

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 8 Mai 1945 Guelma



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Architecture
Laboratoire de Génie Civil et Hydraulique (LGCH)

THÈSE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT EN 3^{ème} CYCLE (LMD)

Domaine : Architecture, Urbanisme et Métiers de la Ville Filière : Architecture
Spécialité : Projet urbain et architecture durable

Présentée par

BOUHALLIT Zeyneb

Intitulée

Etude de la conception du mobilier urbain solaire, vers un urbanisme autonome.

Soutenue le : 29/09/2025

Devant le Jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mr LAZRI Youcef	Professeur	Univ. de 8 Mai 1945 Guelma	Président
Mme DJOUAD Fatima Zahra	M. C. A	Univ. de 8 Mai 1945 Guelma	Encadreur
Mr DECHAICHA Assoule	M. C. A	Univ. de M'sila	Co-encadreur
Mr ALKAMA Djamel	Professeur	Univ. de 8 Mai 1945 Guelma	Examineur
Mr DIB Belkacem	Professeur	Univ. de Batna	Examineur

Année Universitaire 2024/2025

الحمد لله رب العالمين

DÉDICACE

Ce modeste travail est dédié à toutes les personnes chères, occupant une place particulière dans le cœur :

- *À mes parents, il n'existe pas de mots assez forts pour exprimer la gratitude envers eux. Ils représentent ce que la vie a offert de plus précieux, et ce que Dieu nous a ordonné de respecter. Leur amour, leurs sacrifices et leur soutien constant ont permis la réalisation de ce travail. Leur présence inébranlable, leurs prières, encouragements et vœux sincères ont constitué le socle de ce projet, fruit de leur dévouement et de leur engagement.*
- *À mes frères, pour leur soutien permanent et leurs encouragements, leur présence a été un véritable pilier tout au long de mon parcours académique. À eux, je souhaite tout le bien, le succès et l'accomplissement dans toutes les sphères de leur vie.*
- *À mes sœurs, pour leur soutien inébranlable et attentionné, ainsi qu'à leurs époux et enfants, qui ont toujours été une source précieuse de motivation et d'inspiration tout au long de ce parcours.*
- *À tous ceux qui m'ont soutenu, encouragé et constitué une véritable source d'énergie pour réussir et mener à bien ce travail.*
- *À tous les amis proches, ainsi qu'aux camarades de promotion qui ont accompagné chaque étape de ce chemin, avec des vœux sincères de succès et d'accomplissement dans leurs vies respectives.*
- *À toute ma famille, pour l'amour, le soutien et les encouragements constants, contribuant de manière significative à la réussite de ce travail.*

Avec beaucoup d'amour

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, une profonde gratitude est exprimée envers Allah, le Tout-Puissant, pour avoir accordé la volonté, la patience et la santé nécessaires à l'accomplissement de ce travail de recherche.

- *Une reconnaissance particulière est adressée à toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de cette thèse de doctorat.*
- *À **ma directrice de thèse**, Madame la docteure Djouad Fatima Zahra, pour ses conseils avisés, sa confiance indéfectible, son encouragement, sa patience et ses observations précieuses tout au long de cette recherche. Son soutien constant a considérablement enrichi l'expérience scientifique et a été déterminant dans l'aboutissement de ce travail.*
- *À **mon co-encadreur**, le docteur Dechaicha Assoule, pour ses conseils, ses recommandations sincères, sa rigueur scientifique, son exemplarité morale et son engagement, qui ont permis de surmonter de nombreux défis durant les différentes étapes de la réalisation de cette thèse.*
- *Au **professeur Alkama Djamal**, pour ses conseils constructifs et continus, ses observations et contributions précieuses, ainsi que son soutien constant tout au long de cette expérience de recherche, jouant un rôle crucial dans l'encouragement des progrès scientifiques.*
- *Mes remerciements vont également, avec chaleur et reconnaissance, aux membres du comité pour avoir accepté d'évaluer ce modeste travail.*
- *À tous les professeurs, au chef de département et à toutes les personnes ayant fourni conseils, recommandations et corrections permettant d'enrichir ce travail.*
- *Enfin, gratitude et reconnaissance sont adressées à tous ceux qui ont contribué, de manière directe ou indirecte, à l'accomplissement de cette thèse, en leur témoignant l'expression de profonde reconnaissance.*

Résumé :

Face aux défis de design urbain contemporain, le jardin public, qui rassemble divers éléments sociaux, environnementaux et économiques, doit impérativement intégrer des principes de conception afin d'assurer sa durabilité et son autonomie. Parallèlement, le design énergétique émerge comme une priorité incontournable à injecter dans la conception des jardins publics, en particulier dans leur mobilier urbain. Cette recherche a pour objectif d'évaluer la contribution du mobilier urbain solaire à la promotion de l'autonomie énergétique d'un jardin public, à travers le cas de la ville de Guelma. Pour cela, la méthodologie adoptée est une combinaison d'approches d'évaluation : spatiale, basée sur l'observation directe et l'analyse de l'espace urbain et architectural du jardin; climatique, en utilisant un ensemble de mesures climatiques avec deux instruments : un hygromètre et un anémomètre ; énergétique, fondée sur l'observation directe ainsi que sur les données énergétiques de chaque jardin ; puis sociologique, appuyée sur l'observation in-situ du cas d'étude ainsi que sur le questionnaire créé en utilisant un ensemble de critères d'évaluation liés à l'autonomie et à la durabilité du mobilier urbain et du jardin. En addition à toutes ces phases, nous avons effectué une dernière étape numérique par la simulation, en utilisant Rhinoceros 7, Grasshopper et Galapagos afin d'évaluer la contribution du mobilier urbain solaire à l'atteinte de l'autonomie énergétique de chaque jardin. Les résultats obtenus dans cette étude sont résumés dans l'existence d'un rapport direct entre l'usage du jardin et son mobilier urbain, influencé par l'ambiance microclimatique du jardin. En outre, le poteau d'éclairage est le seul consommateur d'énergie sans offrir d'autres services aux usagers à part l'éclairage. Les résultats de l'évaluation numérique par simulation confirment que le mobilier urbain solaire contribue à la réalisation et au renforcement de l'autonomie énergétique des jardins publics de la ville de Guelma.

Mots clés : Mobilier urbain solaire, autonomie énergétique, Jardin public urbain, design contemporain, Guelma Algérie.

Abstract :

Faced with the challenges of contemporary urban design, public gardens, which bring together various social, environmental, and economic elements, must imperatively integrate design principles to ensure their sustainability and autonomy. At the same time, energy design emerges as an essential priority to be integrated into the design of public gardens, particularly in their urban furniture. This research aims to evaluate the contribution of solar urban furniture to the promotion of energy autonomy in a public garden, through the case of the city of Guelma. For this, the adopted methodology is a combination of evaluation approaches: spatial, based on direct observation and analysis of the urban and architectural space of the garden; climatic, using a set of climatic measurements with two instruments: a hygrometer and an anemometer; energy, based on direct observation as well as the energy data of each garden; and sociological, supported by in-situ observation of the case study as well as a questionnaire created using a set of evaluation criteria related to the autonomy and durability of urban and garden furniture. In addition to all these phases, we conducted a final numerical simulation using Rhino 7, Grasshopper, and Galapagos to evaluate the contribution of solar urban furniture to achieving the energy autonomy of each garden. The results obtained in this study are summarized by the existence of a direct relationship between the use of the garden and its urban furniture, influenced by the microclimatic ambiance of the garden. Furthermore, the lighting pole is the only energy consumer that does not offer any other services to users besides lighting. The results of the numerical evaluation by simulation confirm that solar urban furniture contributes to the realization and strengthening of the energy autonomy of public gardens in the city of Guelma.

Keywords: Solar urban furniture, Autonomous energy, urban public garden, contemporary urban design, Guelma-Algeria.

الملخص:

في مواجهة تحديات التصميم الحضري المعاصر، الحديقة العامة، التي تجمع بين عناصر سوسولوجية وبيئية واقتصادية متنوعة، ملزمة بأن تدمج بشكل ضروري مبادئ التصميم لضمان استدامتها واستقلاليتها. بالموازاة لذلك، يظهر التصميم الطاقوي كأولوية لا مفر منها يجب تضمينها في تصميم الحدائق العامة، وخاصة في أثارها الحضري. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم مساهمة الأثاث الحضري الشمسي في تعزيز الاستقلالية الطاقوية لحديقة عامة، من خلال حالة مدينة قالمة. لهذا، فإن المنهجية المعتمدة هي مزيج من أساليب التقييم: المكانية، المستندة إلى الملاحظة المباشرة وتحليل الفضاء الحضري والمعماري للحديقة؛ المناخي، باستخدام مجموعة من القياسات المناخية مع الأدوات: مقياس درجة الحرارة والرطوبة ومقياس سرعة الرياح؛ ثم التقييم الطاقوي، المستند إلى الملاحظة المباشرة وكذلك البيانات الطاقوية لكل حديقة؛ إضافة إلى ذلك، التقييم الاجتماعي، مدعوم بالملاحظة المباشرة في الموقع لحالة الدراسة، وكذلك الاستبيان الذي تم إنشاؤه باستخدام مجموعة من معايير التقييم المتعلقة بالاستقلالية واستدامة الأثاث الحضري والحدائق. بالإضافة إلى جميع هذه المراحل، قمنا بإجراء مرحلة أخيرة رقمية من خلال المحاكاة، باستخدام Rhino 7 و Grasshopper و Galapagos لتقييم مساهمة الأثاث الحضري الشمسي في تحقيق الاستقلالية الطاقوية لكل حديقة. النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة تُلخّص في وجود علاقة مباشرة بين استخدام الحديقة وأثارها الحضري، المتأثرة بالأجواء الميكرومناخية للحديقة. علاوة على ذلك، فإن عمود الإضاءة هو المستهلك الوحيد للطاقة دون تقديم أي خدمات أخرى للمستخدمين باستثناء الإضاءة. تؤكد نتائج التقييم الرقمي من خلال المحاكاة أن الأثاث الحضري الشمسي يساهم في تحقيق وتعزيز الاستقلالية الطاقوية للحدائق العامة في مدينة قالمة.

الكلمات المفتاحية: الأثاث الحضري الشمسي، الاستقلالية الطاقوية، الحديقة العامة الحضرية، التصميم الحضري المعاصر المستدام، قالمة الجزائر.

SOMMAIRE

Dédicace.....	I
Remerciements	II
Résumé	III
Abstract	IV
المخلص	V
Sommaire	VI
Liste des figures	XVII
Liste des tableaux	XXII
Liste des abréviations.....	XXIV
Chapitre introductif	1
1. Introduction.....	1
2. Problématique	3
3. Hypothèse.....	5
4. Objectifs	6
5. Méthodologie de la recherche	6
6. Structure de la recherche	8
Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics	11
Introduction	11
I.1 L'espace public entre usage et design : définition et privatisation	11
I.1.1 Espace public, un concept clé dans la composition de la ville	12
I.1.2 Espace public : le cytoplasme urbain matériel et immatériel de la vie en ville.....	13
I.1.3 Espace public : espace de contemporanéité et de qualité d'usage.....	14
I.2 Typologie de l'espace public : Diversité façonnée par l'usage, le design et le mobilier urbain	15
I.2.1 L'espace public selon l'usage.....	16
I.2.2 L'espace public selon le design	17
I.2.3 L'espace public selon le mobilier urbain	18
I.3 Le jardin public, un espace urbain aux dimensions variées	19
I.3.1 Le jardin public : une empreinte historique dans l'évolution de l'espace urbain ...	20
I.3.2 Le jardin public : un élément structurant la ville.....	20
I.3.3 Le jardin public : espace écologique et environnementale urbain de la ville.....	21
I.3.4 Le jardin public : un espace urbain à dimension sociologique.....	21

I.4 Lecture sur l'histoire de l'espace urbain jardinier.....	22
I.4.1 Les jardins de l'Antiquité	22
I.4.2 Les jardins du Moyen Âge	23
I.4.3 Les jardins de la Renaissance	23
I.4.4 Les jardins du XX^e siècle.....	24
I.4.5 Les jardins contemporains.....	24
I 5 Classification des typologies de jardins publics	24
I.5.1 Classification selon la loi n° 07-06	25
I.5.2 Classification des jardins publics : usage et aménagement urbain	25
I.6 Les composants et les outils d'aménagement des jardins publics.	27
I.6.1 La morphologie urbaine.....	28
I.6. 2 Le design biophilique.....	28
I.6 3. Le mobilier urbain.....	28
I.7 Les attributs et les critères performants qui promeuvent la qualité d'usage d'un jardin public.....	29
I.7.1 La performance fonctionnelle.....	31
I.7.2 L'usage.....	32
I.7.3 le design humain	32
I.7.4 Le confort	33
I.7.5 Le smart design	33
I.7.6 Le design paysager et d'esthétique.....	34
I.7.7 La résilience.....	35
I.7.8 L'autonomie	35
I.7.9 La santé urbaine	36
I.7.10 La sécurit urbaine.....	36
I.8 Les impératifs et les outils du design urbain contemporain durable d'un jardin public	37
I.8.1 Le design biophilique.....	37
I.8.2 Le smart energy design	39
I.8.3 Le design numérique (Intelligence artificielle et Internet des objets).....	40
I.9 L'apport dynamique de design urbain contemporain durable d'un jardin public....	41
I.9.1 La durabilité environnementale	42
I.9.2 La durabilité urbaine sociologique.....	42
I.9.3 La durabilité économique	43
I.9.4 La résilience énergétique.....	43

I.9.5 Le renforcement du paysage urbain	43
Conclusion.....	44
Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable	45
Introduction	45
II.1 Le mobilier urbain, un élément urbain emblématique.....	45
II.1.1 Définition de mobilier urbain.....	45
II.1.2 Le mobilier urbain et sa relation avec l'espace public.....	47
II.1.3 Le mobilier urbain et l'usage de l'espace public	48
II.1.4 Le mobilier urbain et le paysage urbain	50
II.1.5 Le mobilier urbain et l'usager	50
II.2 Les principes et les critères de design du mobilier urbain	51
II.2.1 Le design humain et l'approche holistique	51
II.2.3 La forme	52
II.2.4 Les matériaux	53
II.2.5 L'unité	54
II.2.6 L'identité.....	54
II.2.7 Le positionnement	54
II.3 L'usage du mobilier urbain dans le contexte des divers défis : un facteur clé de la qualité de l'espace public	55
II.3.1 L'usage de mobilier urbain face aux défis de design architectural	56
II.3.2 L'usage de mobilier urbain face aux défis climatique	56
II.3.3 L'usage de mobilier urbain face aux défis sociologique	57
II.3.4 L'usage de mobilier urbain face aux défis environnementaux	57
II.3.5 L'usage de mobilier urbain face aux défis numérique	58
II.4 Le mobilier urbain smart, un défi de design urbain contemporain	58
II.4.1 Le mobilier urbain smart écologique biophilique	59
II.4.2 Le mobilier urbain smart numérique.....	60
II.4.3 Le mobilier urbain smart énergétique	61
II.5 Réconcilier le design solaire et le mobilier urbain, un pas de durabilité énergétique	62
II.5.1 Le mobilier urbain solaire	63
II.6 L'effet et les défis du mobilier urbain solaire dans le design urbain.....	64
II.6.1 Le banc public (The solar-powered public bench).....	64
II.6.2 L' éclairage public (Solar-powered public lighting)	65

II.6.3 L'abribus solaire (Solar bus shelter)	66
II.6.4 Les jets d'eau et les fontaines (Solar water jets and fountains)	67
II.6.5 Les corbeilles à déchets (Solar-powered waste bins)	68
II.6.6 Les panneaux d'affichage urbain (Solar urban billboards).....	69
II.6.7 Les stations de charge solaire (Solar charging stations).....	70
II.6.8 Les arbres solaires (Solar tree)	71
II.6.9 Le pavé du sol solaire (The solar floor paving stone)	72
II.6.10 Les pergolas, canopées et auvents solaire (Pergolas, canopies and solar awnings)	73
II.7 L'impact névralgique du mobilier solaire, comme élément du design urbain durable contemporain	74
II.7.1 L'impact environnemental de mobilier urbain solaire.....	74
II.7.2 L'impact énergétique de mobilier urbain solaire.....	75
II.7.3 L'impact sociologique de mobilier urbain solaire.....	75
II.7.4 L'impact économique de mobilier urbain solaire	75
II.7.5 L'impact numérique de mobilier urbain solaire	76
Conclusion.....	76
Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable	83
Introduction	82
III.1 L'autonomie urbaine, un concept dérivé du développement durable	82
III.1.1 L'autonomie (Autonomy) (Autonomous)	82
III.1.2 L'autonomie urbaine à travers l'histoire : vers une réinvention de l'urbanisme et de la ville.....	82
III.2 l'autonomie urbaine, une approche multidimensionnelle.....	84
III.2.1 Urbanisme autonome (Autonomous urbanism).....	85
III.2.2 La ville autonome (autonomous city).....	85
III.2.3 Le quartier autonome (autonomous neighborhood)	86
III.2.4 L'espace public autonome (autonomous public space)	87
III.2.5 L'habitat autonome (autonomous house).....	87
III.3 Les différents aspects de l'autonomie urbaine dans un espace public.....	88
III.3.1 L'autonomie alimentaire (L'agriculture urbaine).....	88
III.3.2 L'autonomie en eau	89
III.3.3 L'autonomie numérique.....	91
III.3.4 Le transport autonome.....	91

III.3.5 L'autonomie énergétique	92
III.4 L'autonomie énergétique : un vecteur fondamental pour la transition vers des espaces urbains autonomes et durables.....	93
III.4.1 Identification du concept d'autonomie énergétique	93
III.5 Les échelles d'application de l'autonomie énergétique	94
III.5.1 Habitat autonome	94
III.5.2 Transport autonome.....	94
III.5.3 Espace public autonome.....	94
III.6 Les outils de design énergétique autonome	95
III.6.1 L'autonomie énergétique par les énergies renouvelables	95
III.6.2 L'autonomie énergétique par le design biophilique	98
III.7 L'autonomie énergétique solaire : une synergie innovante pour un design urbain durable contemporain.....	99
III.7.1 Le design énergétique solaire autonome.....	99
III.8 Les aspects du design solaire autonome dans un jardin public.....	100
III.8.1 La façade urbaine solaire.....	100
III.8.2 L'abri et le toit solaire	101
III.8.3 La végétation urbaine.....	101
III.8.4 L'eau urbaine.....	101
III.8.5 Le Mobilier urbain solaire	102
III.8.6 Le pavé du sol solaire	102
III.8.7 Eclairage public solaire	102
III.9 L'impact vital de l'autonomie énergétique urbaine	103
III.9.1 La résilience énergétique.....	103
III.9.2 L'amélioration de la qualité d'usage	103
III.9.3 Le confort urbain sociétale	104
III.9.4 Le renforcement de l'autonomie urbaine	104
Conclusion.....	104
Chapitre IV : Méthodologie de la recherche : approches, outils et objectifs.....	106
Introduction	106
IV.1 Etat de l'art et positionnement épistémologique.....	106
IV.1.1 La qualification spatiale, socioéconomique, environnementale des espaces publics	107
IV.1.1.1 La recherche de Sara Tareq et Ahmed Salah El-Din Ouf (2021) :	107
IV.1.1.2 La recherche de Djouad Fatima Zahra (2021) :	108

IV.1.1.3 La recherche de HANNOUFA Nada (2024) :	109
IV.1.1.4 La recherche de (Eslam N. Essayed and Ahmed N. Ashrry. 2020):	109
IV.1.1.5 La recherche de Jinhyun Jun (2023) :	110
IV.1.1.6 La recherche de KHELIFA Fatma (2024) :	110
IV.1.1.7 La recherche de Yao Lu et al (2022) :	110
IV.1.1.8 La recherche de Bounnah Amel (2014) :	111
IV.1.1.9 La recherche de SAYAD Bouthaina (2021) :	111
IV.1.1.10 La recherche de TOUBAL Ouisseme (2023) :	112
IV.1.2 L'autonomie urbaine dans l'espace public	112
IV.1.2.1 La recherche de Tong Zou et al (2022) :	112
IV.1.2.2 La recherche de Hannah R. M. Pelikan et al (2024) :	113
IV.1.2.3 La recherche de Iloosh Vaziri, et al (2024) :	113
IV.1.2.4 La recherche de Federico Cugurullo (2020) :	114
IV.1.2.5 La recherche de Manuel Ayala-Chauvin et al (2022) :	114
IV.1.3 Le mobilier urbain : défis, design et énergie	114
IV.1.3.1 La recherche de Omar Rashid Salih et Nawal Muhsin Ali (2019) :	114
IV.1.3.2 La recherche de Hala Hassanein (2017) :	115
IV.1.3.3 la recherche de Ons Ben Dhaou (2023):	115
IV.1.3.4 La recherche de Siniša Prvanov, (2019):	115
IV.1.3.5 La recherche de Alessandro Premier et al (2022) :	116
IV.1.3.6 La recherche de Erfaneh Allameh, et Mohammadali Heidari (2020) :	116
IV.1.3.7 La recherche de Ayşem G. BAŞAR (2021) :	117
IV.1.3.8 La recherche de Aysegul TEREÇI et al (2019) :	117
IV.1.3.9 La recherche de Marco Avila et al (2018) :	117
IV.1.3.10 La recherche de Anna M Grabiec et al (2022) :	118
IV.1.4 Positionnement episthymologique	118
IV.1.4.1 Synthèse des études précédentes	118
IV.1.4.2 Focalisation de notre recherche	119
IV.2 Evaluation spatiale : détermination d'un corpus d'étude spatial et des critères d'évaluation du mobilier urbain	120
IV.2.1 Le corpus d'étude spatiale	120
IV.2.1.1 Observation in-situ	120
IV.2.1.2 Classification des éléments du mobilier urbain	121

IV.2.2 Les critères d'évaluation du mobilier urbain, notamment conçu avec un design énergétique autonome.	121
IV.2.2.1 Les critères d'évaluation dérivés de la revue de littérature	121
IV.2.2.2 Les critères d'évaluation issus de l'analyse de cas concrets de mobilier urbain contemporain, notamment à caractère énergétique solaire	124
IV.2.3 Évaluation architecturale de cas d'étude (les jardins publics de la ville de Guelma)	125
IV.2.3.1 Observation in situ	125
IV.2.3.2 Analyse architecturale des jardins publics	126
IV.3 Évaluation sociologique : Le mobilier urbain auprès les usagers des jardins publics	126
IV.3.1 Observation in situ	126
IV.3.2 Le corpus d'étude social (échantillon et échantillonnage)	126
IV.3.2.1 Intensité d'usage	127
IV.3.2.2 Echantillon et échantillonnage selon la formule de Maurice Angers	127
IV.3.3 Le questionnaire	128
IV.3.3.1 Déroulement de questionnaire	128
IV.3.3.2 Structure de questionnaire	128
IV.3.3.3 Traitement du questionnaire	129
IV.3.3.4 Méthodes statistiques utilisées	129
IV.4 Evaluation climatique des jardins publics à travers leur mobilier urbain	131
IV.4.1 Mesure In-situ	131
IV.4.1.1 Période de mesures	131
IV.4.1.2 Les instruments utilisés	131
IV.4.1.3 Les stations de mesures	132
IV.5 Evaluation énergétique des jardins d'étude	132
IV.5.1 Mobilier urbain des jardins et le design énergétique	133
IV.5.2 Consommation énergétique des jardins d'étude	133
IV.6 Evaluation numérique : simulation de la contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique des jardins publics à Guelma	133
IV.6.1 la simulation énergétique dans l'espace public urbain	134
IV.6.2 Les logiciels de simulation énergétique pour le design urbain	134
IV.7 Simulation de l'énergie dans le contexte de l'étude à l'aide de mobilier urbain solaire	136
IV.7.1 Le mobilier urbain solaire utilisé dans la simulation	137
IV.7.1.1 Banc public solaire de la startup algérienne	137

IV.7.1.2 L'éclairage public solaire de la Startup Algérienne.....	137
IV.7.1.3 L'arbre solaire Ross Love Grove à Londres au Royaume Unis.....	137
IV.7.2 Les logiciels utilisés pour la simulation dans notre cas d'étude	137
IV.7.2.1 AutoCAD	137
IV.7.2.2 Rhinocéros 7	138
IV.7.2.3 Grasshopper	138
IV.7.2.4 Plugin Lady bug.....	138
IV.7.2.5 Plugin honeybee	138
IV.7.2.6 Galápagos	139
Conclusion.....	139
Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma.....	141
Introduction	141
V.1 Présentation de la ville de Guelma.....	141
V.1.1 Situation géographique de la ville de Guelma	141
V.1.2 Caractéristique climatique de la région de Guelma	142
V.1.3 Le microclimat urbain, caractérisation climatique de la ville de Guelma	144
V.2 L'espace public à Guelma ville.....	146
V.2.1 Typologies d'espace public dans la ville de Guelma	147
V.2.2 Le design énergétique de l'espace public à Guelma	148
V.3 Les éléments d'aménagement de l'espace public à Guelma ville	149
V.3.1 Le design biophilique végétale.....	149
V.3.2 Le design biophilique aquatique	150
V.3.3 Le mobilier urbain.....	150
V.4 Critères de détermination de corpus d'étude spatial	154
V.4.1 Le design du mobilier urbain	154
V.4.2 La fréquentation	156
V.5 Présentation de contexte d'étude : Les jardins publics urbains	156
V.5.1 Jardin Esanawbre.....	157
V.5.2 Jardin Mustapha Séridi	158
V.5.3 Le jardin Guehdour	159
V.6 Evaluation spatiale des jardins d'étude.....	160
V.6.1 Situation de jardin.....	160
V.6.1.1 Jardin Esanawbre	160
V.6.1.2 Jardin Séridi Mustapha.....	161

V.6.1.3 Jardin Guehdour.....	162
V.6.2 Surfaces et relief de jardin.....	163
V.6.2.1 Jardin Esanawbre	163
V.6.2.2 Jardin Séridi Mustapha.....	163
V.6.2.3 Jardin Guehdour.....	163
V.6.3 Accessibilité physiques et visuel de jardin	164
V.6.3.1 Jardin Esanawbre	164
V.6.3.2 Jardin Séridi Mustapha.....	164
V.6.3.3 Jardin Guehdour.....	164
V.7 Le design biophilique des jardins.....	164
V.7.1 Jardin Esanawbre.....	165
V.7.2 Jardin Séridi Mustapha	165
V.7.3 Jardin Guehdour	166
V.8 Le design du mobilier urbain	167
V.8.1 Les bancs publics	167
V.8.2 Les tables urbaines	168
V.8.3 L'éclairage public	168
V.8.4 Corbeille à déchets : symbole de propreté urbaine	170
V.8.5 Jet d'eau	171
V.8.6 pavé du sol.....	171
V.8.7 Panneaux d'affichage d'information	172
V.8.8 Les jeux d'enfants.....	173
V.8.9 Eléments de décoration et symbolique	173
V.8.10 La grille de clôture	174
Conclusion.....	175
Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains.....	176
Introduction	176
VI.1 Les critères d'évaluation qualitatifs pour un design contemporain du mobilier urbain, vers la promotion de la durabilité et la qualité d'usage	176
VI.2 Résultats de l'évaluation du mobilier urbain auprès des usagers (usage, design et effets)	180
VI.2.1 La validité de questionnaire et la normalité des données (Alpha Cronbach et Kolmogorov-Smirnov)	180
VI.2.2 Caractéristiques sociologiques des usagers du jardin	181

VI.2.3 Analyse évaluative du deuxième volet : le design du jardin public.....	184
VI.2.4 Analyse évaluative du troisième volet : le design du mobilier urbain.....	189
VI.2.5 Effet du design du mobilier urbain et sa relation avec la qualité d'usage des jardins publics (résultats de la régression linéaire multiple et simple)	199
VI.2.5.1 Régression entre la variable dépendante « fréquentation » et l'ensemble des variables indépendantes du design du mobilier urbain	199
VI.2.5.2 Régression entre le degré d'usage et les variables indépendantes du design du mobilier urbain	200
VI.2.5.3 La régression entre le variable dépendant « choix de l'espace » et l'ensemble des variables indépendantes du design du mobilier urbain.....	201
VI.2.5.4 La régression entre la variable dépendante « Fonction » et l'ensemble des variables indépendantes du design du mobilier urbain	201
VI.3 Résultats de l'évaluation climatique des jardins à travers leur mobilier urbain...	205
VI.3.1 L'évaluation climatique dans différents emplacements de mobilier urbain les plus utilisés et les plus proches des usagers.....	206
VI.3.2 La relation d'influence et de réciprocité entre les conditions climatiques, le mobilier et l'usage du jardin.	211
VI.4 Résultats de l'évaluation énergétique	212
VI.4.1 Le lampadaire : seul élément de mobilier urbain représentant la consommation énergétique de chaque jardin	212
VI.4.2 La relation directe entre le mobilier et le solaire ouvre la voie à l'amélioration du design énergétique autonome dans le mobilier urbain	213
VI.5 Synthèse des résultats de recherche	214
Conclusion.....	215
Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.....	217
Introduction	217
VII.1 Les éléments du mobilier urbain solaire utilisés dans la simulation	217
VII.1.1 Le banc public solaire de la startup Algérienne service, en offrant deux prises USB à la disposition des citoyens pour recharger les appareils numériques tels que....	217
VII.1.2 L'éclairage public solaire de la Startup Algérienne :	218
VII.1.3 L'arbre solaire Ross Love Grove :.....	219
II.2 Évaluation de la contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique	220
VII.2.1 Premier Scénario : le solaire dans les jardins évaluées.....	221
VII.2.1.1 Jardin Esanawbre :.....	221
VII.2.1.2 Jardin Séridi Mustapha.....	222

VII.2.1.3 Jardin Guehdour.....	223
VII.2.2 Deuxième Scénario : évaluation énergétique des jardins publics par le banc public solaire	225
VII.2.2.1 La simulation de banc public solaire dans le jardin Esanawbre	225
VII.2.2.2 La simulation de banc public solaire dans le jardin Séridi Mustapha.....	226
VII.2.2.3 La simulation de banc public solaire dans le jardin Guehdour.....	227
VII.2.3 Troisième Scénario : évaluation énergétique des jardins publics par le lampadaire solaire	228
VII.2.3.1 La simulation de lampadaire solaire dans le jardin Esanawbre	229
VII.2.3.2 La simulation de lampadaire solaire dans le jardin Séridi Mustapha.....	229
VII.2.3.3 La simulation de lampadaire solaire dans le jardin Guehdour.....	230
VII.2.4 Le quatrième Scénario : évaluation énergétique des jardins publics par l’arbre solaire.....	231
VII.2.4.1 La simulation de l’arbre solaire dans le jardin Esanawbre.....	232
VII.2.4.2 La simulation de l’arbre solaire dans le jardin Séridi Mustapha	233
VII.2.4.3 La simulation de l’arbre solaire dans le jardin Guehdour	234
VII.2.5 Le cinquième Scénario : évaluation de la production énergétique par le mobilier solaire dans les emplacements choisis et selon l’angle d’inclinaison.	236
VII.2.5.1 Jardin Esanawbre	236
VII.2.5.2 Jardin Séridi Mustapha.....	237
VII.2.5.3 Jardin Guehdour.....	238
VII.3 La contribution du mobilier urbain solaire à l’autonomie énergétique des jardins publics évalués	239
Conclusion.....	240
Conclusion générale	Erreur ! Signet non défini.42
.1 Conclusion	242
2. Limites de la recherche et difficultés rencontrées	248
3. Perspectives et recherches futures	249
Références bibliographiques	
Annexes	

LISTE DES FIGURES

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics	11
Figure I.1: Les 14 piliers de design biophilique (Browning et al 2014 ; Niranjika Wijesooriya et al 2023).....	38
Figure I.2 : Les impératifs de design urbain contemporain d'un jardin publics. Source. Auteur 2025.....	40
Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable	45
Figure II.1: Mobilier urbain d'assise de la Piazza de Santo Domingo Madrid, Espagne. Source: Osorio, 2023.....	47
Figure II.2: Principes de design du mobilier urbain. Source. Siniša Prvanov 2019.....	55
Figure II.3: Le banc public smart biophilique à Londres UK. Source. URL1.	59
Figure II.4: Le banc public intelligent de la place centrale de Belgrade en Serbie. Source. Source. UR2.	60
Figure II.5: Pavé du sol à énergie cinétique Pavagen. Source. Pavagen 2017.....	61
Figure II.6 : Les composants d'un système énergétique solaire. Source. (Saleh ; Ali, 2019). 63	
Figure II.7: Le banc public solaire installé à l'université des Sciences et Technologies du Roi Abdallah en Arabie Saoudite. Source. KAUST 2020.	65
Figure II. 8: Le lampadaire arbre solaire de l'artiste gallois Ross Love Grove. Source. Land art generator. 2018.....	66
Figure II. 9: L'abribus solaire de la ville écologique sino-singapourienne de Tianjin. Source. URL .3.....	67
Figure II.10:un jet d'eau solaire. Source. URL.4	68
Figure II. 11: Corbeille solaire à déchets Bigbelly. Source. URL.5.	69
Figure II.12: Le panneau solaire d'information de la ligne nord-ouest du métro de Sydney. Source. URL.6.....	70
Figure II.13: La station de recharge solaire ELEN LEAF à Zagreb Croatie. Source. URL 7. 71	
Figure II.14: l'arbre solaire de Bayfront Park. Source.URL.8.....	71
Figure II.15 : le pavé du sol solaire de la piste cyclable Van Gogh aux Pays-Bas. Source.URL9.....	72
Figure II.16: auvent smart Al-Madīna en Arabie Saoudite. Source. URL .10.....	73

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable	82
Figure III.1: Représentation graphique illustrant l'agriculture urbaine en milieu urbain. Source Santo et al., 2016 ; NogeireMcRae ; Ryan; Jablonski ; 2018.....	89
Figure III.2: Aspect d'autonomie urbaine en eau, favorisé à travers un mobilier urbain aquatique. Source.URL III.1.	90
Figure III.3: Les aspects de l'autonomie urbaine. Source. Auteur 2025.....	93
Figure III.4: Les sources d'énergie renouvelable. Source. Auteur 2025.....	96
Chapitre IV : Méthodologie de la recherche : approches, outils et objectifs.....	106
Figure IV.1: Les appareils de mesure utilisé (a) Thermomètre, (b) anémomètre.	132
Figure IV.2: Présentation des logiciels de simulation mobilisés dans le cadre de cette recherche.	139
Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma.....	141
Figure V.1: Situation géographique de la ville de Guelma. Source : Auteur 2024 SIG 21. ..	142
Figure V.2: Température de l'air dans les espaces publics 1.2.3.Source. Données traités par auteur 2024.	145
Figure V.3: Humidité relative dans les espaces publics 1.2.3. Source. Données traités par auteur 2024.	145
Figure V.4: Vitesse de vent dans les espaces publics 1.2.3. Source. Données traités par auteur 2024.	146
Figure V.5: Espace public à Guelma ville, place 8 mai 1945. Source. Auteur 2024.	148
Figure V.6: Eclairage public de l'espace public à Guelma. Source. Auteur 2024.	148
Figure V.7: Design végétale de jardin Séridi Mustapha.	150
Figure V.8: Les éléments d'aménagement de l'espace public à Guelma ville. Source auteurs 2024.	154
Figure V.9: La catégorisation spatiale de l'espace public en fonction du mobilier urbain. Source. (Bouhallit, Z et al 2024).	155
Figure V.10: Typologies des jardins publics à Guelma ville, (a) jardin archéologique Calama (b) jardin public de loisir Esanawbre (c) jardin résidentiel.	157
Figure 11: le jardin Esanawbre. Source : Photos prises par l'auteur 2024.....	158
Figure V.12: Le jardin Séridi Mustapha. Source : Photos prises par l'auteur 2024.....	159
Figure V.13: Le jardin Guehdour. Source : Photos prises par l'auteur 2024.	160
Figure V.14: Situation de jardin Esanawbre. Source : Auteur 2024 SIG 21.....	161
Figure V.15: Situation de jardin Séridi Mustapha. Source : Auteur 2024 SIG 21.....	162

Figure V.16: Situation de jardin Guehdour. Source : Auteur 2024 SIG 21.	162
Figure V.17: design végétale de jardin Esanawbre. Source. Auteur 2024.	165
Figure V.18: design végétale de jardin Sérédi Mustapha. Source. Auteur 2024.	166
Figure V.19: design végétale de jardin Guehdour. Source. Auteur 2024.	166
Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains.....	176
Figure VI.1: Répartition des usagers selon le genre dans les jardins évalués	181
Figure VI.2: Catégories d'âge des usagers des jardins évalués.....	182
Figure VI.3: Proximité des usagers par rapport à la ville de Guelma.	182
Figure VI.4: Niveau d'instruction des usagers des jardins évalués.....	183
Figure VI.5: Profession des usagers des jardins évalués.....	183
Figure VI.6: Taux de fréquentation des jardins évalués.....	184
Figure VI.7: Durée d'usage des jardins évalués.....	185
Figure VI.8: Le choix d'usage des jardins évalués.	185
Figure VI.9: Évaluation de la fonction d'usage dans les jardins évalués auprès des usagers.	186
Figure VI.10: Évaluation de l'usage des jardins évalués.	186
Figure VI.11: Aménagement des jardins.....	187
Figure VI.12: Évaluation du confort dans les jardins évalués.....	187
Figure VI.13: Ambiance microclimatique dans les jardins évalués.	188
Figure VI.14: Critères d'amélioration de l'usage des jardins publics.....	189
Figure VI.15: Typologies du mobilier urbain dans les jardins évalués.....	190
Figure VI.16: Évaluation de la performance fonctionnelle du mobilier urbain dans les jardins évalués.....	191
Figure VI.17: Évaluation du design formel dans les jardins évalués.	191
Figure VI.18: La résilience du mobilier urbain dans les jardins évalués.	192
Figure VI.19: Évaluation de l'autonomie du mobilier urbain.	193
Figure VI.20: Évaluation du design numérique du mobilier urbain.	194
Figure VI.21: Évaluation du confort dans les jardins à travers le mobilier urbain.	195
Figure VI.22: Évaluation de la santé et de la sécurité dans les jardins publics à travers le mobilier urbain.	196
Figure VI.23: Évaluation de l'usage du mobilier urbain dans les jardins évalués.	197
Figure VI.24: Avis des usagers sur l'amélioration du design du mobilier urbain dans les jardins évalués.....	197
Figure VI.25: Facteurs influençant l'usage du mobilier urbain.	198

Figure VI.26: Fonctions d'amélioration du design du mobilier urbain.....	198
Figure VI.27: Évaluation de la conception du mobilier urbain selon des critères de performance qualitative (Bouhallit et al., 2024).	199
Figure VI.28: Température de l'air des jardins évaluées mesurées dans les points du mobilier urbain.....	209
Figure VI.29: Humidité relative H% des jardins évalués mesurées dans les points du mobilier urbain.....	210
Figure VI.30: Vitesse de vent des jardins évalués mesurées dans les points du mobilier urbain.	210
Figure VI.31: Consommation énergétique des jardins étudiés (données traitées par l'auteur, 2024).....	213
Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.....	217
Figure VII.1: Le taux de radiation solaire dans le jardin Esanawbre (en Kwh/m ²) simulées avec Grasshopper et Rhinoc pour le 1 Juillet 2024.	221
Figure VII.2: L'ensoleillement sur le jardin Esanawbre.	222
Figure VII.3: Les taux de radiation solaire dans le jardin Séridi Mustapha (en Kwh/m ²) simulées avec Grasshopper et Rhinoc pour le 1 Juillet 2024.	222
Figure VII.4: L'ensoleillement sur le jardin Séridi. Source auteur 2024..	223
Figure 5: Les taux de radiation solaire dans le jardin Guehdour (en Kwh/m ²) simulées avec Grasshopper et Rhinoc pour le 1 Juillet 2024.	223
Figure VII.6: L'ensoleillement sur le jardin Guehdour.....	224
Figure VII.7: Production énergétique et orientation de banc public solaire dans le jardin Guehdour.....	225
Figure VII.8: Positionnement de banc public solaire dans le jardin Esanawbre.....	226
Figure VII.9: Production énergétique et orientation de banc public solaire dans le jardin Esanawbre.	226
Figure VII.10: Positionnement de banc public solaire dans le jardin Mustapha Séridi.	227
Figure VII.11: Production énergétique et orientation de banc public solaire dans le jardin Séridi Mustapha.....	227
Figure VII.12: Positionnement de banc public solaire dans le jardin Guehdour.	228
Figure VII.13: Production énergétique et orientation de banc public solaire dans le jardin Guehdour.....	228
Figure VII.14: Positionnement de lampadaire public solaire dans le jardin Esanawbre.....	229

Figure VII.15: Production énergétique et orientation de lampadaire public solaire dans le jardin Esanawbre.	229
Figure VII.16: Positionnement de lampadaire public solaire dans le jardin Séridi Mustapha.	230
Figure VII.17: Production énergétique et orientation de lampadaire public solaire dans le jardin Séridi.	230
Figure VII.18: Positionnement de lampadaire public solaire dans le jardin Guehdour.	231
Figure VII.19: Production énergétique et orientation de lampadaire public solaire dans le jardin Guehdour.	231
Figure VII.20: Premier Positionnement de l'arbre solaire dans le jardin Esanawbre.	232
Figure VII.21: Deuxième Positionnement de l'arbre solaire dans le jardin Esanawbre.	232
Figure VII.22: Production énergétique et orientation de l'arbre public solaire dans le jardin Esanawbre (position 1).	233
Figure VII.23: Production énergétique et orientation de l'arbre public solaire dans le jardin Esanawbre (position 2).	233
Figure VII.24: Positionnement de l'arbre solaire dans le jardin Séridi Mustapha.	234
Figure VII.25: Production énergétique et orientation de banc public solaire dans le jardin Séridi Mustapha.	234
Figure VII.26: Positionnement de l'arbre solaire dans le jardin Guehdour. Source auteur 2024.	235
Figure VII.27: Production énergétique et orientation de banc public solaire dans le jardin Guehdour.	235
Figure VII.28: La production d'énergie solaire autonome à partir des éléments de mobilier urbain solaire dans le jardin Esanawbre.	237
Figure VII.29: La production d'énergie solaire autonome à partir des éléments de mobilier urbain solaire dans le jardin Séridi Mustapha.	237
Figure VII.30: La production d'énergie solaire autonome à partir des éléments de mobilier urbain solaire dans le jardin Guehdour.	238
Figure VII.31: La contribution du mobilier urbain solaire à renforcer l'autonomie énergétique des jardins d'étude.	239

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre IV : Méthodologie de la recherche : approches, outils et objectifs.....	106
Tableau IV.1: Critères d'évaluation du mobilier urbain solaire dérivés de la revue de littérature.	122
Tableau IV.2: Critères d'évaluation du mobilier urbain solaire autonome.....	125
Tableau IV.3: Intensité d'usage et échantillon d'étude dans les jardins évalués.	127
Tableau IV.4: La moyenne pondérée pour chaque nombre de l'échelle de Likert.....	129
Tableau IV.5: Consommation énergétique dans les jardins évalués. Source service de l'énergie de l'APC et SONEGAS Guelma, donnée traité par auteur 2024.	133
Tableau IV.6: Logiciels de simulation. Source. Wai et al. 2024.....	135
Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma.....	141
Tableau V.1: Données climatiques Guelma décennies 2013-2023.....	143
Tableau V.2: Classification de climat de Martonne.....	143
Tableau V.3: Température de l'air dans les espaces publics 1.2.3.....	144
Tableau V.4: Humidité relative dans les espaces publics 1.2.3, source auteur 2024.	145
Tableau 5: Vitesse de vent dans les espaces publics 1.2.3, source auteur 2024.....	146
Tableau V.6: Le design du banc public.....	167
Tableau V.7: Design des tables.....	168
Tableau V.8: Eclairage des jardins.....	169
Tableau V.9: Corbeille à déchets.	170
Tableau V.10: Jet d'eau des jardins publics évalués.	171
Tableau V.11: Le pavé du sol des jardins évalués.	172
Tableau V.12: Les panneaux d'affichage dans les jardins évalués.	172
Tableau V.13: Les jeux d'enfant dans les jardins évalués.	173
Tableau V.14: Eléments de décoration des jardins évalués.	174
Tableau V.15: Grille de clôture des jardins évalués.....	174
Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains.....	176
Tableau V.1: Critères de qualité d'évaluation du design du mobilier urbain. Source. Auteur 2025.....	178
Tableau VI.2: Estimation d'alpha Cronbach du questionnaire dans les jardins évalués. Source auteur 2024.....	180

Tableau VI.3: Test de normalité des données dans les jardins évalués. Source auteur 2024.	180
Tableau VI.4: Régression variables dépendante et variables indépendants des jardins évalués. Source. Données de sortie de EViews traités par auteur 2024.	204
Tableau VI.5: Tableau de mesure in-situ dans le jardin Esanawbre.	206
Tableau VI.6: Tableau de mesure in-situ dans le jardin Séridi Mustapha.	207
Tableau VI.7: Tableau de mesure in-situ dans le jardin Guehdour.	208
Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.	217
Tableau VII.1: Banc public solaire de la startup Algérienne. Source Centre de Recherche en Technologie des Semi-Conducteurs pour l'Energétique Algérie.	218
Tableau VII.2: Lampadaire public solaire de la startup Algérienne. Source Centre de Recherche en Technologie des Semi-Conducteurs pour l'Energétique Algérie.	219
Tableau VII.3: Arbre solaire Ross LoveGrove.	220

LISTE DES ABBREVIATIONS

EnR	Energies renouvelables
IA	Intelligence artificielle
IoT	Internet of Things
SIG	systèmes d'information géographique Chapitre 2
PV	Panneaux photovoltaïque
Ta	Température de l'air
RH	Humidité relative
Va	Vitesse de vent
Wh	Watt heure
Kwh	kilowatt heure
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
PDAU	Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme

Chapitre Introductif

1. Introduction

Dans le contexte des changements climatiques actuels, les villes se trouvent à la croisée des chemins, confrontées à une multitude de défis qui touchent à la fois l'environnement, l'économie et la société. En effet, les villes jouent un rôle central dans la crise climatique, à la fois en tant que principaux contributeurs aux émissions de gaz à effet de serre et en tant que zones particulièrement vulnérables aux impacts du changement climatique. En raison de l'urbanisation rapide, de la densification et de l'imperméabilisation des sols, les villes deviennent des zones de chaleur, où les températures locales peuvent significativement être plus élevées que dans les zones rurales environnantes, phénomène connu sous le nom d'îlot de chaleur urbain. Ce phénomène, combiné à une consommation énergétique accrue, en particulier pour la climatisation et le chauffage, contribue à l'augmentation des émissions de CO₂ et d'autres gaz polluants (Seto et al., 2014 ; Rosenzweig et al., 2011). Les infrastructures urbaines, souvent conçues sans tenir compte des réalités climatiques futures, augmentent la demande en énergie, exacerbant les conséquences sur l'environnement et l'énergie. Face à cette projection, les villes sont responsables de 70 % de la pollution atmosphérique et des émissions de gaz à effet de serre. D'ici 2050, près de 70 % de la population mondiale croissante vivra dans des zones urbaines. Cette croissance, qui inclut des facteurs socio-économiques et environnementaux, affecte l'augmentation de la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre (ONU, GIEC, 2022).

La crise sanitaire a révélé la vulnérabilité des chaînes d'approvisionnement à l'échelle mondiale, provoquant une crise économique mondiale, notamment en ce qui concerne les produits alimentaires essentiels et l'énergie (Ivanov, 2021 ; Ayala-Chauvin et al., 2022). C'est pourquoi l'autosuffisance et la résilience sont perçues comme des éléments fondamentaux, comme l'ont affirmé Labussière et al. (2018). Afin d'accroître la résilience face aux perturbations futures des chaînes d'approvisionnement et de garantir la prestation des services essentiels à l'ensemble de la population, il est impératif d'améliorer et de renforcer la production locale de denrées alimentaires et d'énergie. Cela vaut même dans les zones urbaines. Cette affirmation a été confirmée par Ayala-Chauvin et al. (2022). Dans ce cadre, tel que souligné précédemment, l'énergie renouvelable est perçue comme un élément essentiel de durabilité, permettant de faire face aux diverses crises qui affectent tous les domaines de la vie urbaine. Cela implique son intégration dans la conception et l'aménagement urbain, ainsi que dans l'espace public de la ville.

Face à l'augmentation de la demande d'énergie, et dans un effort pour promouvoir un mode de vie à faible émission de carbone, de nombreux objectifs de développement durable des

CHAPITRE INTRODUCTIF

Nations unies (2030) ciblent les lieux urbains. Afin d'atteindre cet objectif, l'Algérie a initié une démarche vers une transition énergétique, en mettant en place un programme ambitieux visant le développement des énergies renouvelables (EnR) et l'amélioration de l'efficacité énergétique (ministère de l'Énergie et des Mines, Algérie). Cette vision du gouvernement algérien repose sur l'exploitation des ressources inépuisables, telles que l'énergie solaire, dans le but de diversifier les sources d'énergie et de préparer l'avenir de l'Algérie. En combinant les initiatives et les expertises, l'Algérie se lance dans une nouvelle ère de transition énergétique durable (ministère de l'Énergie et des Mines, Algérie).

La ville est aujourd'hui confrontée à de nombreux défis, ce qui la rend déséquilibrée entre la contemporanéité, les maux et les pathologies urbaines, ainsi que les contributions à la durabilité. Ce cumul fait qu'il est impératif de considérer le design urbain contemporain durable comme un enjeu. Parmi les piliers de cet enjeu, on peut citer la fabrique de l'espace public extérieur en faveur de la dimension environnementale, climatique et énergétique. Une entité urbaine qui est, depuis l'Antiquité, le cytoplasme urbain et le lieu convergeant de plusieurs dimensions urbaines : sociales, économiques, environnementales, culturelles et paysagères. L'intervention dans son design permet de rechercher la durabilité urbaine, de maîtriser sa complexité dans son urbanisme et son architecture, et de promouvoir la qualité de son usage. Cette démarche s'est consolidée autour d'une multitude d'impératifs et d'attributs, notamment le design biophilique, le design énergétique smart et le design numérique. Plusieurs villes dans le monde ont adopté ce principe pour devenir smart et adaptables, telles que Singapour, Amsterdam, Londres, Séoul et Barcelone.

Bien que les espaces publics soient des lieux où les personnes peuvent s'intégrer dans la société et générer une culture et une identité communes, ils constituent principalement la base de la communication et des activités des personnes (TERECÍ & ATMACA, 2020). Introduire des stratégies de design durable dans la fabrique de ces espaces publics a une signification majeure pour leur qualité d'usage, notamment face à plusieurs défis tels que le confort des usagers, l'attractivité de l'espace et leur contribution à la durabilité urbaine à travers ses dimensions sociale, économique et environnementale.

La relation entre l'espace public et l'utilisateur, le design urbain et la ville lui confère une grande importance urbaine, et cette dernière nécessite qu'il soit autonome dans son design, sa fonction et son usage. Cela peut offrir une qualité d'usage et une adaptation aux différents besoins de l'utilisateur. Pour renforcer cette autonomie, l'orientation vers le design énergétique est considérée comme une solution efficace et un pilier essentiel sur lequel on peut s'appuyer.

Ce design énergétique peut refléter la qualité de l'espace public, cette dernière pouvant être évaluée à travers la consommation et la production d'énergie.

De l'espace public à ses différentes formes, le jardin public est l'une de ses typologies marquantes. Il a un rôle significatif, qui se traduit par leur empreinte historique depuis l'Antiquité avec les jardins égyptiens, grecs et romains, jusqu'aux jardins modernes et contemporains. Ce lieu urbain est un espace qui englobe diverses dimensions. Il représente une portion urbaine majeure qui réunit entre l'utilisateur, la nature, la ville et l'environnement. Selon (GHERRAZ, 2021), cet espace revêt une importance capitale en tant que terrain urbain à usage public, paysagé et planté, destiné au repos et à la détente de l'utilisateur. En plus de cela, le jardin constitue l'espace le plus fréquenté de la ville et représente la vitrine du paysage urbain (Bouhallit et al., 2024). De nombreuses études et expériences montrent en outre l'importance du jardin public, sa qualité d'usage pour les usagers, ainsi que sa contribution sur les plans économique, social, culturel et environnemental. Elles soulignent également que son aménagement a un impact significatif sur leur fréquentation et usage.

2. Problématique

À l'heure de la contemporanéité, la ville est en proie à de nombreux maux et maladies urbaines, dont la plupart affectent l'espace public, tels que les aspects climatiques, sociologiques, économiques, environnementaux et énergétiques. Ceux-ci peuvent affecter sa place importante comme élément indispensable dans la fondation et l'aménagement de la ville contemporaine (Ricart et al., 2022). Ces défaillances urbaines créent de nouveaux défis pour le design urbain, afin d'assurer à la fois le confort de l'utilisateur, la durabilité et l'intelligence urbaine, ainsi que de répondre aux questions actuelles d'autonomie urbaine, surtout énergétique.

Connu pour sa diversité architecturale et urbaine, sa fréquentation et usage continu, sa qualité environnementale et esthétique, ainsi que son rôle comme poumon de la ville, le jardin public devient un anneau principal dans le cycle de vie d'un espace urbain. Son design doit être en mesure d'assurer le confort de l'utilisateur avec le minimum de consommation énergétique pour atteindre son autonomie.

Face à cette perspective, les efforts de durabilité dans l'urbanisme ont connu une expansion substantielle, en commençant par la ville et l'espace public, en particulier ceux liés au design énergétique. Parmi leurs éléments efficaces, nous trouvons le mobilier urbain solaire, qui a connu une large diffusion et une remarquable réceptivité dans de nombreux jardins smart dans des villes mondiales, où il est devenu un élément essentiel et un indicateur de durabilité. Cela s'est manifesté dans l'aménagement de nombreux parcs publics en Turquie, avec l'utilisation

de bancs publics solaires et d'éclairage. La même technique existe également dans la ville d'Amsterdam, qui a intégré l'énergie solaire dans la conception des abris bus ainsi que des bornes de recharge pour voitures.

Ainsi, à titre d'exemple de cet élément, les conteneurs à déchets, comme le conteneur solaire BigBelly adopté par Amsterdam, New York et Stockholm, illustrent cette démarche. Ces éléments urbains ont été conçus dans le cadre d'une stratégie visant à optimiser les performances énergétiques en milieu urbain. En plus d'être des accessoires d'aménagement fonctionnels de l'espace public, ils ont un rôle qui va au-delà de cela. Les bancs publics solaires ont prouvé leur capacité à produire suffisamment d'énergie pour alimenter d'autres fonctions, telles que des écrans numériques, l'éclairage et la connectivité. Nous mentionnons également les écrans d'affichage qui fonctionnent à l'énergie solaire, comme ceux de New York.

Le mobilier dépasse ces éléments, car nous pouvons également trouver des fontaines, ainsi que des pavés de sol et des contenants pour arbres. Tous les éléments susmentionnés illustrent un concept contemporain de design urbain intelligent et durable. Le mobilier urbain smart solaire autosuffisant peut contribuer à améliorer l'attrait des espaces publics dans les villes et les communautés, en offrant des services publics, des informations et une connectivité, tout en facilitant la collecte de données précieuses pour optimiser les processus et réduire les coûts (Mueller, 2017 ; Premier, 2020).

Plusieurs start-ups émergentes ont adopté cet élément dans le développement de la conception des espaces publics, tels que les places, les jardins, les rues, les terrasses et les plages, où le critère principal de la conception était l'énergie solaire. Ensuite, il s'est étendu à d'autres éléments, comme la forme ou les différents services de numérisation. Un exemple notable est la start-up américaine "Changing Environments Inc.", issue du MIT, qui a développé les mobiliers solaires Soofa Bench et Soofa Sign (Mueller, 2017 ; Premier, 2020).

L'Algérie dispose d'une énorme ressource en énergie solaire, l'une des réserves les plus chères au monde et l'une des meilleures du bassin méditerranéen. Elle est considérée comme l'un des trois plus vastes et performants champs solaires au monde (Algérie, Iran et région de l'Arizona aux États-Unis d'Amérique), ce qui lui permet de fournir de l'énergie au monde entier (Mema, 2007 ; طيب et al., 2021).

Le mobilier urbain solaire en Algérie est considéré comme l'un des défis majeurs du design urbain et constitue un pas important vers l'atteinte de la durabilité urbaine, en visant à concevoir des espaces publics conformes aux principes du design urbain contemporain. Dans cette perspective, et face aux contraintes de conception dans les jardins publics, qui demeurent

encore basiques dans certains espaces, la startup algérienne a développé des éléments de mobilier urbain solaire. Ceux qui considèrent des éléments de design durable respectueux de l'environnement et économiques offrent également de nombreux services aux usagers de l'espace public. Face à cette projection, et malgré ces qualifications, ils n'ont pas encore été appliqués.

Caractérisée par un climat semi-aride, Guelma est considérée comme l'une des régions les plus chaudes du Nord-Est algérien. Son chef wilaya a connu une croissance urbaine rapide et massive qui a fortement influencé son espace urbain (Guechi et al., 2022). En faisant partie de cet espace, les espaces publics au niveau de la ville ont été conçus loin d'une vraie adaptation aux conditions climatiques et aux besoins des usagers, ce qui mène à l'observation d'un abandon ou d'une utilisation occasionnelle en ouvrant la porte devant des maux urbains sociaux, économiques, environnementaux et énergétiques tels que l'inconfort urbain, l'abondance des espaces publics, l'augmentation de la consommation énergétique.

En constituant l'espace public le plus fréquenté, le plus diversifié et le plus riche en matière de design, les jardins publics de la ville de Guelma sont des lieux de rassemblement et de rencontre pour les multiples tranches sociales. Cette dimension exige une réflexion en matière de design de ces espaces, afin de pouvoir répondre aux besoins de leurs usagers par un mobilier urbain satisfaisant, en fonction du nombre, du type et des services offerts, tels que l'éclairage, l'ombre, la climatisation et le rafraîchissement, en particulier dans des situations climatiques extrêmes.

Face à ces défis, la conception énergétique des jardins publics de la ville de Guelma n'est pas encore qualifiée pour assurer ses exigences sociologiques, urbaines et environnementales, d'autant plus que le mobilier urbain existant reflète le composant vulnérable et le plus inadapté aux enjeux du design urbain contemporain.

Face à ce constat, il devient nécessaire de pallier ce manque par un processus d'autonomie énergétique du jardin public, dans le cas de la ville de Guelma, dans une perspective de promotion de la qualité d'usage des jardins publics à travers un design urbain contemporain durable. Ce processus nous mène à répondre à la question de recherche suivante :

Comment évaluer la contribution du mobilier urbain à atteindre l'autonomie énergétique d'un jardin public dans le cas de la ville de Guelma ?

3. Hypothèse

Les pistes de recherche de cette thèse seront examinées à travers l'hypothèse suivante :

L'autonomie énergétique d'un jardin public peut être assurée par l'implantation d'un mobilier urbain solaire, qui favorise une amélioration à la fois de sa consommation énergétique et de sa

qualité d'usage. Les conditions de cette implantation dépendent essentiellement de facteurs climatiques, environnementaux et urbains.

4. Objectifs

L'introduction de l'autonomie énergétique dans la conception et l'aménagement de l'espace public est un enjeu majeur de durabilité et de smart design. Cet aspect de la transition énergétique permet de créer des jardins publics autonomes et autosuffisants, tout en promouvant leur qualité d'usage, afin de les adapter aux attentes sociales dans le monde contemporain.

Dans ce cadre, **cette étude** vise les objectifs suivants :

- Évaluer la contribution du mobilier urbain solaire de la startup algérienne dans l'autonomie énergétique des jardins publics de la ville de Guelma.
- Montrer la contribution du mobilier urbain solaire comme outil efficace d'évaluation de l'autonomie énergétique, capable d'améliorer à la fois la production énergétique du jardin et sa qualité d'usage.
- Proposer des recommandations pour réussir l'aménagement urbain autonome en énergie, à travers le mobilier urbain solaire dans un jardin public.

5. Méthodologie de la recherche

Ce travail de thèse s'investit à l'échelle de l'urbanisme autonome, à travers une évaluation de la qualité du design du mobilier urbain et de son impact sur l'usage des jardins publics de la ville de Guelma. La démarche repose essentiellement sur deux méthodes : qualitative et quantitative, tout en combinant une variété d'approches : spatiale, climatique, énergétique, sociologique et numérique, selon les étapes suivantes :

- **L'évaluation spatiale** cherche à classer l'espace public de la ville de Guelma en plusieurs entités urbaines, selon les critères : le degré et le type du mobilier urbain présent dans l'espace ainsi que les éléments naturels ou leurs représentations. Ensuite, trois jardins publics sont sélectionnés dans l'entité contenant le plus d'éléments du mobilier urbain, en s'appuyant sur le critère sociologique du taux de fréquentation. L'analyse architecturale des jardins publics choisis, à partir de leur morphologie, leur accessibilité, leur visibilité et leur design urbain, en particulier le mobilier urbain, constitue la dernière étape dans cette première phase d'évaluation, utilisant l'observation visuelle directe ou en situation comme outil principal de collecte de données (Angers, 1996). Pendant cette phase, des critères d'évaluation du mobilier urbain liés à l'autonomie énergétique ont été développés. Ces critères sont destinés à

évaluer le mobilier urbain dans les jardins choisis, en s'établissant sur l'évaluation de celui de Guelma dans l'espace public ainsi que sur le mobilier urbain solaire autonome en énergie.

- **L'évaluation sociologique** constitue une phase essentielle dans la recherche. Elle permet d'évaluer la qualité du design du mobilier urbain auprès des usagers des jardins publics de la ville de Guelma à travers les critères de la performance fonctionnelle, l'usage, le confort, la résilience, l'autonomie, la sécurité et la santé. Cette phase est menée par une enquête sociologique fondée sur un questionnaire directif. Ce questionnaire permet d'interroger un échantillon de 200 usagers des jardins publics choisis, spécifié selon la formule (Angers, 1996), et de réaliser un prélèvement quantitatif (Angers, 1996), avec des questions de type fermé selon l'échelle de Likert à cinq points. Le questionnaire a été administré durant la période estivale de juillet 2024. Il est organisé en trois volets et présenté en tableaux en langue arabe afin d'encourager les répondants à fournir des informations précises et exactes. La gestion et le traitement des données collectées ont été analysés à l'aide des logiciels SPSS et Eviews : le premier pour analyser les données des trois volets du questionnaire, et le second pour effectuer la régression linéaire multiple et simple.
- **L'évaluation climatique** permet de comprendre l'état climatique du corpus d'étude spatiale, à savoir les jardins publics, afin d'évaluer l'adaptation du mobilier urbain à l'ambiance microclimatique. Dans cette partie de l'étude, l'observation et les mesures insitu ont été utilisées. La température de l'air T (°C), l'humidité relative (HR (%)) et la vitesse du vent V (m/s) ont été mesurées toutes les trois heures, de 8:00 h jusqu'à 17:00 h, durant le mois d'août 2024. Les campagnes de mesures ont utilisé un thermo-hygromètre et un anémomètre. Les points de mesure choisis correspondent aux emplacements des éléments de mobilier urbain les plus présents et les plus utilisés par les usagers dans les trois jardins évalués.
- **L'évaluation énergétique** vise à évaluer le design du jardin à travers son mobilier urbain, en observant sa consommation et sa production énergétique. L'observation in situ et les données énergétiques de la ville, collectées auprès du service de Sonelgaz Guelma et du service de l'énergie de l'assemblée populaire de la commune de Guelma, ont été utilisées comme principaux outils dans cette phase.
- **L'évaluation numérique** concerne la simulation à travers les logiciels AutoCAD, Rhinocéros, Grasshopper et Galápagos. Cette phase a pour objectif d'évaluer la contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique du jardin. Des

éléments de mobilier urbain solaire de la startup algérienne, représentés par un banc public solaire et un lampadaire solaire, ont été utilisés. En complément, un exemple international, l'arbre solaire, a été considéré. Ce mobilier constitue un mobilier urbain d'éclairage combinant un design décoratif esthétique et un design énergétique solaire.

6. Structure de la recherche

Ce travail de thèse est constitué d'une introduction générale, d'une conclusion générale, d'un résumé en trois langues et d'une partie théorique et analytique structurée en sept chapitres. Les trois premiers chapitres, de nature théorique, abordent le cadre conceptuel de cette étude. Le quatrième détaille la méthodologie employée pour vérifier les hypothèses de la recherche. Le cinquième chapitre décrit l'environnement d'étude, tandis que le dernier chapitre est consacré aux résultats, à la vérification des hypothèses et à la présentation des recommandations.

- **Introduction générale :** elle présente le contexte scientifique et pratique de l'étude, la problématique de recherche, la ou les hypothèses, les objectifs de la recherche, un résumé de la méthodologie employée et la structure de la thèse.
- **Premier chapitre :** il traite du cadrage théorique du concept de l'espace public, en précisant le jardin public. La première section se concentre sur l'espace public en tant qu'entité urbaine majeure, explorant ses diverses définitions, ses typologies et son rôle dans la ville. La deuxième section aborde le jardin public comme typologie essentielle de l'espace public, en analysant ses définitions, son rôle, son apport et sa contribution urbaine, sociale, écologique et énergétique. Elle met également l'accent sur les attributs et les outils de design urbain contemporain durable d'un jardin public.
- **Deuxième chapitre :** il met l'accent sur le mobilier urbain solaire comme défi et enjeu du design urbain contemporain. Il aborde d'abord le concept de mobilier urbain, son évolution historique, ses types et son rôle. Ensuite, il présente le mobilier urbain solaire, ses défis, son rôle et son apport. Ce chapitre fournit un constat théorique sur le mobilier urbain solaire et développe les critères d'évaluation de celui établi sur un design contemporain durable énergétique.
- **Troisième chapitre :** il aborde l'autonomie urbaine, en particulier l'autonomie énergétique, comme défi et tendance du design urbain énergétique. Il analyse sa définition, ses outils, ses paramètres et ses échelles, ainsi que son impact sur la ville, l'espace public et l'utilisateur, notamment en lien avec le changement climatique et la préservation de l'environnement. Ce chapitre présente également les énergies

renouvelables, en particulier l'énergie solaire, comme outil efficace d'autonomie énergétique.

- **Quatrième chapitre :** il présente la méthodologie scientifique choisie pour atteindre les objectifs de la recherche. Le processus méthodologique inclut plusieurs approches spatiales visant à déterminer un corpus d'étude composé des jardins publics et à recenser le design de l'espace public à travers leurs mobiliers urbains. L'évaluation climatique a pour objectif d'analyser l'état climatique de l'espace d'étude ainsi que la relation entre le mobilier urbain et l'ambiance microclimatique des jardins. L'évaluation énergétique cherche à élaborer un constat énergétique sur les jardins d'étude (consommation et production énergétique, ainsi que le mobilier urbain présentant un aspect de design énergétique). L'évaluation sociologique analyse et évalue le design du mobilier urbain à travers l'avis des usagers. L'évaluation numérique concerne la modélisation et la simulation, visant à évaluer la contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie d'un jardin public à Guelma, grâce aux logiciels Rhinocéros, Grasshopper et Galápagos.
- **Cinquième chapitre :** il présente le cas d'étude en commençant par une description de la ville de Guelma, incluant sa situation géographique, son appartenance climatique et ses caractéristiques naturelles. Ce chapitre aborde également l'espace public de la ville de Guelma, ses typologies, ses éléments d'aménagement et ses caractéristiques énergétiques. Ensuite, il décrit les jardins publics d'étude. Il présente les critères de sélection du corpus d'étude et détaille leurs caractéristiques spatiales. Celles-ci comprennent la localisation, les limites, les formes, les surfaces et le relief, ainsi que leur design végétal et biophilique et la conception de leurs éléments de mobilier urbain.
- **Sixième chapitre :** il présente les résultats de l'évaluation sociologique des jardins à travers le mobilier, démontrant l'impact de celui-ci sur l'utilisation du jardin. Il révèle également que le mobilier repose encore sur des normes de conception classiques. Cette section inclut les résultats de l'évaluation climatique, montrant que le mobilier est parfois affecté par celui-ci, en particulier pendant l'été, lorsque le mobilier est exposé au soleil. Les résultats de l'évaluation énergétique indiquent que l'éclairage est le seul mobilier présentant une conception énergétique, sans aucun aspect de celle-ci autonome utilisant des énergies renouvelables.
- **Septième chapitre :** il présente les résultats de la simulation évaluant la contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public à Guelma. Il

propose également des recommandations pour la promouvoir à travers un mobilier urbain solaire, afin de renforcer sa qualité d'usage.

- **Conclusion générale** : elle synthétise l'ensemble des résultats de la recherche, confirme la validité scientifique de l'étude, souligne ses limites et propose des perspectives pour des recherches futures. Elle met en évidence l'importance du mobilier urbain durable et solaire dans l'amélioration de l'usage, du confort, de la résilience et de l'autonomie énergétique des jardins publics.

Chapitre I :

Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics urbains

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

Introduction

L'espace public incarne l'identité urbaine de la ville, tissant un lien entre le passé et le présent (DAĞLI, 2019; Bostancı & Keçecioglu Dağlı, 2024). Au-delà de cette dimension historique, il représente le cytoplasme urbain qui réunit entre l'utilisateur, l'environnement, et l'espace urbain. Au fil de l'histoire urbaine, les espaces verts en milieu urbain ont souvent joué des rôles symboliques en matière de santé publique et de qualité de vie (Benhassine-Touam & Labii, 2011); GHERRAZ, 2021). Parallèlement à cette catégorisation spatiale, le jardin public constitue la vitrine du paysage urbain et représente l'espace le plus fréquenté de la ville (Bouhallit et al., 2024). C'est le tissu qui relie l'utilisateur à plusieurs dimensions environnementales, économiques, culturelles et énergétiques. Pour renforcer ce rôle, il est devenu impératif de réinventer cet espace face aux défis contemporains, en recherchant sa durabilité et sa performance. Ce chapitre met en lumière le concept de jardin public contemporain comme l'une des typologies de l'espace public, ce dernier étant considéré comme le cytoplasme urbain et le squelette de la ville. Dans ce chapitre, le jardin public a été défini et ses différents types présentés. De plus, les éléments de sa conception et de son aménagement ont été présentés. L'accent a ensuite été mis sur la qualité de son usage et sur les différents critères définissant le jardin public comme un espace public contemporain et durable. Par la suite, les moyens susceptibles de renforcer la contemporanéité et la durabilité de ce jardin ont été exposés. Enfin, en conclusion de ce chapitre, le rôle actif et les contributions du jardin contemporain et durable ont été soulignés.

I.1 L'espace public entre usage et design : définition et privatisation

L'espace public est l'espace urbain commun, utilisé par les individus et les groupes de toutes les tranches d'âge. Comme les rues, les places, les jardins et les parcs, et tous les lieux urbains à usage public. Cet espace est influencé par deux critères principaux : le design et l'usage. Le design détermine comment les personnes interagissent avec lui, tandis que l'usage reflète la nature des besoins et des comportements de la société. Ces deux critères ne se limitent pas à l'aspect social, mais s'étendent également aux dimensions environnementales, économiques et culturelles. Par exemple, si la conception d'un espace public repose sur une approche écologique énergétique, cela la modifie, la rendant durable sur le plan économique et environnemental, tout en augmentant sa durabilité et en améliorant la qualité de son usage.

Ce que (Bouhallit et al., 2024) ont indiqué dans la définition de l'espace public comme étant l'espace qui relie l'utilisateur, l'environnement et l'espace urbain, nécessite que cet espace soit conçu selon les principes de durabilité sociale, environnementale, économique et culturelle

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

afin d'être résilient dans son usage. Pour cela, le design de l'espace public doit être d'accord avec les besoins, le bien-être et le confort de l'utilisateur. Les besoins humains sont d'une importance capitale lors de la conception des espaces (Bostancı & Keçecioglu Dağlı, 2024). Cela pourrait potentiellement favoriser une amélioration de son usage. De surcroît, il est impératif que la conception de l'espace soit environnementale, en s'appuyant sur des principes de durabilité environnementale. De plus, elle doit contribuer à l'amélioration de la qualité de l'espace urbain environnant en offrant des services compétents et en s'intégrant harmonieusement à la vie urbaine socio-économique et culturelle.

En plus de ce qui a été mentionné, (بوقبرين et al., 2016) ont confirmé ce qui a été abordé en indiquant que le design des espaces publics, tels que les places, les rues et les jardins, nécessite une compréhension approfondie de l'équilibre entre les exigences des résidents, le respect des coutumes et traditions locales, ainsi qu'une expertise complète en ingénierie, planification urbaine et conception environnementale.

Ce qui a été abordé concernant le design et l'usage de l'espace public peut définir cet espace sur deux échelles, externe et interne. externe, concernant l'espace en tant qu'élément structurant la ville, et interne, concernant la vie urbaine dans celui-ci.

I.1.1 Espace public, un concept clé dans la composition de la ville

Dans la ville, avec son architecture et son urbanisme, l'espace public est considéré comme le tissu et le lien urbain qui relie les diverses entités urbaines entre elles, ainsi qu'aux usagers et à l'environnement urbain, et constitue également l'identité et l'esthétique de la ville. En outre, l'espace public est le cytoplasme urbain qui regroupe toutes les cellules urbaines pour former la ville. (Abdelhakim et al., 2023) ont indiqué que les typologies de l'espace public, considérées comme des éléments structurels de l'espace public, contribuent à la conception de la structure de la ville. Ils ont expliqué cela de manière expressive en disant que lorsqu'on observe la ville à travers une image satellite, à première vue, nous remarquons que l'espace public (voies, rues, avenues, places...etc.) organise la ville. Le design de l'espace public, que ce soit par sa forme ou par ses typologies répandues sur le tissu urbain de la ville, est considéré comme un élément structurel de la ville. Avec cette conception, la ville acquiert une fonction urbaine et une dynamique urbaine.

I.1.2 Espace public : le cytoplasme urbain matériel et immatériel de la vie en ville

L'espace public se définit comme les espaces ouverts et accessibles à tous au sein de l'environnement urbain, tels que les places, les parcs et les rues. Tout comme le cytoplasme est essentiel à la survie d'une cellule vivante, l'espace public joue un rôle crucial en tant que

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

milieu de vie qui favorise et alimente la vie sociale en milieu urbain. Le design et l'usage de ces espaces sont des éléments clés qui influent sur leur efficacité à remplir cette fonction essentielle. Un aménagement bien pensé, qui promeut l'accessibilité, la sécurité et la polyvalence, peut stimuler les interactions sociales et renforcer le sentiment d'appartenance à la communauté. Par exemple, des espaces bien aménagés ont la capacité d'accueillir des événements culturels et des rassemblements, contribuant ainsi au renforcement des liens sociaux. Par ailleurs, une pluralité d'usages de l'espace public, incluant des activités de loisirs, sportives et commerciales, suscite l'intérêt d'une population hétérogène, favorisant les interactions sociales et renforçant la cohésion urbaine. Par conséquent, la définition et l'usage de l'espace public sont étroitement liés à sa conceptualisation en tant que "cytoplasme urbain" qui accueille l'activité citadine.

L'espace public constitue un environnement essentiel de la vie en milieu urbain, favorisant la rencontre et l'interaction entre diverses catégories sociales, tout en remplissant de multiples fonctions. C'est un lieu de rencontre et de conversation, que ce soit dans des jardins ou des places, où les usagers utilisent des mobiliers tels que des bancs et des tables, tandis que leurs enfants jouent à divers jeux sous leurs yeux. De plus, la rue ou le boulevard est emprunté par les personnes qui se dirigent vers leur travail ou un endroit spécifique pour accomplir leurs diverses tâches quotidiennes. Nous mentionnons également les jardins où les grands-mères se rencontrent pour discuter, assises sur l'herbe du jardin, comme si elles étaient sur le toit d'un immeuble collectif tel qu'une Casbah. Les places peuvent également avoir un café où les hommes se rencontrent pour discuter et boire du café, comme s'ils étaient à une réunion familiale pour un mariage. On les trouve assis sur les bancs de la place sous les arbres ou les lumières. Les personnes se rencontrent aussi lors de différentes fêtes dans diverses places et jardins, qui deviennent leur deuxième maison. L'ensemble de ces différentes fonctions de l'espace public, dans toutes ses formes, contribue à en faire un environnement propice à la vie sociale urbaine, offrant divers niveaux d'interaction sociale. Les espaces publics jouent un rôle essentiel en favorisant l'intégration sociale, en encourageant le développement d'une culture et d'une identité partagée. Ils servent principalement de plateforme pour la communication et les interactions sociales des individus (Tereci & Atmaca, 2020). L'espace public peut être défini comme un lieu multifonctionnel où se manifestent divers usages sociaux, culturels et politiques. Sur le plan social, il constitue une plateforme d'interaction et de cohésion entre les citoyens, renforçant le sentiment d'appartenance à travers des activités collectives (Carmona et al., 2003). Culturellement, il joue un rôle clé dans l'expression artistique et la transmission

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

des valeurs collectives, contribuant ainsi à l'identité communautaire (Borini & Campioli, 2024). Enfin, politiquement, il représente un espace intermédiaire entre la société et l'État, favorisant le dialogue démocratique et la formation de l'opinion publique, comme le souligne Habermas dans *The Structural Transformation of the Public Sphere* (1962). Ces dimensions illustrent la richesse et la complexité de l'espace public comme cadre physique et symbolique des interactions humaines. Ce que (Hanafi et al., 2023) ont également mentionné concernant la place publique, qui est un espace qui assure des échanges sociaux et culturels. Des festivités, des commémorations, des interactions, la transmission de nouvelles, la communication et des échanges commerciaux (fonction de commerce compatible avec la fonction de loisirs et de récréation) ; aménagée avec du mobilier et des décorations urbaines comme une scène de théâtre où les habitants de la ville, simultanément acteurs et observateurs, dont les artistes multiplient les effets visuels. Cette définition souligne l'importance du design et de l'usage dans l'identification de la place publique. Cette dernière est reconnue comme l'une des topologies majeures dans l'organisation de l'espace public. Cela met en lumière son influence sur la vie urbaine, sociale et culturelle.

I.1.3 Espace public : espace de contemporanéité et de qualité d'usage

À travers le design et l'usage, nous pouvons également définir l'espace public comme un espace urbain contemporain. Ainsi, ces deux critères peuvent également lui permettre de bénéficier d'une qualité et d'une performance. Le design peut s'appuyer sur des éléments de technologies numériques tels que l'intelligence artificielle dans les fonctions du mobilier urbain, rendant l'usage de l'espace public numérique facile et adapté aux défis contemporains. Nous rappelons également que le mobilier de l'espace public peut être spécialisé en termes de résilience. Par exemple, les bancs peuvent être équipés de tout ce dont l'utilisateur a besoin en dehors de chez lui, notamment dans des conditions imprévues comme la pluie ou les tremblements de terre. Ici, le banc offre à l'utilisateur une couverture pour le protéger du froid et de la pluie. Ces bancs peuvent également être équipés de dispositifs de communication et de connexion pour demander des urgences. De plus, les bancs peuvent être dotés de dispositifs de refroidissement sur lesquels l'utilisateur peut compter pour conserver des aliments pendant les périodes de tremblement de terre, par exemple. Avec ce design contemporain, l'espace public devient un lieu d'usage numérique, qualitatif et résilient, en accord avec les principes de durabilité et les défis contemporains. Les recherches menées par (Bouhallit et al., 2024) montrent la relation entre l'espace public, le design et l'usage. Les auteurs ont accordé une attention particulière à un élément de l'espace public, à savoir le mobilier urbain, et ont

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

montré son rôle efficace dans la réalisation de la qualité d'usage de jardin public en s'appuyant sur des principes de design contemporain durable, établis sur des critères sociologiques, climatiques et énergétiques. Cela vise à garantir le confort de l'utilisateur et un usage durable de l'espace.

Le design de l'espace public lui confère également une qualité d'usage, en s'appuyant sur un ensemble de critères de conception. C'est ce que (Macdonald, 2017) a mentionné dans son livre « Urban Waterfront Promenades » en 2018, où il a énuméré un ensemble de critères qui contribuent au succès de l'aménagement de la promenade. Ces critères sont les suivants : « le plaisir de déplacement, le confort physique, les endroits pour s'asseoir, la facilité d'accès, la sécurité, le bon entretien et la qualité des matériaux, la façade complémentaire et inclusive, un mouvement ininterrompu, les services écologiques ». Tous ces critères ont également été mentionnés par (HANNOUFA, 2024). Ces critères de conception améliorent l'usage de l'espace public, renforcent sa qualité et son attrait pour les usagers, et augmentent sa modernité en s'adaptant aux défis de la conception urbaine contemporaine.

I.2 Typologie de l'espace public : Diversité façonnée par l'usage, le design et le mobilier urbain

En prenant en compte trois critères : l'usage, le design et le mobilier urbain, l'espace public peut prendre différentes formes et typologies. L'usage, déterminé par la fonction, peut classer l'espace en place : jardin de promenade, jardin de jeux, boulevard ou avenue. De plus, le design peut déterminer le type d'espace. Par exemple, un espace ouvert fréquenté par des hommes avec un café peut être une place, tandis qu'un espace public clôturé peut être un jardin. Le mobilier urbain peut également classer l'espace en plusieurs catégories. Par exemple, un espace avec seulement des bancs publics est un espace pour s'asseoir, se détendre et se reposer, tandis qu'un espace avec du mobilier de sport ou des jeux pour enfants est destiné au jeu et à la promenade. Par conséquent, l'espace public peut avoir différents types déterminés par son usage, son design et son mobilier. D'après la recherche de (HANAFI, 2018), on peut distinguer différentes typologies d'espaces publics, tels que la voie urbaine, la rue, la ruelle, le boulevard, l'avenue, la route, le Chara, le Darb, le chemin, le paysage, la galerie, la cour, la promenade, la place du marché et la place publique.

I.2.1 L'espace public selon l'usage

L'usage de l'espace public peut être défini par les diverses fonctions qui y sont exercées. C'est ce qu'a souligné (HANAFI, 2018) en affirmant que l'usage et la pratique de la place publique, comme reflet de son rôle au sein de la ville, sont déterminés par les activités menées par les

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

individus en fonction de leurs cultures dans cet espace. Par conséquent, l'usage peut classer l'espace public en plusieurs catégories. Par exemple, les places publiques sont des lieux de rencontre et de repos, et elles peuvent parfois être équipées d'un bistrot ou d'un café. On y trouve souvent plus d'hommes, car elles sont généralement ouvertes, ce qui facilite leur usage. Elles peuvent relier une rue à une autre et sont faciles d'accès. La place publique est perçue comme un espace urbain significatif ayant émergé dans les villes anciennes antiques. Elle servait de lieu de rencontres, d'échanges commerciaux et de discussions entre les citoyens. Elle est perçue comme l'espace urbain abritant une vie urbaine sociologique, culturelle et économique. D'après (HANAFI, 2018) la place publique joue un rôle essentiel en favorisant les interactions sociales, culturelles, festives, commémoratives, ainsi que les échanges d'informations, de communications et commerciaux.

En outre, l'usage de l'espace public peut le classer en tant qu'espace vert urbain, remplissant des fonctions et des rôles végétaux et environnementaux, qui ont des répercussions sur les fonctions sociales et économiques. Tels que l'amélioration de la santé et de la qualité de vie des usagers, la préservation de l'équilibre écologique et climatique, la garantie de fonctions esthétiques, ainsi que la réduction de la pollution sonore et des nuisances auditives. Selon (Clergeau, 1996), les espaces verts urbains constituent les principaux îlots de nature de superficie significative au sein du tissu urbain. Maintenus à divers niveaux, ils peuvent accueillir un nombre relativement élevé d'espèces végétales, qu'elles soient cultivées ou spontanées, et ainsi potentiellement constituer un élément crucial pour préserver la biodiversité (animale et végétale) en milieu urbain. Et c'est ce qui a été abordé par la (TOUBAL, 2023), le jardin public est l'un des types d'espaces publics verts. Au sein du jardin, on peut observer une diversité de groupes sociaux, avec des enfants, des adolescents, des femmes et des hommes. Ainsi, les fonctions en question sont diverses. Il est possible d'identifier une zone du jardin réservée aux activités ludiques pour les enfants, ainsi qu'une autre dédiée aux activités sportives et aquatiques, conformément aux aménagements observés dans les espaces récréatifs. Par ailleurs, le jardin peut être aménagé pour offrir un espace de détente et de repos, comme c'est fréquemment le cas dans les jardins attenants aux habitations et dans les quartiers résidentiels. On peut également repérer des jardins dédiés à la préservation du patrimoine, renfermant des éléments botaniques ou architecturaux d'intérêt patrimonial, et qui sont fréquentés dans le but de le découvrir. Quant aux boulevards ou aux rues, elles sont souvent destinées à la marche ou peuvent avoir un usage commercial. De tout cela, nous pouvons dire que l'utilisation est un élément important qui peut classer l'espace

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

public, et celle-ci elle-même peut être influencée par le type de conception de l'espace public ainsi que par les éléments utilisés dans son aménagement. Parmi les typologies de l'espace public, la promenade est une promenade utilisée pour se promener à pied. (Poulot, 2015) a indiqué que l'objectif des visites urbaines dans de nombreuses villes est de proposer des promenades à pied conçues pour les habitants, afin de favoriser leur appropriation de la ville, leur appréciation de son histoire, de son architecture, de son art urbain et de son paysage (Hannoufa, 2024).

I.2.2 L'espace public selon le design

En plus de l'usage évoqué précédemment, la conception, connue sous le terme anglais de "design", joue un rôle crucial dans la catégorisation des espaces publics selon diverses typologies. Ce critère de classification peut être déterminé par la forme de l'espace public ainsi que par les éléments de son design. Selon ce qu'a indiqué (Badeche, 2014), la conception consiste à élaborer et à structurer un espace en considérant ses trois dimensions essentielles : la forme, la fonction et la structure. Selon cette définition, le design permet de classer l'espace public en différentes catégories. Selon le design formel, l'espace public peut être classé en place publique, parc, jardin, promenade, rue, ruelle ou boulevard. Nous trouvons la rue, qui est généralement ininterrompue à travers toute la ville, avec une variation entre sa largeur et sa longueur. Les rues entretiennent des relations directes avec les bâtiments qui les longent à travers des façades construites en alignement, créant ainsi des espaces de transition (Badeche, 2014). Tandis que les places et les jardins ont une superficie homogène entre la largeur et la longueur. On trouve également que la plupart des places sont carrées ou rectangulaires, tandis que les jardins peuvent avoir différentes formes. On mentionne aussi les promenades, qui sont généralement plus grandes que les places et les jardins. De plus, on peut mentionner que le facteur d'ouverture et de fermeture sur l'espace urbain, ainsi que les vues panoramiques, sont des éléments de design qui peuvent classer l'espace public en plusieurs catégories. Par exemple, les terrasses de loisirs, situées en hauteur, offrent une vue sur des paysages d'une beauté esthétique, tandis que les jardins peuvent être situés dans des endroits plats et calmes (Hannoufa, 2024).

I.2.3 L'espace public selon le mobilier urbain

D'après ce qui précède, nous pouvons dire que l'usage et le design sont effectivement deux facteurs essentiels dans la caractérisation et la classification de l'espace public. En outre, nous pouvons ajouter un troisième critère de classification, à savoir le mobilier urbain. Le mobilier urbain, qui est un élément principal de l'espace public, peut classer cet espace en plusieurs

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

typologies en fonction du type de mobilier, de sa fonction et de son design. Le mobilier urbain utilisé pour s'asseoir se trouve principalement dans les jardins ainsi que dans les places publiques, et on peut parfois le trouver dans une rue commerçante, par exemple. Quant aux arrêts de bus, ils sont généralement situés dans un espace urbain tel qu'une rue et un boulevard, où ces éléments urbains sont proches des différents moyens de transport. En ce qui concerne les lampadaires, qui sont utilisés pour garantir la visibilité et la lisibilité de l'espace public pendant la période nocturne, on les trouve dans tous les types d'espaces urbains tels que les places, les jardins, les rues et les promenades. La différence entre eux réside dans le design de ces lampadaires : dans les routes et les rues principales, ils ont généralement un design épuré composé d'un ou deux lampadaires, tandis que dans les jardins et les places, on les trouve souvent ornés ou avec des formes qui s'harmonisent avec les éléments d'aménagement de l'espace.

Ainsi, en fonction du type de mobilier urbain, ainsi que de sa fonction et de son design, l'espace public peut être classé en différentes typologies. Nous trouvons les rues, en particulier celles qui relient les habitations, équipées de lampadaires et de panneaux, ainsi que de corbeilles à déchets. En revanche, les artères principales, qui peuvent avoir un usage commercial, sont plus larges que les précédentes et, en complément du mobilier mentionné, peuvent être équipées de bancs et d'éléments décoratifs. Passons aux places publiques, qui peuvent contenir différents types de mobilier. Nous y trouvons des bancs, des panneaux d'affichage et d'orientation, des corbeilles à déchets, des lampadaires, des arbres et des éléments décoratifs, et elles peuvent même comporter des fontaines et des jets d'eau. Quant aux jardins, qui sont considérés comme l'espace le plus utilisé, nous y trouvons, en plus des mobiliers de la place, des arbres denses ainsi que des jeux pour enfants et des équipements de sport. Quant aux vastes jardins et aux promenades, nous y trouvons, en plus des mobiliers précédents, des tables, des jeux d'eau, des fontaines imposantes, et il peut y avoir des mobiliers numériques et contemporains adaptés à leur superficie et à leurs usagers.

De cela, nous pouvons dire que le mobilier urbain joue un rôle essentiel dans la catégorisation des espaces publics, influençant leur usage, leur fonctionnalité, leur esthétique et l'expérience de ses usagers. Il comprend divers éléments tels que les bancs, les lampadaires, les corbeilles à déchets, les supports pour vélos, et plusieurs autres mobiliers. Ces éléments peuvent contribuer à l'identité de la ville, en offrant des solutions fonctionnelles garantissant la sécurité, le confort et l'accessibilité des espaces publics (Grabiec et al., 2022).

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

L'espace public, qui constitue une composante urbaine principale dans la ville, comprend plusieurs types, parmi lesquels la place publique, la rue, le boulevard, le jardin, les terrasses et la promenade. Tous ces types sont classés selon plusieurs critères, notamment l'usage, le design et le mobilier urbain. Le jardin est considéré comme l'un des types les plus importants dans l'environnement urbain. Ainsi, il contient plusieurs types de mobilier et est également l'espace qui rassemble presque toutes les catégories de la société. Cette caractéristique en fait un espace public sur lequel il faut se concentrer pour étudier son usage et son design en intégrant son mobilier, qui est un élément essentiel. De cela, nous pouvons dire que le mobilier urbain joue un rôle essentiel dans la catégorisation des espaces publics, influençant leur usage, leur fonctionnalité, leur esthétique et l'expérience de ses usagers. Il comprend divers éléments tels que les bancs, les lampadaires, les corbeilles à déchets, les supports pour vélos, et plusieurs autres mobiliers. Ces éléments peuvent contribuer à l'identité de la ville, en offrant des solutions fonctionnelles garantissant la sécurité, le confort et l'accessibilité des espaces publics (Grabiec et al., 2022).

L'espace public, qui constitue une composante urbaine principale dans la ville, comprend plusieurs types, parmi lesquels la place publique, la rue, le boulevard, le jardin, les terrasses et la promenade. Tous ces types sont classés selon plusieurs critères, notamment l'usage, le design et le mobilier urbain. Le jardin est considéré comme l'un des types les plus importants dans l'environnement urbain. Ainsi, il contient plusieurs types de mobilier et est également l'espace qui rassemble presque toutes les catégories de la société. Cette caractéristique en fait un espace public sur lequel il faut se concentrer pour étudier son usage et son design en intégrant son mobilier, qui est un élément essentiel.

I.3 Le jardin public, un espace urbain aux dimensions variées

Le jardin public est l'une des typologies fondamentales de l'espace public, ayant acquis une importance notable depuis l'Antiquité et laissant une empreinte historique marquante à travers son design et son usage dans diverses villes. Cet espace, grâce à son caractère biophile végétal, attire les personnes à le fréquenter. Toutefois, les jardins publics rencontrent aujourd'hui d'importants défis liés à leur conception et à leur usage, notamment face aux enjeux urbains et aux exigences de la durabilité contemporaine. L'histoire, le rôle, la fonction ainsi que la conception de cet espace constituent autant de critères qui le définissent.

I.3.1 Le jardin public : une empreinte historique dans l'évolution de l'espace urbain

Depuis des siècles, les jardins ont joué un rôle crucial dans la civilisation humaine, servant non seulement de lieux de culture, mais également de miroirs des valeurs culturelles, sociales

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

et politiques au fil de l'histoire (Jellicoe & Jellicoe, 1975). (Badeche, 2014) a indiqué que le jardin, en tant qu'entité, traverse les époques comme une inscription concrète, aussi précise qu'un dessin magique, créée par le travail du sol à la surface de la planète. Il hérite de la longue tradition de l'interaction directe avec la terre rebelle dans le but de la domestiquer, de la fertiliser, voire de la soumettre. Depuis les temps anciens de la Mésopotamie jusqu'aux vastes jardins de la Renaissance, ces espaces paysagers ont connu une évolution comme repères historiques importants, mettant en lumière la relation entre l'homme et son environnement. Au fil des siècles, les jardins ont souvent été conçus afin de représenter le pouvoir, la richesse et l'esthétique urbaine, tout en jouant un rôle de lieux de divertissement, de réflexion et de célébrations (McHarg, 1969). Ils ont joué un rôle essentiel dans l'évolution de l'horticulture et de l'aménagement paysager, façonnant l'esthétique et l'aspect des paysages urbains, des villes et des espaces publics. Les jardins ne se limitent pas à leur aspect esthétique, mais reflètent également le contexte historique de leur création. À titre d'exemple, les configurations complexes des jardins persans mettent en lumière les concepts idéaux du paradis, tandis que les jardins formels des résidences royales européennes exposent les principes d'organisation et de domination de la nature. Les jardins ont historiquement fonctionné comme des espaces de convivialité et d'échanges sociaux, reflétant ainsi les valeurs et les modes de vie propres à diverses cultures (Jellicoe & Jellicoe, 1975). Ces espaces urbains ne constituent pas uniquement des composantes fondamentales des paysages historiques, mais également des lieux narratifs qui retracent l'évolution de l'interaction entre l'homme et la nature au fil des siècles.

I.3.2 Le jardin public : un élément structurant la ville

Nous avons mentionné précédemment que l'espace public est l'élément essentiel dans la structure de la ville et le cytoplasme qui relie ses cellules urbaines. Parmi ses composants, il y a le jardin, qui relie l'espace urbain environnemental à l'usager et aux fonctions urbaines. Par conséquent, ce jardin est considéré comme l'un des éléments constitutifs de la ville. En plus de ce rôle spatial urbain, le jardin public remplit de nombreuses fonctions dans la ville, qui peuvent être sociales, économiques ou environnementales, ce qui le rend apte à être un élément structurel de la ville. Il participe à la création de corridors écologiques et à la régulation du climat en milieu citadin. En étant présents, ils contribuent à la diminution des îlots de chaleur et à l'amélioration de la qualité de l'air (Brunner & Cozens, 2013). En sus de leur contribution environnementale, les jardins représentent des lieux de rencontre et de sociabilité qui consolident les liens sociaux entre les résidents de la ville, et ils encouragent

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

une amélioration de la qualité de vie (Gehl, 2011). Ces espaces ont un impact positif sur la qualité de vie en milieu urbain en contribuant au bien-être mental et à la santé physique grâce aux possibilités d'activités en plein air et de relaxation (Kabisch et al., 2015). En outre, ils participent à l'embellissement des zones urbaines en créant un contraste harmonieux avec le tissu bâti et en favorisant la diversité biologique (Barton et al., 2021).

I.3.3 Le jardin public : espace écologique et environnementale urbain de la ville

En tant qu'élément urbain essentiel dans la structure de la ville, ayant des racines historiques, le jardin, qui en apparence contient de nombreuses espèces végétales et aquatiques, est un élément écologique et environnemental important. Il joue un rôle essentiel comme réseau écologique et environnemental, tout en étant un pilier urbain central. Le caractère biophile du jardin le définit comme la cellule verte écologique urbaine de la ville, formant des îlots de confort thermique et d'ombre, comme l'ont indiqué de nombreuses recherches et études. De plus, il peut jouer de nombreuses fonctions écologiques environnementales. Comme l'agriculture urbaine, qui, en plus de réaliser l'autosuffisance alimentaire urbaine, préserve de nombreuses espèces végétales. En outre, le jardin agit comme un balai urbain, nettoyant la ville de la poussière et lui apportant une touche esthétique biophile. Selon (Choay ; Merlin, 2000), le jardin public est caractérisé comme un espace vert urbain écologique, clos, principalement végétalisé, isolé des mouvements de transports, ouvert au public, conçu comme une installation publique et dirigé en conséquence (Hammou, 2019). Les espaces écologiques en milieu urbain tels que les jardins publics fournissent des cadres propices à la détente et aux loisirs, ce qui favorise la guérison émotionnelle et la relaxation physique. Ils jouent un rôle significatif dans la promotion de la santé et du bien-être des citoyens, ce qui permet non seulement d'améliorer la qualité de l'environnement urbain, mais également d'augmenter l'attrait de nos villes (Gherraz, 2021).

I.3.4 Le jardin public : un espace urbain à dimension sociologique

Le jardin peut être défini comme un espace public et social qui joue un rôle essentiel dans la vie quotidienne des individus. En tant que lieu de rencontre et d'échange, il favorise les interactions sociales et renforce les liens entre les membres d'une communauté. De plus, le jardin constitue un refuge de détente et de bien-être, offrant un cadre naturel propice à la relaxation et à l'évasion du stress urbain. Ainsi, au-delà de sa fonction esthétique, il possède une dimension sociologique importante, contribuant à la qualité de vie et au bien-être collectif.

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

La caractéristique sociologique qui concerne le jardin est sa relation avec les usagers. C'est l'endroit où les gens vont pour se promener, se rencontrer et discuter. C'est l'espace que les enfants fréquentent pour jouer et les sportifs pour faire de l'exercice. C'est aussi l'espace que les lecteurs choisissent pour lire un livre ou méditer sur une expérience. Ce lieu urbain est un espace sociologique par excellence où les usagers accomplissent de nombreuses fonctions quotidiennes, et ces fonctions contribuent à renforcer et à consolider les relations sociales. En outre, le jardin peut offrir de nombreux services aux usagers, en tant que lieu propice à la santé physique, ainsi qu'un espace pour l'agriculture urbaine, permettant de fournir une alimentation saine et naturelle. De plus, il est considéré comme un lieu où les gens viennent pour profiter de ses vues magnifiques et de sa végétation luxuriante.

I.4 Lecture sur l'histoire de l'espace urbain jardinier

Le jardin public constitue un élément fondamental du patrimoine urbain et de l'histoire des civilisations. Présent physiquement depuis l'Antiquité, il représente une forme transmise et adaptée au fil du temps. Chaque société a développé un type de jardin reflétant ses préférences esthétiques et ses conventions sociales, intégrant à la fois des dimensions utilitaires, symboliques et récréatives. Les jardins suspendus de Babylone, par exemple, incarnaient l'harmonie entre l'homme et la nature, tandis que les jardins persans se distinguaient par leurs bassins, leurs allées symétriques et leur conception évoquant l'image d'un paradis terrestre. Dans la Rome antique, les jardins servaient à la détente et à l'érudition, souvent ornés de sculptures et de fontaines. Chaque civilisation a ainsi enrichi le patrimoine des jardins en y intégrant des éléments culturels et symboliques reflétant son identité.

I.4.1 Les jardins de l'Antiquité

En Mésopotamie, les monarques ont établi des jardins royaux dès le deuxième millénaire avant notre ère, comme ceux de la cité de Gilgamesh. La présence de vastes espaces verts urbains est attestée un millénaire plus tard en Assyrie, notamment dans les jardins de Nimrud sous le règne d'Assurnazirpal II (883–859 av. J.-C.). Ces jardins comprenaient un système d'irrigation sophistiqué, vignes, arbres ornementaux (cèdres et cyprès), arbres fruitiers (pommiers, poiriers, amandiers), ainsi qu'une diversité de fleurs et d'arbustes (La Ferme Ornée de Carrouges, 2014). Les jardins suspendus de Babylone et les jardins égyptiens étaient des symboles de pouvoir, réservés aux souverains et à leur entourage. L'eau, ressource précieuse, accentuait la valeur de ces espaces. En Égypte ancienne, les jardins utilitaires, d'agrément, funéraires et sacrés remplissaient des fonctions alimentaires, esthétiques et

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

symboliques. Les potagers urbains garantissaient l'autosuffisance alimentaire tout en offrant des espaces esthétiques.

Les jardins grecs reflétaient harmonie et équilibre, incarnant les principes philosophiques et esthétiques de la Grèce antique. Les espaces verts publics, bien que liés à des lieux d'importance, introduisaient la notion de loisirs urbains (Doutre, 2017). Les jardins romains s'inspiraient de ces modèles, servant de lieux de détente au sein de villes denses et posant les bases des parcs publics de la Renaissance. Le mobilier urbain, incluant bancs, fontaines et statues, jouait un rôle à la fois utilitaire et symbolique (Liversidge & Wilson, 1976; Wilson, 2000). Les jardins perses, en plus de leur dimension mystique, offraient fraîcheur et détente estivale, accueillant parfois faune sauvage et domaines de chasse, avec des arbres fruitiers stratégiquement disposés pour le bien-être des visiteurs privilégiés (Doutre, 2017).

I.4.2 Les jardins du Moyen Âge

Au Moyen Âge, les jardins urbains remplissaient des fonctions agricoles, récréatives et symboliques. Les jardins islamiques et arabes ont connu un essor remarquable, établissant un modèle durable et raffiné. Ces jardins se caractérisaient par une organisation géométrique stricte fondée sur le concept du *chahâr bâgh*, symbolisant ordre et équilibre universel. Délimités par des murs, ils étaient structurés par des allées et des canaux d'eau, qui apportaient fraîcheur, microclimat et ambiance sonore.

Les jardins islamiques combinaient beauté esthétique et fonctionnalité. Ils comprenaient arbres fruitiers, herbes aromatiques, parterres floraux et pergolas ombragées, offrant des espaces propices à la méditation, au repos et aux interactions sociales. L'ameublement comportait bancs en pierre ou bois sculpté, fontaines artistiques et pergolas végétalisées, intégrant confort et élégance. Les jardins de l'Alhambra à Grenade et de l'Alcazar à Cordoue illustrent ces principes, où l'eau, les allées ombragées et le mobilier raffiné créent un équilibre harmonieux entre architecture et nature (Doutre, 2017). En Europe, les jardins médiévaux liés aux monastères et châteaux utilisaient l'eau et les plantes à des fins utilitaires et symboliques, sans atteindre toujours la sophistication géométrique des modèles islamiques.

I.4.3 Les jardins de la Renaissance

La Renaissance marque une transformation majeure dans la conception des jardins, où l'esthétique et la perspective mathématique deviennent primordiales. Le design n'est plus dicté uniquement par des motivations religieuses ou utilitaires, mais par la recherche d'harmonie et de proportion. Les concepteurs incluent architectes, jardiniers, fontainiers, artistes, sculpteurs et peintres, qui laissent de nombreux témoignages de cette évolution. Les

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

jardins combinent beauté, symbolisme et fonctionnalité, reflétant les aspirations culturelles et artistiques de l'époque. L'intégration des perspectives, des parterres floraux géométriques et des jeux d'eau contribue à la création d'espaces à la fois contemplatifs et sociaux. La Renaissance européenne élève le jardin à un art, où la nature est ordonnée pour séduire les sens et instruire l'esprit (Doutre, 2017).

I.4.4 Les jardins du XX^e siècle

Au XX^e siècle, l'expansion urbaine et les évolutions sociales rendent impérative la création d'espaces verts pour le bien-être des habitants. Les mouvements modernistes privilégient la simplicité géométrique, l'ouverture et la fonctionnalité des jardins (Sitte, 1945; Jellicoe, 1987). Ces espaces visent à structurer les déplacements, encourager les interactions sociales et offrir des lieux de loisirs. Le Parc Güell à Barcelone, conçu par Antoni Gaudí, illustre la fusion entre art nouveau et esthétique naturelle, redéfinissant les limites entre architecture et paysage urbain. Parallèlement, les jardins anglais et les parcs fonctionnalistes apportent chacun une vision spécifique de l'interaction entre l'homme et la nature, tout en renforçant l'aspect utilitaire et esthétique des espaces urbains.

I.4.5 Les jardins contemporains

Depuis l'Antiquité, les jardins ont évolué pour relever divers défis, intégrant innovations numériques, durabilité et nouvelles pratiques paysagères. Le jardin *Gardens by the Bay* à Singapour représente un exemple emblématique de jardin urbain contemporain, combinant design moderne, matériaux durables et intégration harmonieuse de la nature et de l'urbanisme. Les structures "Supertree" assurent une double fonction : zones d'assise et jardins verticaux. Fabriquées en acier et béton, elles sont végétalisées, offrant ombre, confort et expérience immersive. Les formes organiques, les matériaux durables et les éléments interactifs démontrent comment les jardins contemporains peuvent concilier fonctionnalité, esthétique et sensibilisation environnementale, illustrant une approche intégrée et durable de l'espace public urbain.

I 5 Classification des typologies de jardins publics

L'importance du jardin transparaît à travers les éléments précédents. En se fondant sur ces éléments, ainsi que sur diverses références et exemples à l'échelle mondiale, il est possible de classer les jardins en plusieurs catégories, comme nous le détaillons ci-dessous. Le jardin public se compose d'une variété d'éléments qui lui confèrent une valeur polyvalente. Il englobe à la fois les éléments urbains tels que le design, et les aspects sociaux liés aux

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

usagers, ainsi qu'une dimension environnementale, économique et culturelle. Cette diversité d'importance justifie la classification en plusieurs catégories, qui sera abordée dans les sections suivantes. Cela permettra une meilleure compréhension des rôles de la ville et une optimisation de son aménagement en fonction des besoins urbains.

I.5.1 Classification selon la loi n° 07-06

La Loi n° 07-06 du 25 Rabie Ethani 1428 correspondant au 13 mai 2007 relative à la gestion, à la protection et au développement des espaces verts, a classé les jardins en plusieurs catégories.

- **Jardin botanique** : Institution qui rassemble des collections documentées de végétaux vivants à des fins de recherche scientifique, de conservation, d'exposition et d'enseignement.
- **Jardin collectif** : Représente l'ensemble des jardins de quartier, les jardins des hôpitaux, les jardins d'unités industrielles et les jardins d'hôtels.
- **Jardin ornemental** : Espace aménagé où l'échantillon végétal ornemental prédomine.
- **Jardin résidentiel** : Jardin aménagé pour le délassement et l'esthétique, rattaché à un ensemble résidentiel.
- **Jardin particulier** : Jardin rattaché à une habitation individuelle.

I.5.2 Classification des jardins publics : usage et aménagement urbain

Le jardin public peut être classé en fonction de son usage, ainsi que selon les éléments d'aménagement qu'il contient (végétaux, aquatiques, mobilier urbain). La densité ainsi que le type de design végétal, le type d'aménagement (basique ou contemporain). Ces éléments peuvent être utilisés pour classer les jardins en différentes catégories, comme nous le décrivons ci-dessous.

- **Le Jardin public de loisirs** : le jardin de loisirs est un espace urbain aménagé avec une variété d'installations de mobilier urbain visant à fournir différents services. Par exemple, la mise en place de dispositifs ludiques adaptés à différents groupes d'âge tels que des aires de jeux pour enfants ou des équipements aquatiques, dans le dessein de divertir.
- **Le jardin résidentiel** : le jardin résidentiel est une zone verte urbaine aménagée pour la détente et l'aspect esthétique, faisant partie intégrante d'un ensemble résidentiel (Gherraz, 2021). Le jardin résidentiel, souvent associé à l'habitat collectif et aux quartiers privés, peut être défini comme un espace vert ou jardin localisé au cœur d'un environnement urbain, spécialement aménagé pour des activités récréatives et sociales.

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

L'objectif de ce projet est d'optimiser le bien-être des résidents en leur fournissant des espaces extérieurs favorables à la relaxation, aux échanges sociaux et aux loisirs.

- **Les jardins forêts urbaines** : la forêt urbaine est définie comme un ensemble ou un système comprenant tous les espaces boisés, les bosquets d'arbres et les arbres isolés qui se trouvent dans les zones urbaines et périurbaines. Ceci englobe les forêts, les arbres alignés le long des rues, les espaces verts publics tels que les parcs et les jardins, ainsi que ceux situés sur des terrains en friche. Cette définition est conforme à celle élaborée par la FAO en 2017, soulignant l'importance des forêts urbaines dans la préservation de la biodiversité et leur rôle dans la régulation de l'environnement en milieu urbain. D'après l'étude menée par Gherraz (2021), les forêts urbaines englobent les bosquets, les groupes d'arbres, ainsi que toute zone boisée en milieu urbain, incluant les ceintures vertes.
- **Le jardin smart** : la combinaison du concept de smart design et du jardin aboutit à la création d'un type de jardins, qui sont des jardins équipés d'éléments de mobilier intelligent et qui offrent des services adaptés aux besoins de leurs usagers dans l'ère contemporaine. Ces jardins publics peuvent être aménagés par des éléments du mobilier à énergie positive, du mobilier numérique, un design biophilique. Le design smart ici ne signifie pas qu'il soit numérique, mais plutôt durable et résilient.
- **Le jardin historique** : une portion urbaine a dimension et valeur historique, aménagée et contenant des éléments historiques. Le jardin urbain historique est un espace qui dépasse la simple conception d'un espace vert aménagé. Ces jardins se distinguent fréquemment par la présence de vestiges et d'éléments du patrimoine, leur conférant ainsi une importance historique et esthétique considérable.
- **Le rideau urbain biophile** : un mur urbain biophilique se réfère à des façades urbaines aménagées selon un design biophilique impliquant des éléments végétaux ou aquatiques. Il joue un rôle important dans l'esthétique et la beauté des espaces urbains, étant considéré comme un moyen efficace de rafraîchir l'environnement urbain.
- **Les jardinières** : ou les jardins miniatures peuvent servir à orner et à agrémenter l'environnement urbain et la cité, tout en pouvant également jouer un rôle dans la production alimentaire, en tant qu'une des formes d'agriculture urbaine. Ils peuvent aussi être élaborés en tant que mobilier, telles que des chaises, ou installés sur les abris de bus.

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

- **Le jardin scientifique :** un jardin urbain scientifique est un espace aménagé de manière spécifique pour mener des recherches et des expérimentations sur la biodiversité. Il offre aux chercheurs et aux étudiants la possibilité de réaliser des études scientifiques. Ce type de jardin peut également être utilisé comme un environnement propice à des projets pédagogiques destinés aux étudiants de tous âges, dans le but de favoriser la sensibilisation aux problématiques environnementales et aux méthodes de jardinage respectueuses de l'environnement. Un exemple de jardin urbain à visée scientifique se trouve en Italie, plus précisément à l'Orto Botanico di Padova (Jardin botanique de Padoue), l'un des plus anciens jardins botaniques au monde. Ce jardin ne se limite pas à exposer une large variété de plantes, mais sert également de centre de recherche pour l'étude des espèces végétales et de leurs écosystèmes. Le jardin joue un rôle essentiel dans la sensibilisation à la biodiversité et à la conservation de l'environnement grâce à ses programmes éducatifs.
- **Le jardin aquatique :** il est un espace public aménagé selon les principes du design biophilique aquatique, comprenant des éléments tels que de grands jets d'eau, des aquariums urbains, des fontaines, des jeux aquatiques, et des pavés de sol aquatique. Il occupe une position centrale en ce qui concerne le confort visuel, la régulation thermique et l'esthétique du paysage. Le jardin aquatique est une conception paysagère qui intègre des éléments aquatiques afin de favoriser la biodiversité aquatique tout en garantissant une esthétique agréable. Ces jardins se caractérisent par l'utilisation de plantes aquatiques et sont souvent utilisés pour explorer la biodiversité, ce qui favorise un écosystème varié comprenant des poissons, des amphibiens et diverses espèces végétales.

I.6 Les composants et les outils d'aménagement des jardins publics.

L'espace public jardinier peut être conçu et équipé en s'appuyant sur plusieurs éléments qui renforcent son usage. La conception morphologique, le mobilier urbain et la conception biophilique sont des éléments essentiels dans cet environnement urbain et se complètent mutuellement pour assurer une utilisation fonctionnelle complète et offrir divers services aux usagers.

I.6.1 La morphologie urbaine

La morphologie d'un espace public jardinier englobe son arrangement spatial, sa configuration géométrique et son interaction avec l'environnement environnant. Elle fait référence à l'analyse de la configuration physique des agglomérations, en mettant en évidence leur

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

évolution dans le temps, les modèles spatiaux à diverses échelles, ainsi que leurs caractéristiques géométriques, en particulier la structure urbaine (Elnabawi, Hamza, Dudek, 2013).

La conception morphologique d'un jardin peut prendre en compte divers critères, notamment la superficie, qui peut varier en termes de longueur et de largeur. Le jardin peut présenter une vaste étendue, procurant ainsi un niveau de confort accru aux usagers, ou bien être de dimensions réduites. En outre, la conception morphologique se caractérise par sa forme, qui est manifeste dans le plan de masse et peut varier en termes de lisibilité, pouvant être soit claire, soit complexe. On peut également mentionner l'orientation, l'ouverture et la fermeture.

I.6. 2 Le design biophilique

Parmi les éléments également utilisés dans l'aménagement du jardin, nous trouvons le design biophilique, qui repose sur deux éléments : le design végétal et aquatique. La présence de design végétal dans un jardin public est un principe fondamental. Plusieurs éléments végétaux peuvent exister, tels qu'un arbre, des arbustes, des murs végétaux, des plantes grimpantes, des fleurs ou des jardinières. De plus, un jardin peut être renforcé par l'agriculture urbaine. Toutes ces formes de design végétal influencent l'usage d'un jardin public et apportent plusieurs avantages, dont l'ombre, le rafraîchissement, l'autonomie alimentaire, l'esthétique et la beauté du paysage urbain. Nous pouvons également ajouter que la présence de l'eau dans un jardin public est l'un des éléments principaux du design biophilique, contribuant à la vivacité de l'espace et offrant un confort visuel et thermique.

I.6 3. Le mobilier urbain

Le mobilier urbain constitue un élément fondamental dans la conception d'un jardin public, puisqu'il facilite l'usage et améliore le confort des usagers. Les bancs publics permettent de s'asseoir et de rencontrer des proches, tandis que les tables offrent un espace pour les repas et les activités sociales. Les corbeilles à déchets contribuent au maintien de la propreté, et l'éclairage assure la visibilité et la lisibilité du jardin, notamment pendant la nuit. Par ailleurs, des panneaux d'orientation et d'identification guident les visiteurs et renforcent la signalétique du site. Outre ces éléments essentiels, le jardin peut être équipé de fontaines, de porte-plantes et d'autres aménagements complémentaires, qui enrichissent l'esthétique, favorisent la détente et encouragent l'utilisation active de l'espace public.

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

I.7 Les attributs et les critères performants qui promeuvent la qualité d'usage d'un jardin public

Le jardin public, à travers diverses recherches et études, a été désigné comme un espace urbain ayant une grande importance dans la ville. De plus, il est considéré comme l'espace public préféré de nombreux usagers, car l'homme, par nature, aime tout ce qui est naturel et végétal. En plus de son rôle dans l'embellissement du paysage urbain, il constitue un endroit calme pour s'asseoir et se rencontrer. En outre, en regardant certains modèles de jardins publics avec une performance urbaine durable, la qualité de l'usage du jardin public est une nécessité incontournable qui doit être prise en compte et intégrée dans la conception et la création du jardin. Afin de mettre en œuvre et de promouvoir cette démarche, il est essentiel de posséder un ensemble des attributs performants dans le design des jardins publics, qui doivent être en accord avec les caractéristiques et les principes de la conception urbaine durable contemporaine.

(Gehl, 2010), a montré et indiqué 12 critères destinées à améliorer la qualité de l'espace public, dans son ouvrage *Cities for People* (2010), en prolongeant ses recherches amorcées en 1987. Ces caractéristiques se divisent en trois grandes catégories : la protection, le confort et le plaisir. Tout d'abord, un espace public de qualité doit offrir une protection suffisante contre les dangers liés au trafic, à la criminalité et aux conditions climatiques, afin de garantir la sécurité et le bien-être des usagers. Ensuite, le confort est essentiel, englobant la possibilité de marcher facilement, de s'asseoir agréablement, d'observer son environnement, d'interagir avec autrui et de participer à des activités diverses. Enfin, pour qu'un espace public soit vraiment réussi, il doit offrir une expérience sensorielle agréable, en privilégiant une échelle humaine, une esthétique soignée et un cadre convivial favorisant les interactions sociales. Ces critères, qui concernent la qualité de l'espace public, ont été mentionnés par (Hannoufa, 2024), dont l'étude portait sur la qualité des promenades urbaines littorales.

D'après (Carmona, 2019), la qualité d'un espace urbain englobe des aspects tels que l'habitabilité, le sentiment d'appartenance, la qualité de l'environnement urbain, le capital physique, l'aménagement urbain, l'urbanisme et la durabilité (Carmona, 2019). Dans ce cadre, (Carmona, 2009) recense plusieurs dimensions mesurables de la qualité de l'environnement urbain, parmi lesquelles l'espace public, où le jardin est reconnu comme l'un des éléments fondamentaux. Parmi les critères de qualité fonctionnelle évoqués, il est souligné que l'espace doit être propre, ordonné, accessible, attrayant, confortable, inclusif, vital, viable, fonctionnel, distinctif, sûr, sécurisé, robuste, écologique et non pollué, ainsi que satisfaisant. Ainsi, il est

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

possible d'affirmer que la réussite de la conception d'un jardin public de qualité dépend de différentes dimensions qualitatives telles que spatiale, sociale, environnementale, esthétique, économique et énergétique, qui sont liées à divers critères et facteurs internes et externes résumés dans les critères mentionnés.

Par ailleurs, l'étude menée par (Elsayed & Ashrry, 2020) a identifié un ensemble de critères permettant d'évaluer la performance des parcs publics intelligents. L'étude propose un modèle critères performants pour évaluer la performance des parcs publics intelligents, en mettant l'accent sur plusieurs dimensions clés. Premièrement, il souligne l'importance de l'intégration des technologies intelligentes dans la gestion des ressources urbaines, telles que l'éclairage automatisé, les systèmes d'irrigation intelligents et la gestion optimisée des déchets, permettant ainsi de maximiser l'efficacité énergétique et de réduire l'impact environnemental. En parallèle, l'accent est mis sur l'expérience usager, avec une attention particulière portée à l'accessibilité universelle, à la mobilité durable et à la sécurité au sein de l'espace public, en utilisant des capteurs de surveillance et des systèmes de gestion en temps réel pour garantir un environnement sûr et fonctionnel. L'étude met également en lumière l'importance de la qualité de l'espace public, qui doit offrir des espaces de socialisation, de récréation et de détente, tout en étant conçu pour répondre aux besoins diversifiés des citoyens, notamment à travers des zones multifonctionnelles adaptées aux différents groupes d'âge et types d'activités. Un autre critère essentiel du modèle proposé est la durabilité des infrastructures, où l'utilisation de données en temps réel, telles que la surveillance de la qualité de l'air et de l'entretien prédictif, permet une gestion proactive et une maintenance optimisée. Par ailleurs, l'étude intègre le principe de participation citoyenne, où les résidents sont activement impliqués dans la Co-conception et l'évolution des parcs, garantissant ainsi une meilleure résilience et une adaptation continue aux besoins socio-environnementaux. Enfin, l'auteur souligne l'importance de la connectivité numérique et de l'utilisation de Big-data pour une gestion intelligente et adaptative des parcs, assurant ainsi une performance durable et alignée avec les principes du design urbain durable. Cette étude a mentionné un ensemble de caractéristiques qui peuvent améliorer la performance des parcs publics. Ces critères englobent la gouvernance intelligente, l'environnement intelligent, l'agriculture intelligente, les infrastructures intelligentes, la santé intelligente, la mobilité intelligente, l'entretien intelligent et l'engagement communautaire intelligent. Chacun de ces aspects vise à intégrer des technologies avancées pour améliorer la durabilité, l'efficacité opérationnelle et l'expérience des usagers dans les espaces publics.

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

Ce qui a été abordé dans de nombreuses recherches sur la qualité de l'espace public avec ses différents critères, en particulier les jardins publics qui représentent notre cas d'étude, nécessite que ces jardins soient conformes aux normes de conception durable contemporaine. À travers ce qui a été abordé, nous pouvons clarifier les critères de performance qui améliorent la qualité d'usage du jardin public dans les attributs et les critères suivants.

I.7.1 La performance fonctionnelle

La performance fonctionnelle est une définition de la qualité fonctionnelle qui concerne le parc public en tant qu'entité ayant une performance fonctionnelle qualitative. Cela nécessite l'inclusion d'un ensemble de spécifications relatives à la conception, qui à leur tour offrent aux utilisateurs des services et des fonctions intelligents et durables. Dans un parc à performance fonctionnelle, l'utilisateur est satisfait de la performance des bancs, qui doivent être conformes aux développements contemporains et numériques actuels, tels que l'utilisation d'Internet ou la recharge d'appareils comme les ordinateurs et les téléphones. Dans ce cas, les bancs doivent être alimentés par une énergie durable et respectueuse de l'environnement, comme l'énergie solaire ou cinétique. Les espaces fonctionnels peuvent également prendre en compte le confort de leurs utilisateurs. Par exemple, en ce qui concerne le confort thermique en été, les chaises, les tables, ainsi que les jeux pour enfants et le mobilier de sport doivent être ombragés, c'est-à-dire situés sous les arbres ou conçus avec des parasols mobiles et flexibles à utiliser, afin de fournir de l'ombre le matin et de permettre de profiter de l'air frais la nuit et d'admirer les étoiles et la lune. La performance fonctionnelle est également réalisée grâce aux écrans numériques capables d'afficher diverses informations pour les utilisateurs, telles que des services de sensibilisation, d'orientation et de conseil. Ces écrans peuvent également présenter différents sites patrimoniaux et les faire connaître, ainsi que montrer en temps réel des images et des scènes des différents jardins de la ville. De plus, ces écrans peuvent être utilisés pour diffuser des films révolutionnaires ou populaires et promouvoir le patrimoine, ou pour mener des campagnes et des annonces de sensibilisation. Toutes ces caractéristiques peuvent améliorer la qualité du parc en renforçant sa durabilité par des liens sociaux, le développement économique et la préservation de l'environnement. La performance fonctionnelle se traduit également par diverses fonctions, telles que des fonctions sanitaires comme le lavage et la désinfection des mains au besoin, et le contact avec les urgences en cas de besoin. Le jardin amélioré par la performance fonctionnelle peut également fournir des robinets d'eau potable sous forme de robinets intelligents, offrir de petites cantines pouvant servir des collations, et fournir des conteneurs à déchets numériques qui ne dégagent aucune

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

odeur ni déchet. Parmi les services du jardin à performance fonctionnelle, il y a également la fourniture d'un système de sécurité numérique pour protéger l'utilisateur et l'aider instantanément en cas de besoin.

I.7.2 L'usage

L'usage est l'un des critères efficaces qui confèrent au jardin une qualité d'usage, ce critère est étroitement lié à la performance fonctionnelle qui en fait partie. Plus la performance fonctionnelle n'est élevé, plus l'usage et la qualité du jardin augmentent. De plus, l'usage se manifeste par la fréquentation. Par exemple, nous trouvons un jardin avec des mobiliers numériques où l'afflux est plus important qu'un autre jardin avec des mobiliers de conception basique. Nous pouvons également préciser que, dans le même jardin, la concentration d'usage peut varier. Par exemple, en été, avec des températures élevées, l'usage se concentre sur les zones ombragées. Nous trouvons ainsi des endroits sous les arbres avec un grand nombre d'utilisateurs, tandis que les zones exposées au soleil sont vides d'utilisateurs. Cette concentration de d'usage a été réalisée grâce à un critère de qualité, à savoir le confort thermique de l'utilisateur.

En plus de cela, le confort sous toutes ses formes, olfactif, auditif et visuel, est l'un des éléments les plus importants qui améliorent l'expérience d'utilisation, ce qui augmente la qualité du jardin. L'usage peut également être de qualité si la durée d'usage du jardin est longue, et cela dépend de ses éléments de conception. Plus la qualité de la conception des éléments du mobilier urbain et d'aménagement est élevée et plus elle correspond aux besoins des utilisateurs, plus la durée d'usage et le taux d'attraction des utilisateurs pour le jardin augmente. Ce que nous pouvons également ajouter, c'est que la diversité des services et des fonctions offerts dans le jardin augmente la qualité de l'usage. Plus il y a de diversité dans les services et les fonctions, plus le jardin est spécialisé en tant que parc de qualité avec des performances fonctionnelles telles que le sport, le jeu, le divertissement, ainsi que des espaces dédiés à la lecture et à la détente.

I.7.3 le design humain

Parmi les caractéristiques qui améliorent la performance et la qualité du jardin public, il y a le design humain, qui signifie que l'utilisateur est le concepteur. Il est considéré comme un élément très important dans la conception grâce à ses expériences, ses besoins et ses contributions dans l'espace public. Par exemple, lors de la conception d'un jardin public, il est nécessaire de mener une enquête auprès des utilisateurs pour déterminer leurs préférences en termes de fonctions souhaitées, ainsi que pour identifier les différentes déficiences et problèmes qui affectent l'espace public qu'ils utilisent et comprendre leurs besoins en termes de type de

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

mobilier et de fonctions qu'ils souhaitent dans l'espace. Les réponses des usagers aux enquêtes contribuent grandement à la qualité de la conception du jardin. La conception humaine centrée sur l'utilisateur garantit la performance et la qualité du jardin si elle est adaptée aux besoins de ses utilisateurs, comme les besoins physiologiques des personnes handicapées, par exemple en rendant l'entrée du jardin facile d'accès pour eux et en veillant à ce que le mobilier urbain soit conforme à leurs besoins. Le design du jardin doit également être adapté aux besoins des femmes enceintes, comme la présence de mobilier numérique qui leur permet d'appeler à l'aide à tout moment. De même, l'adaptation doit inclure les jeunes enfants et les personnes âgées, afin que les éléments de conception et d'aménagement garantissent la santé, la sécurité, le confort et le bien-être des usagers. Impliquer les usagers dans la conception du jardin et les inclure à chaque étape du processus de conception est l'un des principes de la durabilité urbaine, qui garantit la création d'espaces publics de qualité et de type, assurant aux usagers une performance fonctionnelle adaptée à leurs besoins et à leurs attentes dans l'espace urbain.

I.7.4 Le confort

Le confort revêt une importance primordiale dans la qualité d'un jardin public, reflétant ainsi l'état de perception urbaine de l'espace. La qualité urbaine est étroitement liée au confort urbain, ce dernier reflétant plusieurs aspects qui illustrent la facilité d'usage de l'espace. Parmi les piliers de cet élément, nous trouvons le confort thermique, qui est considéré comme un pilier de la lutte contre la chaleur urbaine. Cela repose sur plusieurs éléments, tels que la disponibilité de mobilier de rafraîchissement de l'air et la qualité des matériaux de conception du jardin. Nous mentionnons également le confort olfactif, qui nécessite la présence d'éléments absorbant les polluants de l'air et les mauvaises odeurs. De plus, le confort auditif peut être renforcé dans un jardin public, ce qui nécessite que le jardin soit calme et sans bruit, ce qui inclut les idées de conception de l'environnement du jardin. Le confort visuel peut également renforcer le confort. Cet élément est considéré comme une nécessité incontournable pour améliorer la qualité du jardin.

I.7.5 Le smart design

Le concept de smart design vise à créer un jardin intelligent qui répond aux besoins de l'utilisateur tout en étant respectueux de l'environnement. La qualité urbaine d'un jardin peut également se manifester dans un design smart. Ce dernier peut s'appuyer sur plusieurs piliers, tels que le design numérique et le design biologique énergétique, ou tout élément pouvant contribuer à fournir des solutions fonctionnelles qui renforcent la fonction et l'usage du jardin.

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

Par exemple, les colonnes décoratives utilisées pour embellir les jardins et recouvertes de plantes pour fournir de l'ombre sont considérées comme un design intelligent. De même, l'existence de solutions durables comme la réutilisation des eaux de pluie pour arroser les plantes du jardin est considérée comme une solution de design smart. En outre, le mobilier numérique fait également partie des solutions intelligentes. Le jardin by the bay de Singapour est considéré comme le meilleur exemple d'un jardin intelligent avec de nombreuses solutions de design intelligent durables. En plus de cela, l'intelligence artificielle peut être intégrée dans tous les éléments de conception du jardin, ce qui en fera certainement un jardin fonctionnel. Dans leur étude (Elsayed; Ashrry, 2020), identifient les critères qui impactent la conception d'un jardin public smart, Où ils les ont expliqués comme suit (la plantation intelligente, la gouvernance intelligente qui s'appuie sur l'utilisation d'appareils intelligents, ainsi un système d'information géographique (SIG), l'environnement intelligent avec la production d'énergie propre, En revanche, l'utilisateur smart, qui a plusieurs aspects tels que la conversion du mouvement en énergie, l'utilisation gratuite du Wi-Fi et sécurisation des individus avec un bracelet intelligent, en plus la maintenance intelligente, à travers des unités de contrôle de la maintenance intelligente, ainsi la gestion des risques, des crises et des catastrophes. Cette recherche indique aussi la mobilité intelligente comme l'un des piliers de smart design. en conclusion, cette étude a mis en lumière le contrôle intelligent comme un pilier essentiel dans la conception d'un jardin intelligent.

I.7.6 Le design paysager et d'esthétique

En plus de tous ces éléments mentionnés précédemment, nous pouvons ajouter un autre élément qui peut améliorer la qualité du jardin sur le plan esthétique et du confort visuel, à savoir le design esthétique et le paysage urbain. Et comme l'œil juge en premier, l'apparence générale du jardin est un pilier qui peut exprimer la fonction et la qualité du jardin. Par exemple, si un jardin est équipé de colonnes en verre naines contenant des poissons, cette scène améliore l'esthétique du jardin. Cela peut également être réalisé à travers divers éléments tels que l'utilisation du design biomimétique et la dépendance à l'élément de l'eau dans la décoration, comme un mur d'eau ou un solarium aquatique. L'esthétique dans le design est l'une des priorités de la qualité urbaine d'un jardin. L'intégration de l'art paysager dans le processus de conception des paysages urbains peut non seulement créer un beau paysage urbain, mais aussi renforcer la vitalité de la ville, promouvoir le développement durable de l'espace urbain, et réaliser davantage l'objectif de coexistence harmonieuse entre l'homme et la nature, en accord avec les besoins des êtres humains et la proximité naturelle (Libo Li,

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

2024). Il convient de préciser que l'importance de la conception de jardinage dans la planification des paysages urbains joue un rôle réaliste dans le paysage urbain et s'améliore et s'optimise constamment sur cette base afin d'obtenir un meilleur effet de conception (Libo Li, 2024).

I.7.7 La résilience

Pour améliorer sa qualité, un jardin public doit être résilient face aux différents chocs urbains, climatiques, sociaux, économiques et environnementaux. La résilience urbaine d'un jardin public le rend robuste et utilisable en toutes circonstances, en s'appuyant sur plusieurs éléments de conception. Par exemple, pour faire face aux coupures de courant et garantir la continuité d'utilisation du parc, il doit avoir une résilience énergétique durable, ce qui peut être réalisé en concevant ses lampadaires avec des panneaux solaires. La résilience peut également se manifester dans d'autres meubles, comme les chaises, qui doivent être flexibles face aux catastrophes naturelles telles que les tremblements de terre. Le banc intelligent antisismique des parcs sismiques d'Ataşehir Deniz Gezmiş et de Topkapı à Istanbul, en Turquie, est un dispositif de résilience urbaine, de protection contre les tremblements de terre. Conçu pour être déployé après un séisme éventuel, cet outil présente de nombreuses fonctionnalités à la fois logistiques, techniques et sociales. Il a été élaboré en tenant compte des besoins fondamentaux qui peuvent survenir après une catastrophe, afin de répondre aux exigences en matière de communication, d'éclairage, de stockage, de soutien social et physiologique. Il est équipé d'unités de chargement et d'éclairage alimentées par l'énergie solaire, ce qui lui permet de stocker des fournitures essentielles en cas de catastrophe (telles que des tentes, des couvertures, etc.), des matériaux à longue durée de conservation, ainsi que des unités sanitaires. De plus, des pergolas ont été mises en place afin de satisfaire les exigences sociales. Il est essentiel de garantir la survie dans les contextes de catastrophe en assurant la diversité et l'efficacité des ressources disponibles.

I.7.8 L'autonomie

L'autonomie constitue l'un des attributs et critères de performance clés qui caractérisent un jardin contemporain durable. Elle représente l'un des fondements majeurs du design contemporain, en mettant en avant l'autonomie d'usage et la gestion autonome des jardins publics. L'autonomie peut être améliorée grâce à des éléments durables tels que l'agriculture urbaine. En plus de son aspect esthétique, cette pratique permet d'atteindre l'autosuffisance alimentaire et de diminuer la dépendance aux ressources extérieures. Ce pilier, étroitement associé aux autres aspects qualitatifs mentionnés précédemment, constitue également l'un des

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

principaux défis du design contemporain. Il occupe une place centrale dans notre analyse et sera examiné en profondeur dans les parties suivantes de la recherche, afin d'illustrer sa contribution à la durabilité du jardin et à son efficacité dans l'environnement urbain.

I.7.9 La santé urbaine

Considérant que l'utilisateur est l'élément le plus important du jardin, promouvoir la santé urbaine dans cet espace est une priorité de conception qui reflète la qualité du jardin. Face aux différentes pathologies urbaines tels que climatique (exposition aux facteurs climatiques extrêmes, environnementaux (pollution), sanitaire (maladies infectieuses). La santé urbaine dans un jardin public, se traduit par un design qui facilite les activités saines et promeut le bien-être de la communauté. Les jardins urbains peuvent améliorer la santé des usagers en fournissant des cadres qui encouragent une activité physique accrue et améliorent la santé mentale, ils peuvent également encourager un comportement sain en offrant des aliments sains dans les concessions, les jardins communautaires ou par le biais d'autres programmes (Elsayed & Ashrry, 2020).

I.7.10 La sécurité urbaine

Parmi les éléments qui peuvent également montrer la qualité du jardin, nous mentionnons la sécurité, qui contribue à maintenir la sécurité des usagers, comme l'installation de caméras de surveillance dans les jardins, ainsi l'amélioration de la conception du jardin avec des mobiliers de secours, ainsi que la conception des entrées et sorties faciles et leur embellissement avec des clôtures de protection. Une étude de (Elsayed & Ashrry, 2020) a indiqué la sécurité comme une caractéristique importante pour la durabilité des jardins. Cette étude aborde la sécurité comme un élément clé pour évaluer la performance des parcs publics intelligents. Cela inclut l'utilisation de caméras de surveillance et de capteurs pour une surveillance continue, ainsi que la fourniture d'un éclairage adéquat dans toutes les zones pour réduire les risques d'accidents. L'entretien régulier des infrastructures est également essentiel pour garantir leur sécurité, tout comme l'intégration de systèmes d'alerte précoce tels que des détecteurs de fumée et des alarmes incendie. Ces mesures contribuent à créer un environnement sûr pour les usagers et renforcent l'efficacité des parcs intelligents.

Tous les attributs et critères susmentionnés peuvent directement contribuer à améliorer la qualité du jardin, le rendant ainsi durable, résilient et intelligent. Afin de mettre en œuvre ces caractéristiques dans l'aménagement du jardin, il est essentiel de posséder des outils qui les incarnent, ce que nous expliciterons dans la section suivante.

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

I.8 Les impératifs et les outils du design urbain contemporain durable d'un jardin public

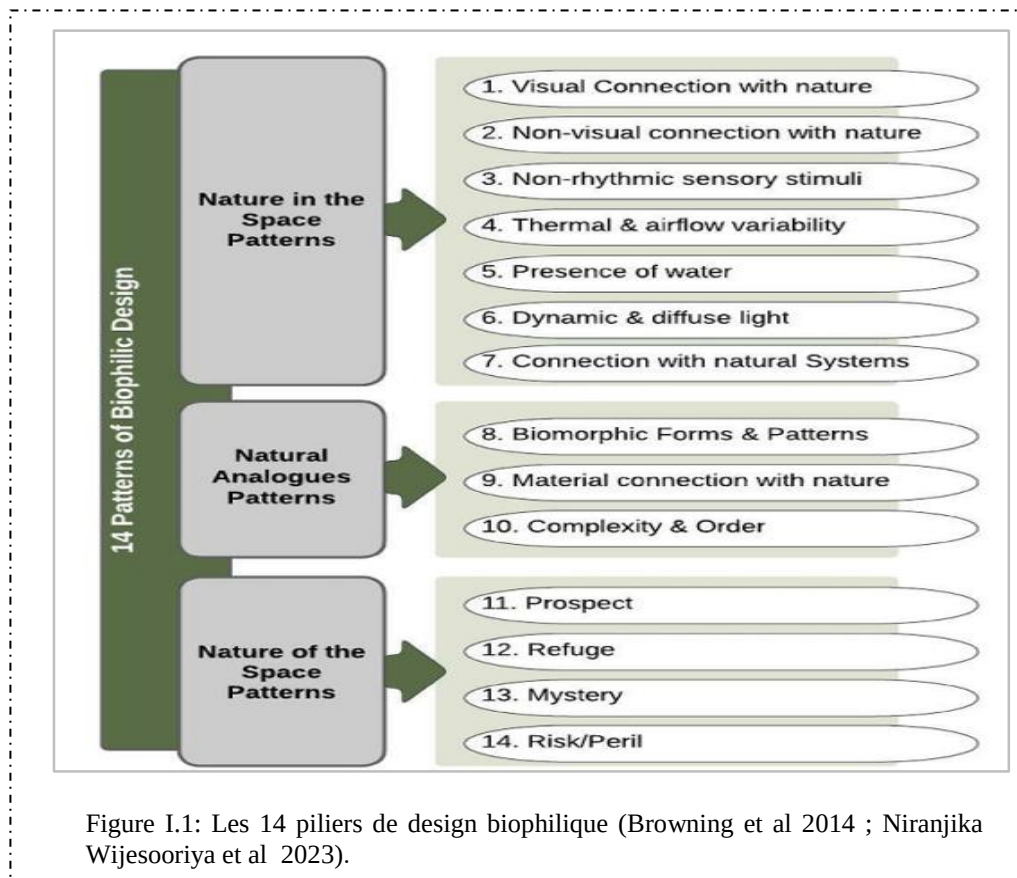
Le jardin public contemporain durable doit se distinguer par un ensemble d'attributs et de critères de conception contemporains tels que la performance fonctionnelle, son usage, sa résilience, son design intelligent, son autonomie, ainsi que le confort, la santé et la sécurité. Toutes ces composantes reflètent la durabilité et la résilience du jardin ainsi que son design contemporain. L'intégration de ces éléments nécessite l'utilisation de plusieurs outils tels que le design biophilique, le design énergétique, et les technologies numériques, ce qui sera détaillé dans la section suivante.

I.8.1 Le design biophilique

Pour améliorer le design urbain contemporain d'un jardin et atteindre des caractéristiques de qualité, la conception biophilique joue un rôle essentiel. Celle-ci repose sur deux principaux éléments de conception, à savoir l'élément végétal et l'élément aquatique, qui sont évalués selon divers critères incluant la forme et la fonction.

Selon (Djouad, 2021), le design biophilique, qui intègre la nature dans le développement urbain, contribue de manière significative à la durabilité, il constitue un fondement important du design paysager durable. Il assure les aspects écologiques, microclimatiques et esthétiques du jardin (Bouhallit et al., 2024). L'urbanisme biophilique vise à établir un lien entre l'environnement urbain et la nature en intégrant l'expérience naturelle dans le contexte de l'urbanisme moderne, afin d'adresser les défis écologiques et sociaux (Gullone, 2000 ; Ryan et al., 2014 ; Tarek & Ouf, 2021). En ce qui concerne la résilience environnementale, il est souligné que le design biophilique peut jouer un rôle crucial en fournissant de l'ombre et en favorisant l'évapotranspiration. De plus, la présence de végétation peut contribuer à réduire la température ressentie, ce qui aide à atténuer les effets du changement climatique (Africa et al., 2019). En revanche, il est crucial d'intégrer le design biophilique pour concevoir des environnements résidentiels et professionnels propices à la santé, permettant de diminuer le stress et d'améliorer le bien-être global en rétablissant le lien des individus avec la nature (Cacique & Ou, 2022 ; Lee & Kim, 2021 ; Ristianti et al., 2024).

La notion de design biophilique a été développée dans le but d'harmoniser l'intégration des composantes naturelles avec l'esthétique des espaces urbains, ce qui contribue à renforcer le lien entre l'homme et la nature (Beatley, 2016 ; Ristianti et al., 2024). Dans leur recherche (Wijesooriya et al., 2023), les auteurs exposent les 14 motifs du design biophilique, en se basant sur l'étude de (Browning et al., 2014), sont présentés dans (la figure I.1).



La notion de design biophilique végétal, qui consiste à intégrer la végétation dans les environnements urbains, requiert l'utilisation de différentes composantes et méthodes afin de créer des espaces urbains verdoyants s'inspirant de la nature. Un exemple de revêtement couramment utilisé est le pavé enherbé. Il est caractérisé par sa perméabilité, sa capacité à réduire le réchauffement de l'air par convection thermique, sa capacité à dissiper l'énergie par évapotranspiration, ainsi que sa capacité à limiter le stockage de chaleur dans le sol par conduction (Hanafi, 2018). En outre, la mise en place de pergolas et de structures végétales peut favoriser la formation de zones ombragées (Hanafi, 2018). Cette configuration se révèle efficace pour garantir la santé et le bien-être des usagers d'un jardin public en les préservant des différents éléments extérieurs nuisibles. En revanche, le design biophilique aquatique occupe une place centrale comme pilier de ce type de design, englobant divers aspects et techniques. Parmi ces dispositifs, on peut citer le pavé aquatique et les brumisateurs, qui illustrent des méthodes novatrices de rafraîchissement de l'air à l'aide de gouttelettes d'eau. Un exemple de ce type d'installation est représenté par le système de brouillard artificiel mis en place dans le parc Adams-Sangamon à Chicago. Il constitue une solution prometteuse pour se

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

rafraîchir lors des périodes de canicule. Ce dispositif de brumisation, appelé brouillard rafraîchissant, diffuse de l'eau sous forme de fines gouttelettes, favorisant ainsi leur évaporation et contribuant à diminuer la température environnante.

I.8.2 Le smart energy design

Le design énergétique intelligent, est également un pilier fondamental pour promouvoir le design urbain contemporain dans un jardin public, car elle repose sur des éléments de conception durables, à savoir les énergies renouvelables. Parmi lesquelles nous mentionnons l'énergie solaire, éolienne, hydraulique, biomasse et géothermique. En plus de son rôle crucial dans la promotion de la ville à énergie positive et la lutte contre le réchauffement climatique, ces sources d'énergie sont également considérées comme des éléments de résilience urbaine en permettant des productions énergétiques décarbonnées et décentralisées. Cette approche se concrétise dans l'aménagement de jardins publics à travers l'intégration de mobilier urbain énergétique tel qu'un banc public solaire, un lampadaire éolien ou encore des pavés du sol cinétiques. L'un des principaux objectifs du design énergétique des jardins publics est de les rendre durables en utilisant des énergies propres et renouvelables, en installant un grand nombre de mobilier renouvelables pour collecter les énergies renouvelables dans le jardin. Divers instruments sont mise en œuvre afin de promouvoir un aménagement urbain économe en énergie dans un jardin public. Le pavé du sol cinétique puise son énergie des mouvements et des pas des usagers fréquentant l'espace public. En revanche, un éclairage public éolien ou solaire, est un moyen efficace de résilience lumineuse durable, qui peut promouvoir la conception d'un jardin public contemporain durable. Le design urbain énergétique, qui s'appuie sur l'utilisation des énergies durables renouvelables, a un rôle principal dans la durabilité urbaine et la qualité d'usage d'un jardin public. De nombreux éléments urbains dans l'espace public peuvent s'appuyer dans leur conception sur cette conception énergétique intelligente qui repose sur les énergies renouvelables. À cet égard, nous mentionnons le banc solaire ou les auvents et les pergolas solaires. Ces éléments constituent une base solide pour renforcer la conception énergétique smart durable dans l'espace public, contribuant ainsi de manière significative à la qualité de l'espace. Parallèlement à cette approche, nous faisons référence à l'étude du (Premier, 2020), qui s'est concentré dans son étude sur ces éléments urbains énergétiques.

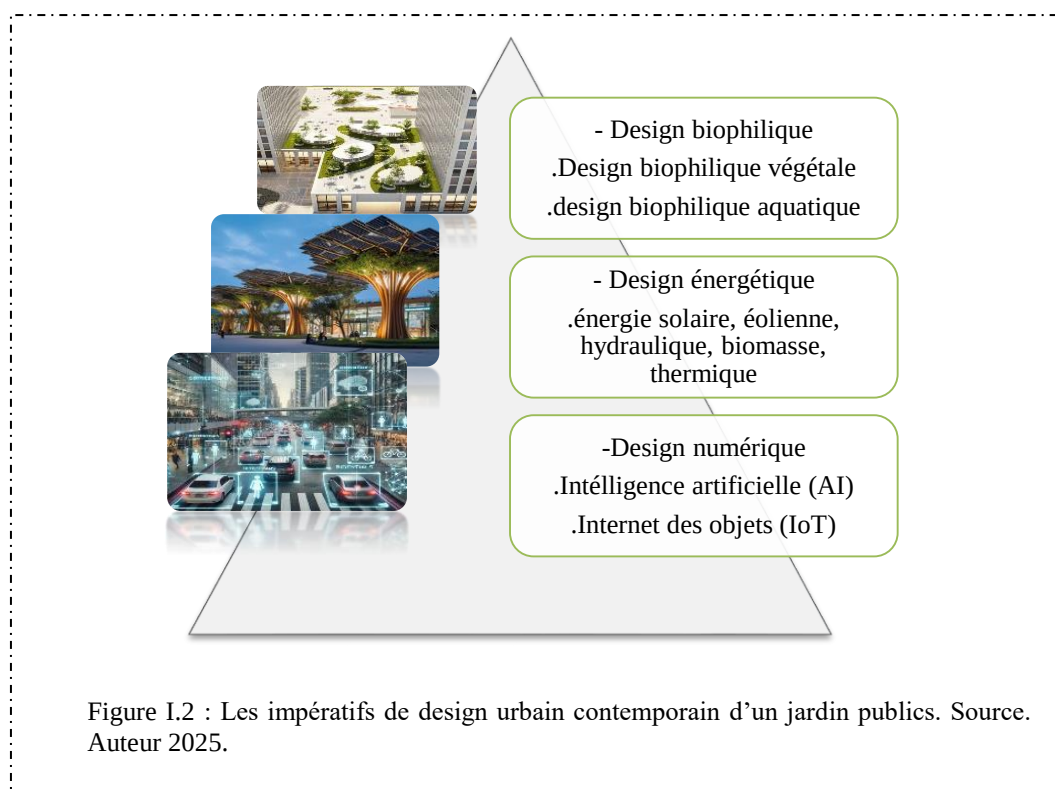
I.8.3 Le design numérique (Intelligence artificielle et Internet des objets)

En plus de l'élément biophilique et énergétique, le design numérique est considéré comme l'un des éléments et piliers essentiels pour améliorer les caractéristiques fonctionnelles de

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

qualité du jardin, afin qu'il ait un design durable et contemporain. Le design urbain numérique est un domaine interdisciplinaire qui combine la technologie, la planification urbaine et l'innovation pour créer des espaces publics et des infrastructures plus intelligents et interactifs. Ce moyen repose sur deux critères principaux, à savoir l'intelligence artificielle (AI) et l'Internet des objets (IoT), ce qui en fait un espace numérique de qualité par excellence. L'intelligence artificielle est un outil pour concevoir des villes autonomes (Babu et al., 2021). On trouve plusieurs outils de design urbain numérique dans un jardin public tels qu'un éclairage public conçu avec l'intelligence artificiel, avec des caméras de surveillances smart, en outre, des panneaux d'affichage urbain numérique. En outre, un jardin contenant des vestiges pourrait bénéficier d'une intégration de la technologie numérique en 3D, permettant aux visiteurs d'explorer virtuellement son état initial. Par conséquent, l'aménagement du jardin pourrait être optimisé en intégrant du mobilier numérique, offrant ainsi aux usagers la possibilité de profiter de services à distance.

Le design urbain durable contemporain qui s'appuie sur le design biophilique, énergétique et numérique est un défi urbain afin de renforcer les caractéristiques fonctionnelles et qualitatives du jardin. La figure suivante montre les outils et les éléments de design urbain contemporain d'un jardin public (figure I.2).



Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

La qualité d'usage, la durabilité et contemporanéité d'un jardin public peut être améliorée par plusieurs critères et attributs, que nous avons mentionnés précédemment. Telles que la performance fonctionnelle, l'usage, la numérisation, la durabilité, le confort, la résilience, la santé et la sécurité. Pour intégrer ces critères dans la conception d'un jardin, il est nécessaire de s'appuyer sur plusieurs moyens que nous avons également mentionnés précédemment, tels que la conception biophilique, énergétique et numérique. En considérant la fonction, l'usage et le design du jardin ainsi que sa relation avec l'utilisateur, le mobilier urbain joue un rôle important en tant qu'élément actif capable de renforcer l'application de ces outils.

I.9 L'apport dynamique de design urbain contemporain durable d'un jardin public

Le design urbain contemporain et durable est fondamental pour concevoir des jardins publics performants et adaptés aux défis actuels. En incorporant des éléments biophiliques, écologiques, énergétiques et des technologies numériques, il permet de concevoir des jardins offrant une haute qualité d'usage. Ces espaces publics ne se limitent pas à être des endroits de loisirs, mais constituent également des leviers urbains contribuant à la durabilité, au bien-être et à la résilience environnementale. Dans une étude qu'ils ont menée sur l'espace public vert, (Bostancı & Keçecioglu Dağlı, 2024) ont souligné le rôle important de ces espaces. En indiquant que les espaces verts urbains ouverts occupent une place essentielle dans le domaine de l'architecture paysagère, influençant de manière bénéfique la vie des organismes vivants à travers des dimensions sociales, économiques, écologiques et esthétiques. Ils satisfont les besoins essentiels des résidents urbains, tout en améliorant la qualité de vie, la cohésion sociale et le renforcement des liens communautaires. D'un point de vue écologique, ces espaces contribuent à la régulation du climat en milieu urbain, à la préservation de la biodiversité, ainsi qu'à l'amélioration de la qualité de l'air et de l'eau. D'un point de vue économique, ils contribuent à l'appréciation des biens immobiliers, à la diminution des dépenses de santé et à la promotion de la durabilité urbaine. En dernier lieu, d'un point de vue esthétique, ces éléments embellissent le panorama urbain et consolident l'identité de la cité. De plus, l'étude de (Elsayed & Ashrry, 2020) mettant en évidence la performance des parcs urbains intelligents, explique la différence entre ceux-ci et ceux traditionnels. Cette étude montre que les parcs traditionnels sont des espaces verts destinés aux activités récréatives, avec de la verdure, de l'eau et de vastes terrains, sans l'utilisation de technologies avancées. En revanche, les parcs intelligents, qui sont considérés comme l'un des types d'espaces verts contemporains et durables, intègrent la technologie pour mieux s'adapter à leur environnement sociophysique. Ces parcs sont accessibles, résilients au changement

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

climatique, économes en eau et en énergie, et faciles à entretenir. Grâce à l'innovation technologique, les parcs intelligents améliorent leur performance, favorisent la santé et la sécurité des communautés, tout en permettant de réduire les coûts à long terme.

À travers ce qui a été abordé concernant la définition, les caractéristiques et les éléments du design urbain contemporain dans les jardins publics, nous pouvons affirmer que cet espace public urbain est considéré comme un vecteur de la performance durable de la ville. En effet, il contribue à améliorer la qualité, l'intelligence et la résilience urbaine. Ces contributions se manifestent à différents niveaux : urbain, social, environnemental, énergétique et économique.

I.9.1 La durabilité environnementale

Un jardin contemporain durable occupe une place cruciale en matière de durabilité environnementale. En raison de sa conception biophilique, cet espace fonctionne comme un purificateur d'air urbain naturel en éliminant une variété de polluants atmosphériques. Ce genre de jardin contribue à la préservation de la biodiversité en offrant un abri aux espèces végétales indigènes. De plus, il participe à la régulation du climat urbain et à la réduction de l'effet d'îlot de chaleur en été, notamment dans les zones soumises à des conditions climatiques extrêmes. L'incorporation de technologies contemporaines telles que les systèmes de gestion numérique des jardins offre la possibilité de surveiller l'état des végétaux et d'améliorer l'efficacité de l'irrigation, de l'éclairage et de la gestion des ressources. Ces instruments offrent la possibilité de surveiller en temps réel les plantes et leur environnement, tout en facilitant une gestion plus avisée et efficiente des jardins publics, contribuant ainsi à leur durabilité.

I.9.2 La durabilité urbaine sociologique

À travers les caractéristiques de conception précédemment évoquées ainsi que les moyens mis en œuvre pour leur application, il apparaît clairement que le jardin durable contemporain joue un rôle actif dans la durabilité sociologique. Il offre aux usagers une variété de services et d'avantages, notamment le confort thermique grâce à des équipements conçus durablement tels que les pergolas, mais aussi des services liés à la santé, à la sécurité et au numérique, qui participent à l'amélioration du bien-être quotidien. Par ailleurs, la qualité de conception de ce type de jardin encourage sa fréquentation, ce qui contribue naturellement à renforcer les liens sociaux entre les usagers. En intégrant des fonctions multiples et inclusives, le jardin durable devient un espace vivant, propice à l'échange, à la cohésion sociale et à l'éducation environnementale. Il s'inscrit ainsi pleinement dans une logique de ville durable centrée sur l'humain.

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

I.9.3 La durabilité économique

Le jardin public contemporain durable joue un rôle significatif sur le plan économique en favorisant la durabilité économique. L'un des aspects essentiels de ce rôle réside dans l'exploitation des énergies renouvelables telles que l'énergie solaire ou éolienne. Cela conduit à une diminution des coûts opérationnels sur le long terme et à une amélioration de l'efficacité économique du jardin. . En outre développer l'agriculture urbaine dans ces zones vertes joue un rôle crucial dans le renforcement de leur autonomie alimentaire, tout en permettant de diminuer les dépenses associées à l'importation de denrées alimentaires. Cela contribue également à la durabilité du jardin en favorisant une gestion plus autonome des ressources. En conclusion, le jardin public durable émerge comme un modèle économique performant favorisant le développement de l'économie locale et générant de nouvelles perspectives d'emploi dans des secteurs tels que l'agriculture urbaine et la gestion de l'énergie. Cela aide également à renforcer la durabilité environnementale et sociale.

I.9.4 La résilience énergétique

La conception énergétique dans le jardin peut contribuer à renforcer la résilience énergétique, à laquelle le mobilier urbain participe de manière significative. Les lampadaires alimentés par des énergies renouvelables peuvent ainsi favoriser la résilience fonctionnelle du jardin en cas de coupures de courant. Ce type de design énergétique permet également de répondre aux besoins essentiels du jardin en période difficile, notamment pour faire fonctionner les brumisateurs ou le rechargement de différents appareils. Il représente ainsi une solution durable, constituant un élément contribuant activement au renforcement de l'autosuffisance énergétique et à l'amélioration du confort des usagers. À titre d'exemple, le banc solaire intelligent constitue un mobilier innovant capable de fournir une gamme variée de services. Il permet à la fois de recharger les téléphones et ordinateurs portables via des ports USB ou sans fil, et d'alimenter des systèmes de brumisation pour le rafraîchissement en été, voire des dispositifs de chauffage ou de maintien au frais pour les aliments. Ce type d'équipement améliore considérablement l'expérience des usagers dans les espaces de détente et de promenade.

I.9.5 Le renforcement du paysage urbain

Un jardin conçu durablement avec une approche biophilique contribue à la fois à améliorer l'esthétique urbaine et le paysage de la ville, et à favoriser le bien-être des usagers. En intégrant des éléments naturels comme des plantes, des surfaces aquatiques et des matériaux naturels, ce jardin crée un environnement apaisant et améliore la biodiversité. Il réduit

Chapitre I : Les attributs du design urbain contemporain durable dans les espaces publics : le cas des jardins publics

également l'impact environnemental de l'urbanisation en favorisant l'agriculture urbaine, grâce à des énergies renouvelables et en optimisant la gestion des ressources en eau, ce qui permet d'améliorer la qualité de l'air et de lutter contre l'effet d'îlot de chaleur. Ce type de jardin devient ainsi un modèle de durabilité urbaine, tout en renforçant l'identité culturelle de la ville et en offrant un espace sain et agréable pour ses habitants.

Conclusion

Dans l'espace public qui constitue un tissu urbain intégrateur de différentes dimensions, le jardin s'impose comme un élément urbain fondamental et une typologie significative capable de répondre à de nombreux défis contemporains. Son histoire en témoigne, comme certaines expressions de durabilité observées dans ses conceptions. Aujourd'hui, face aux multiples enjeux induits par les transformations urbaines et l'évolution constante de la ville, la qualité de cet espace exige l'intégration de caractéristiques spécifiques et de moyens relevant de la durabilité urbaine et du design contemporain. Ces caractéristiques incluent la performance fonctionnelle, la qualité d'usage, la résilience, la numérisation, la santé et la sécurité urbaine. Chacune de ces attributs nécessite des leviers adaptés pour être renforcée, comme abordé dans ce chapitre. Les outils mobilisés à cet effet comprennent le design biophilique végétal et aquatique, l'approche énergétique durable, ainsi que la numérisation à travers l'Internet des objets et l'intelligence artificielle. Ce chapitre a permis d'explorer ces aspects en étudiant le jardin en tant que typologie de l'espace public, en clarifiant sa définition, ses composantes de conception, tout en mettant l'accent sur les critères et les attributs permettant d'en améliorer sa qualité. En conclusion, il ressort que le jardin contemporain joue un rôle actif dans la promotion de la durabilité environnementale, sociale et économique, tout en influençant positivement le paysage et l'esthétique urbains. L'analyse menée démontre que le design du jardin a un impact majeur sur sa qualité et son usage, et que le mobilier urbain constitue un levier essentiel pour renforcer son caractère durable et contemporain.

Chapitre II :

***Le mobilier urbain solaire, un levier smart et
un déterminant du design urbain contemporain
durable***

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

Introduction

La recherche de la qualité d'usage et du confort de l'utilisateur dans un espace public, tel que le jardin, constitue un principe fondamental et une solution durable pour le développement urbain contemporain. Dans ce contexte, l'intégration de stratégies de design urbain intelligentes, fondées sur des solutions durables énergétiques, sociales, environnementales et économiques, apparaît aujourd'hui comme une nécessité, un enjeu majeur et un véritable défi. L'aménagement urbain se présente comme le miroir de l'image de la ville, reflétant à la fois son paysage urbain et le niveau de confort offert aux usagers de l'espace public. Il représente un élément central, étroitement lié à l'expérience de l'utilisateur, à l'environnement et à la qualité globale de l'espace urbain. Par conséquent, la conception et l'aménagement urbain doivent s'appuyer sur des solutions durables, favorisant la santé publique, le bien-être des usagers et la préservation de l'environnement. Ce chapitre se concentre sur le mobilier urbain, en analysant sa définition dans ce contexte ainsi que les principes qui guident sa conception. Il mettra en lumière les critères essentiels de son aménagement et les principaux défis liés à son usage. Une attention particulière sera accordée au mobilier urbain solaire, composant clé de l'étude, qui combine esthétisme urbain et durabilité énergétique. Enfin, ce chapitre démontrera l'efficacité de cet élément comme levier du design urbain intelligent et durable.

II.1 Le mobilier urbain, un élément urbain emblématique

Le mobilier urbain constitue le point de départ de toute étude sur l'espace public, en raison de son rôle dans l'organisation, l'usage et la qualité des espaces. Il influence le confort, la sécurité, la convivialité et l'accessibilité, tout en structurant les interactions sociales. Sa diversité, bancs, lampadaires, fontaines, corbeilles, panneaux et abribus assure des fonctions variées, allant du repos à l'orientation, tout en contribuant à l'esthétique et à l'identité urbaine, justifiant son étude préalable à sa définition formelle.

II.1.1 Définition de mobilier urbain

Le mobilier urbain se compose de divers éléments utilisés pour aménager les espaces publics. Il existe entre autres des bancs, lampadaires, fontaines, panneaux de signalisation et d'information, corbeilles à déchets, abribus, ainsi que d'autres éléments de design et d'aménagement urbain. Il remplit ainsi plusieurs fonctions, ce qui en fait un composant essentiel de l'espace public. Selon (Liu et al., 2021), le concept de mobilier urbain, ou mobilier de rue, a émergé lors du XX^e siècle en Europe et en Amérique du Nord. Il désigne un ensemble d'éléments implantés le long des voies de circulation, tels que des barrières de sécurité, des lampadaires, des corbeilles à déchets, des abribus, des panneaux de signalisation

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

et des boîtes aux lettres (Soffritti et al., 2020; Ruggiero et al., 2019; Liu et al., 2021). Selon (Mohamed Hassanein, 2017), le mobilier urbain englobe une variété d'objets et d'équipements placés dans les espaces publics, comme les rues et les routes, et qui remplissent différentes fonctions. Il constitue un élément fondamental de l'identité de nombreuses villes, conférant aux rues le statut de monuments urbains remarquables, capables d'attirer les visiteurs. D'après D'après (Carmona, 1985), le mobilier urbain peut être défini comme l'ensemble des équipements implantés dans les espaces publics d'une ville ou d'une agglomération, que ce soit le long des voies de circulation, sur les trottoirs ou en bordure de ces espaces. Un aménagement urbain typique comprend souvent des éléments tels que des lampadaires, des fontaines, des enseignes, des bancs publics, des feux de signalisation et des panneaux indicateurs (Carmona, 1985). Compte tenu de son implantation, de ses usagers et de la diversité de ses éléments, le mobilier urbain joue un rôle actif dans la vie urbaine. Il est considéré comme une composante indispensable du cadre de vie, entretenant une relation étroite et interactive avec les usagers ainsi qu'avec leur environnement (Allameh & Heidari, 2020).

D'après (CENGİZ et al., 2018), le mobilier urbain regroupe l'ensemble des équipements installés dans les espaces publics des agglomérations. Il permet de répondre aux besoins des habitants en termes de confort, d'orientation, de régulation du trafic, de sécurité et de loisirs. Il est considéré comme un élément essentiel de l'urbanité, reflétant le confort de vie en milieu urbain (Carmona, 1985).

Certaines structures, telles que les auvents, constituent des éléments architecturaux spécifiques, par exemple pour la musique ou d'autres activités culturelles. Les jardinières contribuent également à l'embellissement des espaces urbains, où le confort et l'esthétique interagissent et se manifestent dans diverses situations (Carmona, 1985). Le mobilier urbain favorise la communication et les interactions, tant visuelles que physiques, entre les individus fréquentant les espaces publics. En s'intégrant harmonieusement à son environnement et en devenant un composant indispensable de la cité, il joue un rôle déterminant dans la construction de l'identité urbaine (Demir, 2018).

La figure suivante (Figure II.1) de (Osorio, 2023), illustre le mobilier urbain de la place de Santo Domingo, à Madrid, en Espagne, comprenant des bancs, des lampadaires et des porte-plantes.

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable



Figure II.1: Mobilier urbain d'assise de la Piazza de Santo Domingo Madrid, Espagne.
Source: Osorio, 2023

II.1.2 Le mobilier urbain et sa relation avec l'espace public

Le mobilier urbain est considéré comme un véritable « habillement » de l'espace public. Il constitue également un accessoire de décoration et d'embellissement urbain, tout en assurant une efficacité fonctionnelle essentielle. Par exemple, le banc dans un espace public offre un lieu de repos et de rencontre, mais sa fonction dépasse largement ce rôle élémentaire. Il peut servir à la détente prolongée, à la contemplation et à la facilitation des interactions sociales, voire à susciter des échanges motivants. Cet exemple illustre la diversité des fonctions qu'un élément de mobilier peut remplir. Au-delà des bancs, d'autres éléments tels que l'éclairage, les corbeilles, les abribus, les ornements et bien d'autres contribuent également de manière cruciale à l'animation et à la fonctionnalité des espaces publics. Le mobilier urbain joue ainsi un rôle central dans la vie de ces espaces, en assurant des fonctions variées : orientation, sécurité, fourniture de services (information, propreté), régulation de l'usage des espaces (stationnement, circulation) et maintien de l'hygiène (corbeilles, sanisettes) (HAMMOU, 2019). De plus, il peut servir de protection contre les intempéries telles que la pluie, la neige, le vent ou le soleil. Son intégration contribue à revitaliser les réseaux ferroviaires, routiers et d'autobus, tout en améliorant leur sécurité et leur confort (Grabiec et al., 2022). En plus de son rôle prépondérant dans l'aménagement de l'espace public, et en tenant compte de ses différentes typologies ainsi que de leur relation avec les usagers, le mobilier urbain remplit

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

également une fonction sociale d'importance capitale. L'espace public, qu'il s'agisse d'une rue, d'une avenue, d'un parvis, d'une cour intérieure ou d'un espace arboré, peut devenir le principal lieu de sociabilité pour les individus qui le fréquentent. L'intégration du mobilier urbain dans ces espaces joue un rôle essentiel dans la définition de l'environnement urbain, en favorisant des interactions positives, en remplissant des fonctions spécifiques, et en influençant la perception des usagers. Elle contribue également à la cohérence globale de l'espace (Demir, 2018). Les différents éléments de mobilier présents dans l'espace public participent également à l'identité de la ville et marquent durablement les esprits des passants (Demir, 2018). Toutefois, leur impact peut parfois être négatif si le mobilier est inadapté en termes de conception, de fonctionnalité ou de positionnement, affectant ainsi l'environnement dans lequel il est installé. Il est donc primordial de considérer cette interaction pour assurer un développement urbain harmonieux et concevoir des espaces publics de qualité (Demir, 2018).

II.1.3 Le mobilier urbain et l'usage de l'espace public

Le mobilier urbain se compose de plusieurs éléments jouant un rôle central dans l'aménagement des espaces publics tels que les jardins, les places, les rues, les terrasses, les plages et divers lieux publics. Au-delà de ce rôle fonctionnel, le mobilier urbain reflète l'usage de l'espace public selon plusieurs critères.

Tout d'abord, l'usage de l'espace peut être déduit des types de mobilier présents. Par exemple, un espace public doté d'aires de jeux pour enfants est destiné au jeu et au divertissement de cette catégorie. De même, un espace équipé de mobilier sportif est utilisé pour le sport, la formation et l'entraînement physique. Il est également fréquent de trouver des espaces publics équipés uniquement de bancs et de parasols, destinés à la rencontre, au repos ou à la détente. Certains espaces combinent plusieurs types de mobilier, chacun remplissant sa fonction, ce qui rend l'espace multifonctionnel. En outre, l'usage de l'espace public peut être caractérisé par le design du mobilier. Une place publique ou un jardin doté de caméras numériques, de bancs connectés ou de panneaux d'affichage intelligents, intégrant l'intelligence artificielle et l'Internet des objets, traduit une personnalisation de l'espace public grâce à un usage intelligent. De même, le recours à des lampadaires fonctionnant à l'énergie solaire constitue un exemple d'usage durable de l'espace public. Du point de vue patrimonial, le mobilier peut posséder une valeur historique ou être conçu pour préserver une partie du patrimoine. Par exemple, une place publique contenant des vestiges patrimoniaux protégés par des vitrines intelligentes équipées de caméras de surveillance confère à cet espace une dimension culturelle et patrimoniale. Enfin, certains mobiliers participent à la recherche et à l'éducation.

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

Un jardin public abritant différentes espèces de plantes destinées à la recherche scientifique peut être équipé d'écrans numériques en verre permettant de présenter ces plantes, d'interagir avec les visiteurs et de détecter toute menace, qu'elle soit environnementale ou sociale. Ces exemples illustrent la relation entre le mobilier et l'usage de l'espace public, ainsi que l'influence du mobilier numérique ou durable sur la qualité et la fonctionnalité de cet espace. Par conséquent, le mobilier urbain, sous ses différentes formes et designs, influence directement l'usage et l'expérience de l'espace public.

Le mobilier urbain se compose de différents éléments offrant de nombreuses fonctionnalités aux utilisateurs de l'espace public. Le mobilier de siège et d'attente vise à créer un environnement confortable pour les usagers, propice aux rencontres et à la détente. Ces éléments contribuent à l'animation des espaces publics, des parcs et des jardins. Le mobilier de signalétique regroupe l'ensemble des équipements de signalisation routière, thématique et directionnelle. Il participe à l'amélioration de la gestion du trafic en milieu urbain et rural. Cette catégorie comprend notamment des clous urbains, des plaques signalétiques ainsi que des dispositifs facilitant l'orientation. D'autres éléments tels que les bornes urbaines, les supports à vélos et les barrières de ville peuvent également être classés dans cette catégorie. Ces équipements sont indispensables pour promouvoir la mobilité urbaine en facilitant la cohabitation des différents modes de transport, tels que les voies cyclables, les véhicules automobiles, les piétons, les planches à roulettes et les trottinettes. Le mobilier d'éclairage urbain joue un rôle essentiel dans l'organisation lumineuse de la ville. Il ne se limite pas à l'éclairage des espaces publics, mais participe également à l'amélioration esthétique du paysage urbain, de jour comme de nuit. L'éclairage public vise à renforcer la sécurité et l'esthétique urbaine, constituant ainsi un élément indispensable et apprécié pour l'usage de l'espace public (HAMMOU, 2019). Un autre aspect de l'usage de l'espace public concerne la propreté. La lutte contre la pollution urbaine est une initiative durable, dans laquelle certains mobiliers urbains jouent un rôle clé, notamment les corbeilles intelligentes. Le mobilier de rafraîchissement et d'ombre comprend divers éléments destinés à apporter de l'ombre et à rafraîchir l'espace urbain, tels que les jets d'eau, les brumisateurs et les pergolas. Ces dispositifs possèdent également un intérêt esthétique et environnemental. Enfin, le mobilier lié au transport, tel que les abribus, les stations de recharge et les rangements à vélos, offre un abri contre les éléments extérieurs (pluie, vent, etc.). Les abris destinés aux usagers des transports en commun, ainsi que les abris pour vélos et motos, doivent être visibles, confortables et sécurisés (HAMMOU, 2019).

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

II.1.4 Le mobilier urbain et le paysage urbain

Le paysage urbain de l'espace public est étroitement lié au mobilier urbain. Ce dernier se caractérise par sa forme, sa hauteur, ses dimensions géométriques ainsi que par sa position dans l'espace public. La forme du mobilier, intrinsèquement liée à l'art, joue un rôle central dans l'amélioration de l'esthétique urbaine. Elle peut être simple, constituée de formes faciles à percevoir, ou s'inspirer de la nature. Dans tous les cas, la forme reflète la lisibilité et parfois la fonction de l'espace public. La hauteur et les dimensions du mobilier contribuent également à l'embellissement de l'espace public et influencent l'aspect global du paysage urbain. Par exemple, une grande fontaine située dans un parc produit un effet esthétique différent de celui d'une fontaine de dimensions plus modestes. Enfin, le positionnement du mobilier urbain impacte directement le paysage urbain. Par exemple, placer des panneaux décoratifs en verre à l'entrée d'un parc est plus efficace que de les positionner à l'arrière du parc ou entre les arbres, car leur emplacement à l'entrée participe activement à l'embellissement et à la mise en valeur du paysage urbain.

II.1.5 Le mobilier urbain et l'utilisateur

Le mobilier urbain établit une relation directe avec les usagers, en les reliant à leur environnement, à la communauté, à l'espace urbain et à la ville dans son ensemble. Chaque élément, qu'il s'agisse de bancs, de sièges, de pergolas ou de fontaines, contribue à structurer l'expérience des utilisateurs et à faciliter la sociabilité, tout en renforçant le sentiment d'appartenance à l'espace public (Allameh & Heidari, 2020). Il représente l'élément le plus directement accessible aux citoyens dans l'environnement urbain et constitue un point de convergence entre l'utilisateur, la ville et son environnement. Le mobilier urbain joue un rôle majeur dans l'ornementation de la cité et dans le maintien d'un équilibre esthétique. Il contribue également à créer un environnement dynamique qui attire les individus et les incite à passer de longues heures dans ces espaces à des fins sociales (Allahdadi, 2017). En outre, le mobilier urbain favorise l'intégration des habitants. Il fournit des espaces de sociabilité qui attirent de nouveaux utilisateurs, renforcent la cohésion de la ville en tant que communauté et établissent des lieux de rencontre, de partage et de cohabitation, tout en permettant aux individus de vivre également des moments de solitude (Grabiec et al., 2022).

II.2 Les principes et les critères de design du mobilier urbain

L'importance suprême du mobilier urbain, qui se manifeste à travers son rôle dans la conception, l'aménagement et l'usage de l'espace public, ainsi que son effet sur le paysage urbain et l'esthétique urbaine, en plus de sa fonction et de sa relation avec l'utilisateur, nécessite

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

que sa conception soit conforme à des principes et des règles reflétant la qualité urbaine, la durabilité, la résilience, l'intelligence et la contemporanéité. Cela permet d'assurer un rôle efficace du mobilier dans l'espace public, pour l'utilisateur et l'environnement urbain, dans la ville et l'urbanisme. Dans leur recherche de 2020 portant sur le mobilier urbain durable, Allameh et Heidari ont identifié des critères de conception favorisant la durabilité. Ces critères englobent la minimisation de l'usage des matériaux, la sélection de matériaux plus sécuritaires, l'amélioration de l'efficacité énergétique en mettant l'accent sur les énergies renouvelables, ainsi qu'une conception orientée vers la durabilité, favorisant une plus grande flexibilité et une maintenance simplifiée. Ils ont mis en avant l'importance de la modularité afin de faciliter les mises à jour, la maintenance et d'étendre la durée de vie des produits. En dernier lieu, ils ont souligné l'importance de tenir compte des comportements sociaux et du contexte, afin de sensibiliser et de promouvoir des pratiques durables en matière de mobilier urbain. Étant donné le rôle et l'importance des éléments du mobilier urbain dans l'espace public, la conception du mobilier doit répondre à plusieurs critères, qui seront expliqués ci-dessous

II.2.1 Le design humain et l'approche holistique

Ce critère, comme l'a mentionné (Xiong, 1999; Wei; Sung, 2005; Prvanov, 2019), ce qui traduit que l'environnement urbain est conçu en fonction des besoins des usagers et de leurs différentes activités. Ce critère se comprend par son nom, car le design doit avoir une dimension humaine et l'utilisateur doit être considéré comme l'objectif du design. Ce critère a plusieurs aspects, dont le premier est qu'il faut prendre en compte l'avis de l'utilisateur lors de la conception des éléments de mobilier urbain, et cet avis peut être un outil efficace pour concevoir en adéquation avec les besoins de l'utilisateur. D'autre part, ce critère de design peut également concerner la perspective humaine, comme par exemple prendre en compte toutes les catégories de la société dans la conception du mobilier, telles que les personnes handicapées qui doivent avoir des mobiliers adaptés à leur condition physique, ainsi que les enfants, les femmes enceintes et les personnes âgées. D'après (Ghorab & Caymaz, 2015); (Mohamed Hassanein, 2017) ce critère repose sur les éléments qui évaluent l'impact de la conception du mobilier urbain, que ce soit en termes de différenciation ou d'appréciation par les usagers. Ce concept repose sur la flexibilité, le développement durable, la conception écologique, l'approche universelle et non discriminatoire, l'éducation civique et l'implication du public (Prvanov, 2019).

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

II.2.2 La fonction

L'intégration de la fonction constitue un critère essentiel dans la conception du mobilier urbain. Elle implique que celui-ci réponde aux besoins des usagers tout en étant conforme aux exigences de contemporanéité et de durabilité. Ce critère fondamental repose sur plusieurs piliers, comprenant l'usage, le confort, l'accessibilité, la disposition et l'esthétique. Selon Prvanov (2019), la fonction représente l'un des principes fondamentaux de la conception du mobilier urbain et se décline en trois sous-catégories. La première concerne les aspects essentiels, tels que l'utilisation, le confort, l'accessibilité, la disposition et l'esthétique. La deuxième inclut les aspects techniques, englobant l'installation et la maintenance. La troisième concerne les aspects pratiques, incluant la sécurité, les politiques urbaines et les réglementations. Le mobilier urbain doit être conçu de manière à répondre aux besoins physiologiques et psychologiques des utilisateurs, en tenant compte de son utilisation, de son confort, de sa quantité, de son accessibilité, de son agencement et de son esthétique. Il est essentiel de garantir la durabilité et la performance stable du mobilier afin d'en maximiser la fonctionnalité (Prvanov, 2019). L'aspect technique, incluant l'installation et l'entretien, revêt une importance cruciale. Pour optimiser l'utilité du mobilier urbain, il doit être conçu en conformité avec les normes de sécurité et les réglementations urbaines propres à chaque pays (Prvanov, 2019). De plus, les normes régissant la fonction du mobilier urbain incluent des critères précis liés aux dimensions architecturales, à l'utilisation, à la forme, au design, à l'utilité, au confort, à l'accessibilité, à la fonctionnalité et au choix des matériaux (Ghorab & Caymaz, 2014 ; Mohamed Hassanein, 2017).

II.2.3 La forme

La forme revêt une importance primordiale dans la conception du mobilier urbain. Son rôle est essentiel dans la création d'espaces publics harmonisant fonctionnalité et esthétique. L'esthétique du mobilier urbain, comprenant les bancs, les abribus, les lampadaires, les corbeilles à déchets ainsi que les panneaux d'orientation et d'affichage, joue un rôle majeur non seulement dans l'embellissement de l'environnement, mais aussi dans la manière dont les citoyens interagissent avec ces éléments. Les formes organiques et fluides peuvent induire un sentiment de bien-être et d'harmonie, tandis que les formes géométriques et angulaires apportent une esthétique moderne et dynamique. En prenant en considération la notion de forme, les urbanistes s'efforcent de promouvoir une interaction constructive entre les habitants de la ville et leur environnement urbain, tout en accordant une attention particulière à l'accessibilité et à la durabilité. Par conséquent, il est essentiel de considérer l'aspect

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

esthétique lors de la conception du mobilier urbain afin d'optimiser le bien-être dans les environnements urbains.

II.2.4 Les matériaux

Le design matériel du mobilier urbain englobe la qualité et la durabilité des matériaux utilisés, tels que le bois, le plastique, l'acier et le béton. De plus, la résistance de ces matériaux aux divers facteurs externes, tels que le climat, la santé et l'environnement, est également prise en compte. D'un point de vue fonctionnel, l'objet doit répondre à des exigences de base en termes de fonctionnalité, ainsi qu'aux contraintes physiques et chimiques de son environnement d'utilisation, ce qui nécessite que le matériau présente une structure spécifique (Prvanov, 2019). La recherche de Şatiroğlu, Dinçer et Korgavuş (2023) confirme l'importance des matériaux durables en tant qu'élément clé dans la conception du mobilier urbain. Cette étude met en évidence que le recours à des matériaux adéquats assure la conception de modèles durables dans le temps. L'objectif est de supprimer les produits jetables et superflus ayant un impact négatif sur l'environnement et de concevoir des modèles écologiques et durables répondant aux exigences des utilisateurs (Şatiroğlu, Dinçer & Korgavuş, 2023). Cette étude mentionne également un ensemble de matériaux employés dans la conception, parmi lesquels les matériaux traditionnels tels que le bois et la pierre. Les concepteurs ont privilégié l'utilisation de matériaux en bois en raison de leurs multiples atouts, notamment leur caractère écologique, leur adaptabilité en termes de conception et leur facilité de mise en œuvre. Les matériaux en bois peuvent être utilisés de manière écologique sans menacer l'environnement (Sayar et al., 2009 ; Şatiroğlu, Dinçer & Korgavuş, 2023). Ainsi, le bois fait partie des matériaux de construction recyclables et durables. Outre le bois, la pierre figure parmi les matériaux de construction les plus anciens. Elle présente des propriétés adéquates, notamment en termes de résistance et de capacité de recyclage, ce qui la classe parmi les matériaux durables (Aydın & Lakot-Alemdağ, 2014 ; Şatiroğlu, Dinçer & Korgavuş, 2023). De plus, les matériaux en acier sont principalement réutilisables ou recyclables. Même les résidus qu'ils produisent possèdent une valeur économique (Aydın İpekçi et al., 2017 ; Sev, 2009 ; Şatiroğlu, Dinçer & Korgavuş, 2023).

II.2.5 L'unité

L'unité constitue un principe très important dans le design du mobilier urbain. Il prend en considération l'environnement dans son ensemble ainsi que la relation entre le mobilier urbain et son environnement urbain. Ce principe se base sur des critères et des piliers de design tels que la compatibilité entre les différents types de mobilier urbain, la compatibilité entre le

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

mobilier urbain et l'environnement, et la compatibilité entre le mobilier urbain et le temps (Prvanov, 2019). En outre, il est essentiel que l'unité assure la compatibilité entre les différents types de mobilier urbain, que la compatibilité avec l'environnement et le climat soit soigneusement évaluée, et que l'harmonie de la texture, de la forme, la facilité d'entretien et le respect des considérations sociales soient garantis (Ghorab & Caymaz, 2014 ; Mohamed Hassanein, 2017).

II.2.6 L'identité

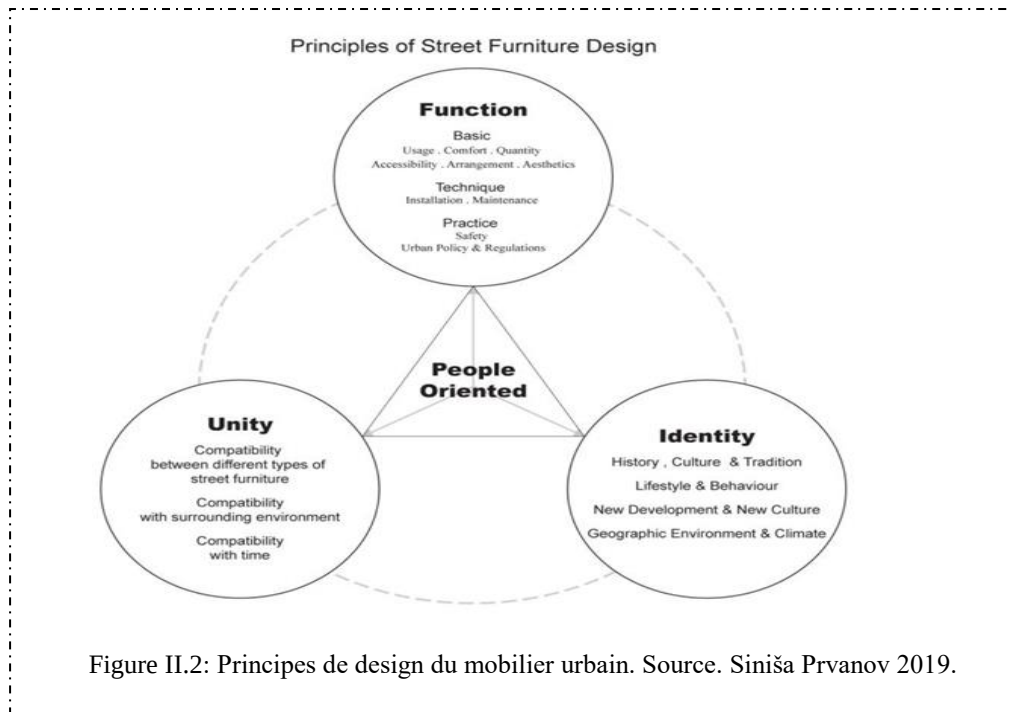
L'identité constitue un principe interne qui concerne les significations et les caractéristiques du mobilier urbain. Ses sous-principes comprennent l'histoire, la culture et la tradition, ainsi que le mode de vie et le comportement, le nouveau développement et la nouvelle culture, ainsi que l'environnement géographique et le climat (Prvanov, 2019). Ces principes sont tous aussi importants les uns que les autres, se coordonnent et s'influencent mutuellement ; la réalisation d'un principe peut contribuer à la réalisation des autres, et vice versa (Prvanov, 2019). L'identité, en tant que principe de design, peut être définie par plusieurs paramètres : ce principe doit avoir une forme moderne, posséder des qualités historiques se référant à l'histoire, à la culture, à la tradition, au style de vie et au comportement, être en harmonie avec l'environnement géographique, et être différent, attrayant, original/unique et bien situé (Ghorab & Caymaz, 2014 ; Mohamed Hassanein, 2017).

II.2.7 Le positionnement

Le design du mobilier urbain doit également prendre en compte le positionnement, qui englobe l'emplacement des divers éléments de mobilier urbain par rapport à l'espace public global, ainsi que les différents facteurs externes susceptibles d'influencer leur usage, tels que les facteurs sanitaires, environnementaux, climatiques et sociaux. Le positionnement doit favoriser la cohérence esthétique de l'espace public, la sécurité des usagers, l'accessibilité et la facilité d'usage (Dhaou, 2023). L'emplacement et la localisation permettent de vivre l'animation et de capter l'atmosphère du lieu. Par exemple, une installation à proximité des aires de jeux permet aux adultes de surveiller les enfants. En revanche, certains emplacements sont moins favorables, et les bancs y seront peu ou pas utilisés ; il faut éviter de les placer devant un parking ou le long d'axes routiers à forte circulation. Par ailleurs, il est préférable de privilégier une orientation offrant une perspective agréable à la vue. Il est également conseillé d'installer régulièrement des bancs pour faciliter les déplacements, en tenant compte de la topographie, car certaines personnes âgées ne sortent pas faute de bancs le long de leurs trajets (Dhaou, 2023). Le schéma illustré dans la figure II.2 montre les principaux critères de

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

conception des éléments de mobilier urbain, tels qu'ils ont été décrits par Prvanov (2019) dans son étude.



II.3 L'usage du mobilier urbain dans le contexte des divers défis : un facteur clé de la qualité de l'espace public

L'usage du mobilier urbain face aux différents défis constitue un élément fondamental de la qualité de l'espace public. Il est considéré comme une caractéristique essentielle reflétant la qualité de l'espace public ainsi que la satisfaction des usagers. Cet élément urbain peut être confronté à plusieurs défis, internes, liés à sa conception et à ses différents critères, ou externes, incluant divers facteurs affectant son usage, tels que des facteurs environnementaux, économiques, sociaux, urbains, culturels et numériques.

II.3.1 L'usage de mobilier urbain face aux défis de design architectural

L'usage du mobilier urbain rencontre souvent des défis liés à sa fonction, ce qui peut le rendre parfois non fonctionnel. Il arrive que le mobilier urbain ne soit pas suffisamment adapté pour répondre aux besoins des usagers, par exemple en cas d'absence d'un éclairage suffisant pour l'accessibilité et la lisibilité de l'espace urbain, ou en l'absence de numérisation dans les bancs publics et de services à distance tels que la demande d'une intervention médicale urgente ou une aide à la sécurité. De plus, lorsque le mobilier urbain ne respecte pas les normes de santé urbaine, telles que la désinfection des mains ou la protection contre les facteurs externes saisonniers, son usage peut être compromis. En outre, la forme du mobilier peut influencer

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

son usage. Elle peut être un élément positif, augmentant la beauté de l'espace et contribuant à l'amélioration du paysage urbain. Cependant, une forme qui ne reflète pas l'esthétique et l'harmonie du paysage urbain peut affecter la qualité de l'espace public. La forme du mobilier interagit avec la perception des usagers, en particulier le sens de la vue, ce qui en fait un élément important dans l'esthétique, la composition urbaine et la traduction du paysage urbain. Parfois, les formes du mobilier sont confuses, difficiles à lire ou trop simples, ce qui ne contribue ni à l'esthétique de l'espace urbain ni au confort des usagers.

Outre la fonction et la forme, les matériaux de conception constituent également un défi majeur pour les éléments du mobilier urbain, surtout face aux exigences de durabilité et de design contemporain. Le choix des matériaux est crucial, car leurs propriétés physiques influencent directement leur usage et l'environnement urbain. Par exemple, les matériaux à fort albédo peuvent accentuer des problèmes urbains tels que l'effet d'îlot de chaleur. Les bancs publics en acier, exposés au soleil sans abri, emmagasinent la chaleur pendant la journée, ce qui rend leur usage difficile en raison des températures élevées. La nuit, ils libèrent cette chaleur, contribuant à l'augmentation de la température de l'air.

II.3.2 L'usage de mobilier urbain face aux défis climatique

Les conditions climatiques saisonnières extrêmes, telles que les températures élevées, l'exposition directe au soleil, les précipitations et les vents, ont une influence directe sur l'usage du mobilier urbain. Durant la saison estivale, de nombreuses villes à travers le monde enregistrent une augmentation des températures, ce qui limite l'utilisation du mobilier urbain, notamment dans des espaces publics non conçus selon les normes de design climatique contemporain. Par exemple, un banc public exposé au soleil peut devenir inconfortable pour s'asseoir en raison de la chaleur accumulée. De même, les abribus peuvent être affectés par la chaleur excessive, compromettant le confort thermique des usagers et, par conséquent, leur santé et leur bien-être. De plus, les conditions météorologiques extrêmes en hiver, telles que les précipitations, les vents, la neige, les températures basses et le froid, influencent également l'usage du mobilier urbain. Ces conditions peuvent expliquer la réticence des usagers à fréquenter les espaces publics lors de climats défavorables, laissant ces espaces souvent déserts.

II.3.3 L'usage de mobilier urbain face aux défis sociologique

Le défi sociologique concerne la relation qui lie le mobilier urbain à ses usagers. En effet, face à l'ensemble des défis précédemment évoqués, le mobilier doit être conçu pour s'adapter aux besoins des usagers, qu'ils soient d'ordre urbain, fonctionnel ou social. Cela impose la

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

présence de différents types de mobilier pour répondre à diverses fonctions. Ce défi inclut également des besoins liés au climat. Par exemple, l'utilisateur préfère s'asseoir sur un banc ombragé en été et attendre le bus dans un abri contemporain qui le protège du froid, de la pluie et de la chaleur, tout en le préservant des polluants de la route.

Par ailleurs, le défi sanitaire constitue un autre aspect fondamental. Le mobilier doit préserver la santé des usagers, en protégeant les enfants et les personnes âgées des rayons du soleil, grâce à des parasols ou des bancs ombragés. Il doit également être capable de fournir des services de santé, tels que la désinfection des mains, via des éléments intégrés dans le mobilier ou des panneaux informatifs offrant des informations sanitaires et des services de sensibilisation. De plus, le mobilier doit répondre au défi de la santé numérique, permettant aux usagers de demander une assistance à distance ou de contacter les urgences ou un médecin.

Tous ces aspects, qui relient directement les éléments du mobilier urbain aux besoins des usagers, soulignent l'importance cruciale du défi sociologique. D'après Mehta (2013), il est essentiel de considérer les divers besoins et comportements des usagers lors de la conception du mobilier urbain, car cela favorise non seulement l'interaction sociale, mais contribue également au bien-être et à la qualité de l'expérience urbaine des citoyens.

II.3.4 L'usage de mobilier urbain face aux défis environnementaux

L'usage du mobilier urbain est fréquemment confronté à divers défis environnementaux qui peuvent influencer sa performance, sa durabilité et sa contribution à la qualité de l'espace public. La conception de mobilier urbain durable constitue un enjeu majeur, puisqu'elle vise à répondre aux besoins des usagers tout en minimisant l'impact environnemental. Parmi ces défis figure la capacité du mobilier à s'intégrer harmonieusement à son environnement local, en tenant compte de son design, de sa sensibilité aux conditions climatiques, ainsi que de son influence sur la pollution et la qualité de l'air. Ainsi, il est essentiel que le design du mobilier urbain intègre des stratégies durables, incluant la sélection de matériaux écologiques, la résistance aux conditions climatiques extrêmes et l'optimisation de la fonctionnalité tout en réduisant l'empreinte écologique. Cette approche permet à la fois de prolonger la durée de vie du mobilier, et de renforcer la résilience de l'espace public face aux défis environnementaux contemporains.

II.3.5 L'usage de mobilier urbain face aux défis numérique

L'un des défis de la contemporanéité est le défi numérique. Face à ce défi, l'usage des éléments du mobilier urbain doit être adapté aux besoins numériques des usagers. La qualité

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

d'usage fournie par un banc numérique, équipé d'Internet et d'écrans interactifs, ne procure pas le même confort ni la même expérience qu'un banc classique. Parmi les défis numériques du mobilier, on peut citer l'intégration de l'Internet des objets (IoT) et de l'intelligence artificielle dans sa conception. Par exemple, dans un jardin public, certains lampadaires sont équipés de caméras numériques permettant de surveiller l'espace et les usagers, et de gérer le jardin à distance. On trouve également des bancs numériques offrant aux usagers la possibilité de communiquer et d'accéder à Internet. Un autre exemple est celui des arrêts de bus numériques, qui peuvent être dotés de stations intelligentes intégrant l'IoT et l'intelligence artificielle, permettant aux usagers de consulter les horaires de passage et d'obtenir diverses annonces et informations à distance.

II.4 Le mobilier urbain smart, un défi de design urbain contemporain

Le mobilier urbain smart constitue l'un des défis du design urbain contemporain durable. Ainsi, il intègre de nombreux aspects de design intelligent, reflétant ainsi les principes de durabilité et de résilience urbaine tout en répondant aux besoins des usagers face à divers défis. Son design smart contribue à la préservation de l'environnement tout en favorisant un développement socio-économique. Parmi les dispositifs mis en place, on peut citer des bancs solaires numériques munis de ports USB pour la recharge d'appareils ou des panneaux interactifs diffusant en temps réel des données sur les transports en commun. On trouve également des stations solaires pour la recharge de vélos en libre-service, intégrées à des applications mobiles. Ce mobilier smart encourage l'interaction sociale, facilite l'accès à l'information et renforce la sécurité en permettant une gestion plus efficiente des espaces publics. Dans l'ensemble, il joue un rôle essentiel dans l'amélioration de la dynamique, de l'accueil et de l'adaptabilité de l'espace public aux besoins des usagers. Au sein de cette catégorie, on distingue le mobilier urbain écologique biophilique, celui doté de caractéristiques numériques et celui qui offre des solutions énergétiques, chacun possédant ses propres attributs et contribuant de manière significative à la conception d'un espace public urbain smart, durable et résilient.

II.4.1 Le mobilier urbain smart écologique biophilique

Le mobilier biophilique, décrit comme une fusion entre les éléments végétaux et urbains, est considéré comme l'un des éléments du mobilier smart, car il reflète de nombreux avantages tant pour les usagers que pour l'environnement dans l'espace public urbain. Cet aspect du mobilier smart se manifeste à travers l'intégration de bancs combinés à des jardinières à des fins esthétiques ou alimentaires, contribuant ainsi à l'embellissement de l'espace public. De

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

plus, ce type de mobilier favorise l'autonomie urbaine, renforce les liens sociaux et promeut la durabilité. Les bancs munis d'un abri végétal biophilique offrent de l'ombre et de la fraîcheur, contribuant à une climatisation naturelle de l'espace public. Ils améliorent le confort thermique des usagers et la qualité d'usage de l'espace, tout en participant à la réduction de la pollution urbaine.

Les abribus à toit végétal, comme ceux d'Amsterdam et de Singapour, sont également considérés comme des éléments du mobilier urbain smart biophilique. Le banc végétalisé novateur implanté à Piccadilly Circus, au cœur de Londres, constitue un autre exemple abouti de ce type de mobilier (la figure II.3). Il se présente sous la forme d'un mur végétal vertical recouvert de mousse, reconnu pour sa capacité à absorber la pollution de l'air, équivalente à celle de centaines d'arbres. Conçu pour améliorer la qualité de l'air, ce banc biophilique, connu sous le nom de CityTree, est décrit par ses concepteurs comme le premier système de filtration d'air biologique intelligent à l'échelle mondiale. La disposition comprend un banc adossé à un mur revêtu de différentes mousses spécifiques capables d'absorber la pollution. Selon les recherches menées par Green City Solution, cette initiative est aussi performante que 275 arbres réels.



Figure II.3: Le banc public smart biophilique à Londres UK. Source. URL1.

II.4.2 Le mobilier urbain smart numérique

Parmi les éléments de mobilier urbain smart, le mobilier numérique occupe également une place significative. Selon le rapport du Luskien Center for Innovation (2018) sur les parcs

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

smart, le design numérique et les technologies intelligentes permettent la collecte de données exploitables pour améliorer l'accessibilité aux parcs, renforcer la sécurité, optimiser la programmation, gérer les opérations et favoriser les interactions entre les responsables des parcs et les usagers (SMART Parks, Lusk Center for Innovation, 2018).

L'intégration des paramètres numériques, tels que l'IoT et l'intelligence artificielle, dans le design du mobilier urbain constitue un catalyseur de la numérisation de celui-ci. La combinaison du design numérique et du mobilier est un moyen efficace de promouvoir la digitalisation dans l'environnement urbain et ses composantes. Elle contribue également à résoudre divers problèmes auxquels la ville et l'environnement urbain sont confrontés.

Parmi les exemples de ce type de mobilier, on peut citer les bancs numériques offrant une connectivité Wi-Fi, comme le banc public smart situé sur la place centrale de Belgrade en Serbie (Figure II.4). Les corbeilles à déchets et les panneaux d'affichage numériques constituent également des instruments efficaces pour la gestion durable de l'espace urbain. De plus, les lampadaires numériques permettent la gestion à distance, la surveillance et le renforcement de la sécurité en temps réel des espaces publics et de leurs usagers.

Ainsi, le mobilier numérique est considéré comme smart, car il contribue efficacement à améliorer la performance du mobilier dans l'espace public, renforçant sa qualité et procurant confort et bien-être aux usagers.



Figure II.4: Le banc public intelligent de la place centrale de Belgrade en Serbie. Source. Source. UR2.

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

II.4.3 Le mobilier urbain smart énergétique

Le mobilier urbain smart énergétique met en avant le design énergétique comme acteur principal. Face aux défis du design durable et à la reconnaissance du rôle crucial des énergies renouvelables, ce type de mobilier constitue une approche de design durable dans le paysage urbain. Les énergies renouvelables, telles que celle solaire, éolienne, hydraulique, cinétique, la biomasse et la géothermie, peuvent être intégrées dans la conception du mobilier urbain afin de contribuer à créer un design à énergie positive. Parmi les exemples figurent des bancs solaires, des lampadaires éoliens et des pavés de sol à énergie cinétique. Grâce à ces stratégies, le mobilier urbain joue un rôle primordial dans la promotion de la durabilité urbaine. Ces composantes énergétiques du design urbain contribuent non seulement à la réduction des coûts, mais également à l'amélioration de la qualité de vie en milieu urbain, en fournissant des services écologiques et en sensibilisant les habitants à l'importance des énergies renouvelables dans les espaces publics. La figure II.5 illustre un exemple de mobilier urbain énergétique, en l'occurrence, un revêtement de sol cinétique. Cet élément joue un rôle crucial dans l'amélioration de la qualité de vie urbaine. On peut citer le pavé développé par la société PAVEGEN comme exemple de ce type de mobilier : il transforme les pas et les marches en énergie renouvelable, utilisée à d'autres fins, notamment pour l'éclairage.



Figure II.5: Pavé du sol à énergie cinétique Pavegen. Source. Pavagen 2017.

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

II.5 Réconcilier le design solaire et le mobilier urbain, un pas de durabilité énergétique

Le mobilier urbain solaire constitue l'un des piliers fondamentaux du mobilier énergétique, car il repose sur l'énergie solaire comme base de conception. L'énergie utilisée dans la conception de ce mobilier est fournie par le Soleil, une ressource abondante et omniprésente sur notre planète. Contrairement à d'autres sources d'énergie non renouvelables, l'énergie solaire nous fournit quotidiennement de la lumière, ce qui représente un avantage essentiel dans la quête mondiale de sources d'énergie plus propres et durables. Face aux défis majeurs tels que le changement climatique et la détérioration de l'environnement, l'exploitation de cette ressource inépuisable ouvre la voie à un avenir plus écologique (Rawat et al., 2024). Le mobilier urbain, en tant qu'élément ayant un contact direct avec le solaire en milieu urbain, revêt une importance cruciale, le positionnant comme un acteur clé dans la transition vers des espaces publics durables et à énergie positive. L'intégration de l'énergie solaire dans sa conception constitue une stratégie significative visant à réduire les surfaces minérales en milieu urbain, ce qui peut contribuer à atténuer le phénomène d'îlot de chaleur urbain. L'énergie solaire est extrêmement polyvalente à l'état brut. Elle peut être captée et transformée en électricité exploitable grâce à deux technologies principales : les cellules photovoltaïques (PV) et l'énergie solaire concentrée (ESC). Chaque approche présente des avantages spécifiques, mais leur objectif commun est d'exploiter cette ressource renouvelable afin de satisfaire les besoins en électricité et de diminuer la dépendance aux combustibles fossiles (Rawat et al., 2024).

Parmi les éléments du mobilier urbain solaire, on peut citer le banc public solaire, qui offre une connectivité autonome grâce à l'électricité générée par l'énergie solaire et permet de recharger les appareils des usagers. Des systèmes d'éclairage solaire résilients, économes en énergie et à faible coût sont également utilisés. À titre d'exemple, les abris de bus solaires, équipés de toits dotés de panneaux photovoltaïques, fournissent de l'électricité renouvelable pour l'éclairage, le chauffage ou la climatisation de l'abri. La figure II.6 illustre les composants nécessaires pour réaliser une installation solaire photovoltaïque.

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

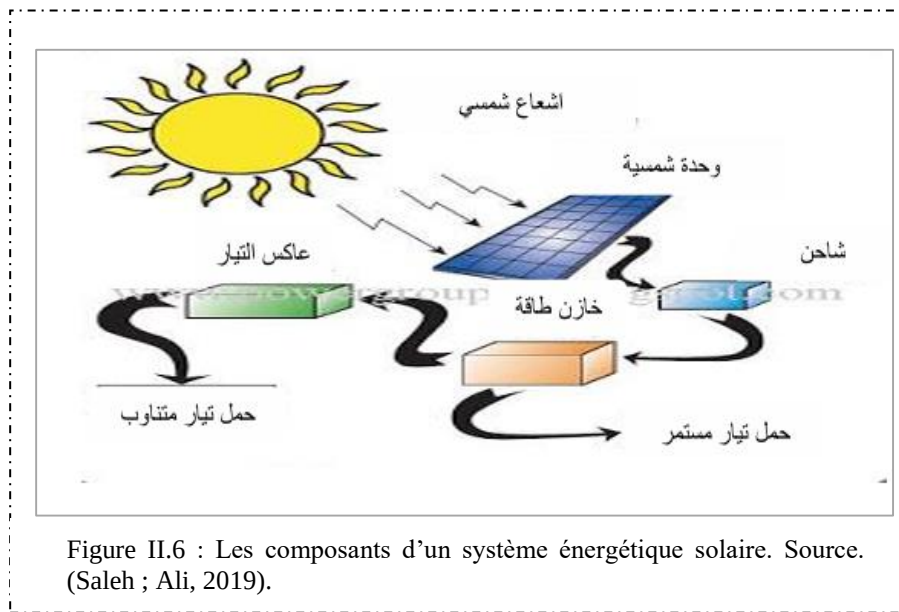


Figure II.6 : Les composants d'un système énergétique solaire. Source. (Saleh ; Ali, 2019).

II.5.1 Le mobilier urbain solaire

Le mobilier urbain solaire constitue l'un des éléments du design énergétique dans celui-ci, se traduisant par la collecte de l'énergie solaire durable intégrée dans sa conception. Ce concept urbain novateur vise à transformer les villes en entités connectées, optimisées et à énergie positive. Il a donné naissance à un vocabulaire spécifique qui fusionne les domaines du design urbain et du design énergétique smart. Cet objet urbain énergétique englobe tous les accessoires urbains solaires, innovants et durables, qui contribuent à l'aménagement d'espaces publics à énergie positive. Dans son étude de 2020, Premier Alessandro définit le mobilier urbain solaire comme un élément de design urbain durable intégrant des technologies solaires, conçu pour s'adapter aux conditions environnementales. Les catégories principales incluent les abribus, les pergolas, les auvents, les arbres artificiels solaires, les bancs solaires et l'éclairage public (Premier, 2020). Ainsi, le mobilier urbain solaire peut être défini comme un accessoire urbain smart conçu pour améliorer l'attrait, la convivialité et la durabilité des espaces publics urbains. Il englobe à la fois des aspects énergétiques, et des dimensions socio-économiques et numériques.

Dans son étude, Premier (2020) a montré que le design du mobilier urbain solaire est influencé par trois critères essentiels, dont la qualité de l'intégration architecturale. Ce critère se réfère à la nécessité que le mobilier soit conçu comme faisant partie intégrante de l'architecture ou de l'aménagement urbain, et son évaluation porte sur la géométrie, la matérialité et la modularité. En outre, la question critique du contexte urbain examine comment les normes de qualité en matière d'intégration architecturale ont été ajustées selon

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

les caractéristiques locales, notamment la sensibilité du milieu urbain et la visibilité du mobilier urbain. La sensibilité du contexte renvoie à la valeur socioculturelle de l'environnement urbain dans lequel le mobilier est situé : les centres historiques sont communément désignés comme des zones à haute sensibilité, tandis que les zones industrielles ou les banlieues défavorisées sont considérées comme moins sensibles. L'évaluation de la visibilité du système concerne la perception des systèmes solaires à partir des lieux publics et peut être définie comme une "visibilité rapprochée" en contexte urbain, ou une "visibilité distante" depuis un point d'observation éloigné (Lobaccaro et al., 2019 ; Premier, 2020).

II.6 L'effet et les défis du mobilier urbain solaire dans le design urbain

Le mobilier urbain solaire, comme mobilier énergétique reflétant la durabilité, constitue un élément de design urbain contemporain, surtout qu'il comprend plusieurs types, chacun remplissant une fonction urbaine spécifique. Cette diversité fonctionnelle, en plus de renforcer la conception énergétique de l'espace public, contribue également à améliorer la qualité d'usage. Dans cette section, nous présenterons les principaux types de mobilier solaire en précisant l'effet de chaque type. Cet objet a été confronté à plusieurs défis liés à sa conception formelle et esthétique, à ses fonctions, à ses apports et contributions urbaines, ainsi qu'à d'autres facteurs tels que les matériaux utilisés, la taille et les typologies. Parmi ces types figurent notamment les bancs publics solaires, l'éclairage public, les abris-bus, les stations de charge, les éléments de décoration, les corbeilles et corbeilles à déchets, le pavage du sol, les spots lumineux, les fontaines et jets d'eau, les brumisateurs, les panneaux d'orientation et d'information, ainsi que plusieurs autres typologies.

II.6.1 Le banc public (The solar-powered public bench)

Le banc public solaire est considéré comme un composant du mobilier urbain solaire et comme un élément durable d'aménagement urbain. Il est indispensable de disposer d'un élément écologique multifonctionnel efficace afin de favoriser un développement urbain respectueux de l'environnement, tout en étant socio-économique. Ce type de mobilier solaire offre une variété de fonctions et d'avantages, notamment le repos, la connectivité, l'ombre et l'éclairage. À titre d'exemple, le banc public installé sur la place de Belgrade en Serbie, ainsi que celui installé à l'Université des Sciences et Technologies du Roi Abdallah en Arabie Saoudite, représentent des exemples exemplaires de bancs solaires (voir la figure II.7). Ces bancs incarnent un défi innovant en matière de design durable, avec un siège flexible fonctionnant à l'énergie solaire. Leur forme circulaire est conçue pour permettre un

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

emboîtement infini, favorisant ainsi une répétition géométrique. Ces objets écologiques novateurs promeuvent un confort visuel et fonctionnel élevé, ainsi que la connectivité, la souplesse, la flexibilité, la sécurité, la surveillance et le respect de l'environnement grâce aux performances du panneau photovoltaïque. Ils constituent à la fois des éléments de repos, d'ombre et d'éclairage.

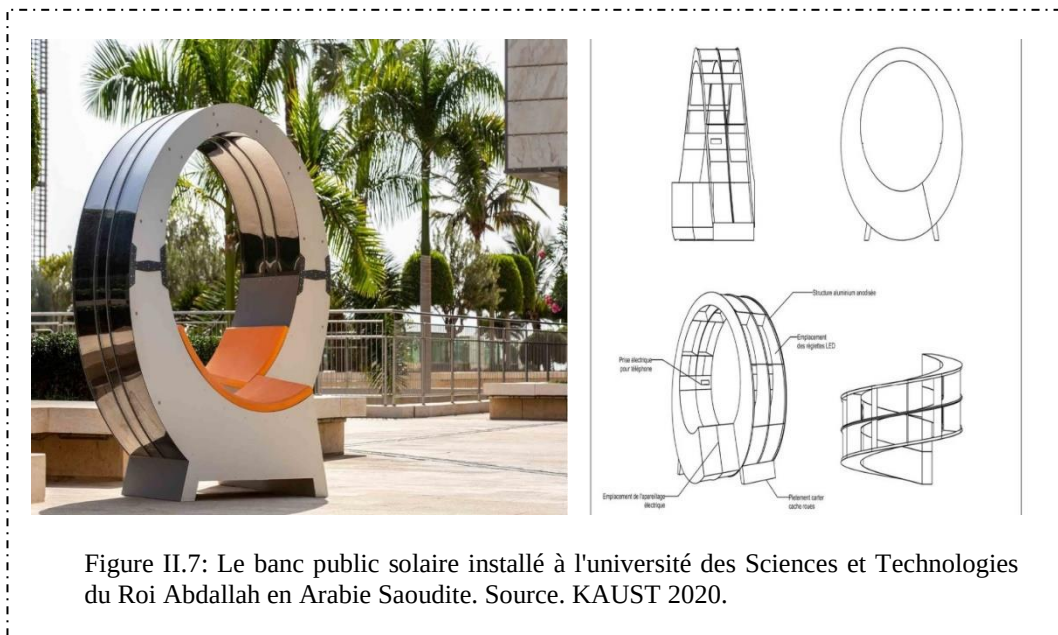


Figure II.7: Le banc public solaire installé à l'université des Sciences et Technologies du Roi Abdallah en Arabie Saoudite. Source. KAUST 2020.

II.6.2 L' éclairage public (Solar-powered public lighting)

Un autre élément du mobilier solaire est l'éclairage, qui était à l'origine un mobilier énergétique dépendant de l'électricité pour illuminer divers espaces urbains. En reliant l'éclairage à l'énergie solaire, il s'inscrit dans les principes de durabilité, améliorant ainsi la performance de ce mobilier et de l'espace dans lequel il se trouve. Cet objet solaire est reconnu comme un système d'éclairage à la fois économe en énergie et performant, constituant un élément essentiel dans la conception d'une structure lumineuse écologique et durable. Ce dispositif contribue à l'illumination de la ville et à l'amélioration de l'accessibilité des espaces publics urbains. Grâce à son autonomie énergétique solaire, ce système peut remplir diverses fonctions en intégrant l'intelligence artificielle (IA) et l'Internet des objets (IoT), en exploitant l'énergie produite par le solaire, ce qui améliore sa performance. Parmi les exemples de cet élément, on peut citer l'éclairage solaire de l'artiste gallois Ross Lovegrove (voir la figure II.8), une œuvre artistique et écologique installée dans les rues de Vienne-Grec et au Square John's à Clerkenwell, Londres, au Royaume-Uni. Ce lampadaire, appelé l'Arbre solaire, mesure 5 mètres de hauteur et est composé de tubes d'acier. Son design futuriste comprend 20 branches, tandis qu'au sommet de la structure sont disposés 10

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

panneaux solaires en forme de feuilles. La nuit, le lampadaire s'active automatiquement et sa réserve énergétique lui permet de fonctionner de manière autonome pendant trois jours.

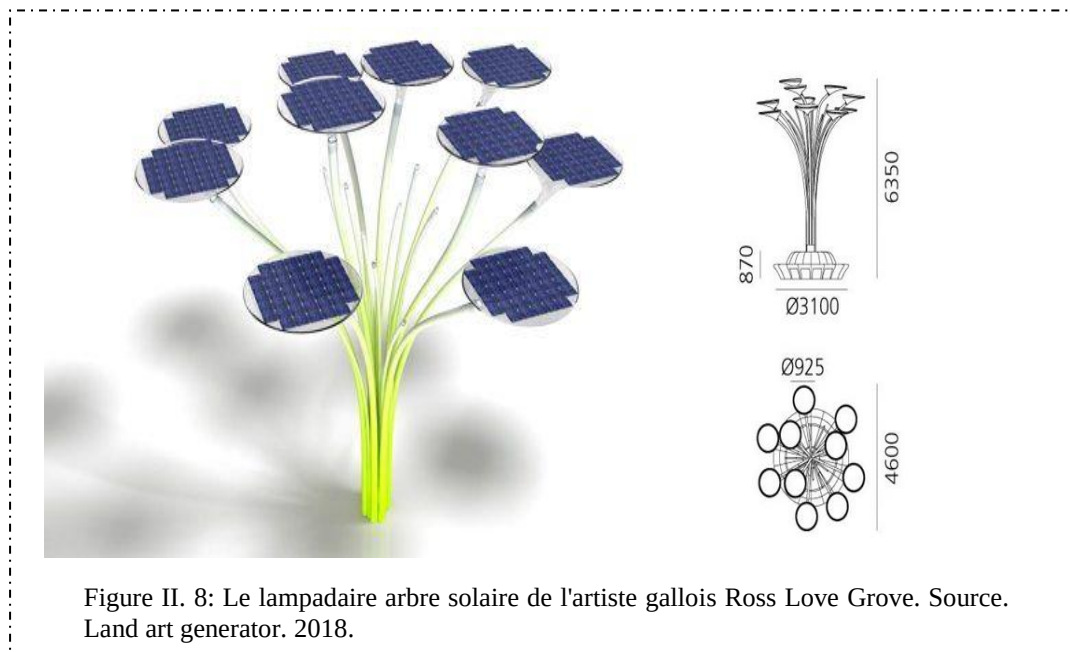


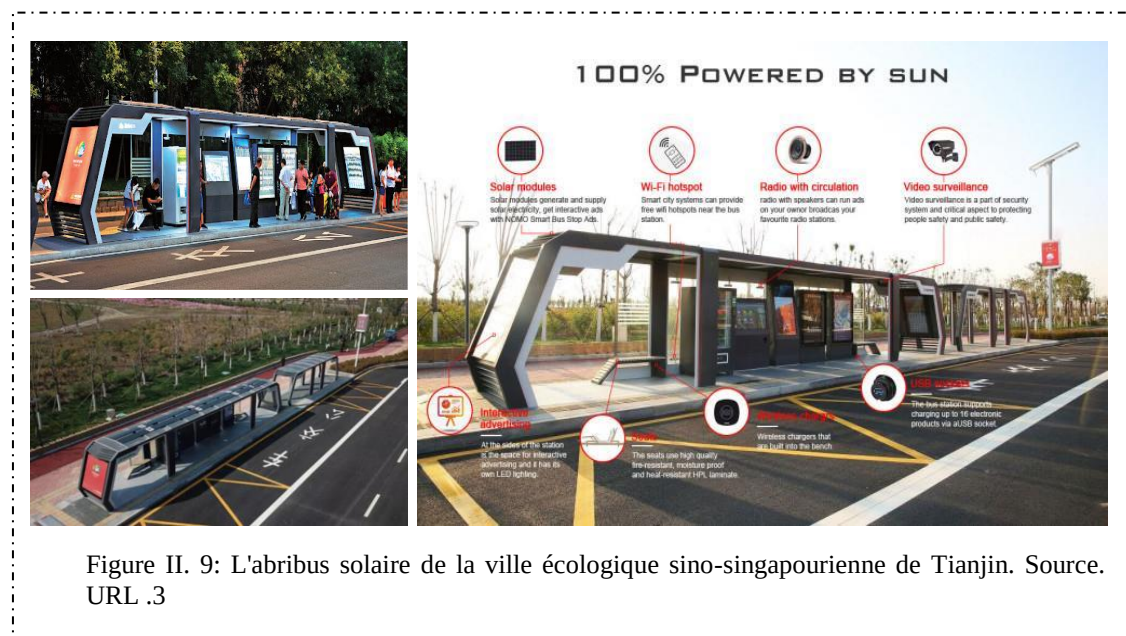
Figure II. 8: Le lampadaire arbre solaire de l'artiste gallois Ross Love Grove. Source. Land art generator. 2018.

II.6.3 L'abribus solaire (Solar bus shelter)

En plus des mobiliers d'assise et d'éclairage, les éléments du mobilier solaire peuvent également inclure plusieurs éléments liés au transport, parmi lesquels l'abribus solaire, dont la conception repose sur un design solaire utilisant des panneaux qui produisent de l'énergie propre et renouvelable. Ce mobilier peut alimenter des lampes d'éclairage, des panneaux d'affichage en temps réel et des stations de recharge pour téléphones, tout en contribuant à la réduction de l'empreinte carbone. Ce type de mobilier urbain solaire, fréquemment équipé de technologies telles que l'Internet des objets (IoT) et l'intelligence artificielle (IA), participe à la création d'un environnement urbain plus durable et connecté. L'abribus solaire de la ville écologique sino-singapourienne de Tianjin (voir la figure II.9), conçu par Hanergy, la plus grande entreprise mondiale de solutions d'énergie à couche mince, constitue un modèle d'abribus solaire multifonctionnel. Il est équipé pour offrir confort et divers services aux passagers, tels que des informations en temps réel sur la localisation des bus, la connectivité, des services de bibliothèque numérique, la recharge de téléphones portables et des distributeurs automatiques. Grâce à l'installation de 28 panneaux solaires à couche mince sur son toit, cette gare routière est autonome en matière de production d'énergie. Elle est ainsi un acteur engagé dans la préservation de l'environnement, la conservation des ressources et la

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

lutte contre le changement climatique. Un autre exemple est le premier arrêt de bus bio-intelligent, implanté à proximité du Centre Heydar Aliyev à Bakou, en Azerbaïdjan. Cet abribus, alimenté par des panneaux solaires, est équipé d'une douche de désinfection, d'un terminal de paiement électronique et de prises de courant pour recharger les appareils mobiles.



II.6.4 Les jets d'eau et les fontaines (Solar water jets and fountains)

Le mobilier urbain solaire peut également être intégré aux éléments aquatiques tels que les fontaines, les bassins, les jets d'eau et les cascades, ces derniers étant équipés de systèmes solaires pour générer de l'énergie. L'énergie produite par ces éléments peut être utilisée pour disperser de l'eau dans l'air afin de le refroidir ou chauffer dans des conditions climatiques extrêmes, ou encore pour enrichir le paysage urbain grâce aux jeux d'eau créés par ces systèmes. De plus, cette énergie contribue à réduire les coûts et à progresser vers la durabilité en adoptant une source d'énergie renouvelable. Elle peut également alimenter les systèmes de gestion à distance de ces éléments aquatiques. La figure II.10 illustre un exemple de jet d'eau solaire.

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable



Figure II.10:un jet d'eau solaire. Source. URL.4

II.6.5 Les corbeilles à déchets (Solar-powered waste bins)

Les corbeilles à déchets et à ordures sont considérées comme des outils urbains essentiels capables de nettoyer l'espace public et la ville, afin d'assurer la propreté urbaine, d'enrichir le paysage urbain et de fournir un environnement sain et agréable aux usagers. En effet, tout ce qui est propre est souhaitable. Ces conteneurs constituent une première ligne de défense contre la pollution urbaine et représentent donc un élément indispensable de tout espace public. Ce rôle crucial a incité les concepteurs à améliorer leur conception en intégrant des solutions durables, telles que l'énergie solaire, donnant ainsi naissance à des conteneurs urbains solaires dotés de multiples fonctions. Parmi celles-ci figurent des conteneurs équipés de l'Internet des objets (IoT) permettant leur gestion à distance. Ils permettent aussi l'utilisation de l'énergie solaire pour fournir de l'éclairage durant la nuit, ainsi que l'installation d'écrans d'affichage offrant divers services aux utilisateurs, tels que des informations sur la propreté de l'espace et des messages de sensibilisation. De plus, certains conteneurs sont équipés de caméras de surveillance alimentées par les panneaux solaires, permettant de veiller sur ces derniers et d'obtenir des informations sur l'état du lieu. La corbeille solaire Bigbelly (voir la figure II.11) constitue un exemple innovant de gestion des déchets, implantée dans la ville de Philadelphie, la métropole principale de Pennsylvanie aux États-Unis. Cette poubelle solaire intelligente est dotée d'un système de compactage automatique, lui conférant une capacité de stockage cinq fois supérieure à celle d'une

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

poubelle classique. Lorsqu'elle atteint sa capacité maximale, Bigbelly envoie un signal sans fil aux agents de propreté pour les alerter qu'il est temps de procéder à la collecte.



Figure II. 11: Corbeille solaire à déchets Bigbelly. Source. URL.5.

II.6.6 Les panneaux d'affichage urbain (Solar urban billboards)

En plus de tous ces éléments du mobilier urbain solaire, les panneaux urbains destinés à l'orientation, la signalisation, la publicité, l'information ou la décoration peuvent également être conçus grâce à l'énergie solaire, ce qui leur permet de produire une énergie durable utilisée pour l'éclairage ou l'alimentation des panneaux numériques, et éventuellement pour d'autres usages, comme l'alimentation de vélos. Ils représentent un aspect crucial de la gouvernance urbaine et de la gestion intelligente des espaces urbains, jouant un rôle central dans l'identité d'une ville. Ces infrastructures favorisent la connectivité et la sécurité, et se déploient dans divers espaces tels que les places, les jardins, les parcs, les sites archéologiques, ainsi que le long des rues, des boulevards et des autoroutes. Les panneaux solaires d'affichage urbain peuvent être équipés de caméras de surveillance et de lampadaires écologiques solaires intelligents. Le panneau urbain Soofa, situé à Boston aux États-Unis, illustre un exemple concret de panneau urbain solaire, exploitant l'énergie pour diffuser des informations en temps réel aux usagers de l'espace urbain. Sa conception sobre et son design élégant en font un outil durable, à faible empreinte environnementale et économe en énergie. Un autre exemple est le panneau solaire d'information de la ligne nord-ouest du métro de Sydney (voir la figure II.12), reliant la banlieue nord-ouest de la ville. Cet objet marque le début d'un projet de métro ambitieux visant à améliorer la mobilité dans cette métropole

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

australienne dynamique. Ces panneaux, alimentés par l'énergie solaire et à faible consommation, offrent une solution efficace et conviviale pour diffuser en temps réel des informations sur les déplacements dans les stations de métro.



Figure II.12: Le panneau solaire d'information de la ligne nord-ouest du métro de Sydney. Source. URL.6.

II.6.7 Les stations de charge solaire (Solar charging stations)

Les stations de recharge solaire, en plus des éléments du mobilier de ce type liés au transport tels que les abribus, sont perçues comme des dispositifs urbains de recharge électrique durable et résiliente. Elles s'inscrivent dans le cadre du transport durable et constituent un élément du mobilier urbain solaire répondant aux défis de la transition écologique et énergétique. Leur déploiement favorise l'adoption des véhicules électriques et des scooters, tout en améliorant l'accessibilité au très haut débit mobile. De plus, ces stations peuvent également être utilisées pour recharger des bus, des tramways et des bateaux. La station de recharge électrique ELEN LEAF à Zagreb (voir la figure II.13), développée par la société publique croate de distribution d'énergie HEP, constitue un exemple illustratif de station de recharge solaire ultrarapide pour véhicules électriques. Située sur la place Stjepan Radić de Zagreb, cette installation est équipée de deux auvents alimentés par des panneaux solaires. Elle offre une puissance de charge de 50 kW en courant continu et de 43 kW en courant alternatif, permettant la recharge simultanée de deux véhicules. De plus, les stations ELEN LEAF génèrent annuellement 3000 kWh d'électricité à partir de sources renouvelables. L'objectif de cette technologie est de favoriser un transport durable et intelligent, tout en améliorant le confort et la santé des usagers, et en contribuant à la qualité de l'environnement urbain par la réduction des émissions de polluants et du niveau sonore.

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable



Figure II.13: La station de recharge solaire ELEN LEAF à Zagreb Croatie. Source, URL 7.

II.6.8 Les arbres solaires (Solar tree)

L'arbre solaire est également un élément de mobilier solaire. Il s'agit d'un mobilier en forme d'arbre offrant de nombreux services aux usagers et à l'espace public. Ce dispositif utilise l'énergie solaire pour améliorer la performance globale de l'espace public et fournir divers services tels que l'éclairage, la recharge d'appareils et la sécurité. Conçu comme le pendant de l'arbre naturel, ses feuilles sont en réalité des panneaux solaires. Parmi les exemples notables figure l'arbre solaire situé au Bayfront Park (voir la figure II.14), au cœur de Miami, en Floride, aux États-Unis, constituant un élément écologique attractif renforçant l'attrait du parc. Un autre exemple est l'arbre solaire conçu par l'artiste gallois Ross Lovegrove, installé dans les rues de Vienne-Grèce et au Square John's à Clerkenwell, à Londres, au Royaume-Uni. Ce dernier a été précédemment présenté dans la catégorie de l'éclairage solaire comme mobilier d'éclairage énergétique durable.



Figure II.14: l'arbre solaire de Bayfront Park. Source, URL.8.

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

II.6.9 Le pavé du sol solaire (The solar floor paving stone)

Le revêtement de sol solaire constitue un élément de mobilier urbain solaire utilisé pour aménager l'espace public dans toutes ses typologies. Il présente de nombreux avantages, tels que l'économie d'énergie, la récupération de l'eau de pluie pour rafraîchir les villes chaudes en été, ainsi que son utilisation comme système d'éclairage intelligent pour les voies urbaines. Ces éléments d'infrastructure urbaine se distinguent par leur faible empreinte carbone. Un exemple emblématique est le pavé de sol solaire de la piste cyclable Van Gogh aux Pays-Bas (voir la figure II.15), qui illustre un modèle innovant de pavé de ce type alimenté par l'énergie solaire. Cette technologie permet d'éclairer les voies grâce à une source d'énergie renouvelable, évitant ainsi l'utilisation de l'électricité conventionnelle. Cette approche novatrice, développée par le scientifique José Carlos, repose sur l'agencement de milliers de pierres solaires disposées en motifs tourbillonnants, évoquant la célèbre « Nuit étoilée » du peintre néerlandais Vincent van Gogh.

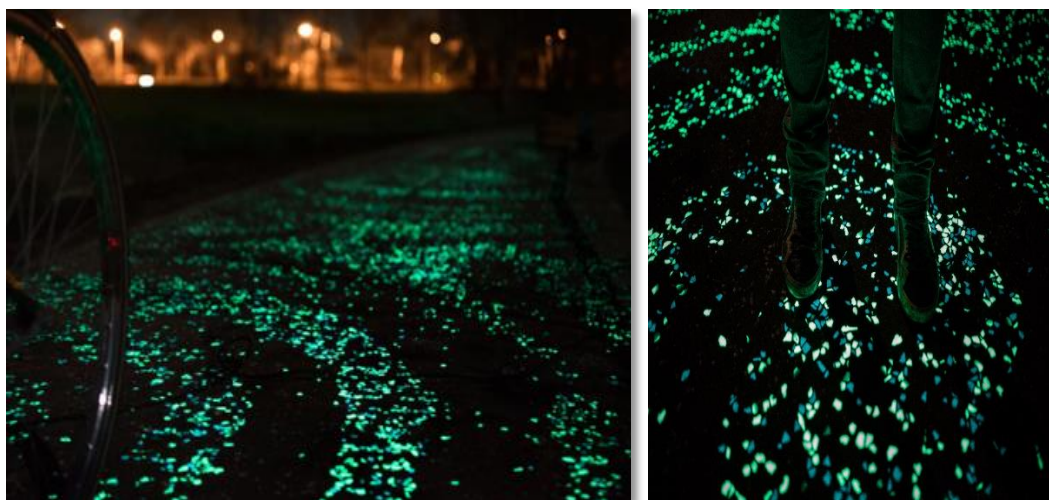


Figure II.15 : le pavé du sol solaire de la piste cyclable Van Gogh aux Pays-Bas.

Source.URL9.

II.6.10 Les pergolas, canopées et auvents solaire (Pergolas, canopies and solar awnings)

De tous les éléments mentionnés précédemment, il apparaît explicitement que le mobilier solaire constitue un enjeu majeur pour la durabilité urbaine. Parmi ces éléments, les parasols solaires jouent un rôle essentiel dans la protection contre les facteurs externes, notamment climatiques, tels que la chaleur intense et les pluies. Ces ombrières écologiques sont des structures innovantes, de tailles variables, fixes ou amovibles, caractérisées par une structure surélevée composée de matériaux durables, tels que des tissus isolants ou des panneaux solaires. En plus de générer de l'électricité verte, elles contribuent à rafraîchir naturellement

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

l'environnement urbain, offrant ainsi un confort optimal aux usagers. Parmi les exemples les plus significatifs figurent les parasols conçus à la Medina Haram en Arabie saoudite (voir la figure II.16), un dispositif novateur jouant un rôle crucial dans l'amélioration du confort thermique des pèlerins dans une ville au climat désertique chaud et aride.



Figure II.16: auvent smart Al-Madīna en Arabie Saoudite. Source. URL .10.

En plus de leur rôle principal, ces auvents peuvent être équipés de toits intégrant des panneaux solaires, leur permettant de produire une énergie durable capable de fournir divers services reflétant la qualité de l'espace public, comme l'éclairage. De plus, cette énergie peut alimenter un mécanisme rendant le toit mobile, lui permettant de s'ouvrir et de se fermer en fonction des besoins. Ces parasols peuvent être autonomes ou intégrés à d'autres éléments urbains, par exemple dans un banc ou une table urbaine, renforçant ainsi les services offerts par ce mobilier, tels que l'éclairage, la recharge des téléphones et des appareils électriques. Cela transforme l'espace en un lieu de repos et éventuellement en un bureau en plein air. La figure II.17 illustre une table équipée d'un auvent solaire.

Ces dispositifs urbains solaires du mobilier urbain jouent un rôle majeur dans l'amélioration de la qualité d'usage des espaces publics. Ils contribuent à fournir une énergie renouvelable durable pour le mobilier urbain, laquelle permet à son tour de réaliser de nombreux services répondant aux défis du design urbain contemporain durable. Tous ces types de mobilier solaire intelligent ne reflètent cependant pas l'ensemble des objets urbains innovants existants. En outre, d'autres formes de mobilier urbain sont également présentes, telles que les fresques murales solaires lumineuses, les pacs d'arbres, les distributeurs urbains, les analyseurs de la qualité de l'air, les fontaines à eau potable Aquafil, les rideaux lumineux, le

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

mobilier pour animaux, le mobilier de paysage urbain et de décoration, ainsi que les dispositifs laser pour la sécurité routière. Tous ces éléments contribuent de manière significative à favoriser l'intelligence, la durabilité et la résilience des espaces publics.

II.7 L'impact névralgique du mobilier solaire, comme élément du design urbain durable contemporain

Le mobilier urbain, en tant qu'élément d'aménagement de l'espace public, est étroitement lié à ce dernier et entretient une relation directe avec les usagers ainsi qu'avec l'environnement. Cette interaction l'a amené à relever de nombreux défis urbains, sociaux, économiques, environnementaux et numériques. Face à ces enjeux, un design intelligent de ce mobilier devient une nécessité incontournable, donnant naissance à plusieurs approches, telles que le mobilier biophilique, numérique et énergétique. Ce dernier, dont le mobilier urbain solaire constitue l'un des piliers et composants, n'est et un outil pour aménager l'espace public, mais également un moyen de conception urbaine durable. L'un de ses objectifs principaux est d'améliorer la performance énergétique de l'espace public et, par conséquent, d'optimiser son usage. Nous allons, ci-après, présenter l'impact ainsi que le rôle positif et efficace de cet élément durable.

II.7.1 L'impact environnemental de mobilier urbain solaire

Le mobilier solaire constitue un pilier du design urbain énergétique, reposant sur une source d'énergie propre et durable. Cette énergie renouvelable lui confère un caractère écologique marqué, s'inscrivant pleinement dans une démarche de respect et de préservation de l'environnement. En exploitant le potentiel solaire, ce mobilier réduit significativement la dépendance aux ressources non renouvelables, tout en contribuant activement à la qualité et à la durabilité de l'espace urbain. Il représente ainsi un exemple concret de conception responsable et innovante, intégrant fonctionnalité, durabilité et harmonie avec l'environnement public.

II.7.2 L'impact énergétique de mobilier urbain solaire

Le mobilier urbain solaire contribue de manière efficace à améliorer la performance énergétique de l'espace public, car il constitue un élément clé dans la conception d'espaces à énergie positive. Il renforce les services offerts par le mobilier lui-même, améliorant ainsi la fonctionnalité de l'espace public et le transformant en un environnement résilient et énergétiquement autonome. Il contribue également à la construction d'une ville durable, en accord avec les principes de la conception urbaine durable, qui considèrent les énergies renouvelables comme l'un de leurs piliers.

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

II.7.3 L'impact sociologique de mobilier urbain solaire

L'importance majeure du mobilier urbain solaire pour les usagers réside dans la diversité des services que chaque type de mobilier offre, en plus de l'énergie qu'il fournit et dont ces derniers ont besoin pour différents usages. Ces équipements peuvent également proposer des services supplémentaires, y compris numériques. Le mobilier urbain solaire est considéré comme un moyen efficace pour améliorer le confort des usagers, notamment dans les régions au climat chaud. Des dispositifs tels que les brumisateurs et les auvents solaires jouent un rôle significatif en fournissant de l'ombre et en rafraîchissant l'air pour les usagers. La capacité de ces objets urbains à générer de l'énergie positive renforce leur fonctionnalité et leur adaptation aux divers facteurs climatiques.

II.7.4 L'impact économique de mobilier urbain solaire

Le mobilier urbain solaire exerce un impact significatif sur le développement économique de l'espace public urbain. En réduisant les coûts énergétiques associés aux infrastructures et équipements publics, il permet aux collectivités locales de réallouer des ressources vers d'autres projets urbains essentiels, contribuant ainsi à une meilleure gestion financière et à l'optimisation des budgets municipaux. Par ailleurs, le déploiement de ce type de mobilier crée de nouvelles opportunités d'emplois dans les domaines de la conception, de l'installation et de la maintenance des panneaux photovoltaïques, stimulant l'économie locale et favorisant l'innovation dans les technologies durables. En intégrant ces équipements dans l'espace public, les villes bénéficient non seulement d'une performance énergétique améliorée, mais également d'un espace urbain plus attractif et fonctionnel. Ainsi, le mobilier urbain solaire se positionne comme un levier stratégique pour la durabilité, la résilience et le développement économique des espaces publics urbains.

II.7.5 L'impact numérique de mobilier urbain solaire

L'intégration du design solaire énergétique permet d'enrichir le mobilier urbain en lui conférant des fonctionnalités supplémentaires, notamment numériques. L'exploitation de l'énergie solaire pour la production d'électricité facilite l'intégration de divers services interactifs, tels que la diffusion en direct d'événements, l'envoi de notifications, l'accès à des services en ligne liés à la santé et à la sécurité, ainsi que la connectivité Wi-Fi. Ces fonctionnalités contribuent à améliorer la qualité de vie en rendant les services plus rapides, fluides et accessibles aux usagers. Par ailleurs, l'intégration de l'énergie solaire dans le mobilier urbain favorise son autonomie et simplifie la gestion numérique des espaces publics, renforçant ainsi l'efficacité et la modernité de l'environnement urbain.

Chapitre II : Le mobilier urbain solaire, un levier smart et un déterminant du design urbain contemporain durable

Conclusion

Le mobilier urbain revêt une importance majeure dans la conception et l'usage de l'espace public, tels que les places, les rues, les jardins et tous les espaces urbains publics. Il englobe l'ensemble des éléments nécessaires aux usagers, tels que les bancs, l'éclairage, la signalétique, ainsi que tous les composants ayant une fonction urbaine dans l'espace public. Face aux défis urbains, environnementaux, économiques, sociaux et numériques, ce composant d'aménagement a connu une évolution significative dans sa conception, donnant lieu à l'émergence d'un mobilier intelligent, numérique, biophilique ou énergétique. Plusieurs critères et technologies contribuent à cette évolution, notamment l'Internet des objets, l'intelligence artificielle, ainsi que les approches de design végétal et aquatique. Les énergies renouvelables, et en particulier l'énergie solaire, constituent un pilier essentiel dans la conception du mobilier urbain intelligent. Elles ont permis de développer des solutions durables tout en soulevant de nombreux défis. Parmi les exemples les plus marquants figurent les bancs solaires, les ombrières intelligentes solaires, l'éclairage autonome, et d'autres formes de mobilier solaire, qui représentent aujourd'hui un véritable enjeu dans le design urbain durable. Ce type de mobilier contribue à l'amélioration de la qualité de l'espace public en renforçant sa résilience énergétique, tout en améliorant le confort des usagers et la performance fonctionnelle des espaces. Ce chapitre a ainsi abordé la notion de mobilier urbain et son importance en tant qu'élément du design urbain. Il a ensuite mis en évidence les principaux défis liés à l'usage du mobilier solaire, en s'attardant sur les enjeux liés à son développement, avant de conclure sur son rôle actif et son impact sur l'environnement, les usagers, la performance énergétique, ainsi que sa contribution à l'économie et à la transition numérique.

Chapitre III :

***L'autonomie comme vecteur fondamental du design
urbain énergétique, vers une transition urbaine
durable***

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

Introduction

Dans un contexte marqué par les nombreux défis auxquels les villes sont confrontées, notamment climatiques, environnementaux, sanitaires, sociaux et économiques. La concrétisation de l'autonomie urbaine s'impose comme une nécessité incontournable. Face à l'augmentation de la demande en énergie, l'autonomie énergétique, qui repose sur l'utilisation des énergies durables renouvelables, constitue un défi majeur pour le design des espaces urbains, notamment des jardins publics. Ce chapitre met en lumière l'autonomie énergétique en tant qu'élément central du design urbain durable. Dans un premier temps, nous avons clarifié le concept d'autonomie urbaine en examinant sa définition, ses échelles et ses aspects. Par la suite, nous avons étudié l'autonomie énergétique en analysant ses aspects principaux et sa relation avec la ville et l'espace public, ainsi que l'autonomie énergétique solaire et les aspects de sa mise en œuvre dans le jardin public. En conclusion, cette partie de la recherche souligne l'impact dynamique et le rôle actif de l'autonomie énergétique en tant qu'élément du design urbain qui reflète la durabilité et la résilience urbaine.

III.1 L'autonomie urbaine, un concept dérivé du développement durable

III.1.1 L'autonomie (Autonomy) (Autonomous)

L'autonomie, définie en anglais par le terme "autonomy", est considérée comme l'un des piliers essentiels de la durabilité. Par ailleurs, l'autonomie, ou la subjectivité, est examinée à travers diverses dimensions, telles que l'autonomie militaire, politique, économique, éducative, juridique et personnelle. Le concept d'autonomie a son origine dans la philosophie de la Grèce antique, en particulier chez Aristote, au IV^e siècle avant J.-C. Il dérive du terme grec *autonomos* (auto = soi-même, *nomos* = loi), qui fait référence à la capacité d'un individu ou d'une entité à s'auto-administrer conformément à ses propres règles. Ce concept a connu un développement au cours du XVIII^e siècle, en particulier grâce à Emmanuel Kant, qui l'a incorporé à sa philosophie morale afin d'expliquer la notion de volonté libre et de responsabilité éthique. De nos jours, l'autonomie demeure un principe essentiel abordé dans les discussions éthiques, politiques et éducatives, reflétant la recherche d'indépendance et de souveraineté personnelle (Kant, 1785). D'après (Lopez et al., 2019), l'autonomie se réfère à la capacité d'un individu ou d'un groupe à établir ses propres normes et à les respecter. En plus de cela, (Lertthanakulvat & Sonsuphap, 2024) ont expliqué que l'autonomie, définie comme la capacité de satisfaire ses propres besoins de manière indépendante et sans recourir à une assistance extérieure, s'oppose au concept de communauté

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

L'autonomie se définit comme l'état de tranquillité mentale, qui permet à un individu de réfléchir, de prendre des décisions et d'agir, sans être entravé par des obstacles externes. L'origine première du terme en question se situe dans un cadre philosophique, traitant de la nature humaine. Toutefois, par la suite, son périmètre s'est étendu pour englober d'autres aspects, tels que la libération et l'indépendance des villes et des nations, vis-à-vis des guerres et des conflits armés, leur permettant ainsi de jouir d'une autonomie gouvernementale, en matière économique, sociale, juridique et politique

En outre, ce concept s'est étendu pour inclure des domaines tels que l'enseignement et l'éducation, en faisant référence à la capacité des apprenants à prendre des décisions relatives à leur propre apprentissage, à cultiver leur esprit critique et à assumer la responsabilité de leur parcours éducatif. Selon les recherches menées par Jean Piaget (1896-1980), l'autonomie joue un rôle essentiel dans le développement cognitif, permettant à l'enfant de construire ses connaissances à travers l'expérience et l'interaction avec son environnement. En outre, cette notion inclut également les champs de l'urbanisme, de l'architecture et du design urbain, où l'autonomie revêt une importance capitale, en offrant aux collectivités la possibilité de concevoir et de superviser leur environnement de manière durable et adaptée à leurs besoins. Cela leur permet de mieux répondre à leurs exigences. L'idée d'autonomie se reflète également dans les secteurs de l'éducation, de la santé, de l'emploi, de l'urbanisme, de l'architecture, du design urbain, de la numérisation et de l'avancée technologique. Ce concept revêt une dimension globale, et une analyse approfondie révèle qu'il englobe les notions de durabilité, d'intelligence urbaine et de résilience

III.1.2 L'autonomie urbaine à travers l'histoire : vers une réinvention de l'urbanisme et de la ville

L'autonomie urbaine se présente comme une illustration d'autonomie en lien avec des objectifs urbains. Elle se réfère à la capacité de l'urbanisme et des villes à fonctionner de manière autonome, en prenant des décisions qui répondent aux besoins de leurs habitants. Ce concept trouve ses racines dans les civilisations anciennes, où les premières manifestations d'autonomie urbaine ont été observées. Par exemple, pendant l'Antiquité, en Égypte, des villes comme Thèbes et Memphis ont développé des systèmes administratifs complexes, qui leur ont donné la capacité de fonctionner de manière autonome, renforçant ainsi leur autonomie. L'autonomie urbaine se présente comme une illustration d'autonomie en lien avec des objectifs urbains. Elle se réfère à la capacité de l'urbanisme et des villes à fonctionner de manière autonome, en prenant des décisions qui répondent aux besoins de leurs habitants. Ce concept trouve ses racines dans

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

les civilisations anciennes, où les premières manifestations d'autonomie urbaine ont été observées. Par exemple, pendant l'Antiquité, en Égypte, des villes comme Thèbes et Memphis ont développé des systèmes administratifs complexes, qui leur ont donné la capacité de fonctionner de manière autonome, renforçant ainsi leur autonomie (Kemp, 2018). De manière similaire, dans les anciennes civilisations mésopotamiennes, comme Ur et Babylone, les cités ont instauré des systèmes de gouvernance afin de gérer leurs affaires internes et d'interagir avec d'autres entités, illustrant ainsi un modèle précoce d'autonomie (Postgate, 2017). Par ailleurs, durant l'Antiquité grecque, les cités-États comme Athènes et Sparte ont incarné le principe de gouvernance locale, marqué par l'implication des citoyens dans les processus décisionnels collectifs, ce qui a contribué à renforcer leur autonomie politique et sociale (Murray, 2010). Par conséquent, les aspects d'autonomie urbaine dans l'histoire ont établi les bases des concepts contemporains de gouvernance locale et de développement durable. Dans le contexte actuel, le concept d'autonomie urbaine englobe tous les aspects relatifs à la durabilité, au design smart et à la résilience, incluant la gestion durable des ressources, la préservation de l'environnement et de ses composantes, ainsi que la justice sociale, dans le but de soutenir et de favoriser la fabrique et le développement de villes résilientes et durables. De manière similaire, dans les anciennes civilisations mésopotamiennes, comme Ur et Babylone, les cités ont instauré des systèmes de gouvernance afin de gérer leurs affaires internes et d'interagir avec d'autres entités, illustrant ainsi un modèle précoce d'autonomie (Postgate, 2017). Par ailleurs, durant l'Antiquité grecque, les cités-États comme Athènes et Sparte ont incarné le principe de gouvernance locale, marqué par l'implication des citoyens dans les processus décisionnels collectifs, ce qui a contribué à renforcer leur autonomie politique et sociale (Murray, 2010). Par conséquent, les aspects d'autonomie urbaine dans l'histoire ont établi les bases des concepts contemporains de gouvernance locale et de développement durable. Dans le contexte actuel, le concept d'autonomie urbaine englobe tous les aspects relatifs à la durabilité, au design smart et à la résilience, incluant la gestion durable des ressources, la préservation de l'environnement et de ses composantes, ainsi que la justice sociale, dans le but de soutenir et de favoriser la fabrique et le développement de villes résilientes et durables

III.2 l'autonomie urbaine, une approche multidimensionnelle

L'autonomie urbaine ne se limite pas à l'urbanisme en général, mais s'étend à différentes échelles : celle de la ville, du quartier, de l'espace public et du logement. Chacun de ces niveaux présente des caractéristiques, des enjeux et des applications spécifiques. Ainsi, il devient

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

essentiel de comprendre comment l'autonomie peut être intégrée dans chacune de ces dimensions afin de renforcer la résilience, l'efficacité et la durabilité du tissu urbain.

III.2.1 Urbanisme autonome (Autonomous urbanism)

L'urbanisme autonome est considéré comme l'un des aspects et des niveaux auxquels s'applique le principe d'autonomie. Il s'agit d'une approche visant à planifier des structures et des zones urbaines autosuffisantes, capables de répondre à leurs propres besoins en recourant à des pratiques intelligentes et durables. Historiquement, les zones urbaines utilisaient couramment des matériaux naturels tels que l'argile et la pierre, offrant une isolation thermique naturelle, phénomène particulièrement observable dans les habitations des régions désertiques, qui parviennent à maintenir une température fraîche en été et chaude en hiver. De nos jours, l'urbanisme autonome se manifeste à travers l'intégration de technologies énergétiques renouvelables, telles que les panneaux solaires pour la production d'électricité, les systèmes de récupération des eaux de pluie pour un usage domestique, ou encore les toitures végétalisées. Selon (Correa, 2008). dans son ouvrage intitulé « Self-sufficient Urbanism: A Vision of Contraction for the Non-distant Future », les futures villes durables devront réduire leur dépendance à des infrastructures complexes au profit de systèmes plus flexibles et adaptables. Dans ce contexte, l'auteur met en avant l'importance d'une « concentration urbaine délibérée » visant à transformer les villes en entités plus autonomes, capables d'améliorer leur efficacité tout en réduisant leur impact environnemental.

III.2.2 La ville autonome (autonomous city)

La ville autonome se définit comme un espace urbain capable d'assurer sa propre autosuffisance, de s'auto-administrer et de prendre des décisions indépendantes en matière de gouvernance, d'économie et d'environnement. Ce concept trouve ses origines dans les civilisations anciennes, telles que Sumer et l'Égypte, où des cités comme Ur et Thèbes ont développé des structures de gouvernance permettant une gestion interne efficace (Postgate, 2017). Aujourd'hui, les villes cherchent à affirmer leur autonomie à travers la mise en œuvre d'actions liées au développement durable, à l'adoption de modes de transport autonomes et à la formulation de politiques favorisant l'inclusion sociale. Ces démarches visent à répondre aux besoins des habitants tout en préservant l'équilibre environnemental (Beatley, 2016). L'évolution de ce concept à travers le temps a fait de l'autonomie urbaine un pilier fondamental de la planification urbaine contemporaine. Une cité autonome parvient à concilier les impératifs économiques, sociaux et environnementaux de ses résidents tout en relevant les défis futurs tels que le changement climatique et l'urbanisation rapide. En intégrant des technologies

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

intelligentes et des pratiques durables, elle évolue vers un cadre de vie de qualité supérieure et devient un modèle de gestion efficace et responsable des ressources. Dans cette perspective, il est essentiel de reconnaître la valeur de l'autonomie urbaine afin de garantir un avenir plus durable et équitable pour les générations futures. Comme l'explique Vicente Guallart dans son ouvrage « *The Self-Sufficient City: Internet has changed our lives but it hasn't changed our cities, yet* », l'intégration des technologies numériques dans la planification urbaine possède un potentiel transformateur considérable. Il soutient que, bien que l'internet ait profondément modifié la vie quotidienne des individus, il n'a pas encore entraîné de changements structurels majeurs dans les villes. Selon (Guallart, 2014), toute révolution technologique ne peut être pleinement accomplie qu'à travers une transformation parallèle des modes de vie et des approches urbanistiques, condition essentielle au développement de véritables villes autonomes.

III.2.3 Le quartier autonome (autonomous neighborhood)

Le quartier autonome se distingue par sa durabilité, son caractère innovant et son orientation vers l'avenir. L'un de ses principaux objectifs consiste à réduire les émissions de gaz à effet de serre, notamment en diminuant la dépendance à l'automobile afin de promouvoir un environnement plus sain et un mode de vie durable et optimisé. Un quartier autonome peut ainsi être défini comme une communauté fonctionnant de manière indépendante vis-à-vis des systèmes centralisés traditionnels, en particulier dans les domaines de l'énergie et des infrastructures numériques. Ces territoires mettent en œuvre des sources d'énergies renouvelables, des réseaux intelligents et des technologies numériques dans le but d'atteindre l'autosuffisance énergétique et de renforcer leur résilience. Un exemple concret de ce modèle se trouve au Danemark, avec la Communauté de l'Hydrogène de Lolland. Située sur l'île de Lolland, cette collectivité produit environ 50 % d'énergie en excédent grâce aux ressources renouvelables par rapport à sa demande. Le projet valorise le surplus d'énergie éolienne pour générer de l'hydrogène par électrolyse, lequel est ensuite stocké et utilisé dans les infrastructures résidentielles et industrielles. Ce procédé consolide non seulement l'autonomie énergétique, mais contribue également au développement économique local, en créant des emplois et en stimulant l'innovation. Par ailleurs, à Amsterdam, le *Digital Neighborhood* illustre un autre visage de l'autonomie à travers la sphère numérique. Fruit d'une collaboration entre des entreprises technologiques indépendantes spécialisées dans les services Microsoft Cloud et l'intelligence artificielle, ce quartier numérique constitue une plateforme d'échange et de coopération favorisant l'innovation et la réalisation d'objectifs communs dans le domaine

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

du numérique. L'objectif principal de cette initiative est de promouvoir un esprit collaboratif et une culture technologique partagée afin d'accompagner la transition numérique dans divers secteurs. Ces exemples illustrent la manière dont les quartiers autonomes parviennent à conjuguer énergies renouvelables, infrastructures intelligentes et technologies numériques, formant ainsi des communautés autosuffisantes qui favorisent à la fois la durabilité environnementale, la résilience et la croissance économique locale

III.2.4 L'espace public autonome (autonomous public space)

Un espace public autonome peut être défini comme une zone urbaine dotée de la capacité de satisfaire ses propres besoins tout en offrant un environnement accessible à tous. Conçu pour fonctionner de manière indépendante, cet espace vise à répondre aux attentes des usagers sans dépendance excessive vis-à-vis de ressources externes. Il s'agit d'un lieu géré par la communauté locale, où les habitants peuvent interagir, organiser des activités sociales et culturelles et renforcer la cohésion sociale sans recourir directement à l'intervention des autorités ou des institutions officielles. À titre d'exemple, les jardins communautaires constituent une forme concrète d'espace public autonome. Ces lieux ne se limitent pas à offrir un cadre de rencontre sociale, mais jouent également un rôle crucial dans la promotion de l'agriculture urbaine. Cette pratique contribue à renforcer la sécurité alimentaire, à encourager une économie à faibles émissions de carbone en réduisant la dépendance aux chaînes d'approvisionnement longues, et à limiter l'usage des combustibles fossiles dans les transports. En outre, elle soutient la biodiversité, valorise le patrimoine culturel et participe à la préservation des variétés locales, contribuant ainsi au maintien de la diversité génétique (Ferreira et al., 2018). Par ailleurs, l'autonomie de ces espaces peut être optimisée grâce à l'intégration de solutions numériques et énergétiques, telles que l'installation de mobiliers urbains intelligents alimentés par l'énergie solaire, offrant des services interactifs et durables aux usagers. Ces dispositifs traduisent une approche innovante du design urbain, où la technologie et la durabilité convergent pour renforcer la résilience et l'autonomie fonctionnelle de l'espace public

III.2.5 L'habitat autonome (autonomous house)

Un habitat autonome peut être défini comme un logement intelligent et durable. L'une des principales dimensions de l'autonomie urbaine réside dans l'intégration de cette autonomie au sein même du processus de conception et de construction des habitations. Cela se traduit par l'incorporation de divers outils et principes autonomes, tels que la conception énergétique solaire pour la production d'eau chaude et d'électricité, ainsi que le design numérique autonome

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

visant à améliorer la communication avec l'environnement extérieur et à faciliter l'accès aux services. Selon (COOK, 1976), l'habitat autonome se caractérise par son autosuffisance et son autonomie, lui permettant de fonctionner sans dépendre du soutien ni des services issus des infrastructures publiques. Ce type d'habitat constitue ainsi une composante essentielle de la ville durable autonome, contribuant à la réduction de la consommation énergétique, à l'optimisation des ressources et à la consolidation de la résilience urbaine.

III.3 Les différents aspects de l'autonomie urbaine dans un espace public

Le concept d'autonomie urbaine englobe diverses notions, notamment l'autosuffisance et la durabilité urbaines. Ce concept, relativement récent dans le domaine de la recherche scientifique en design urbain, trouve néanmoins ses origines dans les prémices de la philosophie. Cette réflexion revêt une importance particulière lorsqu'il s'agit de concevoir des solutions énergétiques autonomes destinées à l'espace public et au mobilier urbain. Dans cette perspective, il convient d'examiner les différents aspects et enjeux de l'autonomie appliquée à l'espace public, lesquels incluent l'agriculture urbaine ou autonomie alimentaire, l'autonomie en eau, l'autonomie numérique, le transport autonome ainsi que l'autonomie énergétique.

III.3.1 L'autonomie alimentaire (L'agriculture urbaine)

L'agriculture urbaine, également appelée autonomie alimentaire, figure parmi les stratégies les plus efficaces pour favoriser et promouvoir l'autonomie urbaine dans l'espace public. Dans leur recherche, (Sioen et al., 2016) soulignent que l'agriculture urbaine est perçue comme un concept relativement récent. Son intégration dans l'environnement urbain vise à renforcer la durabilité des villes en assurant la sécurité alimentaire des habitants locaux (La Rosa et al., 2014; Sioen et al., 2016). De plus, l'étude menée par (Nogeire-McRae et al., 2018), met en évidence l'importance fondamentale de l'agriculture urbaine en tant que moyen de promouvoir l'autosuffisance et la durabilité dans les contextes urbains. Cette recherche éclaire les outils et les défis associés à cette pratique, qui se manifeste à travers diverses formes : les jardins communautaires, familiaux ou maraîchers établis en milieu urbain, ainsi que la culture de légumes, de fruits et l'élevage d'animaux — notamment des poulets destinés à la production d'œufs. En outre, cette étude met en avant les retombées économiques majeures de l'agriculture urbaine, telles que la réduction des coûts alimentaires des ménages grâce à la production locale, la création d'emplois et l'accroissement de la valeur des propriétés immobilières. D'un point de vue sociologique, cette approche encourage la diffusion des connaissances, la sensibilisation à une alimentation saine et l'engagement civique des citoyens. Par ailleurs, le principe d'autonomie qu'elle véhicule influence la santé humaine, à la fois de manière directe et

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

indirecte. Les auteurs soulignent également sa portée environnementale, en tant qu'outil permettant de limiter la conversion des terres agricoles et de réutiliser les pelouses irriguées dans certaines zones urbaines. L'agriculture urbaine contribue ainsi à la préservation de la diversité génétique, à l'amélioration du recyclage des nutriments, à la promotion de la biodiversité et à la création d'habitats adaptés à certaines espèces. Elle participe aussi à la réduction des émissions de gaz à effet de serre liées au transport et au stockage des denrées, tout en favorisant la gestion durable de l'eau par la réutilisation de l'eau de pluie pour l'irrigation. En somme, cette étude analyse en profondeur un aspect essentiel de l'autonomie urbaine, en mettant en lumière son rôle déterminant dans les dynamiques de durabilité et son impact sur les différentes dimensions du milieu urbain. La figure III.1 illustre la diversité des activités de production alimentaire regroupées sous le concept global d'agriculture urbaine (Santo et al., 2016 ; Nogeire-McRae et al., 2018).

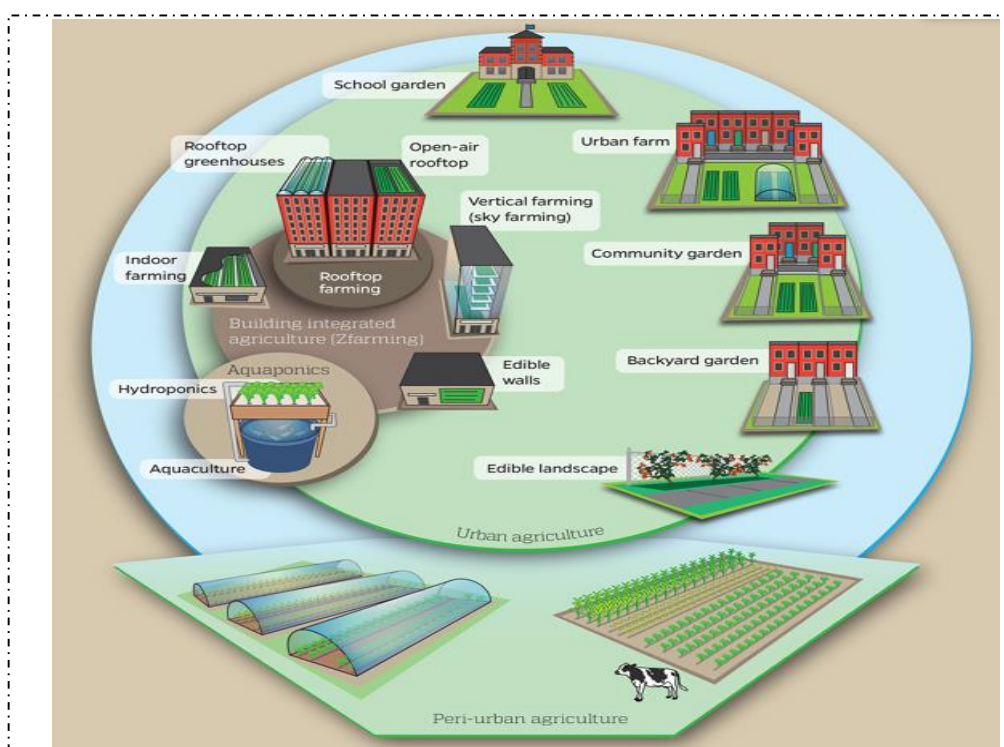


Figure III.1: Représentation graphique illustrant l'agriculture urbaine en milieu urbain. Source Santo et al., 2016 ; NogeireMcRae ; Ryan; Jablonski ; 2018.

III.3.2 L'autonomie en eau

En complément de l'autonomie alimentaire, l'autonomie en eau est également reconnue comme un élément fondamental pour parvenir à l'autonomie urbaine. Ceci implique d'atteindre un état d'autosuffisance en matière d'eau, caractérisé par une exploitation rationnelle et la mise en

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

œuvre du principe de durabilité dans l'utilisation et la gestion des ressources hydriques. Ce concept intègre la notion de saturation en eau et d'autosuffisance hydrique, en mettant en avant l'emploi de technologies telles que le recyclage des eaux, la récupération des eaux de pluie, le stockage et la réduction des pertes. Dans les anciennes civilisations, comme l'Égypte et la Mésopotamie, des systèmes sophistiqués de canaux et d'irrigation étaient mis en œuvre afin d'assurer l'autosuffisance. (Postgate, 2017). Actuellement, certaines agglomérations, telles que Singapour et Barcelone, se démarquent par l'adoption de solutions contemporaines comme la récupération des eaux de pluie et le recyclage des eaux usées (Shen et al., 2011). Le mobilier urbain est un élément essentiel et important pour favoriser et promouvoir l'autonomie urbaine en matière d'eau. La figure III.2 met en lumière un exemple d'autonomie hydrique à travers l'utilisation du mobilier urbain pour la collecte des eaux de pluie, en vue de leur réutilisation dans diverses activités urbaines, telles que l'irrigation des végétaux pour, par exemple, promouvoir l'agriculture urbaine. Il peut aussi être utilisé pour l'entretien des espaces publics, ainsi que pour approvisionner en eau certaines espèces dans les jardins et les espaces publics, en aménageant des endroits spécifiquement dédiés à cette fin.

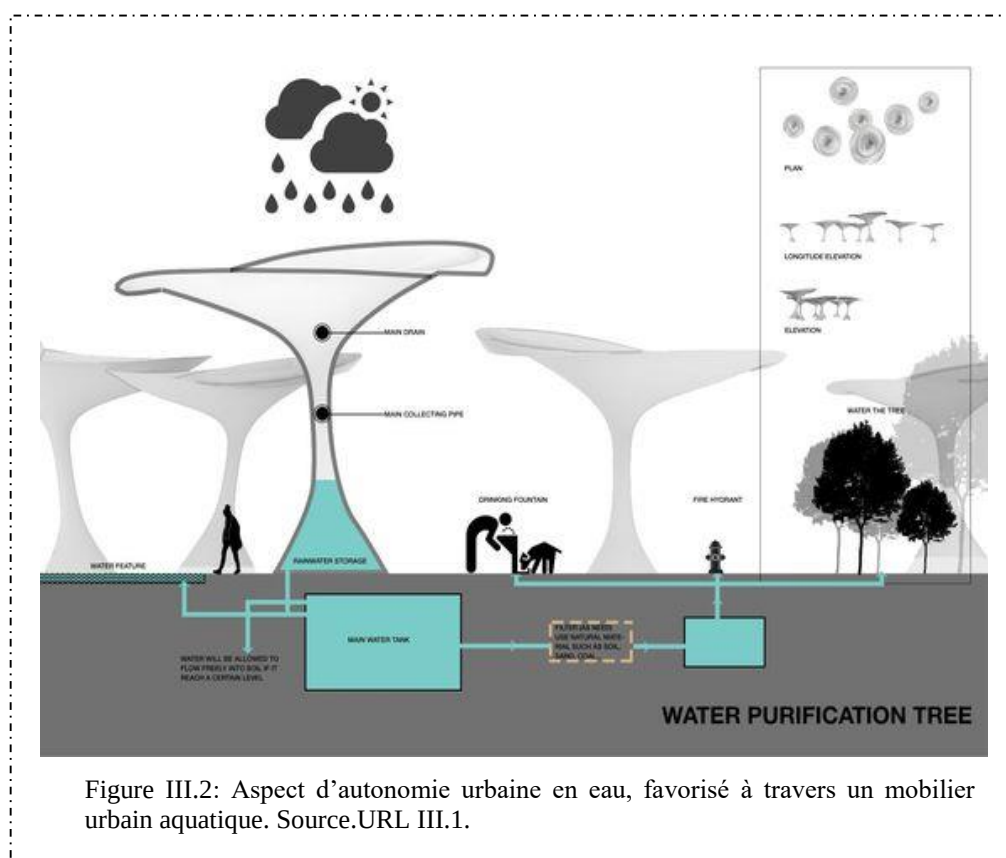


Figure III.2: Aspect d'autonomie urbaine en eau, favorisé à travers un mobilier urbain aquatique. Source.URL III.1.

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

III.3.3 L'autonomie numérique

Ce concept, reconnu comme étant fondamental pour l'autonomie urbaine. Il désigne la création d'un design intégrant une composante numérique. Parmi ses différents aspects et défis, on peut citer l'intelligence artificielle et l'Internet des objets en milieu urbain. En plus de leur fonction de numérisation, qui témoigne de la durabilité et de l'intelligence des espaces publics, ces technologies sont également utilisées pour la gestion urbaine, la satisfaction des besoins des usagers, ainsi que pour la gouvernance urbaine, tout en assurant la sécurité. En considérant les composants de l'espace public, nous voyons que le mobilier urbain occupe une place importante et joue un rôle actif dans la réalisation de l'intégration de ce pilier d'autonomie. Face à cette projection, le rôle crucial du mobilier urbain numérique se manifeste à travers divers exemples concrets, tels que l'intégration de caméras de surveillance dans les lampadaires numériques, l'utilisation de l'Internet des objets dans les abribus, et la mise en place de bancs publics connectés et autonomes. Parmi les exemples les plus importants de l'autonomie urbaine numérique, figure l'étude menée par (Pelikan et al., 2024) qui illustre le rôle des robots en tant qu'outil de conception urbaine autonome visant à améliorer la gestion de l'espace public.

III.3.4 Le transport autonome

L'autonomie urbaine peut aussi être atteinte en tirant parti du secteur des transports, un domaine crucial ayant un impact majeur sur la durabilité de la ville et sur l'environnement urbain. Ce pilier peut être réalisé en s'appuyant sur plusieurs éléments du transport, tels que la mobilité, les bus, ainsi que les éléments du mobilier urbain associés, comme les arrêts de bus et les stations de recharge. Cela se fait par divers moyens, notamment l'autonomie numérique, ainsi que l'autonomie énergétique, grâce à l'utilisation des énergies renouvelables. L'étude menée par (Vaziri et al., 2024), met en lumière l'importance de la mobilité autonome en tant que stratégie novatrice contribuant à l'amélioration de la circulation, de la sécurité, de l'environnement et au développement d'un espace urbain intelligent. L'incorporation des véhicules autonomes dans les environnements urbains représente un changement majeur, avec des répercussions significatives sur l'aménagement urbain, la régulation du trafic et la durabilité environnementale (Orieno et al., 2024).

En plus de cela, parmi les aspects de l'autonomie dans le transport, la station de recharge électrique « ELEN LEAF » à Zagreb, en Croatie, peut être mentionnée comme un exemple représentatif. Elle est développée par la société publique de distribution d'énergie croate HEP, et destinée aux véhicules électriques. Cette station illustre un modèle exemplaire de station de recharge autonome ultra-rapide. Implantée sur la place Stjepan Radić de Zagreb, cette

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

infrastructure est équipée de deux auvents alimentés par des panneaux solaires. Elle offre une puissance de charge de 50 kW en courant continu et de 43 kW en courant alternatif, permettant la recharge simultanée de deux véhicules. Cette technologie vise à promouvoir une mobilité durable et intelligente, en augmentant le confort et la santé des utilisateurs, tout en améliorant la qualité de vie urbaine grâce à la diminution des émissions polluantes et du bruit.

En complément, l'abribus autonome constitue également une manifestation de cette autonomie dans le domaine du transport. Il se distingue par un toit énergétique autonome et un design numérique intégrant des panneaux d'affichage transmettant des informations sur les transports urbains et d'autres données pertinentes.

III.3.5 L'autonomie énergétique

La notion d'autonomie urbaine ne se limite pas uniquement aux aspects précédemment évoqués, mais englobe également d'autres dimensions essentielles, parmi lesquelles figure l'autonomie énergétique. Celle-ci se réfère à la capacité d'une zone urbaine à subvenir de manière indépendante à ses propres besoins en énergie. Elle repose sur une approche de design énergétique autonome combinant différentes sources renouvelables, telles que l'énergie solaire, éolienne, hydraulique et géothermique, dans le but de renforcer l'autosuffisance en matière de production et de consommation d'énergie au sein de l'espace public. L'autonomie énergétique se définit ainsi comme la capacité d'un système à fonctionner de manière indépendante et autosuffisante, tout en contribuant à la durabilité urbaine et à la réduction de l'empreinte écologique. Cet aspect, qui constitue l'objet principal de cette étude, sera approfondi dans les sections suivantes.

Les éléments mentionnés précédemment, à savoir l'agriculture urbaine, l'autonomie en eau, l'autonomie numérique, l'autonomie de transport et l'autonomie énergétique, constituent des piliers essentiels permettant de réaliser et de renforcer l'autonomie dans un environnement urbain. Chacun d'eux possède ses propres moyens d'action et joue un rôle actif dans ce processus. Les différents aspects de l'autonomie urbaine sont présentés de manière synthétique dans le schéma suivant (figure III.3).

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

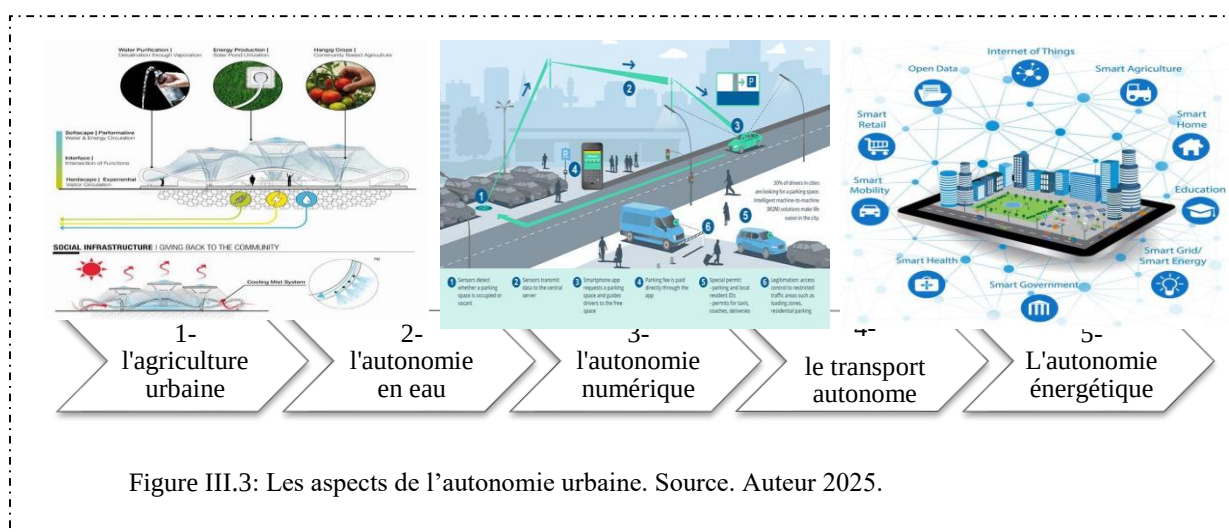


Figure III.3: Les aspects de l'autonomie urbaine. Source. Auteur 2025.

III.4 L'autonomie énergétique : un vecteur fondamental pour la transition vers des espaces urbains autonomes et durables

Dans la section précédente, nous avons analysé de manière approfondie le concept d'autonomie urbaine et ses différentes dimensions, en soulignant l'importance de l'autonomie énergétique comme élément fondamental pouvant être intégré dans la conception et la construction de ces divers aspects. Le sujet de cette étude, qui vise à promouvoir l'autonomie énergétique dans la conception de l'espace public, met particulièrement l'accent sur les jardins, ce qui lui confère une grande pertinence, notamment lorsqu'il est appliqué au mobilier urbain. Cet aspect illustre clairement l'originalité et la spécificité de ce sujet de recherche

III.4.1 Identification du concept d'autonomie énergétique

L'autonomie énergétique urbaine peut être définie comme la capacité d'une ville ou d'un espace public à être autosuffisant sur le plan énergétique. Cela implique d'atteindre un niveau de satisfaction énergétique permettant de répondre, de manière durable et sécurisée, aux divers besoins énergétiques. Elle est ainsi considérée comme un outil capable de promouvoir une production et une consommation d'énergie durables, d'améliorer l'efficacité énergétique et d'atteindre l'autosuffisance ainsi que la durabilité énergétique.

Un espace autonome en énergie peut être défini comme un espace autosuffisant sur le plan énergétique, capable de subvenir à ses besoins à partir de ses propres ressources disponibles localement (Amer et al., 2018). Selon la recherche menée par (Chanard, 2011), le concept d'autonomie énergétique, ou d'autosuffisance, nécessite une évaluation complète des flux entrants et sortants, englobant les consommations et les productions du territoire. Cet aspect de l'autonomie repose principalement sur des ressources locales et renouvelables, et se rattache ainsi à un mode de production décentralisé (Scheer, 2007 ; Chanard, 2011).

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

III.5 Les échelles d'application de l'autonomie énergétique

L'autonomie énergétique, en tenant compte de son concept général et de son contenu, peut être appliquée aux diverses composantes de la ville et de l'environnement urbain. Par conséquent, elle présente plusieurs échelles et aspects que nous allons énumérer ci-après.

III.5.1 Habitat autonome

Le recours aux énergies renouvelables dans la conception de l'habitat confère à ce dernier un caractère d'autonomie énergétique. Il peut donc être qualifié d'habitat autonome. Ce type d'habitat est également désigné comme habitat durable *ou* habitat à énergie positive, en raison de sa performance et de son efficacité énergétique. Les différents éléments constitutifs du bâtiment, tels que le sous-sol, la charpente, la structure du toit et les fenêtres jouent un rôle déterminant dans les économies d'énergie potentielles du logement. Par ailleurs, l'utilisation rationnelle de l'énergie à l'intérieur de l'habitat constitue un autre levier essentiel. Les équipements mécaniques adaptés aux charges réelles du bâtiment, la lumière naturelle ainsi que la ventilation influent directement sur la quantité d'énergie nécessaire pour assurer le confort et le bien-être des occupants. Les appareils électroménagers et les dispositifs d'éclairage contribuent eux aussi à l'efficacité énergétique globale du logement (Nezhnikova et al., 2019).

III.5.2 Transport autonome

Lorsqu'il est question du transport autonome en énergie, il est essentiel d'analyser les différents aspects de l'autonomie énergétique qui lui sont associés. Parmi ceux-ci, plusieurs outils et dispositifs peuvent être identifiés, notamment l'abribus autonome en énergie, qu'il soit solaire ou éolien. Cet aspect du transport autonome constitue un moyen fondamental permettant de répondre à de nombreux besoins des usagers, tels que l'éclairage, qui rend possible l'utilisation de l'abribus aussi bien de jour que de nuit. De plus, il assure le chauffage et la climatisation, faisant de lui un élément garantissant le confort thermique, particulièrement dans les villes confrontées à des conditions climatiques extrêmes, telles que les températures élevées, le phénomène des îlots de chaleur, ou encore le froid intense. Il convient également de mentionner les bornes de recharge fonctionnant à l'énergie renouvelable, qui permettent d'alimenter les vélos, les voitures et les bus, contribuant ainsi à promouvoir des moyens de transport durables et autonomes.

III.5.3 Espace public autonome

L'espace public est perçu comme un élément fondamental de l'espace urbain, agissant comme un lien entre ses divers composants et fournissant de multiples services et contributions. En conséquence, sa conception doit adhérer à plusieurs principes de durabilité contemporaine,

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

notamment l'autonomie énergétique. L'intégration de cette dernière dans le design de l'espace public permet de créer des jardins, des places, des rues, et des plages autonomes. Ainsi, il devient possible d'envisager un espace public énergétiquement autonome et durable sur le plan urbain.

Cette autonomie renforce à la fois la durabilité et la fonctionnalité de l'espace, tout en l'enrichissant par divers services. Cette dimension d'autonomie énergétique se manifeste à travers les éléments d'aménagement urbain qui composent le mobilier urbain. À titre d'exemple, l'éclairage public autonome, qu'il soit solaire ou éolien, contribue à la durabilité et à l'autonomie de l'espace public grâce à la production d'énergie renouvelable. De plus, les bancs publics autonomes, qu'ils soient solaires ou hydrauliques, ainsi que les corbeilles à déchets solaires, constituent autant d'éléments de design énergétique autonome. Ces dispositifs représentent des vecteurs efficaces et des outils fonctionnels pour la création d'espaces publics autosuffisants en énergie, participant ainsi à l'émergence d'environnements urbains autonomes, durables et agréables à vivre.

III.6 Les outils de design énergétique autonome

En passant de l'autonomie, en tant que concept général, à l'autonomie énergétique dans l'espace public, il apparaît clairement que, compte tenu de son importance cruciale, celle-ci constitue une nécessité incontournable à intégrer dans la conception urbaine. Pour ce faire, plusieurs outils efficaces et incitatifs peuvent être envisagés. Parmi eux, nous citons l'autonomie énergétique fondée sur les énergies renouvelables, et plus particulièrement l'autonomie énergétique solaire, qui joue un rôle déterminant dans la satisfaction des besoins énergétiques urbains. De plus, parmi les outils favorisant une autonomie énergétique durable figure le design biophilique, lequel contribue à refroidir naturellement l'espace public et à favoriser une climatisation naturelle, sans dépendance à une source d'énergie externe. Cette approche s'avère particulièrement pertinente lors de conditions climatiques extrêmes, notamment durant les épisodes de fortes chaleurs

III.6.1 L'autonomie énergétique par les énergies renouvelables

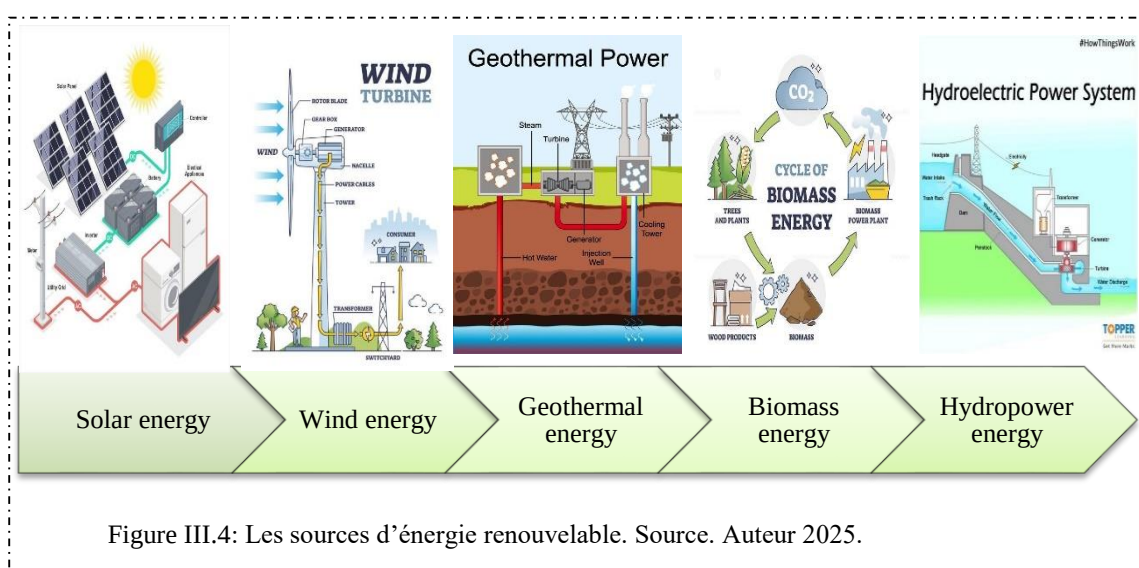
Dans le cadre de la transition mondiale vers un avenir post-carbone, le développement des infrastructures d'énergie renouvelable influence profondément la planification urbaine (Kammen & Sunter, 2016). Ces installations, de plus en plus présentes dans nos paysages, transforment considérablement l'apparence de notre environnement (Sanchez Pantoja, Vidal & Pastor, 2018a, 2018b ; Törnroth, Nilsson & Luciani, 2022). En tant que ressources inépuisables, les énergies renouvelables représentent un atout majeur pour la durabilité et l'autonomie

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

énergétique. Leur intégration dans les espaces publics, notamment dans les zones de loisirs, peut se faire en les concevant comme des composantes structurales de ces environnements. Ainsi, plutôt que de réserver des espaces distincts aux installations énergétiques, il devient pertinent de les rendre attractives en les associant à un mobilier urbain innovant, capable de susciter l'intérêt du public (TERECI & ATMACA, 2020).

Par ailleurs, la question des énergies renouvelables est devenue prépondérante à partir des années 1970, notamment à la suite de la crise pétrolière de 1973, avec pour objectif d'atteindre la durabilité énergétique. Le développement de ces énergies s'est imposé comme un enjeu stratégique majeur, stimulé par la prise de conscience de la limitation et de l'épuisement des réserves de pétrole, ainsi que par la nécessité de réduire les émissions de CO₂. L'objectif principal consiste à minimiser la production de déchets et à promouvoir des technologies de transport et de stockage respectueuses des principes du développement durable.

L'étude menée par (Constante & Erazo, 2024) met en lumière l'importance cruciale des énergies renouvelables dans la transition vers un modèle énergétique durable, en démontrant qu'elles jouent un rôle essentiel dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre et, par conséquent, dans l'atténuation du changement climatique. Ces énergies offrent également la possibilité de diversifier le mix énergétique, de diminuer la dépendance aux énergies fossiles et de renforcer la sécurité énergétique. Le schéma présenté dans la figure III.4 illustre les principales sources d'énergie renouvelable.



• L'énergie solaire

Le soleil constitue une source d'énergie renouvelable essentielle et inépuisable pour la planète Terre, connue sous le nom d'énergie solaire. Aujourd'hui, de nouvelles technologies permettent

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

de produire de l'électricité à partir de cette énergie collectée, et ces méthodes, déjà éprouvées, sont largement utilisées à l'échelle mondiale comme alternatives durables (Kabir et al., 2018). Comme l'ont souligné (Foster et al., 2009), l'énergie solaire est une forme d'énergie propre et renouvelable, caractérisée par sa disponibilité abondante et son rôle déterminant dans la réduction de la dépendance aux combustibles fossiles. Ces auteurs mettent en évidence que l'énergie solaire constitue une solution concrète face aux défis du changement climatique, en contribuant à la diminution des émissions de gaz à effet de serre. Par ailleurs, les technologies solaires renforcent la durabilité des infrastructures énergétiques mondiales, en offrant des solutions efficaces pour la production d'électricité, le chauffage et la climatisation. Enfin, (Foster et al., 2009) soulignent que l'expansion de l'usage de l'énergie solaire favorise la croissance économique, en réduisant les coûts énergétiques à long terme, en diminuant l'empreinte carbone et en créant de nouvelles opportunités d'emploi dans les domaines de la recherche, du développement et des industries connexes.

- **L'énergie éolienne**

En plus de l'énergie solaire, le vent représente également une ressource naturelle précieuse, jouant un rôle essentiel dans la production d'une autre forme d'énergie renouvelable appelée énergie éolienne. Selon (Sankalpa et al., 2015) le vent se définit comme le déplacement horizontal de l'air résultant de différences de pression atmosphérique. Puisque ces différences proviennent principalement d'un réchauffement inégal de la surface terrestre, le rayonnement solaire peut être considéré comme la principale force motrice des vents. Dans l'hypothèse d'une Terre immobile et d'une surface uniforme, l'air se déplacerait directement des zones de haute pression vers celles de basse pression (Sankalpa et al., 2015). L'énergie éolienne peut ainsi contribuer de manière significative à la satisfaction de la demande en électricité des espaces publics et à la promotion de l'autonomie énergétique. En particulier, tous les espaces publics, y compris les voies urbaines, nécessitent un éclairage considérable, lequel constitue la trame lumineuse de la ville et doit être à la fois durable et accessible afin d'assurer la visibilité et la lisibilité de l'espace public.

- **L'énergie hydraulique**

L'énergie hydraulique, également appelée énergie hydroélectrique, constitue une forme d'énergie renouvelable issue du mouvement de l'eau, principalement des cours d'eau et des réservoirs. Cette énergie est transformée en électricité grâce à l'utilisation de centrales hydroélectriques. Plusieurs formes d'énergie hydraulique sont exploitées, notamment

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

l'hydroélectricité produite par les grands barrages, la micro-hydroélectricité et l'énergie marémotrice. Elle joue un rôle essentiel dans la réduction des émissions de carbone en fournissant une source d'électricité propre, stable et fiable.

- **L'énergie géothermique**

L'énergie géothermique est une ressource exploitée depuis l'Antiquité, utilisée initialement pour le chauffage et la climatisation. Aujourd'hui, son champ d'application s'est élargi pour inclure la production d'électricité urbaine grâce à l'adoption de technologies innovantes. Les centrales géothermiques modernes tirent parti de la chaleur naturelle de la Terre en extrayant des fluides des réservoirs souterrains afin de générer de la vapeur, laquelle alimente des turbines produisant de l'électricité. Cette forme d'énergie se distingue par sa constance et sa capacité à fonctionner indépendamment des conditions climatiques externes, ce qui en fait une composante stratégique des politiques énergétiques durables.

- **L'énergie biomasse**

L'énergie de la biomasse fait référence à l'utilisation de matières organiques, d'origine végétale, animale ou industrielle, pour la production d'énergie sous forme de chaleur, d'électricité ou de biocarburants. Cette conversion s'effectue par divers procédés tels que la combustion, la digestion anaérobie ou la pyrolyse, ce qui confère à la biomasse un caractère renouvelable et durable. Selon (Ali et al., 2024), la biomasse occupe désormais une place centrale dans la transition vers des systèmes énergétiques respectueux de l'environnement. Ses ressources englobent un large éventail de matières premières, notamment les résidus forestiers (bois dur, bois tendre, graminées), les déchets agricoles (paille, balles, tiges), la biomasse aquatique (algues) et différents types de déchets organiques. Ces ressources se distinguent par leur abondance, leur polyvalence et leur faible impact environnemental (J. Han et al., 2024).

III.6.2 L'autonomie énergétique par le design biophilique

Le design biophilique est considéré comme un levier essentiel pour promouvoir l'autonomie énergétique, grâce à son rôle déterminant dans la ventilation naturelle et la régulation thermique, notamment dans les environnements exposés à des conditions climatiques extrêmes, telles que les vagues de chaleur, ainsi que dans les zones urbaines affectées par le phénomène d'îlot de chaleur urbain. L'intégration d'éléments végétaux et aquatiques dans la conception biophilique contribue significativement à la réduction des températures ambiantes en exploitant les processus naturels de photosynthèse et d'évapotranspiration. Ces composantes, qui favorisent l'autonomie climatique en améliorant le confort thermique des usagers dans les espaces publics, assurent une meilleure qualité d'usage et renforcent le bien-être individuel et

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

collectif. Les effets de refroidissement dérivés de la végétation et de l'eau permettent de tempérer l'environnement sans recours à une consommation énergétique, constituant ainsi des moyens efficaces pour atteindre une véritable autonomie énergétique. De nombreuses recherches confirment la contribution tangible de ces éléments à l'atténuation du climat local et à la création d'îlots de fraîcheur urbaine. Selon (GHERRAZ, 2021), les espaces verts urbains représentent aujourd'hui une solution prometteuse pour réduire les effets négatifs de l'îlot de chaleur urbain. En effet, le design végétal favorise la circulation de l'air, améliore la qualité atmosphérique et offre un ombrage naturel, induisant ainsi un processus de refroidissement capable de diminuer les températures ambiantes et de renforcer la résilience climatique des espaces publics

III.7 L'autonomie énergétique solaire : une synergie innovante pour un design urbain durable contemporain

L'énergie solaire, évoquée précédemment parmi les outils prometteurs favorisant l'autonomie énergétique, revêt une importance primordiale dans le cadre de cette étude. De nombreuses recherches se sont concentrées sur la durabilité urbaine, considérée comme le fondement du développement de villes intelligentes, durables et résilientes. Dans cette perspective, l'autonomie énergétique solaire représente l'un des piliers essentiels de la transition vers des environnements urbains autosuffisants, tout en constituant un défi majeur pour le design urbain contemporain.

III.7.1 Le design énergétique solaire autonome

Partant du concept d'autonomie urbaine vers celui d'autonomie énergétique, dont l'énergie solaire constitue l'un des leviers fondamentaux, il apparaît que, dans l'espace public urbain, le design énergétique solaire autonome représente l'un des défis majeurs de la contemporanéité urbaine, visant à promouvoir un espace durable et résilient. L'énergie solaire, en tant que fondement du design énergétique autonome, demeure la ressource naturelle la plus abondante en Algérie, un pays bénéficiant d'un ensoleillement exceptionnel. En effet, la majeure partie du territoire national enregistre une durée d'insolation supérieure à 2 000 heures par an, pouvant atteindre jusqu'à 3 900 heures dans la région du Sahara (Himri et al., 2023).

Le développement de centrales photovoltaïques illustre la diversification croissante des usages de cette ressource, notamment pour l'électrification, la production de chaleur et l'alimentation en énergie de zones isolées. Ces installations viennent compléter les centrales électriques conventionnelles et contribuent à l'électrification rurale, à la distribution d'eau, aux systèmes de communication et à l'éclairage public. Parallèlement, plusieurs projets de centrales solaires

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

à concentration (CSP) sont envisagés dans les régions septentrionales et méridionales du pays (Himri et al., 2023).

La transposition du design énergétique solaire autonome à l'échelle de l'espace public révèle que l'aménagement urbain constitue un facteur déterminant pour sa réussite, notamment à travers le mobilier urbain, en interaction directe avec le rayonnement solaire. Cette approche représente une tendance émergente dans le champ de l'urbanisme durable et requiert la prise en compte de plusieurs paramètres. Parmi ceux-ci figurent les paramètres urbains et spatiaux, tels que la morphologie de l'espace et la nature des aménagements pouvant agir comme obstacles à la captation solaire, à l'image des arbres ou des structures bâties. De même, les caractéristiques propres aux éléments de conception influencent considérablement la performance énergétique. L'orientation et l'inclinaison des panneaux photovoltaïques jouent un rôle déterminant dans leur efficacité, un positionnement optimal permettant de maximiser l'absorption du rayonnement solaire. Durant la période hivernale, une mauvaise orientation peut réduire considérablement la production énergétique, alors qu'un alignement adéquat, adapté à la localisation géographique, garantit un rendement optimal. Ainsi, il est essentiel que les dispositifs solaires soient implantés dans des zones offrant une exposition maximale au soleil, condition indispensable à la réussite d'un design énergétique solaire autonome et durable.

III.8 Les aspects du design solaire autonome dans un jardin public

Le solaire entretient un lien étroit avec la ville et son environnement, puisqu'il influence divers aspects de l'espace urbain. Dans les espaces publics et les jardins, il est particulièrement possible d'observer que la lumière solaire interagit directement avec les éléments d'aménagement. Cette relation met en évidence la nécessité d'intégrer la dimension solaire dans le design urbain contemporain. En effet, l'interaction entre l'énergie solaire et les composantes du design et de l'aménagement urbain constitue un enjeu fondamental pour la conception durable des espaces publics. Ce processus permet de générer des solutions de design capables de répondre aux besoins des usagers tout en demeurant respectueuses de l'environnement et économiquement viables.

III.8.1 La façade urbaine solaire

L'intégration de panneaux solaires dans les façades des bâtiments représente une avancée majeure dans le design urbain durable. En associant de manière harmonieuse la technologie solaire aux éléments architecturaux, cette approche transforme les édifices en véritables générateurs d'énergie. Les panneaux solaires à film mince, directement intégrés à la surface extérieure des bâtiments, produisent de l'électricité tout en contribuant à l'esthétique des

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

façades urbaines. Ainsi, la façade urbaine solaire incarne une fusion réussie entre performance énergétique et expression architecturale contemporaine

III.8.2 L'abri et le toit solaire

Le toit solaire, également appelé abri solaire, peut être intégré à divers éléments du design urbain tels que les abribus, les abris pour vélos, les abris-bancs, ainsi que les auvents et les canopées solaires. Ces interventions durables en milieu urbain jouent un rôle essentiel dans l'amélioration de la qualité de vie en ville et dans la promotion d'une autonomie énergétique, tout en contribuant à une évolution qualitative et contemporaine du design urbain. Par ailleurs, ces initiatives encouragent une interaction plus harmonieuse entre les usagers et leur environnement, répondant ainsi aux exigences actuelles en matière de durabilité, d'efficacité énergétique, de confort et de bien-être social.

III.8.3 La végétation urbaine

La végétation, parmi les éléments de conception urbaine les plus exposés au soleil, occupe une place essentielle dans le design énergétique solaire. En effet, le phénomène de la photosynthèse, nécessitant la lumière solaire, permet aux plantes de produire de l'énergie, source de nourriture pour de nombreux êtres vivants. Cette énergie favorise également la croissance des plantes, contribuant à l'embellissement du jardin, à l'adoucissement du microclimat et à la création d'ombre naturelle. Ainsi, la végétation constitue l'un des moyens les plus efficaces pour atteindre une autonomie énergétique naturelle, en participant au rafraîchissement et à la climatisation passive des espaces publics. De plus, la diversité des types d'arbres et de hauteurs dans l'aménagement urbain peut être utilisée pour optimiser l'intégration de dispositifs solaires, tout en offrant un potentiel scientifique pour l'étude des phénomènes climatiques, le suivi de la croissance végétale ou l'éclairage naturel.

III.8.4 L'eau urbaine

L'eau urbaine, en interaction directe avec l'énergie solaire, joue un rôle actif dans le phénomène d'évaporation et le rafraîchissement du microclimat urbain. L'intégration de technologies solaires dans le design des jets d'eau, fontaines et bassins constitue une stratégie volontaire visant à moderniser et valoriser l'environnement urbain. Ces dispositifs, fonctionnant grâce à l'énergie solaire, dépassent leur simple dimension esthétique en offrant des fonctionnalités interactives, telles que des jeux d'eau, qui enrichissent l'expérience des usagers. L'exploitation de l'énergie solaire permet ainsi de produire l'électricité nécessaire à leur fonctionnement, tout en garantissant un système respectueux de l'environnement, économiquement viable et conforme aux principes du développement durable.

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

III.8.5 Le Mobilier urbain solaire

Le mobilier urbain occupe une place centrale dans l'espace public, puisqu'il établit une relation directe entre l'utilisateur et son environnement. L'optimisation de sa conception, en tenant compte de ces interactions, en fait un levier clé pour l'amélioration urbaine. De plus, plusieurs éléments du mobilier urbain étant exposés au soleil, il est possible d'y intégrer des dispositifs solaires, réalisant ainsi une conception énergétique autonome et innovante. L'énergie solaire peut ainsi être utilisée pour concevoir divers éléments de mobilier urbain solaire tels que des bancs, des bornes de recharge électrique, des canopées, des auvents et d'autres équipements destinés à l'aménagement de l'espace public. Le banc public solaire incarne l'association entre design énergétique et design urbain, symbolisant un concept durable, contemporain et écologique. Il permet aux usagers de recharger leurs dispositifs électroniques, tout en offrant de l'ombre grâce à une surface mobile et en intégrant éventuellement un affichage électronique fonctionnant à l'énergie solaire pour fournir des informations en temps réel. Ces équipements contribuent à la conception d'espaces publics à énergie positive et à faible émission de carbone.

III.8.6 Le pavé du sol solaire

Le pavé de sol solaire joue un rôle crucial dans l'aménagement des espaces publics, notamment les jardins, en favorisant des surfaces urbaines respectueuses de l'environnement. Il contribue à réduire l'effet d'îlot de chaleur et à atténuer les températures élevées lors de conditions climatiques extrêmes. Cette source d'énergie renouvelable peut également être exploitée pour rafraîchir les voies publiques dans les zones sujettes au froid ou à la neige et pour fournir l'éclairage des trottoirs et des plantations d'arbres pendant la nuit, favorisant ainsi l'utilisation de l'espace urbain nocturne. À la fois esthétique et fonctionnel, le pavé de sol solaire constitue un dispositif clé pour la conception d'un environnement urbain durable et énergétiquement efficace, participant à l'amélioration globale de la durabilité des villes.

III.8.7 Eclairage public solaire

Le pavé de sol solaire joue un rôle crucial dans l'aménagement des espaces publics, notamment les jardins, en favorisant des surfaces urbaines respectueuses de l'environnement. Il contribue à réduire l'effet d'îlot de chaleur et à atténuer les températures élevées lors de conditions climatiques extrêmes. Cette source d'énergie renouvelable peut également être exploitée pour rafraîchir les voies publiques dans les zones sujettes au froid ou à la neige et pour fournir l'éclairage des trottoirs et des plantations d'arbres pendant la nuit, favorisant ainsi l'utilisation de l'espace urbain nocturne. À la fois esthétique et fonctionnel, le pavé de sol solaire constitue

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

un dispositif clé pour la conception d'un environnement urbain durable et énergétiquement efficace, participant à l'amélioration globale de la durabilité des villes.

III.9 L'impact vital de l'autonomie énergétique urbaine

L'autonomie énergétique est un élément essentiel de la durabilité de l'espace public, et son importance est clairement démontrée. Les informations précédentes mettent en évidence son rôle dans l'optimisation de l'efficacité énergétique ainsi que dans le renforcement de la résilience des espaces urbains. Nous allons maintenant examiner l'impact majeur de l'autonomie énergétique urbaine sur la conception de l'espace public, en particulier dans le cadre de notre étude sur les jardins.

III.9.1 La résilience énergétique

Les agglomérations urbaines, considérées comme des systèmes socio-écologiques, doivent faire face à une diversité croissante de défis engendrés par des facteurs de stress variés tels que le changement climatique, l'augmentation de la population, l'urbanisation, les catastrophes naturelles ou anthropiques, ainsi que l'épuisement des ressources. La reconnaissance de l'inévitabilité de ces menaces a conduit à l'émergence du concept de résilience (Renschler et al., 2010). L'intégration d'un design intelligent fondé sur l'autonomie énergétique constitue un levier important pour renforcer la résilience énergétique des espaces publics, notamment des jardins, face à différents chocs. À titre d'exemple, le lampadaire solaire représente un élément de design énergétique autonome, garantissant la continuité des services en cas de coupures d'électricité. Par ailleurs, un aménagement urbain incluant des bancs publics solaires, des panneaux d'affichage solaires ainsi que des canopées et pergolas solaires peut transformer un espace public en lieu de vie confortable et sécurisé, même lors de phénomènes naturels extrêmes tels que les séismes.

III.9.2 L'amélioration de la qualité d'usage

L'optimisation de la convivialité de l'espace public repose sur plusieurs facteurs, parmi lesquels l'indépendance énergétique joue un rôle déterminant pour le confort et le bien-être des usagers. Par exemple, l'installation de bancs publics solaires autonomes permet d'offrir divers services, tels que la recharge d'appareils électroniques, dans un espace public comme un jardin. De plus, les canopées, auvents et pergolas solaires autonomes fournissent de l'ombre et peuvent servir de sources de rafraîchissement ou de chauffage en fonction des conditions météorologiques extrêmes. Ces dispositifs contribuent à assurer un confort thermique optimal, favorisant ainsi l'attrait et l'utilisation régulière des espaces publics. L'usage de panneaux solaires d'affichage et d'orientation permet également de diffuser en temps réel des

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

informations aux utilisateurs, améliorant leur expérience et leur engagement dans l'espace public.

III.9.3 Le confort urbain sociétale

La perception du confort humain se définit comme le degré de satisfaction d'un individu vis-à-vis de son environnement, influencé par des facteurs psychologiques et physiques (Lai, D. et al., 2020 ; Chen et al., 2022). L'autonomie énergétique impacte directement le confort des usagers des espaces publics à travers plusieurs aspects. Elle contribue notamment au confort thermique grâce à des dispositifs tels que la climatisation naturelle via le design biophilique, les brumisateurs solaires et les jets d'eau solaires. Par ailleurs, elle améliore les fonctionnalités du mobilier urbain en intégrant des dispositifs de production d'énergie durable et des éléments numériques, renforçant ainsi le confort sociétal et l'expérience globale des usagers

III.9.4 Le renforcement de l'autonomie urbaine

L'autonomie énergétique constitue l'un des piliers fondamentaux de l'autonomie urbaine et soutient l'ensemble des autres piliers. Elle permet, par exemple, de concevoir l'agriculture urbaine, d'alimenter en énergie les caméras de surveillance ou les écrans numériques, et de rendre les éléments de transport autonome pleinement fonctionnels. En ce sens, l'autonomie énergétique est essentielle à l'autosuffisance énergétique, tant pour la production que pour la consommation. Elle renforce la conception d'espaces urbains durables et autonomes, capables de relever les défis inhérents à l'urbanisme contemporain.

Conclusion

L'autonomie constitue l'un des principaux défis du design urbain et architectural durable contemporain, en raison de son rôle essentiel dans le renforcement de la productivité et de l'autonomie à divers niveaux. Elle englobe plusieurs dimensions : l'urbanisme autonome, la ville et le quartier autonomes, ainsi que l'espace public autonome. Cette autonomie se manifeste à travers plusieurs aspects, notamment le transport autonome, qui inclut les moyens de transport autosuffisants et autoalimentés par des énergies renouvelables, visibles dans la conception du mobilier de transport. On cite aussi l'autonomie en eau, grâce à la gestion durable de l'eau par l'usage d'éléments de mobilier urbain pour collecter et réutiliser les eaux pluviales dans l'espace public. L'autonomie s'exprime également par la dimension biophilique, à travers le design qui favorise la formation d'îlots de fraîcheur dans les espaces exposés à des températures élevées, notamment en été, et par l'autonomie alimentaire grâce à l'agriculture urbaine. D'autre part, l'autonomie numérique se manifeste à travers la conception numérique utilisant l'Internet

Chapitre III : L'autonomie comme vecteur fondamental du design urbain énergétique, vers une transition urbaine durable

des objets et l'intelligence artificielle, au service d'une gestion urbaine durable et en temps réel. À cela s'ajoute l'autonomie énergétique, qui constitue le cœur de cette étude, étant donné le rôle déterminant des énergies renouvelables dans le renforcement de la résilience énergétique et l'amélioration de la performance énergétique. Cette partie de l'étude s'est penchée sur les différents défis liés à l'autonomie énergétique solaire dans l'espace public, mettant en évidence le mobilier urbain solaire comme un levier fondamental. En conclusion, l'autonomie représente un pilier central du design durable contemporain, favorisant la résilience alimentaire, numérique et énergétique, tout en améliorant les services des espaces publics. L'autonomie énergétique, en particulier, constitue un axe stratégique pour optimiser la performance de ces espaces et les adapter aux besoins des usagers.

Chapitre IV :

Méthodologie de la recherche : Approches, outils, objectifs.

Introduction

Ce chapitre de la thèse traite de la méthodologie de recherche adoptée, visant à répondre aux objectifs définis dans cette étude. La recherche s'est appuyée sur un ensemble d'approches scientifiques et sur des étapes d'évaluation successives aux niveaux spatial, social, climatique, énergétique et numérique, compte tenu de la multiplicité des variables impliquées. Après avoir défini un cadre théorique fondé sur une revue de la littérature traitant de la qualité de l'espace public, du mobilier urbain et de l'autonomie urbaine, en particulier sur le plan énergétique, ce chapitre présente les objectifs de chaque phase d'évaluation ainsi que les outils nécessaires à leur mise en œuvre. Une fois le corpus spatial de l'étude déterminé, l'attention s'est d'abord portée sur l'évaluation du mobilier urbain à travers l'avis des usagers, recueilli au moyen d'une enquête sociologique par questionnaire. Dans un second temps, l'adaptation du mobilier aux conditions climatiques des espaces étudiés a été évaluée à l'aide de mesures in-situ, portant notamment sur la température de l'air, l'humidité relative et la vitesse du vent. À cela s'ajoute l'évaluation énergétique de l'état actuel des espaces étudiés, reposant sur l'analyse des données et de la conception énergétique. Ensuite, une évaluation numérique a été réalisée par simulation, en s'appuyant sur des logiciels de conception 2D et 3D, ainsi que sur des logiciels de simulation énergétique. Cette étape a impliqué les logiciels suivants : AutoCAD 2024, Rhinocéros 7, GrassHopper, Ladybug, Honeybee et Galápagos. Par ailleurs, des éléments de mobilier urbain solaire ont été intégrés, représentés par trois dispositifs, dont deux appartiennent à une start-up algérienne (le banc solaire et le lampadaire solaire), ainsi qu'un élément extérieur largement adopté dans l'aménagement de nombreux espaces urbains à l'échelle internationale. Cette étape vise à évaluer l'autonomie énergétique des jardins publics de la ville de Guelma.

IV.1 Etat de l'art et positionnement épistémologique

Le thème de cette recherche, qui vise à promouvoir l'autonomie de l'espace public par le design urbain énergétique, est plus que jamais d'actualité. Cette étude articule trois concepts clés : tout d'abord, le jardin public, représentant l'une des typologies majeures de l'espace public et constituant un élément fondamental dans la conception des villes, ensuite, l'autonomie, en particulier énergétique, qui s'impose comme un déterminant essentiel du développement durable et un défi majeur de l'aménagement urbain contemporain. Enfin, le mobilier urbain, et plus particulièrement énergétique, qui, en plus d'être un composant indispensable de l'aménagement urbain, constitue également un levier essentiel pour renforcer la résilience et l'autonomie énergétique de l'espace.

Le thème de cette recherche, qui vise à promouvoir l'autonomie de l'espace public par le design urbain énergétique, est plus que jamais d'actualité. Cette étude articule trois concepts clés : le jardin public, représentant l'une des typologies majeures de l'espace public et constituant un élément fondamental dans la conception des villes ; l'autonomie, en particulier énergétique, qui s'impose comme un déterminant essentiel du développement durable et un défi majeur de l'aménagement urbain contemporain ; et le mobilier urbain, plus particulièrement énergétique, qui, en plus d'être un composant indispensable de l'aménagement urbain, constitue également un levier essentiel pour renforcer la résilience et l'autonomie énergétique de l'espace. Sur cette base, et dans le but de construire un cadre théorique et méthodologique spécifique à l'étude, une revue de littérature approfondie a été réalisée, complétée par l'analyse de cas concrets de mobilier urbain contemporain, énergétique et solaire. Cette démarche a permis d'élaborer une structure en trois volets. Le premier porte sur les recherches scientifiques relatives à la qualification spatiale, socio-économique et environnementale d'un espace public tel que le jardin public ; le deuxième met l'accent sur l'autonomie, en particulier énergétique ; et le troisième se concentre sur le mobilier urbain en tant qu'outil d'aménagement, en explorant son rôle, ses enjeux et les principes de son design durable contemporain. Cette analyse croisée a permis d'établir un positionnement épistémologique clair, de construire un cadre théorique et de définir la méthodologie de recherche, dont les détails seront présentés dans les sections suivantes.

IV.1.1 La qualification spatiale, socioéconomique, environnementale des espaces publics

Dans cette partie, une revue de la littérature relative à la qualité de l'espace public a été menée, à travers sa qualification spatiale, sociologique, économique et environnementale.

IV.1.1.1 La recherche de Sara Tareq et Ahmed Salah El-Din Ouf (2021) :

Intitulée «Biophilic smart cities : the role of nature and technology in enhancing urban resilience», cette recherche vise à identifier les indicateurs et aspects essentiels pour l'application de solutions biophiliques et intelligentes dans la planification et la conception des villes afin de renforcer la résilience urbaine. L'étude adopte une approche descriptive et analytique, s'appuyant sur une revue de la littérature et des cadres conceptuels existants, et propose un modèle combinant les indicateurs des villes intelligentes et biophiles pour évaluer la résilience urbaine. Elle examine les définitions, éléments et attributs de la conception biophilique et de la planification urbaine intelligente, en mettant en évidence les indicateurs-clés tels que les infrastructures biophiliques, les espaces et lieux biophiliques, l'activité communautaire, ainsi que les dimensions intelligentes, incluant l'économie, le capital humain,

l'environnement, la vie urbaine, la mobilité et les données. Ces approches complémentaires favorisent la durabilité et la résilience par la disponibilité, l'accessibilité, la qualité, la sécurité, la culture, le bien-être, la stabilité économique, la robustesse des infrastructures et la gouvernance. Le cadre théorique proposé relie biophilie et technologie pour améliorer la résilience urbaine et met en avant des indicateurs permettant d'évaluer les solutions biophiliques et intelligentes. L'intégration de la nature et du design smart crée des environnements habitables, sains et résilients, offrant une perspective innovante pour l'aménagement urbain et le design contemporain. Cette recherche montre comment technologies et nature peuvent collaborer pour produire des villes plus durables, inclusives et résilientes, offrant des repères concrets pour la planification urbaine future.

IV.1.1.2 La recherche de Djouad Fatima Zahra (2021) :

Intitulée « The Biophilic Approach to Qualify the Inhabitant-Nature Relationship in the Domestic Space : The Case of the City of El Kala, Algeria », cette recherche explore l'intégration de l'approche biophilique comme méthode architecturale pour comprendre la relation entre les occupants et la nature, en se concentrant sur l'interaction entre l'espace domestique et l'environnement naturel. S'inspirant des travaux de Simona Totafiori (2020), elle utilise des méthodologies qualitatives pour analyser la perception de cette interaction. La méthodologie comprend l'analyse des documents professionnels tels que les plans de lotissement et dossiers architecturaux, et l'étude de quatre maisons autoconstruites à El Kala, reflétant les choix des habitants pour intégrer la nature par usage ou contact visuel. L'analyse paysagère repose sur des images satellites et l'observation des points de vue urbains. Les résultats révèlent la présence d'entités naturelles significatives, notamment des forêts d'eucalyptus et de pins, des maquis, des espaces agricoles, trois grands lacs et une côte de 50 km, offrant des panoramas marins et forestiers. L'urbanisme, centré sur des modèles de lotissement, limite l'intégration de la nature, tandis que les habitants aménagent des jardins et utilisent des matériaux naturels pour créer des contacts visuels avec l'environnement. Les résultats montrent quatre niveaux de contact visuel avec la nature, révélant la tension entre urbanisation rapide et valeur environnementale. Ils mettent en outre en évidence la nécessité d'intégrer la nature dans les projets urbains pour renforcer la qualité de vie et le lien entre l'homme et son environnement.

IV.1.1.3 La recherche de HANNOUFA Nada (2024) :

Intitulée « La qualité des promenades urbaines littorales entre réalité des phénomènes et perception des usagers (Cas de la promenade des Sablettes à Alger) », cette thèse examine la

qualité des promenades littorales en croisant les caractéristiques physiques et la perception des usagers. La promenade des Sablettes, située sur le littoral algérois, constitue le cas d'étude, et l'objectif principal est de proposer un modèle de référence pour guider la conception et l'aménagement des promenades côtières en Algérie. La recherche adopte une approche mixte, combinant méthodes qualitatives et quantitatives selon un modèle exploratoire séquentiel, incluant observation sur le terrain, entretiens et analyse documentaire pour développer des instruments d'évaluation quantitative tels que la méthode QUEP et des questionnaires utilisateurs. L'analyse comparative des évaluations objectives et subjectives révèle des différences significatives entre l'espace conçu et perçu par les usagers. Les résultats montrent que certains critères, comme la sécurité, sont en adéquation avec la qualité objective, tandis que d'autres, tels que l'accessibilité, la mobilité, l'économie d'usage et la qualité environnementale, présentent des performances faibles et sont perçus négativement. L'étude souligne l'importance d'une approche intégrée combinant aspects techniques et perception sociale, et recommande de mieux considérer les usagers pour optimiser la qualité et l'usage des promenades littorales.

IV.1.1.4 La recherche de (Eslam N. Essayed and Ahmed N. Ashrry. 2020):

Intitulée « A proposed Model for Measuring the Performance of Smart Public Parks », cette recherche vise à produire un modèle d'évaluation de la performance des parcs intelligents basé sur des critères déterminants, incluant des indicateurs standards inspirés des villes intelligentes, afin d'évaluer les parcs existants et transformer les parcs traditionnels en parcs publics intelligents. La méthodologie combine revue de la littérature, modélisation théorique et analyse des indicateurs clés, en s'appuyant sur des études de cas pour intégrer des dimensions technologiques, écologiques et sociales. Les critères évalués incluent l'adaptation aux besoins des usagers, l'accessibilité, la santé, la sécurité, la résilience, la gestion de l'eau et de l'énergie, ainsi que les technologies de maintenance. Les résultats montrent que l'introduction de technologies intelligentes améliore la gestion des ressources, le confort des usagers, la durabilité et la sécurité, tout en favorisant l'engagement communautaire et la performance environnementale. Le modèle proposé démontre que les parcs intelligents apportent des bénéfices technologiques, sociaux, économiques et environnementaux, permettant une évaluation complète et la mise en place de stratégies pour optimiser l'expérience des utilisateurs et la durabilité urbaine.

IV.1.1.5 La recherche de Jinhyun Jun (2023) :

Intitulée « Towards a Smarter Urban Park: Busan Citizens Park », cette étude explore le développement et l'implémentation d'un parc urbain intelligent, en prenant le Busan Citizens

Park comme cas d'étude. L'objectif est d'analyser comment les technologies smart peuvent optimiser la vie urbaine, l'expérience des usagers et la gestion des ressources. La méthodologie combine études de cas et approche qualitative, incluant observations in-situ, enquêtes sociologiques auprès des usagers et interviews avec gestionnaires et experts en urbanisme. L'étude examine l'utilisation de capteurs IoT pour la qualité de l'air, l'eau et l'énergie, ainsi que des applications mobiles et systèmes de gestion de données pour améliorer la connectivité et l'information en temps réel. Les résultats montrent que l'intégration des technologies a un impact positif sur la satisfaction des usagers, l'accessibilité, la gestion optimisée des ressources, la réduction de 20 % de la consommation d'eau, l'amélioration énergétique et l'engagement communautaire. L'étude met en lumière l'importance de la formation des gestionnaires et offre un modèle pour d'autres parcs urbains souhaitant intégrer des solutions intelligentes, durables et inclusives.

IV.1.1.6 La recherche de KHELIFA Fatma (2024) :

Intitulée « Paramétrage de microclimat urbain par la végétation et les plans d'eau. Cas de la ville Souk Ahras », cette thèse examine l'optimisation du microclimat urbain à travers la végétation et les plans d'eau. L'étude montre la pertinence de ces éléments naturels pour réguler la température, créer un confort thermique et améliorer la qualité des espaces publics. La méthodologie repose sur une approche mixte incluant relevés climatiques in situ, questionnaires auprès des usagers et modélisation numérique via le logiciel RayMan 1.2. Cinq sites ont été analysés pour mesurer l'influence de la végétation et de l'eau sur la température, l'humidité relative et la vitesse du vent. Les résultats indiquent que les arbres apportent un rafraîchissement significatif et que les plans d'eau favorisent l'évaporation, contribuant ensemble à l'optimisation du confort thermique. L'étude souligne l'importance d'intégrer des stratégies bioclimatiques durables dans la planification urbaine pour renforcer la résilience des villes face au changement climatique et favoriser une appropriation plus efficace des espaces publics par les résidents.

IV.1.1.7 La recherche de Yao Lu et al (2022) :

Intitulée « Simulation design of intelligent garden based on climate adaptability and nonlinear random matrix », cette recherche explore la conception de jardins intelligents à travers une simulation établie sur le design climatique et des matrices aléatoires non linéaires. L'objectif est de créer un cadre de conception intégrant les variations climatiques pour rendre les espaces verts résilients et adaptatifs. La méthodologie repose sur une approche quantitative et algorithmique, utilisant des matrices non linéaires pour modéliser les paramètres du jardin et

prédire les réactions environnementales. La simulation, avec les logiciels Grasshopper, Rhino, BIM, GIS et Lumion, permet de gérer les plantations et infrastructures selon différents scénarios climatiques. Les résultats montrent une réduction de 15 % de la consommation d'eau et une meilleure gestion des ressources énergétiques, ainsi qu'un ajustement dynamique des paramètres pour améliorer durabilité et efficacité. L'étude propose une méthode innovante pour les urbanistes et paysagistes, offrant des solutions pratiques pour créer des jardins intelligents autonomes et résilients face au changement climatique.

IV.1.1.8 La recherche de Bounnah Amel (2014) :

Intitulée « L'amélioration du microclimat des places publiques réhabilitées : cas de la place du 1^{er} Novembre et de la place Kerkri à Constantine », cette recherche analyse les stratégies de réhabilitation des places publiques du centre-ville de Constantine. L'objectif est de déterminer comment les interventions climatiques influencent le confort des usagers et la qualité d'usage des espaces. La méthodologie combine observation in-situ, mesures des paramètres climatiques (température, vitesse du vent, humidité) avec un multimètre LM-8000, questionnaires pour l'évaluation du confort, et simulations via les logiciels Townscope, Autodesk Flow Design 2013 et ComFA. Les résultats montrent une diminution significative des températures de surface et une amélioration de l'humidité, contribuant à un microclimat agréable. Deux scénarios ont été étudiés : le premier montre l'inconfort de la place actuelle et le potentiel d'amélioration, le second propose un aménagement bioclimatique incluant pavage adapté, canopées et jets d'eau. L'étude souligne l'importance de la réhabilitation des espaces publics pour optimiser le microclimat, la qualité de vie urbaine et fournir des recommandations aux urbanistes, paysagistes et décideurs.

IV.1.1.9 La recherche de SAYAD Bouthaina (2021) :

Intitulée « La contribution de la végétation et des plans d'eau pour améliorer le confort climatique dans les espaces extérieurs à Guelma », cette thèse étudie l'influence de l'îlot de chaleur urbain sur le confort thermique extérieur dans le centre-ville de Guelma. L'objectif est d'améliorer le confort par l'intégration de la végétation et des plans d'eau. La méthodologie inclut la mesure de l'îlot de chaleur urbain, l'analyse de l'environnement thermique et des simulations via le modèle Envi-met pour différents scénarios, incluant variations de végétation et configurations d'eau. Les résultats montrent quatre phases thermiques de la journée et mettent en évidence l'importance des arbres et de l'eau pour réguler le microclimat. Quatre stratégies d'adaptation sont identifiées : végétale, mixte végétation-sol réfléchissant, géométrique et mixte géométrie-sol réfléchissant. L'étude démontre que les éléments naturels permettent de

concevoir des itinéraires de fraîcheur et d'atteindre un confort optimal en milieu urbain, renforçant la résilience climatique de la ville.

IV.1.1.10 La recherche de TOUBAL Ouisseme (2023) :

Intitulée « Promouvoir la participation des acteurs urbains à la gestion des espaces verts urbains publics : cas de la ville de Jijel », cette thèse examine la faible implication des acteurs urbains, notamment usagers et associations, dans la gestion des espaces verts publics. L'objectif est de favoriser une participation active pour améliorer la gestion et la qualité de ces espaces. La méthodologie combine étude exploratoire avec entretiens semi-directifs auprès des autorités locales et associations, observation des espaces verts, questionnaires et entretiens complémentaires. Les résultats révèlent que la responsabilité repose principalement sur les autorités locales, tandis que l'engagement des usagers et associations est limité. Les caractéristiques physiques des espaces influencent l'engagement, et les variables sociales et institutionnelles sont parfois démobilisantes. L'étude souligne la nécessité de repenser les stratégies de gestion et de gouvernance pour renforcer la participation des acteurs locaux et améliorer la conception des espaces verts afin de favoriser une gestion urbaine plus inclusive et participative.

IV.1.2 L'autonomie urbaine dans l'espace public

L'autonomie urbaine est considérée comme l'un des éléments clés de la durabilité urbaine, puisqu'elle reflète de nombreux objectifs de celle-ci. Elle repose sur plusieurs fondements, tels que l'agriculture urbaine, l'autonomie en eau grâce à une gestion durable et intelligente, l'autonomie numérique, le transport autonome et l'autonomie énergétique. Cette dernière constitue l'un de ses principaux piliers et contribue de manière significative à renforcer et optimiser l'efficacité énergétique, tout en améliorant la qualité d'usage des espaces publics à l'échelle urbaine, économique, sociologique et environnementale. Les études précédentes ont permis de mettre en évidence les différents aspects de l'autonomie urbaine et énergétique et leur rôle dans la durabilité des villes.

IV.1.2.1 La recherche de Tong Zou et al (2022) :

Intitulée « The role of urban agriculture in enhancing urban food system sustainability and resilience : a literature review », cette recherche présente l'agriculture urbaine comme un levier majeur de l'autonomie urbaine, notamment en matière d'autonomie alimentaire. L'étude analyse comment l'agriculture urbaine contribue à la durabilité et à la résilience des systèmes alimentaires urbains, en identifiant ses bénéfices face aux changements climatiques et à la croissance urbaine. La méthodologie repose sur cinq étapes selon le protocole PRISMA :

développement de la requête de recherche, recherche bibliographique dans Web of Science (86 études récupérées), application des critères d'inclusion et d'exclusion, extraction des informations clés dans Excel et examen complet des articles. Au final, 15 articles ont été retenus, ciblant les interactions entre agriculture urbaine, durabilité et résilience. Les résultats indiquent que l'agriculture urbaine réduit l'empreinte carbone, améliore la biodiversité, favorise la gestion des déchets organiques et renforce la sécurité alimentaire, surtout dans les zones à faible revenu, tout en consolidant les liens sociaux et la résilience communautaire.

IV.1.2.2 La recherche de Hannah R. M. Pelikan et al (2024) :

Intitulée « Encountering autonomous robots on public streets », cette étude explore l'interaction entre les robots autonomes et les usagers des espaces publics, en mettant en évidence les implications sociales et éthiques de l'intégration des robots. La méthodologie mixte combine observations sur le terrain, entretiens semi-structurés, analyse de contenu via NVivo et enquêtes sociologiques. Les résultats montrent que les participants oscillent entre fascination et inquiétude. Le design et le comportement des robots influencent fortement leur acceptation, et l'expérience préalable avec des technologies similaires augmente la réceptivité. L'étude souligne l'importance de la réglementation, de l'éducation et de la sensibilisation, et propose des recommandations pour un design centré sur l'utilisateur, favorisant l'intégration harmonieuse des robots dans les espaces publics et l'autonomie numérique urbaine.

IV.1.2.3 La recherche de Iloosh Vaziri, et al (2024) :

Intitulée « The role of autonomous cars on development of smart urban space », cette étude examine la mobilité autonome comme levier de développement d'espaces urbains intelligents. L'analyse porte sur l'impact des voitures autonomes sur la sécurité, la productivité, la gestion du trafic et la réduction du stationnement. Les véhicules autonomes permettent de surveiller l'environnement grâce à l'intelligence artificielle et aux capteurs avancés, réduisant les accidents et la pollution, tout en facilitant l'accès aux transports pour les personnes âgées et handicapées. L'étude identifie les paramètres économiques, environnementaux et sociaux de cette mobilité. Les indicateurs critiques incluent le trafic, les accidents, l'espace de stationnement et la consommation d'énergie, démontrant que la mobilité autonome constitue un outil essentiel pour l'autonomie urbaine et le développement durable des villes.

IV.1.2.4 La recherche de Federico Cugurullo (2020) :

Intitulée « Urban Artificial Intelligence : from automation to autonomy in the smart city », cette recherche explore le rôle de l'intelligence artificielle dans la transition de l'automatisation vers l'autonomie des villes intelligentes. La méthodologie qualitative repose sur une analyse

documentaire et interdisciplinaire combinant urbanisme, sociologie et informatique. L'étude montre que l'IA permet d'optimiser le trafic, la gestion des déchets et les infrastructures, mais que la véritable autonomie urbaine réside dans la capacité des systèmes à prendre des décisions complexes sans intervention humaine directe. L'article met également en évidence les défis éthiques et sociaux, et incite les urbanistes et décideurs à intégrer l'IA dans une perspective durable et centrée sur l'humain, soulignant son rôle dans l'autonomie numérique urbaine.

IV.1.2.5 La recherche de Manuel Ayala-Chauvin et al (2022) :

Intitulée «Evaluation of the energy autonomy of urban areas as an instrument to promote the energy transition», cette étude évalue l'autonomie énergétique de la ville de Loja (Équateur) via un parc éolien. Elle compare la demande électrique de la zone urbaine avec la production énergétique du parc, en tenant compte des variations quotidiennes, hebdomadaires et annuelles. L'analyse repose sur le SCADA du parc, des mesures aux sous-stations, et un algorithme développé en R pour synchroniser production et consommation. Les résultats permettent d'évaluer l'équilibre énergétique et d'améliorer l'efficacité énergétique. Cette étude fournit un outil flexible et précieux pour les opérateurs de réseau, les décideurs et les chercheurs, contribuant à la transition énergétique et à l'autonomie énergétique des zones urbaines.

IV.1.3 Le mobilier urbain : défis, design et énergie

Le troisième volet de l'état de l'art concerne le mobilier urbain, un élément essentiel de l'étude, regroupant plusieurs dimensions : urbaines, énergétiques et sociales. Le mobilier urbain constitue un élément central de l'aménagement des villes, ce qui en fait un outil pour améliorer la conception des espaces publics selon les principes du design urbain durable. L'accent est mis sur le mobilier urbain solaire, représentant une évolution significative dans le design et un défi en matière de durabilité énergétique. La partie suivante présente un état de l'art détaillé sur le mobilier urbain

IV.1.3.1 La recherche de Omar Rashid Salih et Nawal Muhsin Ali (2019) :

Intitulé « L'utilisation de l'énergie solaire et sa relation avec les variables de conception du mobilier urbain ». Cette recherche explore l'influence des variations solaires sur la conception du mobilier urbain dans les rues et examine comment l'intensité et la direction de la lumière solaire affectent la disposition et le design des bancs, abris et autres structures. L'étude, dans le cadre du design urbain durable, vise à créer des espaces extérieurs plus confortables et optimisés pour la lumière naturelle. Une approche mixte a été adoptée, combinant analyse des données environnementales et observations sur le terrain. Les résultats montrent que l'ensoleillement influence l'utilisation des espaces publics, surtout l'orientation et l'emplacement du mobilier.

Les meubles offrant de l'ombre pendant les périodes de fort ensoleillement sont plus utilisés, et la flexibilité du design permet l'adaptation aux saisons et aux conditions climatiques.

IV.1.3.2 La recherche de Hala Hassanein (2017) :

Intitulée « Smart technical street furniture design: case study of "New Cairo administrative capital" ». Cette étude se concentre sur le mobilier urbain intelligent comme dispositif d'aménagement urbain et guide pour les concepteurs de la première ville intelligente d'Égypte. L'objectif est d'améliorer la qualité de vie dans les espaces publics face aux défis urbains, à la croissance démographique et aux besoins en services de base, sécurité et inclusion sociale. La méthodologie inclut une revue de littérature et une analyse des villes intelligentes ayant intégré un mobilier urbain innovant. Les résultats indiquent que l'intégration de la technologie dans le mobilier améliore l'efficacité, la sécurité et l'interaction sociale, tout en offrant des solutions durables pour les villes modernes.

IV.1.3.3 la recherche de Ons Ben Dhaou (2023):

Intitulée « Designing street furniture : principles and criterias to provide adequate approaches to enhance the quality of life in urban spaces ». Cette recherche développe des critères pour un mobilier urbain durable, répondant aux besoins des usagers et visiteurs de Sidi Bou Saïd, tout en respectant l'environnement, le climat et le patrimoine architectural. La méthodologie combine analyse qualitative et quantitative, collecte de données scientifiques, entretiens avec les autorités locales et questionnaires auprès de la communauté. Les résultats montrent que le mobilier urbain doit intégrer les dimensions sociales, environnementales et esthétiques pour améliorer la qualité de vie et renforcer l'interaction sociale.

IV.1.3.4 La recherche de Siniša Prvanov, (2019):

Intitulée « Geometry, ergonomic, digital design and production of furniture for public spaces ». Cette étude analyse le design du mobilier urbain en combinant des principes de géométrie, d'ergonomie et de conception numérique. L'objectif est de développer un modèle de conception holistique intégrant trois dimensions principales : la fonction, l'unité et l'identité, qui interagissent et se complètent mutuellement. La méthodologie comprend l'examen de cas internationaux, tels que les États-Unis, le Japon, la Chine et Hong Kong, pour tester et valider les principes proposés. L'étude met l'accent sur l'importance de l'expérience utilisateur, du confort et de l'accessibilité dans la conception du mobilier urbain. Elle souligne également le rôle de la participation publique et de l'éducation citoyenne pour renforcer l'acceptabilité et l'efficacité des espaces publics. La durabilité et l'intégration écologique sont des axes essentiels, notamment dans le choix des matériaux et la gestion de l'espace. Le processus de conception

couvre toutes les étapes, de la planification à la production, en passant par l'implantation et le montage. Les résultats montrent que la combinaison de principes esthétiques, fonctionnels et participatifs permet de créer des villes plus inclusives et résilientes. Cette étude contribue à mieux comprendre les critères qui influencent le design du mobilier urbain pour répondre aux besoins contemporains des citoyens.

IV.1.3.5 La recherche de Alessandro Premier et al (2022) :

Intitulée « Solar-powered smart urban furniture : preliminary investigation on limits and potentials of current designs ». L'étude examine le potentiel et les limites du mobilier urbain intelligent alimenté par énergie solaire. Les auteurs analysent les conceptions actuelles à travers plusieurs études de cas pour évaluer l'efficacité énergétique, la durabilité des matériaux et la fonctionnalité des espaces publics. La méthodologie inclut une analyse technique des panneaux solaires, de la capacité de stockage d'énergie et de la maintenance des dispositifs intégrés. Les résultats montrent que le mobilier intelligent solaire offre un potentiel considérable pour réduire la consommation énergétique et fournir des services comme l'éclairage public et la recharge d'appareils électroniques. Cependant, des limites subsistent, notamment la performance des panneaux en faible luminosité, le positionnement géographique et la durabilité des matériaux face aux conditions météorologiques extrêmes. L'étude propose des recommandations pour optimiser la conception, intégrer les énergies renouvelables et renforcer l'autonomie énergétique des espaces publics. Les auteurs soulignent que l'utilisation intelligente de la technologie solaire peut améliorer la qualité de vie, créer des espaces plus durables et réduire l'empreinte écologique des villes. Ces conclusions contribuent à la réflexion sur l'avenir du mobilier urbain smart et durable.

IV.1.3.6 La recherche de Erfaneh Allameh, et Mohammadali Heidari (2020) :

Intitulée « Sustainable street furniture », University of Isfahan, Iran. Cette étude explore le développement de mobilier urbain durable dans différents contextes de la ville d'Ispahan. L'objectif est de promouvoir des comportements durables en intégrant des matériaux recyclés, l'efficacité énergétique, la sécurité et l'accessibilité. La méthodologie combine analyses qualitatives et quantitatives, observation sur le terrain, collecte de données à partir d'articles scientifiques et entretiens avec les autorités municipales. Les résultats indiquent que l'intégration de pratiques durables réduit l'impact environnemental tout en améliorant l'expérience des usagers et la résilience des espaces publics. Les conceptions ergonomiques et esthétiques encouragent l'interaction sociale et augmentent l'attractivité des lieux. L'étude propose des lignes directrices pour développer mobilier urbain durable et adaptable aux besoins

sociaux et environnementaux. Elle souligne l'importance de combiner fonctionnalité, durabilité et esthétique pour créer des espaces publics efficaces et agréables.

IV.1.3.7 La recherche de Ayşem G. BAŞAR (2021) :

Intitulée « Sustainability in urban furniture design : the use of renewable energy sources ». Cette recherche se concentre sur l'utilisation des énergies renouvelables dans le mobilier urbain pour réduire l'impact environnemental et créer des villes durables. L'étude s'appuie sur une approche qualitative et des études de cas pratiques, incluant bancs solaires, lampadaires à énergie éolienne ou solaire et projets étudiants supervisés. Les résultats montrent que l'intégration de technologies renouvelables augmente l'autonomie énergétique, sensibilise les citoyens à l'écologie et favorise l'interaction sociale. L'étude démontre que le mobilier urbain peut être à la fois fonctionnel, esthétique et durable. Elle propose des solutions concrètes pour concevoir des espaces publics innovants, écologiques et adaptés aux besoins contemporains. Cette approche illustre comment le design urbain peut contribuer à la transition énergétique et au développement durable.

IV.1.3.8 La recherche de Aysegul TERECI et al (2019) :

Intitulée « Integrating renewable energy systems into urban furniture for recreational spaces: a design proposal for Konya Adalet Park ». L'étude propose un mobilier urbain intégrant panneaux solaires et dispositifs éoliens pour les espaces récréatifs. La méthodologie repose sur une étude de cas qualitative, incluant analyse des besoins énergétiques, calcul du potentiel solaire et éolien, et conception assistée par logiciels. Le mobilier proposé offre éclairage public, stations de recharge et services sans recourir à l'énergie traditionnelle. Les résultats montrent que ces systèmes permettent une autonomie énergétique, réduisent la consommation des réseaux et favorisent la durabilité environnementale. Cette recherche offre un guide pratique pour la conception d'espaces publics éco-responsables, démontrant l'impact positif des solutions simples et innovantes sur la durabilité urbaine.

IV.1.3.9 La recherche de Marco Avila et al (2018) :

Intitulée « Intelligent multifunctional solar urban furniture : a multidisciplinary methodological vision of technology ». L'étude présente le concept de « solar tree », mobilier urbain multifonctionnel intégrant ombre, éclairage, électricité et connectivité. La méthodologie combine analyse des besoins des usagers, questionnaires et application de la méthode QFD pour aligner les exigences des utilisateurs avec les solutions techniques. Les résultats montrent que le mobilier solaire améliore la qualité de vie, offre des services autonomes et contribue à la transition énergétique. L'approche multidisciplinaire souligne l'importance de combiner

architecture, design et technologies durables pour créer des espaces publics intelligents et écologiques. L'étude propose également des recommandations pour optimiser l'intégration de la technologie solaire dans différents contextes urbains.

IV.1.3.10 La recherche de Anna M Grabiec et al (2022) :

Intitulée « Material, Functional, and Aesthetic Solutions for Urban Furniture in Public Spaces ». Cette recherche évalue le mobilier urbain à Poznań, Pologne, à travers questionnaires et revue de littérature. L'étude analyse les préférences des utilisateurs en matière de matériaux, de fonctionnalité, d'accessibilité et d'esthétique. Les résultats montrent que les matériaux composites et recyclés offrent durabilité, faible maintenance et qualité esthétique. Le mobilier urbain améliore la convivialité des espaces publics, favorise les interactions sociales et renforce le sentiment d'appartenance. L'approche centrée sur l'utilisateur contribue à concevoir des parcs et places publiques attractifs, tout en intégrant des solutions écologiques. L'étude fournit des recommandations pour utiliser matériaux innovants et durables, mettant en avant un équilibre entre performance fonctionnelle, valeur esthétique et respect de l'environnement.

IV.1.4 Positionnement episthymologique

IV.1.4.1 Synthèse des études précédentes

Face aux défis du changement climatique, de la conception urbaine et de la durabilité, les études précédentes se sont principalement concentrées sur la qualité de l'espace public en termes d'usage ou d'éléments d'aménagement, dans le but d'améliorer le confort des usagers et la qualité de l'usage de l'espace public, et ces recherches sont largement répandues. En ce qui concerne le mobilier urbain, en particulier le mobilier solaire, qui constitue l'un des éléments efficaces garantissant la qualité de l'usage, les études commencent à apparaître comme une tendance dans la conception urbaine axée sur les énergies renouvelables, bien que l'intérêt pour le mobilier en tant qu'élément de recherche existe depuis plusieurs années. De plus, l'autonomie est également considérée comme l'un des défis de la conception urbaine, notamment l'autonomie énergétique urbaine. Afin d'atteindre leurs objectifs, ces études ont basé leur méthodologie sur un ensemble de méthodes et d'outils : certaines ont utilisé des enquêtes sociologiques et des questionnaires centrés sur les usagers, ainsi que sur les gestionnaires de l'espace public, tels que les designers ou les administrations spécialisées dans la gestion. Cette évaluation sociologique, reposant sur le questionnaire comme outil de collecte de données, s'appuie sur plusieurs logiciels pour l'analyse, tels que le programme SPSS. En complément de l'observation in-situ, certaines études se sont concentrées sur les mesures climatiques in-situ et sur la simulation à l'aide de logiciels numériques, qu'il s'agisse de simulations climatiques ou énergétiques, tels qu'Envi-met,

Rhinocéros, Grasshopper et autres. Il convient également de noter que, dans certains cas d'étude, les chercheurs ont combiné plusieurs méthodes, pouvant être sociologiques, climatiques et numériques simultanément. Par ailleurs, à travers l'analyse des études précédentes, le choix du type d'espace public est considéré comme une étape essentielle, en liant les objectifs de la recherche à l'espace approprié. L'analyse des études précédentes sur le plan théorique a permis de construire un cadre théorique spécifique à l'étude et de définir la méthodologie adoptée, ce qui sera détaillé dans la partie suivante.

IV.1.4.2 Focalisation de notre recherche

Le sujet de cette recherche combine plusieurs critères urbains, sociaux, climatiques et énergétiques. D'après l'analyse des études précédentes, la méthodologie permettant d'atteindre les objectifs peut s'appuyer sur plusieurs approches complémentaires.

- **L'évaluation spatiale** consiste à sélectionner l'espace public approprié pour l'étude à travers une lecture urbaine de l'espace et du mobilier urbain, ce dernier constituant un élément central de l'analyse. Cette étape permet de définir le cadre précis de l'étude et d'assurer la pertinence du choix de l'espace.
- **L'évaluation sociologique** intervient en raison de la place centrale de l'utilisateur, qui est le premier en contact avec le mobilier et l'espace public. Elle repose sur des questionnaires adressés aux usagers et aux groupes concernés, permettant de recueillir des informations essentielles sur la perception, le confort et l'utilisation de l'espace. Cette approche complète l'analyse spatiale et fournit des données qualitatives et quantitatives pour soutenir l'étude.
- **L'évaluation climatique** vise à analyser l'adaptation du mobilier urbain aux conditions microclimatiques des espaces étudiés. Elle permet de déterminer dans quelle mesure l'ameublement et l'aménagement s'adaptent à l'ambiance thermique et lumineuse des espaces, ainsi qu'à leur usage par les usagers, contribuant ainsi à optimiser le confort et l'efficacité des espaces publics.
- **L'évaluation énergétique** se concentre sur l'état actuel du design énergétique des espaces étudiés. Elle analyse la consommation énergétique, le type et la performance des éléments de mobilier urbain solaire ou autonome, et l'efficacité énergétique globale des espaces. Cette approche permet de proposer des améliorations dans la conception énergétique pour renforcer l'autonomie et la durabilité des espaces publics.
- Enfin, **l'évaluation numérique par simulation** achève la méthodologie en intégrant des modèles numériques pour simuler le comportement énergétique et climatique des

espaces et de leur mobilier. La combinaison de ces cinq méthodologies assure une démarche cohérente, complète et rigoureuse, garantissant la pertinence des résultats et la fiabilité de l'étude.

IV.2 Evaluation spatiale : détermination d'un corpus d'étude spatial et des critères d'évaluation du mobilier urbain

Cette phase de la recherche repose sur deux volets. Le premier est dédié à l'évaluation spatiale, réalisée par l'observation de l'espace public de la ville de Guelma et par le classement des différents éléments de mobilier urbain. Cette approche permet d'analyser et de lire l'espace public à travers la classification de ses éléments d'aménagement, dans le but de sélectionner l'espace public approprié pour l'étude et de déterminer un corpus d'étude spatial. Le deuxième volet de cette phase d'évaluation consiste en la recherche et la classification d'un ensemble de critères reflétant la qualité d'usage du mobilier urbain, en lien avec la conception contemporaine et durable. L'objectif est de mobiliser ces critères pour l'évaluation du mobilier urbain dans le cadre de l'étude. Pour ce faire, l'analyse s'appuie sur un ensemble d'études ayant mis en lumière différents critères de conception du mobilier, ainsi que sur l'évaluation de certains modèles concrets de mobilier urbain à autonomie énergétique solaire. Les résultats de cette phase serviront d'outils d'évaluation dans les phases suivantes de l'étude.

IV.2.1 Le corpus d'étude spatiale

La constitution du corpus d'étude spatiale constitue une étape clé pour sélectionner les espaces publics les plus représentatifs de la ville de Guelma. L'observation in situ a permis de classer ces espaces selon la densité, le type et l'organisation de leur mobilier urbain. Cette classification facilite l'identification des espaces les mieux aménagés et offre une base solide pour analyser la conception et l'usage du mobilier urbain dans le cadre de l'étude.

IV.2.1.1 Observation in-situ

L'observation directe constitue un outil concret et efficace pour une analyse précise du site en temps réel. Elle a été employée dans de nombreuses études liées à l'espace public urbain. Cet outil de recherche a été désigné par Angers (1996) sous le terme « observation in situ » ou « observation en situation ». Selon Angers (1996) et N'Da (2015), il s'agit de l'exploration et de l'observation directe d'un chercheur sur le terrain afin d'étudier de manière précise un sujet, un groupe ou plusieurs groupes d'individus dans leur environnement naturel. Cette méthode implique également la collecte d'un échantillon quantitatif permettant d'analyser et d'enregistrer les attitudes ou comportements sur une période donnée (Toubal, 2023).

À ce stade de l'étude, l'observation in situ vise à classer les types d'espace public à travers leur mobilier urbain, afin d'identifier l'espace le plus aménagé. Le mobilier de chaque espace public a été ainsi classé à l'aide de cet outil de recherche, permettant de dresser une carte descriptive des types d'espace public de la ville de Guelma. Cette carte a servi de base pour sélectionner l'espace public choisi pour l'étude, constituant le corpus d'étude spatiale.

IV.2.1.2 Classification des éléments du mobilier urbain

La diversité du mobilier urbain d'un espace public à un autre peut influencer son usage ainsi que le profil de ses usagers. Elle contribue également à orienter les choix vers une amélioration de l'usage du mobilier, en offrant différentes options de conception liées à la durabilité et à la contemporanéité. Dans cette phase évaluative, visant à sélectionner un espace d'étude, la classification des éléments du mobilier urbain a été réalisée en se basant sur deux critères essentiels : le type et le nombre de mobiliers présents dans l'espace public de la ville de Guelma. Le choix pertinent de l'espace d'étude, représenté par l'espace le plus doté en mobilier urbain, constitue un facteur facilitateur pour les phases suivantes de l'évaluation, notamment pour l'analyse du mobilier urbain solaire.

IV.2.2 Les critères d'évaluation du mobilier urbain, notamment conçu avec un design énergétique autonome.

Pour évaluer le mobilier urbain dans le cadre de cette étude, un ensemble de critères reflétant la qualité d'usage a été classé et rassemblé, en lien avec le design contemporain. Ces critères ont été extraits à la fois de la revue de la littérature et de l'analyse de modèles concrets de mobilier contemporain, en particulier ceux à autonomie énergétique solaire.

IV.2.2.1 Les critères d'évaluation dérivés de la revue de littérature

Les recherches sur le mobilier urbain lui confèrent une grande valeur, notamment pour sa qualité et sa contribution à la satisfaction des usagers tout en préservant l'environnement. Cela souligne la nécessité de définir les critères les plus importants reflétant sa qualité et les méthodes pour l'évaluer, afin de construire des villes durables et des espaces urbains publics intelligents, adaptés aux besoins des usagers.

Le tableau ci-dessous (Tableau IV.1) synthétise les principales études traitant du mobilier urbain, en se focalisant sur les critères de qualité de conception tels que la fonction, le confort, la forme, la résilience, la santé et la sécurité. Ces critères, reflétant la performance et la qualité du mobilier tels qu'extraits de la revue de littérature, serviront de base pour établir des critères d'évaluation spécifiques à cette étude.

Chapitre IV : Méthodologie de la recherche : approches, outils et objectifs.

Tableau IV.1: Critères d'évaluation du mobilier urbain solaire dérivés de la revue de littérature.

1	Recherche de (Ghorab, P. 2014 ; Hassanein, H. 2017),	• La fonction (confort, accessibilité quantitative, l'adéquation des matériaux) • la forme (forme moderne, avoir des qualités historiques faisant référence à l'histoire, la culture, la tradition, le style de vie et le comportement, l'environnement géographique, être différent, attractif, original/unique, et se trouver dans un bon emplacement) • l'unité (la compatibilité avec l'environnement et le climat doit être évaluée avec soin) • les couleurs doivent être en harmonie, la forme doit)
2	Recherche de Erfaneh Allameh et Mohammadali Heidari 2020	• Matériaux durable • Efficacité énergétique • Résilience • Recyclage • réduction des risques environnementaux • Adapté au besoin de l'utilisateur • Sensibiliser le public à la durabilité.
3	Recherche de Ous ben dhaou 2023	• Localisation et règles de mise en œuvre • Le confort • Accessibilité • Mesure de la conception technique • Harmonisation et promotion de l'image de la ville • Design et identité de la ville • Matériaux et durabilité • Le positionnement
4	Recherche de Siniša Prvanov 2019.	• Le design par l'approche holistique • La fonction : usage, confort, accessibilité, disposition et esthétique, installation et entretien sécurité, politique et réglementation urbaines • Les matériaux durables • L'unité : la compatibilité entre les différents types de mobilier urbain, la compatibilité entre le mobilier urbain et l'environnement, la compatibilité entre le mobilier urbain et le temps • L'identité : l'histoire, la culture et la tradition, le style de vie et le comportement, le nouveau développement et la nouvelle culture, l'environnement géographique et le climat. • L'ergonomie

Chapitre IV : Méthodologie de la recherche : approches, outils et objectifs.

5	Recherche de Weixuan Chen, et al (2022).	• Confort • Accessibilité • durabilité • esthétisme • L'agronomie
6	Recherche de Elif Şatiroğlu, et al (2023)	• Durabilité • Facilité d'entretien • La performance • La fonctionnalité • Les relations spatiales • L'économie • La recyclable • L'esthétique • Les matériaux écologiques
7	Recherche de Dilek Yasar* (2023)	• - Utilisation de matériaux naturels et locaux ; • - Choix de matériaux réutilisables ; • - Utilisation de matériaux non toxiques et sains ; • - Choix de matériaux hautement disponibles ; • - Choix de matériaux résistants aux conditions climatiques ; • - Durabilité aux accidents et au vandalisme ; • - Conformité des matériaux aux normes de production ; • - Permettre une intervention locale (remplacement et/ou réparation) en cas de dommage ; • - Utilisation de matériaux nécessitant peu d'entretien ; • - Utilisation efficace des ressources dans la production et l'approvisionnement ; • - Utilisation de technologies respectueuses de l'environnement dans la production ; • - Minimisation de la quantité de déchets dans la production ; • - Production pour une utilisation à long terme ; • - Conception de meubles économes en énergie et à haut rendement ; • - Des conceptions qui reflètent la continuité et la diversité culturelles ; • - Compatibilité avec l'identité de l'espace urbain dans lequel le mobilier urbain est situé ; • - Disposition et positionnement de manière à permettre aux utilisateurs d'établir des relations sociales ; • - Conception et positionnement en fonction des jugements de valeur, des actions et des habitudes de la société ;

		• - Servir tous les membres de la société dans la mesure du possible ; • - Accessible ; • - Présenter des qualités qui apporteraient une valeur ajoutée esthétique à la ville ; • - Choix de conceptions polyvalentes.
--	--	--

IV.2.2.2 Les critères d'évaluation issus de l'analyse de cas concrets de mobilier urbain contemporain, notamment à caractère énergétique solaire

Le mobilier urbain a relevé plusieurs défis de conception dans différentes villes à l'échelle mondiale, concernant sa fonction, sa forme et ses matériaux. Parmi ces défis, le design énergétique constitue l'un des piliers du design contemporain durable. Dans ce cadre, le design énergétique solaire représente un enjeu majeur permettant d'optimiser l'usage du mobilier urbain, se traduisant par une amélioration significative de la qualité des espaces publics. Ce mobilier ne se limite pas à renforcer la résilience énergétique ; il offre également une multitude de services adaptés aux besoins des usagers, répondant à divers enjeux tels que le confort, la santé, la sécurité et la numérisation.

Le tableau suivant résume les critères de conception des meubles urbains solaires autonomes, considérés comme des critères d'évaluation qualitatifs pour le mobilier énergétique (Tableau IV.2).

Tableau IV.2: Critères d'évaluation du mobilier urbain solaire autonome.



Arbre solaire Ross Lovegrove

- résilience énergétique
- autonomie
- confort



Le banc public solaire de Kaust en Arabie Saoudite

- résilience énergétique
- autonomie
- confort
- facilité des services
- design numérique



Le panneaux d'affichage solaire La ligne nord ouest du métro de Sydney

- Confort
- Résilience énergétique
- Performance fonctionnelles



Corbeille à déchets intelligente à London, United Kingdom

- Design numérique (Wifi, Iot)
- Résilience énergétique
- Préservation de l'environnement
- Confort et sécurité

IV.2.3 Évaluation architecturale de cas d'étude (les jardins publics de la ville de Guelma)

Cette phase d'évaluation consiste en une étude descriptive des cas d'étude, à savoir les jardins publics de la ville de Guelma. Elle vise à décrire le mobilier urbain, ainsi que son rôle, ses éléments de conception artistique et sa contribution à la conception urbaine des jardins.

IV.2.3.1 Observation in situ

L'observation in situ, outil efficace déjà utilisé dans la phase précédente, sera également employée pour l'analyse architecturale des jardins étudiés. Cet outil permettra une évaluation précise des jardins publics de Guelma, en tenant compte de la conception du mobilier urbain et de ses fonctions au sein de chaque espace.

IV.2.3.2 Analyse architecturale des jardins publics

L'analyse descriptive des jardins publics est un processus essentiel pour comprendre et évaluer la qualité de cette espace et de comprendre son design architectural. Elle englobe plusieurs éléments clés, tels que la forme, la fonction et les éléments d'aménagements.

IV.3 Évaluation sociologique : Le mobilier urbain auprès des usagers des jardins publics

Cette phase est consacrée à l'évaluation sociologique, visant à analyser les éléments du mobilier urbain à partir de l'avis des usagers des jardins d'étude (jardin Esanawbre, Sérédi Mustapha et Guehdour). Pour ce faire, deux outils principaux ont été utilisés : l'observation in situ et le questionnaire directif auprès des usagers. Cette phase intervient après la définition du corpus d'étude social

IV.3.1 Observation in situ

L'observation in situ, déjà employée dans les phases précédentes pour identifier l'espace le plus aménagé et analyser les jardins, constitue un outil central de l'évaluation sociologique. Au-delà de son rôle dans l'identification des composants de chaque jardin et des caractéristiques du mobilier, son objectif principal est de comprendre l'usage des jardins par les usagers et la relation entre l'utilisateur et le mobilier. Elle permet également d'évaluer dans quelle mesure le mobilier répond aux besoins des usagers et influence l'usage de chaque jardin.

Cette méthode permet de caractériser le design des jardins d'étude, notamment le type et les caractéristiques des éléments de mobilier urbain, ainsi que leur rôle au sein du jardin. Elle offre également des indications sur l'intensité d'usage et le comportement des usagers vis-à-vis des fonctions et de l'usage du mobilier urbain

IV.3.2 Le corpus d'étude social (échantillon et échantillonnage)

Tout comme l'espace public étudié a été choisi et défini pour constituer le corpus d'étude spatiale, et que les critères d'évaluation du mobilier urbain ont été sélectionnés, il est nécessaire de définir une catégorie d'utilisateurs représentant le corpus d'étude social. Il convient également de déterminer l'échantillon et l'échantillonnage afin de mener l'enquête, car il n'est pas possible d'évaluer tous les utilisateurs.

Comme le souligne Angers (1996), lorsque la population est trop importante et difficile à contrôler, il n'est ni économiquement, ni temporellement, ni logistiquement possible d'examiner l'intégralité de celle-ci. Dans de tels cas, le chercheur sélectionne de manière précise et scientifique un échantillon présentant des caractéristiques similaires à la population étudiée, représentatif de l'ensemble de ses membres. Cette approche garantit des résultats plus précis, réalistes et généralisables (Toubal, 2023).

IV.3.2.1 Intensité d'usage

Pour élaborer le corpus d'étude social et choisir la population d'étude, l'analyse s'est d'abord appuyée sur l'intensité d'usage de chaque cas évalué. Le nombre d'utilisateurs a été calculé dans chaque espace choisi au cours de quatre jours d'observation durant le mois de juillet. Étant donné que la fréquentation des espaces est faible pendant la période diurne, de 8 h à 17 h, en raison des températures élevées, l'échantillon total de l'étude a été estimé à 200 utilisateurs (Tableau VI.3).

IV.3.2.2 Échantillon et échantillonnage selon la formule de Maurice Angers

La taille de l'échantillon de l'étude a été déterminée selon la formule proposée par Angers (1996). Selon cette référence, il est recommandé de sélectionner environ une centaine d'éléments par strate lorsque la population compte quelques centaines à quelques milliers d'individus, et idéalement 10 % de la population totale lorsque celle-ci est plus importante. Dans le jardin Esanawbre et le jardin Séridi Mustapha, où la moyenne d'usage se situe entre 100 et 1000 utilisateurs, l'échantillon a été estimé à 10 % de la population, conformément à la formule d'Angers.

- $N(\text{utilisateurs}) = \text{moyenne d'usage} \times 10/100$

-Dans le jardin Guehdour, nous avons une moyenne d'usage (moyenne d'usage < 100) utilisateurs, nous avons estimé l'échantillon par la formule 2 de 50%.

- $N(\text{utilisateurs}) = \text{moyenne d'usage} \times 50/100$

Le tableau suivant résume la moyenne d'usage ainsi que la taille de l'échantillon dans chaque jardin :

Tableau IV.3: Intensité d'usage et échantillon d'étude dans les jardins évalués.

Jardins évalués	Jours					Intensité d'usage totale	Moyenne d'usage	Pourcentage de l'échantillon	Nombre des utilisateurs obtenus
		J1	J2	J3	J4				
Jardin Esanawbre	1.	700	500	550	700	4000	1000	10 %	100
Jardin Séridi Mustapha	2.	700	550	450	300	2800	700	10 %	70
Jardin Guehdour	3.	80	80	70	50	240	60	50 %	30
Nombre de personnes interviewées									200

IV.3.3 Le questionnaire

L'évaluation sociologique se distingue par l'outil utilisé et la catégorie ciblée. En général, ce type d'évaluation est réalisé dans l'espace public urbain à l'aide de questionnaires destinés aux usagers, dans le but de recueillir leur avis sur la conception de l'espace. Dans le cadre de cette étude, l'objectif est d'évaluer l'usage et la conception des éléments du mobilier urbain du point de vue des usagers. Le questionnaire a été largement adopté dans de nombreuses recherches portant sur l'espace public, car il constitue un outil efficace pour collecter des informations pertinentes. Le questionnaire utilisé dans cette phase est intitulé : « Évaluation du design du mobilier urbain des jardins publics de Guelma ».

IV.3.3.1 Déroulement de questionnaire

Le questionnaire a été administré pendant la période estivale, de juillet à octobre 2023, afin d'évaluer la conception du mobilier urbain utilisé dans l'aménagement des jardins publics. Il a été distribué à différents moments aux usagers de chaque jardin, selon le nombre d'usagers déterminé pour l'échantillon.

IV.3.3.2 Structure de questionnaire

Le questionnaire a été structuré en deux volets, en plus d'une section sur les caractéristiques sociologiques des interviewés. Le premier volet concerne les caractéristiques sociophysiques des jardins publics, le deuxième l'évaluation du design du mobilier urbain (voir le tableau de l'annexe 2).

Dans le premier volet, qui porte sur l'évaluation de la qualité de jardin public, les questions sont à choix multiples sur la fréquentation, l'usage, l'aménagement, les facteurs qui empêchent l'usage de jardin, les critères qui peuvent améliorer l'usage de jardin. Dans ce volet de questionnaire, nous avons utilisé plusieurs questions, dont l'une des exemples est la suivante :

- **Q usage :** Pourquoi tu fréquentes ce jardin ? (Ombre, qualité du mobilier urbain, attractivité, accessibilité et la situation, utilisation occasionnelle).

Dans le deuxième volet qui porte sur l'évaluation du design du mobilier urbain, nous avons utilisé plusieurs critères d'appréciation que nous avons développés à partir des études précédentes et des modèles de mobilier urbain solaire. Qui reflètent la qualité du design dans le mobilier urbain. Nous les mentionnons comme suit : la typologie, la fonction, la forme, la résilience, l'autonomie, la numérisation, le confort, la santé et la sécurité, l'usage saisonnier du mobilier urbain diurne et nocturne. Dans ce volet, nous avons utilisé l'échelle de Likert à cinq points (pas du tout d'accord, pas d'accord, neutre, d'accord et tout à fait d'accord). Dans ce

volet du questionnaire, nous avons intégré plusieurs questions. Parmi lesquelles figure l'exemple suivant :

- **Q usage diurne** : les éléments du mobilier urbain sont utilisable dans des conditions climatiques extrême (température élevé, pluie)

Ce questionnaire est établi en tableaux par la langue arabe pour faciliter et encourager les répondants à donner des informations précises et exactes sur la qualité des jardins publics et le mobilier urbain.

IV.3.3.3 Traitement du questionnaire

La gestion et le traitement des données recueillies par le questionnaire ont été effectués à l'aide des logiciels SPSS® 21.0 et EViews 10. SPSS a été utilisé pour l'analyse descriptive et évaluative des volets du questionnaire, tandis qu'EViews a servi à réaliser les régressions. Le traitement des données a débuté par la conception de la base de données, la saisie des réponses et le codage des variables sous forme de tableau. Les valeurs de l'échelle de Likert ont ensuite été transformées en moyennes, et la moyenne pondérée a été calculée pour l'échelle à cinq points (Tableau VI.4).

Tableau IV.4: La moyenne pondérée pour chaque nombre de l'échelle de Likert.

Échelle de Likert (cinq points)	1	2	3	4	5
Moyenne pondérée	[1-1.8)	[1.8-2.6)	[2.6-3.4)	[3.4-4.2)	[4.2-5]
Description	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	Tout fait d'accord

IV.3.3.4 Méthodes statistiques utilisées

L'analyse des résultats du questionnaire nécessite l'application de méthodes statistiques spécifiques, établies sur un ensemble de tests. Parmi ceux-ci figurent le test de fiabilité du questionnaire et le test de normalité des données. Les principaux tests et méthodes utilisés pour l'analyse des résultats, à l'aide des logiciels SPSS 21 et EViews 10, seront présentés ci-après.

- **Logiciels statistiques** : Pour analyser les données du questionnaire, deux logiciels ont été utilisés : SPSS 21 et EViews 10. Le premier, **SPSS** (« Statistical Package for Social Sciences »), est un logiciel d'analyse statistique largement employé dans les recherches et études sur l'évaluation sociologique de l'espace public. Le second, **EViews 10** (« Econometric Views »), est un logiciel conçu pour l'analyse économétrique. Il fournit des outils puissants pour les statistiques, les séries chronologiques, la prévision et la

modélisation, via une interface orientée objet innovante et facile à utiliser (Startz, 2019 ; Sagiru Mati et al., 2023). EViews est utilisé ici pour étudier les relations entre les différents volets du questionnaire.

- **Fiabilité du questionnaire** : et cela grâce au coefficient Alpha cronbach, qui est utilisé pour vérifier la fiabilité du questionnaire. Pour approuver que le taux de fiabilité de questionnaire soit élevé, Alpha cronbach doit être supérieure (> 0.6).
- **Normalité des données** : et cela grâce au test Kolmogorov-Smirnov, qui est utilisé pour vérifier la normalité des données. Les données de questionnaire sont normalement distribuées, si la valeur Sig. $> 0,05$.
- **Analyse descriptive et évaluative** : elles ont été utilisées pour analyser les résultats des différentes parties du questionnaire. L'estimation des résultats en Pourcentage et le calcul de la moyenne pondérée.
- **La régression linéaire multiple et simple** : a été choisi pour étudier l'effet de la conception du mobilier sur la qualité d'usage des jardins, et ce, à travers l'étude de la relation d'influence entre le volet évaluation de la qualité des jardins et le volet évaluation du mobilier urbain. Le modèle estimé de la fonction de régression linéaire multiple pour les variables étudiées est illustré dans l'équation suivante :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \epsilon_i$$

y : variable dépendante: Les dimensions du premier volet d'évaluation des jardins publics)

x_1 : variable indépendante 1 : typologies du mobilier urbain

x_2 : variable indépendante 2 : La performance fonctionnelle

x_3 : variable indépendante 3 : Le design formel

ϵ_i : Le reste des variables indépendantes du deuxième volet d'évaluation de design du mobilier urbain

Le modèle estimé de la fonction de régression linéaire simple pour quelques variables étudiées est illustré dans l'équation suivante :

$$y = \beta_0 + \beta x$$

y : variable dépendante: Les dimensions du premier volet d'évaluation des jardins publics)

x : variable indépendante 1 : la totalité du deuxième volet d'évaluation de design du mobilier urbain.

Pour effectuer la régression, qui permet d'étudier la relation d'influence entre les deux volets du questionnaire (jardin public et mobilier urbain), nous avons effectué un ensemble de tests, à savoir Le test de la qualité de l'ajustement « Coefficient de détermination R^2 , Le test statistique de signification partielle des coefficients estimés « Prob », la significativité globale du modèle estimé "Prob (F-statistic, Test d'autocorrélation des erreurs « statistiques (DW) » chacun ayant ses propres conditions et méthodes d'analyse.

IV.4 Evaluation climatique des jardins publics à travers leur mobilier urbain

Cette partie de la recherche est consacrée à l'évaluation climatique des jardins publics à travers leur mobilier urbain. L'objectif principal consiste à comprendre comment les conditions climatiques influencent l'usage et la qualité de ces espaces, en particulier l'adaptation du mobilier urbain à l'ambiance microclimatique des jardins et son impact sur l'usage de ces espaces ainsi que sur le confort des usagers. À cette fin, des mesures in-situ ont été réalisées.

IV.4.1 Mesure In-situ

Pour établir un constat climatique du cas d'étude, directement lié à l'aménagement des jardins et à leur production énergétique, des mesures in-situ précises ont été réalisées à l'aide d'instruments (Thermo hygromètre et anémomètre) afin de mesurer la température de l'air, l'humidité relative et la vitesse du vent.

IV.4.1.1 Période de mesures

Cette phase d'évaluation a eu lieu en août 2024, pendant la période estivale. L'objectif était d'évaluer l'adaptation du mobilier urbain à l'ambiance microclimatique des jardins étudiés. La température, l'humidité et la vitesse du vent ont été mesurées toutes les trois heures, de 8 h à 17 h. Parallèlement, l'observation in-situ a été utilisée afin d'apprécier la qualité de ces espaces, d'identifier le mobilier favorisant le confort et de repérer les zones inconfortables. Cette étude vise à effectuer une évaluation climatique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains.

IV.4.1.2 Les instruments utilisés

Pour la campagne de mesures, deux instruments ont été utilisés, comme illustré à la figure IV.1, un thermo-hygromètre et un anémomètre. Le premier, un thermo-hygromètre « HENNA », sert à mesurer la température de l'air (T_a , en $^{\circ}\text{C}$) et l'humidité relative (RH, en %). Le second, un anémomètre, permet de mesurer la vitesse du vent (V_a , en m/s).



Figure IV.1: Les appareils de mesure utilisés (a) Thermomètre, (b) anémomètre.

IV.4.1.3 Les stations de mesures

Les stations de mesure choisies dans chaque jardin correspondent aux emplacements où le mobilier urbain est le plus utilisé et le plus proche des usagers. Les points de mesure dans chaque jardin sont les suivants :

- **Jardin Esanawbre** : Dans ce jardin, les types de mobilier les plus utilisés et les plus appréciés par les usagers sont les bancs, les jeux pour enfants et les tables. Par conséquent, six emplacements ont été sélectionnés pour les mesures. Les points 1 et 2 correspondent aux bancs situés à l'ombre et au soleil. Les points 3 et 4 représentent les tables à l'ombre et au soleil. Les points 5 et 6 correspondent aux jeux pour enfants à l'ombre et au soleil.
- **Jardin Séridi Mustapha** : Dans ce jardin, le mobilier le plus proche de l'utilisateur est uniquement le banc. Deux emplacements ont donc été choisis : le point 1 pour un banc exposé au soleil et le point 2 pour un banc à l'ombre.
- **Jardin Guehdour** : Dans ce jardin, la situation est similaire à celle du Jardin Séridi Mustapha, le mobilier le plus proche des usagers étant le banc. Deux emplacements ont été sélectionnés : un banc à l'ombre et un banc exposé au soleil direct.

IV.5 Evaluation énergétique des jardins d'étude

Cette partie de la recherche revêt une importance particulière, car elle correspond au thème central de l'étude. Elle vise à évaluer le design énergétique des jardins publics étudiés, en tenant compte du type et du mode de design énergétique utilisé, de la production et de la consommation d'énergie, ainsi que des types de mobilier urbain présentant un design énergétique. Pour ce

Chapitre IV : Méthodologie de la recherche : approches, outils et objectifs.

faire, l'analyse s'appuie sur l'observation in-situ, ainsi que sur des données énergétiques obtenues auprès du service énergétique de la commune de Guelma et de la direction de Sonelgaz Guelma.

IV.5.1 Mobilier urbain des jardins et le design énergétique

Les jardins publics sont aménagés avec plusieurs éléments de mobilier urbain. Sur le plan énergétique, l'éclairage public constitue l'élément du mobilier urbain présentant un aspect énergétique. Le design architectural de cet élément varie selon les trois cas étudiés.

IV.5.2 Consommation énergétique des jardins d'étude

La consommation énergétique dans les cas évalués est présentée dans (le tableau IV.5), qui montre celle-ci journalière, mensuelle et saisonnière.

Tableau IV.5: Consommation énergétique dans les jardins évalués. Source service de l'énergie de l'APC et SONEGAS Guelma, donnée traité par auteur 2024.

Consommation énergétique dans les sites d'intervention en KWH	1- Période Estivale 9h			2- Période Hivernale 14 h			Consommation énergétique Annuelle en KWH/ANS	Nombre de candélabre/consommation en Wh	
	Jour	Mois	6 Mois	Jour	Mois	6 Mois			
1-Le jardin Esanawbre	131.31	3939.3	23635.8	204.26	6127.8	36766.8	60 402.6	-17 -16 -40 -11	-150 Watts -150*2 Watts -100 Watts -11 Watts
2-Le jardin Mustapha Séridi	26.1	783	4698	40.6	1218	7308	12 006.0	-58	50 Watts
3- Le jardin Guehdour	42.75	1282.5	7695	66.5	1995	11970	19 665.0	-17 -15 -7	-150 -100 -100 Watts
-Consommation énergétique des jardins publics de la ville de Guelma en KWH							92 073.6		

IV.6 Evaluation numérique : simulation de la contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique des jardins publics à Guelma

Cette étape de l'étude a été consacrée à l'évaluation de la contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique des jardins publics de la ville de Guelma, constituant ainsi l'objectif principal de la recherche. Pour atteindre cet objectif, une approche de simulation numérique a été adoptée, reposant sur plusieurs logiciels de modélisation et de simulation, à savoir : AutoCAD 2024, Rhinocéros 7, Grasshopper, Ladybug, Honeybee et Galápagos. L'analyse s'est appuyée sur le mobilier urbain solaire proposé par une startup algérienne, comprenant notamment le banc public solaire et l'éclairage solaire. Un autre type de mobilier solaire a

également été utilisé : l'arbre solaire conçu par Ross Lovegrove, qui a été intégré dans l'aménagement de nombreux espaces urbains à travers le monde.

IV.6.1 la simulation énergétique dans l'espace public urbain

La simulation à l'échelle architecturale est l'un des sujets de recherche les plus répandus. En revanche, à l'échelle urbaine, et en particulier pour le mobilier urbain, elle représente un nouveau défi visant à améliorer l'aménagement des espaces publics. Cette simulation nécessite l'utilisation de logiciels numériques, parfois combinés, pour reproduire les structures architecturales, organiser la disposition des infrastructures et modéliser l'interaction avec des facteurs climatiques tels que l'ensoleillement, le vent ou les ombres.

Elle permet d'évaluer l'impact de ces éléments sur la qualité de vie, le confort thermique et le microclimat urbain, et peut s'appliquer à des échelles variées, allant d'une rue ou d'un bâtiment à un îlot ou un quartier entier. La simulation énergétique en milieu urbain et dans les espaces publics consiste à modéliser la consommation et la production d'énergie au sein de ces environnements.

Divers types de simulations énergétiques peuvent être intégrés dans l'espace public. Il s'agit, par exemple, de stations interactives d'énergie solaire avec panneaux affichant la production énergétique, de mini-éoliennes pédagogiques, ou de dalles piézoélectriques générant de l'électricité grâce aux pas des piétons. D'autres équipements peuvent inclure des fontaines hydrauliques éducatives, du mobilier de fitness produisant de l'énergie, des bancs chauffants à biomasse, ainsi que des stations de recharge intelligentes pour véhicules électriques et des réseaux énergétiques expérimentaux, contribuant à sensibiliser le public aux énergies renouvelables et aux solutions durables.

IV.6.2 Les logiciels de simulation énergétique pour le design urbain

Les outils de simulation numérique, qui se sont développés et perfectionnés au fil du temps, offrent la possibilité de modéliser des projets architecturaux ou des tissus urbains, tout en simulant divers facteurs climatiques, tels que l'ensoleillement ou l'ombrage. Ils permettent également de réaliser des analyses détaillées de l'ambiance et du microclimat, que ce soit à l'échelle d'une rue, d'un bâtiment, d'un îlot ou d'un quartier (Hanafi, 2018). Pour mener à bien un processus de simulation, plusieurs logiciels ont été utilisés, parmi lesquels : EnergyPlus, Rhinocéros et Grasshopper, Envi-Met, et CitySim. Chacun de ces outils présente des avantages et des limites spécifiques. Le tableau suivant (tableau IV.6), présenté par Wai et al. (2024), illustre un ensemble de logiciels de simulation avec leurs caractéristiques respectives.

Chapitre IV : Méthodologie de la recherche : approches, outils et objectifs.

Tableau IV.6: Logiciels de simulation. Source. Wai et al. 2024.

Logiciels	Avantages	Inconvénients
EnergyPlus (V 9.3.0)	• Très précis dans la simulation de la performance énergétique des bâtiments. • Capable de s'intégrer à d'autres logiciels et modélisations pour étendre les aspects de l'analyse. • Outil libre et gratuit • Les fichiers de sortie (.eps) sont hautement compatibles avec d'autres plateformes.	• Nécessite une bonne compréhension des systèmes de construction et des principes de simulation pour saisir des données détaillées. • L'analyse à l'échelle urbaine peut nécessiter une simulation pour fournir un meilleur modèle de conditions réalistes.
Rayman 1.2	• Spécialement conçu pour évaluer le confort thermique humain avec une large gamme d'indices de confort thermique humain, y compris : PMV, PET, SET, UTCI, PT, mPET • Relativement facile à utiliser par rapport à d'autres outils de modélisation climatique dans ce tableau. • Outil gratuit à code source ouvert • Résultats de visualisation simples sur le confort humain.	• N'incluent pas la modélisation CFD et ne tiennent pas compte du rayonnement à ondes longues provenant de la réflexion supplémentaire des surfaces des bâtiments. • Limité à la simulation du confort thermique en raison du manque de précision pour d'autres simulations environnementales ou énergétiques avec des interactions complexes dans l'environnement urbain. • Intégration limitée avec d'autres outils de planification environnementale ou urbaine.
CitySim	• Spécialement conçu pour simuler les performances énergétiques et environnementales à l'échelle urbaine. • Capable de simuler des échanges énergétiques complexes en tenant compte de l'environnement de rayonnement à ondes courtes et à ondes longues, il permet de définir entièrement les entités bâtiment, sol et végétation. • Outil libre et gratuit	• Limité à la simulation de l'énergie urbaine uniquement et ne convient pas à d'autres simulations environnementales ou énergétiques. • Peut nécessiter une formation spécialisée pour les nouveaux utilisateurs. • Les exigences informatiques sont élevées et prennent du temps pour traiter des modèles complexes.
ANSYSFluent (V 14.5)	• Outil CFD bien développé avec une capacité de modélisation complète. • Bonne réputation en matière de précision pour le traitement	• Nécessite des connaissances approfondies en CFD, ce qui peut s'avérer compliqué pour un nouvel utilisateur.

	d'écoulements de fluides complexes et de transferts thermiques convectifs. • complexes d'écoulement des fluides et de transfert de chaleur convectif.	• Les exigences en matière de calcul sont élevées et le traitement de modèles complexes prend beaucoup de temps. • Très coûteux sous forme de licence ou d'abonnement.
ENVI-met (V 4.1.1)	• Outil spécialisé de simulation du microclimat urbain qui est très précis dans l'analyse du confort thermique extérieur avec une bonne gamme d'indices de confort thermique humain : PMV, PET, SET, UTCI • Capable de modéliser des interactions complexes entre les surfaces, la végétation et les conditions atmosphériques. • Capable de créer des visualisations 3D de haute qualité.	• L'apprentissage peut nécessiter une formation spécialisée pour les nouveaux utilisateurs. • Les exigences en matière de calcul sont élevées et prennent du temps pour traiter des modèles complexes. • Très coûteux sous forme de licence ou d'abonnement.
Grasshopper (V.1.0.0007)	• Une large gamme de plugins est disponible pour permettre des analyses environnementales multiples. Une bonne gamme d'indices de confort thermique humain est disponible : PMV, PET, SET, UTCI • Grande flexibilité dans la modélisation et possibilité de conception paramétrique personnalisée et d'automatisation. • Opensource s'intègre à Rhinoceros 3D qui permet d'effectuer différentes échelles d'analyse.	• Nécessite une compréhension de base de la programmation visuelle, ce qui peut s'avérer compliqué pour un nouvel utilisateur. • La simulation peut prendre du temps pour les modèles très complexes ou les grands ensembles de données. • Bien que Grasshopper soit un logiciel libre, il faut acheter le logiciel Rhinoceros pour le faire fonctionner.

IV.7 Simulation de l'énergie dans le contexte de l'étude à l'aide de mobilier urbain solaire

La simulation dans le cadre de cette étude concerne l'évaluation de l'impact du mobilier urbain solaire sur l'autonomie énergétique des jardins publics de Guelma. En raison de l'absence de design énergétique solaire local, notamment pour le mobilier urbain, l'analyse s'est appuyée sur le mobilier urbain solaire développé par une startup algérienne, ainsi que sur un autre exemple, le lampadaire solaire de Ross Lovegrove, utilisé pour aménager plusieurs places publiques. Pour réaliser cette simulation, un ensemble de logiciels et de plugins a été utilisé, à

savoir : AutoCAD 2024, Rhinocéros 7, Grasshopper, Ladybug, Honeybee et Galapagos. La simulation a été effectuée le 1er juillet 2024, de 8h00 à 17h00,

IV.7.1 Le mobilier urbain solaire utilisé dans la simulation

Dans cette étude, l'analyse s'est appuyée sur le mobilier urbain solaire développé par une startup algérienne, composé d'un banc urbain et d'un lampadaire. Un autre type de mobilier solaire a également été adopté : un lampadaire en forme d'arbre.

IV.7.1.1 Banc public solaire de la startup algérienne

Le banc public solaire constitue le premier élément de mobilier urbain solaire étudié. Il permet l'utilisation de l'énergie solaire en libre-service, offrant deux prises USB à la disposition des citoyens pour recharger des appareils numériques tels que téléphones, tablettes, smartphones ou appareils photo. Le banc est doté d'un panneau solaire, ce qui le rend autonome en énergie

IV.7.1.2 L'éclairage public solaire de la Startup Algérienne

Le lampadaire solaire représente le deuxième élément de mobilier urbain solaire. Il convertit la lumière du soleil en électricité grâce à son panneau photovoltaïque, stocke l'énergie dans ses batteries, et, par détection automatique du crépuscule, la lampe d'éclairage solaire allume ses LEDs la nuit. La lampe solaire est pratique et utile pour tous types d'éclairage, extérieur ou intérieur

IV.7.1.3 L'arbre solaire Ross Love Grove à Londres au Royaume Unis

Le troisième élément étudié est l'arbre solaire conçu par Ross Lovegrove. Ce mobilier urbain, de forme arborée, a été utilisé pour l'éclairage de nombreux espaces publics. Ses « feuilles » sont constituées de panneaux solaires, permettant de produire et d'alimenter l'éclairage de manière autonome tout en ajoutant une dimension esthétique aux espaces urbains.

IV.7.2 Les logiciels utilisés pour la simulation dans notre cas d'étude

Le lien entre les objectifs de l'étude et le type de simulation a conduit à l'utilisation de plusieurs logiciels spécialisés. Ces outils permettent de modéliser avec précision les jardins publics et le mobilier urbain solaire, ainsi que d'évaluer leur contribution à la production énergétique solaire autonome. L'emploi de ces logiciels garantit une représentation fidèle des conditions réelles et facilite l'évaluation des différents scénarios. L'intégration des données numériques et des paramètres climatiques dans ces simulations constitue un atout majeur pour la planification et l'optimisation du mobilier urbain solaire.

IV.7.2.1 AutoCAD

Pour concevoir les jardins et les éléments de mobilier urbain solaire destinés à cette simulation, le logiciel AutoCAD 2024 a été employé. Les éléments ont été initialement représentés en 2D

avant d'être transformés en 3D, permettant ainsi d'obtenir une vision spatiale réaliste des aménagements. Cette approche facilite l'ajustement des proportions, l'agencement des espaces et l'intégration harmonieuse des éléments solaires dans les jardins évalués.

IV.7.2.2 Rhinocéros 7

Rhinocéros 7 est un logiciel reconnu pour ses capacités avancées en modélisation 3D et sa compatibilité avec Grasshopper et les plug-ins Ladybug et Honeybee. Ces outils permettent la conception paramétrique et l'analyse environnementale, ce qui le rend particulièrement adapté aux simulations énergétiques. Dans cette étude, Rhino 7 a été utilisé pour la modélisation tridimensionnelle des jardins et du mobilier urbain solaire, avant de procéder à la simulation de leur performance énergétique

IV.7.2.3 Grasshopper

La conception algorithmique repose sur des algorithmes qui permettent de dépasser les limitations des logiciels de conception assistée par ordinateur (CAO) traditionnels et des modeleurs 3D, offrant ainsi un niveau de complexité et de contrôle difficile à atteindre manuellement. Grasshopper, un éditeur d'algorithmes visuels, met à disposition des méthodes de conception avancées et flexibles. Il est étroitement intégré avec Rhinoceros, le logiciel de modélisation 3D développé par McNeel & Associates, permettant aux utilisateurs de générer des formes libres et précises (Bounnah, 2014). Dans cette étude, Grasshopper a été utilisé pour la conception paramétrique et pour la simulation énergétique du mobilier urbain solaire et des aménagements paysagers, grâce à sa compatibilité avec les plug-ins Ladybug et Honeybee

IV.7.2.4 Plugin Lady bug

Ladybug est un plug-in open-source pour Rhino et Grasshopper qui permet la simulation environnementale et l'analyse énergétique. Il offre une interface conviviale permettant aux concepteurs d'évaluer l'impact de divers facteurs environnementaux sur la performance énergétique. Grâce à ses capacités d'analyse, Ladybug permet d'explorer des scénarios tels que l'ensoleillement, l'éclairage naturel et les flux de chaleur, contribuant ainsi à des conceptions plus durables et écoénergétiques.

IV.7.2.5 Plugin honeybee

Honeybee est un plug-in open-source pour Rhino et Grasshopper, conçu pour compléter Ladybug en offrant des capacités avancées de simulation énergétique et environnementale des bâtiments et espaces urbains. Il permet d'effectuer des analyses détaillées du confort thermique, de l'éclairage naturel, de la performance énergétique et de la ventilation, en intégrant des données climatiques réelles. Grâce à Honeybee, il est possible de modéliser et d'évaluer

différents scénarios de conception durable, en optimisant l'efficacité énergétique des espaces et en soutenant la prise de décision établie sur des critères environnementaux précis. Dans cette étude, Honeybee a été utilisé pour simuler la performance énergétique du mobilier urbain solaire et des aménagements paysagers, en complément de Ladybug pour une analyse environnementale complète.

IV.7.2.6 Galápagos

Galápagos est un outil permettant d'appliquer des algorithmes d'optimisation globale à la modélisation énergétique à l'échelle urbaine (Rutten, 2010; Sola et al., 2018). Dans le cadre de cette étude, visant à produire de l'énergie via le mobilier urbain solaire choisi, Galápagos a été utilisé pour optimiser l'angle d'inclinaison des panneaux solaires afin de maximiser la production énergétique.

Le schéma illustré dans la figure IV.2 présente les logiciels utilisés pour réaliser la simulation dans le cadre de cette étude de cas, visant à tester et évaluer la contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique des jardins publics de la ville de Guelma.

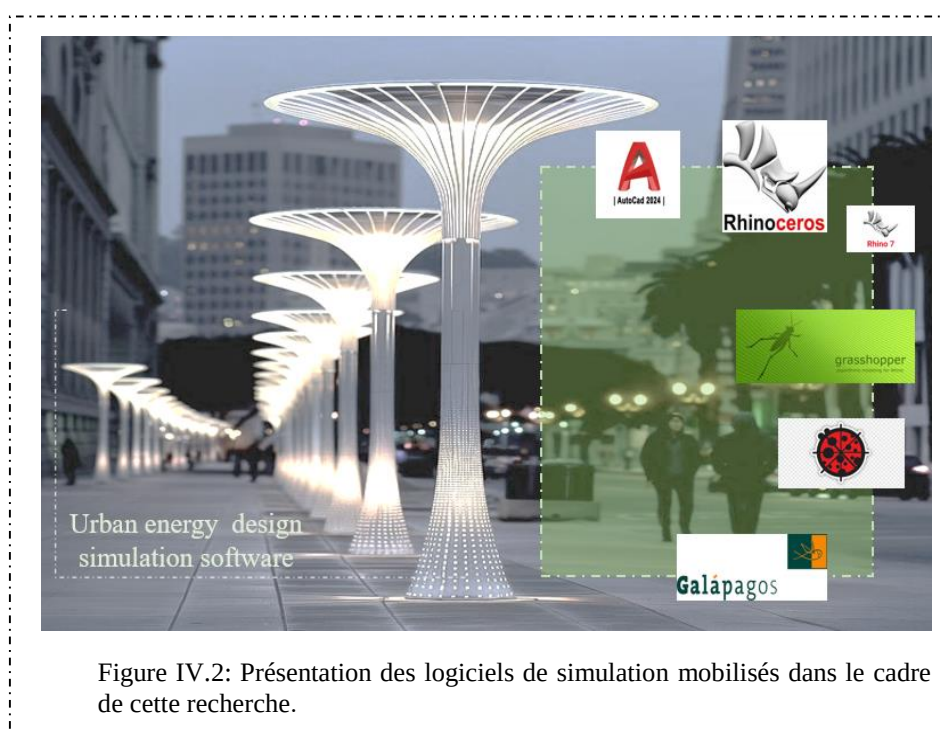


Figure IV.2: Présentation des logiciels de simulation mobilisés dans le cadre de cette recherche.

Conclusion

Ce chapitre a présenté en détail la méthodologie adoptée dans la recherche. Une explication exhaustive des différentes méthodes employées a été fournie, en commençant par l'élaboration d'un cadre théorique basé sur l'analyse de la revue de littérature, permettant de passer en revue les diverses recherches en lien avec le thème étudié, ainsi que l'évaluation des cas concrets de

Chapitre IV : Méthodologie de la recherche : approches, outils et objectifs.

mobilier urbain solaire. L'évaluation spatiale a été clarifiée, avec pour objectif de définir un corpus d'étude pertinent, tandis que l'évaluation sociologique, climatique et énergétique a été détaillée pour le cas d'étude des jardins publics de la ville de Guelma (Esanawbre, Sérédi Mustapha et Guehdour). Les outils utilisés pour la collecte des données et les objectifs spécifiques de chaque approche ont également été précisés. Le chapitre s'est ensuite conclu par l'évaluation numérique à l'aide de simulations, décrivant les logiciels employés et l'objectif de cette phase dans la recherche. La combinaison de ces approches méthodologiques vise à fournir une analyse complète du cas d'étude, qui sera approfondie dans le chapitre V. De plus, les résultats de chaque étape méthodologique seront présentés dans les chapitres VI et VII, dans le but de parvenir aux conclusions de la recherche et de valider les hypothèses formulées.

Chapitre V :

Environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

Introduction

La ville de Guelma, capitale de la wilaya portant le même nom, se distingue par des caractéristiques historiques remontant à l'époque romaine, ainsi que par un paysage naturel végétal diversifié et dense. Ces particularités lui confèrent une identité unique et un patrimoine riche. La ville abrite de nombreux espaces publics, tels que des places, des placettes, des rues, des boulevards, ainsi que des jardins, qui se caractérisent par une conception urbaine alliant aménagement biophilique et mobilier urbain. Ces espaces jouent un rôle important dans les interactions sociales, ce qui nécessite un design urbain adapté aux besoins des usagers et à l'environnement urbain, dans le but de favoriser la durabilité urbaine. Ce chapitre se concentre sur une évaluation de la ville de Guelma et de ses espaces publics, en particulier les jardins suivants : le jardin Esanawbre, le jardin Sérirdi Mustapha et le jardin Guehdour. Cette évaluation porte sur le design paysager et l'aménagement, notamment le design du mobilier urbain. De plus, des informations relatives aux caractéristiques microclimatiques de ces espaces sont présentées. Ce chapitre constitue une partie centrale de l'étude, car il se rapporte directement au cas d'étude considéré et permet de comprendre les propriétés physiques, climatiques et sociologiques, ainsi que d'autres aspects pertinents, qui seront détaillés dans les sections suivantes.

V.1 Présentation de la ville de Guelma

V.1.1 Situation géographique de la ville de Guelma

Guelma est une ville du Nord-Est de l'Algérie (Figure V.1). En tant que chef-lieu de la wilaya, elle se situe à 60 km au sud-ouest d'Annaba, à 110 km à l'est de Constantine, à 60 km de la mer Méditerranée et à 150 km de la frontière tunisienne (Données de PDAU, Guelma, Algérie). Appelée Malaca à l'époque de ses fondateurs, Guelma est une ville historique, possédant des œuvres importantes en termes d'identité culturelle et patrimoniale. Elle se situe entre 36,28° de latitude nord et 7,25° de longitude est. Cette portion géographique couvre une superficie de 45 km² et compte une population de 154 000 habitants (Données statistiques communales, 2023)

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

Tableau V.1: Données climatiques Guelma décennies 2013-2023.

Années	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Précipitation moyenne annuelle (P mm)	301	441	659	430	509	563.5	687	510.5	340.5	354.9	520.6
Température moyenne annuelle (T c°)	18.2	19	18.6	18.9	18.7	18.3	16.5	18.8	19.3	19.7	19.3
T+10	28.2	29	28.6	28.9	28.7	28.3	26.5	28.8	29.3	29.7	29.3
Indice d’aridité (mm/c°)	10.67	15.20	23.04	14.87	17.73	19.91	25.92	17.72	11.62	11.94	17.76
I (2013_2023)	186.38 mm/c°						186.38 / 10 = 18.63 mm/c°				
Indice d’aridité 10 ans : I = 18.5 mm/c°											

Le traitement de ces données climatiques, selon la classification de De Martonne et illustré dans le tableau V.2, présente une aridité comprise entre $10 < I < 20$, avec un indice moyen de 18,5 mm/°C. Cela situe Guelma dans la zone climatique semi-aride, caractérisée par des extrêmes climatiques saisonniers, se traduisant par des températures élevées et une saison sèche s'étendant sur la plus grande partie de l'année.

Tableau V.2: Classification de climat de Martonne.

Indice De Martonne	Type de Climat
$I \leq 5$	Climat hyper aride
$5 \leq I \leq 7,5$	Climat désertique
$7,5 \leq I \leq 10$	Climat steppique
$10 \leq I \leq 20$	Climat semi-aride
$20 \leq I \leq 30$	Climat tempéré
$I \leq 30$	Climat humide

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

V.1.3 Le microclimat urbain, caractérisation climatique de la ville de Guelma

La ville de Guelma se caractérise par la présence d'un microclimat urbain, marqué par des variations de température entre les différents espaces extérieurs de la ville, avec des différences allant de 2 °C à 5 °C, ainsi que par des variations d'humidité relative et de vitesse du vent. Ce constat climatique a été établi sur la base d'un ensemble de mesures climatiques in-situ réalisées dans trois espaces publics, comme l'indiquent les tableaux V.3, V.4 et V.5, correspondant aux espaces E1, E2 et E3. Le traitement des données, présenté dans les Figures V.2, V.3 et V.4, montre que la température varie : elle est élevée dans les espaces où la couverture végétale est faible ou inexistante, tandis qu'elle reste relativement plus basse dans les zones dotées de végétation et d'arbres, contribuant ainsi à atténuer la chaleur. De plus, la température augmente dans les milieux urbains exposés directement au soleil, ce qui incite à réfléchir à des solutions de conception intégrant des éléments d'énergie solaire dans le design des composantes principales de l'aménagement de l'espace public, notamment le mobilier urbain, comme l'utilisation de dispositifs de protection solaire ou de plantations d'arbres pour fournir de l'ombre et réduire la température.

- **Température de l'air.**

Tableau V.3: Température de l'air dans les espaces publics 1.2.3.

Température (T °C)												
Heure de mesure	8 :00			11 :00			14 :00			17 :00		
Le jour de mesure	J1	J2	J3	J1	J2	J3	J1	J2	J3	J1	J2	J3
Espace 1	32.1	28.3	32.1	32.8	35.2	37	39	38.4	39	31.2	31	33.5
Espace 2	29.1	26.6	31	32	34.1	35.8	38.3	37.4	38	30	31	32
Espace 3	32.4	30	33	34.3	39.5	38.1	40.1	42	39.4	32.8	33	34.8

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

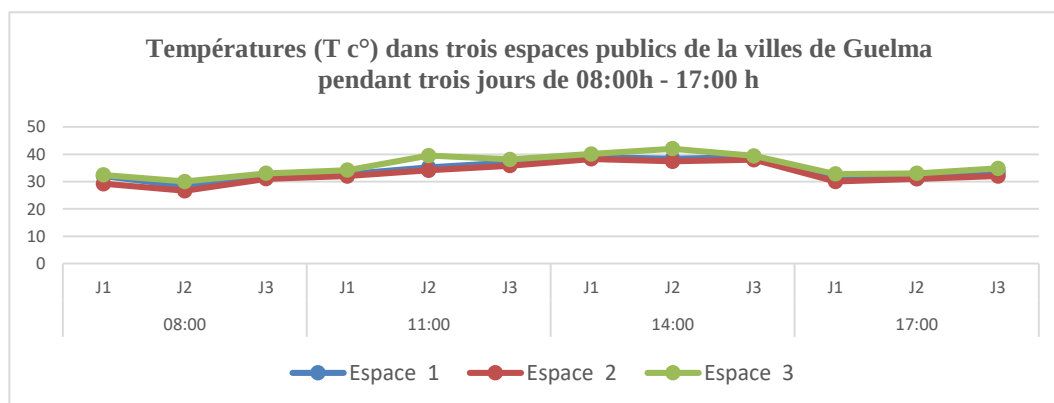


Figure V.2: Température de l'air dans les espaces publics 1.2.3. Source. Données traitées par auteur 2024.

• Humidité relative.

Tableau V.4: Humidité relative dans les espaces publics 1.2.3, source auteur 2024.

Humidité relative H %												
Heure de mesure	8 :00			11 :00			14 :00			17 :00		
Le jour de mesure	J1	J2	J3	J1	J2	J3	J1	J2	J3	J1	J2	J3
Espace 1	54.1	62	54	38.2	33	34	21	22.9	23	33	34	37
Espace 2	55	62.2	59.2	39	34	34.7	21.5	23.1	23.1	34	34.5	39
Espace 3	53	61.2	52	37	31	32	20.5	21.2	22.4	31	33.5	35

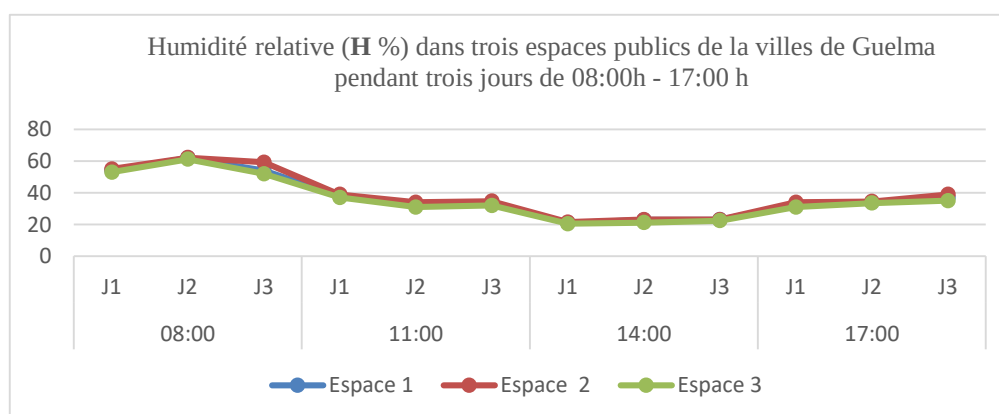


Figure V.3: Humidité relative dans les espaces publics 1.2.3. Source. Données traitées par auteur 2024.

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

• Vitesse de vent

Tableau 5: Vitesse de vent dans les espaces publics 1.2.3, source auteur 2024.

Vitesse de vent m/s												
Heure de mesure	8 :00			11 :00			14 :00			17 :00		
Le jour de mesure	J1	J2	J3	J1	J2	J3	J1	J2	J3	J1	J2	J3
Jardin 1	0.1	0.2	0.25	0.0	0	0	0.1	0.0	0.1	0.5	0.7	0.4
Jardin 2	0.2	0.2	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0	0	0.75	0.4	0.8
Jardin 3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.4	0.75	0.4

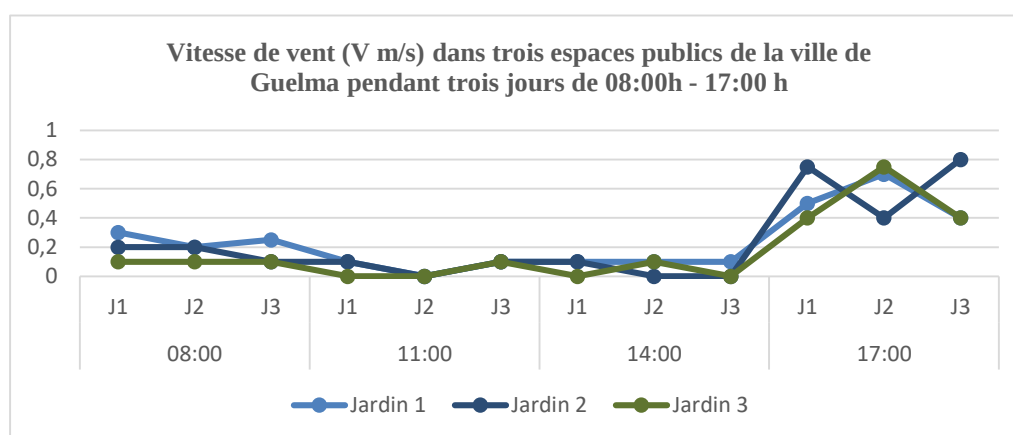


Figure V.4: Vitesse de vent dans les espaces publics 1.2.3. Source. Données traités par auteur 2024.

V.2 L'espace public à Guelma ville

L'espace public est considéré comme un poumon urbain et un lieu utilisé par de nombreux usagers de différentes tranches d'âge, qu'ils soient résidents de la ville ou visiteurs. Selon (Sayad, 2021), les espaces urbains publics de la ville de Guelma sont généralement créés par le processus d'urbanisation. Par conséquent, la hiérarchisation des rues et l'aménagement des espaces publics jouent un rôle primordial dans la configuration urbaine de la ville, qui se développe progressivement en suivant des principes d'urbanisme. L'aménagement de ces espaces s'appuie sur la présence d'éléments végétaux et aquatiques, ainsi que sur le mobilier urbain, tel que des bancs que l'on observe dans les places publiques, les jardins, les rues et les boulevards. On y trouve également des lampadaires, des corbeilles à déchets, des éléments décoratifs, des panneaux publicitaires et artistiques, des fontaines, des arrêts de bus et des tables. Ces éléments équipent les espaces et les rendent fonctionnels, car ils offrent de nombreux services aux usagers, tels que le repos, l'éclairage, l'orientation, l'esthétique du paysage et d'autres services.

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

V.2.1 Typologies d'espace public dans la ville de Guelma

L'espace urbain public à Guelma, selon ce que de nombreuses études ont indiqué sur la définition des types d'espaces publics tels que (Hanafi, 2018), (Badeche, 2014) et (Sayad, 2021), ainsi que l'analyse spatiale directe dans la ville de Guelma, nous pouvons mentionner que la ville contient de nombreux types d'espaces publics urbains. En outre, ((Sayad, 2021) a indiqué que, en ce qui concerne les typologies d'espaces publics urbains, les termes "placette", "Djneyna" ou jardin, "boulevard", "Triq" ou rue sont des typologies couramment utilisées dans le langage citoyen. En outre, les typologies de square, de rue, de place et de placettes sont observées tout au long de l'évolution urbaine (Sayad, 2021).

L'espace public urbain de la ville de Guelma comprend donc plusieurs types, comme les places publiques telles que la place du 8 Mai 1945 (Figure V.5), située au cœur de la ville et fréquentée par de nombreux usagers. Elle est dotée de divers types de mobilier urbain, tels que des bancs, de l'éclairage et des éléments décoratifs. Récemment, une fontaine intelligente a également été conçue pour cet espace. Il existe de nombreuses autres places urbaines, comme la place des Martyrs, également appelée place du 1er Novembre, qui est un espace urbain densément boisé. En été, elle constitue un îlot de fraîcheur thermique grâce à son ombre et à son air rafraîchissant, surtout que la ville connaît une augmentation des températures pendant la période estivale. En plus de cela, il y a beaucoup de rues et de boulevards qui sont souvent commerciales, comme la rue d'Anouna, le boulevard Souidani Boujemaa et le boulevard du 1er Novembre. Ils sont décorés avec des panneaux et des éléments de décoration, ainsi que des statues. De plus, Les jardins représentent le premier choix des utilisateurs et figurent parmi les espaces les plus fréquentés, en raison de leur calme et de leur capacité à accueillir toutes les catégories de la société. Ils sont généralement équipés de mobilier urbain, tels que des bancs, des lampadaires et des fontaines, et sont souvent entourés de clôtures. Ces dernières années, l'espace public de la ville a bénéficié d'opérations d'aménagement urbain concernant à la fois les boulevards, les places et les jardins. Ces aménagements ont touché de nombreux éléments, notamment le mobilier urbain, avec le remplacement des corbeilles à déchets en acier par des corbeilles en bois plus harmonieuses avec l'environnement urbain. Des bancs en bois ont également été installés.

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

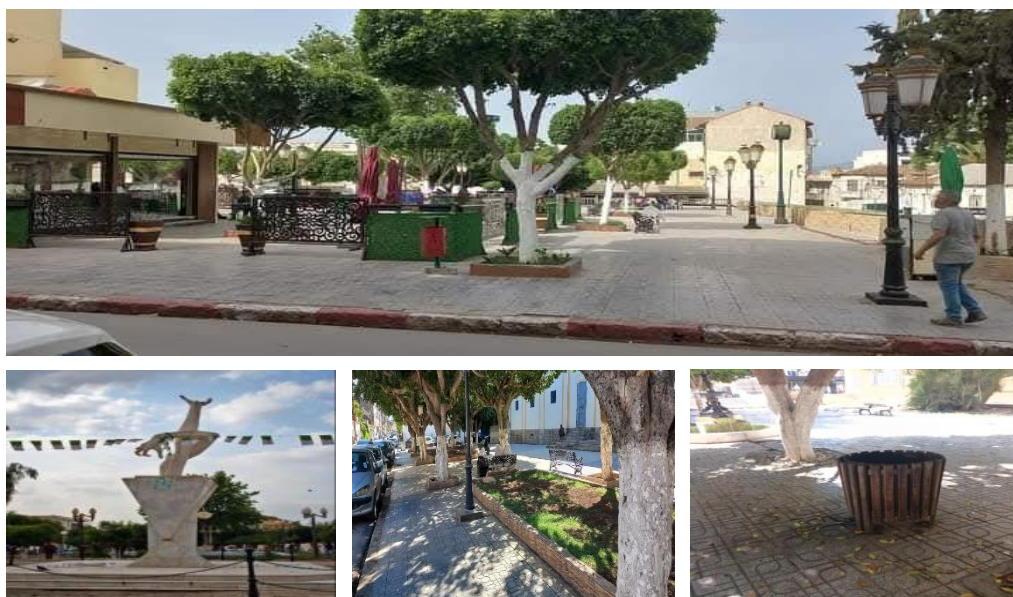


Figure V.5: Espace public à Guelma ville, place 8 mai 1945. Source. Auteur 2024.

V.2.2 Le design énergétique de l'espace public à Guelma

La conception énergétique dans l'espace public de la ville se manifeste uniquement dans le mobilier urbain, et parmi celui-ci, seuls les lampadaires présentent une conception énergétique. Aucun autre élément ne fait usage des énergies renouvelables. De plus, les lampadaires présentent une grande variété en termes de design formel (Figure V.6), ce qui renforce l'esthétique du paysage, notamment pendant la période nocturne.



Figure V.6: Eclairage public de l'espace public à Guelma. Source. Auteur 2024.

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

V.3 Les éléments d'aménagement de l'espace public à Guelma ville

L'aménagement urbain de l'espace public de la ville de Guelma repose sur de nombreux éléments présentant des différences et des variétés. Parmi ces éléments, l'élément végétal caractérise particulièrement la ville, car elle contient de nombreuses espèces qui embellissent l'espace public. Ainsi, en plus de la pelouse qui couvre certaines zones des places et des jardins, on trouve de grands pins ainsi que des palmiers ornementaux, sans oublier de nombreuses fleurs décoratives. En ce qui concerne l'élément eau, des fontaines et des bassins sont présents, comme la fontaine intelligente récemment réalisée sur la place du 8 Mai 1945. Par ailleurs, l'espace public urbain de la ville repose également sur un ensemble de mobilier urbain, tel que des bancs que l'on trouve dans certains espaces en acier, comme ceux présents dans les jardins Séridi Mustapha, les frères Belmoukh et la place du 8 Mai, ainsi que des bancs en bois, tels que ceux du jardin Pinède. En outre, il existe de nombreux types de corbeilles à déchets, incluant le bois, l'acier inoxydable et le plastique.

V.3.1 Le design biophilique végétale

À l'instar des différentes régions de la wilaya de Guelma, la ville se distingue par une couverture végétale variée et dense dans certains espaces. Les espaces urbains, notamment les jardins, se caractérisent par la diversité de leur aménagement végétal, ce qui confère à la ville de nombreux avantages environnementaux, esthétiques et sociologiques. En été, lorsque les températures sont élevées, ces éléments peuvent offrir de l'ombre et jouent également un rôle important dans le rafraîchissement de la ville ainsi que dans l'amélioration de son paysage urbain. Le design végétal de la ville est représenté par la présence de plusieurs espèces telles que des pins, des palmiers, des cyprès toujours verts, des platanes d'occident, des palmiers Washingtonia, du laurier-rose et du troène du Japon. De plus, les aménagements aquatiques, tels que les bassins d'eau, les fontaines et les jets d'eau, contribuent également à la fraîcheur et à la beauté urbaine. Cependant, certains de ces aménagements ne sont pas fonctionnels, probablement en raison de leur système d'alimentation nécessitant une combinaison d'énergie et d'eau. Cela rend nécessaire de repenser le design de ce type de mobilier urbain pour en faire à la fois un défi et un enjeu.

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma



Figure V.7: Design végétale de jardin Séridi Mustapha.

V.3.2 Le design biophilique aquatique

Le design biophilique aquatique de la ville se manifeste dans l'aménagement de l'espace public par la présence de divers éléments d'eau, tels que des fontaines et des bassins décoratifs. Parmi ces dispositifs, on trouve les fontaines intelligentes, comme celle récemment installée sur la place du 8 Mai 1945, qui non seulement embellit l'espace public, mais contribue également à la régulation thermique en période de chaleur. Cependant, certaines fontaines présentes dans différents espaces urbains sont non fonctionnelles ou arrêtées, ce qui souligne la nécessité de repenser leur système d'alimentation en énergie, en envisageant l'utilisation des énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire. Dans d'autres espaces, les fontaines fonctionnent pleinement, à l'image de la fontaine intelligente mentionnée, apportant fraîcheur et confort aux usagers, tout en améliorant l'esthétique générale du lieu. Ces éléments aquatiques jouent un rôle essentiel dans le rafraîchissement de l'environnement urbain, en créant des microclimats agréables et en atténuant les effets de la chaleur estivale. En outre, les fontaines et les bassins renforcent l'attractivité des espaces publics, favorisent les interactions sociales et offrent des repères visuels et sensoriels importants pour les habitants et les visiteurs. L'intégration de ces éléments dans le design biophilique contribue ainsi à une expérience urbaine plus durable, agréable et harmonieuse.

V.3.3 Le mobilier urbain

Le mobilier urbain dans la ville de Guelma est considéré comme le vêtement urbain de l'espace public, ainsi qu'un accessoire essentiel répondant à de nombreuses fonctions et services urbains

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

tels que l'assise, l'éclairage, la décoration, l'information et d'autres usages complémentaires. Cet élément urbain varie d'un espace à un autre en termes de quantité et de conception, bien qu'il soit parfois possible de retrouver le même type de mobilier dans plusieurs espaces publics. Dans ce qui suit, nous présenterons les principaux types de mobilier urbain que l'on peut observer dans les espaces extérieurs de la ville de Guelma .

- **Mobilier d'assise (Seating Furniture)**

Le mobilier d'assise constitue l'un des éléments les plus présents dans l'espace public. Les bancs et les sièges sont répartis dans les places, les jardins, les rues et les promenades. Ce type de mobilier offre aux usagers des espaces pour s'asseoir, se reposer et interagir socialement, tout en favorisant la détente individuelle. Il comprend des sièges individuels, parfois intégrés à des tables, comme c'est le cas dans le Jardin des Pins. Ces assises créent une harmonie visuelle avec le paysage urbain, notamment dans les espaces verts où le bois est largement utilisé, bien qu'on y trouve également des bancs en acier.

- **Mobilier d'éclairage (Lighting Furniture)**

Ce type de mobilier regroupe l'ensemble des éléments destinés à l'éclairage de l'espace public afin d'en faciliter l'usage et d'en renforcer la visibilité, particulièrement la nuit. Les lampadaires urbains présentent une grande diversité en termes de taille et de forme : grands, moyens ou nains, classiques ou décoratifs. Leur conception varie selon le type d'espace : dans les rues, les lampadaires à un ou deux luminaires prédominent, tandis que dans les places et jardins, les candélabres sont souvent plus décoratifs. On trouve également un éclairage intégré dans le sol ou au sein de certains éléments ornementaux tels que les statues, à l'exemple de celle de Houari Boumediene située près de la place du 19 Mai. En plus de sa fonction utilitaire, ce mobilier contribue à la composition esthétique du paysage urbain nocturne.

- **Mobilier d'orientation et d'information (Informative & Wayfinding Furniture)**

Ce mobilier comprend les panneaux de signalisation utilisés pour réguler la circulation, orienter les usagers, ou indiquer les noms des rues et des espaces publics. Il inclut également des panneaux décoratifs tels que les inscriptions murales ou les enseignes placées à l'entrée de la ville et autour de certaines places et jardins. Des exemples significatifs sont observés à Guelma, notamment les panneaux en verre installés dans les rues Souidani Boudjemâa et 8 Mai 1945, qui participent à la lisibilité de l'espace et à son enrichissement visuel.

- **Mobilier de propreté et d'entretien (Cleanliness & Maintenance Furniture)**

Le mobilier de propreté représente un élément essentiel de l'espace public de Guelma. De nombreuses poubelles urbaines, considérées comme des « balais urbains », y sont disposées.

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

Ces contenants varient selon la taille, la forme et le matériau de fabrication : bois, plastique ou acier. Les modèles en bois sont particulièrement présents dans les jardins tels que celui des frères Belmekh, alors que les modèles en plastique et en acier se trouvent majoritairement dans les rues.

- **Mobilier décoratif et esthétique (Decorative Furniture)**

Le mobilier décoratif joue un rôle majeur dans l'embellissement du paysage urbain. Il englobe plusieurs catégories d'éléments, comme l'éclairage qui, au-delà de sa fonction d'illumination nocturne, crée une atmosphère visuelle agréable. Des inscriptions décoratives telles que « J'aime Guelma » se retrouvent dans plusieurs jardins et artères principales, notamment aux entrées de la ville. Ce type de mobilier comprend également des jardinières en bois ou en marbre, ainsi que des panneaux vitrés exposant des images ou des symboles du patrimoine local. Les fontaines et bassins constituent aussi des composantes importantes, à l'image de la fontaine musicale de la place du 8 Mai 1945 ou de celle située à l'entrée de la ville, combinant effet climatique rafraîchissant et valeur esthétique.

- **Mobilier récréatif et sportif (Recreational & Sport Furniture)**

Ce mobilier regroupe les équipements destinés aux activités de loisir et de sport, tels que les structures d'escalade et de saut présentes dans le Jardin des Pins, ou encore les jeux pour enfants (balançoires, toboggans, etc.). Ces équipements, essentiellement installés dans les jardins publics, contribuent à la vitalité et à la convivialité des espaces urbains.

- **Mobilier de transport urbain et de contrôle du mouvement (Bicycle & Micro-Mobility Furniture)**

Le mobilier de transport urbain constitue une composante fondamentale de l'espace public. Il comprend différents dispositifs destinés à organiser les flux de déplacement et à améliorer la sécurité des usagers. L'abri-bus représente l'un des éléments les plus emblématiques : il se décline en plusieurs formes, fabriqué en PVC ou en béton, souvent équipé de sièges, de poubelles et parfois d'éléments graphiques ou patrimoniaux. D'autres dispositifs, tels que les barrières de sécurité, les panneaux de signalisation ou les signaux sonores, contribuent à réguler la circulation et à sécuriser les piétons. Ce type de mobilier inclut également les supports à vélos et les stations de recharge pour vélos électriques, favorisant une mobilité durable et réduisant la congestion urbaine.

- **Mobilier aquatique et environnemental (Water & Environmental Furniture)**

Le mobilier aquatique occupe une place particulière dans la composition urbaine de Guelma. Il assure une double fonction : amélioration du microclimat par rafraîchissement naturel et

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

valorisation esthétique du paysage urbain. On y retrouve diverses formes de fontaines : circulaires en marbre, comme celles des jardins publics et de la place du 19 Mars, ou encore des fontaines au sol synchronisées avec la lumière et la musique, à l'exemple de celle de la place du 8 Mai 1945. Les bassins d'eau contribuent, quant à eux, à introduire une touche naturelle au sein du tissu urbain.

- **Mobilier culturel et historique (Cultural & Historical Furniture)**

Le mobilier culturel et historique constitue un vecteur d'identité urbaine. Il met en valeur le patrimoine matériel et immatériel de la ville à travers des installations monumentales situées à ses entrées, illustrant son authenticité et son histoire. Les panneaux vitrés, comme celui de la rue Souidani Boudjemâa, retracent le parcours de figures nationales, tandis que celui de la place du 8 Mai 1945 commémore un événement historique marquant. Certains espaces verts, tels que le Jardin Seridi, abritent des vestiges historiques conférant une dimension mémorielle et esthétique à ces lieux. Par ces dispositifs, le mobilier urbain devient un support de médiation entre passé et présent, contribuant à la transmission culturelle et à l'enrichissement du cadre de vie.

- **Mobilier de protection et d'encadrement (Safety & Boundary Furniture)**

Ce mobilier assure la protection des usagers et l'organisation des flux dans l'espace public. Il se manifeste à travers des clôtures métalliques ou en bois entourant les jardins et les allées, ainsi que des barrières de sécurité installées sur les trottoirs et carrefours afin de garantir la sécurité des piétons et de réguler la circulation. Il confère à l'espace public une dimension fonctionnelle et sécuritaire renforçant l'ordre urbain.

- **Mobilier de marche (Walking Furniture)**

Le mobilier de marche influence directement l'expérience piétonne dans l'espace public. Il comprend principalement les revêtements des trottoirs et des passages, réalisés en pavés, en pierre ou en béton, selon des conceptions variées conciliant esthétique, confort et accessibilité. Dans les places et jardins, les pavés décoratifs dominent, tandis que les voies routières sont asphaltées. Certains parcours intègrent un dallage lumineux qui ajoute une touche esthétique et facilite la circulation nocturne.

Le mobilier urbain de la ville de Guelma constitue un élément déterminant dans la fonctionnalité et la qualité de l'espace public. Il répond à des besoins variés : assise, rencontre, éclairage, décoration, orientation, propreté, sécurité, circulation et loisirs. Face aux défis climatiques, énergétiques, numériques et environnementaux contemporains, l'amélioration de

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

la performance du mobilier urbain, par une conception durable et innovante, s'impose comme une nécessité pour renforcer la résilience et la durabilité du cadre urbain.

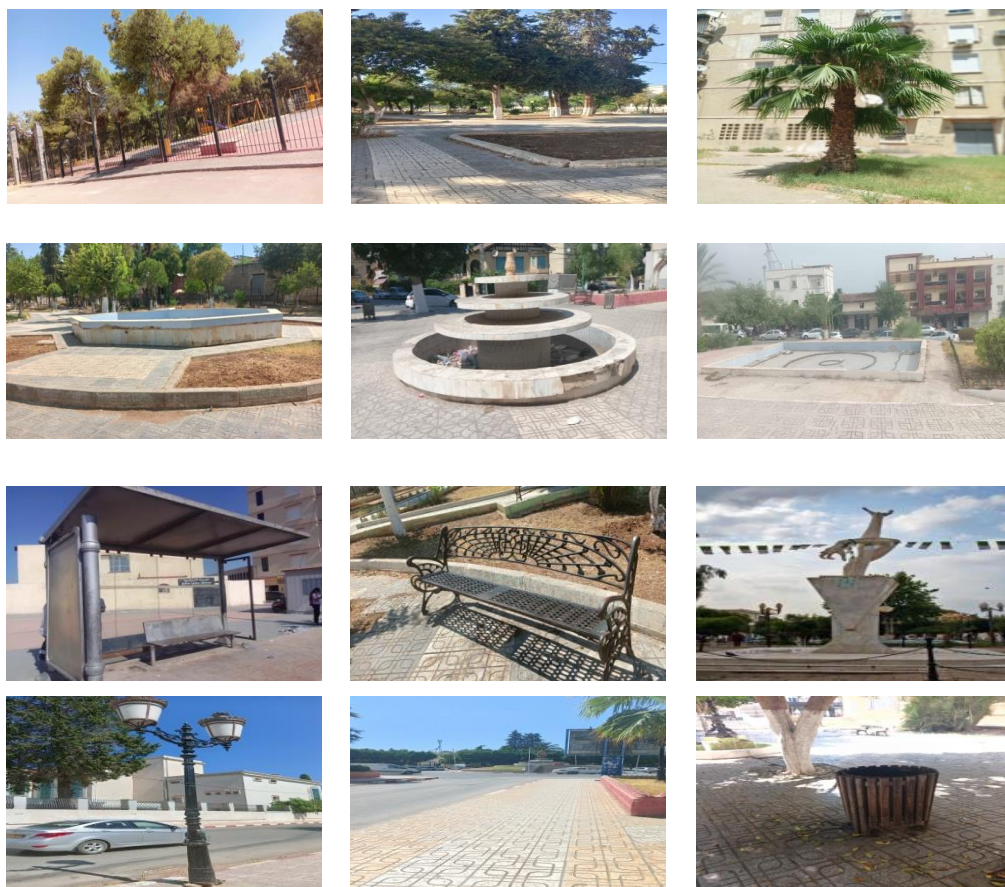


Figure V.8: Les éléments d'aménagement de l'espace public à Guelma ville. Source auteurs 2024.

V.4 Critères de détermination de corpus d'étude spatial

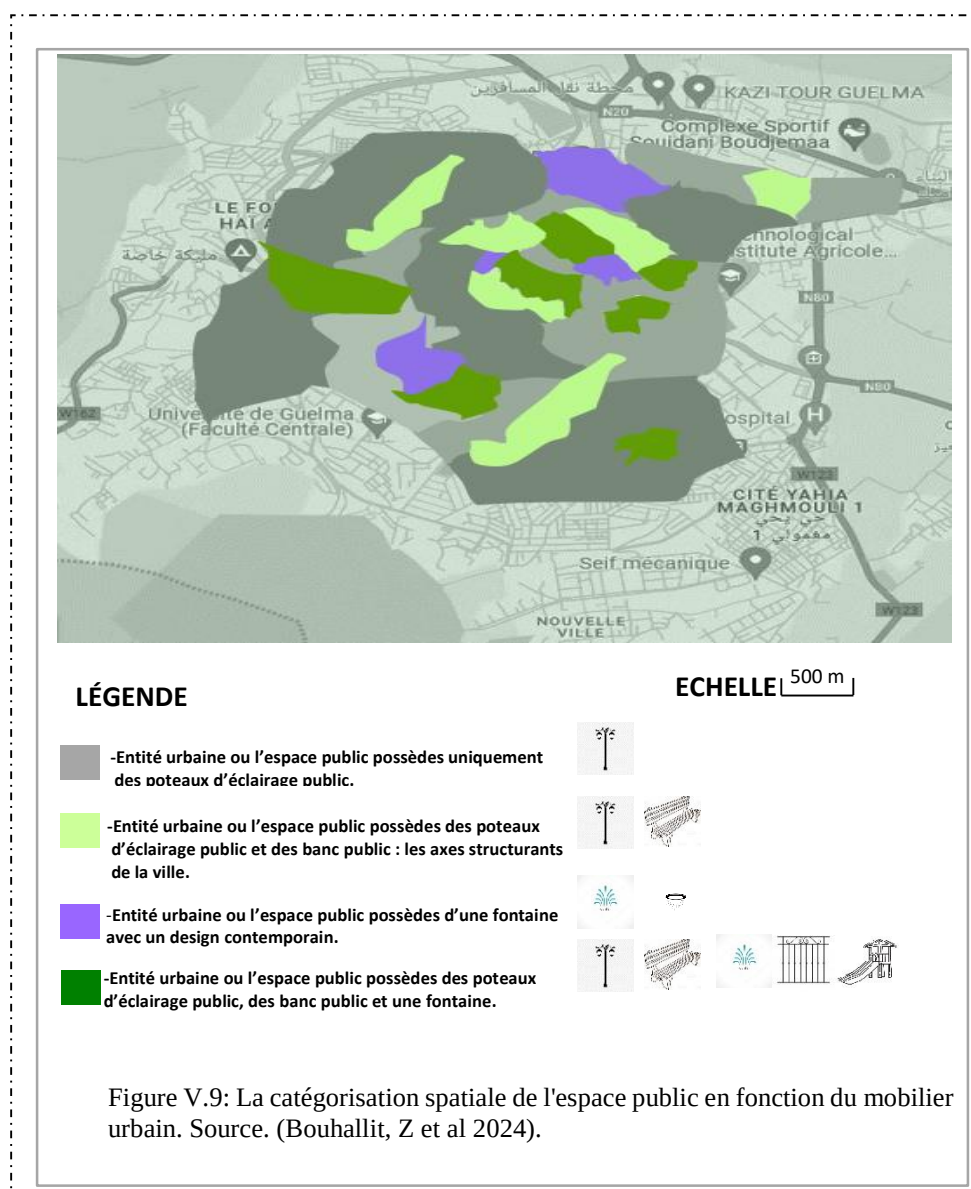
Parmi les différentes typologies d'espaces publics existant à Guelma, le jardin public a été retenu comme objet principal d'analyse. Trois jardins publics ont été spécifiquement sélectionnés pour constituer le corpus d'étude spatiale. Ce choix repose sur un ensemble de critères précis, résumés comme suit

V.4.1 Le design du mobilier urbain

Afin d'évaluer le mobilier urbain dans le cadre du cas d'étude retenu, une première étape a consisté à sélectionner l'espace public le plus pertinent pour l'analyse. Cette sélection s'est appuyée sur une évaluation spatiale des espaces publics de la ville de Guelma, fondée sur la classification du mobilier urbain selon son type, son degré et son design. Il ressort de cette évaluation que les places publiques, et plus particulièrement les jardins, se distinguent par une

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

grande diversité et une densité notable de mobilier urbain. Les rues abritent généralement des lampadaires, des panneaux publicitaires et des bancs, tandis que les promenades comportent des bancs et des éléments décoratifs. Les places, quant à elles, regroupent des bancs, des lampadaires, des fontaines et divers éléments ornementaux. Tous ces composants se retrouvent dans les jardins, auxquels s'ajoutent des espaces verts, des aires de jeux pour enfants, du mobilier sportif, ainsi que des clôtures de sécurité dans certains cas. Ainsi, le jardin public apparaît comme l'espace le plus riche en diversité de mobilier urbain et constitue, par conséquent, le choix le plus approprié pour le cas d'étude. Cette phase d'évaluation a conduit à la réalisation d'une photo-interprétation présentée ci-dessous (Figure V.9). Ces résultats ont été exposés dans l'étude de Bouhallit et al. (2024), qui a mis en évidence l'évaluation des parcs publics à travers leur mobilier urbain.



Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

La première entité urbaine, correspondant aux espaces publics dotés uniquement de poteaux d'éclairage, regroupe les lotissements et les ensembles d'habitat collectif, constituant ainsi la catégorie la plus dominante. Les lampadaires présents dans ces espaces se composent généralement d'une colonne munie d'une ou deux lampes, d'une hauteur variant entre 3 et 5 mètres, et ne comportent que rarement des éléments décoratifs. La deuxième entité urbaine comprend les espaces publics équipés à la fois de poteaux d'éclairage et de bancs publics. Elle correspond principalement aux axes structurants de la ville, tels que les boulevards Souidani Boudjemaâ et 1er Novembre, reconnus pour leur caractère commercial et leur rôle de séparation entre les principales places et jardins publics de Guelma. La troisième catégorie d'espaces publics est constituée des places et des jardins. Ces espaces se distinguent par une richesse remarquable en mobilier urbain : lampadaires, bancs, corbeilles à déchets, éléments décoratifs, panneaux d'information et de publicité, ainsi que fontaines. Les jardins publics, en particulier, se démarquent par la diversité de leur équipement, intégrant des aires de jeux pour enfants, des clôtures de sécurité et du mobilier sportif, ce qui renforce leur attractivité pour les usagers. Enfin, les ronds-points urbains présentent également un aménagement notable, marqué par la présence d'un éclairage décoratif, de fontaines et d'éléments ornementaux. En matière de type et de design, les espaces publics, notamment les jardins, se caractérisent par une densité élevée de mobilier et un style esthétique raffiné.

V.4.2 La fréquentation

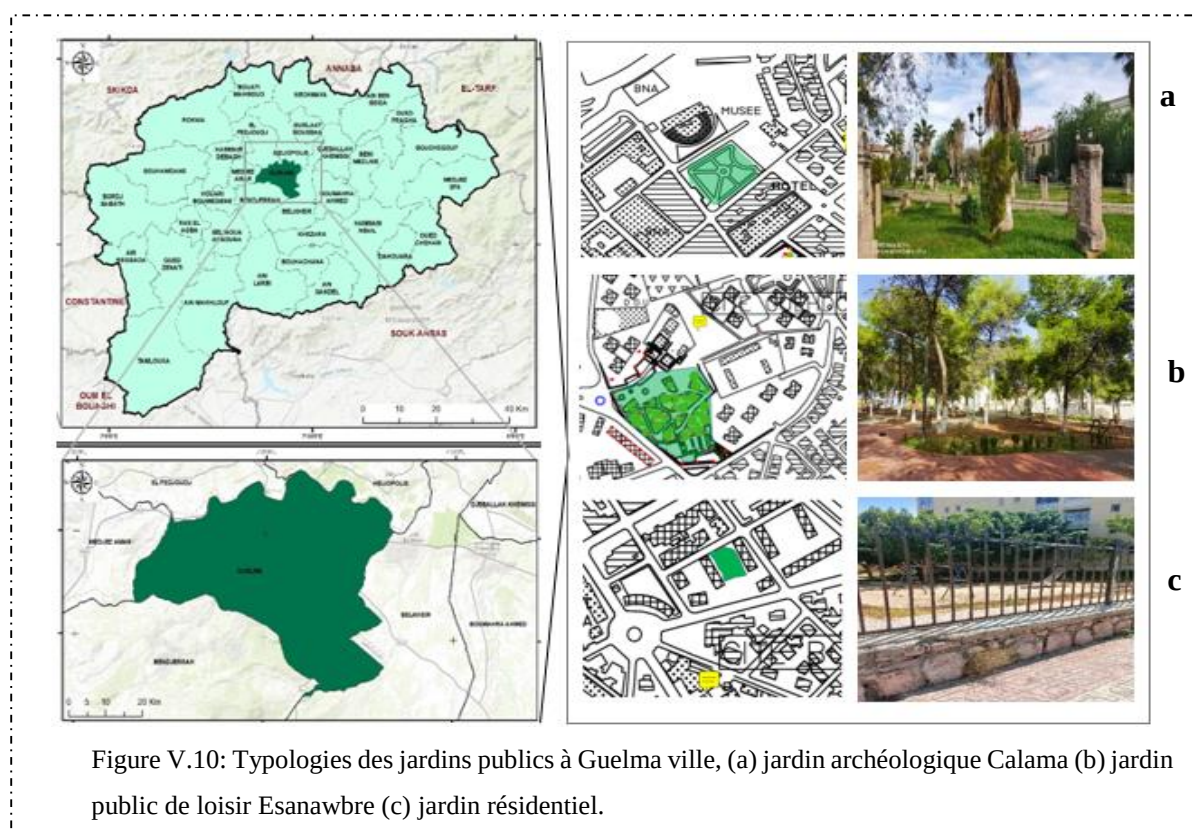
Les jardins publics représentent les espaces urbains les plus fréquentés par les usagers de l'espace public. Cette fréquentation se distingue à la fois par le genre et par la composition démographique. En effet, l'on y retrouve toutes les catégories de la société : enfants, adolescents, femmes, hommes et personnes âgées. Cette attractivité s'explique par la conception spatiale de ces lieux, marquée par la diversité du mobilier urbain, la présence d'aires de jeux pour enfants, d'équipements sportifs, d'installations sanitaires, ainsi que par la richesse du design végétal.

V.5 Présentation de contexte d'étude : Les jardins publics urbains

Le jardin public est un espace largement répandu dans la ville. Selon (Sayad, 2021), le jardin constitue la typologie dominante à Guelma, où l'on trouve fréquemment des espaces publics verts à dominante végétale, ouverts et dotés de multiples accès, à l'instar des jardins Séridi Mustapha et Les Frères Bou El Moukh. Le jardin-parc est une autre typologie présente à Guelma ; il s'agit d'un jardin de grandes dimensions, situé au centre-ville, d'une superficie d'environ 12 000 m², à caractère végétal et planté de conifères, connu sous l'appellation de «

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

jardin public 1965 ». De plus, à travers l'observation directe et l'analyse spatiale, ainsi que selon le type d'usage et la fonction, le parc public de la ville peut être classé en trois catégories : le jardin public de loisir et de détente, le jardin historique et les jardins résidentiels. Parmi ces trois types de jardins, l'étude met l'accent sur les jardins de détente et de loisir, parmi lesquels trois jardins ont été sélectionnés pour l'analyse. Cette sélection repose sur plusieurs critères de classification et de choix, qui seront détaillés ultérieurement. La figure V.10 illustre les différentes typologies des jardins publics dans la ville de Guelma.



Notre étude de cas porte sur trois jardins publics situés au cœur de la ville de Guelma. Le premier Esanawbre, est avec un design biophilique authentique en gardant la végétation naturelle du site : arbres, végétation, tandis que celui de Mustapha Séridi représente un mélange entre l'artificiel de sa végétation (végétation planté et non naturel du site) au sol et le naturel de ses arbres. Le jardin Guehdour est une création récente où tous les éléments de design biophilic sont artificiels.

V.5.1 Jardin Esanawbre

Le premier jardin porte le nom de « jardin 19 Juin 1954 », également appelé « Ben Mihoub Hassen ». Toutefois, l'appellation la plus courante parmi les habitants de la ville de Guelma est « jardin Esanawbre », en référence à la végétation qui le caractérise, notamment la présence

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

d'arbres de pin. Ce jardin constitue un mini-parc urbain dédié au repos et au loisir, un lieu de rencontre ombragé par des pins, ayant autrefois la forme d'une forêt urbaine. Il a fait l'objet d'une opération de rénovation urbaine en 2023 pour être réaménagé en jardin public. Situé au centre-ville, entre la cité Guehdour et la cité 19 Juin, il occupe une forme trapézoïdale et s'étend sur une superficie d'environ 1 500 m². La figure V.11 illustre l'entrée du jardin, où apparaissent deux éléments de mobilier urbain : la clôture et le panneau d'information indiquant le nom du jardin.

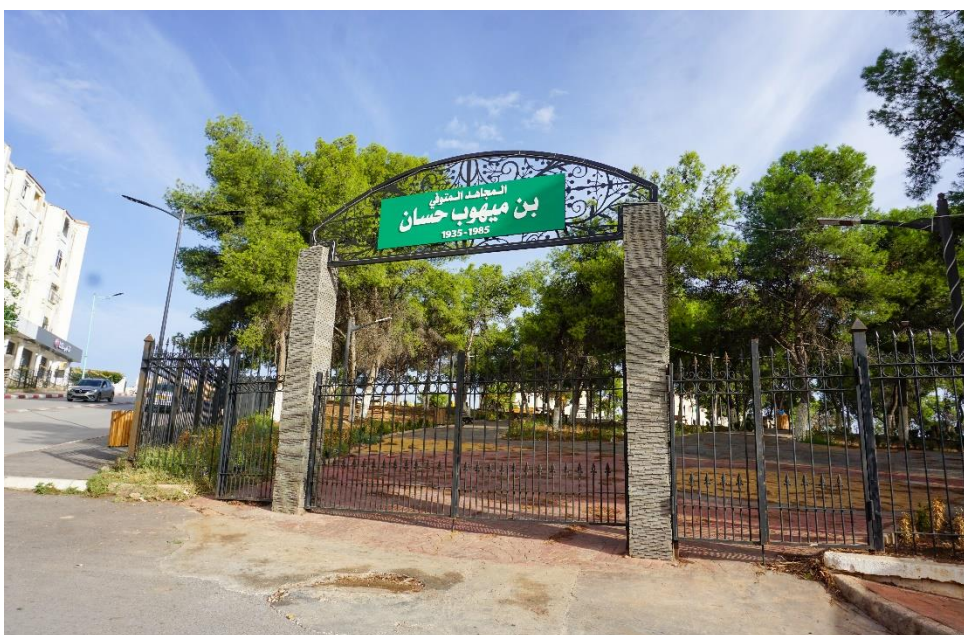


Figure 11: le jardin Esanawbre. Source : Photos prises par l'auteur 2024.

V.5.2 Jardin Mustapha Séridi

Le jardin Séridi Mustapha est considéré comme l'un des espaces verts stratégiques de la ville, en raison de sa localisation au cœur du tissu urbain. Réhabilité en 2021, il se distingue par un design végétal diversifié qui lui confère une forte valeur esthétique tout en jouant un rôle essentiel dans le rafraîchissement du microclimat urbain face aux conditions climatiques extrêmes. S'étendant sur une superficie de 9071 m², ce jardin public, également appelé « rectangle vert Mustapha Séridi », a été officiellement ouvert au public en 2022. La figure V.12 illustre l'intérieur du jardin, mettant en évidence la richesse de son aménagement paysager. Au-delà de sa fonction écologique, cet espace offre un confort visuel remarquable et contribue de manière significative à l'esthétique urbaine globale de la ville.

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

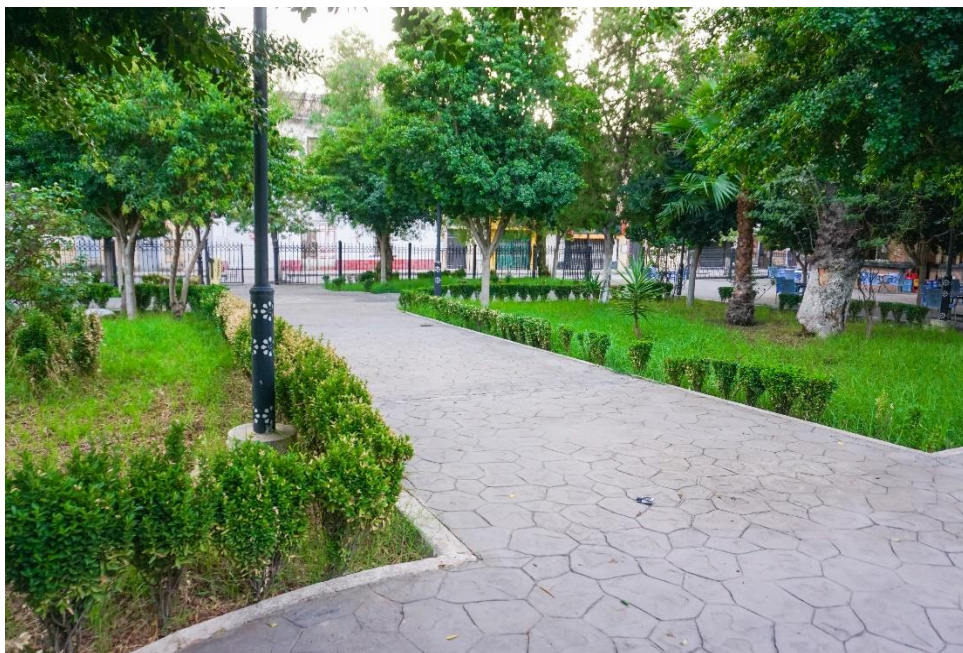


Figure V.12: Le jardin Sériidi Mustapha. Source : Photos prises par l'auteur 2024.

V.5.3 Le jardin Guehdour

Le jardin Guehdour est considéré comme l'un des espaces verts les plus importants de la ville, notamment en raison de sa position stratégique à proximité de plusieurs services essentiels pour les usagers, ainsi que de sa situation voisine d'institutions sportives. Situé à l'entrée du quartier Guehdour, ce jardin fait actuellement l'objet de travaux de réaménagement, entrepris parallèlement à la réhabilitation de la piscine publique implantée en son centre. Il s'étend sur une superficie d'environ 2 000 m². L'entrée du jardin, illustrée dans la figure V.13, est marquée par une arche en acier constituant l'un des éléments emblématiques du mobilier urbain de cet espace.



Figure V.13: Le jardin Guehdour. Source : Photos prises par l'auteur 2024.

V.6 Evaluation spatiale des jardins d'étude

L'investigation in situ par observation, complétée par l'analyse des documents administratifs, a permis d'effectuer une évaluation et une lecture urbaine des trois jardins étudiés, à savoir Esanawbre, Séridi Mustapha et Guehdour, en prenant en compte leur emplacement, leur surface ainsi que leur accessibilité physique.

V.6.1 Situation de jardin

Les trois jardins choisis pour l'étude se trouvent en plein centre-ville, bénéficiant d'un emplacement stratégique à proximité des principaux axes urbains et services. La distance les séparant est relativement courte, ne dépassant pas 200 mètres, ce qui facilite l'accès physique pour les usagers et l'observation comparative. Cette proximité contribue également à la continuité du tissu urbain et à l'intégration harmonieuse des espaces verts dans le cœur de la ville.

V.6.1.1 Jardin Esanawbre

Ce jardin est situé à l'entrée du quartier 19 juin 1945, dans un espace qui était une forêt urbaine de pin non accessible. Ce jardin a un emplacement dans un endroit moyennement calme, ce qui le qualifie comme jardin de repos par excellence. Il se situe entre deux voies mécaniques au sud

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

et à l'est, à l'entrée d'un Boulevard commerciale. Ce qui influe directement sur la fréquentation (Figure V.14).

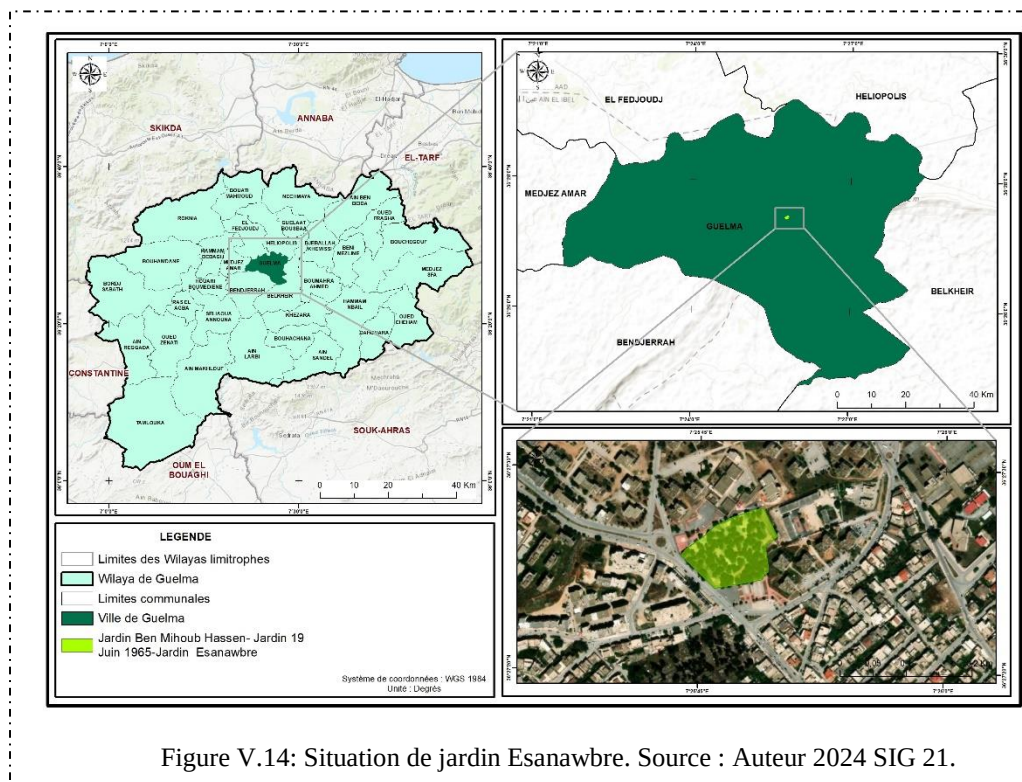


Figure V.14: Situation de jardin Esanawbre. Source : Auteur 2024 SIG 21.

V.6.1.2 Jardin Sériidi Mustapha

Le jardin situé au cœur de la ville de Guelma. Ce qui était autrefois l'entrée d'une ancienne Caserne, un site qui a une valeur historique. Ce jardin a un emplacement stratégique dans la ville, car il est situé dans une zone d'un caractère hautement commercial avec la présence des points de repères architecturaux, tels que la place 1 novembre 1945. Le centre commercial Elbistro. Des sièges administratifs tels que la poste, télécommunication d'Algérie, la mosquée Ibn Badis. Son emplacement, environnement immédiat, sa valeur historique, influe directement sur la fréquentation (Figure V.15).

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

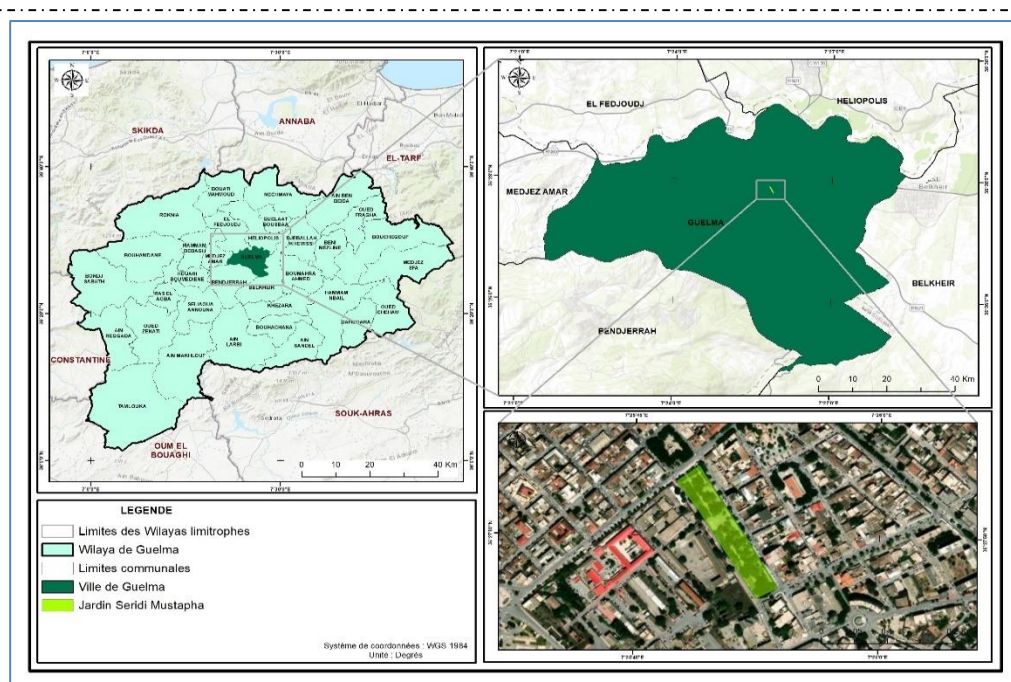


Figure V.15: Situation de jardin Sérédi Mustapha. Source : Auteur 2024 SIG 21.

V.6.1.3 Jardin Guehdour

Le jardin se localise derrière l'ancienne caserne. Il se situe dans un endroit stratégique dans la ville de Guelma. Il connut une fréquentation moyenne à faible par rapport les deux autres jardins. La situation du jardin est indiquée sur (la figure V.16).

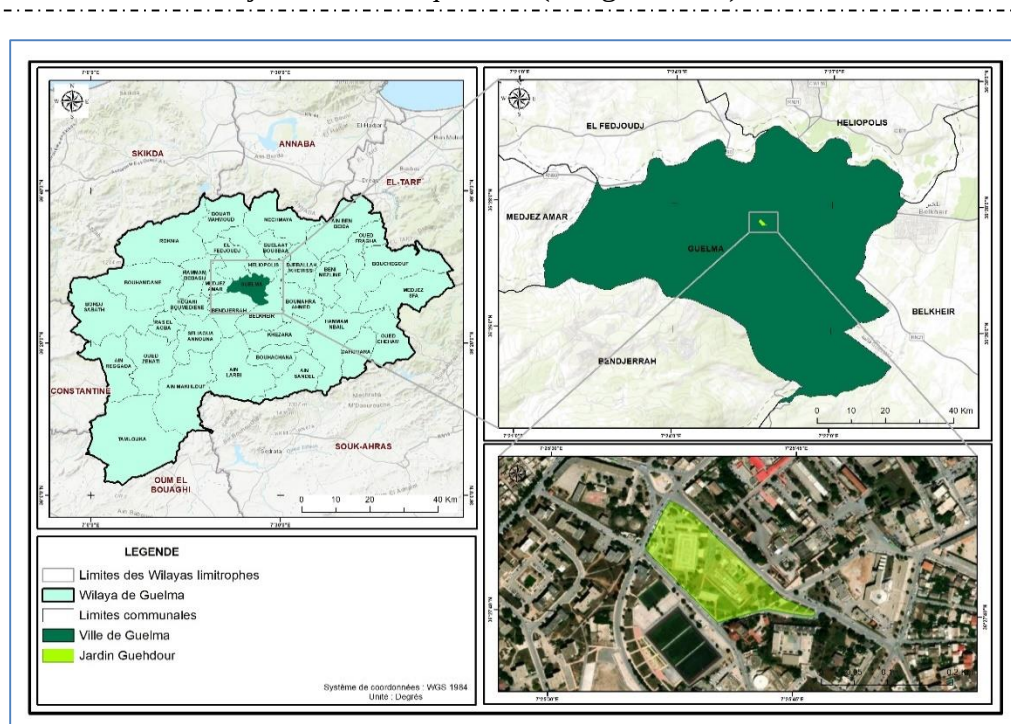


Figure V.16: Situation de jardin Guehdour. Source : Auteur 2024 SIG 21.

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

V.6.2 Surfaces et relief de jardin

Les jardins évalués ont connu une différenciation concernant leur forme, surface et relief. Cette variété morphologique influe son adaptation et influence de l'environnement extérieure (ensoleillement), rafraichissement, ainsi sa consommation énergétique ou nous avons constatés que le jardin qui a une grande surface, a un grand nombre de lampadaire et donc une consommation énergétique supérieure.

V.6.2.1 Jardin Esanawbre

Le jardin Esanawbre, de forme trapézoïdale, s'étend sur une superficie de 1 500 m². Il est implanté sur un terrain légèrement accidenté présentant une pente comprise entre 18° et 20°, ce qui confère à l'espace une dynamique visuelle intéressante et offre des variations de perception pour les usagers. Le jardin reste largement ouvert visuellement sur son environnement urbain, ce qui favorise une intégration harmonieuse avec le tissu avoisinant et permet aux visiteurs d'apprécier à la fois l'espace vert et les éléments environnants. L'accessibilité physique est assurée par des allées principales et secondaires, facilitant la circulation des différents groupes d'usagers, tout en permettant une expérience agréable de détente et de loisirs.

V.6.2.2 Jardin Séridi Mustapha

Le jardin Séridi Mustapha présente une forme linéaire et s'étire sur une superficie de 9 071 m². Situé sur un terrain plat, il offre un espace ouvert qui facilite la circulation et la distribution des différentes zones fonctionnelles, telles que les aires de jeux, les espaces de repos et les zones végétalisées. Sa configuration linéaire permet une lecture claire de l'espace et une circulation fluide pour tous les usagers, tout en mettant en valeur les éléments de mobilier urbain et le design végétal. L'ouverture du jardin sur le paysage urbain environnant renforce son rôle d'îlot de fraîcheur et d'espace de détente dans le centre-ville.

V.6.2.3 Jardin Guehdour

Le jardin Guehdour se compose de deux parties distinctes : l'une de forme rectangulaire et l'autre triangulaire. Il occupe une superficie totale de 2 050 m², offrant ainsi une diversité spatiale qui permet d'organiser différentes fonctions et usages au sein du jardin. Cette composition favorise une meilleure répartition des flux d'usagers et facilite l'aménagement de zones variées, allant des aires de repos aux espaces dédiés aux activités sportives ou récréatives. L'accessibilité physique est optimisée grâce à des allées et des points d'entrée bien positionnés, ce qui permet aux visiteurs de se déplacer facilement tout en profitant de la richesse végétale et des éléments de mobilier urbain présents dans l'espace.

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

V.6.3 Accessibilité physiques et visuel de jardin

La localisation centrale de ces jardins publics dans la ville de Guelma favorise leur accessibilité, tant pour les piétons que pour les usagers des transports en commun. Leur proximité avec les quartiers emblématiques et les axes principaux de la ville facilite leur fréquentation et renforce leur rôle en tant qu'espaces de rencontre et de loisirs urbains.

V.6.3.1 Jardin Esanawbre

L'accès au jardin Esanawbre est facilité par le Boulevard 19 juin à l'est et la rue Sayah Razik au sud, offrant plusieurs points d'entrée aux usagers. De plus, la proximité avec des arrêts de bus et des points de repère facilement identifiables améliore sa visibilité et son accessibilité pour tous. Cette situation centrale permet aux habitants des quartiers voisins de rejoindre le jardin rapidement, favorisant ainsi sa fréquentation quotidienne et son intégration dans la vie urbaine.

V.6.3.2 Jardin Sérédi Mustapha

Le jardin Sérédi Mustapha bénéficie d'un accès direct depuis le Boulevard 1er novembre à l'ouest. Sa proximité avec une rue commerciale dynamique et des équipements majeurs, tels que la place du 1er novembre, le centre commercial El Bistro et la grande poste de Guelma, renforce son attractivité. Cette configuration facilite la circulation des piétons et l'accès des différents types d'usagers, tout en contribuant à l'animation et à l'usage régulier de l'espace public.

V.6.3.3 Jardin Guehdour

Le jardin Guehdour est accessible par plusieurs rues et boulevards, notamment le boulevard 1er novembre au sud. Il se situe à proximité du quartier Guehdour, des écoles primaires et de nombreuses rues commerciales qui l'entourent sur plusieurs côtés. Cette position stratégique et les multiples points d'accès rendent le jardin facilement atteignable, assurant une fréquentation régulière par les habitants et garantissant une interaction continue entre les différents utilisateurs de l'espace urbain.

V.7 Le design biophilique des jardins

Le design biophilique des jardins étudiés se manifeste à travers l'intégration d'éléments végétaux variés qui assurent à la fois des fonctions écologiques et esthétiques. Dans ces espaces, la végétation ne se limite pas à un rôle décoratif ; elle participe activement à la régulation climatique, offre de l'ombre, améliore le confort des usagers et renforce l'attractivité des jardins. Ainsi, le design biophilique apparaît comme un élément central du paysage urbain, contribuant à la durabilité, au bien-être des citoyens et à l'identité visuelle de la ville.

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

V.7.1 Jardin Esanawbre

Le jardin Esanawbre se distingue par son caractère profondément naturel, marqué par la présence de vieux pins majestueux (Figure V.17) et de divers arbustes. Ces éléments végétaux assurent non seulement un ombrage efficace, mais participent également à une climatisation naturelle de l'espace, offrant ainsi un confort thermique aux usagers, particulièrement pendant les périodes estivales. En plus de leurs fonctions écologiques, ces plantations contribuent fortement à l'esthétique urbaine, enrichissant le paysage visuel de la ville. Ce jardin représente également un héritage végétal précieux, préservant une mémoire botanique et culturelle, et renforçant le lien entre les habitants et leur environnement naturel.

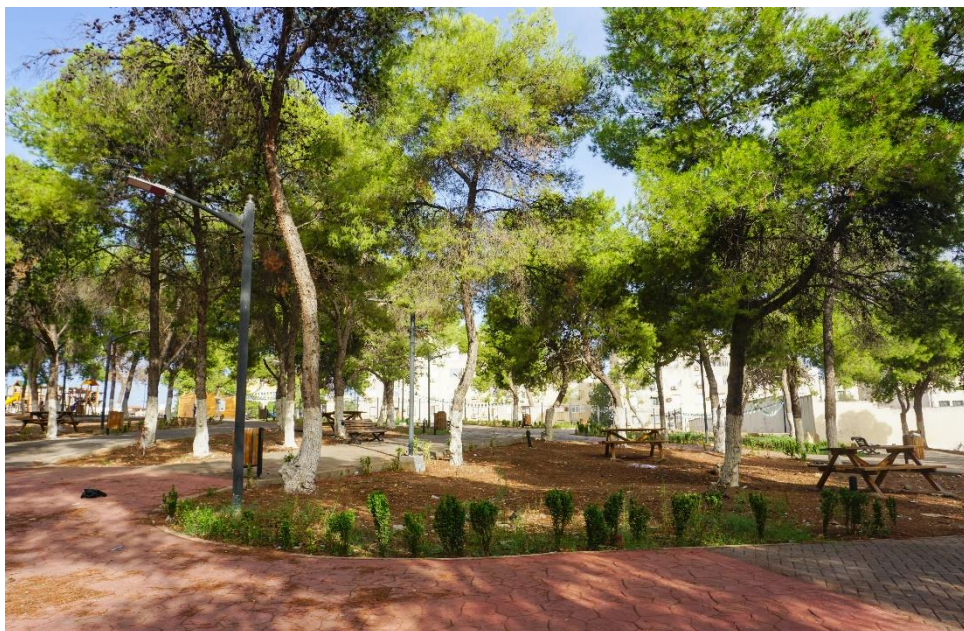


Figure V.17: design végétale de jardin Esanawbre. Source, Auteur 2024.

V.7.2 Jardin Séridi Mustapha

Ce jardin est aménagé avec de grands arbres, tels que le palmier washingtonien de 5^e âge et le ficus de 5^e âge, complétés par une végétation artificielle comprenant des arbrisseaux épineux de rosier ramifié à la base, ainsi que des plantes vivaces comme le fusain, le myoporum, les troènes, et une plantation de gazon rustique. Ce design biophilique favorise un ombrage et un rafraîchissement naturels pour les usagers. De plus, la topographie plane du jardin, combinée à sa localisation dans le centre de la ville, crée une barrière visuelle qui limite la perception de l'environnement extérieur, renforçant ainsi le sentiment d'intimité et d'isolement de l'utilisateur à l'intérieur de l'espace (Figure V.18).



Figure V.18: design végétale de jardin Séridi Mustapha. Source. Auteur 2024.

V.7.3 Jardin Guehdour

Le jardin Guehdour présente une densité végétale relativement faible par rapport aux deux autres jardins étudiés. Pendant l'été, période où la ville connaît des températures élevées et un climat parfois très chaud, ce manque de végétation réduit l'ombrage disponible, ce qui peut limiter le confort des usagers. Néanmoins, quelques cyprès toujours verts (Figure V.19) contribuent partiellement à offrir de l'ombre et à renforcer l'esthétique de cet espace public.



Figure V.19: design végétale de jardin Guehdour. Source. Auteur 2024.

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

V.8 Le design du mobilier urbain

Le mobilier urbain utilisé dans l'aménagement des jardins étudiés présente une grande diversité en termes de type, de fonction, de design et de matériaux. Cette variété conceptuelle influence directement l'usage de chaque élément et, par conséquent, l'utilisation globale de ces jardins, en renforçant le confort, la praticité et l'attractivité de l'espace pour les usagers. Elle contribue également à différencier chaque jardin selon ses caractéristiques spécifiques et ses besoins fonctionnels.

V.8.1 Les bancs publics

Par l'évaluation des jardins étudiés, de nombreuses typologies de bancs ont été recensées. On trouve des bancs en bois et en marbre dans le jardin Esanawbre, tandis que le jardin Séridi Mustapha et le jardin Guehdour comportent des bancs en acier et en béton. La fonction principale de ces bancs reste l'assise, le repos et l'attente des usagers. Leur design est généralement simple, avec une forme rectangulaire pour la majorité des modèles. Certains bancs, notamment dans les jardins Esanawbre et Séridi Mustapha, présentent un design biophilique qui contribue à créer de l'ombre et à offrir un confort supplémentaire dans des conditions climatiques extrêmes. Cependant, d'autres bancs restent exposés aux divers facteurs climatiques tels que le soleil et la pluie, ce qui peut affecter le confort des usagers. Les caractéristiques conceptuelles et fonctionnelles de ces bancs sont résumées dans le tableau suivant (Tableau V.6), présentant l'ensemble des éléments de mobilier recensés dans les jardins étudiés.

Tableau V.6: Le design du banc public.

Le banc public				
	Typologie	Banc en Bois	Banc en marbre	Banc en Acier
	Fonction	Assisse/ repos, détente	Assisse/ repos, détente	Assisse/ repos, détente
	Jardin	Jardin Esanawbre	Jardin Esanawbre	Jardin Séridi Jardin Guehdour
Mesure	largeur d'assise de 40 cm, de 170 cm de longueur,	Largeur = 45 cm, H=50 cm),	longueur de 2 m, largeur 68 cm. H=71 cm	

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

Matériaux	banc socle, et structure de banc en fonte avec dossier, de lattes en bois rouge	peinture en griffe, plaque de marbre 2 cm sur la surface d'assise avec chautrin, coins de banc arrondis	Banc type Art déco en fonte grise ductile
------------------	---	---	---

V.8.2 Les tables urbaines

Ces éléments du mobilier urbain se trouvent uniquement dans le jardin Esanawbre ; ils prennent une forme rectangulaire en bois, accompagnée de bancs. Ils sont considérés comme un outil efficace de lien social et de convivialité. Elles peuvent servir à divers usages, tels que jouer, lire, écrire, dessiner, se reposer ou même surveiller les enfants. Elles sont également propices aux rassemblements et aux échanges conviviaux. Ces tables présentent un design simple et basique (voir tableau V.7).

Tableau V.7: Design des tables.

Les tables



Typologie	Tables en bois de pin rouge thermolaquée			
Fonction	la prise des repas	Lire, dessiner	Reposer	Jouer
Jardin	Elles s'installent dans le jardin Esanawbre			
Mesure	Hauteur 120 cm- Longueur 120 cm Largeur 60 cm			
Matériaux	En bois rouge de pin			

V.8.3 L'éclairage public

Les lampadaires d'éclairage des jardins présentent également une grande diversité en termes de types et de formes. Les lampadaires des jardins présentent également une diversité considérable en termes de type, de forme et, à l'instar des bancs publics, en matière de consommation énergétique. Dans les trois jardins étudiés, ils remplissent le même rôle : assurer l'illumination pour la visibilité et faciliter l'accessibilité du jardin. Ils constituent le seul mobilier urbain nécessitant de l'énergie parmi tous les éléments d'aménagement des jardins, ce qui en fait un enjeu crucial pour la durabilité énergétique. Dans le jardin Esanawbre, deux types d'éclairage

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

ont été observés : des candélabres en acier galvanisé thermolaqué, de forme ronde, conique ou télescopique, ainsi que des mini-lampadaires, ou balises fluorescentes. Dans le jardin Séridi Mustapha, l'éclairage se compose de candélabres en acier galvanisé thermolaqué, de forme ronde, avec un massif décoratif de 15 cm d'épaisseur, comprenant un luminaire élémentaire pour l'éclairage d'ambiance, équipé d'un module LED. Dans le troisième jardin, Guehdour, on trouve des lampadaires sobres en forme de crosse, avec des lampes ornementées (voir tableau V.8).

Tableau V.8: Eclairage des jardins.

Lampadaire d'Eclairage				
Typologie	candélabre en acier galvanisée thermolaqué de forme, ronde, conique ou témlésopique .	-Mini lampadaire avec lampe fluorescente, et un corps en alluminium et acier inoxydable	-candélabre en acier galvanisé thermolaqué de forme ronde avec massif décoratif y compris luminaire simple pour éclairage d’ambiance équipé d’un kit	-Candélabre, colonne en acier, et un ballon lumineux
Fonction	Illumination du jardin public, visibilité et esthétique urbaine nocturne			
Jardin	Jardin Esanawbre	Jardin Esanawbre	Jardin Séridi Mustapha	Jardin Guehdour
Mesure (Hauteur, Nombre, Puissance)	-candélabre simple crosse (H 7m, N 20 , P 150w) -candélabre double crosse (H 7m, N 15, P 150w) -candélabre simple crosse (H 4m, P 60, N 100w)	Hauteur : 1m, Nombre 40 Puissance 11w	-Colone avec 114 mm de diamètre -Hauteur : 3.5 m -un massif décoratif d’épaisseur 15 cm -Puissance 50 W	-Hauteur 4 m -Nombre 23 -Puissance 150 W

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

Matériaux	Acier galvanisé thermolaqué	Alluminium et acier inoxydable	Acier galvanisé thermolaqué
------------------	--------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------

V.8.4 Corbeille à déchets : symbole de propreté urbaine

Les dispositifs de collecte installés dans les jardins d'étude présentent une diversité de formes, notamment rondes et rectangulaires. Dans le jardin Esanawbre et le jardin Guehdour, des poubelles en bois rouge sont disposées, tandis que dans le jardin Séridi Mustapha, des modèles en acier, de forme ronde ou rectangulaire, assurent la collecte des déchets. De plus, des poubelles en plastique de taille imposante, plus volumineuses que les autres types, sont également présentes dans les jardins Esanawbre et Séridi. Ces équipements remplissent efficacement leur fonction de ramassage des déchets. Cependant, leur design reste épuré et traditionnel, sans dispositifs de collecte intelligente ou de gestion innovante (voir tableau V.9).

Tableau V.9: Corbeille à déchets.

Corbeille à déchets				
	Typologie	En bois forme ronde	En acier forme ronde	En acier forme rectangulaire
	Fonction	Collecte des déchets		
	Jardin	Jardin Esanawbre et Guehdour	Jardin Séridi	Jardin Esanawbre, Séridi Mustapha
Mesure	50*30*80 cm et capacité 26 litres, N=40			
Matériaux	bardage de bois, avec tige filée et boulons galvanisée anti-corrosion sur sol ou sur poteau ou mu existant.	en acier perforé, fixée sur un support en toile perforé en acier avec barres de renforcement et chapeau en acier perforés amovibles	en acier perforé, fixée sur un support en toile perforé en acier	En plastique

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

V.8.5 Jet d'eau

Ce type de mobilier inclut les points d'eau tels que les jets d'eau et les fontaines, présents dans les ronds-points, les places publiques et les jardins d'étude. Dans les trois jardins évalués, un jet d'eau est installé uniquement dans le jardin Séridi Mustapha, au centre de l'espace, bien qu'il reste presque toujours à sec. Son design ornemental rappelle l'époque historique. Dans le jardin Esanawbre, une installation sanitaire moderne est disponible, offrant un service adapté aux usagers (voir tableau V.10).

Tableau V.10: Jet d'eau des jardins publics évalués.

Jet d'eau



Typologie	Jet d'eau en béton datant de l'époque historique
Fonction	L'esthétique de jardin, ainsi le rafraichissement
Jardin	Jardin Séridi Mustapha
Mesure	H : 1.5 mètre
Matériaux	Béton

V.8.6 pavé du sol

Le sol des jardins d'étude est principalement aménagé à l'aide de matériaux rigides, tels que des pavés en béton imprimé de forme carrée ou des dalles en pierre naturelle, offrant durabilité et facilité d'entretien. Cependant, certaines allées conservent un revêtement en gazon, permettant une meilleure infiltration de l'eau de pluie et favorisant son absorption par le sol. Cette combinaison de matériaux rigides et de surfaces végétalisées contribue à la gestion durable de l'eau tout en améliorant le confort visuel et la qualité écologique des espaces (voir tableau V.11).

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

Tableau V.11: Le pavé du sol des jardins évalués.

Pavé du sol				
	Typologie	revêtement du sol en béton imprimé, Pavé en béton imprimé d'épaisseur légèrement armé		
	Fonction	Stabilité du sol, la marchabilité dans le jardin		
	Jardin	Jardin Esanawbre	Jardin Séridi	Jardin Guehdour
	Mesure	10 cm épaisseur		
	Matériaux	Béton imprimé		

V.8.7 Panneaux d'affichage d'information

Le mobilier de signalétique, qu'il s'agisse d'affichages informatifs ou publicitaires, occupe également une place dans les jardins publics étudiés, mais sa densité reste relativement faible. Dans ces espaces, la signalisation se limite souvent à une simple plaque indiquant le nom du jardin. L'absence de panneaux d'affichage modernes, en nombre suffisant, limite la valeur informative et conceptuelle de l'espace, tout en réduisant les possibilités de communication avec les usagers. L'intégration de signalétiques plus diversifiées pourrait enrichir l'expérience des visiteurs et renforcer l'identité des jardins (voir tableau V.12).

Tableau V.12: Les panneaux d'affichage dans les jardins évalués. .

Panneaux d'information et d'affichage				
	Typologie	Des plaques en acier forme rectangulaire		
	Fonction	Orientation	Affichage	Information
	Jardin	Jardin Esanawbre	Jardin Séridi	Décoration
	Mesure	Des plaque carrée de 30*50 cm		
	Matériaux	Acier		

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

V.8.8 Les jeux d'enfants

Ces éléments de mobilier sont présents uniquement dans le jardin Esanawbre et comprennent des balançoires et un toboggan. Ils favorisent le jeu et les activités ludiques des enfants, tout en contribuant à augmenter la fréquentation du jardin et à renforcer les interactions sociales. Cependant, ces installations sont parfois exposées directement au soleil, particulièrement durant les périodes de forte chaleur estivale, ce qui peut limiter leur utilisation et le confort des enfants (voir tableau V.13).

Tableau V.13: Les jeux d'enfant dans les jardins évalués.

Jeux d'enfants		
	Typologie	balançoire -Topoggan
	Fonction	Les jouets pour enfants sont utilisés pour divertir les enfants et sont destinés aux balançoires, toboggans et sauts.
Jardin	Jardin Esanawbre	
Matériaux	en bois de pin sylvestre traité en autoclave, plaque en polyéthylène de 2 places, avec crochets en polyamide, siège en polyuréthane et roulements, chaines en acier inoxydable, bascule en pin sylvestre Traité en autoclave de 2 places,	

V.8.9 Eléments de décoration et symbolique

Ces éléments incluent des inscriptions murales, telles que « I love Guelma », installées sur la grille de clôture du jardin Esanawbre, ainsi que des inscriptions historiques datant de l'époque ottomane, présentes dans celui de Séridi Mustapha. Ces éléments participent à enrichir la qualité esthétique des jardins tout en valorisant leur identité historique et culturelle (voir tableau V.14).

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

Tableau V.14: Eléments de décoration des jardins évalués.

Elément de décoration et symbolique	  				
	Typologie	écriture murale récente	Arc de décoration en pierre		Colonne historique
	Fonction	Décoration et l'esthétique de jardin			
	Jardin	Jardin Esanawbre	Jardin Séridi Mustapha		
	Matériaux	Acier	Béton		

V.8.10 La grille de clôture

La grille de clôture constitue un type important de mobilier urbain dans l'aménagement des jardins, comme observé dans les jardins Esanawbre et Séridi, où elle entoure complètement l'espace vert. Outre sa fonction principale de sécurité, garantissant la protection des usagers et la préservation du jardin, elle joue également un rôle décoratif en valorisant l'esthétique de l'espace. Les caractéristiques de conception de ces clôtures sont détaillées dans le tableau V.15.

Tableau V.15: Grille de clôture des jardins évalués.

Grille de clôture	 		
	Typologie	Grille de clôture en acier, ornementé	
	Fonction	Sécurité et l'aspect esthétique et de décoration	
	Jardin	Jardin Esanawbre	Jardin Séridi Mustapha
	Mesure	-des barreaux pleins droits ronds Φ 18 mm, espacés : 120 mm maximum -hauteur utile minimale de 2 mètre de niveau du sol à l'extrémité de la pointe de lance	Une clôture en acier d'une hauteur d'environ 1,5 mètre, avec des poteaux d'un diamètre d'environ 20 mm, est installée tout autour du jardin et comporte des portes d'entrée.

Chapitre V : L'environnement d'étude : les jardins publics de la ville de Guelma

Matériaux	grilles de clôture en acier à barreaux pleins	Colonnes en acier
------------------	---	-------------------

Le mobilier urbain dans les jardins d'étude contribue à leur aménagement et à la fourniture de divers services. Cependant, face aux défis du design urbain contemporain et des villes intelligentes, ce mobilier nécessite des normes de conception afin d'améliorer son usage et d'optimiser la performance des jardins.

Conclusion

Ce chapitre de l'étude a mis en lumière l'évaluation de cas de l'étude représentée par les jardins publics, qui sont considérés comme l'espace public le plus utilisé et le plus aménagé. Dans un premier temps, les caractéristiques physiques, climatiques et urbaines de la ville, en particulier de l'espace public, ont été identifiées. Ces espaces ont été classés en différentes catégories selon plusieurs critères tels que la conception du mobilier urbain, le degré d'usage et le design biophilique. Grâce à cette classification, trois jardins ont été sélectionnés pour l'étude, où l'accent a été mis sur le mobilier urbain en classant ses types et en identifiant ses caractéristiques de conception et ses fonctions par rapport aux besoins des usagers du jardin. Il a également été déterminé dans quelle mesure il correspond aux caractéristiques du design urbain contemporain. L'analyse spatiale urbaine, l'observation directe, la photographie et les documents administratifs et urbains nous ont aidés à réaliser cette partie de l'étude. De plus, les études antérieures qui se sont concentrées sur la ville de Guelma en tant que cas d'étude spécifique sur l'espace public ont également été prises en compte.

Chapitre VI :

***Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et
énergétique des jardins publics à travers leurs
mobiliers urbains.***

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

Introduction

Ce chapitre présente les résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics étudiés. Dans un premier temps, les différents critères d'évaluation ont été définis sur la base de l'analyse de la littérature ainsi que d'études de cas portant sur le mobilier urbain durable, notamment celui à conception énergétique autonome et solaire. Ensuite, les résultats de l'évaluation sociologique des jardins à travers leur mobilier ont été exposés. Par la suite, les résultats de l'évaluation climatique et énergétique ont été présentés. Cette partie se conclut par la mise en relation des divers résultats de l'étude, mettant en évidence l'importance du mobilier urbain dans la conception des jardins, son impact sur leur usage, ainsi que son rôle en tant qu'enjeu essentiel pour l'amélioration de leur performance.

VI.1 Les critères d'évaluation qualitatifs pour un design contemporain du mobilier urbain, vers la promotion de la durabilité et la qualité d'usage

Cette partie présente un ensemble de critères d'évaluation classés selon les dimensions qui expriment la qualité du design du mobilier urbain. Ces critères ont été extraits de recherches antérieures, complétés par une lecture critique et une analyse approfondie de modèles de mobilier urbain énergétique, considérés comme des piliers de l'autonomie énergétique urbaine.

Le mobilier urbain occupe une place essentielle dans la conception de l'espace public, en entretenant une relation directe avec l'usager, l'environnement bâti et le paysage urbain. Il constitue un lien fonctionnel et symbolique entre de multiples composantes urbaines. Par conséquent, la qualité de sa conception dépend d'un ensemble de critères pouvant être classés selon plusieurs dimensions principales : urbaine, sociale, environnementale, économique et culturelle. Sur le plan urbain, le mobilier doit agir comme un stimulateur de l'usage de l'espace public et un élément actif favorisant la vitalité, la convivialité et la qualité d'usage de cet espace. Sur le plan social, il doit répondre à des critères de résilience et d'intelligence, en garantissant le confort des usagers et en satisfaisant leurs besoins variés selon les moments et les conditions d'usage, qu'elles soient environnementales, climatiques, numériques, diurnes ou nocturnes. Enfin, sur le plan environnemental et climatique, le mobilier doit être durable, respectueux de l'environnement et capable de résister aux différentes contraintes climatiques tout en contribuant à la durabilité urbaine globale. Sur le plan économique, le mobilier urbain doit être efficace en termes de coût, en optimisant le rapport qualité-prix-durabilité. Il doit favoriser la maintenance minimale, la **modularité et la recyclable** des matériaux, tout en réduisant les coûts énergétiques grâce à l'intégration de technologies intelligentes ou de sources d'énergie renouvelables. Il s'agit d'un investissement à long terme visant à soutenir

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

l'économie locale par la fabrication, la conception et la maintenance durables. Sur le plan culturel, le mobilier urbain doit refléter l'identité du lieu et la mémoire collective, en intégrant des valeurs esthétiques, symboliques et patrimoniales propres au contexte urbain. Il contribue ainsi à renforcer le sentiment d'appartenance des usagers et à promouvoir la cohésion sociale à travers un design inspiré de la culture locale, tout en s'ouvrant à une esthétique contemporaine universelle.

L'évaluation des études antérieures consacrées au mobilier urbain a mis en évidence plusieurs principes fondamentaux devant être pris en compte dans sa conception, tels que la fonctionnalité, la forme et le choix des matériaux. Par ailleurs, l'analyse de différents modèles de mobilier urbain solaire a montré que leur conception n'offre pas uniquement des avantages environnementaux et énergétiques, mais qu'elle procure également des bénéfices sociaux et économiques, notamment à travers des services comme la recharge des téléphones et des ordinateurs portables, ainsi qu'un éclairage durable et résilient. De plus, ces mobiliers intègrent souvent des dispositifs numériques liés à l'Internet des objets. Ainsi, la conception de ce type de mobilier repose sur un ensemble de critères visant à garantir sa résilience sur les plans environnemental, climatique, diurne et nocturne. Ces critères, qui confèrent au mobilier urbain des caractéristiques distinctives, ont permis de structurer et de développer une grille d'évaluation capable de mesurer sa performance et la qualité de son usage.

L'analyse combinée des études antérieures et des cas concrets de mobilier urbain intelligent contemporain a permis de dégager une compréhension approfondie des principes et des critères de conception liés à la qualité, à la durabilité et à la résilience urbaine. Cette approche intégrée, fondée à la fois sur la revue de la littérature et sur l'observation de cas d'application réels et matérialisés, a mis en évidence les interactions entre les dimensions fonctionnelles, esthétiques, énergétiques et sociales du mobilier urbain. Elle a également contribué à identifier les paramètres essentiels pour l'évaluation de sa performance, notamment la performance fonctionnelle, la forme, le design numérique, la résilience, la conception climatique diurne et nocturne, l'autonomie fonctionnelle et énergétique, ainsi que l'utilisation de matériaux respectueux de l'environnement.

Ces critères, développés dans le cadre de la présente recherche, servent de base à l'évaluation sociologique des jardins publics de la ville de Guelma à travers leur mobilier. Cette évaluation s'appuie sur un questionnaire intégrant l'ensemble des critères mentionnés. Certains d'entre eux ont déjà été mobilisés dans l'étude menée par (Bouhallit et al., 2024), qui a évalué les jardins publics en se fondant sur leur mobilier urbain. Les critères d'évaluation élaborés ici, traduisant la qualité du design du mobilier urbain dans une approche de durabilité urbaine et

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des iardins publics à travers leurs mobiliers urbains

de conception contemporaine intelligente, sont présentés dans le tableau suivant (Tableau IV.1).

Tableau V.1: Critères de qualité d'évaluation du design du mobilier urbain. Source. Auteur 2025.

Critères	Critères pour évaluer la qualité du design du mobilier urbain en lien avec la contemporanéité, la durabilité et l'autonomie énergétique														
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
	Typologies et variété d'usage	Performance fonctionnelle	Design formel	Design numérique	Santé urbaine	Sécurité urbaine	Design matériel	Résilience	Confort	Autonomie	Design diurne et nocturne	Design saisonniers	Design social et identité	Agronomie	Design humain
Sous-critères	S-C 1 - Le mobilier urbain est-il multifonctionnel ? - Les éléments de mobilier urbain offrent-ils une variété d'usages pour un espace public ? - Répondent-ils aux besoins des utilisateurs face aux défis fonctionnels ?														
	S-C 2 - Un design multifonctionnel - Un design numérique moderne - Fonctions adaptées aux besoins de l'utilisateur														
	S-C 3 - La forme des meubles s'intègre-t-elle dans l'environnement urbain ? - La forme des meubles influence-t-elle la beauté du paysage ? - La forme des meubles favorise-t-elle le confort visuel ?														
	S-C 4 - Un mobilier urbain numérique - Mobilier urbain qui promeut les services en ligne - Des meubles urbains connectés														
	S-C 5 - Mobilier urbain qui promeut les services de santé en ligne - Mobilier urbain qui protège la santé de l'utilisateur (exposition au soleil, pollution) - Mobilier urbain qui favorise les premiers secours en cas d'urgence														
	S-C 6 - Mobilier urbain qui promeut les services de sécurité en ligne - Mobilier urbain qui protège l'utilisateur (caméra de surveillance numérique connectée) - Mobilier urbain pour la signalisation d'urgence														

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des iardins publics à travers leurs mobiliers urbains

	S-C 7 - Conception avec des matériaux durables - Matériaux écologiques - Matériaux contribuant à l'atténuation de l'îlot de chaleur urbain
	S-C 8 - Mobilier urbain résilient face aux conditions climatiques - Mobilier urbain résilient face aux phénomènes naturels - Mobilier urbain éco-conçu (énergie renouvelable)
	S-C 9 - Mobilier urbain qui favorise le confort thermique climatique - Mobilier urbain qui favorise le confort sonore et olfactif - Mobilier urbain qui favorise le confort visuel
	S-C 10 - Mobilier urbain autonome en énergie (énergie renouvelable) - Mobilier urbain autonome grâce à la conception numérique - Mobilier urbain autonome et durable par ces fonctions
	S-C 11 - Mobilier urbain adapté aux besoins diurnes de l'utilisateur - Mobilier urbain adapté aux besoins nocturnes de l'utilisateur - Un design intelligent saisonnier diurne et nocturne
	S-C 12 - Mobilier urbain adapté aux besoins estivaux de l'utilisateur - Mobilier urbain adapté aux besoins hivernaux de l'utilisateur - Un design intelligent saisonnier diurne et nocturne
	S-C 13 - Mobilier urbain qui reflète l'identité d'une ville - Mobilier urbain qui reflète les traditions de la société - Mobilier urbain qui reflète l'histoire d'une ville
	S-C 14 - Mobilier urbain adaptées par leurs dimensions - Mobilier urbain ergonomique - Mobilier urbain adapté par son design (Homogénéité avec le paysage et l'environnement urbain)
	S-C 15 - Mobilier urbain adapté aux besoins des enfants - Mobilier urbain adapté aux besoins des personnes handicapées - Mobilier urbain adapté aux besoins des femmes enceintes et des personnes âgées

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

VI.2 Résultats de l'évaluation du mobilier urbain auprès des usagers (usage, design et effets)

Cette phase de la recherche présente les résultats de l'évaluation sociologique, divisés en plusieurs volets. Dans un premier temps, la validité du questionnaire a été vérifiée à l'aide du coefficient de fiabilité alpha de Cronbach, ainsi que la normalité des données à travers le test de Kolmogorov-Smirnov. Par la suite, l'analyse descriptive et évaluative des différentes sections du questionnaire a été effectuée à l'aide du logiciel **SPSS**. Enfin, les résultats relatifs à l'impact du mobilier urbain sur la qualité d'usage de chaque jardin ont été analysés à l'aide du programme **EViews**. Ces résultats sont présentés ci-après.

VI.2.1 La validité de questionnaire et la normalité des données (Alpha Cronbach et Kolmogorov-Smirnov)

Le calcul du coefficient Alpha de Cronbach (Tableau VI.2) montre un taux élevé de fiabilité du questionnaire, et pour vérifier la distribution normale des données, on a utilisé le test Kolmogorov-Smirnov (Tableau VI.3), qui montre que toutes les données relatives aux volets et à la totalité de questionnaire avaient la valeur Sig. > 0,05, alors, ces données sont normalement distribuées.

Tableau VI.2: Estimation d'alpha Cronbach du questionnaire dans les jardins évalués. Source auteur 2024.

Jardins évalués	jardin Esanawbre	Jardin Séridi Mustapha	jardin Guehdour
Alpha Cronbach	0,966	0,963	0,761

Tableau VI.3: Test de normalité des données dans les jardins évalués. Source auteur 2024.

Jardins évalués	Jardin Esanawbre	Jardin Séridi Mustapha	Jardin Guehdour
Test de normalité des données	0,299	0,214	0,390

Cette section présente l'analyse des résultats de l'évaluation sociologique des jardins étudiés à travers leur mobilier urbain. Le premier volet expose les résultats relatifs à l'identification des personnes interrogées. Le deuxième volet concerne l'analyse des résultats d'évaluation de chaque jardin, en fonction de son usage, de sa fréquentation, ainsi que de son aménagement urbain et de son mobilier. Enfin, le troisième volet présente les résultats de l'évaluation du design du mobilier urbain, à travers les critères développés lors de la phase précédente et reflétant la qualité de conception.

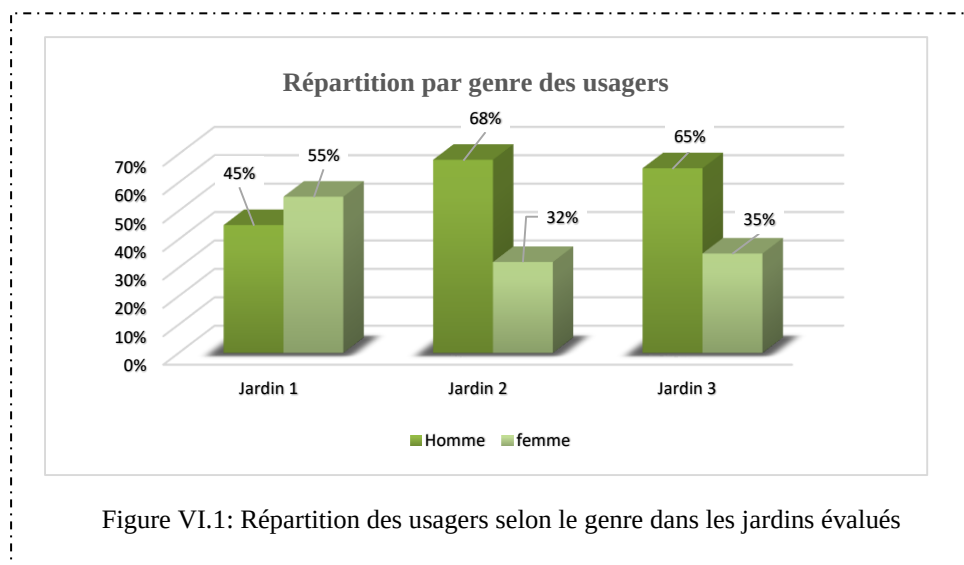
Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

VI.2.2 Caractéristiques sociologiques des usagers du jardin

Cette partie est consacrée à l'analyse descriptive des résultats du premier volet du questionnaire, portant sur les caractéristiques sociologiques des usagers des jardins publics.

- **Le genre**

Dans les jardins Séridi Mustapha et Guehdour, les hommes constituent la majorité des usagers (J2 : 68 %, J3 : 65 %). Cette prédominance peut s'expliquer par la présence d'un café au cœur de ces espaces. En revanche, dans le jardin Esanawbre, la répartition entre les femmes (55 %) et les hommes (45 %) est plus équilibrée. Ce jardin se distingue par la diversité de son mobilier, notamment la présence d'aires de jeux pour enfants, absentes dans les deux autres jardins. De plus, il est perçu comme un lieu calme, ce qui favorise la fréquentation féminine. La présence féminine, bien que perceptible dans les deux autres jardins, demeure moins importante que dans celui d'Esanawbre. La diversité du mobilier et la qualité du design global du jardin, en termes d'ouverture, de fermeture et d'intégration biophilique ont contribué à attirer ce type d'usagers. L'histogramme illustré à la figure VI.1 met en évidence ces résultats.



- **Les catégories d'âge des usagers des jardins évalués :**

Ce deuxième critère concerne l'âge et les catégories sociales des usagers fréquentant les jardins. L'évaluation a révélé que le jardin Esanawbre est visité par des usagers appartenant à différentes tranches d'âge, en raison de la diversité du mobilier qu'il propose, tels que des jeux pour enfants et des équipements sportifs destinés aux jeunes. De plus, ce jardin, clôturé, calme et riche en végétation, constitue un lieu privilégié pour de nombreuses catégories d'âge, notamment les personnes âgées qui apprécient le calme et l'ombre des arbres. En revanche, les deux autres jardins présentent une moindre diversité en matière de mobilier, ce qui limite la variété des usagers. Ils sont principalement fréquentés par des adultes, en particulier ceux

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des iardins publics à travers leurs mobiliers urbains

qui s'y rendent pour le café ou pour s'asseoir. Les proportions des différentes tranches d'âge fréquentant les trois jardins sont illustrées dans l'histogramme présenté à la figure VI.2.

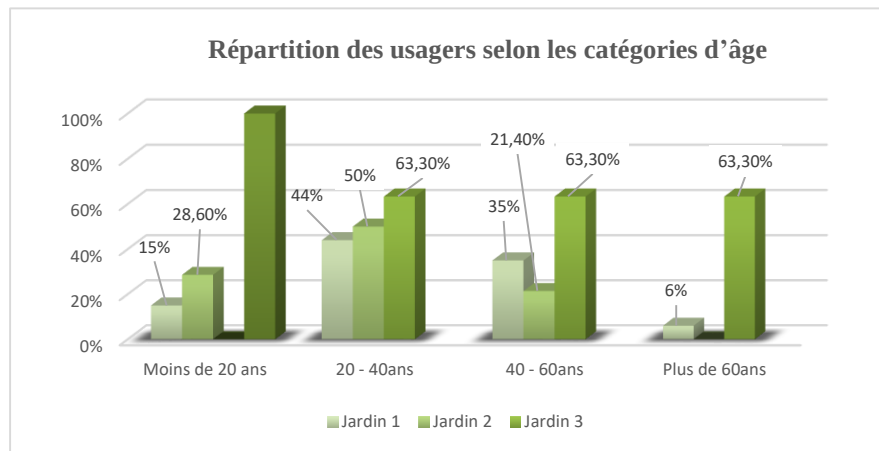


Figure VI.2: Catégories d'âge des usagers des jardins évalués.

- **La proximité des usagers à la ville de Guelma**

Le troisième critère du premier volet du questionnaire concerne la proximité des usagers par rapport à la ville de Guelma. Les résultats montrent que la majorité des usagers des jardins sont des habitants de la ville, avec des proportions respectives de 75 % pour le jardin J1, 71,42 % pour le jardin J2, **et** 70 % pour le jardin J3. Ces données sont illustrées dans la figure VI.3.

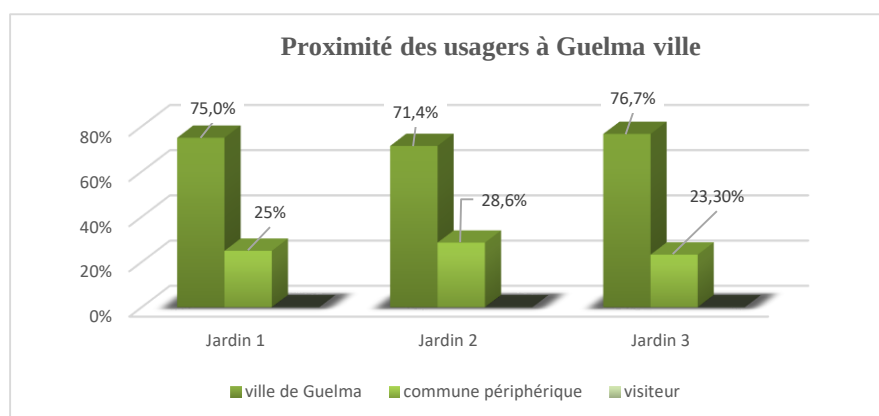


Figure VI.3: Proximité des usagers par rapport à la ville de Guelma.

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

• Le niveau d'instruction

Les usagers des jardins évalués présentent des niveaux d'instruction variés. Le niveau primaire, moyen et secondaire est plus élevé dans les jardins J1 et J2, avec respectivement 35 % pour le jardin J1 et 21 % pour le jardin J2. Le niveau universitaire est représenté par 40 % des usagers dans le jardin J1, 21 % dans le jardin J2, et 10 % dans le jardin J3. Enfin, la catégorie des diplômés atteint 20 % dans le jardin J1, 28 % dans le jardin J2, et 20 % dans le jardin J3. Ces résultats sont illustrés dans la figure VI.4.

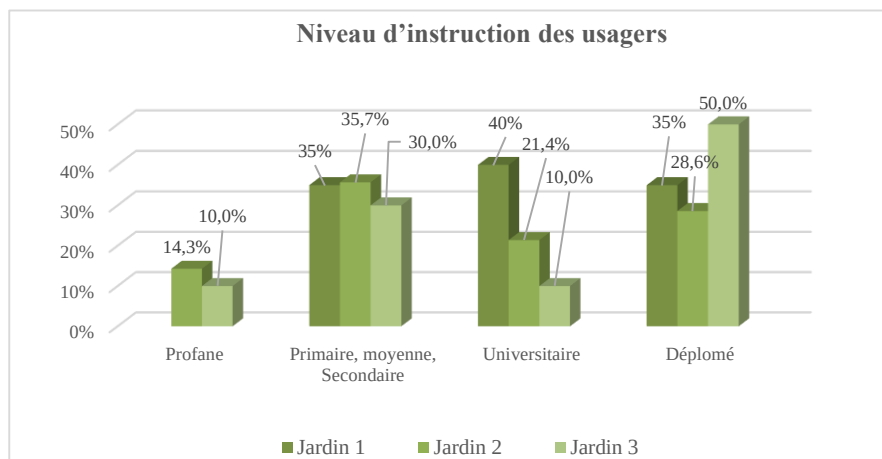


Figure VI.4: Niveau d'instruction des usagers des jardins évalués.

• Profession des usagers

Un pourcentage important des répondants du jardin Guehdour (33,3 %) sont sans emploi, tandis que 33,3 % sont retraités. En revanche, dans le jardin Esanawbre, 45 % des usagers sont employés. Ces données sont illustrées dans la figure VI.5.

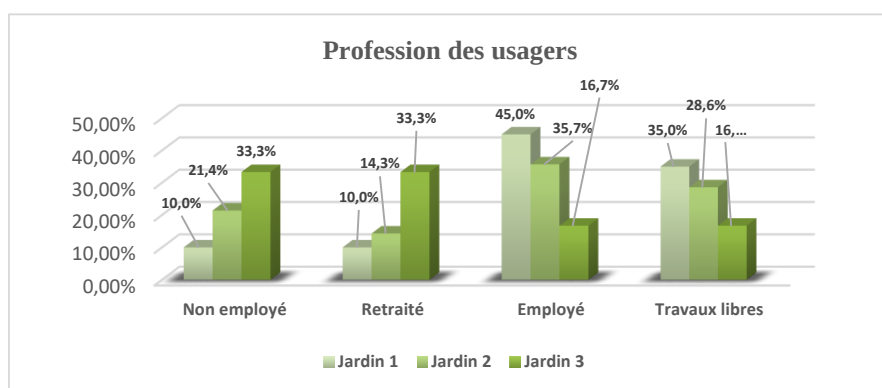


Figure VI.5: Profession des usagers des jardins évalués.

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

VI.2.3 Analyse évaluative du deuxième volet : le design du jardin public

Le deuxième volet du questionnaire est consacré à l'évaluation des jardins publics dans leur conception générale, englobant leur fonction, leur forme et leur aménagement. Cette analyse vise à mesurer la performance de ces espaces du point de vue des usagers. Les résultats de l'évaluation de chaque critère de cette partie sont présentés ci-après.

- **Le taux de fréquentation**

Dans le jardin Esanawbre, 30 % des usagers le fréquentent pendant le week-end, 40 % deux fois par semaine et 20 % une fois par semaine. En revanche, dans le jardin Sériddi Mustapha, 20 % des usagers le visitent pendant le week-end, 35 % une fois par semaine, 25 % deux fois par semaine et 20 % seulement de manière occasionnelle. Enfin, pour le jardin Guehdour, plus de 40 % des usagers fréquentent l'espace de façon occasionnelle. Ces résultats sont illustrés dans la figure VI.6.

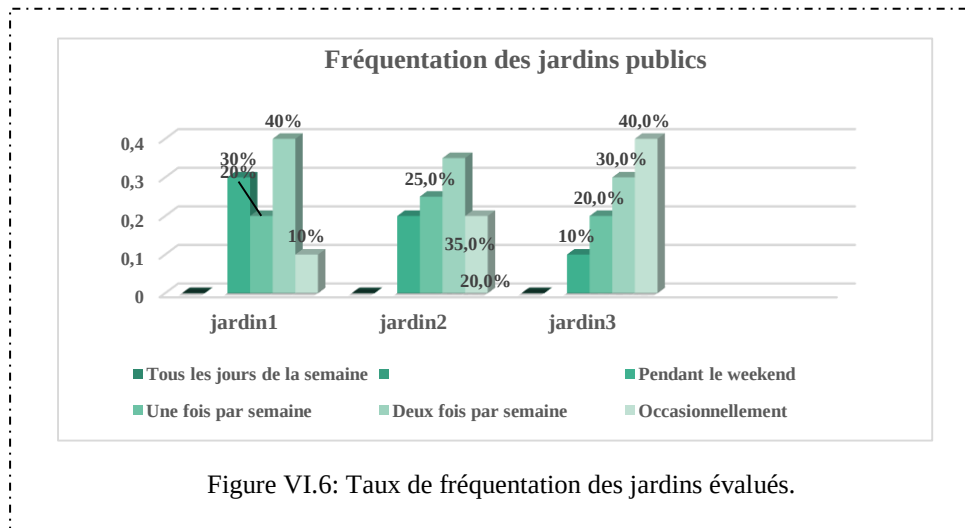


Figure VI.6: Taux de fréquentation des jardins évalués.

- **La durée d'usage**

Concernant le deuxième critère, relatif à la durée d'usage, les résultats montrent que 40 % des usagers du jardin Esanawbre y passent environ deux heures. La proportion d'usagers restant deux heures ou plus s'élève à 20 % dans le jardin J1 et à 30 % dans le jardin J2. Dans le jardin Sériddi Mustapha, la majorité des usagers (50 %) y séjournent environ une heure, tandis que 30 % y passent deux heures. En revanche, la durée d'usage minimale a été observée dans le jardin Guehdour, où plus de 50 % des usagers restent moins d'une heure. Cette faible durée est principalement liée à la qualité du jardin et aux types d'aménagement qu'il propose. Ces résultats sont illustrés dans la figure VI.7.

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

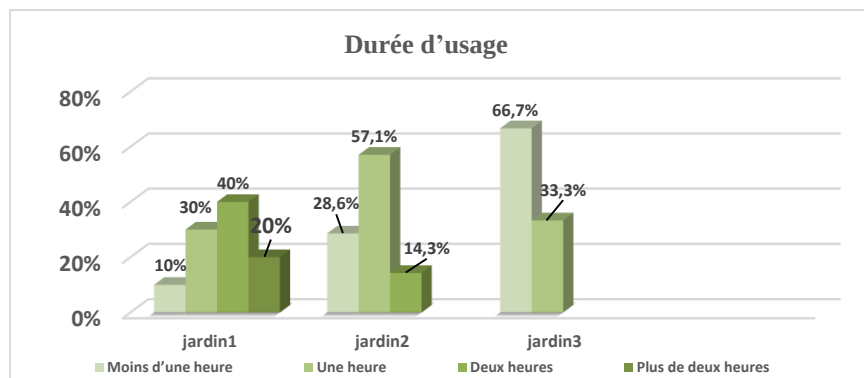


Figure VI.7: Durée d'usage des jardins évalués.

• Le choix d'usage

La majorité des usagers ont choisi le jardin Esanawbre en raison de la diversité des fonctions du mobilier (30 %), de sa qualité (30 %) ainsi que de l'ombre qu'il procure (40 %). Dans le jardin Séridi Mustapha, environ 30 % des usagers l'ont choisi pour sa situation, 30 % pour l'ombre, et près de 20 % pour la qualité du mobilier urbain. Enfin, dans le jardin Guehdour, la plupart des usagers (50 %) ont indiqué avoir choisi cet espace principalement en raison de sa situation géographique. Ces résultats sont présentés dans la figure VI.8.

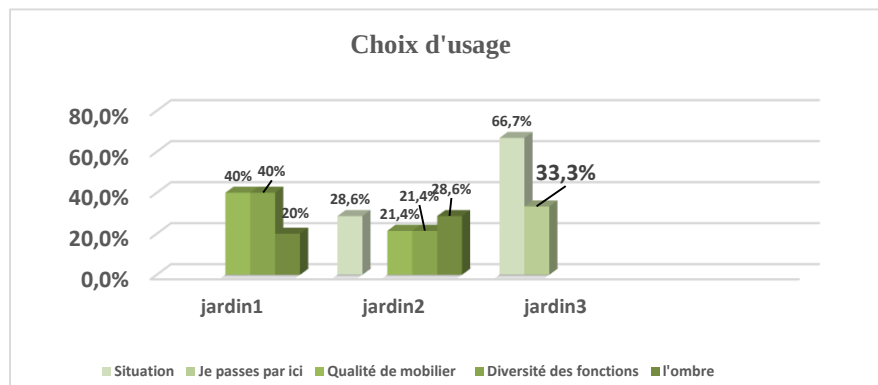


Figure VI.8: Le choix d'usage des jardins évalués.

• La fonction d'usage

Ce critère porte sur l'évaluation de la fonction du jardin du point de vue de l'utilisateur, c'est-à-dire sur le degré de satisfaction ressenti à l'égard des fonctions offertes par l'espace. La majorité des usagers des jardins Esanawbre et Séridi Mustapha se déclarent moyennement satisfaits, avec respectivement 50 % pour le jardin J1 et 57,14 % pour le jardin J2. En revanche, dans le jardin Guehdour, la plupart des usagers se disent non satisfaits. Ces résultats sont illustrés dans la figure VI.9.

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

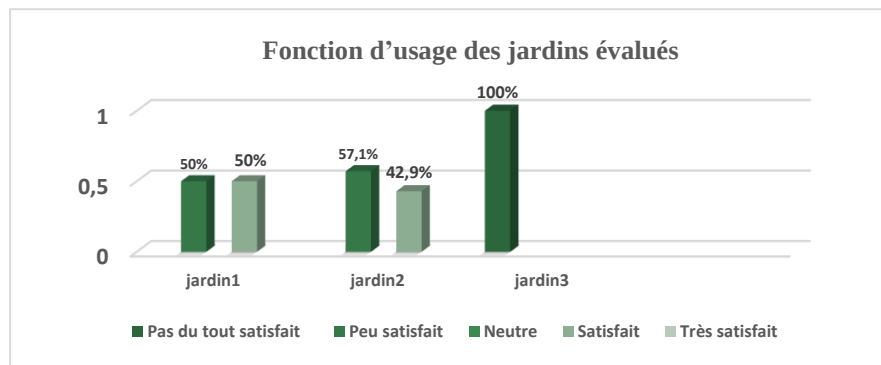


Figure VI.9: Évaluation de la fonction d'usage dans les jardins évalués auprès des usagers.

• Usage

Pour ce critère, l'objectif est d'identifier les facteurs qui encouragent l'utilisateur à fréquenter le jardin, autrement dit, les éléments qui influencent son usage. Dans le jardin Esanawbre, 40 % des usagers l'ont choisi pour l'ombre, et 30 % pour la qualité du mobilier, en raison de son excellent état et de sa diversité, comprenant notamment des jeux pour enfants, du mobilier sportif et du mobilier de santé. Environ 20 % des usagers ont indiqué avoir choisi ce jardin pour la vitalité du lieu. Dans le cas du jardin Sérédi Mustapha, 20 % des usagers l'ont choisi pour l'ombre, 15 % pour la qualité du mobilier urbain, et 40 % pour sa situation au centre-ville. Enfin, pour le jardin Guehdour, la plupart des usagers le fréquentent de manière occasionnelle (20 %), tandis que 10 % l'ont choisi en raison de sa situation géographique. Ces résultats sont illustrés dans la figure VI.10.

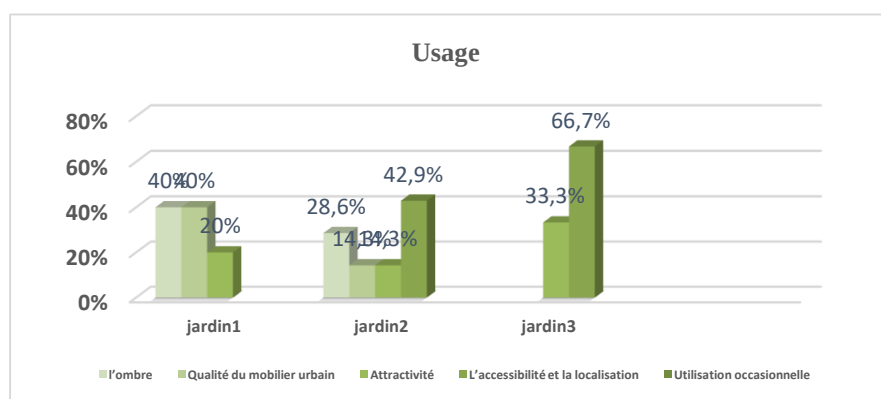


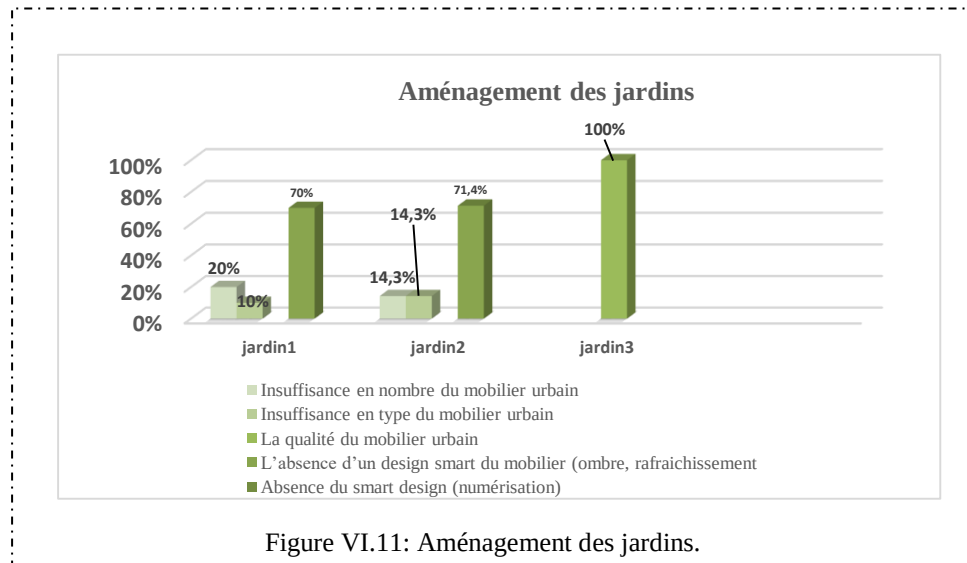
Figure VI.10: Évaluation de l'usage des jardins évalués.

• Aménagement des jardins

L'évaluation de ce critère montre une qualité inégale des éléments d'aménagement. Le mobilier urbain a servi d'indicateur principal pour mesurer la performance du jardin.

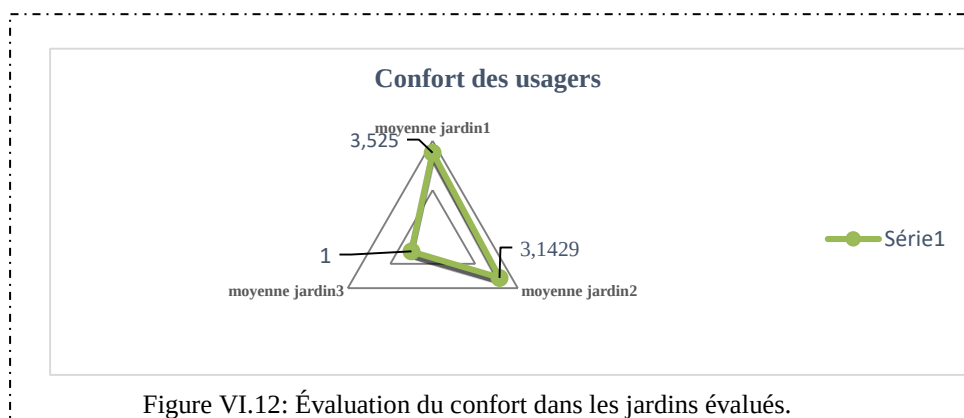
Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

Les résultats indiquent que 70 % des usagers des jardins *Esanawbre* et *Séridi* ont relevé l'absence d'un design intelligent du mobilier, notamment en matière d'ombrage et de rafraîchissement. Dans le troisième jardin, 50 % des répondants ont signalé le manque d'un design numérique interactif, tandis que 50 % ont noté l'absence d'un mobilier smart adapté aux besoins climatiques et de confort. Ces constats révèlent que l'intégration du design intelligent demeure limitée, réduisant ainsi la capacité des jardins à offrir un confort et une résilience d'usage satisfaisants (figure VI.11).



• Évaluation du confort dans les jardins évalués.

Ce critère vise à évaluer le degré de confort offert par le jardin aux usagers. L'enquête a porté sur la compatibilité des chaises et du mobilier avec les conditions climatiques extrêmes, notamment les températures élevées, ainsi que sur la contribution des éléments d'aménagement à la création d'un confort thermique et fonctionnel. Les résultats montrent que 50 % des usagers des jardins *Esanawbre* et *Séridi* sont moyennement d'accord quant au confort procuré, tandis que dans le troisième jardin, la majorité des usagers ne partagent pas cet avis, indiquant un niveau de confort insuffisant (figure VI.12).



Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

- **L'ambiance microclimatique dans les jardins évalués.**

Ce critère a permis d'évaluer dans quelle mesure l'aménagement urbain du jardin est résilient face aux facteurs climatiques et adapté aux attentes des usagers. Dans le jardin Esanawbre, 45 % des usagers ont jugé l'aménagement adapté et 55 % moyennement adapté. Dans le jardin Séridi, 55 % des répondants ont estimé que l'aménagement est adapté, tandis que 45 % l'ont jugé moyennement adapté. En revanche, dans le troisième jardin, la majorité des usagers ont considéré l'aménagement comme non adapté. Les résultats de cette évaluation montrent qu'il existe une relation entre le mobilier et les facteurs climatiques du jardin (Figure VI.13).

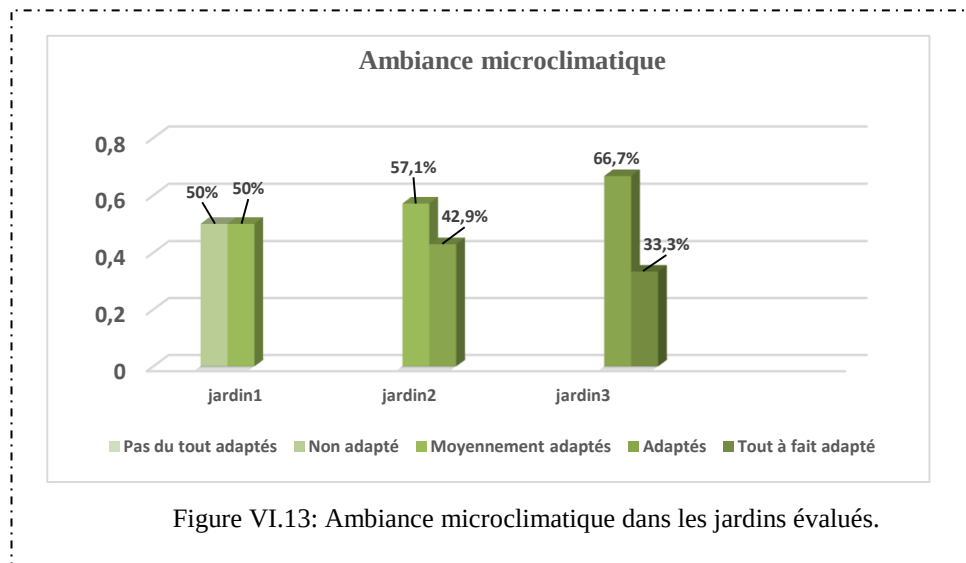


Figure VI.13: Ambiance microclimatique dans les jardins évalués.

- **Les critères d'amélioration de l'usage des jardins.**

Afin d'améliorer la performance du jardin, cette section vise à identifier les services et éléments susceptibles d'optimiser sa fonctionnalité et son usage. La majorité des usagers considèrent que l'intégration d'un design numérique constitue le principal facteur d'amélioration (70 % pour le jardin Esanawbre et 57,14 % pour le jardin Séridi). Pour le troisième jardin, 50 % des répondants ont évoqué l'importance d'un design saisonnier (ombre, protection, abri), tandis que 50 % ont souligné la nécessité d'un mobilier smart (Figure VI.14).

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

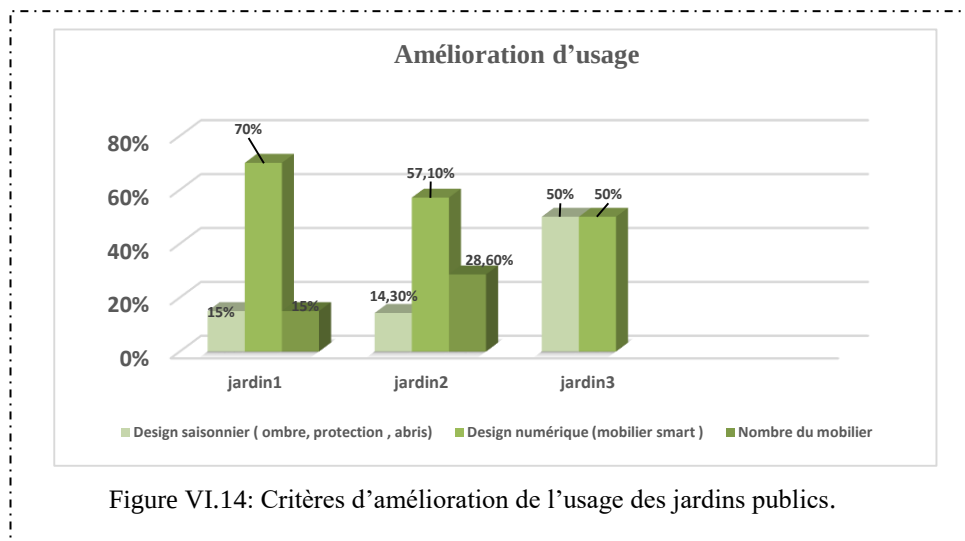


Figure VI.14: Critères d'amélioration de l'usage des jardins publics.

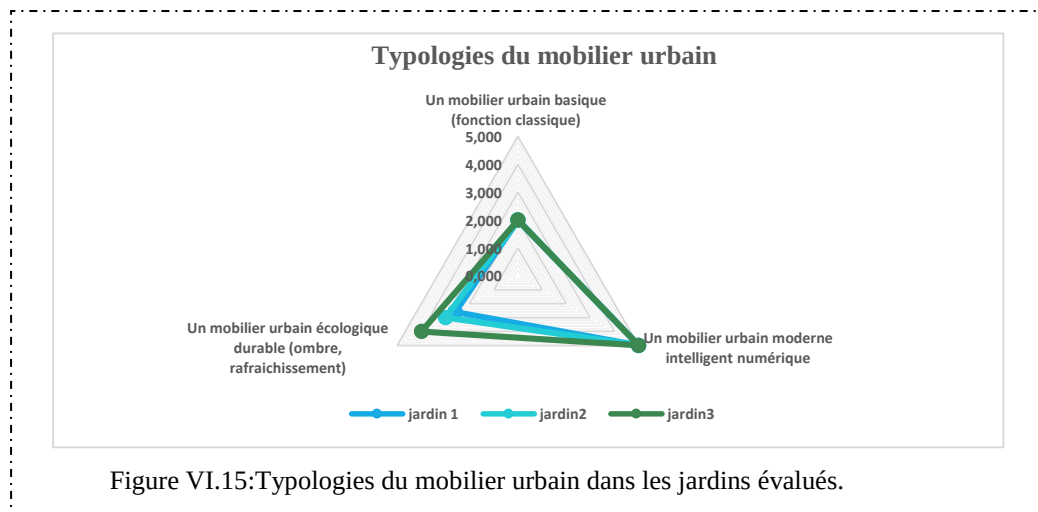
VI.2.4 Analyse évaluative du troisième volet : le design du mobilier urbain

Cette partie présente les résultats de l'évaluation du troisième volet du questionnaire, portant sur l'analyse du mobilier urbain à travers un ensemble de critères liés à la conception urbaine contemporaine et durable.

- **Les typologies du mobilier urbain dans les jardins évalués.**

À travers ce critère, l'objectif est de connaître les types de mobilier urbain, autrement dit leur degré de développement. Trois sous-critères ont été utilisés, le premier consiste à savoir si le design du mobilier urbain est basique. Les usagers des trois jardins ont répondu à 100 % « tout à fait d'accord ». Le deuxième sous-critère évalue si le mobilier urbain est intelligent ou numérique. Les usagers des jardins 1, 2 et 3 ont répondu à 100 % « pas du tout d'accord ». Enfin, le troisième sous-critère concerne le caractère écologique et durable du mobilier, notamment sa capacité à favoriser l'ombre et le rafraîchissement. Les réponses diffèrent selon les jardins : dans les jardins 1 et 2, 50 % des usagers sont d'accord et 50 % ne le sont pas, tandis que dans le troisième jardin, 100 % des usagers ne sont pas d'accord (figure VI.15).

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des iardins publics à travers leurs mobiliers urbains



- **Évaluation de la performance fonctionnelle du mobilier urbain**

Pour évaluer la performance fonctionnelle du mobilier urbain, le critère du design « smart » (numérique et de confort) a été utilisé comme indicateur principal. Dans les trois jardins, aucun usager n'est d'accord pour affirmer que le mobilier urbain intègre un design numérique intelligent. Concernant le confort, 80 % des usagers des jardins Esanawbre et Séridi estiment que le mobilier assure l'ombre et le rafraîchissement, notamment grâce aux bancs publics protégés par un design végétal, tandis que 20 % ne sont pas du tout d'accord. Cette variation est principalement liée au positionnement des bancs (certains placés à l'ombre, d'autres exposés au soleil), ce qui influence directement le niveau de satisfaction des usagers. Ainsi, dans le premier jardin, 70 % des usagers se déclarent satisfaits et 30 % non ; dans le jardin Séridi, 50 % le sont et 50 % ne le sont pas ; tandis que dans le troisième jardin, la majorité des usagers ne sont pas satisfaits. Ces résultats confirment que la présence d'un mobilier urbain intelligent influence positivement la satisfaction des usagers et, par conséquent, la qualité d'usage du jardin (figure VI.16).

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

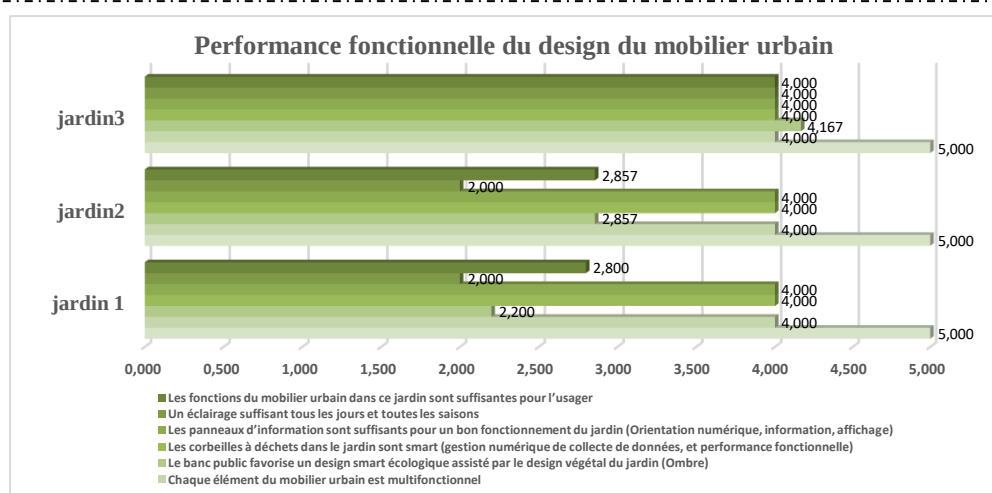


Figure VI.16: Évaluation de la performance fonctionnelle du mobilier urbain dans les jardins évalués..

• Évaluation du design formel dans les jardins évalués

Le design formel joue un rôle essentiel dans l'amélioration de l'esthétique de l'espace. L'objectif de ce critère est d'évaluer le degré de contribution des éléments du mobilier urbain à la beauté et à l'harmonie visuelle des jardins. Dans les jardins Esanawbre et Sériddi Mustapha, 65 % des usagers estiment que le mobilier urbain apporte un aspect visuel agréable et contribue à la décoration du jardin, tandis que 45 % désapprouvent. Dans le troisième jardin, 70 % des usagers considèrent que le mobilier n'apporte pas de valeur esthétique notable au cadre du jardin (figure VI.17).

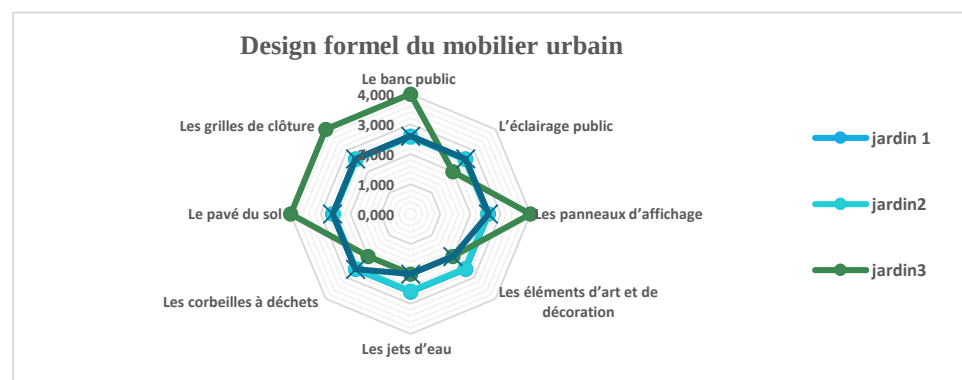


Figure VI.17: Évaluation du design formel dans les jardins évalués.

• La résilience du mobilier urbain

À travers ce critère, l'objectif est d'évaluer la résilience des éléments du mobilier urbain face aux différents facteurs auxquels ils peuvent être exposés dans les jardins. Il s'agit notamment des conditions climatiques extrêmes. L'évaluation vise également à apprécier leur capacité à

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

répondre aux divers besoins et services des usagers. Dans les jardins Esanawbre et Séridi Mustapha, environ 40 % des répondants ont indiqué que, face à la chaleur et au fort ensoleillement durant l'été, les arbres du jardin contribuent partiellement à l'ombrage des bancs dans certains emplacements. En revanche, dans le jardin Guehdour, la majorité des répondants ont estimé que le mobilier n'est pas résilient dans de telles conditions. Le banc a été spécifiquement mentionné dans la question, car il représente le mobilier le plus proche de l'utilisateur. Concernant les autres aspects secondaires liés à la flexibilité, tels que la présence d'éléments aquatiques pour le rafraîchissement ou de parasols avec des sièges, les réponses ont été similaires dans les trois jardins, indiquant l'absence de tels dispositifs. L'histogramme présenté dans la figure VI.18 illustre les principaux pourcentages relatifs aux résultats de l'évaluation de la résilience.

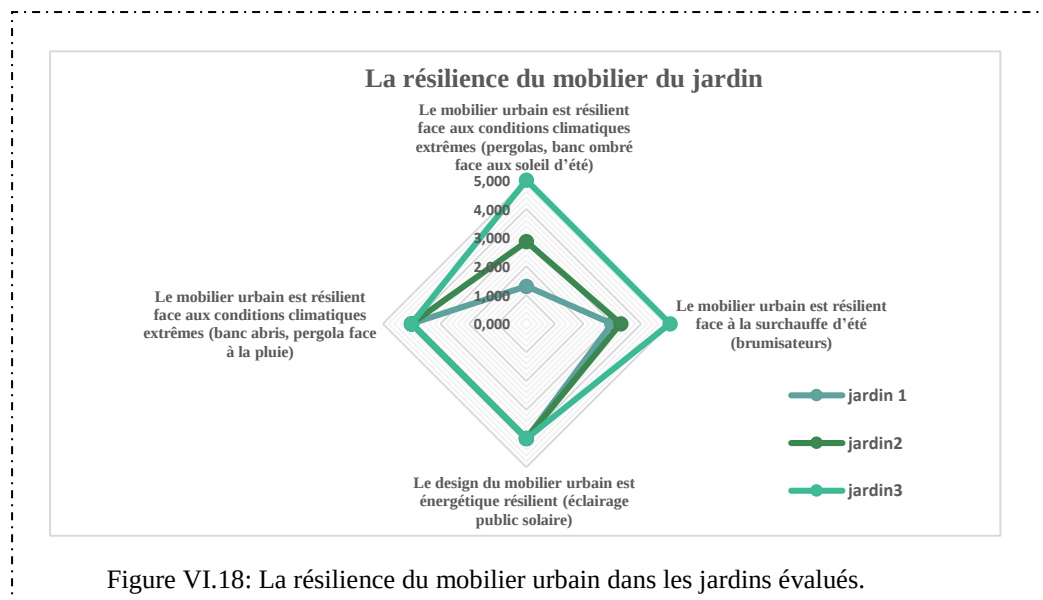


Figure VI.18: La résilience du mobilier urbain dans les jardins évalués.

• Évaluation de l'autonomie du mobilier urbain

Ce critère d'évaluation est considéré comme contemporain et reflète la qualité de la conception urbaine, en particulier du mobilier urbain, qui constitue le cœur de cette étude et confère une originalité au thème de recherche. L'objectif est d'évaluer l'existence de l'autonomie dans la conception des mobiliers des jardins étudiés. L'évaluation s'est basée sur plusieurs sous-critères : l'autonomie énergétique, la sécurité et la surveillance à distance, la numérisation et les services en ligne. Dans les trois jardins, aucun usager n'a constaté la présence de ces aspects d'autonomie dans le mobilier urbain.

L'évaluation a également considéré l'autonomie climatique, représentée par la présence de bancs ombragés permettant de refroidir et rafraîchir l'espace, notamment en conditions climatiques extrêmes. Dans les jardins Esanawbre et Séridi, 70 % des usagers ont estimé que

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

de tels bancs existent, grâce au placement stratégique sous les arbres, offrant ainsi une ombre naturelle et un refroidissement sans recours à l'énergie. En revanche, dans le troisième jardin, la majorité des usagers ont jugé que l'autonomie climatique est absente, ce qui s'explique par l'absence d'un design végétal dense comparable aux deux premiers jardins. En complément, l'autonomie sanitaire a été évaluée en interrogeant les usagers sur la disponibilité de services tels que la communication à distance avec des entités sanitaires, l'appel d'urgence, la désinfection des mains ou l'évaluation de la qualité de l'air. Les réponses ont été similaires dans les trois jardins, indiquant que de tels services n'existent pas dans le mobilier urbain étudié. Les résultats complets de ce critère sont illustrés dans la figure VI.19.

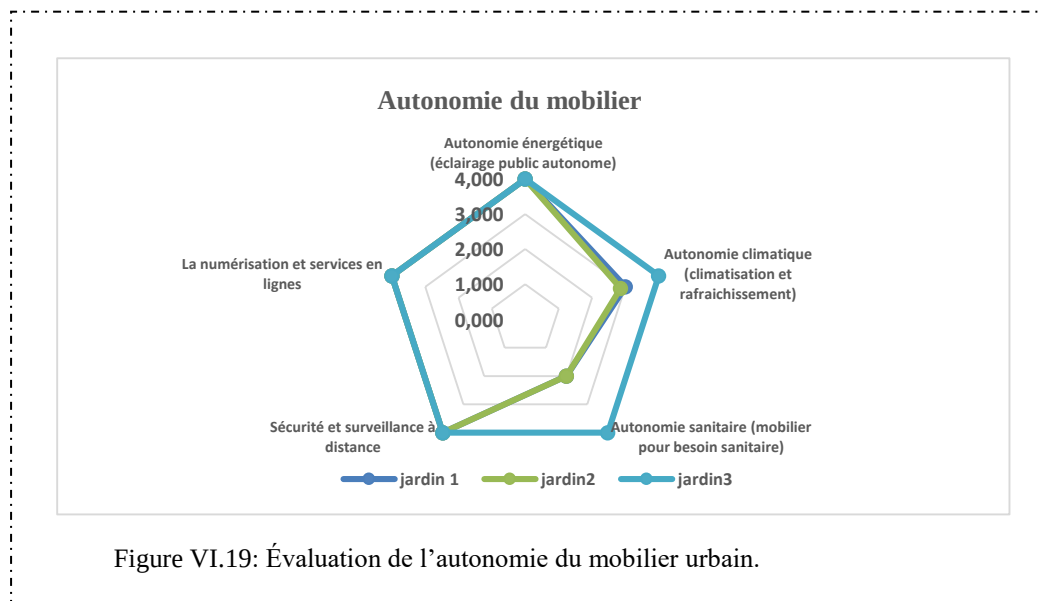
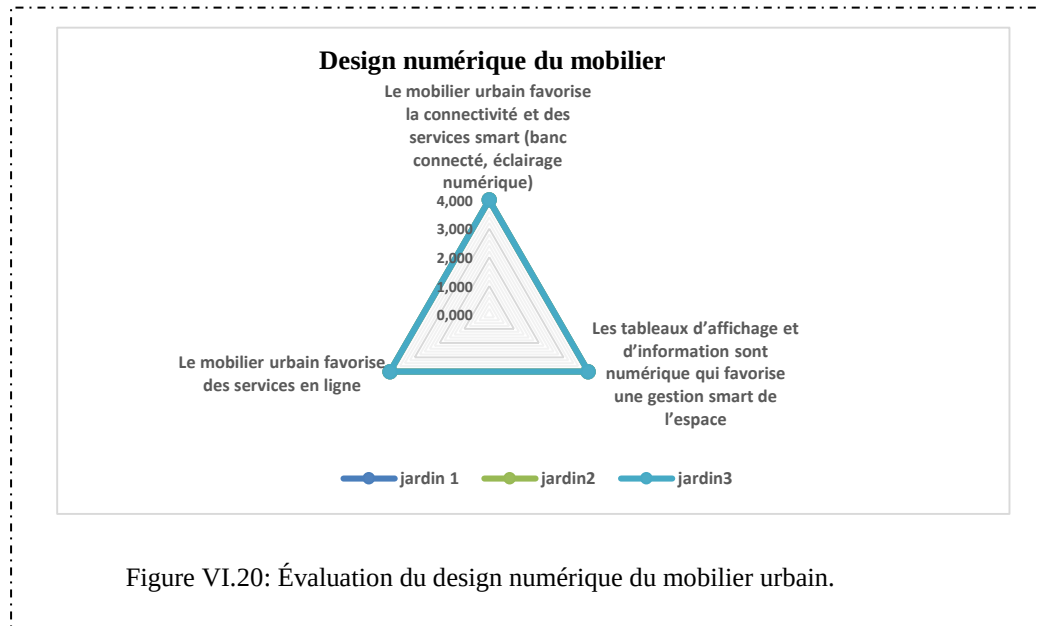


Figure VI.19: Évaluation de l'autonomie du mobilier urbain.

• Évaluation du design numérique du mobilier urbain

Le design smart numérique constitue un critère essentiel pour évaluer la conception du mobilier urbain, car il fait partie des éléments fondamentaux susceptibles de renforcer l'autonomie urbaine grâce au mobilier. À travers l'évaluation sociologique des trois jardins, les usagers ont indiqué que le mobilier urbain ne présente aucun aspect de conception numérique, avec un taux de 100 %. Les résultats de cette évaluation sont présentés dans la figure VI.20.

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains



• Le confort à travers le mobilier urbain

Le confort constitue un pilier fondamental dans la conception du mobilier urbain et de l'autonomie urbaine. Six sous-critères ont été utilisés pour évaluer ce critère (Figure VI.21). Le premier concerne le confort thermique des bancs, c'est-à-dire leur utilisabilité en cas de chaleur excessive. Dans les jardins Esanawbre et Sériddi, 50 % des usagers ont jugé que les bancs offrent un confort thermique, grâce à la densité du design biophile et au placement des bancs sous les arbres. Dans le jardin Guehdour, la majorité des usagers a estimé que les bancs ne procurent pas de confort thermique, le design biophile y étant moins développé. Les autres sous-critères évaluent le confort olfactif, la qualité de l'air, le confort visuel assuré par l'éclairage et la sobriété énergétique, ainsi que le rafraîchissement de l'espace par des éléments de mobilier intelligent ou des brumisateurs. L'évaluation a montré que le mobilier urbain dans les trois jardins ne présente aucun de ces dispositifs. Enfin, les sous-critères liés à l'utilisabilité des bancs en cas de pluie ou de forte chaleur ont montré que ceux non couverts, exposés au soleil ou à la pluie, ne répondent pas aux exigences de confort pour les usagers. Les résultats détaillés de cette évaluation sont présentés dans le radar de la figure VI.21.

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des iardins publics à travers leurs mobiliers urbains

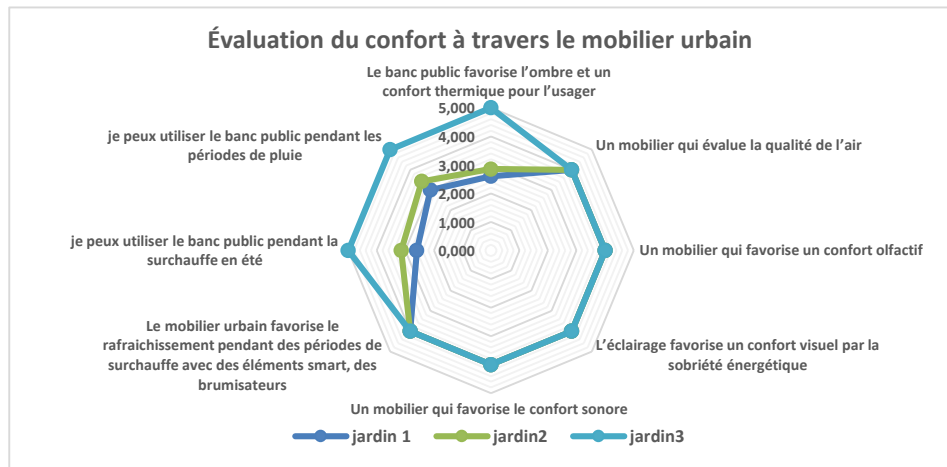
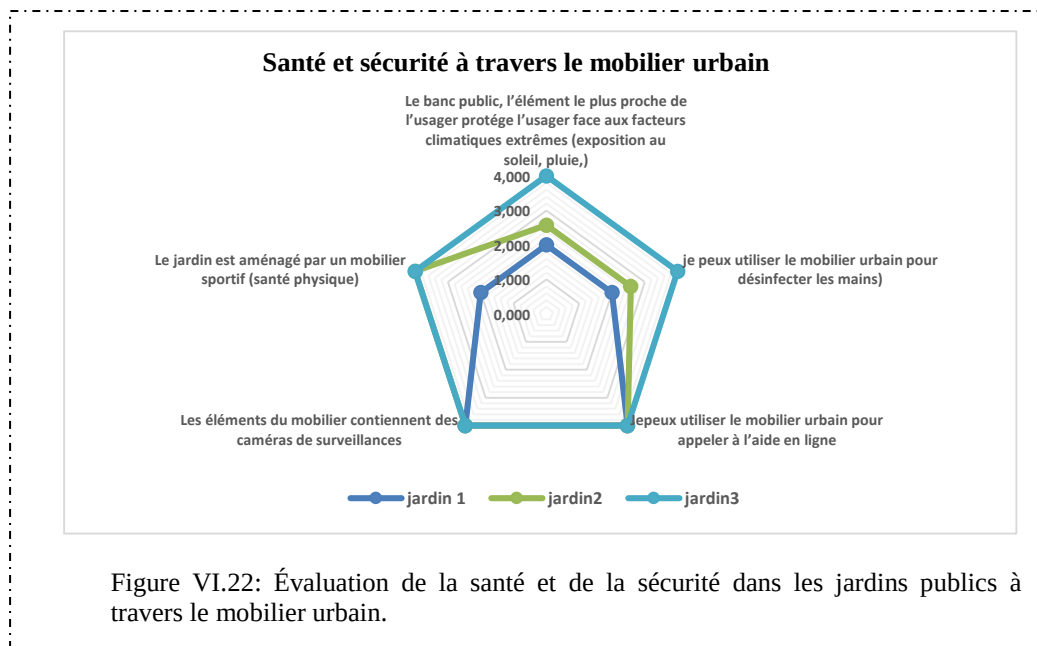


Figure VI.21: Évaluation du confort dans les jardins à travers le mobilier urbain.

• Évaluation de la santé et de la sécurité dans les jardins à travers le mobilier urbain

Par ce critère nous avons pu évaluer la contribution des éléments du mobilier urbain dans la santé et la sécurité des usagers face aux différents facteurs extérieurs. Pour le premier sous-critère, « le banc public, l'élément le plus proche de l'utilisateur, protégé l'utilisateur face aux facteurs climatiques extrêmes (exposition au soleil, pluie) », les usagers sont à 70% d'accord dans le jardin 1, (70% sont d'accord et 30% pas d'accord), dans le deuxième jardin. Pour le troisième jardin, les usagers ne sont pas d'accord avec un pourcentage de 100%. Pour le deuxième sous-critère, « je peux utiliser le mobilier urbain pour désinfecter les mains », 1000% les usagers de jardin 1 sont répond par d'accord, sa est dû à la présence mobilier urbain qualitatif représenté par une salle d'eau. Dans le cas des jardins 2 et 3, les réponses des usagers indiquaient qu'il n'y avait aucun mobilier pour aider l'utilisateur à se laver ou désinfecter les mains. Pour le reste des sous-critères, « je peux utiliser le mobilier urbain pour appeler à l'aide », « le mobilier contient des caméras et des services d'urgence en ligne ». Dans les trois cas évalués, les usagers sont à 100 % pas d'accord. En ce qui concerne le dernier sous-critère secondaire, « le jardin est aménagé par un mobilier sportif, de la santé physique », les réponses des usagers confirment la présence du mobilier sportif, mais selon les usagers du jardin, ils ne peuvent pas contribuer à la pratique de nombreux types de sports. Quant aux jardins 2 et 3, les réponses des usagers montrent que les jardins ne contiennent aucun type du mobilier sportif. Les résultats de cette évaluation sont illustrés dans la figure suivante (la figure VI.22).

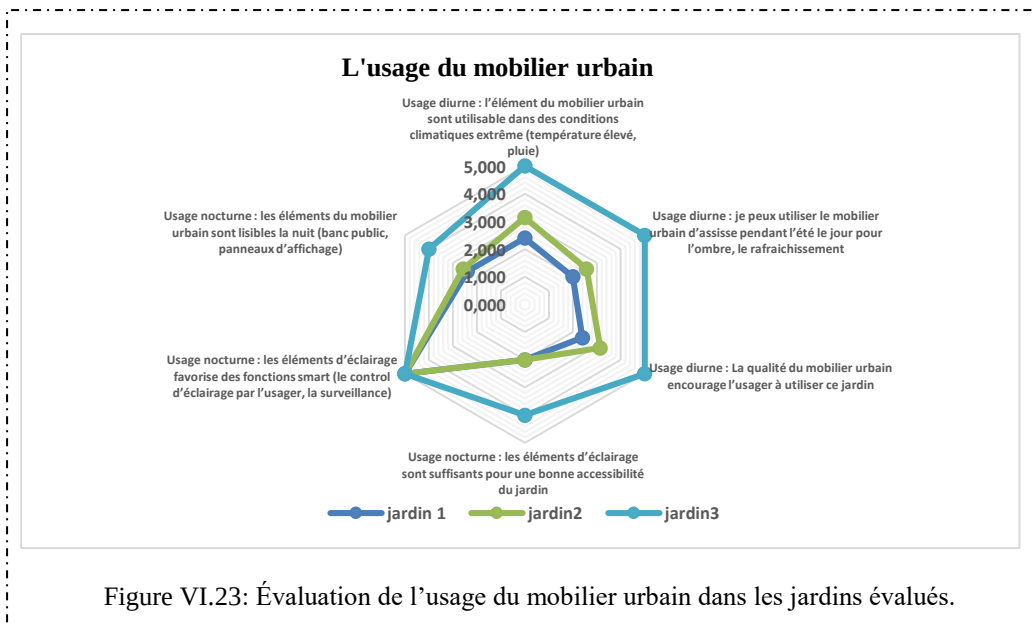
Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains



• Évaluation de l'usage du mobilier urbain dans les jardins évalués.

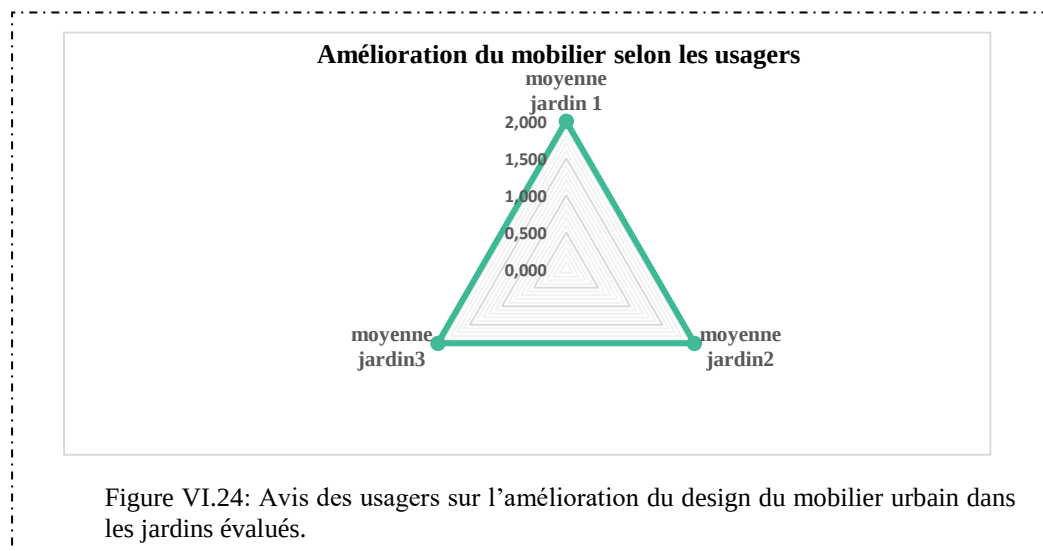
L'évaluation de l'usage du mobilier urbain constitue un critère essentiel pour apprécier la qualité de sa conception. L'objectif est de mesurer la performance du mobilier dans la réalisation d'un usage flexible et d'assurer la qualité de l'espace pour les usagers. Plusieurs sous-critères ont été adoptés pour évaluer l'usage diurne et nocturne. Concernant l'usage diurne, 50 % des usagers des jardins Esanawbre et Sériddi estiment que les éléments du mobilier urbain sont utilisables dans des conditions climatiques extrêmes, grâce notamment à la présence de bancs ombragés par les arbres et au design biophile qui contribue au confort thermique. Dans le jardin Guehdour, la majorité des réponses indique que les conditions climatiques, telles que la chaleur ou la pluie, limitent l'usage diurne des bancs. Pour l'usage nocturne, les usagers des trois jardins ont répondu à 100 % que les éléments d'éclairage ne favorisent pas de fonctions « smart » telles que le contrôle de l'éclairage ou la surveillance. Quant à l'éclairage pour l'accessibilité et la lisibilité, 100 % des usagers des jardins Esanawbre et Sériddi, et 70 % des usagers du jardin Guehdour, l'ont jugé suffisant. Les résultats détaillés de cette évaluation sont présentés dans la figure VI.23.

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains



• Degré d'approbation

À la fin du questionnaire, l'objectif était de recueillir l'avis des répondants sur l'amélioration de la conception du mobilier urbain dans les jardins. L'objectif était de viser un mobilier intelligent et résilient, capable de renforcer l'usage des espaces, le confort et le bien-être des usagers, tout en s'inscrivant dans une démarche de durabilité et de contemporanéité urbaine. Tous les répondants ont exprimé un accord et un soutien total à l'idée d'améliorer la conception du mobilier selon ces dimensions, comme le montre la figure VI.24.



• Facteurs influençant l'usage du mobilier urbain

En complément des questions principales du questionnaire, des questions supplémentaires ont été posées pour identifier les problèmes rencontrés dans les jardins et leur impact sur l'usage. Les réponses ont varié selon les jardins, mais il a été constaté que les facteurs climatiques et l'absence de mobilier numérique sont les éléments les plus susceptibles d'affecter l'utilisation

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

des jardins, représentant environ 50 % des réponses. Les résultats sont présentés dans la figure VI.25.

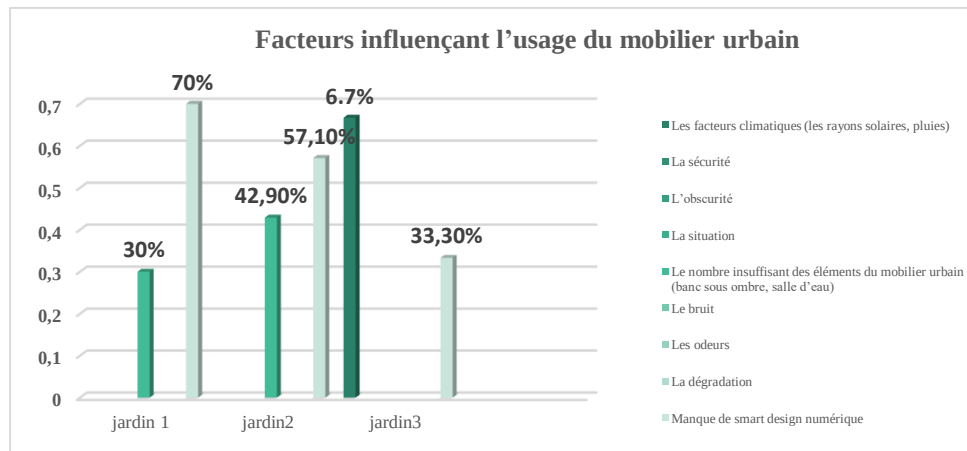


Figure VI.25: Facteurs influençant l'usage du mobilier urbain.

• Fonctions d'amélioration du design du mobilier urbain

Ensuite, une question complémentaire a été posée pour identifier les fonctions susceptibles d'améliorer l'usage des jardins. Les réponses ont varié selon les jardins, mais il a été observé que l'ajout d'éléments de conception climatique et d'éléments numériques pourrait contribuer à améliorer la fonctionnalité et l'utilisation des espaces. Ces options ont été choisies par environ 50 % des répondants. Les résultats sont présentés dans la figure VI.26.

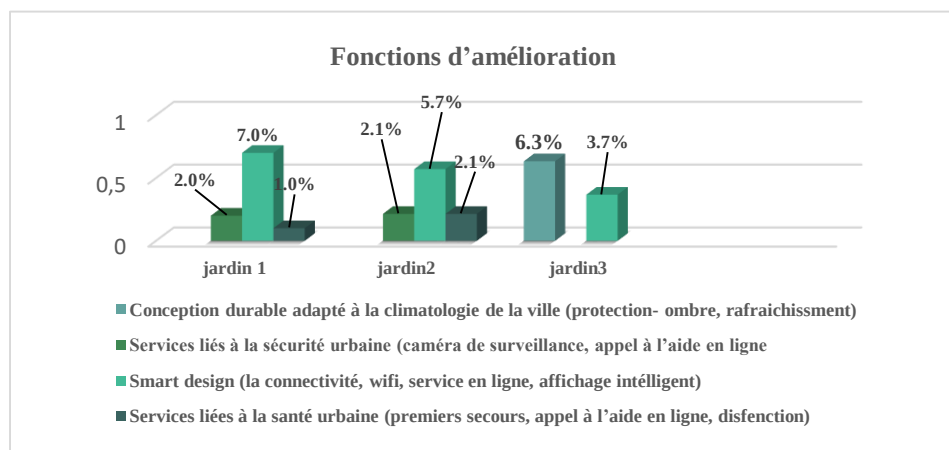
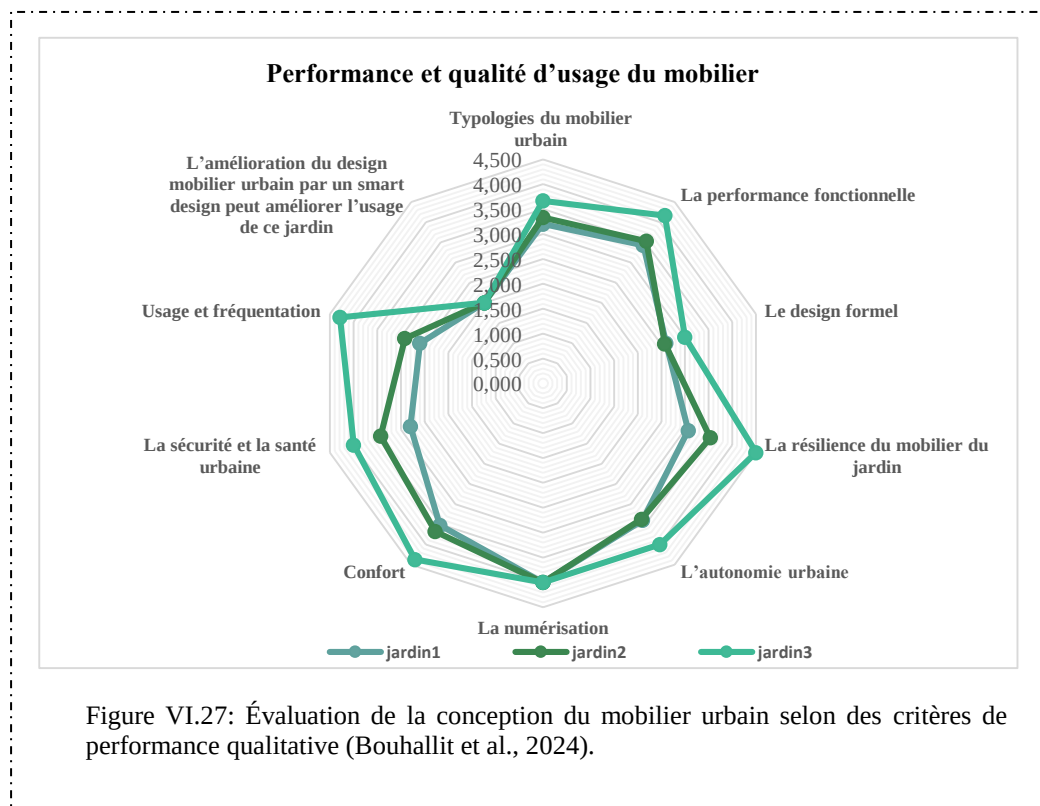


Figure VI.26: Fonctions d'amélioration du design du mobilier urbain

Dans cette phase, les résultats de l'évaluation de la conception du mobilier urbain dans les trois jardins étudiés de la ville de Guelma ont été clarifiés, en s'établissant sur des critères de qualité liés à la fonction, la forme, le design numérique, l'autonomie, le design saisonnier

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

diurne et nocturne, le confort et la résilience. Une partie de ces résultats a été présentée dans l'étude de (Bouhallit et al., 2024). La figure VI.25 résume l'évaluation de la conception du mobilier urbain dans les jardins selon les critères de qualité retenus.



VI.2.5 Effet du design du mobilier urbain et sa relation avec la qualité d'usage des jardins publics (résultats de la régression linéaire multiple et simple)

Cette section analyse l'influence du design du mobilier urbain sur la qualité d'usage des jardins publics, en examinant la relation entre les variables dépendantes et indépendantes. Les résultats permettent de mesurer dans quelle mesure le design du mobilier contribue à la fréquentation et au confort des usagers.

VI.2.5.1 Régression entre la variable dépendante « fréquentation » et l'ensemble des variables indépendantes du design du mobilier urbain

L'analyse a été menée pour les jardins Esanawbre, Séridi et Guehdour (voir l'annexe 7). Dans les trois jardins, la F-statistique (115,0435 pour J1, 285,3490 pour J2, 6,2222 pour J3) présente une probabilité de 0,000000, inférieure au seuil de 0,05. Cela indique la significativité des modèles de régression et l'effet du volet d'évaluation du design du mobilier urbain sur la fréquentation. Les coefficients des variables indépendantes sont positifs dans les jardins Esanawbre et Séridi, montrant une corrélation directe entre le design du mobilier et la fréquentation, avec une probabilité de 0,0000. Ce résultat souligne l'influence positive de certains éléments, tels que le design formel, la performance fonctionnelle et les bancs

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

ombragés par le design végétal, qui favorisent autonomie climatique, rafraîchissement et confort pour les usagers.

Dans le jardin Guehdour, les coefficients sont négatifs, indiquant une corrélation inverse : l'absence de critères de qualité dans le design du mobilier affecte négativement la fréquentation. Le coefficient de détermination ajusté (Adjusted R^2) montre que le design du mobilier urbain explique 54 % de la fréquentation dans J1, 70 % dans J2 et 15 % dans J3. Ce dernier résultat reflète l'importance de la qualité du mobilier et de son adaptation aux besoins et au confort des usagers.

VI.2.5.2 Régression entre le degré d'usage et les variables indépendantes du design du mobilier urbain

L'analyse a été menée pour les jardins Esanawbre (J1), Séridi (J2) et Guehdour (J3). Dans les trois jardins, la F-statistique (175,6453 pour J1, 90,89464 pour J2, 74,66667 pour J3) présente une probabilité de 0,000000, inférieure au seuil de 0,05. Cela indique la significativité des modèles de régression et l'effet du design du mobilier urbain sur le degré d'usage. Ce volet et ses variables indépendantes jouent un rôle significatif dans l'explication du degré d'usage (Prob < 0,05). Les coefficients des variables indépendantes sont positifs dans les jardins Esanawbre et Séridi, indiquant une corrélation directe avec le degré d'usage, avec des valeurs probabilistes de 0,0000. Cela signifie que le design du mobilier urbain influence positivement l'usage des jardins. Des éléments tels que le design formel, la performance fonctionnelle, l'existence de bancs ombragés grâce au design végétal, la résilience et l'autonomie climatique contribuent à prolonger l'usage et à améliorer le confort des usagers. Dans le jardin Guehdour, les coefficients sont négatifs, signalant une corrélation inverse : l'absence de critères de qualité dans le design du mobilier urbain réduit le degré d'usage du jardin. Le coefficient de détermination ajusté (Adjusted R^2) montre que le design du mobilier urbain explique 64 % du degré d'usage dans J1, 56 % dans J2 et 70 % dans J3. Ces résultats reflètent l'importance de l'adaptation du mobilier aux besoins et au confort des usagers, confirmant que plus sa conception est appropriée, plus le jardin sera utilisé intensivement (voir l'annexe 7).

Les coefficients des variables indépendantes du « volet d'évaluation du design du mobilier urbain » sont négatifs dans le jardin 3, indiquant une corrélation inverse entre ce volet et le degré d'usage. En effet, l'absence de critères de qualité dans le design du mobilier urbain se traduit par une faible utilisation du jardin. Le coefficient de détermination ajusté (Adjusted R^2) montre que le design du mobilier urbain explique 64 % du degré d'usage dans le jardin 1, 56 % dans le jardin 2 et 70 % dans le jardin 3. Ces résultats soulignent l'importance de la

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

qualité et de l'adaptation du mobilier aux besoins et au confort des usagers : plus le mobilier est conçu selon ces besoins, plus le jardin sera intensivement utilisé, et inversement (voir l'annexe 7).

VI.2.5.3 La régression entre le variable dépendant « choix de l'espace » et l'ensemble des variables indépendantes du design du mobilier urbain

Dans les trois jardins, la valeur de la F-statistique est de 268,7905 pour J1, 244,3925 pour J2 et 74,6667 pour J3, accompagnée d'une probabilité de 0,000000, inférieure au seuil de 0,05. Cela indique la significativité des modèles de régression et l'effet de la variable indépendante « design du mobilier urbain » sur la variable dépendante « choix de l'espace ». Ce volet et ses variables indépendantes jouent donc un rôle significatif dans l'explication des facteurs influençant le choix de l'espace ($\text{Prob} < 0,05$). Les coefficients des variables indépendantes sont positifs dans les jardins Esanawbre et Séridi, ce qui reflète une corrélation directe entre le design du mobilier urbain et le choix de l'espace. Les valeurs probabilistes sont de 0,0000, inférieures au seuil de confiance de 0,05, ce qui indique que ce volet influence positivement le choix du jardin. Certaines variables, telles que le design formel, la performance fonctionnelle avec l'existence de bancs ombragés par le design végétal favorisant autonomie climatique, rafraîchissement et confort, ainsi que la variété des éléments du mobilier urbain (mobilier sanitaire, bancs ombragés, tables, jeux pour enfants, mobilier sportif) dans le jardin 1, ont un effet positif sur le choix de ce jardin. Dans le jardin 2, la présence de bancs confortables et d'un design végétal contribue également positivement à l'usage. Dans le jardin 3, les coefficients des variables indépendantes sont négatifs, indiquant une corrélation inverse entre le design du mobilier urbain et le choix de l'espace. L'absence de critères de qualité dans le design du mobilier urbain a un impact négatif sur le choix du jardin, qui est principalement justifié par sa situation géographique ou le passage des usagers.

Le coefficient de détermination ajusté ($\text{Adjusted } R^2$) indique que le design du mobilier urbain explique 73 % du choix de l'espace dans le jardin 1, 78 % dans le jardin 2 et 72 % dans le jardin 3. Ces résultats soulignent l'importance de la qualité et de l'adaptation du mobilier aux besoins et au confort des usagers : plus le mobilier est conçu selon ces besoins, plus le jardin sera choisi, et inversement (voir l'annexe 7).

VI.2.5.4 La régression entre la variable dépendante « Fonction » et l'ensemble des variables indépendantes du design du mobilier urbain

Dans les trois jardins, la valeur de la F-statistique est de 140,5182 pour J1, 107,3196 pour J2 et 279,4314 pour J3, accompagnée d'une probabilité de 0,000000, inférieure au seuil de 0,05. Cela indique la significativité des modèles de régression et l'effet de la variable indépendante

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

« design du mobilier urbain » sur la variable dépendante « fonction des jardins ». Ce volet et ses variables indépendantes jouent donc un rôle significatif dans l'explication des facteurs influençant la fonction des jardins ($\text{Prob} < 0,05$). Les coefficients des variables indépendantes sont positifs dans les trois jardins, indiquant une corrélation directe entre le design du mobilier urbain et la qualité fonctionnelle des jardins. Les valeurs probabilistes sont de 0,0000, inférieures au seuil de confiance de 0,05, ce qui signifie que le design du mobilier urbain influence positivement la fonction des jardins publics et explique le niveau de satisfaction des usagers.

Dans les jardins Esanawbre et Séridi, la majorité des usagers sont moyennement satisfaits des fonctions offertes par le jardin. Les coefficients des variables liées à la performance fonctionnelle, au design formel, à l'autonomie urbaine et au confort via le mobilier végétalisé (ombre et rafraîchissement) sont positifs, indiquant une corrélation directe avec la fonction du jardin, avec des valeurs probabilistes comprises de 0,0000 à 0,0124, inférieures à 0,05. Les variables relatives à la numérisation, aux services de sécurité et de santé, au mobilier intelligent et à la résilience avec des technologies intelligentes présentent également des coefficients négatifs, ce qui indique une corrélation inverse. Cependant, comme la valeur probabiliste est inférieure à 0,05, cela signifie que la satisfaction par rapport aux fonctions du jardin reste affectée positivement. Dans le jardin Guehdour, la majorité des usagers sont insatisfaits des fonctions du jardin. Cependant, les coefficients des variables de design du mobilier urbain (typologie, performance fonctionnelle, résilience, autonomie, numérisation, usage, santé et sécurité) sont positifs, indiquant une corrélation directe avec la suffisance fonctionnelle. Les valeurs probabilistes, comprises de 0,0000 à 0,0124, inférieures à 0,05, confirment que la qualité du design du mobilier influence positivement la fonction du jardin. L'insuffisance perçue par les usagers du jardin 3 est expliquée par l'absence de critères qualitatifs dans le design du mobilier urbain.

Le coefficient de détermination ajusté ($\text{Adjusted } R^2$) indique que le design du mobilier urbain explique 58 % de la fonction dans le jardin 1, 60 % dans le jardin 2 et 74 % dans le jardin 3. La présence de certaines normes de qualité dans la conception du mobilier permet aux usagers d'être modérément satisfaits des services offerts. L'absence de satisfaction dans le jardin 3 résulte de l'absence de critères qualitatifs tels que la numérisation, l'autonomie énergétique et les services de santé et de sécurité à distance, conformément aux résultats détaillés dans les tableaux (voir l'annexe 7).

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

• Synthèse de la régression linéaire multiple et simple :

Dans les trois jardins, la valeur de la F-statistique se situe entre 10 et 300, avec une valeur de probabilité de 0,000000, inférieure à 0,05. Cela indique la significativité du modèle de régression et celle de l'effet de la variable indépendante (design du mobilier urbain) sur les variables dépendantes (fréquentation, durée d'usage, choix d'usage, satisfaction à la fonction). Il apparaît que ce volet, avec toutes ses variables indépendantes, joue un rôle dans l'explication des facteurs de fréquentation, du degré et du choix d'usage, ainsi que de la satisfaction à la fonction du jardin par l'utilisateur ($\text{Prob} < 0,05$).

La valeur des coefficients des variables indépendantes « volet d'évaluation de design du mobilier urbain » est positive dans les jardins Esanawbre et Sérédi pour les variables dépendantes (fréquentation, durée d'usage, et choix d'usage), et négative dans le troisième jardin, indiquant l'existence d'une corrélation directe entre le design du mobilier urbain et la qualité des jardins publics. Les valeurs probabilitaires sont de 0,0000, inférieures au seuil de confiance de 0,05, ce qui signifie que ce volet affecte l'usage des jardins (fréquentation, durée et choix d'usage). La qualité du mobilier dans les trois jardins présente un design différent, ce qui explique la variation du degré de fréquentation, ainsi que de la durée et du choix d'usage, reflétant la saturation ou l'absence de saturation des usagers aux services de chaque jardin.

Dans le premier jardin Esanawbre et le deuxième jardin Sérédi, la plupart des usagers sont moyennement satisfaits des fonctions du jardin. Les valeurs du coefficient des variables « performance fonctionnelle, design formel, confort (banc végétal, rafraîchissement et ombre), mobilier sanitaire et sportif, variété d'usage » sont positives, indiquant l'existence d'une corrélation directe avec la fonction du jardin. Les valeurs probabilitaires, comprises entre 0,0000 et 0,0124, sont inférieures à 0,05, ce qui montre que la fonction est positivement affectée par ces variables.

En revanche, les coefficients des variables « numérisation, service en ligne, résilience avec des technologies smart » sont négatifs, indiquant une corrélation avec la non-satisfaction complète des usagers aux fonctions des jardins. Les valeurs probabilitaires, inférieures à 0,05, confirment que la satisfaction aux fonctions des jardins est également affectée positivement par ces variables.

Dans le troisième jardin, la plupart des usagers ne sont pas satisfaits des fonctions du jardin. Les valeurs des coefficients des variables de design du mobilier urbain (typologie, performance fonctionnelle, résilience, autonomie, numérisation, usage, santé et sécurité) sont positives, indiquant une corrélation directe avec la suffisance aux fonctions du jardin Guehdour. Les valeurs probabilitaires, comprises entre 0,0000 et 0,0124, sont inférieures à

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des iardins publics à travers leurs mobiliers urbains

0,05, ce qui signifie que la suffisance à la fonction du jardin est affectée positivement par ces variables. L'absence de qualité dans le design du mobilier urbain dans le troisième jardin se traduit par la non-suffisance des usagers à ses fonctions.

Le coefficient de détermination R^2 ajusté (Adjusted R-squared) indique que le design du mobilier urbain a un impact de 50 % sur la qualité d'usage des jardins publics 1, 2 et 3. La présence de certaines normes de qualité dans le design du mobilier urbain a permis aux utilisateurs d'être modérément satisfaits des services de jardinage. Le manque de satisfaction résulte de l'absence de certains critères de qualité tels que la numérisation, l'indépendance énergétique et les services liés à la santé, la sécurité et les services à distance, ce qui est confirmé par les résultats des parcs 1 et 2. Concernant le jardin 3, l'utilisateur n'était pas satisfait de ses performances en raison de l'absence des critères de conception qualitatifs décrits dans la section consacrée à l'évaluation de la conception du mobilier urbain.

La régression linéaire multiple et simple entre les variables dépendantes (fréquentation, degré et choix d'usage, satisfaction aux fonctions des jardins) et les variables indépendantes (design du mobilier urbain) montre l'impact du mobilier urbain sur l'usage des jardins publics. Le coefficient de détermination R^2 ajusté indique que le design du mobilier urbain a un impact de 50 % sur l'usage des jardins publics à Guelma. Cela est dû à la qualité du mobilier urbain et à son adaptation aux services et au confort des usagers. Cette qualité se traduit par la variété et par les aspects smart intégrés dans le design du mobilier urbain. Plus la conception du mobilier urbain est adaptée aux besoins de l'utilisateur, plus le jardin sera choisi, et inversement.

Tableau VI.4: Régression variables dépendante et variables indépendants des jardins évalués. Source. Données de sortie de EViews traités par auteur 2024.

Design du mobilier	Jardins publics	Fréquentation			Duré d'usage			Chois d'usage			Fonction		
Adjusted R-squared	Coefficient	Jardin 1	Jardin 2	Jardin 3	Jardin 1	Jardin 2	Jardin 3	Jardin 1	Jardin 2	Jardin 3	Jardin 1	Jardin 2	Jardin 3
0.535306	2.131832												
0.804726	1.688989												
0.152597	18.54545												
0.638218	2.217317												
0.565750	1.246761												
0.717532	0.039216												
0.730091	1.969940												
0.779124	3.575115												
0.717532	18.54545												
0.584937	2.360296												
0.606433	1.998015												
0.737701	2.123955												

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

F-statistic	115.0435	285.3490	6.222222	175.6453	90.89464	74.66667	268.7905	244.3925	74.66667	140.5182	107.3196	279.4314
-------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Les résultats de cette enquête sociologique indiquent que la qualité du jardin est influencée par la qualité du design du mobilier urbain selon deux aspects : facteurs favorables et facteurs défavorables.

Tout d'abord, parmi les facteurs favorables, les outils smart présents dans les jardins 1 et 2 sont l'ombre, la fraîcheur et la climatisation naturelle offertes par les bancs publics situés sous l'ombre des designs biophiliques de ces jardins. Ces aspects de smart design constituent l'un des paramètres qualitatifs du design du mobilier urbain. Dans le jardin 3, aucun de ces éléments n'a été observé. Ces facteurs conditionnent la qualité d'usage du jardin, ce qui apparaît clairement dans la comparaison de la fréquentation, de la durée d'usage et du choix de l'espace. Ainsi, la qualité du jardin est directement liée à la qualité du mobilier urbain.

Ensuite, parmi les facteurs défavorables, l'absence de design smart du mobilier urbain est très évidente dans le jardin 3, où le mobilier n'est pas adapté à l'ambiance microclimatique (bancs exposés au soleil, insuffisance des types de mobilier urbain, absence de mobilier urbain smart numérique). Dans les jardins 1 et 2, le design du mobilier urbain n'est pas toujours adapté aux aspirations des usagers à l'ère numérique contemporaine. Ces facteurs influencent l'usage du jardin et se traduisent par une non-suffisance ou une suffisance moyenne des usagers aux fonctions numériques et modernes du jardin.

La corrélation entre ces deux constats confirme que le design du mobilier urbain influence directement l'usage du jardin. Les critères qui affectent ce design se résument aux aspects climatiques, énergétiques et numériques. Ces critères peuvent être atteints par un mobilier autonome, comme l'ont montré les résultats des évaluations précédentes. Par conséquent, le design du mobilier affecte directement l'usage du jardin. Étant donné que le mobilier présente encore plusieurs lacunes, notamment dans la conception climatique et numérique, l'amélioration de ses performances à travers des critères liés à l'autonomie énergétique peut améliorer significativement l'usage du jardin.

VI.3 Résultats de l'évaluation climatique des jardins à travers leur mobilier urbain

Dans cette partie de l'étude, les résultats de l'évaluation climatique montrent la relation entre l'ambiance microclimatique du jardin et le mobilier urbain. Les mesures climatiques ont été établies sur des paramètres tels que la température de l'air, l'humidité relative et la vitesse du vent, effectuées à différents emplacements du mobilier urbain dans chaque jardin. Les types

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

de mobilier les plus utilisés ont été sélectionnés pour les mesures, en raison de leur relation directe avec les usagers, notamment les bancs présents dans les trois jardins, ainsi que les tables et les jeux pour enfants uniquement dans celui d'Esanawbre. Les emplacements du mobilier utilisés pour les mesures étaient parfois ombragés et parfois exposés au soleil. Une partie des résultats de cette étude a été présentée dans l'étude de (Bouhallit et al., 2024), qui concerne l'évaluation des jardins à travers leur mobilier urbain.

VI.3.1 L'évaluation climatique dans différents emplacements de mobilier urbain les plus utilisés et les plus proches des usagers.

L'évaluation climatique a été réalisée dans différents emplacements des mobiliers urbains les plus utilisés et les plus proches des usagers. Pendant le mois d'août (les 21, 22 et 23 de l'année 2024), à l'aide de deux instruments de mesure, le thermo-hygromètre portatif HANNA (HI9565 - A02350072111) et un anémomètre, des mesures microclimatiques ont été effectuées dans les trois jardins publics sélectionnés.

Les paramètres mesurés incluent la température de l'air (T_a , °C), l'humidité relative (RH, %) et la vitesse du vent (V_a , m/s). Les mesures ont été réalisées aux emplacements où le mobilier est le plus présent et le plus utilisé par les usagers, de 08:00 à 17:00 (voir les tableaux VI.5, VI.6 et VI.7).

Tableau VI.5: Tableau de mesure in-situ dans le jardin Esanawbre.

Jardin 1 : Esanawbre													
Jours de mesures : 21/08/2024. 22/08/2024. 23/08/2024													
Heures de mesures : 8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00													
Stations de mesures : banc public- jeux d'enfant – Table													
Paramètres de mesures : T (C°)- H (°°)- V(m/s)													
Stations de mesures	Paramètres mesurées	8 :00			11 :00			14 :00			17 :00		
		J1	J2	J3	J1	J2	J3	J1	J2	J3	J1	J2	J3
Température T max C°													
Banc E	Tmax	32.1	28.3	32.1	32.8	35.2	37	39	38.4	39	31.2	31	33.5
Banc O	Tmax	31.6	25.5	28.2	31.3	34.2	33.4	38.1	37.7	39.1	32	30.4	29.5
Table E	Tmax	32.1	28.4	32.3	32.9	35.3	37.1	39.1	38.7	39.1	3 1.25	31.1	33.6
Table O	Tmax	31.7	25.3	28.2	32.1	34.1	33.4	38.2	35	39.1	32.4	34.6	31.5

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

Jeux E	Tmax	32.2	28.7	33	33	35.8	37.5	39.4	38.9	39.2	31.7	32.5	34
Jeux O	Tmax	31.5	27.2	28.3	32.4	34.3	33.5	38.3	37.7	39.1	32.5	34.3	31.7
Humidité relative %													
Banc E	H	54.1	62	54	38.2	33	34	21	22.9	23	33	34	37
Banc O	H	56	64.8	55.2	39.5	34.1	35.2	26.1	25.8	24.2	33.2	35.2	38.1
Table E	H	54.2	63	54	38.2	33	34	21.2	23	23.4	33	34	37
Table O	H	56.1	64.8	55.2	39.5	34.1	35.4	26.2	25.9	24.2	33.2	35.2	38.1
Jeux E	H	54.2	63.1	54.2	38.3	33.2	34.1	21.3	23.1	23.5	33	34	37
Jeux O	H	56.2	64.8	55.2	39.5	34.1	35.5	26.3	25.9	24.2	33.2	35.2	38.1
Vitesse de vent Va m/s													
Banc E	V	0.1	0.2	0.25	0.0	0	0	0.1	0.0	0.1	0.5	0.7	0.4
Banc O	V	0.2	0.35	0.40	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.15	0.8	0.8	0.55
Table E	V	0.1	0.4	0.25	0.1	0	0	0.1	0.0	0.1	0.55	0.75	0.8
Table O	V	0.4	0.35	0.40	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.85	0.85	0.85
Jeux E	V	0.4	0.4	0.4	0.2	0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.8	0.80	0.8
Jeux O	V	0.8	0.8	0.8	0.2	0.2	0.25	0.2	0.2	0.2	1.1	1.1	1.1

Tableau VI.6: Tableau de mesure in-situ dans le jardin Séridi Mustapha.

Jardin 2 : Séridi Mustapha													
Jours de mesures : 21/08/2024. 22/08/2024. 23/08/2024													
Heures de mesures : 8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00													
Stations de mesures : banc public (Banc ombrée, Banc ensoleillé)													
Paramètres de mesures : T (C°)- H (°°)- V(m/s)													
Stations de mesures	Paramètres mesurés	8 :00			11 :00			14 :00			17 :00		
		J1	J2	J3	J1	J2	J3	J1	J2	J3	J1	J2	J3

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

Température T max C°													
Banc E	Tmax	29.1	26.6	31	32	34.1	35.8	38.3	37.4	38	30	31	32
Banc O	Tmax	29.2	25	28.1	35.2	36.3	34.8	35.5	34.2	31.1	23	29.5	29.8
Humidité relative %													
Banc E	H	55	62.2	59.2	39	34	34.7	21.5	23.1	23.1	34	34.5	39
Banc O	H	57	60	57.1	40	35.3	35.3	27	26	25	33.3	35.5	39
Vitesse de vent Va m/s													
Banc E	V	0.2	0.2	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0	0	0.75	0.4	0.8
Banc O	V	0.4	0.2	0.4	0.1	0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.85	0.8	1.1

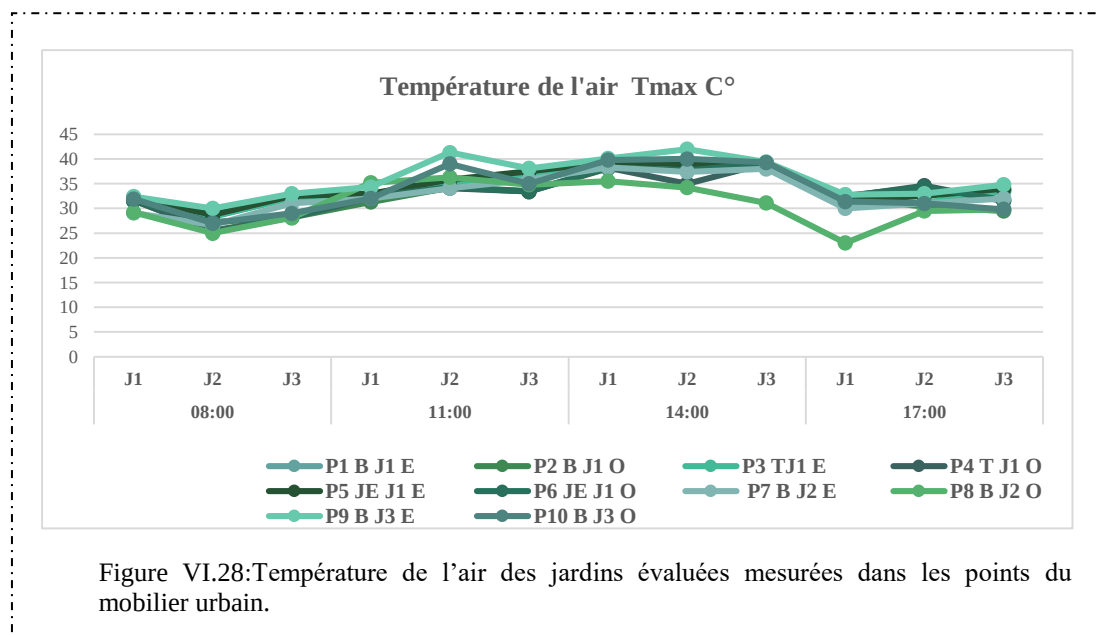
Tableau VI.7: Tableau de mesure in-situ dans le jardin Guehdour.

Jardin 3 : Guehdour													
Jours de mesures : 21/08/2024. 22/08/2024. 23/08/2024													
Heures de mesures : 8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00													
Stations de mesures : banc public (Banc ombrée, Banc ensoleillé)													
Paramètres de mesures : T (C°)- H (°/-)- V(m/s)													
Stations de mesures	Paramètres	8 :00			11 :00			14 :00			17 :00		
		J1	J2	J3	J1	J2	J3	J1	J2	J3	J1	J2	J3
Température T max C°													
Banc E	Tmax	32.4	30	33	34.3	39.5	38.1	40.1	42	39.4	32.8	33	34.8
Banc O	Tmax	31.9	27	29	32	47.8	35	39.8	40	39.3	31.4	13	29.8
Humidité relative %													
Banc E	H	53	61.2	52	37	31	32	20.5	21.2	22.4	31	33.5	35
Banc O	H	54	63	53.1	37.1	32	33.1	25.1	22.5	24	33	37	37
Vitesse de vent Va m/s													
Banc E	V	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.4	0.75	0.4
Banc O	V	0.2	0.4	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.55	0.8	0.75

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

Dans cette partie de l'étude, les résultats de l'évaluation microclimatique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains ont été examinés à différents points, de 08:00 à 17:00. Les résultats de l'évaluation de la température, présentés dans la figure VI.28, indiquent que la valeur de T (°C) la plus élevée dans les trois jardins évalués a été enregistrée entre 11:00 et 14:00 au point P1 (mobilier urbain exposé au soleil). Dans le jardin Guehdour, le banc ensoleillé a atteint 40 °C. Dans le jardin Esanawbre, les trois points de mesure (banc ensoleillé, table, jeux d'enfants) ont présenté des valeurs comprises entre 39 °C, 39,1 °C et 39 °C. Pour le jardin Séridi Mustapha, la valeur maximale a été de 38 °C. En revanche, à 17:00, le point P2 (mobilier urbain ombragé) a présenté des températures plus basses : 30,1 °C dans le jardin Guehdour, 28,5 °C dans le jardin Esanawbre et 28,1 °C dans le jardin Séridi Mustapha.

Ces mesures sont presque constantes pendant les trois jours d'évaluation. De plus, la différence de température entre les trois jardins est attribuée à l'élément biophile végétal et à la variation de sa densité d'un jardin à l'autre. Par ailleurs, la différence de température entre les éléments de mobilier urbain résulte de leur position par rapport au soleil. Il a été constaté que la température diminue lorsque le mobilier est ombragé et augmente lorsqu'il est directement exposé au soleil. Ainsi, le soleil constitue un élément de conception important qui doit être considéré lors des phases de conception urbaine, en particulier pour le mobilier urbain, qui représente l'élément central de cette étude.



Pour le deuxième paramètre d'évaluation, à savoir l'humidité relative (Figure VI.29), la valeur la plus élevée a été enregistrée à 08:00 et à 17:00 au point P2 : 55 % dans le jardin Séridi, 53 % dans le jardin Esanawbre et 50 % dans le jardin Guehdour. En revanche, la

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

valeur la plus basse, de 21 %, a été enregistrée au point P2 entre 11:00 et 14:00 dans le jardin Guehdour.

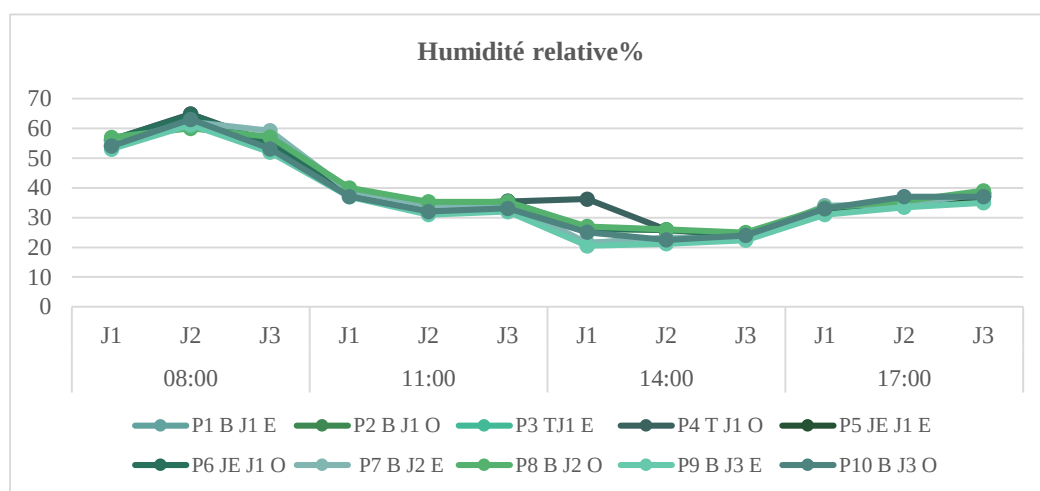


Figure VI.29: Humidité relative H% des jardins évalués mesurées dans les points du mobilier urbain.

En outre, à 08:00 et à 17:00, la vitesse du vent (Figure VI.30) la plus élevée a été enregistrée au point P2 (mobilier urbain ombragé) : 1,4 m/s dans les jardins Séridi et Esanawbre, et 0,8 m/s dans le jardin Guehdour. En revanche, la valeur la plus faible, de 0,1 m/s, a été enregistrée à 14:00 au point P1 (mobilier urbain ensoleillé) dans le jardin Guehdour.

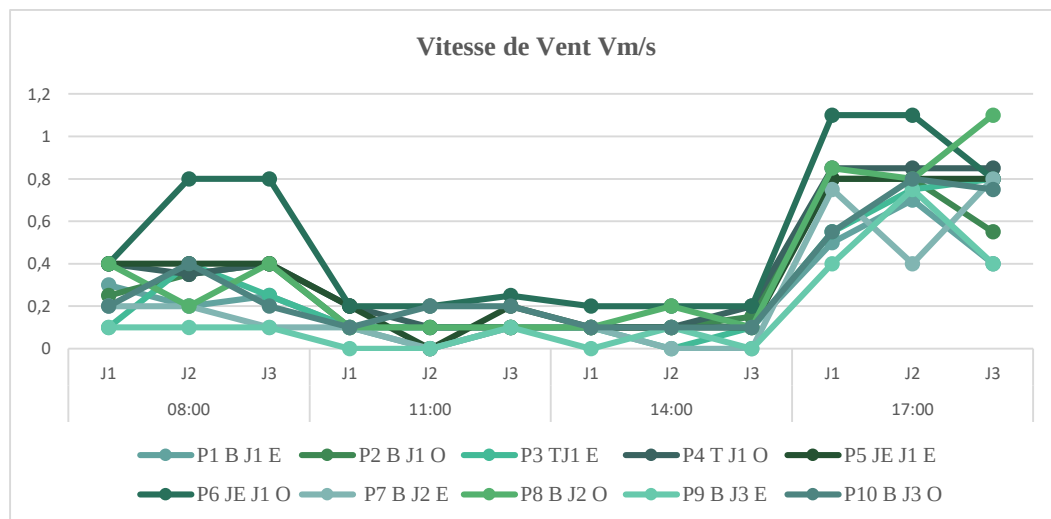


Figure VI.30: Vitesse de vent des jardins évalués mesurées dans les points du mobilier urbain.

À travers les résultats de l'évaluation climatique des trois jardins, les mesures restent quasiment identiques lors des trois jours d'observation. La différence de température entre les jardins étudiés s'explique par la présence d'éléments biophiles végétaux et par la variation de

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

leur densité d'un jardin à l'autre. De plus, la différence de température entre les éléments de mobilier urbain dépend de leur position par rapport au soleil : la température diminue lorsque le mobilier est à l'ombre et augmente lorsqu'il est directement exposé au soleil. Ainsi, le soleil constitue un élément de conception majeur, à considérer lors des phases de conception urbaine, en particulier pour le mobilier urbain, qui représente un élément central de cette étude.

VI.3.2 La relation d'influence et de réciprocité entre les conditions climatiques, le mobilier et l'usage du jardin.

Les mesures climatiques réalisées pendant la période estivale, à différentes heures de la journée, accompagnées d'observations directes, ont confirmé l'existence d'une relation d'influence entre les conditions climatiques du jardin et le mobilier. Cela engendre une relation d'influence supplémentaire entre le mobilier et l'usage du jardin. Ainsi, les conditions climatiques influencent l'usage du mobilier, qui à son tour influence celui du jardin. Cette relation réciproque est principalement contrôlée par un élément climatique majeur : le soleil, que ce soit par la position du mobilier par rapport à celui-ci ou par la température.

Pendant les heures de mesure, l'observation in situ indique que les usagers n'utilisent pas les bancs exposés au soleil, en particulier de 10 à 17 h, lorsque la température est élevée. Cette situation incite à repenser le design du mobilier urbain afin de l'adapter à l'ambiance microclimatique de chaque jardin, en tenant compte de l'exposition directe au soleil et de son impact sur l'usage.

Les conditions climatiques ardues rendent parfois le mobilier de jardin non fonctionnel, notamment les bancs, qui sont souvent utilisés et entretiennent une relation directe avec les usagers. Deux facteurs influencent cet usage : la température élevée et le positionnement des éléments de mobilier directement exposés au soleil. L'élévation de la température provoque un inconfort thermique et une gêne pour l'utilisateur. De plus, l'exposition directe des bancs au soleil entraîne une absorption de la chaleur, rendant leur usage impossible. Cette chaleur est ensuite restituée par les matériaux, notamment les bancs en acier, et se diffuse durant la nuit, accentuant le phénomène des îlots de chaleur urbains.

Les observations concernant le banc et son exposition au soleil ont été confirmées dans les trois jardins, et ce phénomène a également été constaté pour d'autres éléments de mobilier, tels que les tables et les jeux pour enfants dans le premier jardin.

En résumé, les conditions climatiques affectent directement l'usage des éléments de mobilier urbain, qui influencent à leur tour l'usage du jardin. Cet impact est étroitement lié au soleil. Plutôt que de considérer cette exposition solaire comme une source de gêne pour l'utilisateur, elle

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

peut être intégrée comme un élément de design durable. Ainsi, pour que l'usage du mobilier urbain soit en adéquation avec les conditions microclimatiques du jardin, le design solaire constitue un critère essentiel de design urbain durable.

VI.4 Résultats de l'évaluation énergétique

Cette partie de l'étude présente les résultats de l'évaluation énergétique des jardins à travers leur mobilier urbain, en examinant leur conception énergétique. L'analyse porte sur le type et la quantité de consommation et de production énergétique, ainsi que sur le mode de conception énergétique mis en œuvre. L'attention se concentre sur les éléments du mobilier urbain, afin d'identifier ceux présentant une conception énergétique et, le cas échéant, d'en préciser le type. Plus précisément, il s'agit de déterminer si les jardins intègrent une conception énergétique solaire dans le mobilier ou non.

Les résultats montrent que l'élément de mobilier urbain présentant un design énergétique est uniquement le lampadaire, et ce constat s'applique aux trois jardins étudiés. De plus, cet élément dépend d'une source d'énergie traditionnelle. Aucun élément de mobilier urbain n'est encore conçu pour exploiter l'énergie solaire, bien que de nombreux éléments soient exposés au soleil pendant de longues périodes tout au long de la journée.

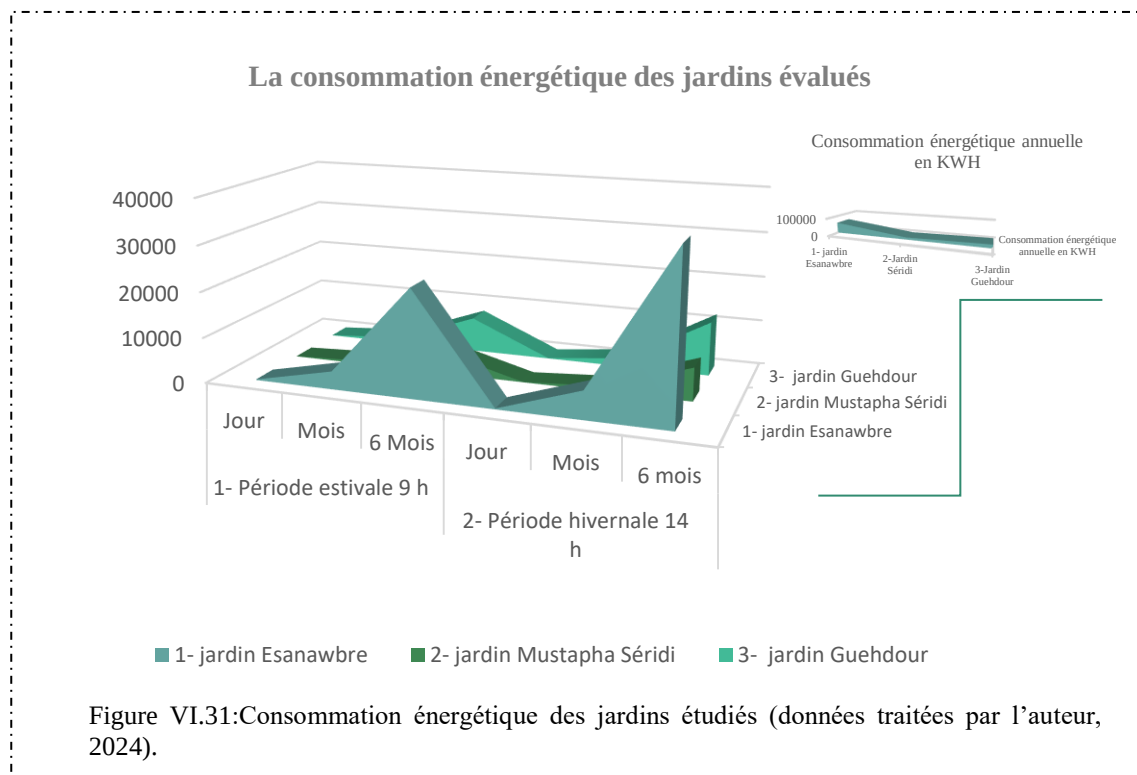
VI.4.1 Le lampadaire : seul élément de mobilier urbain représentant la consommation énergétique de chaque jardin

Les résultats de l'évaluation énergétique, obtenus à travers l'observation insitu, les données énergétiques ainsi que le dossier architectural et d'aménagement de chaque jardin, ont confirmé que le lampadaire est le seul élément de mobilier présentant une conception énergétique. En effet, cet élément repose sur une source d'énergie traditionnelle et constitue également le seul indicateur de la quantité de consommation énergétique de chaque jardin. Cette consommation est liée à deux critères principaux : le nombre de lampadaires et leur capacité énergétique, ainsi que la superficie de chaque jardin.

La consommation énergétique pendant la période estivale est inférieure à celle de la période hivernale dans les trois cas étudiés. Le jardin Esanawbre, occupant une surface de 1 500 m² avec 84 lampadaires, a montré un taux élevé de consommation énergétique : 23 635,8 kWh en été et 36 766,8 kWh en hiver, par rapport aux deux autres jardins. Le jardin Mustapha Sérédi (Nombre de lampadaires : 58, Surface : 9 071 m²) a enregistré une consommation de 4 698 kWh en été et de 7 308 kWh en hiver. Quant au jardin City Guehdour (Nombre de lampadaires : 39, Surface : 2 050 m²), la consommation énergétique était de 7 695 kWh en été et de 11 970 kWh en hiver.

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

Les graphiques ci-dessous (Figure VI.31) illustrent la consommation énergétique journalière et annuelle pendant les périodes estivale et hivernale des jardins évalués. La Figure VI.5 présente, quant à elle, la consommation énergétique estivale et hivernale dans les trois jardins.



VI.4.2 La relation directe entre le mobilier et le solaire ouvre la voie à l'amélioration du design énergétique autonome dans le mobilier urbain

Les résultats de l'observation in situ et de l'évaluation spatiale des trois jardins révèlent que le mobilier urbain est directement exposé au soleil, surtout dans certaines zones où l'exposition est quotidienne. Cette exposition peut générer un inconfort pour les usagers, en particulier durant la période estivale, lorsque la chaleur est élevée.

L'évaluation climatique a mis en évidence la relation entre l'ambiance microclimatique des jardins et le mobilier urbain. Celui-ci entretient un lien direct avec les usagers, notamment à travers les bancs présents dans les trois jardins, ainsi que les jeux pour enfants et les tables situées uniquement dans le jardin Esanawbre. L'exposition prolongée au soleil entraîne souvent un non-usage du mobilier, particulièrement en été, lorsque les usagers recherchent l'ombre et la fraîcheur.

Cet inconfort thermique peut être réduit par l'intégration de la conception énergétique solaire dans le design du mobilier urbain. Par exemple, les bancs peuvent être équipés de parasols solaires mobiles. L'énergie solaire peut également être utilisée pour améliorer le mobilier

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

grâce à des dispositifs de refroidissement, d'éclairage, et d'autres services tels que l'accès à Internet.

Par ailleurs, l'énergie solaire peut être intégrée dans la conception des lampadaires, ce qui améliore la performance énergétique du jardin tout en renforçant sa durabilité et sa qualité. Ainsi, pour optimiser le rôle de l'énergie solaire dans la conception des jardins, elle peut être intégrée comme un élément de design dans le mobilier exposé quotidiennement au soleil, transformant un impact négatif en effet positif qui favorise l'utilisation du mobilier.

VI.5 Synthèse des résultats de recherche

L'articulation entre les résultats sociologiques, climatiques et énergétiques de l'étude permet de dégager certaines conclusions importantes dans le cadre de l'évaluation des jardins publics de la ville de Guelma à travers leur mobilier urbain. L'objectif est d'améliorer leur conception selon les principes du design urbain contemporain, afin de renforcer la qualité des jardins et du mobilier. Ces résultats seront suivis d'une autre phase d'évaluation, à savoir l'évaluation numérique par simulation, qui sera abordée dans la partie suivante de l'étude. La synthèse des résultats précédemment présentés peut être résumée dans les points suivants :

- L'analyse des études précédentes portant sur le mobilier urbain, ainsi que l'évaluation de certains cas de mobilier de ce type énergétique solaire, ont montré que cet élément joue un rôle majeur dans la qualité et la performance de l'espace public. La conception du mobilier urbain est une tâche complexe, reposant sur de nombreux critères tels que la forme, la fonction, les matériaux, le design diurne et nocturne, la conception climatique, la résilience, la numérisation, ainsi que la santé et la sécurité. Tous ces critères apparaissent comme des principes essentiels dans le mobilier évalué, contribuant à améliorer la qualité et la performance de l'espace public. Sur la base de ces critères et caractéristiques, un ensemble de principes a été développé pour évaluer les jardins dans le cadre de l'étude.
- L'évaluation sociologique du mobilier urbain, concernant les usagers et leur interaction avec l'usage du jardin, a confirmé que, dans de nombreux cas, les éléments du mobilier ne répondent pas aux attentes et aux besoins de ces derniers, qu'il s'agisse de confort ou de contraintes liées au design contemporain, telles que la rapidité, l'adaptabilité aux services, la numérisation et la performance fonctionnelle. Le lien entre l'analyse du mobilier urbain solaire et les résultats des évaluations sociologique, climatique et énergétique démontre que les critères de conception essentiels pour l'utilisateur, ainsi que ceux dont souffre le mobilier en raison de leur absence, sont souvent satisfaits par le mobilier solaire. Parmi ces critères figurent le confort, la

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

numérisation, la qualité et les fonctions. Il existe également une relation proportionnelle entre les résultats de chaque évaluation : climatique d'abord, qui a démontré l'influence des conditions climatiques sur l'usage du mobilier, ce que la seconde évaluation, sociologique, a confirmé en identifiant les raisons affectant cet usage. De plus, la conception énergétique durable est un critère souvent absent dans les éléments du mobilier, ce que les résultats de l'évaluation énergétique ont également révélé.

- Le mobilier urbain est étroitement lié à l'environnement et à l'ambiance microclimatique du jardin. L'intégration de la conception climatique et de l'énergie solaire dans le mobilier, ainsi que l'adaptation entre l'environnement urbain et le mobilier, constituent une solution efficace pour améliorer sa performance. En effet, l'exposition prolongée au soleil réduit l'usage du mobilier, surtout pendant la période estivale caractérisée par des températures élevées.
- La conception énergétique du jardin est directement influencée par le mobilier, qui peut contribuer à son amélioration et à son renforcement. Parce que le mobilier est exposé directement à l'environnement urbain et à l'énergie solaire. Cette exposition prolongée, combinée à la chaleur excessive, peut provoquer un inconfort pour les usagers. L'intégration de ces éléments dans le design du mobilier permet de créer un mobilier urbain solaire durable, capable de répondre à de multiples usages et besoins des usagers.

Conclusion

Ce chapitre, a présenté tous les résultats obtenus dans notre étude, chaque résultat servant de base pour atteindre le suivant. Nous avons tout d'abord effectué une analyse des études précédentes sur le mobilier urbain, ainsi que l'analyse des cas concrétisés de mobilier urbain, y compris contemporain et solaire, nous ont permis d'extraire un ensemble de critères d'évaluation de la qualité du mobilier urbain, qui ont un lien direct avec l'autonomie énergétique. Ces critères ont été utilisés dans l'évaluation du mobilier auprès des usagers dans notre étude. Ensuite, l'évaluation sociologique a montré que la conception des éléments de mobilier urbain dans les jardins ne révèle aucun aspect d'autonomie énergétique, qui pourrait être liée à différents critères tels que le design smart numérique, climatique. De plus, à ce stade, il est important de préciser que le design du mobilier urbain influence l'usage du jardin. En outre, l'évaluation climatique des jardins à travers leur mobilier nous a permis de constater que l'environnement microclimatique influence l'usage du mobilier et du jardin. En effet, à des températures élevées, le mobilier exposé directement au soleil affecte le confort des

Chapitre VI : Résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains

usagers, tandis que le mobilier à l'ombre offre plus de confort, les résultats des mesures microclimatiques ont montré des températures inférieures à celles des points de mobilier exposés au soleil. De plus, les résultats de l'évaluation énergétique ont révélé que l'éclairage est le seul mobilier consommant de l'énergie dans chaque jardin, et cette énergie ne montre aucun aspect de design énergétique durable contemporain. En combinant l'évaluation climatique et énergétique, le mobilier exposé au soleil, qui cause dans certains cas des états d'inconfort, pourrait représenter un défi positif pour le design du jardin, en intégrant cette énergie solaire dans le design du mobilier et ainsi atteindre une autonomie énergétique.

Chapitre VII :

Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

Introduction

Ce chapitre de l'étude traite des résultats de l'évaluation numérique, qui s'est concentrée sur AutoCAD 2024, Rhinocéros 7, Grasshopper, ainsi que les plugins Ladybug et Galápagos, en tant que logiciels de simulation afin d'évaluer la contribution des mobiliers urbains solaires à l'autonomie énergétique des jardins publics de la ville de Guelma. Nous avons d'abord sélectionné les éléments de mobilier que nous utiliserions dans la simulation, représentés par ceux de la startup algérienne, à savoir le banc public solaire et le lampadaire solaire. Nous avons également adopté un autre type de mobilier solaire, à savoir l'arbre solaire, utilisé pour aménager de nombreux espaces publics urbains dans plusieurs villes du monde. Après avoir conçu les éléments de mobilier solaire et les jardins en deux et trois dimensions, nous avons simulé l'énergie solaire à chaque site d'étude. Cela a permis de montrer la contribution et le rôle efficace des éléments du mobilier solaire dans le renforcement de l'autonomie énergétique des jardins. Les résultats obtenus à travers cette étude seront détaillés ci-après.

VII.1 Les éléments du mobilier urbain solaire utilisés dans la simulation

Pour évaluer l'autonomie énergétique des jardins à travers le mobilier urbain solaire, nous nous sommes basés sur deux types de mobilier solaire : le premier est national et le second est international. En ce qui concerne l'exemple national, il se compose d'éléments de mobilier solaire de la start-up algérienne, représentés par un banc public solaire et un lampadaire. Quant à l'exemple international, il s'agit d'un lampadaire solaire en forme d'arbre. Le choix de ces éléments a été fait en raison de l'absence d'autres types de mobilier solaire au niveau local, tandis que l'exemple international a été retenu en raison de sa notoriété dans l'aménagement de nombreux espaces urbains publics dans différentes villes du monde.

VII.1.1 Le banc public solaire de la startup Algérienne : C'est un banc public solaire qui Il s'agit d'un banc public solaire qui propose l'utilisation de l'énergie solaire en libre-service, en offrant deux prises USB à la disposition des citoyens pour recharger les appareils numériques tels que téléphones, tablettes, smartphones, appareils photo, etc. Le banc public solaire est doté d'un panneau solaire qui le rend autonome en énergie. Les caractéristiques de conception de cet élément sont présentées dans le tableau VII.

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

Tableau VII.1: Banc public solaire de la startup Algérienne. Source Centre de Recherche en Technologie des Semi-Conducteurs pour l'Energétique Algérie.

1- Le banc public solaire de
2- la Startup Algérienne



Type du mobilier urbain	Un banc public solaire		
Fonction	En plus de la fonction d'assise, ce banc solaire en libre-service en offrant deux prises USB à la disposition des citoyens pour recharger les appareils numériques tels que : téléphones, tablettes, Smartphones, appareils photo, etc. Le banc public solaire est doté d'un panneau solaire qui le rend autonome en énergie.		
Mesure	Longueur : 1.90 m	Largeur = 0.52 m	Hauteur : 2.73m
Matériaux	Bois , acier		
Panneaux solaire	Panneau solaire silicium multicristallin 40 cellules		
Production énergétique	70 W		

VII.1.2 L'éclairage public solaire de la Startup Algérienne :

Le deuxième exemple de mobilier urbain solaire que nous adopterons dans la simulation est le lampadaire solaire qui fonctionne avec l'énergie solaire photovoltaïque. Les caractéristiques conceptuelle et énergétique de ce mobilier sont indiquées dans le tableau suivant (le tableau VII.2).

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

Tableau VII.2: Lampadaire public solaire de la startup Algérienne. Source Centre de Recherche en Technologie des Semi-Conducteurs pour l'Energétique Algérie.

1- Eclairage public solaire de la Startup Algérienne



Type du mobilier urbain Un lampadaire public solaire

Fonction

- Installation de la lumière dans les zones impossibles à raccorder au réseau.
- Economies d'énergie considérables presque totale autonomie du système (aucune consommation sur le réseau électrique).
- Liberté d'installation (emplacement).
- Très forte réduction des nuisances et perturbations afférentes aux travaux publics

Mesure Hauteur : 2 mètre

Matériaux

Panneaux solaire Panneau solaire à base du silicium monocristallin

Production énergétique LED 9 W Batterie 40 Ah

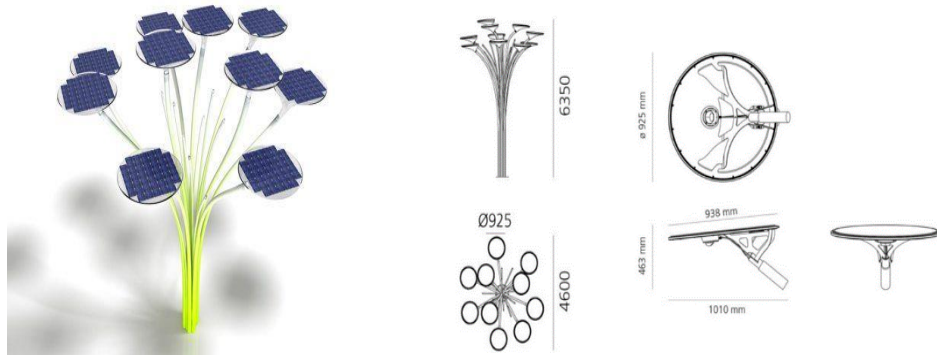
VII.1.3 L'arbre solaire Ross Love Grove :

L'arbre solaire conçu par Ross Love Grove représente une réponse contemporaine aux besoins des espaces publics en matière d'éclairage durable. Alliant une esthétique organique à une technologie solaire, cette structure urbaine s'intègre avec élégance dans le paysage tout en produisant de l'énergie propre. Elle incarne une approche innovante du mobilier urbain, soutenant les objectifs de durabilité et de modernisation des villes. Les caractéristiques de conception de cet élément urbain sont expliquées dans le tableau suivant (le tableau VII.3).

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

Tableau VII.3: Arbre solaire Ross LoveGrove.

1- Le banc public solaire de la Startup Algérienne



Type du mobilier urbain	Un banc lampadaire d'Eclairage public (arbre solaire) 2017			
Fonction	Assise, Eclairage			
Designer	Ross Lovegrove			
Mesure	-Hauteur : 5.5 m	-colone en acier : 20 tiges	-10 tiges	feuilles portent les panneaux photovoltaïque
Matériaux	Acier inoxydable			
Panneaux solaire	38 capteurs solaires			
Production énergétique	Watt :	116W	+	15W
	Flux	Lumineux	(lm):	8800lm (tot.)
	CCT:			3000K
	CRI:			80
	IP65			
Entreprise	la marque italienne Artemide			

II.2 Évaluation de la contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique

Cette partie de l'étude présente les résultats des simulations ainsi que les différents scénarios obtenus. Tout d'abord, le taux de rayonnement solaire sur la surface de chaque jardin a été simulé en termes d'énergie solaire, évaluée en kWh/m², et ce, de 8 h à 17 h. En outre, trois types de mobilier urbain solaire ont été simulés, à savoir le banc public solaire, le lampadaire solaire et le lampadaire-arbre, dans les trois jardins étudiés : Esanawbre, Sérédi Mustapha et Guehdour. Après la simulation, il a été possible de vérifier la contribution des éléments de mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique de chaque jardin.

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

VII.2.1 Premier Scénario : le solaire dans les jardins évalués

À l'aide des logiciels Rhinocéros, Grasshopper et du plugin Ladybug, il a été possible de simuler le taux de rayonnement solaire sur la surface de chaque jardin en termes d'énergie évaluée en kWh/m² au mois de juillet (21). Les résultats ont été pris toutes les trois heures, de 8 h à 17 h. L'objectif est de déterminer le potentiel solaire de chaque jardin, d'identifier les zones ensoleillées et ombragées, et de choisir les meilleurs emplacements pour la production d'énergie.

VII.2.1.1 Jardin Esanawbre :

En comparant les résultats de l'observation et de la simulation, le jardin Esanawbre peut être divisé en une zone ensoleillée, où l'énergie solaire varie d'un point à l'autre, atteignant environ 11 kWh/m² dans les zones constamment exposées au soleil. De plus, il existe une zone ombragée, où la production d'énergie solaire est nulle, englobant la partie du jardin couverte par un masque solaire, représenté par les arbres. La figure VII.1 montre les zones ensoleillées (production d'énergie à chaque point du jardin) et les zones ombragées. Cette extraction permet de déterminer le meilleur emplacement pour le mobilier urbain solaire, qui sera évalué à l'étape suivante.



Figure VII.1: Le taux de radiation solaire dans le jardin Esanawbre (en Kwh/m²) simulées avec Grasshoper et Rhinoe pour le 1 Juillet 2024.

La figure VII.2 montre la production énergétique de chaque zone du jardin, qui varie au cours de la journée. La production était plus élevée dans les zones ensoleillées du jardin à 11 h,

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

oscillant entre 2,20 et 3,30 kWh/m², et était nulle dans les zones ombragées. À 14 h et 17 h, elle variait entre 1 et 1,2 kWh/m².

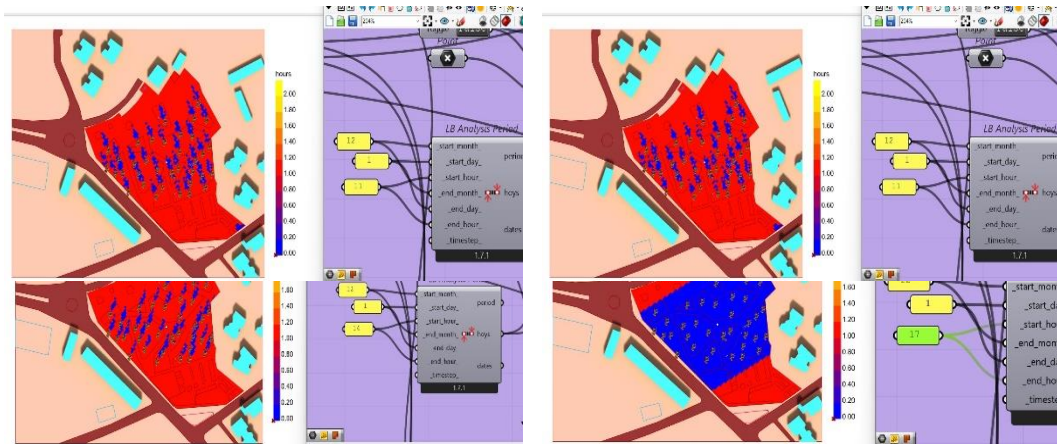


Figure VII.2: L'ensoleillement sur le jardin Esanawbre.

VII.2.1.2 Jardin Sérédi Mustapha

En ce qui concerne le deuxième jardin, le taux de production le plus élevé a été estimé à environ 11 kWh/m² pour les points du jardin exposés quotidiennement au soleil. En revanche, les zones ombragées n'ont produit aucune énergie (figure VII.3).

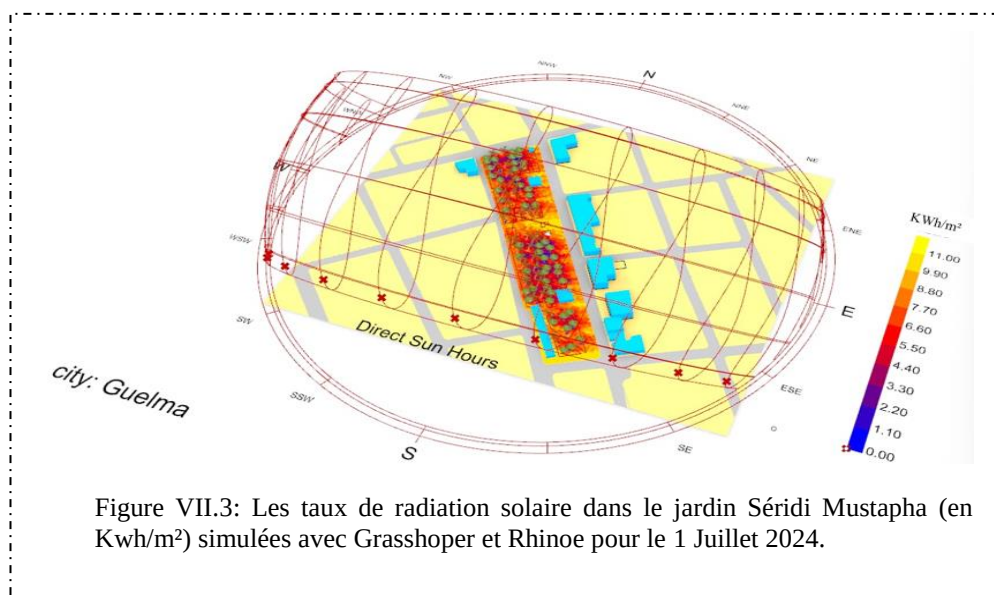
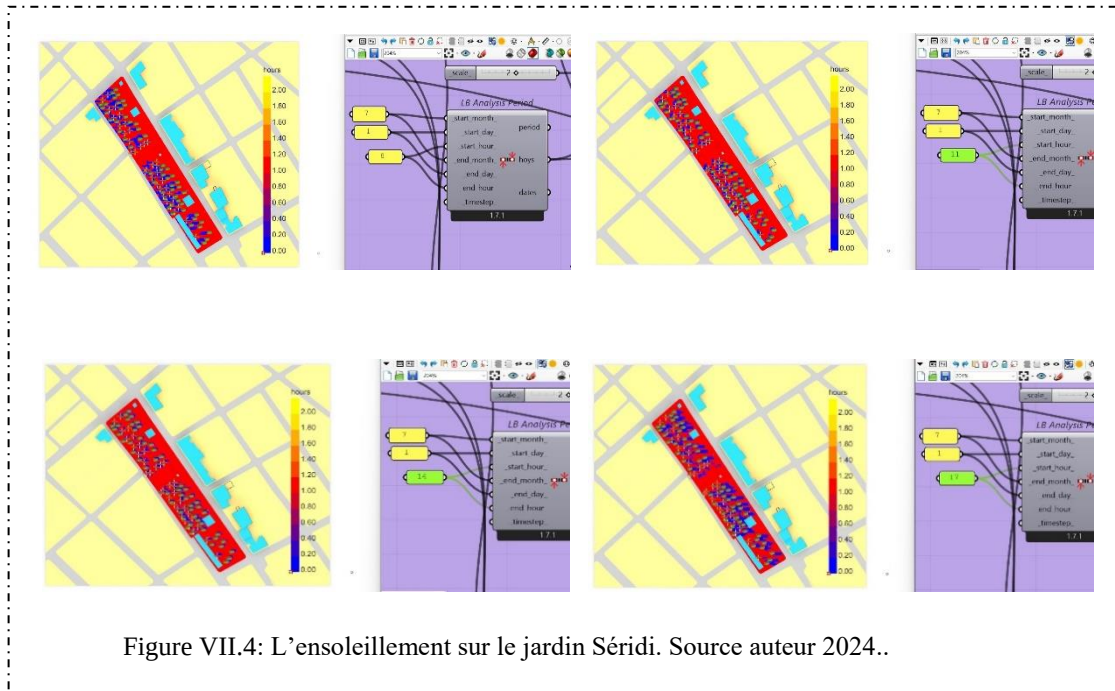


Figure VII.3: Les taux de radiation solaire dans le jardin Sérédi Mustapha (en Kwh/m²) simulées avec Grasshopper et Rhinoc pour le 1 Juillet 2024.

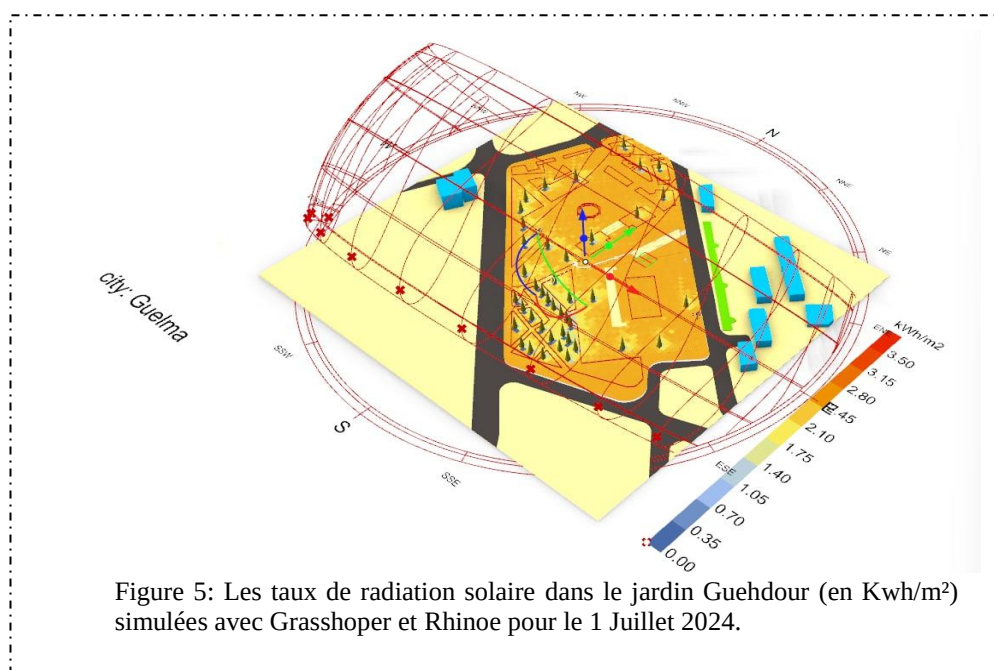
Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

La production énergétique dans les zones ensoleillées est restée constante pendant toutes les heures de la simulation, variant entre 1 et 1,2 kWh/m². La figure VII.4 montre la production énergétique à chaque point du jardin et met en évidence les zones ombragées et ensoleillées.



VII.2.1.3 Jardin Guehdour

Dans le troisième jardin, la plus grande superficie correspond à la zone ensoleillée, tandis que la zone ombragée est formée par un groupe d'arbres présents dans le jardin. La figure VII.5 montre ces deux zones à différents moments de la simulation.



Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

La production énergétique dans le jardin a couvert une plus grande superficie par rapport aux jardins précédents, grâce à la faible densité d'arbres. En ce qui concerne la production énergétique maximale dans la zone ensoleillée, elle a été observée à 11 h et variait entre 1,2 et 1,4 kWh/m². À 14 h, elle variait entre 0,8 et 1,0 kWh/m², entre 0,3 et 0,6 kWh/m² à 8 h, et à 17 h, elle variait entre 0,2 et 0,4 kWh/m². La figure VII.6 montre la production énergétique à chaque point du jardin.

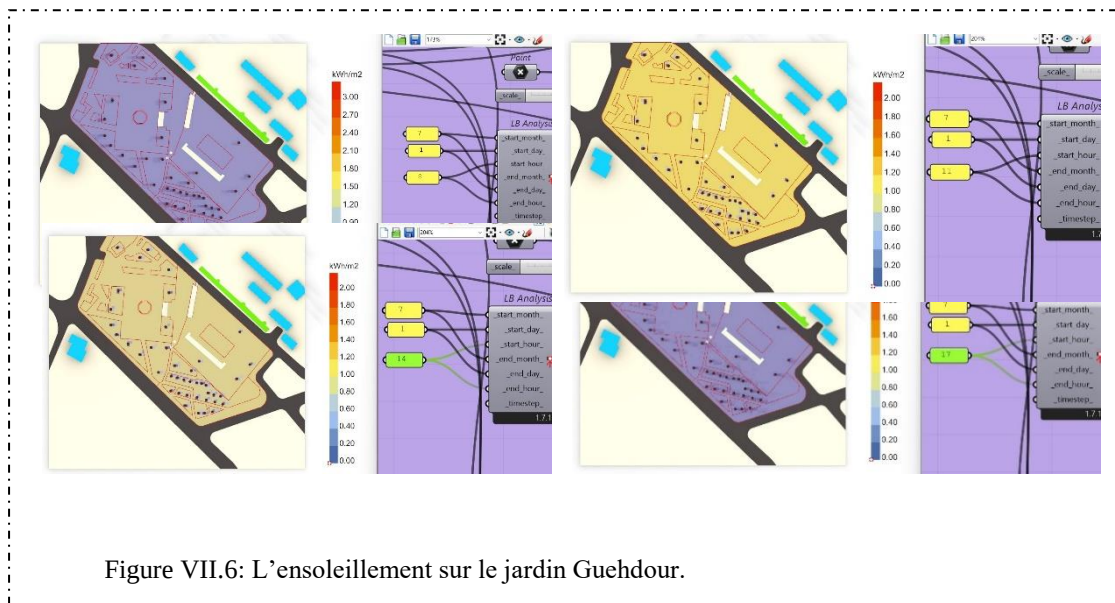


Figure VII.6: L'ensoleillement sur le jardin Guehdour.

Cette étape de la simulation a permis de déterminer le taux d'énergie solaire à chaque point de chaque jardin (figure VII.7), ces points ayant été résumés en 11 positions (A, B ... K). Le taux le plus élevé de production énergétique solaire a été de 11 kWh, observé aux points exposés au soleil presque toute la journée. En revanche, les zones ombragées n'ont produit aucune énergie solaire. Cette différence dans la production énergétique est corrélée à la superficie des masques solaires : plus ces masques sont petits, plus la production d'énergie est élevée. Ce résultat permet de diviser chaque jardin en zones ombragées et ensoleillées, ce qui servira à évaluer les éléments de mobilier urbain solaire et leur contribution à l'autonomie énergétique du jardin.

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

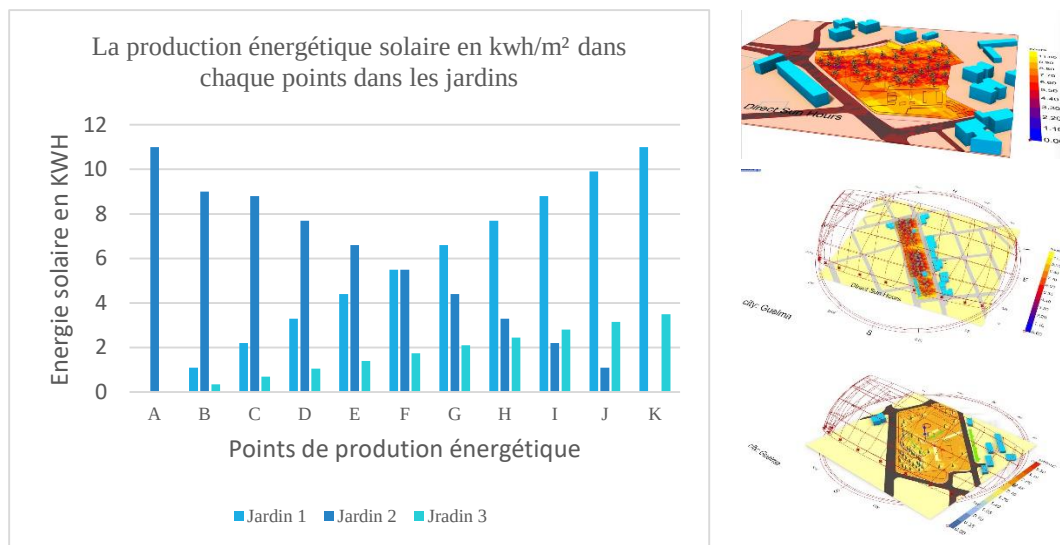


Figure VII.7: Production énergétique et orientation de banc public solaire dans le jardin Guehdour.

VII.2.2 Deuxième Scénario : évaluation énergétique des jardins publics par le banc public solaire

Le deuxième scénario présente une simulation du banc public solaire, permettant d'atteindre une autonomie énergétique grâce à la production d'énergie dans chaque jardin. Le banc public solaire a été testé avec un angle d'inclinaison du panneau solaire de 0° . Pour produire de l'énergie solaire photovoltaïque dans notre cas d'étude, l'angle d'inclinaison a été optimisé dans chaque jardin en fonction du positionnement du banc. Galapagos a été utilisé pour choisir le meilleur angle du panneau solaire. Dans chaque jardin, un positionnement spécifique du banc solaire a été choisi. Les résultats de la simulation du banc public solaire sont présentés ci-dessous.

VII.2.2.1 La simulation de banc public solaire dans le jardin Esanawbre

Dans le jardin Esanawbre, la position choisie pour la simulation est illustrée à la figure VII.8, car elle est la plus exposée au soleil, d'autant plus que le jardin contient un grand nombre d'arbres. Le banc public solaire était initialement incliné à un angle de 0° .

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

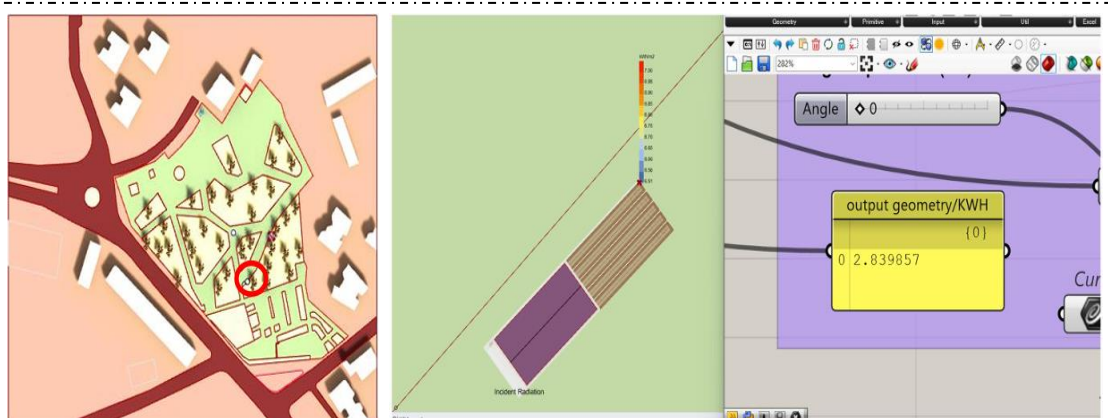


Figure VII.8: Positionnement de banc public solaire dans le jardin Esanawbre.

Pour obtenir une autonomie énergétique et produire de l'énergie solaire, l'angle d'inclinaison a été optimisé à l'aide de Galapagos, ce qui a permis d'obtenir un angle de 2° et une autonomie énergétique correspondant à une production d'énergie de 2 kWh (figure VII.9). Étant donné que ce banc public solaire a pu produire de l'énergie dans le premier jardin, il constitue un moyen efficace pour atteindre l'autonomie énergétique.

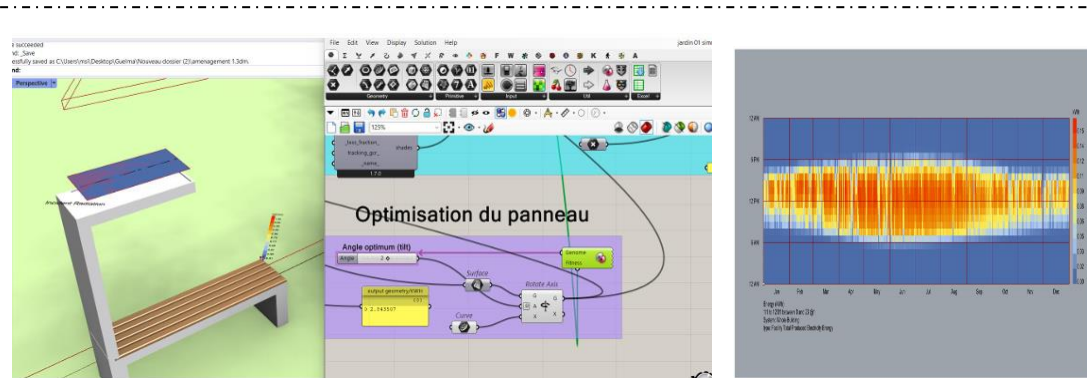


Figure VII.9: Production énergétique et orientation de banc public solaire dans le jardin Esanawbre.

VII.2.2.2 La simulation de banc public solaire dans le jardin Sérédi Mustapha

Le positionnement du banc public solaire dans le jardin Sérédi Mustapha est montré à la figure VII.10, où il était initialement incliné à un angle de 0° avant optimisation. Le positionnement du banc solaire sous un palmier présente un avantage, car celui-ci masque moins le soleil qu'un arbre, évitant ainsi d'entraver l'exposition solaire du banc et permettant une production d'énergie plus élevée.

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

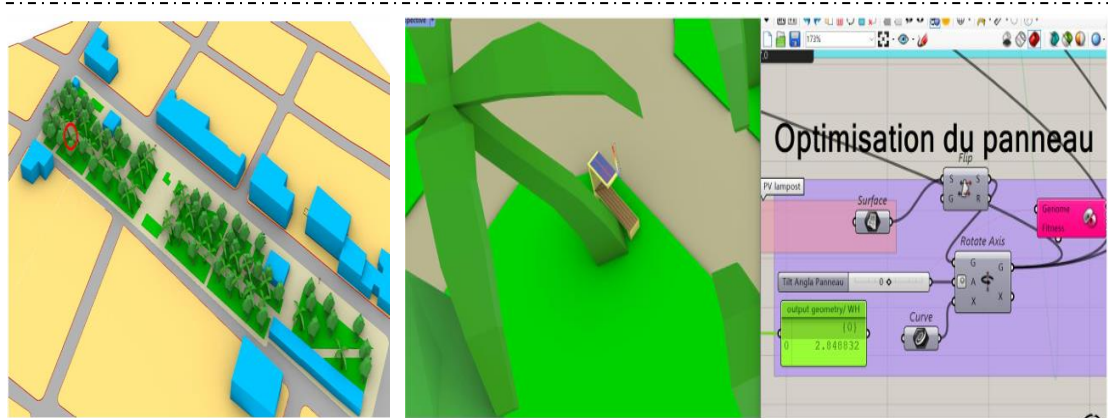


Figure VII.10: Positionnement de banc public solaire dans le jardin Mustapha Séridi.

La simulation du banc public solaire dans le deuxième jardin a permis de produire une énergie de 2,88 kWh. Cette production a été obtenue après optimisation de l'angle d'inclinaison, initialement de 0° et porté à 11° . Cela permet d'envisager l'atteinte de l'autonomie énergétique dans le deuxième jardin (figure VII.11).

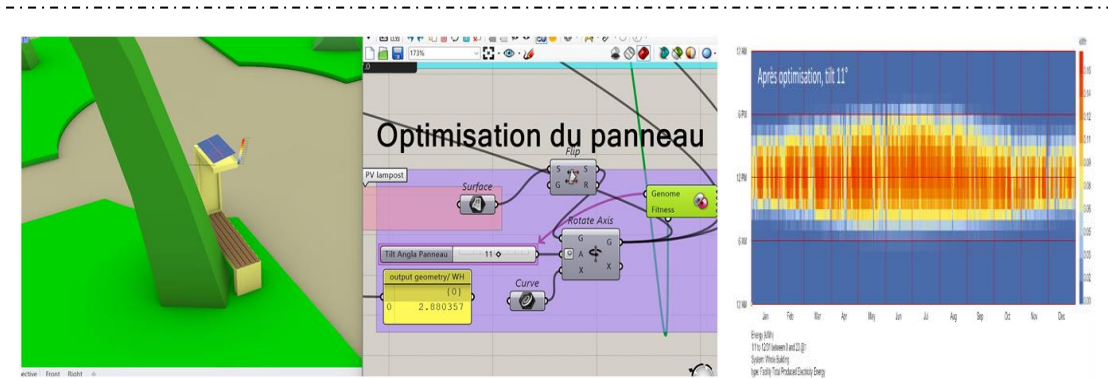


Figure VII.11: Production énergétique et orientation de banc public solaire dans le jardin Séridi Mustapha.

VII.2.2.3 La simulation de banc public solaire dans le jardin Guehdour

Dans le troisième jardin, qui présente une densité d'arbres plus faible que les deux précédents, toute position peut contribuer à la production d'énergie solaire. La figure VII.12 montre la position choisie pour le banc public solaire dans le jardin Guehdour.

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

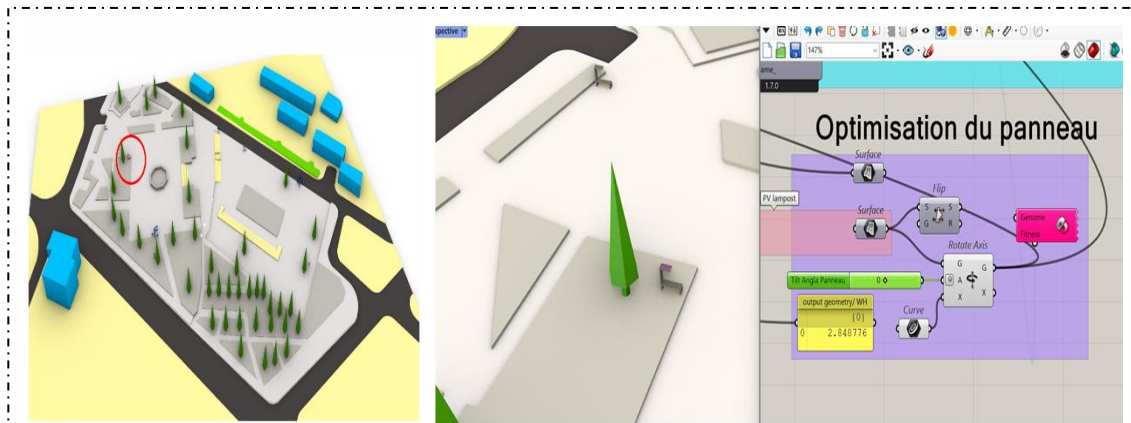


Figure VII.12: Positionnement de banc public solaire dans le jardin Guehdour.

Pour évaluer ce banc public solaire dans le jardin Guehdour, l'angle d'inclinaison du panneau solaire a été optimisé à 8°, ce qui a permis de produire une énergie estimée à 2,87 kWh (figure VII.13). Cette énergie contribue à favoriser l'autonomie énergétique.

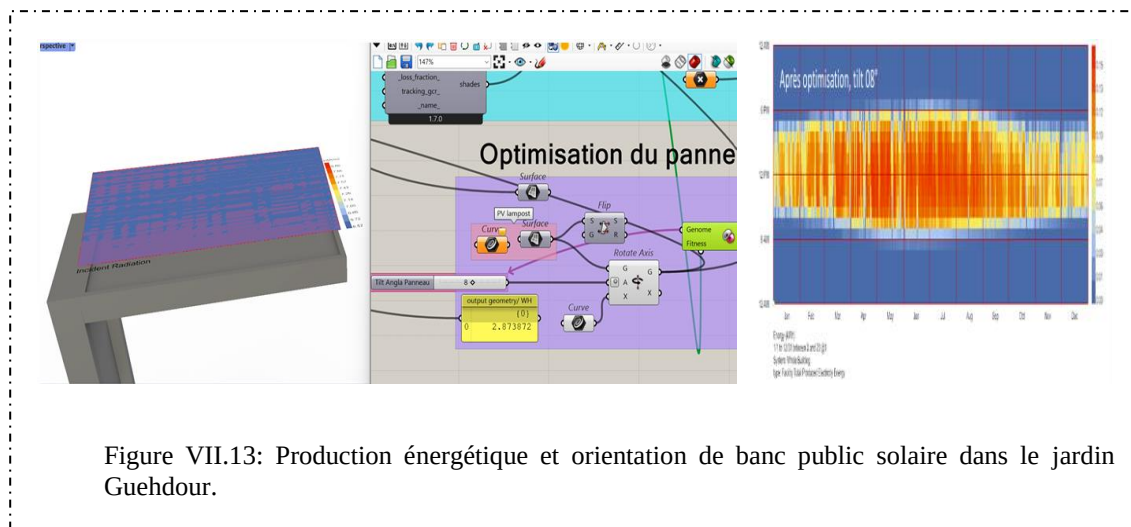


Figure VII.13: Production énergétique et orientation de banc public solaire dans le jardin Guehdour.

VII.2.3 Troisième Scénario : évaluation énergétique des jardins publics par le lampadaire solaire

Le troisième scénario présente une simulation d'un lampadaire solaire dans les trois jardins. Grâce à Galápagos, l'angle d'inclinaison du panneau a été optimisé dans chaque jardin, permettant ainsi de produire de l'énergie contribuant à l'atteinte de l'autonomie énergétique du jardin.

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

VII.2.3.1 La simulation de lampadaire solaire dans le jardin Esanawbre

Le lampadaire solaire était initialement incliné à un angle de 0° (figure VII.14). La position illustrée dans la figure a été choisie pour la simulation, car elle est la plus exposée au soleil. De plus, les lampadaires ont été répartis dans d'autres zones du jardin.

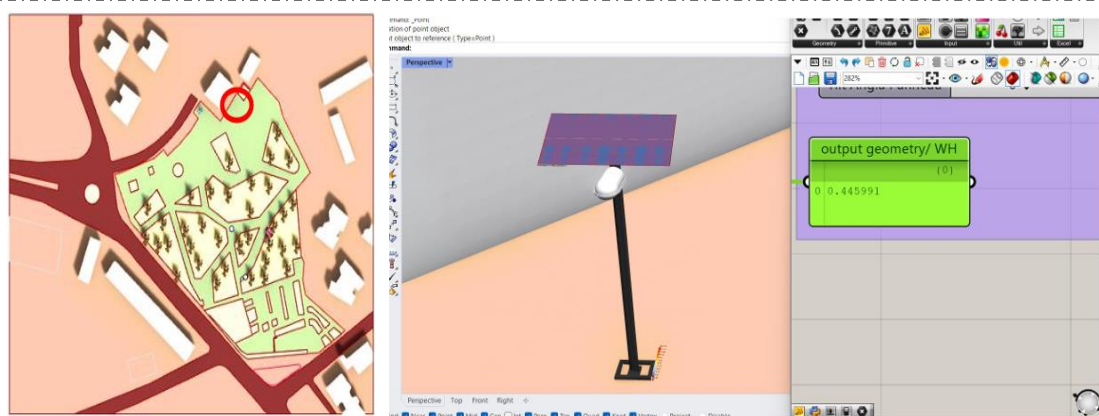


Figure VII.14: Positionnement de lampadaire public solaire dans le jardin Esanawbre.

Pour produire de l'énergie, le programme Galápagos a permis de déterminer le meilleur angle d'inclinaison, qui a été optimisé à 28° . Cela permet de produire 0,47 kWh d'énergie solaire (figure VII.15).

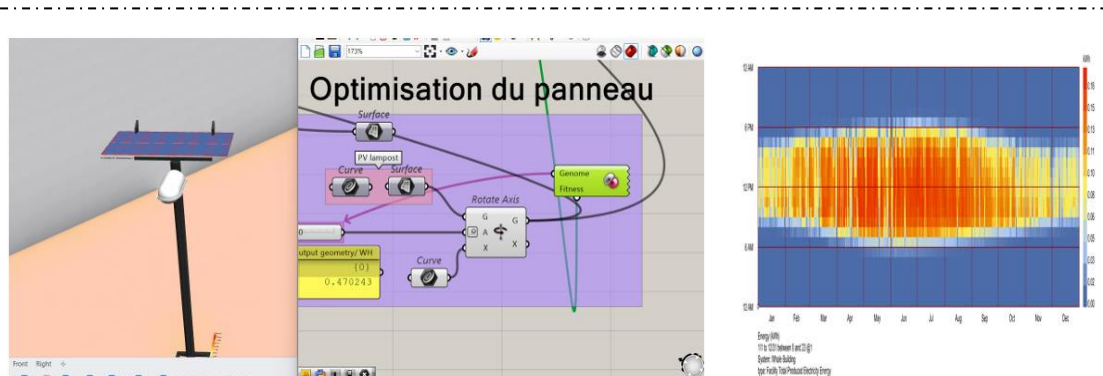


Figure VII.15: Production énergétique et orientation de lampadaire public solaire dans le jardin Esanawbre.

VII.2.3.2 La simulation de lampadaire solaire dans le jardin Sérédi Mustapha

Le lampadaire solaire était initialement incliné à un angle de 0° . Dans le jardin Sérédi Mustapha, la position du lampadaire a été choisie comme indiqué à la figure VII.16.

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

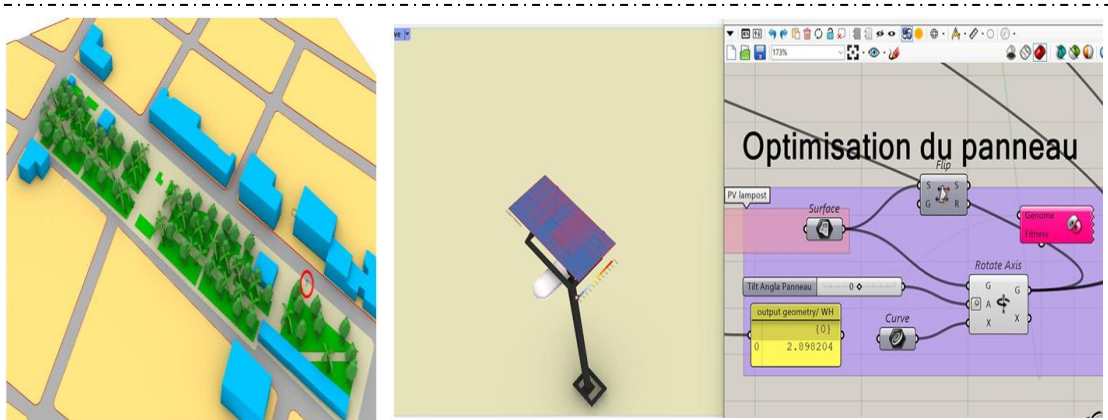


Figure VII.16: Positionnement de lampadaire public solaire dans le jardin Sérédi Mustapha.

L'optimisation du panneau solaire du lampadaire dans ce jardin, avec un angle d'inclinaison de 9° , a permis d'atteindre une autonomie énergétique grâce à une production d'énergie de 2,92 kWh (figure VII.17).

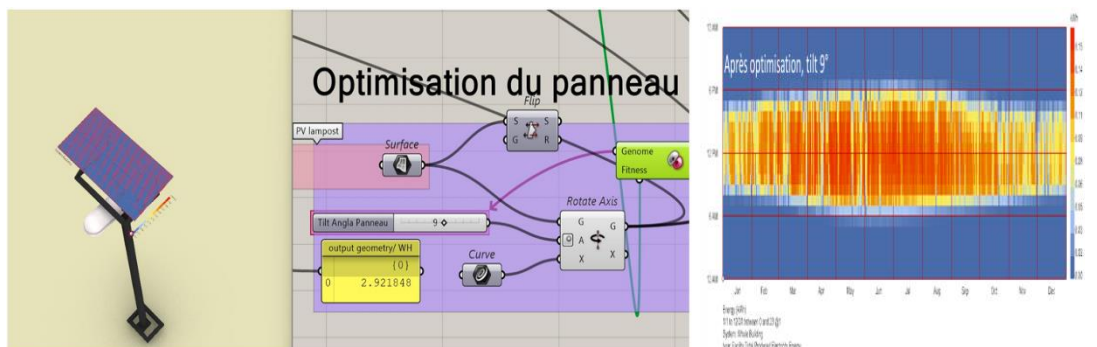


Figure VII.17: Production énergétique et orientation de lampadaire public solaire dans le jardin Sérédi.

VII.2.3.3 La simulation de lampadaire solaire dans le jardin Guehdour

Dans le troisième cas d'étude, concernant le jardin Guehdour, le lampadaire a été placé à la position indiquée sur la figure, avec un angle d'inclinaison initial de 0° (figure VII.18).

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

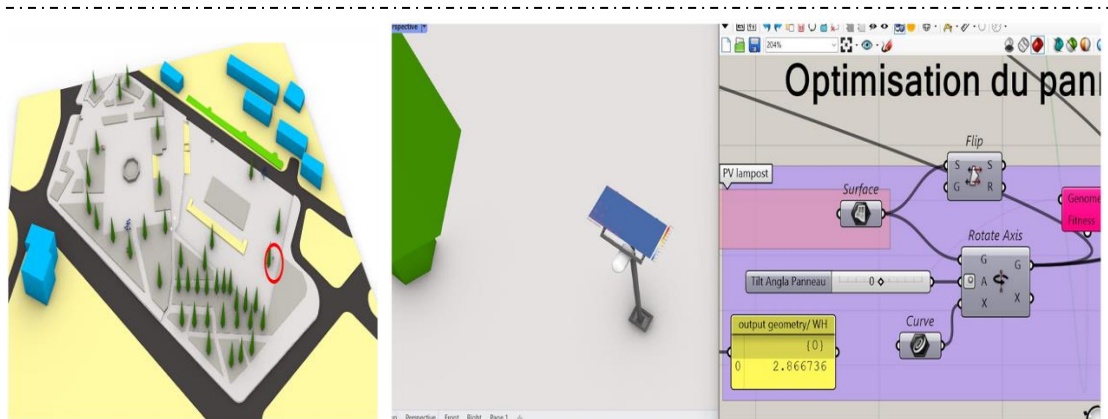


Figure VII.18: Positionnement de lampadaire public solaire dans le jardin Guehdour.

Dans ce cas, l'angle d'inclinaison du panneau solaire du lampadaire a été optimisé à 8°, ce qui a permis de produire de l'énergie et d'assurer l'autonomie du jardin avec 2,89 kWh (figure VII.19).

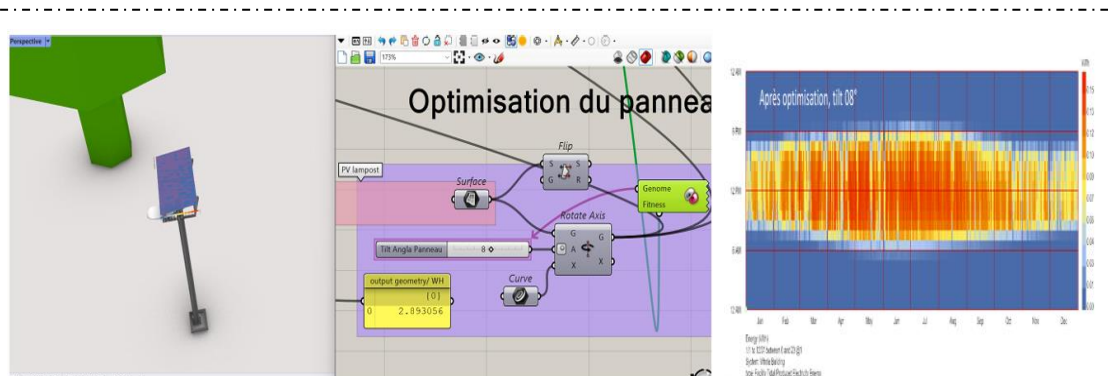


Figure VII.19: Production énergétique et orientation de lampadaire public solaire dans le jardin Guehdour.

VII.2.4 Le quatrième Scénario : évaluation énergétique des jardins publics par l'arbre solaire

Le quatrième scénario de simulation présente un lampadaire solaire en forme d'arbre, combinant durabilité et design contemporain biomimétique. Dans ce cas, l'angle d'inclinaison initial est de 0°, qui a ensuite été optimisé afin de produire de l'énergie et de renforcer l'autonomie énergétique du jardin.

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

VII.2.4.1 La simulation de l'arbre solaire dans le jardin Esanawbre

Dans le jardin Esanawbre, deux emplacements ont été choisis pour l'arbre solaire, où l'angle d'inclinaison du panneau solaire pour chaque cercle solaire était de 0° . Le positionnement ainsi que l'angle d'inclinaison initiaux sont illustrés ci-dessous. La première position est représentée à la figure VII.20, et la deuxième position à la figure VII.21.

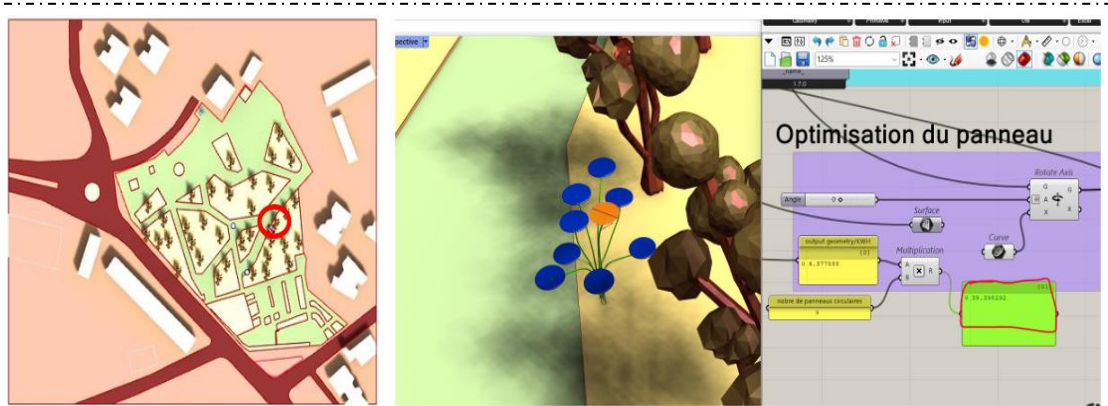


Figure VII.20: Premier Positionnement de l'arbre solaire dans le jardin Esanawbre.

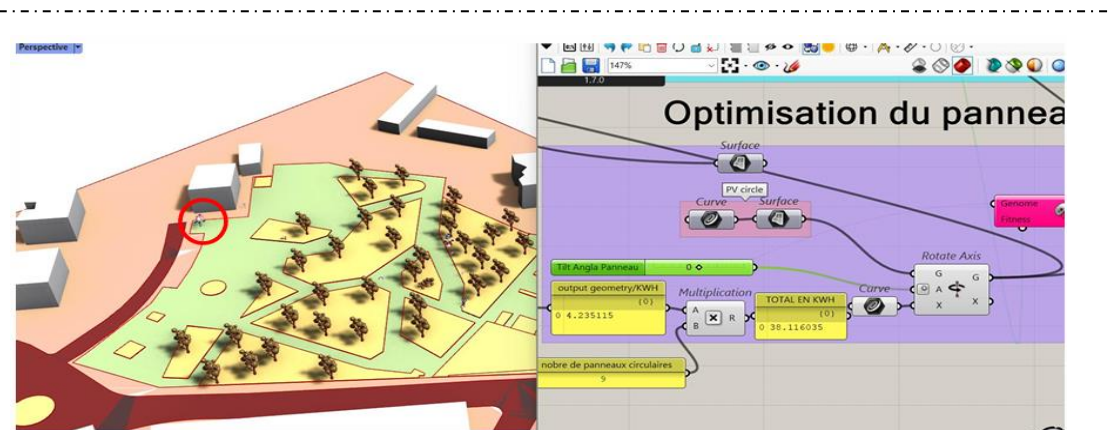


Figure VII.21: Deuxième Positionnement de l'arbre solaire dans le jardin Esanawbre.

Pour réaliser une production d'énergie en position 1, l'angle d'inclinaison a été optimisé à 10° , ce qui a permis de produire 4,42 kWh par cercle solaire, la somme de l'énergie produite par l'arbre solaire s'élevant à 39,79 kWh (figure VII.22).

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

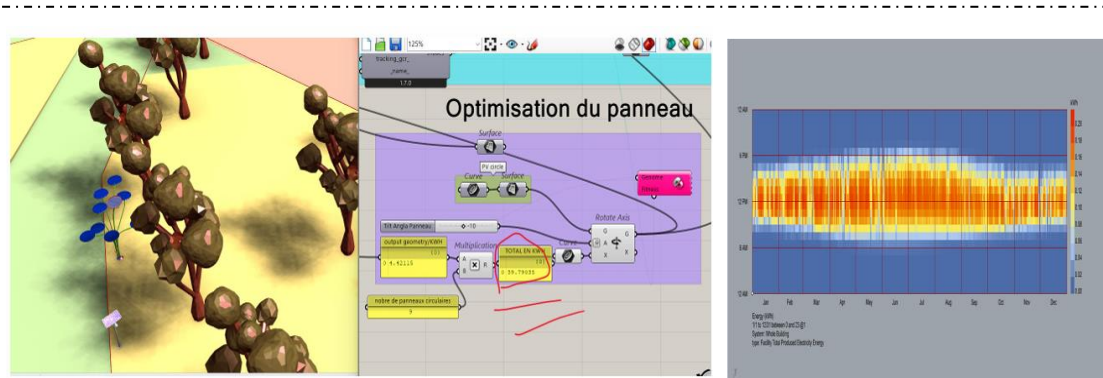


Figure VII.22: Production énergétique et orientation de l'arbre public solaire dans le jardin Esanawbre (position 1).

Pour réaliser une production d'énergie en position 2, l'angle d'inclinaison a été optimisé à 11° , ce qui a permis de produire 4,30 kWh par cercle solaire, la somme de l'énergie produite par l'arbre solaire s'élevant à 38,76 kWh (figure VII.23).

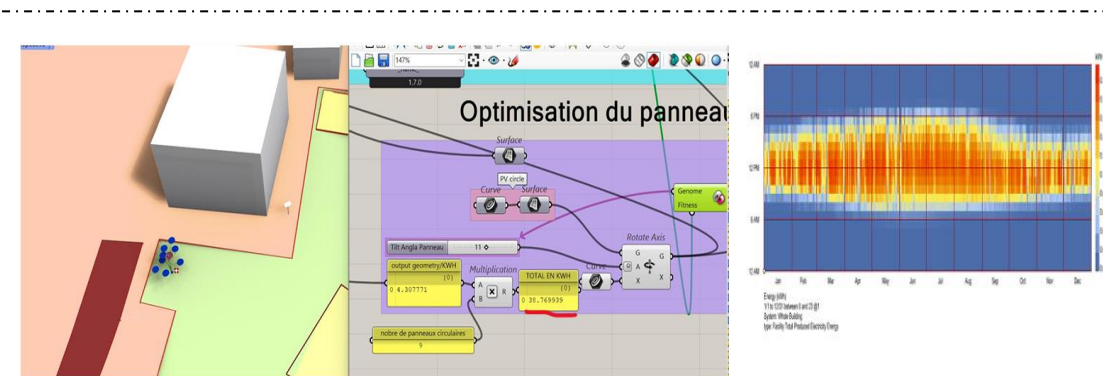


Figure VII.23: Production énergétique et orientation de l'arbre public solaire dans le jardin Esanawbre (position 2).

VII.2.4.2 La simulation de l'arbre solaire dans le jardin Sérédi Mustapha

La position de l'arbre solaire dans le jardin Sérédi est représentée dans la figure suivante, avec un angle d'inclinaison initial de 0° (figure VII.24).

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.



Figure VII.24: Positionnement de l'arbre solaire dans le jardin Sérîdi Mustapha.

Dans ce cas, afin de réaliser une production énergétique, l'angle d'inclinaison du panneau solaire a été optimisé à 10°, ce qui a permis de produire 4,31 kWh par cercle solaire, la somme de l'énergie produite par l'arbre solaire s'élevant à 38,83 kWh (figure VII.25).

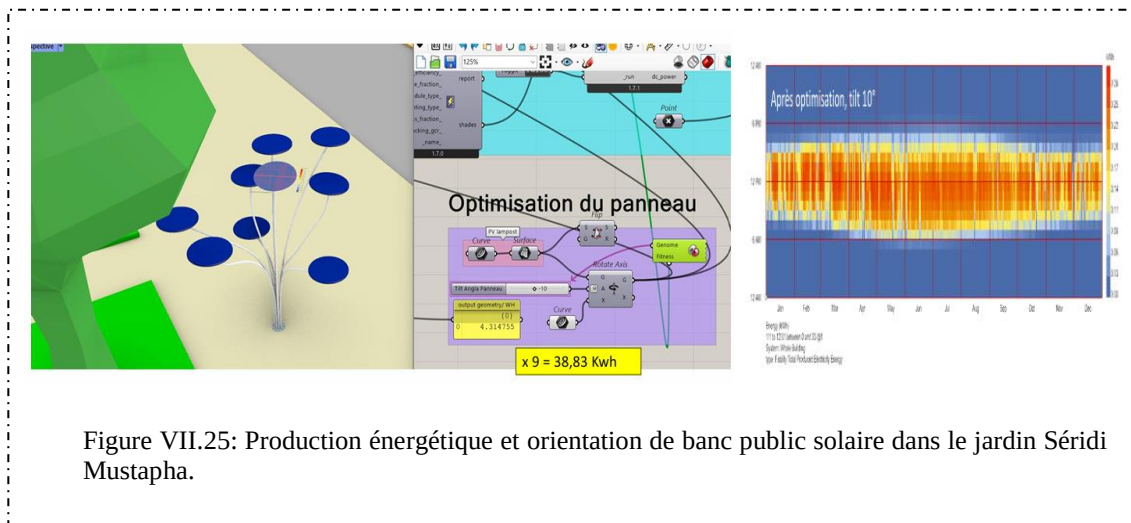


Figure VII.25: Production énergétique et orientation de banc public solaire dans le jardin Sérîdi Mustapha.

VII.2.4.3 La simulation de l'arbre solaire dans le jardin Guehdour

Dans le cas du jardin Guehdour, la position de l'arbre solaire a été choisie comme indiqué à la figure VII.26.

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

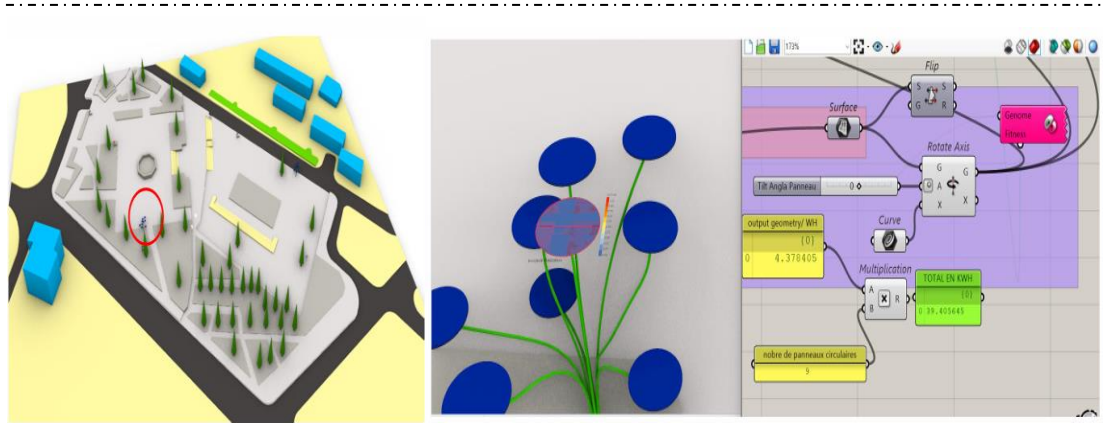


Figure VII.26: Positionnement de l'arbre solaire dans le jardin Guehdour. Source auteur 2024..

L'angle d'inclinaison a été optimisé à 9° , ce qui a permis de produire une énergie estimée à 4,41 kWh par cercle solaire. Étant donné que l'arbre solaire comporte 9 panneaux solaires, la production totale d'énergie s'élève à 39,73 kWh (figure VII.27). Cette production contribue à renforcer l'autonomie énergétique du jardin Guehdour.

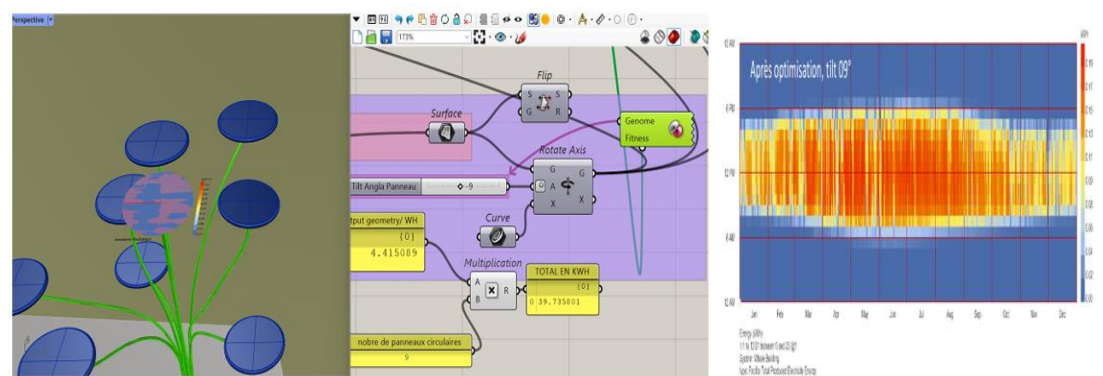


Figure VII.27: Production énergétique et orientation de banc public solaire dans le jardin Guehdour.

Dans cette partie de l'étude, la contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique de chaque jardin a été évaluée. Ce mobilier comprend un banc public solaire, un lampadaire et un arbre solaire. Dans chaque cas, l'énergie a été produite en optimisant l'angle d'inclinaison du panneau solaire de chaque élément à l'aide de Rhinocéros, Grasshopper et Galápagos. Étant donné que chaque élément du mobilier urbain solaire utilisé dans l'évaluation a contribué à la production énergétique dans les jardins Esanawbre, Sérédi Mustapha et Guehdour, ces éléments peuvent être considérés comme fiables pour atteindre

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

l'autonomie énergétique solaire des jardins publics. Par conséquent, le mobilier urbain solaire constitue un élément important pour évaluer et promouvoir l'autonomie énergétique dans les jardins publics.

VII.2.5 Le cinquième Scénario : évaluation de la production énergétique par le mobilier solaire dans les emplacements choisis et selon l'angle d'inclinaison.

Dans ce scénario, la production d'énergie solaire de chaque élément de mobilier urbain utilisé dans l'évaluation a été estimée en tenant compte de deux critères principaux : la position par rapport au soleil et le choix du meilleur angle d'inclinaison pour garantir la production maximale d'énergie. L'estimation de la production d'énergie solaire photovoltaïque pour chaque élément a été réalisée sur la base de l'équation décrite en (1). Les résultats seront présentés ci-après.

$$PES(j) = (\sum_{i=1}^N Pi)..... (1)$$

VII.2.5.1 Jardin Esanawbre

Dans le premier jardin, Esanawbre, cinq positions ont été choisies pour le banc solaire avec le meilleur angle d'inclinaison, de sorte que la production énergétique totale a été estimée à environ 14 200 Wh. En ce qui concerne l'éclairage, cinq positions ont été sélectionnées, avec une production énergétique de 2 350 Wh. Pour le dernier élément de mobilier urbain solaire, l'arbre solaire, trois positions ont été choisies avec le meilleur angle d'inclinaison, et la production énergétique totale a été estimée à 118 340 Wh. La production énergétique de l'arbre était supérieure à celle des deux autres éléments, car il contient un plus grand nombre de panneaux solaires photovoltaïques, représentés sous forme de cercles solaires. La figure VII.28 montre le positionnement choisi pour le banc solaire, le lampadaire et l'arbre solaire, ainsi que la contribution de ce mobilier urbain solaire à la production d'énergie solaire du jardin.

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

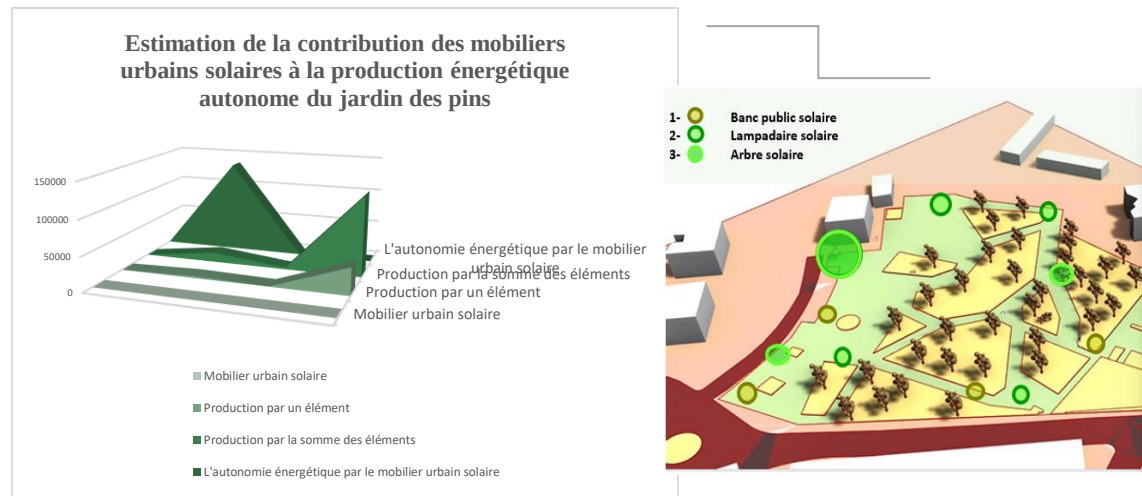


Figure VII.28: La production d'énergie solaire autonome à partir des éléments de mobilier urbain solaire dans le jardin Esanawbre.

VII.2.5.2 Jardin Sérédi Mustapha

Dans le deuxième jardin, et grâce au meilleur angle d'inclinaison, trois positions ont été choisies pour le banc public solaire, permettant une production énergétique d'environ 8 460 Wh. Pour le lampadaire solaire, deux positions ont été sélectionnées, produisant 5 840 Wh d'énergie solaire photovoltaïque. Quant à l'arbre solaire, deux positions ont été choisies avec le meilleur angle d'inclinaison, produisant environ 77 660 Wh. Les emplacements choisis pour le mobilier solaire et la production d'énergie correspondante sont représentés à la figure VII.29.

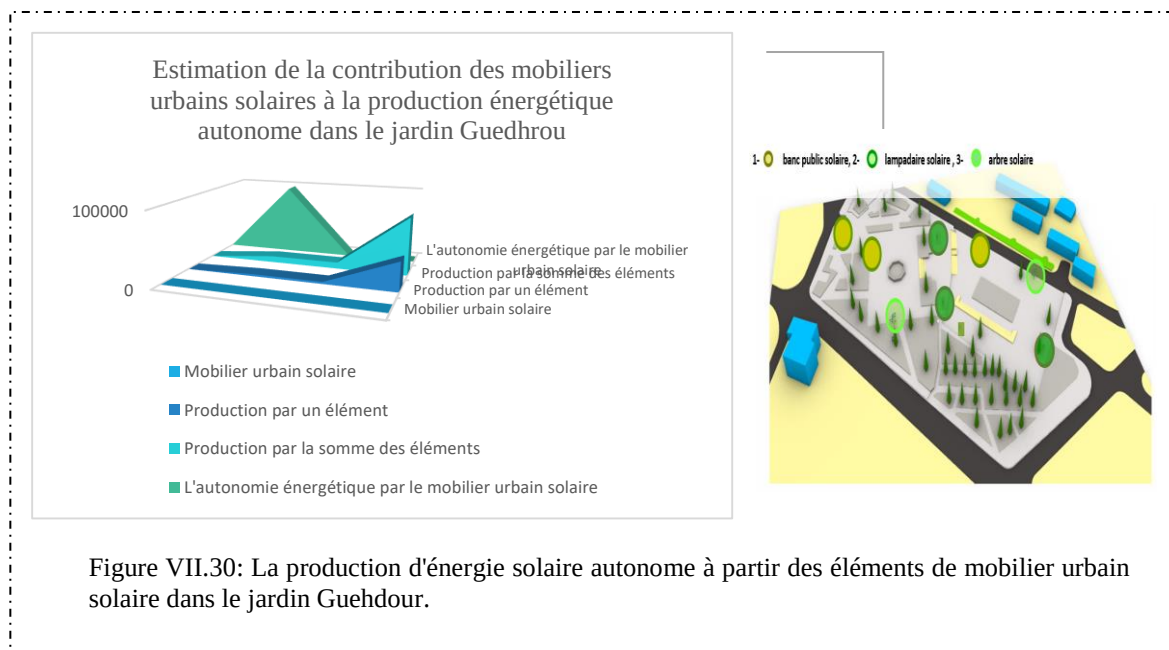


Figure VII.29: La production d'énergie solaire autonome à partir des éléments de mobilier urbain solaire dans le jardin Sérédi Mustapha.

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

VII.2.5.3 Jardin Guehdour

Pour le troisième jardin de l'étude, le jardin Guehdour, trois positions ont été choisies pour le banc public solaire selon le meilleur angle d'inclinaison, ce qui a permis une production d'énergie solaire photovoltaïque d'environ 8 610 Wh. Pour le deuxième élément de mobilier urbain solaire, le lampadaire, trois positions ont été sélectionnées, produisant 8 670 Wh. Quant à l'arbre solaire, deux positions ont été choisies avec le meilleur angle d'inclinaison, produisant environ 79 460 Wh. Les emplacements choisis pour le mobilier solaire ainsi que la production énergétique correspondante sont représentés à la figure VII.30.



Cette étape de l'étude a permis de réaliser un constat et une analyse énergétique solaire des trois jardins en termes de quantité de rayonnement solaire, de zones ensoleillées et ombragées, ainsi que de tester les éléments de mobilier urbain solaire, à savoir le banc public solaire, le lampadaire solaire et l'arbre solaire. Il a été conclu que chaque élément est capable de produire de l'énergie solaire dans le jardin, contribuant ainsi au renforcement de l'autonomie énergétique.

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

VII.3 La contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique des jardins publics évalués

L'objectif de cette étude est d'évaluer la contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique des jardins étudiés. Les résultats de la simulation ont permis de préciser la quantité d'énergie solaire produite par chaque élément du mobilier solaire ainsi que le total pour chaque type d'élément. En tenant compte de la consommation énergétique de chaque jardin, l'autonomie énergétique a été exprimée sur la base de l'équation (2), qui représente la production énergétique autonome du mobilier urbain solaire.

$$AE(jardin) = (\sum_{i=1}^{Nbs} Pi) + \sum_{i=1}^{Nls} Pi + \sum_{i=1}^{Nas} Pi \dots \dots \dots (2).$$

En se basant sur l'équation de l'autonomie énergétique présentée en (2), qui représente la production énergétique autonome des éléments de mobilier solaire dans chaque jardin, le mobilier urbain solaire a contribué à produire environ 134 890 Wh dans le premier jardin, 91 960 Wh dans le deuxième jardin et 96 740 Wh dans le troisième jardin. La comparaison entre la production solaire autonome et la consommation énergétique des jardins montre que l'autonomie énergétique est positive, ce qui confirme que le mobilier urbain solaire constitue un élément efficace capable de contribuer à l'atteinte de l'autonomie énergétique des jardins.

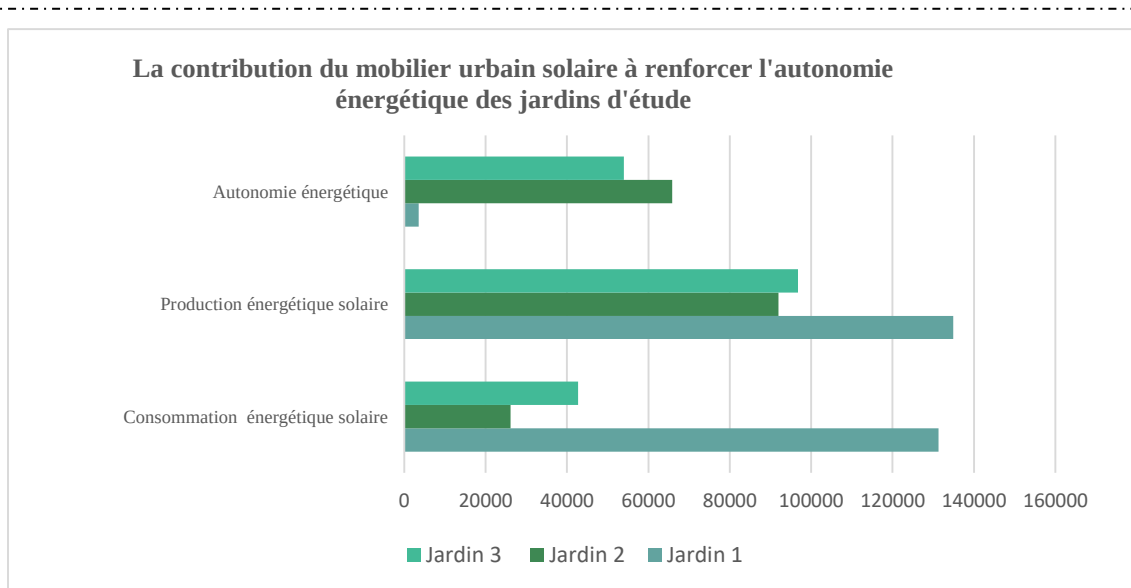


Figure VII.31: La contribution du mobilier urbain solaire à renforcer l'autonomie énergétique des jardins d'étude.

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

La combinaison des résultats de l'observation in-situ, des évaluations climatiques, énergétiques et sociologiques présentées dans la partie précédente, et des résultats de l'évaluation numérique, permet de mettre en évidence les points suivants :

- L'aspect du design énergétique de chaque jardin est principalement révélé par le lampadaire, qui dépend encore de l'énergie classique non renouvelable. Il représente la consommation énergétique globale du jardin, influencée par plusieurs facteurs, notamment le nombre de lampadaires, plus leur nombre est élevé, plus la consommation énergétique augmente, ainsi que la superficie du jardin, proportionnelle à la consommation énergétique. Cette constatation souligne la nécessité de rechercher des solutions alternatives pour renforcer la durabilité énergétique du jardin.
- En revanche, les résultats de l'évaluation numérique par simulation, qui ont permis de tester les éléments de mobilier urbain solaire et d'évaluer leur contribution à la production d'énergie pour chaque jardin, montrent que ces éléments peuvent renforcer l'autonomie énergétique de chaque espace en produisant de l'énergie à partir d'une source renouvelable, l'énergie solaire. Chaque étape de la simulation a démontré la production d'énergie solaire de chaque élément, en optimisant l'angle d'inclinaison et le positionnement dans le jardin.
- De plus, la comparaison entre la production et la consommation énergétique confirme que le mobilier urbain solaire est efficace pour renforcer l'autonomie énergétique du mobilier et, par conséquent, du jardin. En supposant que le nombre de lampadaires solaires soit égal à celui des lampadaires existants et en comparant la consommation énergétique du jardin, représentée par le lampadaire, avec la production énergétique obtenue grâce au mobilier urbain solaire, il apparaît que la production énergétique du jardin dépasse sa consommation. Cela confirme le rôle efficace du mobilier solaire, représenté par le lampadaire, dans la production d'énergie et l'atteinte de l'autonomie énergétique du jardin. Concernant le banc et l'arbre solaire, la comparaison de leur production énergétique avec la consommation respective de chaque mobilier montre que le mobilier solaire contribue effectivement à réaliser l'autonomie énergétique de chaque jardin.

Conclusion

Les éléments du mobilier urbain solaire, comprenant le banc public solaire, le lampadaire solaire et l'arbre solaire, ont montré une contribution significative à l'autonomie énergétique des jardins étudiés. Chaque élément a été modélisé en deux et trois dimensions afin de

Chapitre VII : Résultats de l'évaluation numérique : contribution du mobilier urbain solaire à l'autonomie énergétique d'un jardin public.

représenter fidèlement sa position et son interaction avec l'environnement du jardin. Les logiciels utilisés incluent AutoCAD 2024, Rhinocéros 7 et GrassHopper, Galápagos, complétés par les plug-ins Ladybug, Honeybee et qui ont permis de simuler précisément le rayonnement solaire et la production d'énergie photovoltaïque. L'optimisation de l'angle d'inclinaison et du positionnement a maximisé la production énergétique de chaque mobilier. Les bancs publics solaires ont produit une énergie constante en fonction des zones ensoleillées, tandis que les lampadaires et les arbres solaires ont généré des quantités plus importantes grâce à la multiplicité des panneaux. La combinaison des différents éléments a montré que l'énergie produite pouvait dépasser la consommation énergétique des jardins. Les résultats confirment que le mobilier urbain solaire est un moyen efficace pour renforcer l'autonomie énergétique, en exploitant pleinement l'énergie renouvelable du soleil. Cette approche assure à la fois la durabilité et l'efficacité énergétique des jardins publics urbains. L'ensemble des éléments du mobilier urbain solaire contribuent ainsi à la production autonome d'énergie tout en s'adaptant aux contraintes climatiques et spatiales de chaque jardin.

Conclusion générale

1. Conclusion

Dans le contexte des défis auxquels fait face l'ère actuelle, la ville et ses espaces urbains publics se trouvent entre deux pôles. D'une part, elle est confrontée à de nombreux problèmes urbains, et d'autre part, quelles sont ses contributions dans le cadre de la durabilité ? Les jardins publics, qui sont mondialement connus comme étant parmi les lieux préférés de nombreux usagers, doivent être conçus pour répondre à leurs fonctions. En réponse à cette constatation, le défi énergétique est considéré comme l'un des piliers principaux à adopter aujourd'hui pour améliorer sa performance urbaine, En particulier pour le mobilier urbain, c'est plus qu'un simple élément de l'aménagement de l'espace public, cela va aussi au-delà des fonctions sociologiques, environnementales et économiques. Dans ce contexte, les jardins de la ville de Guelma se dotent de nombreux éléments du mobilier urbain qui contribuent à leur aménagement et à la fourniture de divers services aux usagers. En ce qui concerne le défi de l'autonomie énergétique, considéré comme un des aspects du design énergétique durable, ces jardins ne montrent aucune caractéristique du design énergétique autonome. Ce concept, en plus de son rôle dans l'amélioration de la performance énergétique, constitue un moyen efficace pour promouvoir un design contemporain et durable du mobilier urbain, ainsi que du jardin et de la ville. Dans le cadre de ces objectifs et constatations, notre problématique de recherche était de savoir comment nous pouvons évaluer et renforcer l'autonomie énergétique dans les jardins publics à Guelma ville grâce à leurs mobiliers urbains. Pour répondre à cette question, notre hypothèse était la suivante : l'évaluation de cette autonomie se fait par le biais de mobilier urbain solaire. Afin de suivre cette approche, notre étude vise à expérimenter et évaluer la contribution du mobilier urbain. L'objectif principal de notre recherche est d'évaluer la contribution du mobilier urbain solaire à la promotion de l'autonomie énergétique de jardins publics de la ville de Guelma. Ce faisant, cette recherche s'inscrit dans une perspective d'amélioration de la qualité d'usage des jardins publics à travers leurs mobiliers urbains vers un design urbain contemporain durable.

Nous avons commencé cette thèse par une introduction au sujet de l'étude, en passant du contexte global du changement climatique et de l'urbanisme à un contexte plus spécifique, après avoir abordé l'importance du sujet, en posant la problématique. Nous avons formulé les hypothèses de l'étude, ses objectifs et la méthodologie de recherche, puis structuré la recherche en six chapitres principaux. Le premier chapitre a mis en lumière le jardin comme un élément fondamental de l'espace public, en abordant ses types, ses éléments de conception, ainsi que les impératifs et outils du design urbain contemporain durable d'un jardin public, tout en précisant son rôle. Le deuxième chapitre s'est concentré sur le mobilier urbain, son

CONCLUSION GENERALE

design contemporain et solaire, en mettant en évidence ses types, son rôle et son importance. Dans le troisième chapitre, nous avons mis en lumière l'autonomie urbaine, en particulier l'autonomie énergétique, ses éléments et son importance dans le jardin. Dans le quatrième chapitre, nous avons détaillé la méthodologie de recherche en présentant ses différentes approches, en clarifiant l'objectif de chaque approche et les outils utilisés. Cette méthodologie s'est appuyée sur une évaluation spatiale, sociologique, climatique, énergétique et numérique. Nous avons utilisé pour chaque méthode un ensemble d'outils. Citons notamment l'observation in-situ, l'enquête sociologique par le questionnaire, les mesures climatiques avec un hygrothermomètre et un anémomètre, les données énergétiques et la simulation avec AutoCAD 2024, Rhinocéros 7, Grasshopper, les plugins Ladybug et Honeybee, ainsi que Galapagos. Quant au cinquième chapitre, il a été consacré à l'évaluation de cas d'étude, représentée par les jardins publics de la ville de Guelma, en mentionnant ses différentes caractéristiques urbaines, spatiales, environnementales. En outre, de là, nous avons mis l'accent sur l'évaluation de son mobilier urbain avec ses différents éléments. Le sixième chapitre a été dédié à la présentation des différents résultats de l'évaluation sociologique, climatique et énergétique. Ensuite, le septième chapitre présente les résultats de l'évaluation numérique par simulation. En conclusion, nous avons résumé les points essentiels discutés dans les différentes sections tout en validant l'hypothèse de recherche. Les limitations de l'étude ont été prises en compte, de même que les perspectives futures associées à la recherche.

Le sujet de cette étude se distingue par son originalité. Où le concept d'autonomie est étudié dans la conception urbaine en le liant au mobilier urbain. Afin d'atteindre les objectifs de cette étude, le cas étudié a été évalué à travers une évaluation spatiale, sociologique, climatique, énergétique et numérique par simulation, où les résultats suivants ont été obtenus :

- Le jardin public est considéré comme l'espace qui contient plusieurs types de mobilier urbain, ce qui a contribué à en faire l'espace le plus utilisé. Malgré la diversité du mobilier en termes de fonction et de nombre, et malgré son rôle actif dans l'embellissement du paysage urbain du jardin, en effet, ce dernier adopte un design basique.
- L'évaluation sociologique du mobilier urbain, à laquelle nous recourons à travers un questionnaire établi sur un ensemble de critères d'évaluation développés à partir de la revue de littérature et de cas concrets de mobilier urbain intelligent solaire, nous a confirmé que le mobilier urbain dans les jardins évalués à Guelma ne présente aucun aspect du design énergétique autonome, qui est lié à plusieurs critères d'évaluation tels

CONCLUSION GENERALE

que le design numérique intelligent. De plus, il ne montre pas de résilience dans certains cas, qu'ils soient énergétiques ou climatiques. En outre, le design du mobilier influence directement l'usage du jardin, car plus la qualité de celui-ci est élevée, plus celle-ci augmente.

- En ce qui concerne les résultats de l'évaluation climatique, ils ont révélé une relation d'influence et d'interaction entre le mobilier urbain et le climat des espaces publics. Il a été constaté que les éléments les plus utilisés par les usagers dans les trois jardins sont les bancs, ainsi que les tables et les jeux pour enfants dans le premier jardin. Durant la période estivale, notamment lors des journées marquées par de fortes températures, le mobilier exposé directement au rayonnement solaire devient difficilement utilisable en raison de l'accumulation de chaleur, entraînant une gêne thermique pour les usagers. Cela conduit à un évitement de ces éléments, rendant certaines parties des espaces étudiés presque désertes. Même le mobilier partiellement ombragé peut, dans certains cas, stocker une quantité notable de chaleur, ce qui limite également son usage. Ces résultats soulignent la nécessité de repenser la conception du mobilier urbain pour qu'il soit mieux adapté à l'ambiance microclimatique locale, en particulier lors des épisodes de chaleur. Il s'agit d'assurer le confort thermique des usagers et de favoriser une occupation plus durable et agréable des espaces publics.
- En plus de ces résultats, l'évaluation énergétique de l'état actuel des jardins étudiés a montré que ces derniers ne présentent aucun type de design énergétique durable solaire. De plus, le seul mobilier représentant la consommation énergétique du jardin est le lampadaire. Dans ce contexte, et à travers les résultats de l'évaluation sociologique et climatique, il est clair que l'utilisateur a besoin de mobilier énergétique répondant à ses divers besoins, tels que la recharge du téléphone ou de l'ordinateur, ainsi que la nécessité d'énergie pour le refroidissement et le chauffage, et également le besoin de services numériques qui, à leur tour, nécessitent de l'énergie pour être fonctionnels. Ce qui peut également être ajouté, c'est qu'en s'établissant sur l'observation in-situ lors de cette évaluation et également sur les résultats de l'évaluation climatique, qui ont montré que le mobilier est affecté par des facteurs climatiques, principalement le soleil, qui cause des situations d'inconfort thermique, surtout en cas de positionnement direct par rapport au soleil. Cela nous incite à envisager la conception d'un système énergétique solaire qui pourrait améliorer la performance des éléments de ce mobilier en offrant des services énergétiques

CONCLUSION GENERALE

numériques et en renforçant également le confort de l'utilisateur et la qualité de l'espace public.

- Par ailleurs, l'évaluation numérique par simulation, qui visait à évaluer l'autonomie énergétique des jardins à travers l'intégration d'éléments de mobilier solaire, a montré que ce type de mobilier constitue un levier essentiel pour assurer une autonomie énergétique autonome au sein des jardins étudiés. Cette évaluation a considéré plusieurs critères, notamment l'angle d'inclinaison des éléments du mobilier, et également la conception technique des meubles eux-mêmes. Ainsi que leur positionnement par rapport à l'ensoleillement. Il s'agit notamment d'éviter les zones d'ombre ou la présence d'obstacles solaires tels que les arbres ou d'autres structures pouvant nuire à l'efficacité énergétique.

La collecte et la comparaison des résultats issus de ces évaluations ont permis une analyse approfondie de la performance du mobilier urbain, tout en identifiant les principaux critères nécessaires à la conception d'un mobilier intelligent et adaptable. Ces résultats ont également confirmé l'hypothèse formulée dans cette étude, selon laquelle le mobilier urbain énergétique constitue un élément clé dans l'évaluation de l'autonomie énergétique. Par ailleurs, cette recherche a abouti à l'élaboration d'un ensemble de recommandations, présentées sous forme de critères clairs, pouvant servir de cadre méthodologique pour les futures démarches de conception d'un mobilier urbain durable, autonome et sensible aux exigences contemporaines.

1. **La performance fonctionnelle :** elle réside dans la capacité du mobilier urbain à offrir des fonctions durables et smart qui s'adaptent aux défis contemporains ainsi qu'aux attentes des usagers et à leur situation. Par exemple, au moment du déjeuner, les éléments de mobilier peuvent permettre de se connecter à de nombreux restaurants, de consulter les menus et les plats disponibles, puis de commander ce que l'on souhaite. De plus, les éléments de mobilier urbain peuvent offrir des services de santé et de sécurité variés, comme la détection des bactéries, ce qui envoie une alerte à l'utilisateur ou le protège des conditions extérieures inappropriées. On peut également souligner son adaptation aux conditions climatiques locales, contribuant ainsi à améliorer le confort thermique des usagers. Ce type de performance peut être renforcé par l'utilisation de mobilier urbain solaire, capable de répondre à divers besoins énergétiques.
2. **La santé autonome :** dans le mobilier urbain, la santé autonome consiste à proposer des services de santé intelligents intégrés, visant à renforcer l'usage sanitaire de l'espace public. Par exemple, en cas d'urgence médicale, l'utilisateur peut demander de

l'aide ou entrer en contact avec les services de secours à travers des dispositifs prévus à cet effet. Le mobilier peut également offrir des fonctions telles que la désinfection des mains, ou intégrer des équipements favorisant la santé physique, à l'instar de bancs munis de toits mobiles permettant de protéger les usagers contre l'exposition solaire.

3. **La sécurité autonome** : il s'agit de proposer des mobiliers urbains intégrant des services de sécurité intelligents, capables de préserver celle des lieux et de l'espace public tout en améliorant la qualité de l'environnement urbain. Certains éléments du mobilier, dotés de technologies numériques, permettent par exemple de demander de l'aide à distance ou d'alerter l'utilisateur en cas de danger imminent. Ces dispositifs renforcent le concept de sécurité autonome dans l'environnement urbain. Par ailleurs, l'intégration de sources d'énergie renouvelable, notamment via des mobiliers urbains solaires, contribue de manière significative à l'autonomie fonctionnelle de ces éléments, en assurant un fonctionnement smart autonome.
4. **Le confort** : L'amélioration du confort dans l'espace public à travers le mobilier urbain peut se manifester sous plusieurs formes, notamment le confort thermique, qui peut être assuré par l'installation de parasols, de bancs à toitures mobiles, ou de mobiliers diffusant de la chaleur en hiver et de la fraîcheur en été. On distingue également le confort acoustique, apporté par des éléments capables d'absorber ou d'atténuer les nuisances sonores, ainsi que le confort olfactif, que certains mobiliers sensibles aux odeurs contribuent à améliorer. Enfin, le confort visuel peut être optimisé grâce à un design soigné, une intégration harmonieuse dans l'environnement, et une gestion adaptée de la lumière.
5. **La résilience** : la combinaison entre ce concept et le mobilier urbain se traduit par de nombreux aspects. Le mobilier résilient peut s'adapter aux conditions spécifiques de l'espace dans lequel il se trouve, par exemple, lors de conditions urbaines défavorables comme un tremblement de terre. Le mobilier doit offrir des services à l'utilisateur, tels que la connexion Internet, les appels d'urgence, le chauffage ou le refroidissement des aliments. De plus, dans d'autres cas, comme une pluie soudaine, le mobilier doit être équipé d'éléments flexibles et sensibles, comme des parasols mobiles. La résilience du mobilier urbain peut également se manifester par son adaptation aux conditions climatiques estivales. Par exemple, il peut fournir du refroidissement et de l'ombrage. En outre, des aspects de résilience en matière de santé et de sécurité, et d'autres services qui doivent être adaptés aux saisons et aux périodes diurnes et nocturnes

peuvent être intégrés. Tout cela vise à renforcer la qualité d'usage de l'espace dans lequel il se trouve grâce à la résilience.

6. **L'autonomie énergétique :** ce principe constitue un aspect fondamental dans le design du mobilier urbain, car il permet de réaliser et de renforcer l'ensemble des critères évoqués précédemment. L'autonomie énergétique dans la conception du mobilier repose sur l'intégration de sources d'énergie renouvelable, elle offre de nombreux avantages fonctionnels et environnementaux. Par exemple, les bancs publics autonomes en énergie peuvent permettre la recharge des téléphones ou des ordinateurs portables des usagers. De même, les dispositifs de signalisation et d'orientation, lorsqu'ils sont équipés de panneaux solaires, peuvent proposer des services numériques en temps réel, renforçant ainsi la vitalité et l'intelligence de l'espace public. L'autonomie énergétique contribue donc à améliorer la performance globale du mobilier et à optimiser la qualité d'usage de l'espace urbain dans lequel il s'insère.
7. **L'usage saisonnier :** la relation entre le mobilier urbain et les conditions climatiques constitue un facteur déterminant pour son usage adapté tout au long de l'année. Dans des contextes marqués par des variations climatiques importantes, notamment les températures élevées en été ou le froid en hiver, le mobilier doit être conçu pour offrir une adaptation saisonnière. Par exemple, l'installation de dispositifs d'ombrage tels que des toitures mobiles ou des parasols, ainsi que de brumisateurs, permet de rendre l'espace public plus agréable en période de chaleur extrême. À l'inverse, des éléments chauffants peuvent améliorer le confort des usagers durant les saisons hivernales. Ainsi, un mobilier urbain sensible aux saisons contribue à une utilisation continue, confortable et inclusive de l'espace public urbain.
8. **L'usage diurne et nocturne :** ce concept, appliqué au mobilier urbain, implique une adaptation aux différentes conditions d'usage selon le moment de la journée. En période diurne, le mobilier doit intégrer un design résilient aux variations climatiques, avec des équipements adaptés aux chaleurs estivales et aux facteurs climatiques hivernaux, comme des parasols thermiquement efficaces. En période nocturne, l'éclairage devient essentiel, les éléments tels que les bancs, les abris ou les panneaux doivent être équipés de systèmes lumineux durables intégrés. Cette résilience énergétique garantit en même temps la continuité d'usage, et la qualité de l'expérience urbaine, de jour comme de nuit.

9. **La numérisation** : dans le contexte de la transition numérique, le mobilier urbain se doit d'offrir des services connectés répondant aux besoins actuels des usagers. Cela inclut l'accès à Internet, la communication à distance, ou encore des services numériques liés à la santé, la sécurité et même la restauration (comme la commande de repas). Par ailleurs, le mobilier connecté permet une gestion intelligente et à distance de l'espace public, renforçant ainsi la sécurité, l'efficacité des services urbains et l'interaction entre l'utilisateur et son environnement urbain.
10. **Le design formel et le biomimétisme** : le design formel du mobilier urbain joue un rôle central dans l'amélioration de l'esthétique des espaces publics et dans le renforcement du confort visuel. Une forme bien pensée peut refléter l'identité du lieu et faciliter la lisibilité spatiale. Le recours au biomimétisme, en s'inspirant des formes et systèmes naturels, permet d'optimiser en même temps l'apparence et la fonctionnalité du mobilier. Cette approche contribue à créer des objets urbains harmonieux, intégrés à leur environnement, et porteurs d'un langage formel significatif. Cela contribue à promouvoir la qualité paysagère et à valoriser l'esthétique de l'espace urbain.

L'ensemble des directives précédemment évoquées, considérées comme des critères essentiels pour améliorer le design du mobilier urbain, entretient un lien direct avec l'autonomie énergétique des éléments de mobilier. En effet, cette autonomie contribue à concrétiser et à renforcer l'efficacité de chacun de ces critères.

2. Limites de la recherche et difficultés rencontrées

Cette recherche a été entravée par diverses contraintes et limites que nous ne pouvons pas surmonter, parmi lesquelles nous mentionnons.

- La complexité du sujet, surtout qu'il est difficile d'aborder la question du mobilier urbain solaire dans un jardin public comme un élément indépendant de son environnement spatial et vécu. De plus, l'absence d'un mobilier urbain solaire dans ces jardins oriente le travail vers deux directions différentes : la première, plus opérationnelle, concerne la conception de ce mobilier, tandis que la deuxième, plus analytique, se concentre sur l'évaluation de sa contribution à l'assurance du confort des usagers et au renforcement de l'autonomie énergétique du jardin public.
- Lors de l'évaluation climatique, il est difficile d'obtenir des informations spécifiques sur la région de Guelma, et ce, lors des 10 dernières années.
- De plus, la difficulté d'obtenir des instruments de mesure climatique pour l'évaluation climatique des jardins de l'étude de cas simultanément.

- La difficulté de la phase de simulation est particulièrement due au fait qu'elle concerne l'échelle urbaine, et cela sur deux dimensions. La première est que la simulation combine deux éléments : le premier est énergétique, à savoir l'énergie solaire, et le second est urbain, à savoir le mobilier urbain. Quant à la deuxième dimension, sa difficulté résidait dans l'échelle de la simulation, qui comprenait trois jardins avec trois éléments de mobilier urbain solaire.
- Lors de la phase d'évaluation sociologique par questionnaire, nous avons rencontré quelques obstacles, notamment la difficulté pour les répondants de comprendre les objectifs du questionnaire et certaines questions, ce qui nous a contraints à prendre plus de temps et à réduire le nombre de répondants.

3. Perspectives et recherches futures

Cette thèse offre de nombreuses contributions visant à améliorer la qualité d'usage des jardins publics à Guelma ville à travers le mobilier urbain solaire, qui permet de promouvoir leur autonomie énergétique. En outre, cette recherche s'inscrit dans une perspective de renforcement d'un design urbain contemporain durable et de construction d'une ville smart et résiliente. Cette étude ouvre de nombreuses perspectives qui pourraient devenir des axes de recherche futurs.

- cette étude se concentre exclusivement sur l'évaluation de la contribution des mobiliers solaires à l'autonomie énergétique dans les jardins. Cependant, il existe d'autres types d'espaces publics où l'étude pourrait être menée, tels que les places publiques ou les rues, afin d'élargir davantage le champ de l'étude, surtout que ces lieux sont moins ombragés par les arbres que les jardins.
- Cette étude se concentre également sur l'analyse de l'un des éléments du design énergétique durable, qui est le design solaire dans le mobilier urbain. Cependant, il existe une autre source d'énergie renouvelable durable qui peut être considérée. Cela dans l'espace public urbain, surtout qu'elle combine entre le mobilier et l'utilisateur. Dans ce cas, l'énergie durable provient de l'énergie cinétique générée par les usagers du mobilier, que ce soit par la marche, le jeu, le saut ou divers mouvements sportifs. Cela peut contribuer à la production d'énergie et à l'amélioration de l'autonomie énergétique dans l'espace public de l'étude.
- Cette recherche s'attache exclusivement à l'utilisation du mobilier urbain solaire pour évaluer l'autonomie énergétique des jardins publics urbains, bien qu'un autre type de

CONCLUSION GENERALE

mobilier énergétique puisse être envisagé, notamment celui à énergie renouvelable éolienne.

- Cette étude se concentre sur l'un des piliers de l'autonomie urbaine, à savoir l'autonomie énergétique, tout en mettant en lumière l'autonomie numérique par l'intelligence artificielle dans l'espace public.
- Cette étude se concentre également sur l'autonomie énergétique urbaine. Cependant, on peut aussi se concentrer sur l'autonomie végétale en s'appuyant sur l'agriculture urbaine, qui est l'un des critères d'amélioration de la conception urbaine et de promotion de la durabilité urbaine.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abdallah, M., Adghim, M., Maraqa, M., & Aldahab, E. (2019). Simulation and optimization of dynamic waste collection routes. *Waste Management & Research*, 37(8), 793-802. <https://doi.org/10.1177/0734242X19833152>
- A Simulation-Based Study on the Impact of Parametric Design on Outdoor Thermal Comfort and Urban Overheating. (s. d.). Consulté 7 avril 2025, à l'adresse <https://www.mdpi.com/2073-445X/13/6/829>
- Abdallah, M., Adghim, M., Maraqa, M., & Aldahab, E. (2019). Simulation and optimization of dynamic waste collection routes. *Waste Management & Research*, 37(8), 793-802. <https://doi.org/10.1177/0734242X19833152>
- Abdelhakim, H. (2018). Le Végétal urbain générateur de confort thermique dans les villes sahariennes contemporaines. Cas des places publiques de la ville de Biskra/Algérie [PhD Thesis, Université Mohamed Khider de Biskra, Département d'Architecte]. <https://www.ccdz.cerist.dz/admin/notice.php?id=00000000000000863547000269>
- Abedi, M., & Hemati, R. (s. d.). Investigating urban furniture design approaches with sustainable design approach. Consulté 5 septembre 2024, à l'adresse <https://archive.afamevents.ir/wp-content/uploads/2022/10/afam-events-icodm-2019-11.pdf>
- Adolphe, L. (2023). Gestion intégrée de l'environnement urbain et résilience : De la ville à la ville durable. ISTE Group. <https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=sJCoEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Gestion+int%C3%A9gr%C3%A9e+de+l%E2%80%99environnement+urbain+et+r%C3%A9silience:+De+la+ville+%C3%A0+la+ville+durable.&ots=YXCY-RG8WI&sig=E3AHVX8HCZ4BZhOCQzfkWfKSjrw>
- Afiatna, F. A., & Anityasari, M. (s. d.). DESIGN AND EVALUATION PRODUCT SERVICE SYSTEM (PSS) FOR FURNITURE. Consulté 5 septembre 2024, à l'adresse <https://repository.its.ac.id/71715/2/25141201006-paperpdf.pdf>
- Africa, J., Heerwagen, J., Loftness, V., & Ryan Balagtas, C. (2019). Biophilic design and climate change : Performance parameters for health. *Frontiers in Built Environment*, 5, 28.
- Aghera, I. E., & Anagal, V. (2023). INVESTIGATING THE RELATIONSHIP BETWEEN STREET DESIGN AND URBAN VITALITY THROUGH 'SMART-CITY INITIATIVE' CASE OF PUNE, MAHARASHTRA, INDIA. https://www.academia.edu/download/109959725/09_ShodhKosh_M211.pdf
- Ahmadi, H. (s. d.). An analysis of the use of urban furniture in city. Consulté 5 septembre 2024, à l'adresse <https://archive.afamevents.ir/wp-content/uploads/2022/10/afam-events-icodm-2019-28.pdf>
- Ali, F., Dawood, A., Hussain, A., Alnasir, M. H., Khan, M. A., Butt, T. M., Janjua, N. K., & Hamid, A. (2024). Fueling the future : Biomass applications for green and sustainable energy. *Discover Sustainability*, 5(1), 156. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00309-z>
- Allahdadi, M. (2017). Effectiveness of Urban Furniture Designing to Enhance Social Interactions. *International Conference on Contemporary Iran an Civil Engineering Architecture and Urban Development*.

- https://www.researchgate.net/profile/Marzieh-Allahdadi/publication/347933748_Effectiveness_of_Urban_Furniture_Designing_to_Enhance_Social_Interactions/links/5fe8509ca6fdccdc807691b/Effectiveness-of-Urban-Furniture-Designing-to-Enhance-Social-Interactions.pdf
- Allameh, E., & Heidari, M. (2020). Sustainable street furniture. *Periodica Polytechnica Architecture*, 51(1), 65-74.
- Angers, M. (1996). *Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaines*.
- Ayala-Chauvin, M., Riba Sanmartí, G., Riba, C., & Lara, P. (2022). Evaluation of the energy autonomy of urban areas as an instrument to promote the energy transition. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 17(1), 2053897. <https://doi.org/10.1080/15567249.2022.2053897>
- Babu, A. M., Kumar, T. S., & Kodati, S. (2021). Construction Method of Urban Planning Development Using Artificial Intelligence Technology. *Design Engineering*, 7. https://www.researchgate.net/profile/Mahesh-Babu-Awari/publication/353794881_Design_Engineering_CONSTRUCTION_METHOD_OF_URBAN_PLANNING_DEVELOPMENT_USING_ARTIFICIAL_INTELLIGENCE_TECHNOLOGY/links/61125200169a1a0103ee1e5c/Design-Engineering-CONSTRUCTION-METHOD-OF-URBAN-PLANNING-DEVELOPMENT-USING-ARTIFICIAL-INTELLIGENCE-TECHNOLOGY.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail
- Badeche, H. (2014). *L'espace public entre conception et usage : Cas des jardins publics de Biskra*. [PhD Thesis, Université Mohamed Khider Biskra]. <http://thesis.univ-biskra.dz/id/eprint/153>
- Bareið, K. (2020). Potential of power-to-heat from excess wind energy on the city level. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 15(1), 26-43. <https://doi.org/10.1080/15567249.2020.1740358>
- Barton, H., Grant, M., & Guise, R. (2021). *Shaping neighbourhoods : For local health and global sustainability*. Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780429321245/shaping-neighbourhoods-hugh-barton-marcus-grant-richard-guise>
- Beatley, T. (2011). *Biophilic cities : Integrating nature into urban design and planning*. Island Press. <https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=H9Y4z68WSgUC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Biophilic+cities:+Integrating++nature+into+urban+design+and+planning.+Island++Press.+&ots=ZnCi5AROr9&sig=e6tXA4ltcaNLQ6zGIsmTfFEMMIU>
- Beatley, T. (2016). *Handbook of biophilic city planning & design*. Island Press. [https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=wnmIDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Beatley+\(2016&ots=fYhQQNuqT&sig=rxV44mY1bET417cxaUfgA1cencE](https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=wnmIDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Beatley+(2016&ots=fYhQQNuqT&sig=rxV44mY1bET417cxaUfgA1cencE)
- Beatley, T., & Newman, P. (2013). Biophilic cities are sustainable, resilient cities. *Sustainability*, 5(8), 3328-3345.
- Belkacemi, H. (2019). *L'espace vert public à Biskra entre la planification et l'application* [PhD Thesis, Université Mohamed Khider–Biskra]. <http://thesis.univ-biskra.dz/id/eprint/4217>
- Ben Dhaou, O., & Vasváry-Nádor, N. (2022). Integration of sustainable street furniture in Tunisian urban public spaces. *Pollack Periodica*, 17(1), 151-155.
- Ben Dhaou, O., Vasváry-Nádor, N., & Gall, A. (2022). Designing street furniture : A protocol to enhance the quality of life in urban spaces. *Pollack Periodica*. <https://akjournals.com/view/journals/606/17/2/article-p175.xml>
- BENAMOR, K. (2017). *L'impact de la morphologie urbaine sur la demande énergétique dans les zones arides-Cas*

- d'un tissu urbain épars, cité 76 logements à Biskra [PhD Thesis, Université Mohamed Khider–Biskra].
<http://thesis.univ-biskra.dz/id/eprint/4220>
- Benhassine-Touam, N., & Labii, B. (2011). Une stratégie verte dans un urbanisme de sante et de bien-être à Constantine : Une approche méthodologique. *Sciences & Technologie. D, Sciences de la terre*, 23-35.
- Bolkaner, M. K., İnançoğlu, S., & Asilsoy, B. (2019). A study on urban furniture : Nicosia old city. *European Journal of Sustainable Development*, 8(2), 1-1.
- Borini, M., & Campioli, S. (2024). The Intangible Values of Placemaking in Engaging Youth for Activating and Shaping Places. *The Journal of Public Space*, 9(2), 147-166.
- Bostancı, G., & Keçecioglu Dağlı, P. (2024). A review of personal space and the factors affecting its perception in open-green areas from the perspective of landscape architecture. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(9), 7678.
- Bouhallit, Z., Djouad, F. Z., Dechaicha, A., & Alkama, D. (2024). Assessment of the quality of public garden use through their urban furniture, case study of the city of Guelma, Algeria. *South Florida Journal of Development*, 5(12), e4844-e4844.
- Bounnah, A., & Bourbia, F. (2015). L'amélioration du microclimat des places publiques réhabilitées. <https://dspace.univ-constantine3.dz/jspui/handle/123456789/1679>
- Brown, R. D., Vanos, J., Kenny, N., & Lenzholzer, S. (2015). Designing urban parks that ameliorate the effects of climate change. *Landscape and Urban Planning*, 138, 118-131.
- Brunner, J., & Cozens, P. (2013). 'Where Have All the Trees Gone?' Urban Consolidation and the Demise of Urban Vegetation : A Case Study from Western Australia. *Planning Practice and Research*, 28(2), 231-255. <https://doi.org/10.1080/02697459.2012.733525>
- Brunon, H., & Mosser, M. (2010). L'art du jardin. http://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/paysagisme/design/Art-du-jardin_Repres_Novembre-2010-2.pdf
- Cacique, M., & Ou, S.-J. (2022). Biophilic design as a strategy for accomplishing the idea of healthy, sustainable, and resilient environments. *Sustainability*, 14(9), 5605.
- Carmona, M. (2009). Sustainable urban design : Principles to practice. *International Journal of Sustainable Development*, 12(1), 48. <https://doi.org/10.1504/IJSD.2009.027528>
- Carmona, M. (2019). Place value : Place quality and its impact on health, social, economic and environmental outcomes. *Journal of Urban Design*, 24(1), 1-48. <https://doi.org/10.1080/13574809.2018.1472523>
- Carmona, M., Heath, T., Oc, T., & Tiesdell, S. A. (2003). *Public Places Urban Space : The Dimensions of Urban Design*. Architectural Press. <https://abdn.elsevierpure.com/en/publications/public-places-urban-space-the-dimensions-of-urban-design>
- Carmona, M., & Magalhães, C. D. (2009). Local environmental quality : Establishing acceptable standards in England. *Town Planning Review*, 80(4-5), 517-548. <https://doi.org/10.3828/tpr.2009.9>
- Carr, S. (1992). *Public space*. Cambridge University Press.

<https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=pjo4AAAAIAAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=Public+Space+1992&ots=eAsb-JYu74&sig=5yMTLpGQfd-NiK0GVk5hPAvuVXY>

- Cartledge, P. (2009). *Ancient Greece : A history in eleven cities*. OUP Oxford.
[https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=FhaeDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Cartledge,+P.+\(2009\).+Ancient+Greece:+A+History+in+Eleven+Cities.+Overlook+Press.&ots=_DeECdMis7&sig=-j5y5rrqtTISddv7yeVQlbeChXk](https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=FhaeDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Cartledge,+P.+(2009).+Ancient+Greece:+A+History+in+Eleven+Cities.+Overlook+Press.&ots=_DeECdMis7&sig=-j5y5rrqtTISddv7yeVQlbeChXk)
- Çatalyürekoğlu, S., & Altıparmakogulları, Y. (2023). Kent Mobilyalarının Tasarım Süreçlerinin ve Ergonomisinin Üretici ve Kullanıcı Görüşleri Çerçevesinde Değerlendirilmesi : Kent Mobilyası Tasarım Süreci ve Ergonomisi. *Tasarim+ Kuram*, 19(39), 296-315.
- Cengiz, C., Karaelmas, D., & Dağlı, P. K. (2018). The Examination of Urban Furniture in Bülent Ecevit University Farabi Campus in Terms of Landscape Design. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(3), 465-476.
- Cengiz, C., & Keçecioglu Dağlı, P. (2019). THE ROLE OF MEMORY SPACES IN URBAN SUSTAINABILITY : BARTIN EXAMPLE.
- Chanard, C. (2011). *Territoire et énergie : Politiques locales, échelles d'intervention et instruments de mobilisation, de connaissance et d'action* [PhD Thesis, Université de Franche-Comté].
<https://theses.hal.science/tel-01282697/>
- Chanard, C. (2011). *Territoire et énergie : Politiques locales, échelles d'intervention et instruments de mobilisation, de connaissance et d'action* [PhD Thesis, Université de Franche-Comté].
<https://theses.hal.science/tel-01282697/>
- Chen, H., Hong, B., Qu, H., Geng, Y., & Su, M. (2022). Effects of Acoustic Perception on Outdoor Thermal Comfort in Campus Open Spaces in China's Cold Region. *Buildings*, 12(10), 1518.
- Chen, M., & Lyu, J. H. (2014). Aesthetic evaluation of furniture design based on ANP method. *Applied Mechanics and Materials*, 574, 318-323.
- Chen, W., Cheshmehzangi, A., Mangi, E., & Heath, T. (2022). Research note : Optimising urban furniture in external space of subway stations in China-a case study of Wushan station in Guangzhou. *Journal of Resilient Economies*, 2(2), 41-47.
- Chesher, C., Hanchard, M., Humphry, J., Merrington, P., Gangneux, J., Joss, S., Maalsen, S., & Wessels, B. (2023). *Discovering smart : Early encounters and negotiations with smart street furniture in London and Glasgow*. *Digital Geography and Society*, 4, 100055.
- Ciaramella, A., Bellintani, S., Savio, L., Carbonaro, C., Pagani, R., Pennacchio, R., Peretti, G., & Thiebat, F. (2018). Smart furniture and smart city. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 365(2), 022012.
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/365/2/022012/meta>
- Clergeau, P. (1996). Une biodiversité urbaine?
<https://agris.fao.org/search/en/providers/122439/records/647472652d3f560f80aaee35>
- Cody, J., & Siravo, F. (2019). *Historic Cities : Issues in Urban Conservation*. Getty Publications.
- Constante, D. M. A., & Erazo, C. R. R. (2024). The role of renewable energies in the transition to a sustainable energy model : Challenges and opportunities. *Journal of business and entrepreneurial studie*, 8(3), 38-48.
- COOK, J. (1976). *AUTONOMOUS HOUSE-DESIGN AND PLANNING FOR SELF-SUFFICIENCY-VALE*, B,

- VALE, R. AMER INST ARCHITECTS 1735 NEW YORK AVE NW, WASHINGTON, DC 20006.
- Correa, J. (2008). Self-sufficient Urbanism : A Vision of Contraction for the Non-distant Future. Lulu. com. https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=fxDXetdEap4C&oi=fnd&pg=PA9&dq=self-sufficient+urbanism&ots=QfZ3-Bnlg_&sig=uoQtDrPM9hMjn6ygh9iXnBBIdMc
- DAĞLI, R. A. P. K. (2019). THE ROLE OF MEMORY SPACES IN URBAN SUSTAINABILITY : BARTIN EXAMPLE Assoc. Prof. Canan CENGİZ. FULL PAPERS BOOK, 37.
- Davarinezhad, M., & Rahnema, M. (2015). The assessment of urban furniture for the disabled (Case study : Shiraz City and large park). *Journal of Civil Engineering and urbanism*, 1, 16-21.
- Demir, B. (2018). Kamusal mekanların akıllı kent mobilyaları kullanılarak düzenlenmesi üzerine bir öneri : Maltepe dolgu alanı Orhangazi Şehir Parkı örneği [Master's Thesis]. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Demuzere, M., Orru, K., Heidrich, O., Olazabal, E., Geneletti, D., Orru, H., Bhave, A. G., Mittal, N., Feliú, E., & Faehnle, M. (2014). Mitigating and adapting to climate change : Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *Journal of environmental management*, 146, 107-115.
- de Ruggiero, A. C., Calzolari, L., Soffritti, C., Varone, A., & Garagnani, G. L. (2019). Cast iron metalworks in european urban furniture dating back to the 19th and the early 20th centuries. *Materials Science Forum*, 941, 663-667. <https://www.scientific.net/MSF.941.663>
- Dhaou, O. B. (2023). Designing Street Furniture : Principles and Criterias to Provide Adequate Approaches to Enhance the Quality of Life in Urban Spaces [PhD Thesis, University of Pécs (Hungary)]. <https://search.proquest.com/openview/2d6891d065924fb21e4a6a25b85474f2/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
- Djouad, F. Z. (2021). The Biophilic Approach to Qualify the Inhabitant-Nature Relationship in the Domestic Space : The Case of the City of El Kala, Algeria. *Architecture and Urban Planning*, 17(1), 103-111. <https://doi.org/10.2478/aup-2021-0010>
- Doutre, J. (2017). De Grenoble à Sofia : Une sociologie des parcs et jardins publics en milieu urbain [PhD Thesis, Université Grenoble Alpes; Nouvelle Université Bulgare]. <https://hal.science/tel-01816392/>
- Elnabawi, M. H., Hamza, N., & Dudek, S. (2013). Urban morphology impact on microclimate of the Fatimid city, Cairo, Egypt. *Proceedings of the International Conference on Changing Cities: Spatial, morphological, formal & socio-economic dimensions. Skiathos island, Greece.* https://www.researchgate.net/profile/Mohamed-Mahgoub-13/publication/262860822_Urban_morphology_impact_on_microclimate_of_the_Fatimid_city_Cairo_Egypt/links/553c83d60cf2c415bb0b2f10/Urban-morphology-impact-on-microclimate-of-the-Fatimid-city-Cairo-Egypt.pdf
- Elnabawi, M. H., Hamza, N., & Dudek, S. (2013). Urban morphology impact on microclimate of the Fatimid city, Cairo, Egypt. *Proceedings of the International Conference on Changing Cities: Spatial, morphological, formal & socio-economic dimensions. Skiathos island, Greece.* https://www.researchgate.net/profile/Mohamed-Mahgoub-13/publication/262860822_Urban_morphology_impact_on_microclimate_of_the_Fatimid_city_Cairo_Egypt/links/553c83d60cf2c415bb0b2f10/Urban-morphology-impact-on-microclimate-of-the-Fatimid-city-Cairo-Egypt.pdf
- Elsayed, E. N., & Ashrry, A. N. (2020). A Proposed Model for Measuring the Performance of Smart Public Parks.

- ERJ. Engineering Research Journal, 43(3), 245-260.
- Farrokhirad, Z. (2018). Introducing Effective Factors on Urban Furniture Designing, Emphasizing on Color and Aesthetic Dimension (Bu-Ali Sina Street as a Case of Study). *specialty journal of architecture and construction*, 4(1-2018), 1-11.
- KHELIFA, F. (2024). La Paramétrage de microclimat urbain par la végétation et les plans d'eau. Cas de la ville Souk Ahras [PhD Thesis]. <https://dspace.univ-guelma.dz/xmlui/handle/123456789/16198>
- Ferreira, A. J. D., Guilherme, R. I. M., & Ferreira, C. S. S. (2018). Urban agriculture, a tool towards more resilient urban communities? *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 5, 93-97.
- Foster, R., Ghassemi, M., & Cota, A. (2009). *Solar energy : Renewable energy and the environment*. CRC press. <https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=DiNr-G4eawIC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Solar+energy:+renewable+energy+and+the+environment&ots=OtptoSs-Kb&sig=oJcm41B0gSLOxfYLnHJhRFpRe9Q>
- Fusaro, G., D'Alessandro, F., Baldinelli, G., & Kang, J. (2018). Design of urban furniture to enhance the soundscape : A case study. *Building Acoustics*, 25(1), 61-75. <https://doi.org/10.1177/1351010X18757413>
- Gehl, J. (2011). "Three Types of Outdoor Activities," "Life Between Buildings," and "Outdoor Activities and the Quality of Outdoor Space" : From Life Between Buildings: Using Public Space (1987). In *The City Reader* (p. 586-608). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203869260-73/three-types-outdoor-activities-life-buildings-outdoor-activities-quality-outdoor-space-life-buildings-using-public-space-1987-jan-gehl>
- Gehl, J. (2013). *Cities for People*. (2010). London. https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=bzGRDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA241&dq=Gehl+Cities+for+People+2010&ots=SO4NF1zONd&sig=19_anVU63Pb2xCLHitH7fqxmwbM
- GHERRAZ, H. (2021). L'impact de l'espace vert sur le microclimat urbain et l'utilisation des espaces extérieurs (Cas de la ville de Constantine) [PhD Thesis, Université Mohamed Khider-Biskra]. <http://thesis.univ-biskra.dz/5543/>
- Ghorab, P., & Caymaz, G. F. Y. (2015). Evaluation of street furniture according to basic design principles. *International Journal of Electronics Mechanical and Mechatronics Engineering*, 4(3), 757-772.
- Gómez-Carmona, O., Casado-Mansilla, D., & López-de-Ipiña, D. (2018). Multifunctional interactive furniture for smart cities. *Proceedings*, 2(19), 1212. <https://www.mdpi.com/2504-3900/2/19/1212>
- Grabiec, A. M., Lacka, A., & Wiza, W. (2022). Material, functional, and aesthetic solutions for urban furniture in public spaces. *Sustainability*, 14(23), 16211.
- Guallart, V. (2014). *The Self-Sufficient City : Internet has changed our lives but it hasn't changed our cities, yet*. Actar D, Inc. https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=UosmEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA21&dq=self+sufficient+city&ots=RrQAaufUiv&sig=yWd5q_0CQ3tiVeo6mLf0s-kcJY8
- Guechi, I., Gharraz, H., & Alkama, D. (2022). Étude analytique de l'urbanisation et son impact sur la température terrestre (LST), à l'aide de données de télédétection et SIG, cas de Guelma (Algérie). *مجلة العمارة وبيئة الطفل*, 93-78 ,(3)7.
- Gullone, E. (2000). *The Biophilia Hypothesis and Life in the 21st Century : Increasing Mental Health or Increasing*

- Pathology? *Journal of Happiness Studies*, 1(3), 293-322. <https://doi.org/10.1023/A:1010043827986>
- Habermas, J. (1991). *The structural transformation of the public sphere : An inquiry into a category of bourgeois society*. MIT press.
<https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=e799caakIW0C&oi=fnd&pg=PR11&dq=The+Structural+Transformation+of+the+Public+Sphere:+An+Inquiry+into+a+Category+of+Bourgeois+Society&ots=5SFGgVOZEZ&sig=k4G4hpczw6yyfxtAkKGAgHILcwo>
- Habermas, J., & Press, P. (1989). *The public sphere : An inquiry into a category of Bourgeois society*. Cambridge: Polity Press. <https://courses.ischool.berkeley.edu/i218/s10/JH-STPS.pdf>
- Halima, B. (s. d.). *L'espace public entre conception et usage : Cas des jardins publics de Biskra* [PhD Thesis]. Consulté 28 décembre 2024, à l'adresse <http://archives.univ-biskra.dz/handle/123456789/23787>
- HAMMOU, H. S. (2019). *La qualité des espaces publics-Cas des places de la ville de Béchar* [PhD Thesis, Université Mohamed Khider–Biskra]. <http://thesis.univ-biskra.dz/id/eprint/4218>
- HANAFI, A. (2018). *Le végétal urbain générateur de confort thermique dans les villes sahariennes contemporaines. «Cas des places publiques de la ville de Biskra/Algérie»* [PhD Thesis, UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA]. <http://thesis.univ-biskra.dz/4008/>
- HANNOUFA, N. (2024). *La qualité des promenades urbaines littorales entre réalité des phénomènes et perception des usagers.(Cas de la promenade des Sablettes à Alger)*. [PhD Thesis]. <https://dspace.univ-guelma.dz/xmlui/handle/123456789/15815>
- Hartman, T. (2018). *Handbook of Biophilic City Planning and Design*. Taylor & Francis. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08111146.2018.1437872>
- Haughton, G., & Hunter, C. (2004). *Sustainable cities*. Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780203645567/sustainable-cities-graham-haughton-c-olin-hunter>
- Himri, Y., Rehman, S., Alhems, L. M., Himri, S., Merzouk, M., & Merzouk, N. K. (2023). Long-Term Drought Study in Algeria Based on Meteorological Data. In *Integrated Drought Management, Volume 1* (p. 169-190). CRC Press. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781003276555-8/long-term-drought-study-algeria-based-meteorological-data-youcef-himri-rehman-alhems-himri-merzouk-kasbadji-merzouk>
- Hussain, M. N., Zaman, M. R., Halim, M. A., Ali, M. S., & Khan, M. Y. A. (2024). *A Comprehensive Review of Renewable and Sustainable Energy Sources with Solar Photovoltaic Electricity Advancement in Bangladesh*. *Control Systems and Optimization Letters*, 2(1), 1-7.
- Integrating Renewable Energy Systems into Urban Furniture... - Google Scholar. (s. d.). Consulté 27 décembre 2024, à l'adresse https://scholar.google.com/scholar?hl=fr&as_sdt=0%2C5&q=Integrating+Renewable+Energy+Systems+into+Urban+Furniture+for+Recreational++Spaces%3A+A+Design+Proposal+for+Konya+Adalet+Park&btnG=
- Ivanov, D. (2021). Supply Chain Viability and the COVID-19 pandemic : A conceptual and formal generalisation of four major adaptation strategies. *International Journal of Production Research*, 59(12), 3535-3552.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1890852>

- Jakimavicius, M., Burinskiene, M., & Gusaroviene, M. (2017). A multiple criteria evaluation of a new streets development projects in Vilnius city. *Environmental Engineering. Proceedings of the International Conference on Environmental Engineering. ICEE*, 10, 1-8. https://www.researchgate.net/profile/Marius-Jakimavicius/publication/319907765_A_Multiple_Criteria_Evaluation_of_a_New_Streets_Development_Projects_in_Vilnius_City/links/5bb71c54a6fdcc9552d3f72a/A-Multiple-Criteria-Evaluation-of-a-New-Streets-Development-Projects-in-Vilnius-City.pdf
- Jellicoe, G., & Jellicoe, S. (1975). *The landscape of man : Shaping the environment from prehistory to the present day*. Thames and Hudson London. <https://library.wur.nl/WebQuery/titel/346372>
- Jenerette, G. D., Harlan, S. L., Stefanov, W. L., & Martin, C. A. (2011). Ecosystem services and urban heat riskscape moderation : Water, green spaces, and social inequality in Phoenix, USA. *Ecological applications*, 21(7), 2637-2651.
- Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A., & Kim, K.-H. (2018). Solar energy : Potential and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 894-900.
- Kabisch, N., Qureshi, S., & Haase, D. (2015). Human–environment interactions in urban green spaces—A systematic review of contemporary issues and prospects for future research. *Environmental Impact assessment review*, 50, 25-34.
- Kammen, D. M., & Sunter, D. A. (2016). City-integrated renewable energy for urban sustainability. *Science*, 352(6288), 922-928. <https://doi.org/10.1126/science.aad9302>
- Kant, E. (2024). *Fondements de la métaphysique des mœurs*. BoD-Books on Demand. https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=kPrEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=Kant+Fondement+s+de+la+M%C3%A9taphysique+des+moeurs+&ots=JwsSxsBv-d&sig=jXUpv2Q8V9q_uDA4i1Ibrad9FU
- Katsavounidou, G. (2023). Life between buildings : Using Public Space: The history of Jan Gehl's book and the legacy of its philosophy for designing cities at human scale. *The Future of Central Urban Areas: Sustainable Planning and Design Perspectives from Thessaloniki, Greece*, 21-37.
- Kaur, M., & Tejendra, N. (2022). Mainstreaming Urban Design for Quintessential Contemporary Metamorphosis of Indian Urbanscapes. *Conscious Urbanism*, 2(1), 33-36.
- KAYA, H. S., KAYA, M. E., YAKUT, E. S., Çiçek, M., & TOZLUOĞLU, E. G. (2022). An interdisciplinary urban furniture design model. *A| Z ITU JOURNAL OF THE FACULTY OF ARCHITECTURE*, 19(3), 721-740.
- Kemp, B. J. (2018). *Ancient Egypt : Anatomy of a civilization*. Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781351166485/ancient-egypt-barry-kemp>
- Kleinschmager, R., Pumain, D., & Paquot, T. (2006). *Dictionnaire La ville et l'urbain*. Editions Economica-Anthropos. <https://shs.hal.science/halshs-00568019/>
- Kurdoğlu, B. C., Çelik, K. T., Kurt Konakoğlu, S. S., & Erbaş, Y. S. (2016). The relationship among user, activity and space of street furniture placed at Kanuni Campus-Karadeniz Technical University. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 19-23.
- La Rosa, D., Barbarossa, L., Privitera, R., & Martinico, F. (2014). Agriculture and the city : A method for sustainable planning of new forms of agriculture in urban contexts. *Land use policy*, 41, 290-303.

- Labussière, O., Banos, V., Fontaine, A., Verdeil, E., & Nadaï, A. (2018). The Spatialities of Energy Transition Processes. In O. Labussière & A. Nadaï (Éds.), *Energy Transitions* (p. 239-275). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77025-3_6
- Lee, S., & Kim, Y. (2021). A framework of biophilic urbanism for improving climate change adaptability in urban environments. *Urban forestry & urban greening*, 61, 127104.
- Liu, J., Kamarudin, K. M., Liu, Y., & Zou, J. (2021). Developing pandemic prevention and control by ANP-QFD approach: A case study on urban furniture design in China communities. *International journal of environmental research and public health*, 18(5), 2653.
- Liversidge, J., & Wilson, E. (1976). *Everyday life in the Roman Empire*. (No Title). <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130000794806704128>
- Lobaccaro, G., Croce, S., Lindkvist, C., Probst, M. M., Scognamiglio, A., Dahlberg, J., Lundgren, M., & Wall, M. (2019). A cross-country perspective on solar energy in urban planning : Lessons learned from international case studies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 108, 209-237.
- Lopez, F., Pellegrino, M., & Coutard, O. (2019). *Local energy autonomy : Spaces, scales, politics*. John Wiley & Sons.
- Macdonald, E. (2017). *Urban waterfront promenades*. Taylor & Francis. <https://api.taylorfrancis.com/content/books/mono/download?identifierName=doi&identifierValue=10.4324/9781315740836&type=googlepdf>
- McHarg, I. L. (1969a). *Design with nature*. <https://www.charactertowns.org/wp-content/uploads/2023/08/BR-Design-With-Nature.pdf>
- McHarg, I. L. (1969b). *Design with nature*. <https://www.charactertowns.org/wp-content/uploads/2023/08/BR-Design-With-Nature.pdf>
- Menzio, M.-J., Manusset, S., & Bioret, F. (2014). *Les jardins dans la ville entre nature et culture*. Rennes (Presses universitaires de). <https://journals.openedition.org/lectures/14821>
- Merlin, P., & Choay, F. (1988). *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*. (No Title). <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130000797360902912>
- Mohamadi, P. (2022). The study of urban furniture role and performance in improving the quality of urban environment and satisfaction, and vitality of citizens (Study; Mellat St., Shahrekord). https://jupm.marvdasht.iau.ir/article_5511.html?lang=en
- Mohamed Hassanein, H. (2017). Smart technical street furniture design : Case study of new cairo administrative capital'. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3056712
- Morvillez, E. (2011). Le jardin privé conserve-t-il dans l'Antiquité tardive une forme de sacralité païenne? *Espaces sacrés dans la Méditerranée antique, de l'âge du Bronze à l'Antiquité tardive*, Actes du Colloque des 13-14 octobre, 317-345. https://www.academia.edu/download/103734996/EM_jardins_Espaces_sacres.pdf
- Mueller, T. (2017). Smart urban street furniture solutions in smart cities. *Bee Smart City*, 31.
- Nassima, M. (s. d.). *Etude de l'impact de la morphologie urbaine sur le confort thermique et la marchabilité dans les espaces publics extérieurs Cas de la ville de Sidi Okba*. [PhD Thesis]. Consulté 5 septembre 2024, à l'adresse <http://archives.univ-biskra.dz/handle/123456789/23425>

- Nezhnikova, E., Papelniuk, O., & Dudin, M. (2019). Developing renewable and alternative energy sources to improve the efficiency of housing construction and management. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(3), 172-178.
- Nogeire-McRae, T., Ryan, E. P., Jablonski, B. B., Carolan, M., Arathi, H. S., Brown, C. S., Saki, H. H., McKeen, S., Lapansky, E., & Schipanski, M. E. (2018a). The role of urban agriculture in a secure, healthy, and sustainable food system. *BioScience*, 68(10), 748-759.
- Nogeire-McRae, T., Ryan, E. P., Jablonski, B. B., Carolan, M., Arathi, H. S., Brown, C. S., Saki, H. H., McKeen, S., Lapansky, E., & Schipanski, M. E. (2018b). The role of urban agriculture in a secure, healthy, and sustainable food system. *BioScience*, 68(10), 748-759.
- Olgun, R., & Erdoğan, R. (2016). Urban furniture and user satisfaction : The example of Antalya-Gulluk avenue. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 66(2), 674-682.
- Ons, B. D. (2023). *Designing Street Furniture : Principles and Criterias to Provide Adequate Approaches to Enhance the Quality of Life in Urban Spaces*. <http://pea.lib.ptte.hu/handle/pea/34591>
- Orieno, O. H., Ndubuisi, N. L., Ilojiyanya, V. I., Biu, P. W., & Odonkor, B. (2024). The future of autonomous vehicles in the US urban landscape : A review: analyzing implications for traffic, urban planning, and the environment. *Engineering Science & Technology Journal*, 5(1), 43-64.
- Pancholi, S., Yigitcanlar, T., & Guaralda, M. (2015). Public space design of knowledge and innovation spaces : Learnings from Kelvin Grove Urban Village, Brisbane. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 1(1), 1-17.
- Parks, S. (2018). *A Toolkit, Luskin Center for Innovation*. UCLA.
- Postgate, N. (2017). *Early Mesopotamia : Society and economy at the dawn of history*. Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780203825662/early-mesopotamia-nicholas-postgate>
- Poulot, M.-L. (2015). Visites et promenades urbaines : Un moyen de (s') appropriier la ville? Vers la ville citoyenne, le cas de Montréal. *S'appropriier la ville. Le devenir-ensemble, du patrimoine urbain aux paysages culturels*, p-307.
- Premier, A. (2020). Smart solar urban furniture : Design, application, limits and potentials. *Imaginable Futures: Design Thinking, and the Scientific Method, 54th International Conference of the Architectural Science Association*, 2020. <https://anzasca.net/wp-content/uploads/2021/03/99-Smart-solar-urban-furniture-design-application-limits-and-potentials.pdf>
- Premier, A., GhaffarianHoseini, A., & GhaffarianHoseini, A. (2022). Solar-powered smart urban furniture : Preliminary investigation on limits and potentials of current designs. *Smart and Sustainable Built Environment*, 11(2), 334-345.
- Rawat, V., Athab, A. H., Joshi, S. K., Jayasree, S., Dhabilitya, D., & Devika, J. (2024). Optimising Solar Energy : An Evaluation of IoT-Based Solar Panel Monitoring Systems. *E3S Web of Conferences*, 540, 08005. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2024/70/e3sconf_icpes2024_08005/e3sconf_icpes2024_08005.html
- Risianti, N. S., Bashit, N., Ulfiana, D., & Windarto, Y. E. (2024). The edible green roof : Sustainable urban

- landscape design through biophilic concept for food security in Semarang Metropolitan Region, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1394(1), 012006. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1394/1/012006/meta>
- Risianti, N. S., Dewi, S. P., Susanti, R., Kurniati, R., & Zain, N. S. (2024). Using Biophilic Design to Enhance Resilience of Urban Parks in Semarang City, Indonesia. *Nakhara: Journal of Environmental Design and Planning*, 23(1), 402-402.
- Ryan, C. O., Browning, W. D., Clancy, J. O., Andrews, S. L., & Kallianpurkar, N. B. (2014). Biophilic design patterns : Emerging nature-based parameters for health and well-being in the built environment. *ArchNet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 8(2), 62.
- Saleh, O. R., & Ali, N. M. (2019). توظيف الطاقة الشمسية وعلاقتها بالمتغيرات التصميمية لأثاث الشارع : عمر رشيد صالح-خوال محسن . *Al-Academy*, 93, 227-244.
- Sanches, M. G., & Frankel, L. (2010). *Co-design in public spaces : An interdisciplinary approach to street furniture development*. <https://dl.designresearchsociety.org/drs-conference-papers/drs2010/researchpapers/105/>
- Sánchez-Aparicio, M., González-González, E., Martín-Jiménez, J. A., & Lagüela, S. (2023). Solar Potential Analysis of Bus Shelters in Urban Environments : A Study Case in Ávila (Spain). *Remote Sensing*, 15(21), 5189.
- Şatıroğlu, E., Dinçer, D., & Korgavuş, B. (2023). Urban furniture İn the context of sustanainable materials. *Kent Akademisi*, 16(1), 566-576.
- SAYAD, B. (2021). *La contribution de la végétation et des plans d'eau pour améliorer le confort climatique dans les espaces extérieurs à Guelma* [PhD Thesis]. <https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/handle/123456789/11078>
- Scheer, H. (2007). *The energy autonomy : A new policy for the renewable energies; L'autonomie energetique: une nouvelle politique pour les energies renouvelables*. <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/20967587>
- Sert, M. K., Altıparmakogulları, Y., & Basar, A. G. (2023). Investigation of environmental sustainability awareness in the urban furniture design processes in the Marmara Region. *Kent Akademisi*, 16(1), 338-354.
- Shen, L.-Y., Ochoa, J. J., Shah, M. N., & Zhang, X. (2011). The application of urban sustainability indicators—A comparison between various practices. *Habitat international*, 35(1), 17-29.
- Sioen, G. B., Terada, T., & Yokohari, M. (2016). Neighborhood self-sufficiency in Tokyo : How much can hobby farms contribute. *Growing in Cities; Tappert, S., Ed.; University of Applied Sciences: Basel, Switzerland*, 440-453.
- Sipahi, S., & Sipahi, M. (2024). Raw material stage assessment of seating elements as urban furniture and eco-model proposals. *Sustainability*, 16(10), 4163.
- Sitte, C. (1945). *The art of building cities : City building according to its artistic fundamentals*. Ravenio Books. [https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=WVS-DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=Sitte,+Camillo+\(1986\).+The+Art+of+Building+Cities:+City+Building+According+to+Its+Artistic+Fundamentals&ots=KMMQD4pmsw&sig=_sFkh59iB-H4qL52umG2OrDlwIQ](https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=WVS-DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=Sitte,+Camillo+(1986).+The+Art+of+Building+Cities:+City+Building+According+to+Its+Artistic+Fundamentals&ots=KMMQD4pmsw&sig=_sFkh59iB-H4qL52umG2OrDlwIQ)
- Soffritti, C., Calzolari, L., Chicca, M., Neri, R. B., Neri, A., Bazzocchi, L., & Garagnani, G. L. (2020). Corrigendum to" Cast iron street furniture : A historical review"[*Endeavour* 44 (3)(2020) 100721]. *Endeavour*, 44(4), 100745.

- Tang, X. (2023). Research on Urban Furniture Design in Communities from a Health Promotion Perspective. *J. Humanit. Arts Soc. Sci*, 7, 1451-1459.
- Tarek, S., & Ouf, A. S. E.-D. (2021a). Biophilic smart cities : The role of nature and technology in enhancing urban resilience. *Journal of Engineering and Applied Science*, 68, 1-22.
- Tarek, S., & Ouf, A. S. E.-D. (2021b). Biophilic smart cities : The role of nature and technology in enhancing urban resilience. *Journal of Engineering and Applied Science*, 68(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s44147-021-00042-8>
- Tarek, S., & Ouf, A. S. E.-D. (2021c). Biophilic smart cities : The role of nature and technology in enhancing urban resilience. *Journal of Engineering and Applied Science*, 68(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s44147-021-00042-8>
- Taylor, P. C., Abeysekera, M., Bian, Y., Četenović, D., Deakin, M., Ehsan, A., Levi, V., Li, F., Oduro, R., & Preece, R. (2022). An interdisciplinary research perspective on the future of multi-vector energy networks. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 135, 107492.
- Tel, H. Ö., Sarıışık, G., & Yüksel, F. Ş. K. (2021). Investigation of usability of Urfa stone in urban furniture design. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 36(4), 2287-2299.
- Tereci, A., & Atmaca, M. (2020). Integrating Renewable Energy Systems into Urban Furniture for Recreational Spaces : A Design Proposal for Konya Adalet Park. *Gazi University Journal of Science*, 33(1), 1-12.
- TOUBAL, O. (2023). *Promouvoir la participation des acteurs urbains à la gestion des espaces verts urbains publics. Cas de la ville de Jijel* [PhD Thesis]. <https://dspace.univ-guelma.dz/xmlui/handle/123456789/15359>
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J., & James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure : A literature review. *Landscape and urban planning*, 81(3), 167-178.
- Uslu, E., & Bölükbaşı, A. E. (2019). Urban Furniture in Historical Process. *Journal of History, Culture & Art Research/Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi*, 8(4). <https://pdfs.semanticscholar.org/ebf5/535670e51031abf373d3660a89246ae7b86f.pdf>
- Vale, B., & Vale, R. J. D. (1975). The Autonomous House : Design and planning for self-sufficiency. (No Title). <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130000795295433344>
- Vaziri, I., Ahmadi, F., Rizi, Z. T., & Saffarzadeh, M. (2024). The Impact of Interactions between Resources, Technology, and Technical Aspects of Autonomous Vehicles on Urban Smart Spaces. *International Journal of Innovation Management and Organizational Behavior (IJIMOB)*, 4(2), 142-154.
- Wai, C. Y., Tariq, M. A. U. R., Chau, H.-W., Muttill, N., & Jamei, E. (2024). A Simulation-Based Study on the Impact of Parametric Design on Outdoor Thermal Comfort and Urban Overheating. *Land*, 13(6), 829.
- Whyte, W. H. (1980). *The social life of small urban spaces*. <https://www.academia.edu/download/55908872/thesociallifeofsmallurbanspacesmohddanish-150407042346-conversion-gate01.pdf>
- Wijesooriya, N., Brambilla, A., & Markauskaite, L. (2023). Biophilic design frameworks : A review of structure, development techniques and their compatibility with LEED sustainable design criteria. *Cleaner Production*

Letters, 4, 100033.

Wilson, A. (2000). Drainage and sanitation. In *Handbook of ancient water technology* (p. 151-179). Brill.
https://brill.com/downloadpdf/book/9789004473829/B9789004473829_s012.pdf

Yang, Z., Zhang, L., & Wu, Z. (2022). Research on performance evaluation of urban furniture function design based on internet of things digitization. *IEEE Access*, 10, 72895-72906.

Yasar, D. (2023). Urban furniture in the framework of economic, social, and environmental sustainability. *SAUC-Street Art and Urban Creativity*, 9(1), 74-80.

Zhang, L., Xu, X., & Guo, Y. (2022). Comprehensive Evaluation of the Implementation Effect of Commercial Street Quality Improvement Based on AHP-Entropy Weight Method—Taking Hefei Shuanggang Old Street as an Example. *Land*, 11(11), 2091.

جمال & علقمة, مفيدة, بوقبرين, (2016a). *والإستعمال التصميم بين العام الفضاء*.
<https://dspace.univ-constantine3.dz/jspui/handle/123456789/3101>

جمال & علقمة, مفيدة, بوقبرين, (2016b). *والإستعمال التصميم بين العام الفضاء*.
<https://dspace.univ-constantine3.dz/jspui/handle/123456789/3101>

امكانية استغلال طاقة الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية في الجزائر. (2021a). طيب, سعيدة, & بوقروة
Revue Les Cahiers du POIDEX, 10(1), 19-33.

امكانية استغلال طاقة الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية في الجزائر. (2021b). طيب, سعيدة, & بوقروة
Revue Les Cahiers du POIDEX, 10(1), 19-33.

عيسى, & عبدالجواد, س. (2022). الخزف وتصميم المشهد الحضري دراسة تحليلية للأثاث الحضري في المدن الساحلية. *مجلة التراث والتصميم*, 171, (12)2

- **Lien**

- **ChapitreII :**

- **URL.1 :**

<https://www.larevuedudesign.com/2018/03/22/city-tree-un-banc-urbain-vegetalise-et-depolluant/>

- **URL.2 :**

<https://www.archiexpo.fr/prod/strawberry-energy/product-149328-1650692.html>

- **URL.3 :**

<http://no.smartnewenergy.com/news/solar-powered-bus-station-is-a-public-transit-28182611.html>

- **URL.4 :**

<https://french.alibaba.com/product-detail/Solar-Fountain-Pump-5W-Panel-with-1600281076418.html>

- **URL.5 :**

https://actu.fr/ile-de-france/paris_75056/des-poubelles-compactantes-connectees-bientot-testees-paris-recompenses_27727656.html

- URL.6 :

<http://no.smartnewenergy.com/news/solar-powered-bus-station-is-a-public-transit-28182611.html>

- URL.7:

<https://www.croatiaweek.com/first-solar-powered-electric-vehicle-charging-station-in-croatia-opens/>

- URL.8 :

<https://spotlightsolar.com/bayfront-park-project>

- URL.9 :

<https://www.lightzoomlumiere.fr/realisation/van-gogh-path-nuit-etoilee-phosphorescente-roosegaarde/>

- URL.10 :

https://fr.freepik.com/photos-premium/mosquee-nabawi-parasol-exterieur-mosquee-du-prophete-medine_69054773.htm

- URL.11 :

https://fr.freepik.com/photos-premium/mosquee-nabawi-parasol-exterieur-mosquee-du-prophete-medine_69054773.htm

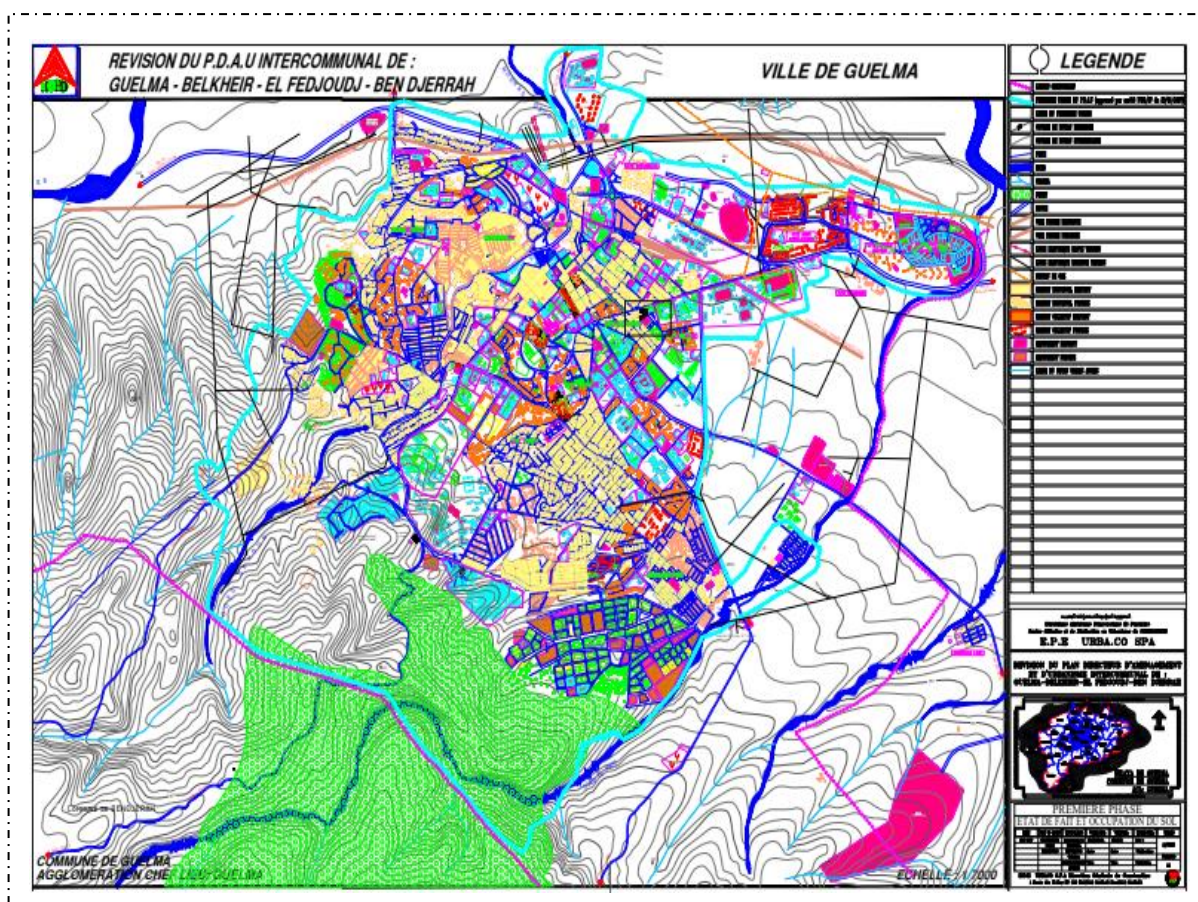
- ChapitreIII :

- URL.1 :

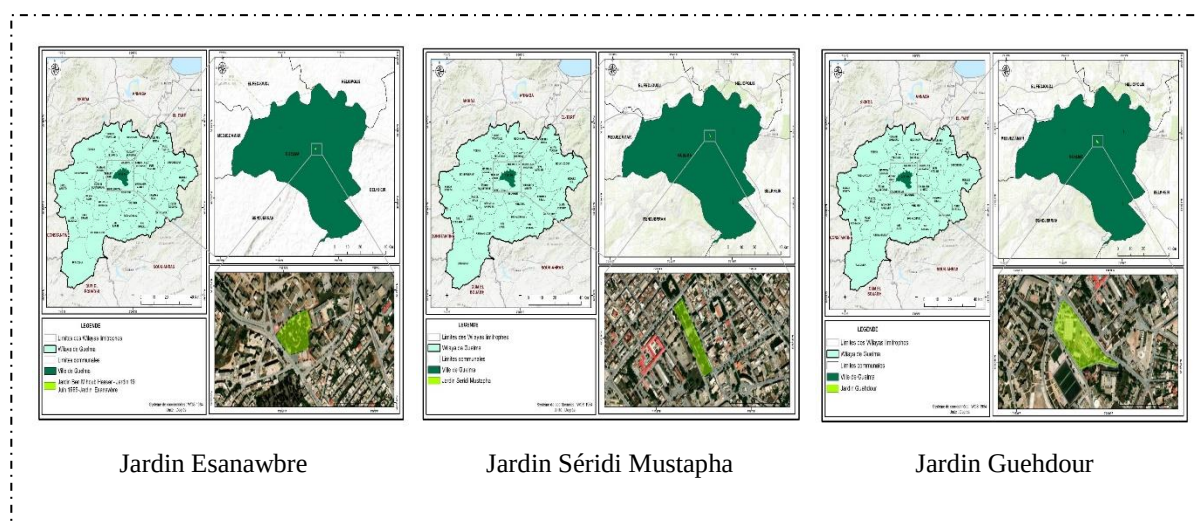
<https://www.pinterest.com/pin/28640147624212274/>

Annexes

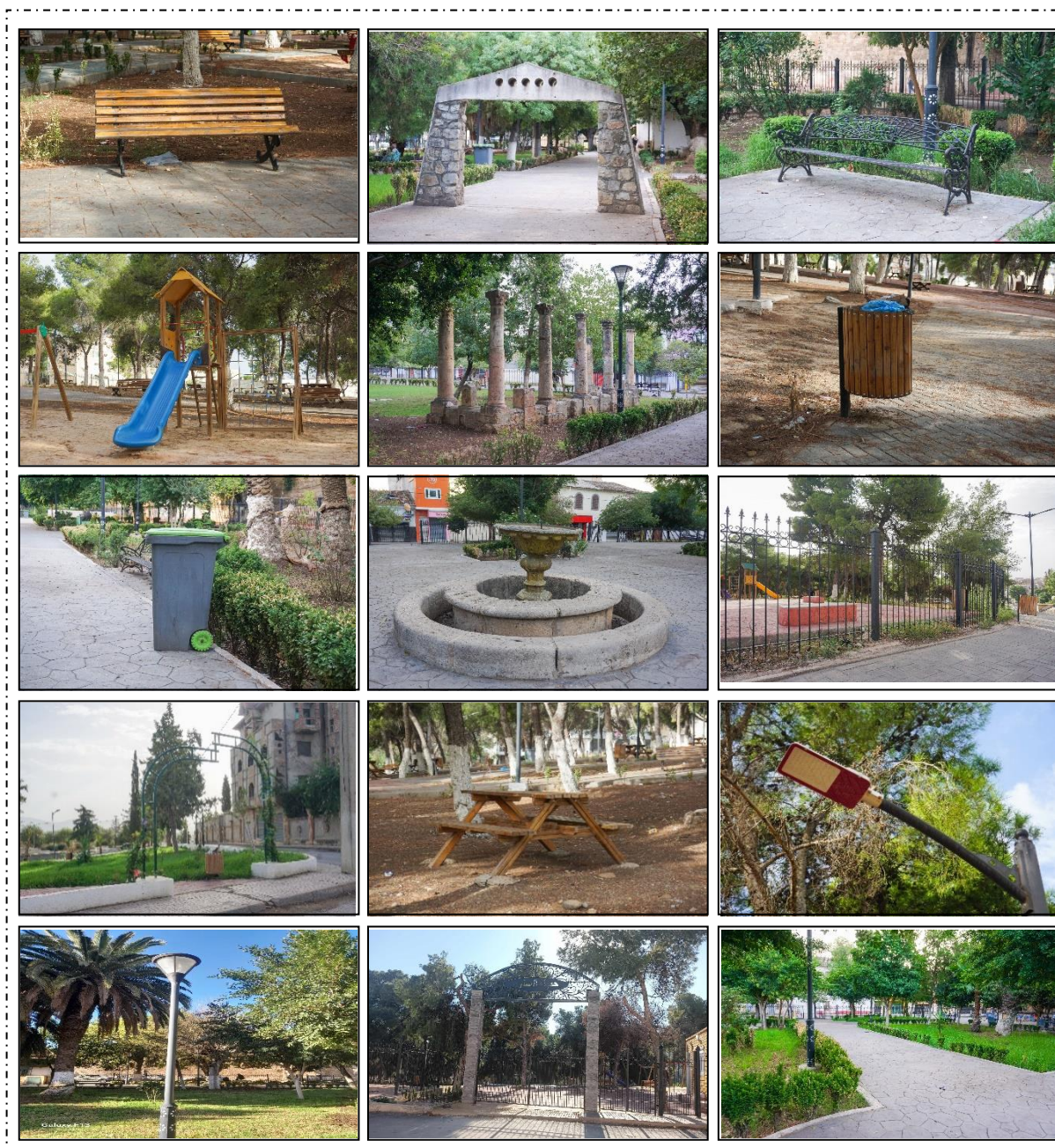
1. Carte des pos de la ville de Guelma



2. Les cartes de situation des jardins publics, Esanawbre, Sérédi Mustapha, Guehdour



3. le mobilier urbain dans les jardins publics



4. Les instruments de mesures



5. Questionnaire de l'évaluation sociologique des jardins publics à travers leur mobilier urbain.

Questionnaire Evaluation de la qualité d'usage des jardins publics à Guelma ville, par l'évaluation de design du mobilier urbain	
République Algérienne démocratique et populaire Université 8 Mai 1945 Guelma –Algérie Faculté des sciences et de la technologie Département d'architecture	BOUHALLIT Zeyneb Laboratoire de génie civil et Hydraulique 3 ème année PHD bouhallitzeyneb@gmail.com
2024	
1. Genre : Masculin ☐ Féminin ☐ 2. Tranche d'âge : Moins de 20 ans ☐ 20 - 40 ans ☐ 40-60 ans ☐ Pde 60 ans ☐ 3. Quel est votre niveau d'instruction ? Primaire, moyen, Secondaire ☐ Universitaire ☐ Diplômé ☐ 4. Quelle est votre fonction ? Non-employé ☐ Employé ☐ Retraité ☐ Travaux libre ☐ 5. Ou habitez-vous ? Ville de Guelma ☐ Commune périphérique ☐ Visiteur ☐	

Volet 2-Evaluation de la qualité d'usage des jardins publics de la ville de Guelma :					
Critères d'évaluation	Evaluation de la qualité d'usage d'un jardin public				
1 - Fréquentation	Combien de fois vous fréquentez les jardins publics ?				
	Tous les jours de la semaine	Pendant le weekend	Une fois par semaine	Une fois par mois	occasionnellement
	☐	☐	☐	☐	☐
2-La durée	Combien du temps tu fréquente cet espace ?				

d'usage	Mois d'une heure		Une heure	Deux heures	Plus de deux heures
3- Choix de l'espace	Pour quoi tu choisis ce jardin ?				
	Situation		Tu passes par ici	Qualité de mobilier	Diversité des fonctions
4- La fonction	- Vous êtes satisfaits aux fonctions des jardins publics à Guelma ?				
	Très satisfait	satisfait	Neutre	moyen	Non satisfait
5- Usage	Pour quoi tu fréquente ce jardin ?				
	L'ombre	Qualité du mobilier urbain	Attractivité	L'accessibilité et la localisation	Utilisation occasionnelle
6- Aménagement	-Quelle sont les facteurs qui empêche la qualité d'usage de ce jardin ?				
	Insuffisance en nombre du mobilier urbain	Insuffisance en type du mobilier urbain	La qualité du mobilier urbain	L'absence d'un design smart du mobilier (ombre, rafraichissement)	Absence du smart design (numérisation)
7- Confort	Pendant l'été, le mobilier le plus utilisé par l'usager est le banc, cet objet est confortable (ombre, rafraichissement)?				
	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Neutre	D'accord	Tout à fait d'accord
8-Ambiance micro climatique	As que l'aménagement urbain du jardin est résilient face aux facteurs climatiques et adaptés aux aspirations des usagers ?				
	Tout à fait adapté	Adapté	Moyennement adaptés	Non adaptés	Pas du tout adaptés
9- Amélioration d'usage	Quel sont les critères qui peuvent améliorer l'usage de ce jardin ?				
	Design saisonnier (ombre, protection , abris)	Design numérique (mobilier smart)	Nombre du mobilier	Autre	

Volet 3- Evaluation du design du mobilier urbain des jardins publics de la ville de Guelma					
Les critères d'évaluation du design du mobilier urbain	Tout à fait d'accord	D'accord	Neutre	Pas d'accord	Pas du tout d'a

					ccord
1-Typologies du mobilier urbain (Le jardin est aménagé par un mobilier urbain)					
- un Mobilier urbain basique (fonction classique)					
- un Mobilier urbain moderne intelligent numérique					
- un Mobilier urbain écologique durable (ombre, rafraichissement)					
2-La performance fonctionnelle					
-Les éléments du mobilier urbain sont suffisants pour répondre services numériques de l'utilisateur (connectivité, Wifi)					
- Chaque élément du mobilier urbain est multifonctionnel					
- le banc public favorise un design smart écologique assisté par le design végétal du jardin (Ombre)					
-les corbeilles à déchets dans le jardin sont smart (gestion numérique de collecte de données, et performance fonctionnelle)					
-les panneaux d'information sont suffisants pour un bon fonctionnement du jardin (Orientation numérique, information, affichage)					
-un éclairage suffisant tous les jours et toutes les saisons					
-Les fonctions du mobilier urbain dans ce jardin sont suffisantes pour l'utilisateur					
3-Le design formel (le design formel du mobilier urbain contribue à la beauté de l'espace)					
-Le banc public					
-L'éclairage public					
-les panneaux d'affichage					
- les éléments d'art et de décoration					
-les jets d'eau					
-les corbeilles à déchets					
-le pavé du sol					
-les grilles de clôture					
4-La résilience du mobilier du jardin					

-le mobilier urbain est résilient face aux conditions climatiques extrêmes (banc ombré face au soleil d'été)					
-le mobilier urbain est résilient face aux conditions climatiques extrêmes (pergola face aux pluies)					
-le mobilier urbain est résilient face à la surchauffe d'été (brumisateurs)					
-le design du mobilier urbain est énergétique résilient (éclairage public solaire)					
-le mobilier urbain est résilient face aux conditions climatiques extrêmes (banc abris, pergola face à la pluie)					
5- L'autonomie urbaine (As ce que les éléments du mobilier urbain assurent-ils l'une des aspects de l'autonomie?)					
-Autonomie énergétique (éclairage public autonome)					
-Autonomie climatique (climatisation et rafraichissement)					
-Autonomie sanitaire (mobilier pour besoin sanitaire)					
-Sécurité et surveillance à distance					
-La numérisation et services en lignes					
6-La numérisation					
-le mobilier urbain favorise la connectivité et des services smart (banc connecté, éclairage numérique)					
-les tableaux d'affichage et d'information sont numérique qui favorise une gestion smart de l'espace					
-le mobilier urbain favorise des services en ligne					
7-Confort urbain (le mobilier urbain adapté au confort des usagers)					
-Le banc public favorise l'ombre et un confort thermique pour l'utilisateur					
-Un mobilier qui évalue la qualité de l'air					
-Un mobilier qui favorise un confort olfactif					
-L'éclairage favorise un confort visuel par la sobriété énergétique					

-Un mobilier qui favorise le confort sonore					
-le mobilier urbain favorise le rafraichissement pendant des périodes de surchauffe avec des éléments smart, des brumisateurs					
-je peux utiliser le banc public pendant la surchauffe en été					
-je peux utiliser le banc public pendant les périodes de pluie					
8-La sécurité et la santé urbaine					
-le banc public, l'élément le plus proche de l'utilisateur protège l'utilisateur face aux facteurs climatiques extrêmes (exposition au soleil, pluie,)					
-je peux utiliser le mobilier urbain pour désinfecter les mains)					
-je peux utiliser le mobilier urbain pour appeler à l'aide en ligne					
-les éléments du mobilier contiennent des caméras de surveillances					
-Le jardin est aménagé par un mobilier sportif (santé physique)					
9- Usage et fréquentation					
-Usage diurne : l'élément du mobilier urbain sont utilisable dans des conditions climatiques extrême (température élevée, pluie)					
-Usage diurne : je peux utiliser le mobilier urbain d'assise pendant l'été le jour pour l'ombre, le rafraichissement					
-Usage diurne : La qualité du mobilier urbain encourage l'utilisateur à utiliser ce jardin					
-Usage nocturne : les éléments d'éclairage sont suffisants pour une bonne accessibilité du jardin					
-Usage nocturne : les éléments d'éclairage favorise des fonctions smart (le control d'éclairage par l'utilisateur, la surveillance)					
-Usage nocturne : les éléments du mobilier urbain sont lisibles la nuit (banc public, panneaux d'affichage)					

10- l'amélioration de la conception du mobilier urbain, peut contribuer à l'amélioration de la qualité d'usage d'un jardin public.					
---	--	--	--	--	--

1-quels sont les problèmes et les désagréments qui affectent l'usage du mobilier urbain dans les jardins publics à Guelma ?	
-Les facteurs climatiques (les rayons solaires, pluies)	
-La sécurité	
-L'obscurité	
-La situation	
-Le nombre insuffisant des éléments du mobilier urbain (banc sous ombre, salle d'eau)	
-Le bruit	
-Les odeurs	
-La dégradation	
-Manque de smart design numérique	

2-Quelles sont les fonctions qui peuvent améliorer le design du mobilier urbain, pour améliorer la qualité d'usage de ce jardin ?	
1-Conception durable adapté à la climatologie de la ville (protection- ombre, rafraichissement)	
2- Services liés à la sécurité urbaine (caméra de surveillance, appel à l'aide en ligne)	
3-Smart design (la connectivité, wifi, service en ligne, affichage intelligent)	
4-Services liés à la santé urbaine (premiers secours, appel à l'aide en ligne, disfonction)	

3-Questions clôture : proposez des solutions ! ☺

Merçi à vous

6. Données de sortie du questionnaire /SPSS/

		Typologies du mobilier urbain		
		jardin 1	jardin2	jardin3
Un mobilier urbain basique (fonction classique)	Moyenne	2,000	2,000	2,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6)	[1.8-2.6)	[1.8-2.6)
	Description	D'accord	D'accord	D'accord

(fonction classique)	Description	D'accord	D'accord	D'accord
Un mobilier urbain moderne intelligent numérique	Moyenne	5,000	5,000	5,000
	Moyenne pondérée	[4.2-5]	[4.2-5]	[4.2-5]
	Description	Pas du tout d'accord	Pas du tout d'accord	Pas du tout d'accord
Un mobilier urbain écologique durable (ombre, rafraichissement)	Moyenne	2,600	3,000	4,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6)	[2.6-3.4)	[3.4-4.2)
	Description	D'accord	Neutre (Je ne sais pas)	Neutre (Je ne sais pas)

		Performance fonctionnelle		
		jardin 1	jardin2	jardin3
Les éléments du mobilier urbain sont suffisants pour répondre aux services numériques de l'utilisateur (connectivité, Wifi)	Moyenne	5,000	5,000	5,000
	Moyenne pondérée	[4.2-5]	[4.2-5]	[4.2-5]
	Interprétation	Pas du tout d'accord	Pas du tout d'accord	Pas du tout d'accord
Chaque élément du mobilier urbain est multifonctionnel	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2]	[3.4-4.2]	[3.4-4.2]
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord
Le banc public favorise un design smart écologique assisté par le design végétal du jardin (Ombre)	Moyenne	2,200	2,857	4,167
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6]	[2.6-3.4]	[3.4-4.2]
	Interprétation	D'accord	Neutre (Je ne sais pas)	Pas d'accord
Les corbeilles à déchets dans le jardin sont smart (gestion numérique de collecte de données,	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2]	[3.4-4.2]	[3.4-4.2]
et performance fonctionnelle)	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord
Les panneaux d'information sont suffisants pour un bon fonctionnement du jardin (Orientation numérique, information, affichage)	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2]	[3.4-4.2]	[3.4-4.2]
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord
Un éclairage suffisant tous les jours et toutes les saisons	Moyenne	2,000	2,000	4,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]
	Interprétation	D'accord	D'accord	D'accord
Les fonctions du mobilier urbain dans ce jardin sont suffisantes pour l'utilisateur	Moyenne	2,800	2,857	4,000
	Moyenne pondérée	[2.6-3.4]	[2.6-3.4]	[3.4-4.2]
	Interprétation	Neutre (Je ne sais pas)	Neutre (Je ne sais pas)	Pas d'accord

		Le design formel		
		jardin 1	jardin2	jardin3
Le banc public	Moyenne	2,600	2,571	4,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]	[3.4-4.2]
	Interprétation	D'accord	D'accord	Pas d'accord
L'éclairage public	Moyenne	2,600	2,571	2,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]
	Interprétation	D'accord	D'accord	D'accord
Les panneaux d'affichage	Moyenne	2,600	2,571	4,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]	[3.4-4.2]
	Interprétation	D'accord	D'accord	Pas d'accord
	Moyenne	2,600	2,571	2,000

Les éléments d'art et de décoration	Moyenne pondérée	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]
	Interprétation	D'accord	D'accord	D'accord
Les jets d'eau	Moyenne	2,600	2,571	2,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]
	Interprétation	D'accord	D'accord	D'accord
Les corbeilles à déchets	Moyenne	2,600	2,571	2,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]
	Interprétation	D'accord	D'accord	D'accord
Le pavé du sol	Moyenne	2,600	2,571	4,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]	[3.4-4.2]
	Interprétation	D'accord	D'accord	Pas d'accord
Les grilles de clôture	Moyenne	2,600	2,571	4,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]	[3.4-4.2]
	Interprétation	D'accord	D'accord	Pas d'accord

		La résilience du mobilier du jardin		
		jardin 1	jardin2	jardin3
Le mobilier urbain est résilient face aux conditions climatiques extrêmes (pergolas, banc ombré face au soleil d'été)	Moyenne	1,300	2,857	5,000
	Moyenne pondérée	[1-1.8]	[2.6-3.4]	[4.2-5]
	Interprétation	Tout fait d'accord	Neutre (Je ne sais pas)	Pas du tout d'accord
Le mobilier urbain est résilient face à la surchauffe d'été (brumisateurs)	Moyenne	2,980	3,286	5,000
	Moyenne pondérée	[2.6-3.4]	[2.6-3.4]	[4.2-5]
	Interprétation	Neutre (Je ne sais pas)	Neutre (Je ne sais pas)	Pas du tout d'accord
Le design du mobilier urbain est énergétique résilient (éclairage public solaire)	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2]	[3.4-4.2]	[3.4-4.2]
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord
Le mobilier urbain est résilient face aux conditions climatiques extrêmes (banc abris, pergola face à la pluie)	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2]	[3.4-4.2]	[3.4-4.2]
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord

		L'autonomie urbaine		
		jardin 1	jardin2	jardin3
Autonomie énergétique (éclairage public autonome)	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2]	[3.4-4.2]	[3.4-4.2]
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord
Autonomie climatique (climatisation et rafraîchissement)	Moyenne	3,000	2,857	4,000
	Moyenne pondérée	[2.6-3.4]	[2.6-3.4]	[3.4-4.2]
	Interprétation	Neutre (Je ne sais pas)	Neutre (Je ne sais pas)	Pas d'accord
Autonomie sanitaire (mobilier pour besoin sanitaire)	Moyenne	2,000	2,000	4,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]	[3.4-4.2]
	Interprétation	D'accord	D'accord	Pas d'accord
Sécurité et surveillance à distance	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2]	[3.4-4.2]	[3.4-4.2]
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord
La numérisation et services en lignes	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2]	[3.4-4.2]	[3.4-4.2]
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord

		La numérisation		
		jardin 1	jardin2	jardin3
Le mobilier urbain favorise la connectivité et des services smart (banc connecté, éclairage numérique)	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord
Les tableaux d'affichage et d'information sont numérique qui favorise une gestion smart de l'espace	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord
Le mobilier urbain favorise des services en ligne	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord

		Confort urbain		
		jardin 1	jardin2	jardin3
Le banc public favorise l'ombre et un confort thermique pour l'utilisateur	Moyenne	2,600	2,857	5,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6)	[2.6-3.4)	[4.2-5]
	Interprétation	D'accord	Neutre (Je ne sais pas)	Pas du tout d'accord
Un mobilier qui évalue la qualité de l'air	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord
Un mobilier qui favorise un confort olfactif	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord
L'éclairage favorise un confort visuel par la sobriété	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)

énergétique	pondérée			
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord
Un mobilier qui favorise le confort sonore	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord
Le mobilier urbain favorise le rafraîchissement pendant des périodes de surchauffe avec des éléments smart, des brumisateurs	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord
je peux utiliser le banc public pendant la surchauffe en été	Moyenne	2,600	3,143	5,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6)	[2.6-3.4)	[4.2-5]
	Interprétation	D'accord	Neutre (Je ne sais pas)	Pas du tout d'accord
je peux utiliser le banc public pendant les périodes de pluie	Moyenne	3,000	3,429	5,000
	Moyenne pondérée	[2.6-3.4)	[2.6-3.4)	[4.2-5]
	Interprétation	Neutre (Je ne sais pas)	Neutre (Je ne sais pas)	Pas du tout d'accord

		La sécurité et la santé urbaine		
		jardin 1	jardin2	jardin3
Le banc public, l'élément le plus proche de l'utilisateur protège l'utilisateur face aux facteurs climatiques extrêmes (exposition au soleil, pluie.)	Moyenne	2,000	2,571	4,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6)	[1.8-2.6)	[3.4-4.2)
	Interprétation	D'accord	D'accord	Pas d'accord
je peux utiliser le mobilier urbain pour désinfecter les mains)	Moyenne	2,000	2,571	4,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6)	[1.8-2.6)	[3.4-4.2)
	Interprétation	D'accord	D'accord	Pas d'accord
Je peux utiliser le mobilier urbain pour appeler à l'aide en ligne	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord
Les éléments du mobilier contiennent des caméras de surveillances	Moyenne	4,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord
Le jardin est aménagé par un mobilier sportif (santé physique)	Moyenne	2,000	4,000	4,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6)	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)
	Interprétation	D'accord	Pas d'accord	Pas d'accord

		Usage et fréquentation		
		jardin 1	jardin2	jardin3
Usage diurne : l'élément du mobilier urbain sont utilisable dans des conditions climatiques extrême (température élevé, pluie)	Moyenne	2,400	3,143	5,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6]	[2.6-3.4]	[4.2-5]
	Interprétation	D'accord	Neutre (Je ne sais pas)	Pas du tout d'accord
Usage diurne : je peux utiliser le mobilier urbain d'assise pendant l'été le jour pour l'ombre, le rafraichissement	Moyenne	2,000	2,571	5,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]	[4.2-5]
	Interprétation	D'accord	D'accord	Pas du tout d'accord
Usage diurne : La qualité du mobilier urbain encourage l'usager à utiliser ce jardin	Moyenne	2,400	3,143	5,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6]	[2.6-3.4]	[4.2-5]
	Interprétation	D'accord	Neutre (Je ne sais pas)	Pas du tout d'accord
Usage nocturne : les	Moyenne	2,000	2,000	4,000

éléments d'éclairage sont suffisants pour une bonne accessibilité du jardin	Moyenne pondérée	[1.8-2.6]	[1.8-2.6]	[3.4-4.2]
	Interprétation	D'accord	D'accord	Pas d'accord
Usage nocturne : les éléments d'éclairage favorise des fonctions smart (le control d'éclairage par l'usager, la surveillance)	Moyenne	5,000	5,000	5,000
	Moyenne pondérée	[4.2-5]	[4.2-5]	[4.2-5]
	Interprétation	Pas du tout d'accord	Pas du tout d'accord	Pas du tout d'accord
Usage nocturne : les éléments du mobilier urbain sont lisibles la nuit (banc public, panneaux d'affichage)	Moyenne	2,400	2,571	4,000
	Moyenne pondérée	[4.2-5]	[4.2-5]	[4.2-5]
	Interprétation	Pas du tout d'accord	Pas du tout d'accord	Pas du tout d'accord

		Avis des usagers sur l'amélioration de design du mobilier urbain		
		jardin 1	jardin2	jardin3
L'amélioration du design mobilier urbain par un smart design peut améliorer l'usage de ce jardin	Moyenne	2,000	2,000	2,000
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6)	[1.8-2.6)	[1.8-2.6)
	Interprétation	D'accord	D'accord	D'accord

		Evaluation totale du design de mobiliers urbains		
		jardin 1	jardin2	jardin3
Typologies du mobilier urbain	Moyenne	3,200	3,333	3,667
	Moyenne pondérée	[2.6-3.4)	[2.6-3.4)	[3.4-4.2)
	Interprétation	Neutre (Je ne sais pas)	Neutre (Je ne sais pas)	Pas d'accord
La performance fonctionnelle	Moyenne	3,429	3,531	4,167
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord

Le design formel	Moyenne pondérée	[1.8-2.6)	[1.8-2.6)	[2.6-3.4)
	Interprétation	D'accord	D'accord	Neutre (Je ne sais pas)
La résilience du mobilier du jardin	Moyenne	3,070	3,536	4,500
	Moyenne pondérée	[2.6-3.4)	[3.4-4.2)	[4.2-5)
	Interprétation	Neutre (Je ne sais pas)	Neutre (Je ne sais pas)	Pas du tout d'accord
L'autonomie urbaine	Moyenne	3,400	3,371	4
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2)	[2.6-3.4)	[3.4-4.2)
	Interprétation	Pas d'accord	Neutre (Je ne sais pas)	Pas d'accord
La numérisation	Moyenne	4	4	4
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas d'accord
Confort	Moyenne	3,525	3,679	4,375
	Moyenne pondérée	[3.4-4.2)	[3.4-4.2)	[4.2-5)
	Interprétation	Pas d'accord	Pas d'accord	Pas du tout d'accord
La sécurité et la santé urbaine	Moyenne	2,800	3,429	4
	Moyenne pondérée	[2.6-3.4)	[2.6-3.4)	[3.4-4.2)
	Interprétation	Neutre (Je ne sais pas)	Neutre (Je ne sais pas)	Pas d'accord
Usage et fréquentation	Moyenne	2,600	2,918	4,286
	Moyenne pondérée	[1.8-2.6)	[2.6-3.4)	[3.4-4.2)

7-Données de sortie de logiciel EViews

Régression fréquentation et variables indépendants jardin jardin1.

Dependent Variable: FREQUENTATION
Method: Least Squares
Date: 08/20/24 Time: 00:50
Sample (adjusted): 1 100
Included observations: 100 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-3.554726	0.623796	-5.698535	0.0000
EVALUATION DU DESIGN EMU	2.131832	0.198757	10.72584	0.0000
R-squared	0.540000	Mean dependent var		3.100000
Adjusted R-squared	0.535306	S.D. dependent var		0.948151
S.E. of regression	0.646340	Akaike info criterion		1.984814
Sum squared resid	40.93999	Schwarz criterion		2.036918
Log likelihood	-97.24071	Hannan-Quinn criter.		2.005901
F-statistic	115.0435	Durbin-Watson stat		0.067962
Prob(F-statistic)	0.000000			

Régression fréquentation et variables indépendants jardin 2.

Dependent Variable: FREQUENTATION
Method: Least Squares
Date: 08/20/24 Time: 00:46
Sample (adjusted): 1 70
Included observations: 70 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EVALUTIONDUDESIGNEMU	1.688989	0.099986	16.89228	0.0000
C	-1.987568	0.331359	-5.998234	0.0000
R-squared	0.807556	Mean dependent var		3.571429
Adjusted R-squared	0.804726	S.D. dependent var		0.733691
S.E. of regression	0.324217	Akaike info criterion		0.613348
Sum squared resid	7.147931	Schwarz criterion		0.677590
Log likelihood	-19.46717	Hannan-Quinn criter.		0.638866
F-statistic	285.3490	Durbin-Watson stat		0.313571
Prob(F-statistic)	0.000000			

Régression fréquentation et variables indépendants jardin 3.

Dependent Variable: FREQUENTATION
Method: Least Squares
Date: 08/20/24 Time: 11:49
Sample (adjusted): 1 30
Included observations: 30 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EVALUATION DE desSIGNEDUMU	-18.54545	7.434722	-2.494438	0.0188
C	78.27273	29.64214	2.640590	0.0134
R-squared	0.181818	Mean dependent var		4.333333
Adjusted R-squared	0.152597	S.D. dependent var		0.958927
S.E. of regression	0.882735	Akaike info criterion		2.652757
Sum squared resid	21.81818	Schwarz criterion		2.746170
Log likelihood	-37.79135	Hannan-Quinn criter.		2.682640
F-statistic	6.222222	Durbin-Watson stat		0.262121
Prob(F-statistic)	0.018789			

Régression degré d'usage et variables indépendants jardin 1.

Dependent Variable: DEGREDUSAGE

Method: Least Squares

Date: 08/20/24 Time: 00:55

Sample (adjusted): 1 100

Included observations: 100 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EVALUATIONDUDESIGNEMU	2.217317	0.167305	13.25312	0.0000
C	-4.221576	0.525086	-8.039777	0.0000
R-squared	0.641872	Mean dependent var		2.700000
Adjusted R-squared	0.638218	S.D. dependent var		0.904534
S.E. of regression	0.544062	Akaike info criterion		1.640291
Sum squared resid	29.00836	Schwarz criterion		1.692394
Log likelihood	-80.01454	Hannan-Quinn criter.		1.661378
F-statistic	175.6453	Durbin-Watson stat		0.120855
Prob(F-statistic)	0.000000			

Régression degré d'usage et variables indépendants jardin 2.

Dependent Variable: DEGREDUSAGE

Method: Least Squares

Date: 08/20/24 Time: 00:47

Sample (adjusted): 1 70

Included observations: 70 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EVALUTIONDUDESIGNEMU	1.246761	0.130772	9.533868	0.0000
C	-2.246344	0.433385	-5.183248	0.0000
R-squared	0.572043	Mean dependent var		1.857143
Adjusted R-squared	0.565750	S.D. dependent var		0.643489
S.E. of regression	0.424044	Akaike info criterion		1.150198
Sum squared resid	12.22733	Schwarz criterion		1.214441
Log likelihood	-38.25694	Hannan-Quinn criter.		1.175716
F-statistic	90.89464	Durbin-Watson stat		0.195844
Prob(F-statistic)	0.000000			

Régression degré d'usage et variables indépendants jardin 3.

Dependent Variable: DEGREDUSAGE

Method: Least Squares

Date: 08/20/24 Time: 23:18

Sample (adjusted): 1 30

Included observations: 30 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EVALATIONDESIGNEDUMU	-0.039216	0.004538	-8.640988	0.0000
C	4.039216	0.006418	629.3404	0.0000
R-squared	0.727273	Mean dependent var		3.986928
Adjusted R-squared	0.717532	S.D. dependent var		0.022048
S.E. of regression	0.011718	Akaike info criterion		-5.991053
Sum squared resid	0.003845	Schwarz criterion		-5.897640
Log likelihood	91.86580	Hannan-Quinn criter.		-5.961169
F-statistic	74.66667	Durbin-Watson stat		0.500000
Prob(F-statistic)	0.000000			

Régression choix d'usage et variables indépendants jardin 1.

Dependent Variable: CHOIXDELESPACE
Method: Least Squares
Date: 08/20/24 Time: 00:56
Sample (adjusted): 1 100
Included observations: 100 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EVALUATIONDUDESIGNEMU	1.969940	0.120156	16.39483	0.0000
C	-2.349363	0.377109	-6.229929	0.0000
R-squared	0.732817	Mean dependent var		3.800000
Adjusted R-squared	0.730091	S.D. dependent var		0.752101
S.E. of regression	0.390737	Akaike info criterion		0.978235
Sum squared resid	14.96222	Schwarz criterion		1.030339
Log likelihood	-46.91176	Hannan-Quinn criter.		0.999322
F-statistic	268.7905	Durbin-Watson stat		0.155653
Prob(F-statistic)	0.000000			

Régression choix d'usage et variables indépendants jardin 2.

Dependent Variable: CHOIXDELESPACE
Method: Least Squares
Date: 08/20/24 Time: 00:47
Sample (adjusted): 1 70
Included observations: 70 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EVALUTIONDUDESIGNEMU	3.575115	0.228689	15.63306	0.0000
C	-8.552549	0.757890	-11.28469	0.0000
R-squared	0.782325	Mean dependent var		3.214286
Adjusted R-squared	0.779124	S.D. dependent var		1.577862
S.E. of regression	0.741555	Akaike info criterion		2.268020
Sum squared resid	37.39344	Schwarz criterion		2.332263
Log likelihood	-77.38070	Hannan-Quinn criter.		2.293538
F-statistic	244.3925	Durbin-Watson stat		0.148763
Prob(F-statistic)	0.000000			

Régression choix d'usage et variables indépendants jardin 3.

Dependent Variable: CHOIXDELESPACE
Method: Least Squares
Date: 08/20/24 Time: 23:34
Sample (adjusted): 1 30
Included observations: 30 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EVALATIONDESIGNEDUMU	-18.54545	2.146219	-8.640988	0.0000
C	75.27273	8.556949	8.796679	0.0000
R-squared	0.727273	Mean dependent var		1.333333
Adjusted R-squared	0.717532	S.D. dependent var		0.479463

Régression satisfaction fonctionnelle et variables indépendants jardin 1.

Dependent Variable: LAFONCTION

Method: Least Squares

Date: 08/20/24 Time: 00:57

Sample (adjusted): 1 100

Included observations: 100 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EVALUATIONDUDESIGNEMU	2.360296	0.199113	11.85404	0.0000
C	-4.367901	0.624915	-6.989586	0.0000
R-squared	0.589130	Mean dependent var		3.000000
Adjusted R-squared	0.584937	S.D. dependent var		1.005038
S.E. of regression	0.647499	Akaike info criterion		1.988399
Sum squared resid	41.08701	Schwarz criterion		2.040502
Log likelihood	-97.41994	Hannan-Quinn criter.		2.009486
F-statistic	140.5182	Durbin-Watson stat		0.112489
Prob(F-statistic)	0.000000			

Régression satisfaction fonctionnelle et variables indépendants jardin 2.

Dependent Variable: LAFONCTION

Method: Least Squares

Date: 08/20/24 Time: 00:49

Sample (adjusted): 1 70

Included observations: 70 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EVALUTIONDUDESIGNEMU	-1.998015	0.192868	-10.35952	0.0000
C	9.433243	0.639174	14.75849	0.0000
R-squared	0.612137	Mean dependent var		2.857143
Adjusted R-squared	0.606433	S.D. dependent var		0.996890
S.E. of regression	0.625398	Akaike info criterion		1.927298
Sum squared resid	26.59632	Schwarz criterion		1.991540
Log likelihood	-65.45542	Hannan-Quinn criter.		1.952816
F-statistic	107.3196	Durbin-Watson stat		0.162596
Prob(F-statistic)	0.000000			

Régression satisfaction fonctionnelle et variables indépendants jardin 3.

Dependent Variable: LAFONCTION

Method: Least Squares

Date: 08/21/24 Time: 18:41

Sample (adjusted): 1 30

Included observations: 30 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EVALUATIONDUDESIGNEMU	2.123955	0.127060	16.71620	0.0000
C	-4.477019	0.425983	-10.50985	0.0000
R-squared	0.740350	Mean dependent var		2.600000
Adjusted R-squared	0.737701	S.D. dependent var		0.921132
S.E. of regression	0.471759	Akaike info criterion		1.355102
Sum squared resid	21.81058	Schwarz criterion		1.407206
Log likelihood	-65.75511	Hannan-Quinn criter.		1.376189
F-statistic	279.4314	Durbin-Watson stat		0.127914
Prob(F-statistic)	0.000000			