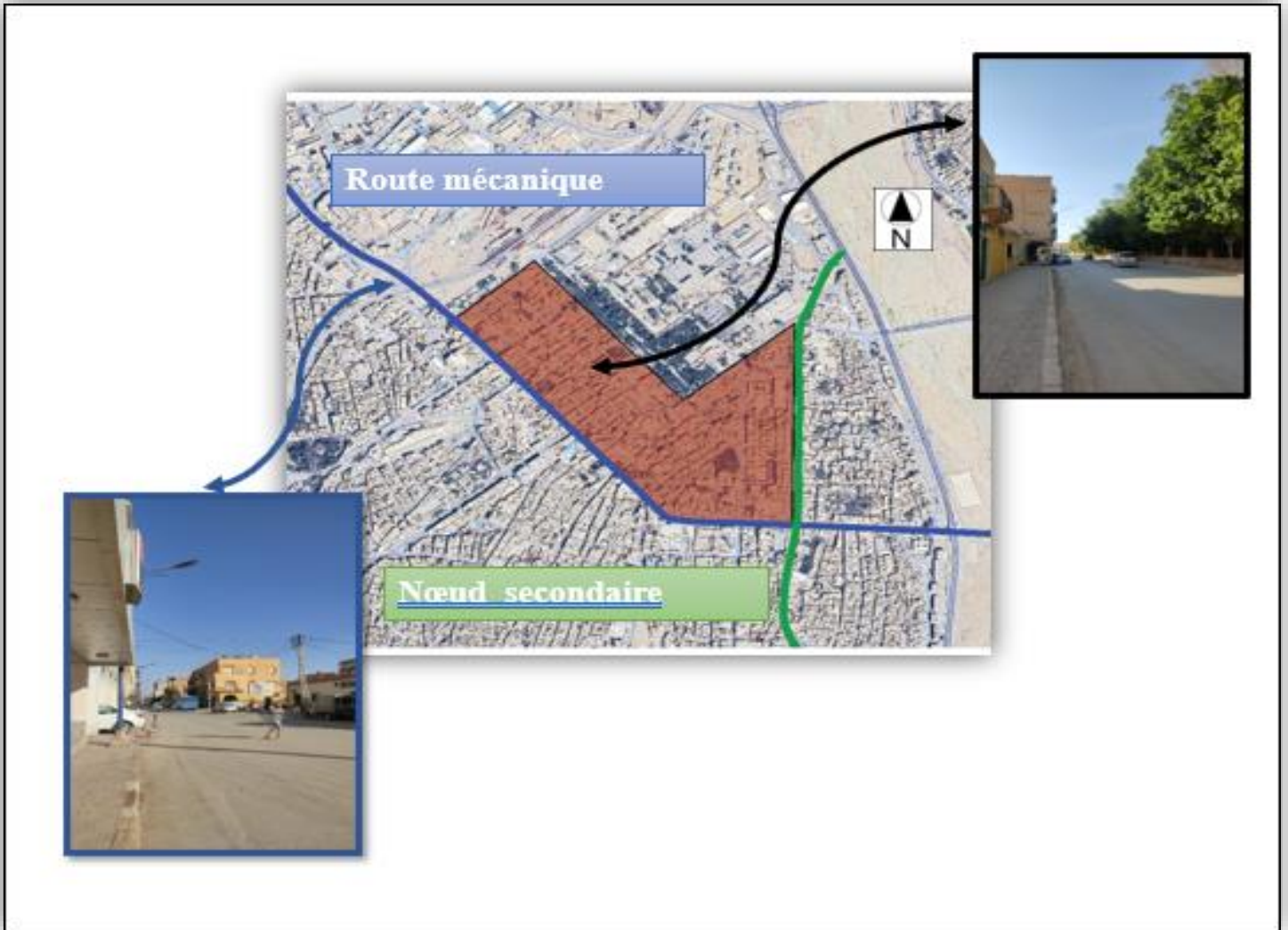


Schéma 5: L'accessibilité de la zone d'étude.

Source : Google earth + traitement d'étudiante.

2. L'orientation d'ensoleillement et des vents :

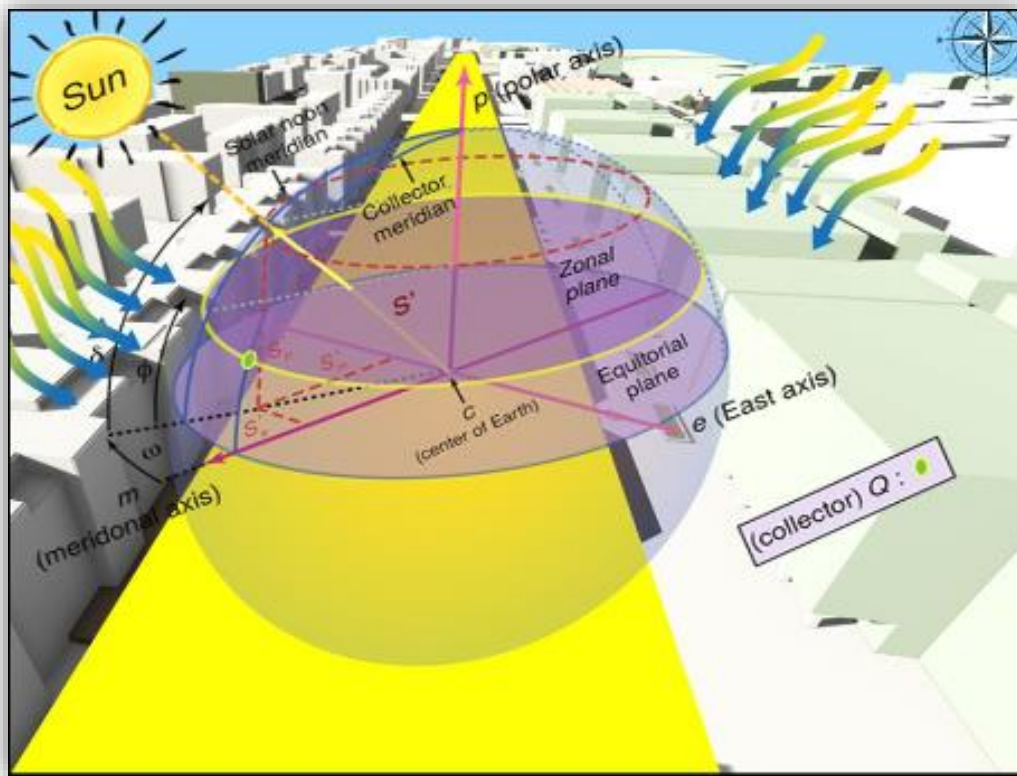


Figure 37: Esquisse de l'orientation de l'ensoleillement et des vents.

Source : établi par l'étudiante.

Les principes clairs pour l'orientation des bâtiments dans le quartier sont :

- Orientation Sud.
- Inclinaison Optimale.
- Minimisation l'Ombre.
- Toiture inclinée et plate.

3. La morphologie de la zone d'étude :

4.1. L'analyse du tissu bâti :

Le tissu bâti de la zone d'étude « quartier La Gare de Biskra » est un exemple typique de l'architecture coloniale française en Algérie, Il apparaît dans deux types de bâti, comme le montre le plan suivant :



Schéma 6: Schéma le tissu bâti dans la zone d'étude.

Source : POS + traitement d'étudiante.

a. Les gabarits :

La zone étudiée abrite des résidences individuelles de style colonial, caractérisées par des dimensions uniformes réparties en trois catégories : jusqu'à R+1/R+2, R+3 et R+4 pour les constructions à usage résidentiel individuel. Durant la période coloniale, les îlots étaient plus nombreux et tous présentant une homogénéité, ce qui leur a valu le nom d'îlots homogènes.

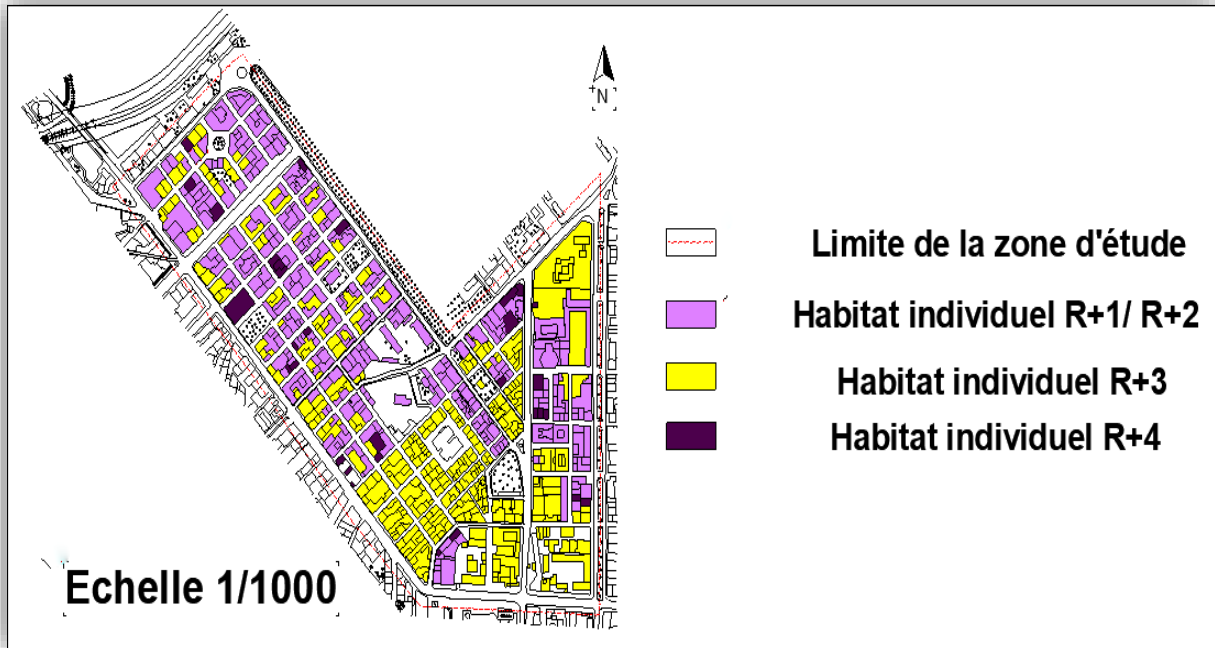


Schéma 7: Schéma les gabarits dans la zone d'étude.

Source : POS + traitement d'étudiante.

b. L'état de Bâti :

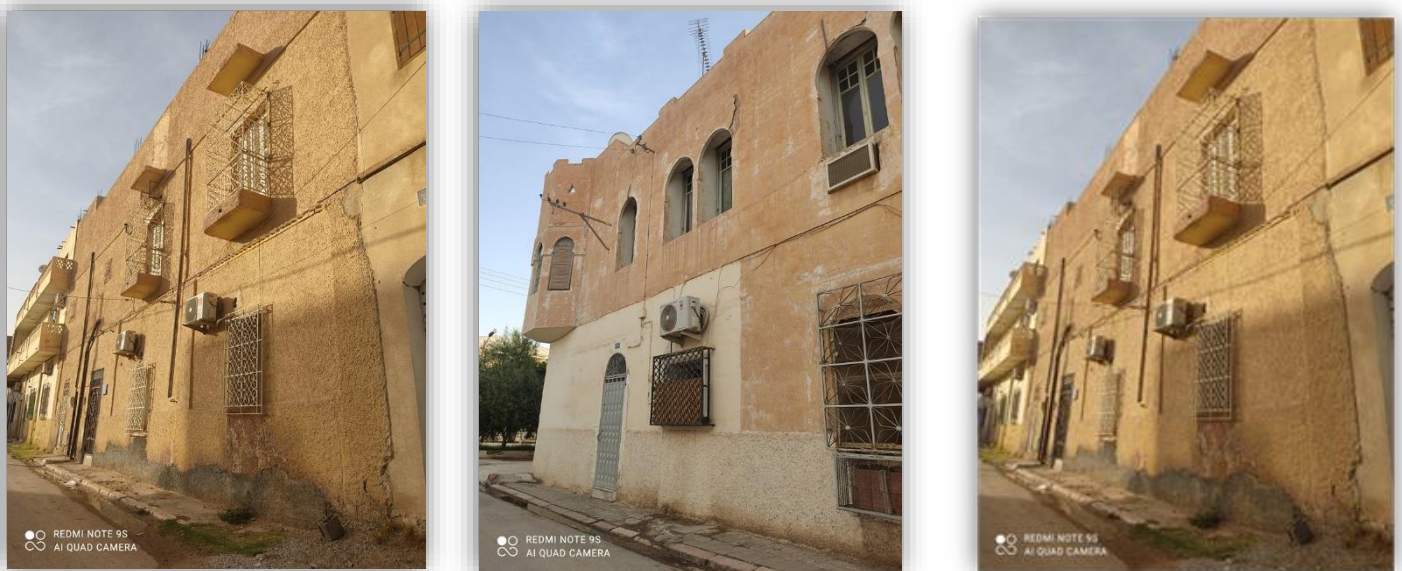


Image 6: l'état de bâti dans la zone d'étude.

Source : prise par l'étudiante.

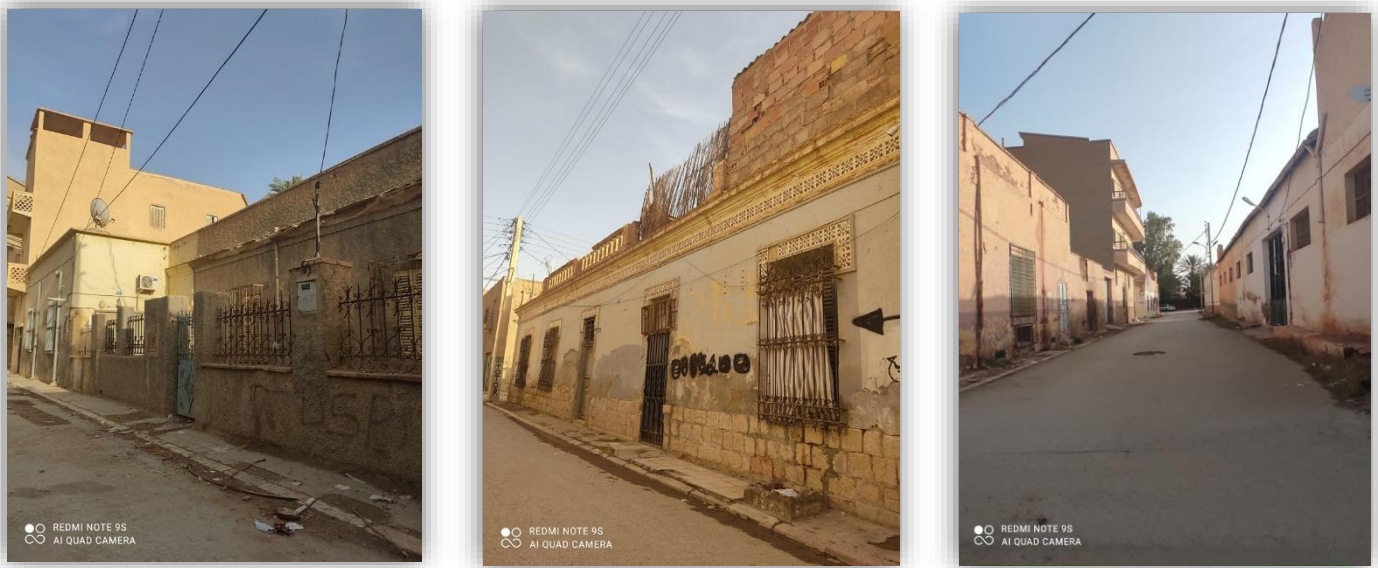


Image 7: l'état de bâti dans la zone d'étude.

Source : prise par l'étudiante.

À travers la sortie sur terrain on constate que :

Le style colonial a commencé à se perdre petit à petit avec le temps, en raison de la dégradation et de la démolition de ses bâtiments dans la plupart des cas, ainsi que de la construction de nouveaux bâtiments à leur place qui ne conservent souvent pas le style d'origine. Cela a accru le déséquilibre dans la continuité du style initial et a conduit à une subdivision désorganisée des parcelles. L'îlot, qui était composé de 4 ou 5 parcelles équilibrées, est devenu un plus grand nombre de logements, ce qui a entraîné un déséquilibre majeur dans la lecture équilibrée des façades urbaines et a affecté l'espace intérieur des logements.

Nous ne pouvons pas déduire un style actuel distinct qui caractérise ce domaine comme une méthode de construction prédominante dans toute la ville, et parmi ses caractéristiques :

- Utilisation de matériaux de construction contemporains (ciment, fer, etc.).
- Structuration (utilisation de colonnes et poutres en béton).

- Variabilité de la hauteur du rez-de-chaussée +1 (RDC +1) au rez-de-chaussée +4 (RDC +4).
- Façades (ouvertures dépourvues de tout décor particulier).



Image 8: les toitures inclinées.

Source : prise par l'étudiante.

4.2. L'analyse du tissu non bâti :

a. Système viaire :

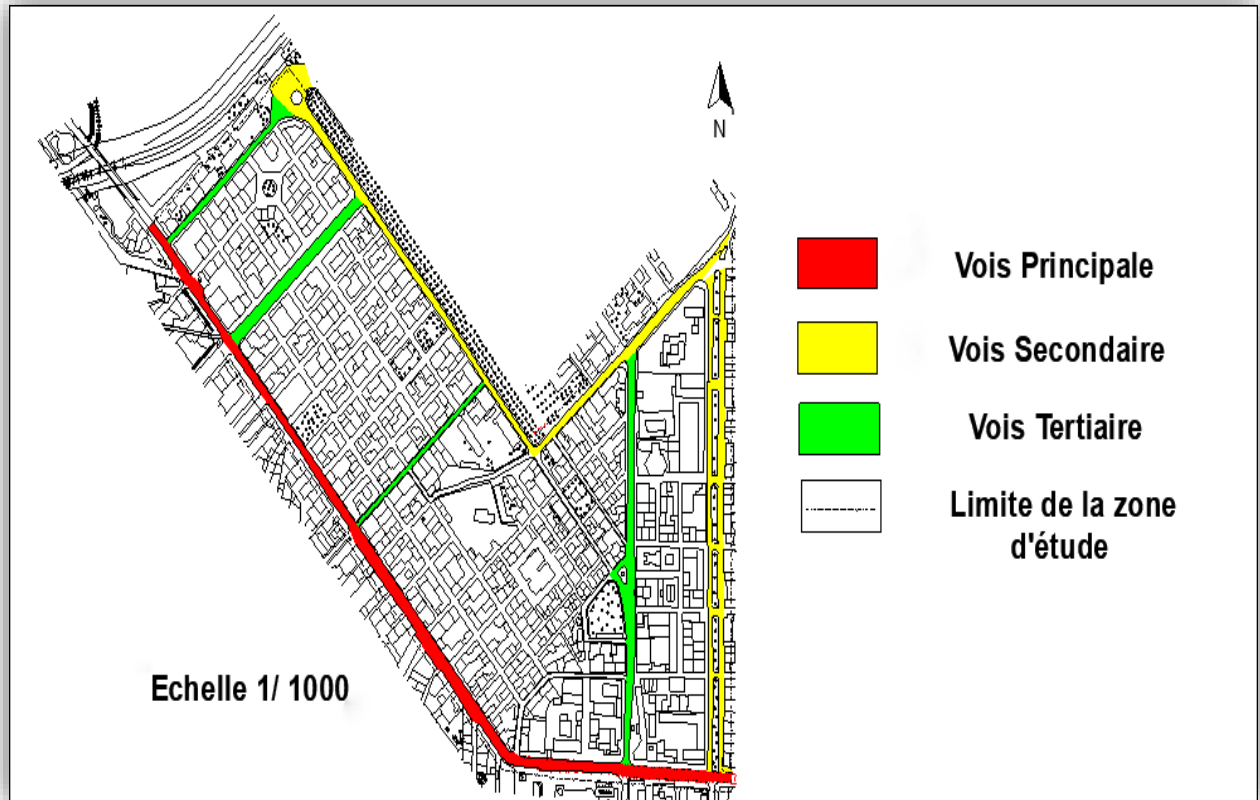


Schéma 8: Schéma le système viaire dans la zone d'étude.

Source : POS + traitement d'étudiante.

- **La coupe urbaine :**

- La coupe nous montre qu'il n'y a pas de relief dans le quartier :

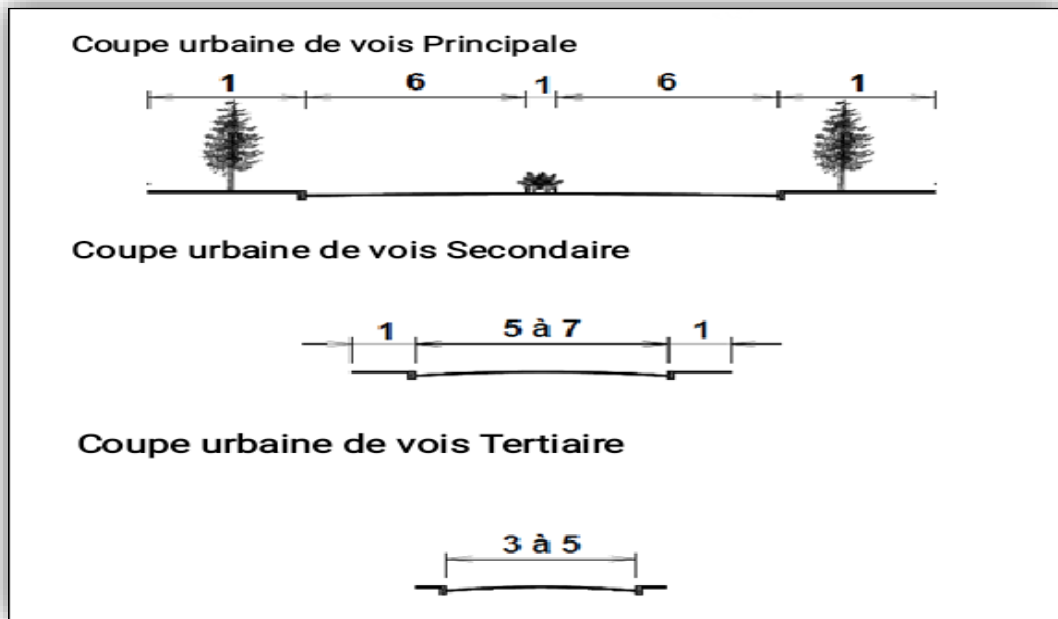


Schéma 9: Les coupes urbaines de chaque voies de la zone d'étude.

Source : établi par l'étudiante.

b. Les parkings :

- **Le stationnement au niveau du Boulevard :**

On a observé que les véhicules se garent le long de la voie en raison d'un manque évident d'aires de stationnement.



- Le stationnement au niveau d'habitat :



Image 10: l'état des parkings au niveau d'habitat.

Source : prise par l'étudiante.

c. Le mobilier urbain :

- La zone d'étude se manque par des espaces de repos confortables et propres (des bancs, des pergolas...).
- Un mauvais éclairage au niveau des logements et des voiries.



Image 11: l'état dégradé du mobilier urbain.

Source : prise par l'étudiante.



Image 12: des bancs construit en béton cassés. Source : prise par l'étudiante.

d. Gestion des déchets :



Image 13: la mauvaise gestion des déchets.

Source : prise par l'étudiante.

On constate que :

- La propagation des déchets d'une manière anarchique partout dans le site.
- Manque des conteneurs de collecte ou à l'attribution de lieux de collecte des déchets dans une manière régulière.
- Le processus de collecte est effectué par la municipalité manuellement ce qui traduit la mauvaise gestion des déchets.
- Faible participation de secteur privé.
- Absence du système de recyclage

e. Choix énergétiques :

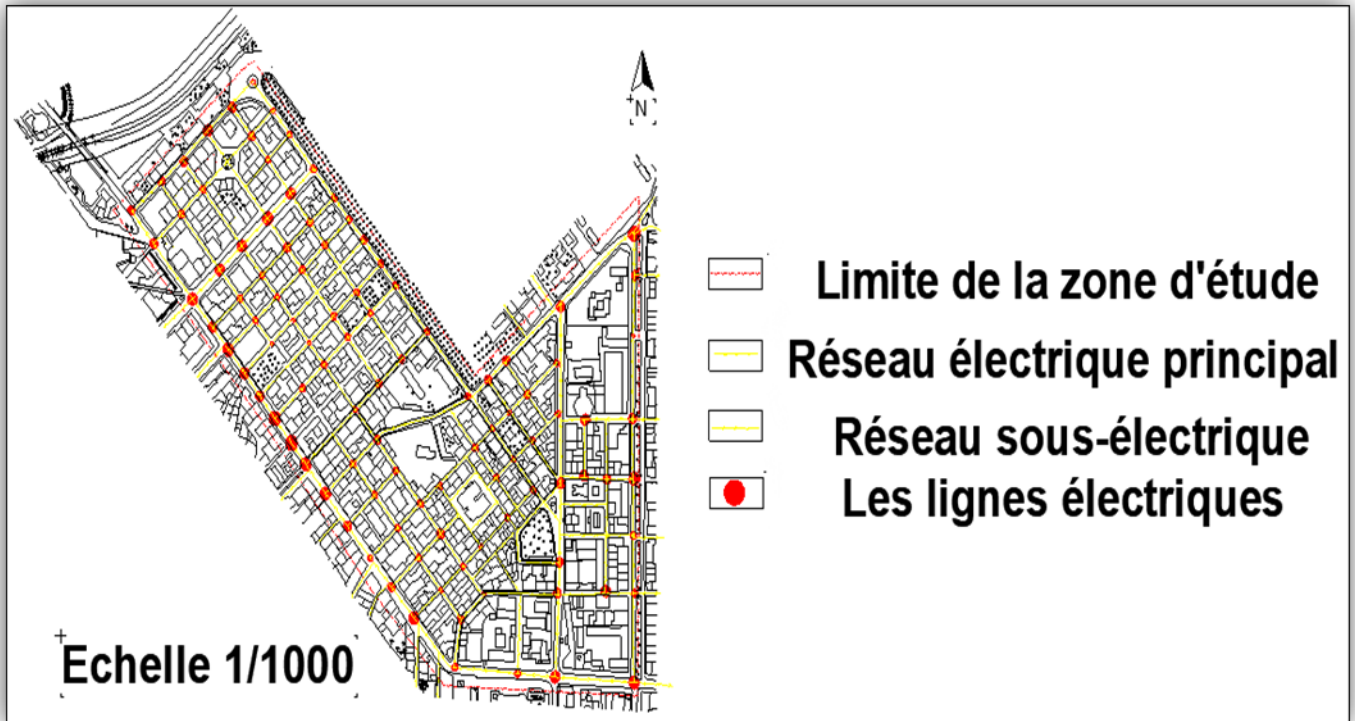


Schéma 10: Schéma Réseau électrique de la zone d'étude.

Source : POS + traitement d'étudiante.

- Choix d'énergie qui ne s'accorde pas avec l'environnement.
- L'utilisation des énergies fossiles.
- L'absence d'utilisation d'énergie renouvelable.
- Une forte consommation d'électricité surtout dans les mois d'été.



Image 14: l'utilisation énergétique dans la zone d'étude .

Source : prise par l'étudiante.

II. Simulation énergétique de quartier de cas d'étude :

1. La Composition de la population et de logement dans la zone d'étude :

Tableau 14 : : Composition de population, logements de cas d'étude.

	La population	Nombre des logements	Type des logements			Nombre des chambres
Le quartier « la Gare »	2118 personnes	456	Individuel Coloniale			1275
			R+1 et R+2	R+3	R+4	

Source : Rapport POS-02 Centre-ville de Biskra. Phase finale.

2. Estimation proposée des couts, les besoins de l'intégration d'un système énergétique dans de quartier : ⁸⁸

On commence par calculer les besoins énergétiques et estimer les coûts pour l'intégration des panneaux solaires photovoltaïques dans les logements de quartier la gare.

Capacité solaire requise :

- Pour estimer la capacité solaire requise, nous devons d'abord estimer la consommation énergétique moyenne par logement.
- Supposons une consommation moyenne de 400 kWh par mois par logement.
- La consommation annuelle par logement serait donc de :

$$400 \text{ kWh/mois} * 12 \text{ mois} = 4800 \text{ kWh/an.}$$

- Multiplions cela par le nombre de logements pour obtenir la consommation totale annuelle : $4800 \text{ kWh/an} * 456 \text{ logements} = 2,188,800 \text{ kWh/an.}$

Coût des panneaux solaires :

- Le coût des panneaux solaires dépend de plusieurs facteurs tels que la marque, la qualité et la capacité. Supposons un coût moyen de 1 euro par watt-crête (Wc).
- Pour estimer le coût total des panneaux solaires, nous devons d'abord estimer la capacité requise. Si nous supposons une capacité de 80% pour les panneaux solaires (ce qui est une estimation typique), la capacité requise serait de $2,188,800 \text{ kWh/an} / 0.80 = 2,736,000 \text{ kWh/an}$.
- Convertissons cela en watts-crête en supposant une production moyenne de 1000 kWh par an par kWc : $2,736,000 \text{ kWh/an} / 1000 = 2736 \text{ kWc}$.
- Multiplions cela par le coût moyen par kWc pour obtenir une estimation du coût des panneaux solaires : $2736 \text{ kWc} * 1 \text{ euro/Wc} = 2736 \text{ euros}$.

Coûts supplémentaires :

- Les coûts supplémentaires comprennent l'installation, les onduleurs, les systèmes de stockage de batterie, etc. Supposons que ces coûts représentent 30% du coût des panneaux solaires.
- Calculons cela : $\text{Coûts supplémentaires} = 0.30 * 2736 \text{ euros} = 820.8 \text{ euros}$.

Coût total :

- Le coût total de l'intégration des panneaux solaires serait la somme du coût des panneaux solaires et des coûts supplémentaires :

$$\text{Coût total} = 2736 \text{ euros} + 820.8 \text{ euros} = 3556.8 \text{ euros}.$$

Donc, selon ces estimations, le coût de l'intégration des panneaux solaires dans les 456 logements de la gare serait d'environ **3556.8 euros (711,360 DA)**.

3. Estimation des coûts, les besoins de l'intégration d'un système énergétique dans chaque maison :

Grâce à une sensibilisation directe au niveau du quartier, j'ai recueilli des informations sur la facture de consommation d'électricité de chaque maison individuelle afin de proposer une estimation du coût électrique annuel de chaque maison, en utilisant l'énergie solaire à l'intérieur des maisons, et en la comparant à la consommation électrique annuelle et à ses coûts.

Calcul du coût annuel de l'électricité pour la maison :

- Calcul de la consommation annuelle de la maison :
 - La consommation moyenne quotidienne : 10,32 DA/jour
 - Nombre de jours dans l'année : 365 jours

La consommation énergétique annuelle = 10,32 DA/jour * 365 jours

- Conversion de la consommation annuelle en kilowattheures (kWh) :
 - 1 kilowattheure (kWh) = 1000 watts pendant une heure

La consommation énergétique annuelle en kWh = (consommation énergétique annuelle * 24 heures) / 1000

- Calcul du coût annuel de l'électricité :
 - Prix du kilowattheure (kWh) : 0,43 DA/kWh
 - Multiplier le prix du kilowattheure par la consommation énergétique annuelle pour obtenir le coût annuel de l'électricité.

Effectuons les calculs :

- Consommation énergétique annuelle = 10,32 DA/jour * 365 jours = 3763,8 DA/an

- Consommation énergétique annuelle en kWh = $(3763,8 * 24) / 1000 = 90,3312$ kWh/an
- Coût annuel de l'électricité = $90,3312 \text{ kWh} * 0,43 \text{ DA/kWh} = 38,844$ DA/an

Ainsi, le coût annuel de l'électricité pour la maison est d'environ **38,844 DA**.

Le tableau montrant brièvement les étapes du coût électrique pour chaque maison :

Tableau 15: les étapes et les calculs de coût annuel de l'électricité de un seul la maison.⁸⁹

Etape	Calcul
1. Calcul de la consommation annuelle.	- Consommation moyenne quotidienne : 0,32 DA/jour - Nombre de jours dans l'année : 365 jours - Consommation énergétique annuelle = $10,32 \text{ DA/jour} * 365$ jours 1 kilowattheure (kWh) = 1000 watts pendant une heure
2. Conversion en kilowattheures (kWh).	- Consommation énergétique annuelle en kWh = $(\text{Consommation énergétique annuelle} * 24 \text{ heures}) / 1000$ - Prix du kilowattheure (kWh) : 0,43 DA/kWh - Coût annuel de l'électricité = $(\text{Consommation énergétique annuelle en kWh}) * 0,43 \text{ DA/kWh}$ - Coût annuel de l'électricité = $90,3312 \text{ kWh} * 0,43 \text{ DA/kWh} = 38,844 \text{ DA/an}$
3. Calcul du coût annuel de l'électricité	

Source : établie par l'étudiante2024.

III. Entretiens et questionnaire auprès les habitants :

L'implication des citoyens à travers des questionnaires est cruciale pour comprendre leur perception de l'évolution urbaine et leur rôle dans le développement de la ville. L'analyse de ces réponses mettra en lumière leurs opinions sur l'intégration des énergies renouvelables solaires. Nous examinerons les thèmes clés émergeant des réponses pour élaborer des recommandations adaptées aux besoins de la communauté locale, contribuant ainsi à un avenir urbain plus durable pour Biskra.

Modalité de saisie du questionnaire :

Dans cette perspective, afin d'obtenir un ensemble de données, des informations ont été collectées à travers des entretiens et des questionnaires. Les entretiens ont été menés avec des étudiants, des jeunes diplômés, des personnes âgées, et des questionnaires ont été distribués aux habitants des quartiers.

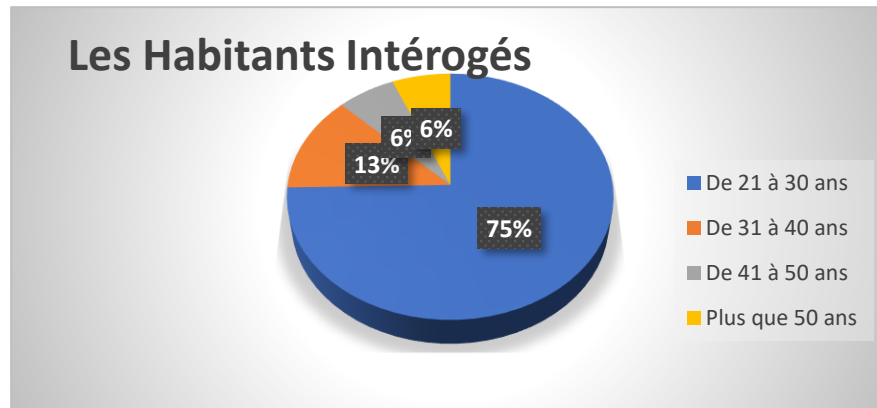
J'ai obtenu d'eux une grande variété d'informations sur leur vie quotidienne, leur niveau de connaissance des énergies renouvelables et leur opinion sur la possibilité d'intégrer l'énergie solaire dans leurs maisons et leurs quartiers. Ces éléments m'ont permis de mieux comprendre les particularités de la zone d'étude.

- 105 questionnaires diffusés en arabe.
- 5 n'ont pas été retournés.

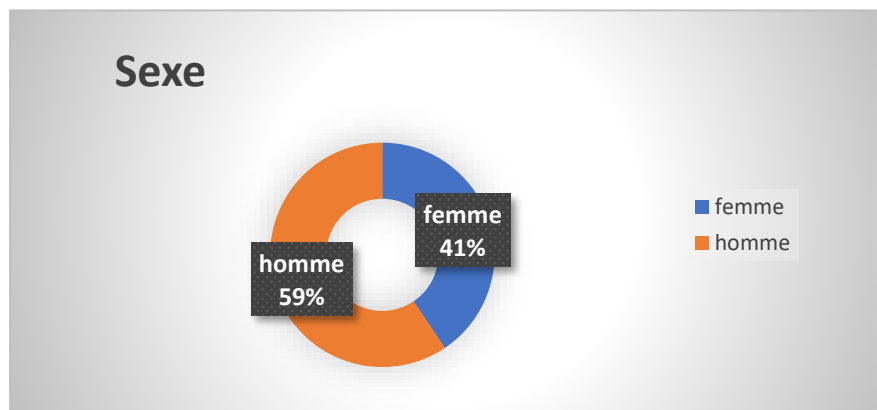
Au total 100 questionnaires ont été exploités.

+ Analyse de questionnaire :

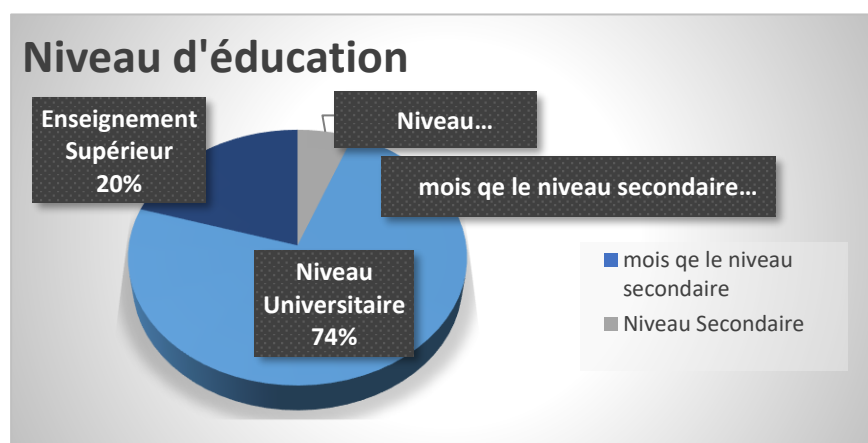
1. Quel âge avez-vous ?



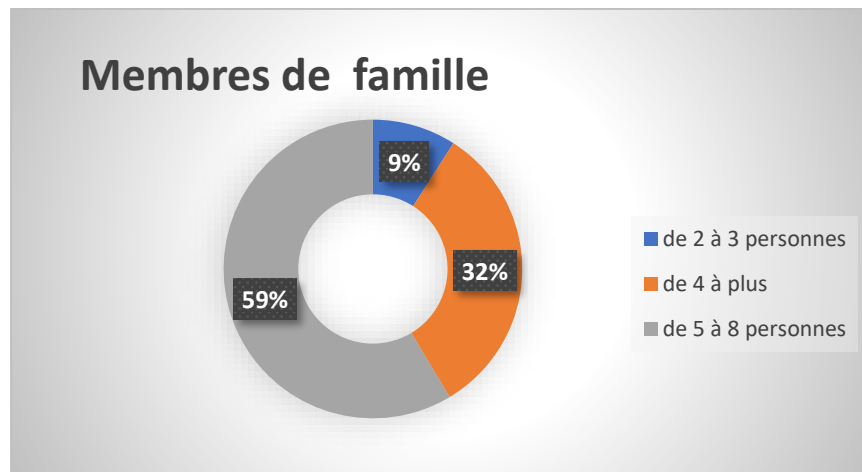
2. Le Sexe :



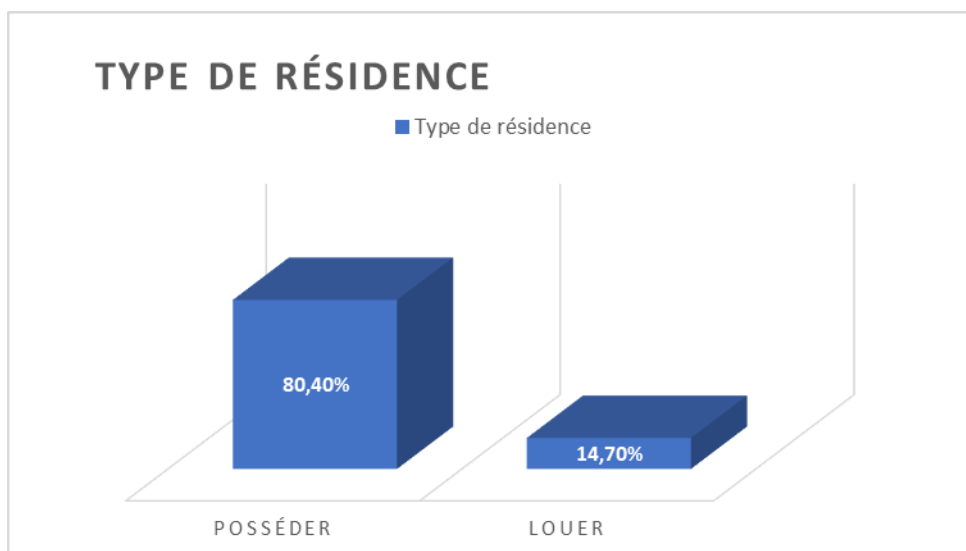
3. Niveau d'éducation :



4. Membres de famille :

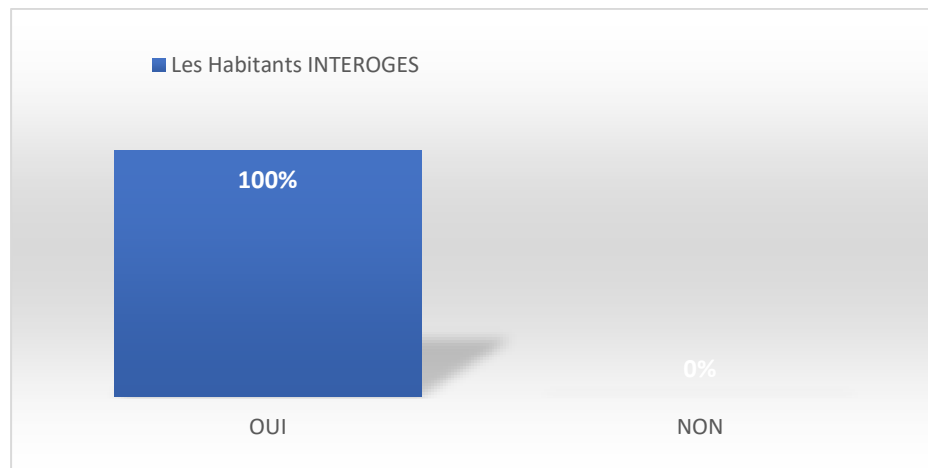


5. Type de résidence :



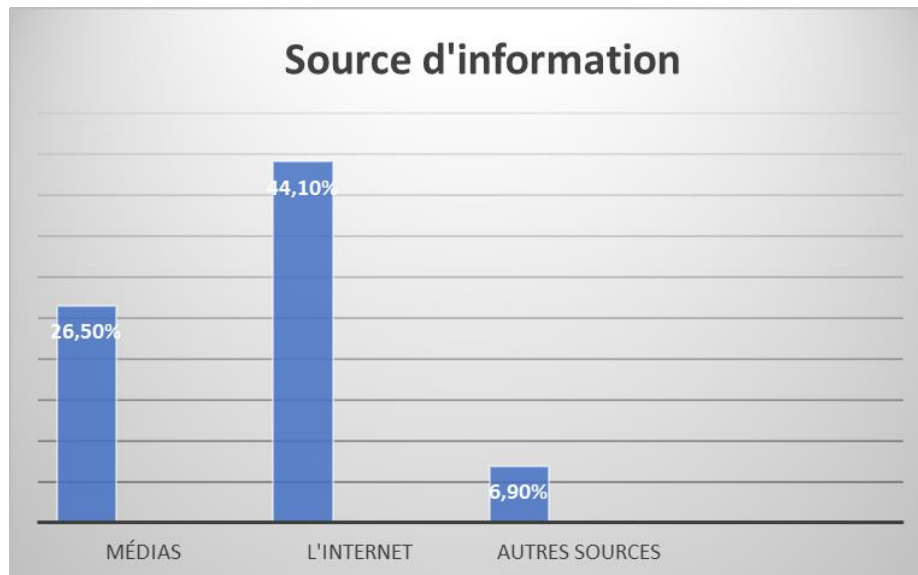
L'écart important entre l'intérêt des propriétaires (80,40%) et celui des locataires (14,70%) au sein du quartier souligne le potentiel de l'énergie solaire pour réduire les coûts énergétiques et améliorer la durabilité environnementale des quartiers résidentiels.

6. Avez-vous déjà entendu parler de l'énergie solaire ?



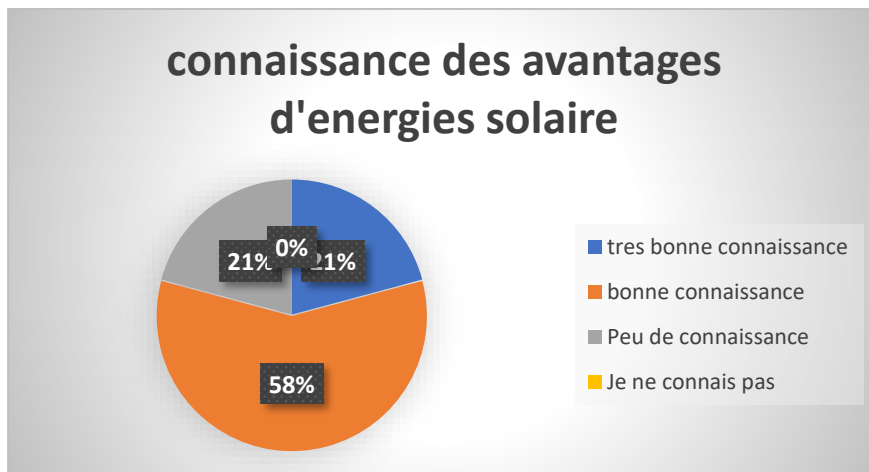
la plupart des habitants du quartier (92%) ont déjà entendu parler de l'énergie solaire et que 75% d'entre eux sont intéressés par son intégration dans leur quartier. Cela suggère une forte sensibilisation et un intérêt potentiel pour cette technologie durable.

7. Si oui, où avez-vous obtenu l'information ?



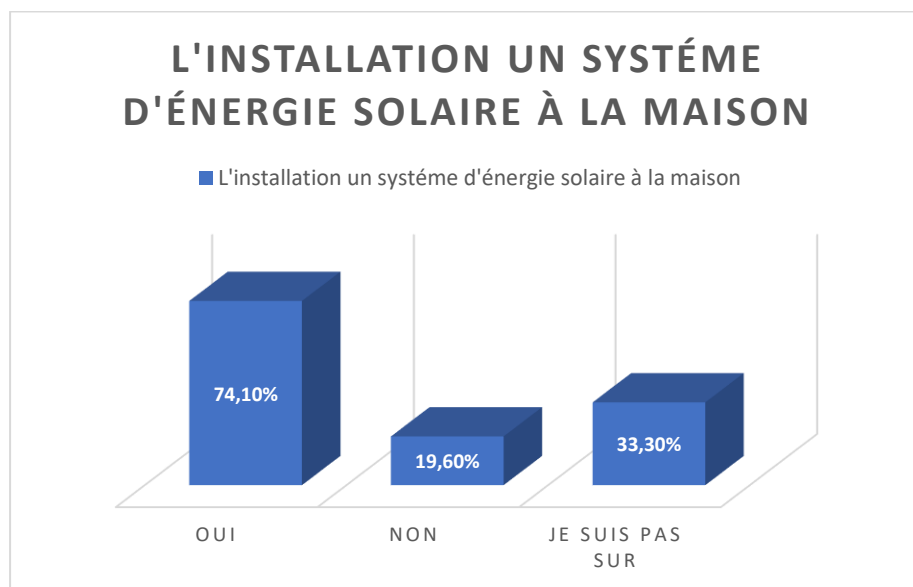
Ces résultats indiquent que les médias (26,50%) sont la principale source d'information sur l'énergie solaire pour les habitants du quartier, suivis de l'internet (44,10%) et d'autres sources (6,90%). Cela suggère que les médias jouent un rôle important dans la sensibilisation à l'énergie solaire et à ses avantages.

8. Que savez-vous des avantages de l'énergie solaire ?



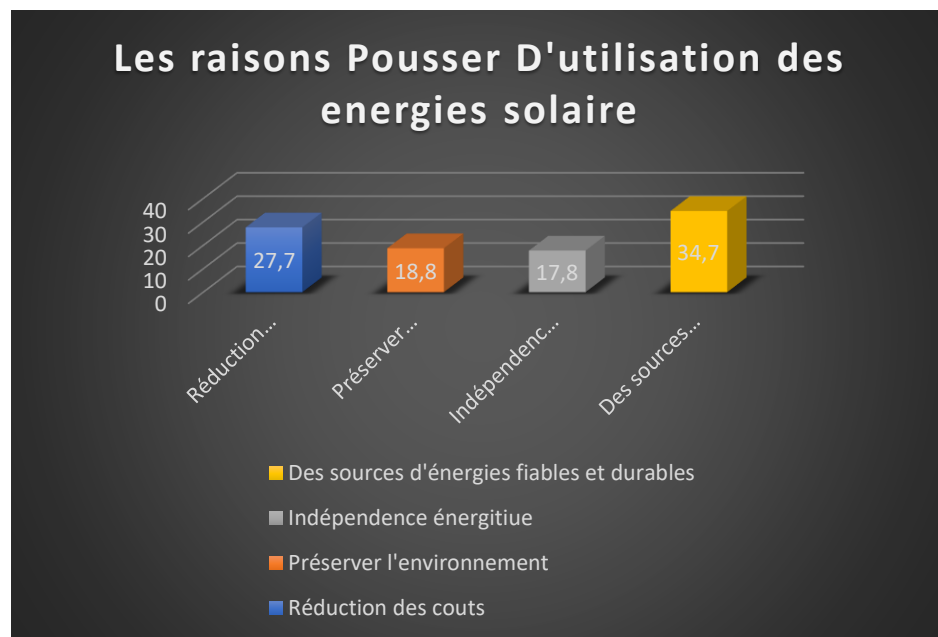
Ces résultats indiquent que la plupart des habitants du quartier (79%) ont une certaine connaissance des avantages de l'énergie solaire. 21% d'entre eux ont une très bonne connaissance, tandis que 58% ont une bonne connaissance. Cela suggère que l'information sur les avantages de l'énergie solaire est relativement bien diffusée dans le quartier.

9. Vous envisagez d'installer un système d'énergie solaire dans votre maison ?



Ces résultats indiquent qu'une grande majorité des habitants du quartier (74,10%) envisagent d'installer des panneaux solaires dans leur maison. Cela suggère un fort intérêt pour cette technologie durable et un potentiel important pour l'intégration de l'énergie solaire dans le quartier.

10. Quelles sont les raisons qui pourraient vous pousser à utiliser l'énergie solaire ?



Ces résultats indiquent que les principales motivations pour l'utilisation de l'énergie solaire dans le quartier sont :

L'accès à des sources d'énergie fiables et durables (40%) : Les habitants recherchent des alternatives aux énergies fossiles traditionnelles, qui sont souvent peu fiables et polluantes. L'énergie solaire offre une solution propre et renouvelable qui peut garantir un approvisionnement en énergie stable et durable.

L'indépendance énergétique (27,7%) : Les habitants souhaitent réduire leur dépendance vis-à-vis des fournisseurs d'énergie traditionnels et des fluctuations des prix de l'énergie. L'énergie solaire permet aux individus et aux communautés de produire leur propre énergie, leur conférant une plus grande autonomie et une meilleure maîtrise de leurs dépenses énergétiques.

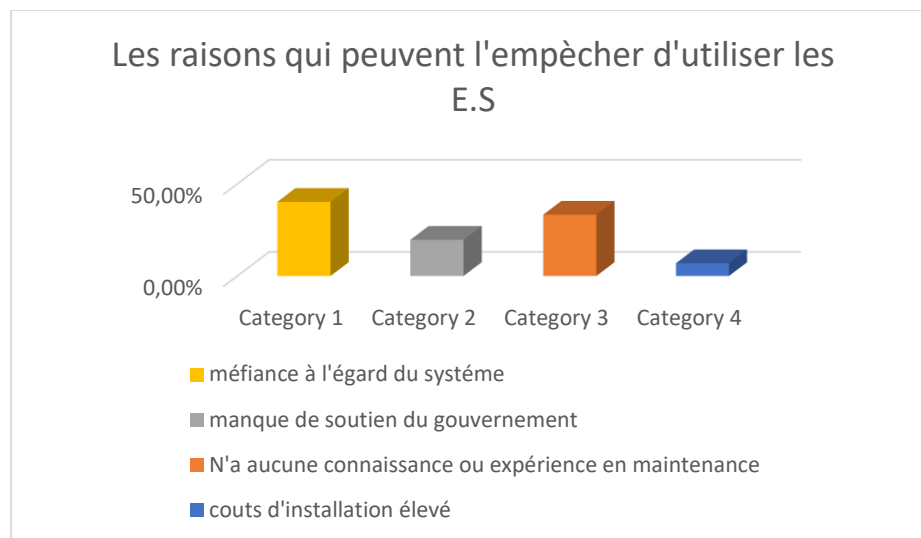
La préservation de l'environnement (18,8%) : Les habitants sont soucieux de l'impact environnemental de leurs choix énergétiques et recherchent des solutions plus écologiques. L'énergie solaire ne produit pas d'émissions de gaz à effet de serre ni de polluants atmosphériques, contribuant ainsi à lutter contre le changement climatique et à protéger l'environnement.

La réduction des coûts (17,8%) : Les habitants souhaitent réduire leurs factures d'énergie et économiser de l'argent. L'énergie solaire peut offrir des

économies significatives sur le long terme, en particulier dans les régions où les coûts de l'électricité sont élevés.

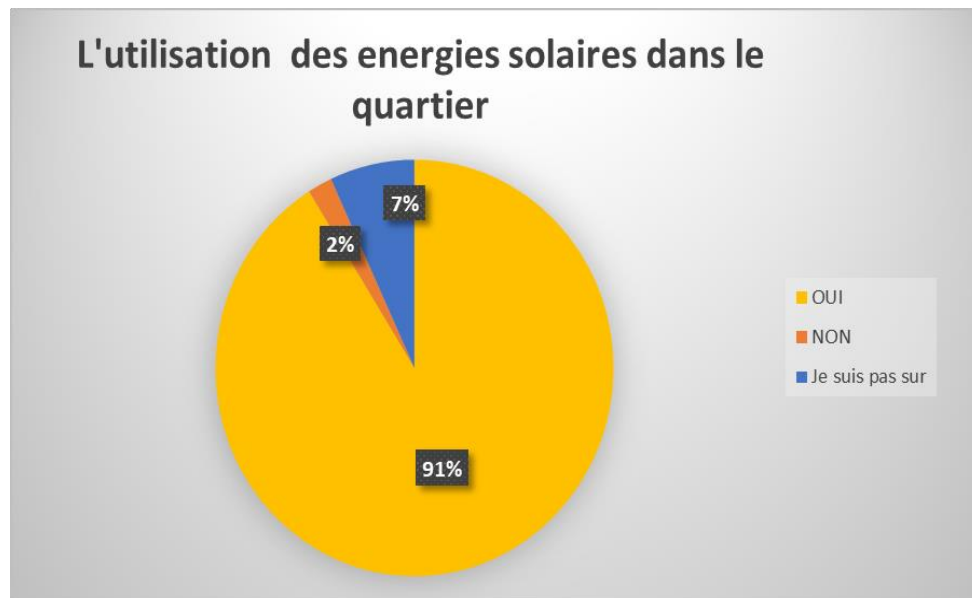
Donc le résultat met en évidence les motivations multiples qui poussent les habitants à adopter l'énergie solaire. Ces motivations combinent des aspects économiques, environnementaux et de sécurité énergétique.

11. Quelles sont les raisons qui peuvent vous empêcher d'utiliser l'énergie solaire ?



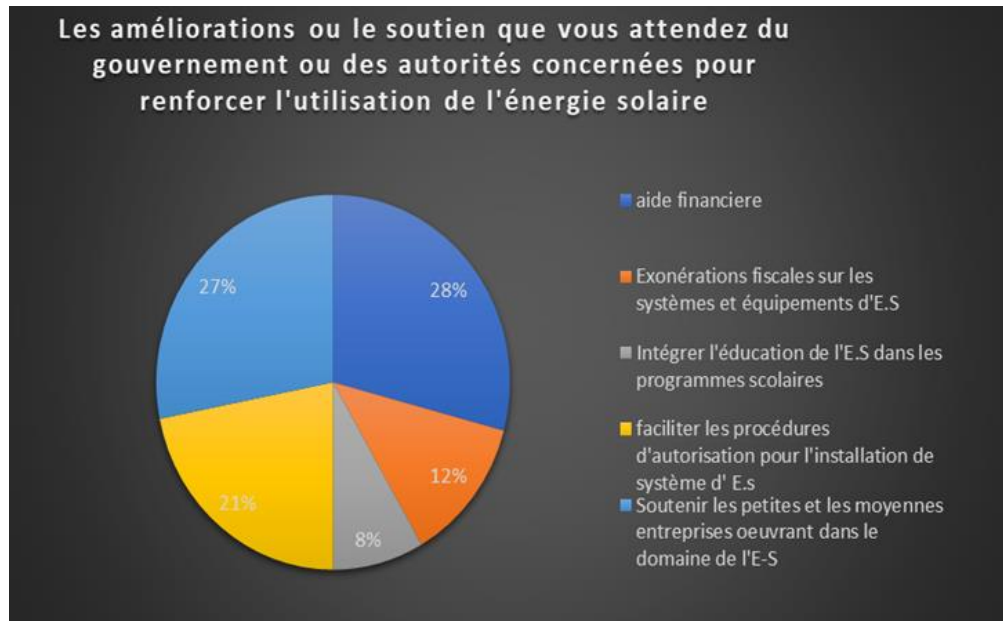
Ces résultats indiquent que le principal obstacle à l'utilisation de l'énergie solaire dans le quartier est le coût d'installation élevé (50%). Cela suggère que l'investissement initial dans des panneaux solaires peut représenter un frein important pour certains habitants.

12. Pensez-vous que l'utilisation de l'énergie solaire sera bénéfique pour le quartier ?



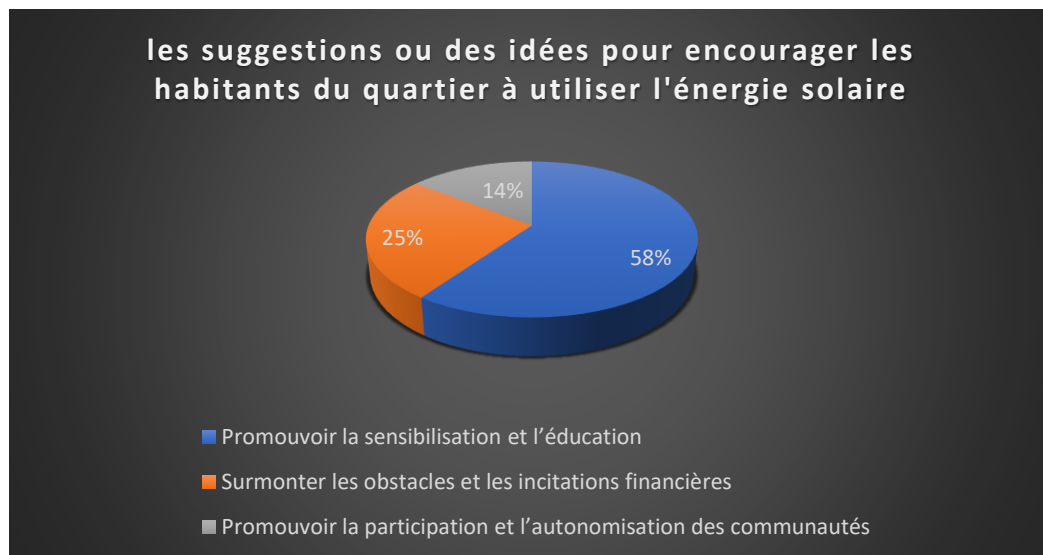
La majorité des réponses étaient positives ce qui montre la volonté des habitants afin d'améliorer leur quartier et ces résultats présentent une perspective positive sur les avantages potentiels de l'énergie solaire pour un quartier résidentiel. Ces avantages incluent des économies financières, une réduction de l'impact environnemental, une amélioration de l'image du quartier et la création d'emplois locaux.

13. Quelles améliorations ou quel soutien attendez-vous du gouvernement ou des autorités compétentes pour promouvoir l'utilisation de l'énergie solaire ?



Ces résultats indiquent que les habitants du quartier attendent une variété d'améliorations et de soutiens du gouvernement pour favoriser l'adoption de l'énergie solaire.

14. Avez-vous des suggestions ou des idées pour encourager les habitants du quartier à utiliser l'énergie solaire ?



Ces résultats indiquent que les habitants du quartier ont des idées diverses pour promouvoir l'adoption de l'énergie solaire.

Conclusion Générale :

En conclusion, l'intégration des énergies renouvelables dans les zones urbaines représente à la fois un défi et une opportunité pour un avenir durable. L'urbanisation croissante et l'augmentation de la consommation d'énergie rendent cette intégration cruciale pour le développement durable et la lutte contre le changement climatique. Parmi les différentes sources d'énergie renouvelable, l'énergie solaire se distingue comme une option particulièrement prometteuse, notamment dans les régions bénéficiant d'un ensoleillement important.

L'habitat individuel, en particulier les maisons de style colonial avec leurs toits inclinés et leurs cours ouvertes, offre un potentiel unique pour l'installation de panneaux solaires. Cependant, l'intégration de ces systèmes dans ce type d'architecture présente des défis spécifiques liés aux contraintes architecturales et patrimoniales, ainsi qu'aux aspects sociaux et économiques.

L'utilisation de l'énergie photovoltaïque permet aux familles de répondre à leurs besoins quotidiens en énergie. En outre, d'autres entités telles que les industriels et les autorités locales montrent un intérêt croissant pour l'autoconsommation. Notre enquête indique que la majorité de la population est intéressée à couvrir elle-même ses besoins en énergie électrique, et toutes les conditions naturelles nous permettent de croire au succès de cette initiative dans notre pays en général et dans notre région en particulier. De plus, les résultats obtenus jusqu'à présent sont encourageants et nous incitent à poursuivre cette expérience.

Cependant, bien que le système photovoltaïque soit disponible sur le marché algérien, il reste encore sous-exploité tant par la population que par les autorités locales. Pour garantir une bonne installation photovoltaïque, il est nécessaire de revoir et d'améliorer les stratégies actuelles. Cela comprend la sensibilisation et la formation, ainsi que le soutien financier et logistique pour encourager une adoption plus large de cette technologie prometteuse. De suivre **les recommandations** suivantes :

- Il faut prendre en compte et étudier les caractéristiques climatiques du terrain, et l'orientation solaire des bâtiments, les contraintes architecturales et patrimoniales, la consommation énergétique des ménages et les réglementations en vigueur.
- Privilégier l'installation de panneaux solaires sur les toitures inclinées exposées au sud, offrant une surface optimale pour la captation de l'énergie solaire.
- Pour les Toitures plates Envisager l'utilisation de structures de montage surélevées pour incliner les panneaux solaires et maximiser leur rendement.
- Installer des panneaux solaires sur des structures de couverture pour les parkings, offrant à la fois un abri contre les intempéries et une production d'énergie renouvelable.
- Intégrer des bornes de recharge alimentées par l'énergie solaire pour promouvoir une mobilité durable.
- Utiliser des éclairages LED basse consommation pour les parkings, réduisant la consommation d'énergie et améliorant l'efficacité énergétique.
- Installer des compacteurs solaires pour les poubelles, réduisant le nombre de collectes et optimisant la gestion des déchets.
- Intégrer des bancs publics équipés de panneaux solaires pour recharger des appareils électroniques et offrir un espace de détente aux habitants.
- Installer des fontaines à eau alimentées par l'énergie solaire pour promouvoir l'accès à l'eau potable et réduire l'utilisation de bouteilles en plastique.
- Collaborer avec les autorités locales pour obtenir les autorisations nécessaires et intégrer le projet dans les plans de développement urbain.

Avec une participation active des compétences algériennes, ne manquera pas de créer un nouveau modèle de développement économique d'avenir, écologique, éthique et surtout diversifié pour assurer la transition vers l'économie poste-

pétrolière, elle sera certes coûteuse et longue, mais elle finira sûrement à satisfaire les besoins de l'actuelle intégration et de même le futur.

En fin Nous espérons que ce travail sera considéré comme une première expérience dans l'exploitation de l'énergie photovoltaïque dans l'habitat individuel à Biskra, et sera un pas en avant vers l'atteinte des objectifs souhaités et l'obtention des caractéristiques énergétiques de la maison de demain, pour un environnement sain et habitat durable.

Annexe :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة محمد خيضر - بسكرة -

قسم: علوم الارض و الكون

تخصص: تسيير مدن

استمارة استبائية

يهدف هذا الاستبيان إلى دراسة امكانية ادماج الطاقة الشمسية في المناطق الحضرية و بالتحديد على مستوى حي المحطة - مدينة بسكرة - و ذلك لاستكمال بحثنا هذا و الذي هو تحت عنوان :

" ادماج الطاقات المتجددة في المناطق الحضرية دراسة حالة السكن الفردي الاستعماري "

نرجو منكم ملء هذه الاستمارة بجدية و تمعن

ضع علامة (+) في الخانة التي تناسبك

معلومات عامة :

1. ماهو عمرك ؟

من 20 الى 30 عام

من 31 الى 40 عام

من 41 الى 50 عام

اكثر من 50 عام

2. الجنس :

انثى

ذكر

3. ماهو مستواك التعليمي ؟

- مستوى اقل من الثانوية
- مستوى ثانوي
- مستوى جامعي
- تعليم عالي

4. ما هو عدد أفراد عائلتك ؟ :

- من فردين الى 3
- من 4 افراد فما اكثر
- من 5 افراد الى 8

5. هل تمتلك او تساجر السكن ؟ :

- امتلك
- استاجر

4. الوعي و المعرفة بالطاقة الشمسية :

6. هل سمعت من قبل عن الطاقة ؟

- نعم
- لا

7. اذا كانت الاجابة بنعم من اين حصلت على المعلومات ؟ :

- وسائل الاعلام
- الانترنت

- مصادر اخرى

8. ما مدى معرفتك بفوائد الطاقة الشمسية ؟ :

- معرفة جيدة جدا

- معرفة جيدة
- معرفة متوسطة
- معرفة قليلة
- لا اعرف شيئاً

الرغبة في استخدام الطاقة الشمسية :

9. هل تفكر في تركيب نظام طاقة شمسية في منزلك ؟

- نعم

- لا

- غير متأكد

10. ماهي الاسباب التي قد تدفعك لاستخدام الطاقة الشمسية ؟

- توفير التكاليف

- الحفاظ على البيئة

- الاستقلالية الطاقوية

- مصادر طاقة موثوقة و مستدامة

اسباب اخرى

11. ماهي الاسباب التي قد تمنعك من استخدام الطاقة الشمسية ؟

- التكلفة العالية للتركيب

- قلة المعرفة او الخبرة في الصيانة

- عدم توفر دعم حكومي

- عدم توفر ثقة في فعالية النظام

اسباب اخرى

التوقعات و الاقتراحات :

12. هل تعتقد ان استخدام الطاقة الشمسية سيكون مفيدا لحي المحطة ؟

- نعم

- لا

- غير متأكد

13. ماهي التحسينات او الدعم الذي تتوقعه من الحكومة او الجهات المعنية لتعزيز استخدام الطاقة الشمسية ؟

- الدعم المالي

- إعفاءات ضريبية على أنظمة الطاقة الشمسية ومعداتنا

- دمج تعليم الطاقة الشمسية في المناهج الدراسية

- تسهيل إجراءات تراخيص تركيب أنظمة الطاقة الشمسية

- دعم الشركات الصغيرة والمتوسطة العاملة في مجال الطاقة الشمسية

14. هل لديك اي اقتراحات او افكار حول كيفية تشجيع سكان الحي على استخدام الطاقة الشمسية ؟

- تعزيز الوعي والتثقيف

- معالجة الحواجز المالية والحواجز

- تعزيز المشاركة المجتمعية والتمكين

شكرا على حسن تعاونك

Références bibliographiques

- ¹ "Le solaire photovoltaïque pour l'habitat individuel" par Jean-Marc Jaudou (2020)
 - ² "Integration of Photovoltaic Systems in Colonial Architecture: A Case Study from Algeria" by M. Khelifa et al. (2021)
 - ³ "Renewable Energy Integration in Historic Districts: A Review of Best Practices and Challenges" by S. P. Williams et al. (2018)
 - ⁴ Marie-Claude Smouths, idem, p 235
 - ⁵ MILOUS Ibtissem, MAI 2006, " LA VILLE ET LE DEVELOPPEMENT DURABLE Identification et définition des indicateurs de la durabilité d'une ville -Cas de Constantine- ", FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE, DE LA GEOGRAPHIE ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE, UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI- CONSTANTINE.
 - ⁶ La notion de développement durable a été institutionnalisée pour la première fois en 1972 lors de la conférence de Stockholm sur l'environnement. Mais c'est le rapport Brundtland qui éclaire d'avantage la notion.
 - ⁷ Publié en 1987(WCESD en Anglais) ; sous l'intitulé de : « Notre avenir Commun », qui a été nommé ainsi du nom de de la présidente de la commission, la Norvégienne Gro Harlem Brundtland.
 - ⁸ La Loi n° 03-10, Art 4 , page 03.
 - ⁹ Marie-Claude Smouths, Le développement durable les termes du débat, p 241.
 - ¹⁰ Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de : Master Académique réalisé par Afaf BOUKRAA, Amira BOUGUERRA et Amina BOULEDJOUIDJA p :09
 - ¹¹ DA CUNHA Antonio et al. op.cit. p.16.
 - ¹² <http://www.auteur-loi-sur-le-developpement-durable.fr>
 - ¹³ MILOUS Ibtissem. op. cit. pp. 77-79.
 - ¹⁴ Formulaire de participation à la conférence scientifiques internationale sur : " les stratégies d'énergies renouvelables et leur rôle dans le développement durable : une étude des expériences de certains pays " université de Blida 2 – 23 et 24 avril 2018.
 - ¹⁵ <http://www.rse-nantesmetropole.fr/comprendre/enjeux>, consulté le 11 Février 2018
 - ¹⁶ Curran,1981, p.17
 - ¹⁷ Robert ANGIOLETTI. Hubert DESPRETZ,2010
 - ¹⁸ file:///C:/Users/client/Desktop/M2_S2/chapitre%201-الدين-خير-جمعة-ندير-احمد-بنة-سي-خليل-صبرينة-سي.pdf
 - ¹⁹ Brian Clegg, Le Courrier du Livre,3 Minutes pour comprendre les 50 notions fondamentales dans le domaine de l'énergie. 21/08/2018, ISBN13.
 - ²⁰ Brian Clegg, Le Courrier du Livre, 2018
 - ²¹ <http://energie-fossile-renouvelable-svt.blogspot.com/> opcit
 - ²² <http://energie-renouvelable-tpe.e-monsite.com/pages/energies-fossiles/>, consulté le 11 Février 2018
 - ²³ réalisé par les auteurs de la communication d'après <http://energie-renouvelable-tpe.e-monsite.com/pages/energies-fossiles/> op.cit.
 - ²⁴ réalisé par les auteurs de la communication d'après <http://energie-fossile-renouvelable-svt.blogspot.com/> consulté le 11 Février 2018.
 - ²⁵ <https://www.calculo.fr/Eco-travaux/Economies-d-energie/Avantages-et-inconvenients-des-sources-d-energie-renouvelables> , consulté le 13 Février 2018
 - ²⁶ <http://www.renouvelle.be/fr/outils/etude-139-pays-100-renouvelables-en-2050>, consulté le 12 Février 2018
 - ²⁷ www.developpementdurable.org/energies-renouvelables.html, consulté le 13 Février 2018
 - ²⁸ www.developpementdurable.org/energies-renouvelables.html, opcit
 - ²⁹ <https://e-rse.net/classement-pays-champions-energies-renouvelables-efficientes-25108/#gs.H49Jmwc>, consulté le 12 Février 2018
 - ³⁰ Energies Renouvelables et Développement Durable : Fondements théoriques et Perspectives ;
 - ³¹ T. Agami Reddy Clarendon, «The Design and Sizing of Active Solar Thermal Systems; Press, Oxford 1987.
 - ³² Site Web: [Http://www.outilssolaires.com/Glossaire/Prin-1geometrie.Htm](http://www.outilssolaires.com/Glossaire/Prin-1geometrie.Htm)
 - ³³ ([en ligne] URL: <https://www.ifri.org/fr/publications/etudes-de-lifri/bioenergies-contribution-lobjectif-europeende-neutralite-climatique-0> page consulté le 11/12/2020).
 - ³⁴ Ammi Housseem, Bouchareb Amina, op.cit., p17.
 - ³⁵ 2Michel Tissot, (2008). Le guide de l'énergie solaire et photovoltaïque, Eyrolles, paris (France). p. 86.
 - ³⁶ 3<http://tpe-panneauxphotovoltaiques.e-monsite.com/pages/panneaux-photovoltaiques/l-histoire-du-panneauxphotovoltaiques/l-invention-des-panneaux-photovoltaiques.html>.Consulté le : 17Avril2019.
-

Références Bibliographique

- ³⁷ Michel Tissot. Op.cit. p. 88.
- ³⁸ BENMOUSSA Fouad, (2010). Optimisation des paramètres d'un modèle électrique d'une cellule photovoltaïque, mémoire de magister automatique et traitement du signal. Université AMIRA-BEJAIA. p.4.
- ³⁹ http://www.optique-ingenieur.org/fr/cours/OPI_fr_M05_C02/co/Contenu_04.html. Consulté le: 19Avril2019.
- ⁴⁰ BENMOUSSA Fouad. Op.cit. p.4.
- ⁴¹ BOUSSAID MOHAMMED, (2012). Modélisation des phénomènes de vieillissement des modules Photovoltaïques, mémoire de magister Physique Electronique et Modélisation. Université ABOU-BAKR BELKAÏD – TLEMEN. p.20
- ⁴² BENAMRA Mostefa, (2013), Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale, Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme de Magister. Université Mohamed Khider – Biskra. p.94
- ⁴³ <https://www.future-tech.fr/panneaux-solaires,fr,8,48.cfm>. Consulté le : 25Avril2019.
- ⁴⁴ MUSTAPHA BELARBI, (2015). Contribution à l'étude d'un générateur solaire pour site autonome, Thèse de Doctorat Es-sciences spécialité électronique. Université MOHAMED BOUDIAF ORAN. P. 53 ,36.
- ⁴⁵ <http://www.eaglabs.fr/cm/cdte.html>. Consulté le : 27Avril2019.
- ⁴⁶ ANNE LABOURET • PASCAL CUMUNEL JEAN-PAUL BRAUN • BENJAMIN FARAGGI, (2010), Cellules solaires Les bases de l'énergie photovoltaïque, 5e édition, Rachid Marai, paris. p. 44, 45,46.
- ⁴⁷ <https://www.kitsolaire-autoconsommation.fr/post/bien-exposer-son-kit-solaire.html>. Consulté le: 28Avril2019
- ⁴⁸ Yann Riffonneau, « Gestion Des Flux Energétiques Dans Un Système Photovoltaïque avec stockage connecter au réseau, Application à l'habitat » Université Joseph-Fourier - Grenoble I, 2009.
- ⁴⁹ <http://www.atersa.com/fr/nous-connaître/applications-energie-solaire-photovoltaïque/>. Consulté le: 30Avril2019.
- ⁵⁰ ANNE LABOURET • PASCAL CUMUNEL JEAN-PAUL BRAUN • BENJAMIN FARAGGI. Op.cit. p.83.
- ⁵¹ <http://dSPACE.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/468/1/chapitre1.pdf>. Consulté le : 02Mai2019.
- ⁵² Yann Riffonneau, « Gestion Des Flux Energétiques Dans Un Système Photovoltaïque avec stockage connecter au réseau, Application à l'habitat » Université Joseph-Fourier - Grenoble I, 2009.
- ⁵³ <https://www.editions-ellipses.fr/nergie-solaire-photovoltaïque-physique-technologie-conversion-photovoltaïque-p-122.html>. Consulté le 06juin2019.
- ⁵⁴ TCHANA nkouimi, (2010). Outil d'aide au dimensionnement des systèmes photovoltaïques domestiques. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur. Université de YAOUNDE. p.44 ,45.
- ⁵⁵ 7SLAMA Fateh, (2011). Modélisation d'un système multi générateurs photovoltaïques interconnectés au réseau électrique. Mémoire pour obtenir le diplôme De Magister En Electrotechnique. Université FERHAT ABBAS - SETIF. p.14.
- ⁵⁶ MISSOUM MOHAMMED, (2011), Contribution de l'énergie photovoltaïque dans la performance énergétique de l'habitat à haute qualité énergétique en Algérie, Mémoire Pour l'obtention du diplôme de Magistère en génie mécanique. Université HASSIBA BENBOUALI DE Chlef. P 44.
- ⁵⁷ 59http://ww2.ac-poitiers.fr/electrotechnique/IMG/pdf/energie_solaire_photovoltaïque.pdf. Consulté le: 04Mai2019.
- ⁵⁸ Direction d'énergie, (2013). Guide administratif & technique pour l'installation, Bruxelles. p.08.
- ⁵⁹ BENAMRA Mustafa. Op.cit. p.111.
- ⁶⁰ Direction Performance Solaire et Industrie Locale, (2011). Guide solaire & habitat l'intégration des équipements, Hautes-Alpes. p.20.
- ⁶¹ Direction Performance Solaire et Industrie Locale, (2011). Guide solaire & habitat l'intégration des équipements, Hautes-Alpes. p.20.
- ⁶² Direction Performance Solaire et Industrie Locale. Op.cit. p.21.
- ⁶³ Asma SOUM -Moussa SEMOUD-Badreddine LAMARA, EXPLOITATION DE L'ENERGIE PHOTOVOLTAÏQUE DANS L'HABITAT INDIVIDUEL A JIJEL, 13/07/2019, Université Mohamed Seddik Benyahia – Jijel.
- ⁶⁴ Asma SOUM -Moussa SEMOUD-Badreddine LAMARA, EXPLOITATION DE L'ENERGIE PHOTOVOLTAÏQUE DANS L'HABITAT INDIVIDUEL A JIJEL, 13/07/2019, Université Mohamed Seddik Benyahia – Jijel.
- ⁶⁵ Monographie de la willaya de Biskra pour l'année2022 .
- ⁶⁶ Farhi Abdallah - Biskra : de l'oasis à la ville saharienne
- ⁶⁷ Monographie de la willaya de Biskra pour l'année 2022.
- ⁶⁸ <https://fr.weatherspark.com>
- ⁶⁹ <https://fr.climate-data.org>
- ⁷⁰ Philippe PANERAI, Marcelle DEMORGON, Jean-Charles Depaule, 1999, « analyse urbaine », édition Parenthèses (Marseille), p16
-

Références Bibliographique

- ⁷¹ SRITI Leila, 2013, « Architecture domestique en devenir : formes, usages et représentations le sac de Biskra », thèse de doctorat, Université Mohamed Khider Biskra.
- ⁷² les spécialistes et les historiens fait cette classification selon le facteur « colonisation » d'une part à cause aux changements morphologiques importantes causés par la colonisation, et d'autre part à cause à la longue période d'occupation de notre pays par les français. 371 126
- ⁷³ SRITI Leila, 2013, « Architecture domestique en devenir : formes, usages et représentations le sac de Biskra », thèse de doctorat, Université Mohamed Khider Biskra.
- ⁷⁴ AGLI, N, 1988, « Biskra : analyse et extension du centre-ville », mémoire de fin d'étude, Ecole d'Architecture Paris-Villemina
- ⁷⁵ . SRITI. L, BOUSORA. K, SAOULI .A et BELEKHAL.A, 2002, « Le damier colonial de Biskra ou l'histoire de la marginalisation d'un centre-ville », Revue : du Savoir, revue périodique de l'université Mohamed Khider Biskra
- ⁷⁶ SRITI. L, BOUSORA. K, SAOULI .A et BELEKHAL.A, 2002, « Le damier colonial de Biskra ou l'histoire de la marginalisation d'un centre-ville », Revue : du Savoir, revue périodique de l'université Mohamed Khider Biskra
- ⁷⁷ SRITI Leila, 2013, « Architecture domestique en devenir : formes, usages et représentations le sac de Biskra », thèse de doctorat, Université Mohamed Khider Biskra
- ⁷⁸ Côte M., 1979, « Mutations rurales en Algérie », OPU, Alger, 163 p
- ⁷⁹ 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 », Mémoire de Magistère, Université Mohamed Khider Biskra.
- ⁸⁰ BADACHE Halima, 2014, « L'espace public entre conception et usage : Cas des jardins publics de Biskra », Mémoire de Magistère, Université Mohamed Khider Biskra
- ⁸¹ Philippe PANERAI, « Les territoires de l'architecture : petit parcours d'analyse urbaine », pp159-178.
- ⁸² Gérard TINE, 2002, « histoire du paysage : enjeu économique esthétique et éthique », Forums Agro biosciences et société, cycle « histoire de... ».
- ⁸³ Monographie de la willaya de Biskra pour l'année 2022.
- ⁸⁴ Monographie de la willaya de Biskra pour l'année 2022.
- ⁸⁵ Rapport de POS 02 de Biskra + Monographie de la willaya de Biskra pour l'année 2022.
- ⁸⁶ Monographie de la willaya de Biskra pour l'année 2022.
- ⁸⁷ Tous les calculs sont établie par l'étudiante
- ⁸⁸ Établie par l'étudiante.
- ⁸⁹ Établie par l'étudiante.
-