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

Mémoire

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN 2ème CYCLE

Domaine : Architecture, Urbanisme et Métiers de la Ville
Filière : Architecture Spécialité : Architecture

Présentée par

MEBARKI Aya

Intitulée

Les impératifs du design urbain contemporain : la biophilie et l'intelligence. Le cas de la nouvelle ville de Guelma Hdjar-El Mangoub

PROJET : **écoquartier intelligent**

Sous la direction de : Dr. DJOUAD Fatima-Zahra

Année Universitaire : 2022/2023

A mes Parents …. Qu'Allah Les Protège et Les Garde pour moi

DEDICACES

C'est avec fierté et respect que je dédié ce travail :

*A mes très **chers parents (Abd el Hamid et Nadia)** pour leur amour, leur sacrifice, et L'encouragement qu'ils m'ont prodigués tout au long des années de ma formation, qu'ils Trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et l'expression de ma profonde gratitude.*

Que dieux vous gardent en bonne santé

***A l'âme de mes quatre grands-parents (Hadba, Larbi, Soraya et Ahmed)** puisses-vous toujours être sous la garde et la protection de dieu et Allah faire pour vous une bonne place qui convient à vos bons cœurs au paradis.*

*A mon unique sœur, la joie du cœur **(Karima),** pour son aide et son soutien moral et émotionnel… mes chers frères **(Bilel et Marwane)** pour leur appui et leur encouragement…et tous les membres de ma famille qui ont contribué de près ou de loin à ce sucés, notamment les femmes de mes frères (**Meriem et Meriem**) et ma tante **wanassa.***

*Une salutation spéciale du cœur à mon neveu : **Mohamed Rassim**, mes nièces : **Jouri, Rafif** et **Tassnim,** ceux que j'aime beaucoup et qui ont été une source de bonheur et d'apaisement du stress, que dieu vous protège et prolonge votre vie.*

*Á mes inoubliables amis et collègues: **Meriem, Kawther, Basma, Aya, Chourouk, Rokia et chems…** qui m'a accompagné pendant cinq ans, pour leurs discussions très intéressantes au cours de l'élaboration de cet essai. Je les dis: «bonnes réussites à venir».*

*Ainsi que ceux que j'ai connus depuis mon enfance à ce jour : **Asma, Yousra, Salsabil, Amel, Bochra…** et à tous mes collègues.*

AYA MEBARKI

REMERCIEMENTS

*Je remercie **ALLAH** le Tout Puissant de m'avoir aidé et donné la volonté d'achever ce modeste travail.*

*Mes plus vifs remerciements à mon directeur de mémoire PHD **Djouad Fatima Zahra** qui m'a Encouragée et soutenue tout au long de ce travail, pour sa disponibilité, ses précieuses orientations, et surtout ces conseils m'ont été d'un précieux secours. La pleine confiance qu'il m'a accordée m'a permis d'élaborer un travail de recherche propre à mes aspirations. Je tiens à mentionner le plaisir que j'ai eu à travailler avec-lui.*

Je souhaite remercier vivement toutes les personnes qui ont contribué à l'aboutissement de ce travail de recherche, ainsi que celles qui m'ont encouragé tout au long de mon cursus universitaire au sein de l'université 8 Mai 1945 Guelma.

Mes remerciements vont aussi aux membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce modeste travaille et a tous les enseignants du Département d'architecture, pour les efforts louables qu'ils ont déployés durant notre formation.

ملخص :

يتمثل أحد التحديات الرئيسية للمهندسين المعماريين والمخططين الحضريين، في التوفيق بين جانبي التصميم الحضري المعاصر؛ الذكاء والبيوفيليا لإنتاج مساحة حضرية مستدامة.

منطقة دراستنا "حجر المنقوب"؛ هي مدينة سكن تتميز بجودة رديئة للإنتاج الحضري والمعماري فيما يتعلق بعناصر التصميم الحضري المعاصر، ولكن من ناحية أخرى تتميز بمناظر طبيعية غنية وجبال جميلة ونباتات قوية. فكيف يمكنك أن تؤهل معاصرة المساحات العمرانية والمعمارية المنتجة من خلال إدخال المناظر الطبيعية والتكنولوجيا كعناصر في التنمية العمرانية لحجر المنجوب؟

الهدف من هذه الأطروحة هو استكشاف مكونات المدينة المستدامة ونماذج التصميم الذكي والحيوي وتحليل العلاقة بينهما وأخيرًا، اقتراح النموذج المفاهيمي لمنطقة بيئية ذكية على أساس مناهج التصميم البيوفيلي؛ أي درس كيف يمكن للتصميم الحضري المعاصر أن يجمع بين نهج البيوفيليا والتصميم الذكي كموجه للتنمية المستدامة لمدينة حجر المنقوب الجديدة.

تتبع هذه الدراسة منهجية تتضمن نهجين؛ أولاً، يحدد النهج النظري الأطر الرئيسية المتعلقة بموضوع البحث وثانيًا، نهج تحليلي يعتمد بشكل أساسي على تحليل المناظر الطبيعية وسلسلة من التحليلات الأخرى وهي: التحليل البيوفيلي الذكي، الوظيفي، السياقي وتحليل المناخ الحيوي.

وتسلط نتائج البحث الضوء على العلاقة المقترحة بين مبادئ المنطقة البيئية، مؤشرات المدينة الحيوية البيوفيلية ومؤشرات المدينة الذكية.

الكلمات المفتاحية : تصميم عمراني معاصر، بيوفيليا، تصميم ذكي، منطقة بيئية، تنمية مستدام ،المناظر الطبيعية حجر المنقوب.

Résumé

L'un des principaux enjeux des architectes et urbanistes est de concilier entre les deux faces de design urbain contemporain : l'intelligence et la biophilie pour produire un espace urbain durable.

Notre zone d'étude Hdjar El Mangoub est une cité dortoir caractérise par une mauvaise qualité de production urbaine et architecturale concernant les éléments du design urbain contemporain, mais par contre un paysage riche, des belles montagnes et une forte végétation. Donc Comment peut t'en qualifier la contemporanéité des espaces urbains et architecturaux produit en introduisant le paysage et la technologie comme composantes dans l'aménagement urbaine de Hdjar El Mangoub ?

L'objectif de ce mémoire est d'explorer les composantes d'une ville durable et les modèles de design biophilique et intelligent et d'analyser la relation entre eux. Enfin, le modèle conceptuel d'un écoquartier intelligent a été proposé sur la base d'approches de conception biophilique, c'est-à-dire étudié comment le design urbain contemporain peut-il combinée entre l'approche biophilique et le smart design comme un vecteur de développement durable pour la nouvelle Ville de Hdjar el Mangoub.

Cette étude fait suite à une méthodologie qui comprend deux approches ; premièrement une approche théorique définit les cadres clés relatifs au thème de recherche, Deuxièmement, une approche analytique basée principalement sur une analyse paysagère et une série d'autres analyses à savoir : l'analyse biophilique, intelligente, fonctionnelle, contextuelle et bioclimatique.

Les résultats de la recherche mettent en évidence une relation proposée entre les principes d'un écoquartier, les indicateurs de ville biophilique et les indicateurs de ville intelligente.

Mots clés : design urbain contemporain, la biophilie, smart design, écoquartier, développement durable, le paysage, Hdjar El Mangoub.

Abstract

One of the main challenges for architects and urban planners is to reconcile the two sides of contemporary urban design: intelligence and biophilia to produce a sustainable urban space.

Our study area Hdjar El Mangoub is a dormitory town characterized by a poor quality of urban and architectural production concerning the elements of contemporary urban design, but on the other hand a rich landscape, beautiful mountains and strong vegetation. So how can you qualify the contemporaneity of the urban and architectural spaces produced by introducing landscape and technology as components in the urban design of Hdjar El Mangoub?

The objective of this thesis is to explore the components of a sustainable city and the models of biophilic and intelligent design and to analyze the relationship between them. Finally, the conceptual model of a smart Eco-district has been proposed based on biophilic design approaches, i.e. investigating how contemporary urban design can combine the biophilic approach and smart design as a vector of sustainable development for the new City of Hdjar el Mangoub.

This study follows a methodology that includes two approaches; firstly a theoretical approach defines the key frameworks related to the research theme, secondly, an analytical approach based mainly on a landscape analysis and a series of other analyses namely: biophilic, smart, functional, contextual and bioclimatic analysis.

The results of the research show a proposed relationship between eco-neighborhood principles, biophilic city indicators and smart city indicators.

Keywords: contemporary urban design, biophilia, smart design, Eco-district, sustainable development, landscape, Hdjar El Mangoub.

Table des matières

Avant-propos……..…… II
ملخص……..……. V
Résumé ……..…... VI
Abstract …….…… VII
Table des matières……. VIII
Liste des figures……..…….. XVIII
Liste des tableaux …… XXV
Liste des abréviations …….……. XXVI

CHAPITRE INTRODUCTIF

1. Introduction ……..……... 02
2. Problématique……..……. 04
3. Hypothèses…….…..…. 06
4. Méthodologie de la recherche……..……. 07
5. Structure de la recherche……..……. 08
6. Objectifs ……..……. 10

<u>CHAPITRE I :</u> LES IMPÉRATIFS DU DESIGN URBAIN CONTEMPORAIN

Introduction ……...……... 13
I. LA BIOPHILIE DANS LA VILLE……..…… 13
I.1. L'histoire de la biophilie……..…… 13
I.2. Biophilie : généralité et définition des concepts……...…...……...…….…… 15
I.2.1. Qu'est-ce que la biophilie ?..... 15
I.2.2. La conception biophilique…….. 15
I.2.3. L'urbanisme biophilique……. 15
I.2.4. Le design biophilique…….……...……...….. 16
I.3. Les objectifs du design biophilique….……...……. 16
I.4. Les bienfaits du design biophilique……. 16
I.5. Les principes du design biophilique…… 17
I.6. Les 14 modèles biophiliques……...…… 17
I.6.1. La nature dans l'espace…….…….…….. 18
A. Lien visuel avec la nature …….…… 18
B. Lien invisible avec la nature……..…… 18
C. Stimulations sensorielles non-rythmiques……...……..… 18

D. Variabilité thermique et renouvellement d'air……..…… 18
E. Présence de l'eau……..…….. 18
F. Lumière dynamique et diffuse……...…… 18
G. Lien avec les systèmes naturels…….…… 18
I.6.2. Les analogies naturelles……...…… 18
A. Formes et motifs biomorphiques…….…… 19
B. Lien matériel avec la nature…… 19
C. Complexité et ordre…….… 19
I.6.3. La nature de l'espace……..…… 19
A. Perspective……..…… 19
B. Refuge……...…….. 19
C. Mystère……...……. 19
D. Risque……..…… 19
I.7. Éléments et motifs de conception biophilique…….…… 20
I.8. Solutions biophilique, les dernières tendances…… 20

II. L'INTELLIGENCE DANS LA VILLE…….…….. 22
II.1. L'histoire de la ville intelligente……..…….. 22
II.2. Smart design, généralité et définition des concepts……...…… 23
II.2.1. L'adjectif " intelligent"……...…...……. 23
II.2.2. Smart design ou "ville intelligente"……...……. 23
II.3. Une vision intelligente, nouvelle dimension pour les éléments de design urbain contemporain……...…….. 24
II.3.1. L'espace public intelligent……...……...…… 24
II.3.1.1 Définition……...……. 24
II.3.1.2 La conception de l'espace public intelligente……...…… 25
II.3.1.3 Les rues intelligentes……...……..….. 26
II.3.1.4 Systèmes intelligents……...…….….. 27
II.3.2. La mobilité intelligente……..…….....…….…….…… 27
II.3.2.1 Définition……...…….…. 27
II.3.2.2 La conception du transport intelligent……...…… 27
1) L'utilisation du transport en commun……..…… 27
2) Gestion intelligente du trafic……..…….. 28
3) La mobilité douce…….…… 28
4) Le parking intelligent…….…….. 29

5) Les pistes cyclables éclairées…… 29
6) Les arrête de bus intelligents…… 30
7) Systèmes intelligents…… 30
II.3.3. L'éclairage intelligent…… 31
II.3.3.1 Définition…… 31
II.3.3.2 Les avantages d'un éclairage intelligent…… 32
II.3.3.3 Vers un éclairage intelligent…… 32
II.3.3.4 Les ambiances nocturnes…… 33
II.3.4. La façade intelligente…… 34
II.3.4.1 Définition…… 34
II.3.4.2 Typologies de façade intelligente…… 34
A. La façade cinétique (adaptive)…… 34
B. La façade ventilée a joint ouvert…… 35
C. La façade double peau (transparente)…… 36
D. Façade à double vitrage (respirante)…… 36
E. Façade solaire (photovoltaïque)…… 37
F. La façade végétalisé…… 38
II.3.5. Le mobilier urbain intelligent…… 39
II.3.5.1 Définition…… 39
II.3.5.2 L'intelligence au niveau du mobilier…… 40
II.3.6. Le jardin intelligent…… 41
II.3.6.1 Définition…… 41
II.3.6.2 Solution pour un jardin intelligent…… 41
a) Les éléments de conception…… 41
b) Recommandation conceptuelle…… 42
c) Astuces optiques pour les jardins…… 42
d) Systèmes intelligents…… 43
e) Dernières tendances…… 43
Conclusion …… 44
<u>CHAPITRE II :</u> LE DÉVELOPPEMENT DURABLE A L'ÉCHELLE DU QUARTIER
Introduction …… 46
II.1. LE DEVELOPPEMENT DURABLE…… 46
II.1.1 Définition du développement durable…… 46
II.1.2 Approche historique…… 46
II.1.3 Les 3 piliers du développement durable…… 47

A) Le pilier social…… 47
B) Le pilier économique…… 48
C) Le pilier environnemental…… 48
II.1.4 Les objectifs et les principes du développement durable…… 49
II.1.5 Les enjeux du développement durable…… 51
II.1.6 L'agenda 21, un outil pour revisiter le territoire et les territorialités en Algérie…… 51
II.2. LE DEVELOPPEMENT URBAIN DURABLE …… 52
II.2.1 Définition du DUD…… 52
II.2.2 Les objectifs du DUD…… 52
II.3. L'ECOQUARTIER (LE DD A L'ECHELLE DU QUARTIER)…… 53
II.3.1 Critère de choix d'un projet d'écoquartier…… 53
II.3.2 Un écoquartier, c'est quoi ?..... 53
II.3.3 Les types des écoquartiers…… 55
II.3.3.1 Proto-quartiers…… 55
II.3.3.2 Les quartiers prototypes…… 55
II.3.3.3 Quartiers types…… 56
II.3.4 Les éléments constructifs d'un écoquartier…… 56
II.3.5 Les principes de l'écoquartier…… 56
II.3.6 Les cinq piliers d'un écoquartier…… 57
II.3.7 Critères d'évaluation…… 57
II.3.7.1 La stratégie énergétique…… 57
II.3.7.2 Une meilleure gestion des déplacements…… 58
II.3.7.3 La gestion de l'eau…… 58
II.3.7.4 Le traitement des déchets…… 58
II.3.7.5 Favoriser la biodiversité…… 58
II.3.7.6 Le choix des matériaux de construction…… 58
II.3.7.7 Éducation et sensibilisation…… 58
II.3.7.8 Politique sociale…… 58
II.3.7.9 Qualité de vie…… 59
II.3.7.10 Espace vert et milieu naturel…… 59
II.3.8 Les objectifs d'un éco-quartier…… 59
II.3.9 La labellisation des écoquartiers…… 60
II.4. LA HAUTE QUALITE ENVIRONNEMENTALE HQE2R COMME PLAN D'ACTION POUR LA CONCEPTION D'UN ECOQUARTIER…… 60

II.4.1 Définition de la démarche HQE2R……...…….. 60
II.4.2 Les objectifs et les cibles de la démarche HQE2R…….…… 62
Conclusion …….……..… 64
CHAPITRE III : L'ANALYSE THEMATIQUE DES EXEMPLES
Introduction …….. 66
III.1. L'ANALYSE DES EXEMPLES A L'ECHELLE URBAINE……. 66
III.1.1 Le Nanjing zendai himalayas center (Chine)……..… 66
III.1.1.1 Présentation……. 66
III.1.1.2 Le design biophilique…….…. 67
III.1.1.3 Le design intelligent……...…… 68
Synthèse …….…. 69
III.1.2 L'écoquartier numérique du Fort d'Issy (France)……... 70
III.1.2.1 Présentation…….. 70
III.1.2.2 Le design biophilique……...… 70
III.1.2.3 Le design intelligent…… 71
Synthèse……..…… 73
III.1.3 l'écoquartier Vauban en (Allemagne)…….. 73
III.1.3.1 Présentation et critère de choix……...… 73
III.1.3.2 Les modes d'intervention…… 74
Synthèse……...… 77
III.2. L'ANALYSE DES EXEMPLES A L'ECHELLE ARCHITECTURALE…….. 78
III.2.1 La scène musicale de paris……...… 78
III.2.1.1 Fiche représentative……...…….. 78
III.2.1.2 Design biophilique et intelligent……...… 78
III.2.2 Dubaï opéra house……..... 78
III.2.2.1 Présentation……...… 79
III.2.2.2 Le design biophilique……... 79
III.2.3 Le grand théâtre Wuxi……..… 79
III.2.3.1 Fiche de présentation……..… 79
III.2.3.2 Le design intelligent…….… 80
III.2.4 Guangzhou opera house Zaha Hadid……...… 80
III.2.4.1 présentation…….… 80
III.2.4.2 Le design biophilique…….. 81
III.2.5 Opéra in Bialystok …… 81
III.2.5.1 Présentation…….… 81

III.2.5.2 Design biophilique…….. 81
Conclusion ……...… 82
CAPITRE IV : L'ANALYSE URBAINE DE LA NOUVELLE VILLE HDJAR EL MANGOUB
Introduction …….…….…… 85
IV.1. L'ANALYSE PAYSAGERE……...……... 85
IV.1.1 Le paysage naturel……...…….. 86
IV.1.1.1 l'environnement naturel Hdjar el Mangoub…… 86
IV.1.1.1.1 les caractéristiques du paysage naturel Hdjar el Mangoub…….…… 86
IV.1.1.1.2 les entités paysagères de la ville Hdjar el Mangoub……...…… 86
IV.1.1.2 La perception de ces entités paysagères à partir de la ville de Hdjar El Mangoub……... 87
IV.1.2 le paysage urbain……..…… 88
IV.1.2.1 L'entité urbaine (aménagée)……..…… 88
IV.1.2.1.1 La place accordée à la nature dans les instruments d'urbanisme…..... 88
IV.1.2.1.2 Analyse biophilique de l'espace urbain……..…… 88
IV.1.2.1.3 Analyse intelligente de l'espace urbain……..… 89
IV.1.2.1.4 Analyse fonctionnelle de l'espace urbain……...… 89
IV.1.2.1.5 Analyse architectural de la façade …….…… 90
IV.1.2.1.6 La façade urbaine…… 91
Conclusion : tableau AFOM……...…… 93
IV.1.2.2 l'entité projetée (vierge)…… 94
IV.1.2.2.1 Analyse contextuelle (le site)……...… 94
IV.1.2.2.1 Présentation et Situation géographique de la ville de Guelma..... 94
IV.1.2.2.2 Présentation et situation de la commune de belkhier…… 95
IV.1.2.2.3 La zone d'étude Hdjar el Mangoub……...… 96
IV.1.2.2.3.1 Présentation et situation……..… 96
IV.1.2.2.3.2 Accessibilité…… 96
IV.1.2.2.3.3 géologie et géotechnique…… 97
IV.1.2.2.2 Analyse du terrain……...… 97
IV.1.2.2.2.1 Analyse physique……...… 97
IV.1.2.2.2.2 Analyse technique : accessibilité et environnement immédiat..... 98

IV.1.2.2.2.3 L'étude d'ensoleillement et vents dominants……..… 99
IV.1.2.2.2.4 Analyse topographique…….… 99
IV.1.2.2.3 Le design climatique…….… 100
IV.1.2.2.3.1 Les données climatiques…….. 100
IV.1.2.2.4 Par le logiciel climat consultant……...… 102
IV.1.2.2.4.1 L'écart de température…… 102
IV.1.2.2.4.2 La luminance……...… 103
IV.1.2.2.4.3 Le diagramme psychométrique……...… 104
IV.1.2.2.4.4 La rose du vent……..… 105
IV.1.2.2.5 L'Analyse de site selon les objectifs et les cibles de la démarche HQE2R …….. 105
Conclusion …….… 106
CHAPITRE V : L'ANALYSE PROGRAMMATIQUE DES EXEMPLES
Introduction …… 108
V.1. L'ANALYSE DES EXEMPLES A L'ECHELLE URBAINE……..… 109
V.1.1 Le Nanjing zendai himalayas center (Chine)…… 109
V.1.1.1 Fiche représentatif……...…… 109
V.1.1.2 L'idée conceptuelle …… 109
V.1.1.3 Le programme……. 109
V.1.2 L'écoquartier numérique du Fort d'Issy (France)…… 110
V.1.2.1 Fiche représentatif…….. 110
V.1.2.2 Situation …… 110
V.1.2.3 Chronologie de mise en œuvre……...… 111
V.1.2.4 Le programme…… 111
V.1.3 Vauban en Allemagne…….…… 113
V.1.3.1 Fiche représentatif…… 113
V.1.3.2 Historique et chronologie……..… 113
V.1.3.3 Situation……...…… 114
V.1.3.4 Le programme…….. 115
V.1.3.5 La conception énergétique……...… 116
V.1.3.6 Eau et déchets…….….. 117
V.1.3.7 Solidarité et participation citoyennes……...…… 117
V.1.3.8 Architecture et gabarit…….. 117
V.1.3.9 Structuration urbaine……... 118
V.1.4 TABLEAU COMPARATIFS DES EXEMPLES SELON LE 118

PROGRAMME……...…
V.1.5 LE SCENARIO RETENUE…… 119
V.1.6 LES RECOMMANDATIONS POUR NOTRE PROJET D'ECOQUARTIER……... 119
V.1.6.1 Intervention sur l'existant……... 119
V.1.6.2 Conception nouvelle : recommandations biophiliques et intelligents……. 122
V.2. L'ANALYSE DES EXEMPLES A L'ECHELLE ARCHITECTURALE……...… 124
V.2.1 La seine musicale de paris…….…. 124
V.2.1.1 Présentation et fiche technique…… 124
V.2.1.2 Situation et implantation…….… 124
V.2.1.3 Accessibilité…… 126
V.2.1.4 Les idées conceptuelles……...… 126
V.2.1.5 Description, structure et matériaux……. 127
V.2.1.6 Le traitement acoustique……. 128
V.2.1.7 Analyse de la façade…… 129
V.2.1.8 L'intérieur de l'auditorium…….. 129
V.2.1.9 Le programme……. 130
V.2.2 La philharmonie du Paris……...…… 132
V.2.2.1 Présentation et fiche technique…… 132
V.2.2.2 Situation et implantation……. 132
V.2.2.3 Accessibilité……... 133
V.2.2.4 Esquisse et idée conceptuelle…….. 134
V.2.2.5 Enveloppe et façade……. 134
V.2.2.6 Structure et géométrie……. 135
V.2.2.7 description de la grande salle de spectacle…….. 136
V.2.2.8 Traitement acoustique……..... 137
V.2.2.9 Le programme……. 137
V.2.3 Le zénith de Constantine…… 140
V.2.3.1 Présentation et fiche technique……...… 140
V.2.3.2 Situation et implantation…… 140
V.2.3.3 Description du projet…….. 141
V.2.3.4 Structure et matériaux…… 141
V.2.3.5 L'intérieur du zénith……... 142
V.2.3.6 La façade…… 142
V.2.3.7 Le programme et les plans…….… 143

SYNTHESE DES EXEMPLES…….. 145

V.3. L'OPERA DEFINITION, ROLE ET FONCTIONS……... 146
V.3.1 Définition…….… 146
V.3.2 Rôle de l'opéra…….… 146
V.3.3 Les fonctions…… 146
V.3.4 Les usagers……...… 147
V.3.5 Les objectifs…….… 147
V.3.6 Echelle d'appartenance et capacité d'accueil…… 147
V.4. LE PROGRAMME DE BASE…….. 148
V.5. RECOMMANDATION ARCHITECTURALE (les exigences fonctionnelles et dimensionnelles)…….… 151
Conclusion…….. 154

CHAPITRE VI : L'APPROCHE ARCHITECTURALE, LE PROJET

Introduction …… 156
VI.1. RAPPEL SUR LE CONTEXTE……. 157
VI.1.1 Le terrain……... 157
VI.2. LA GENESE DU PROJET "SCHEMAS DE PRINCIPE"…….. 160
VI.2.1 A l'échelle urbaine……...…… 160
VI.3. A l'échelle architecturale……...…… 166

CONCLUSION GENERALE

1. Conclusion …….… 171
2. Vérification des hypothèses ……...…… 173
3. Limites et contraintes de recherche…….… 173
4. Perspective de la recherche …… 174

ANNEXES

ANNEXE 01 : LES RECOMMANDATIONS POUR L'ECOQUARTIER…… 176

1. TOITURE VEGETALE…….. 176
2. LE MUR VEGETALISE ……...…… 179
3. L'ENERGIE SOLAIRE…….……. 180
4. GESTION DES EAUX ……..… 181
5. LE JARDIN DE PLUIE AVEC UNE BANDE FILTRANTE……... 185
6. GESTION DES DECHETS ……...…… 185
7. LE CENTRAL A COGENERATION…… 187

8. LA DOMOTIQUE…….. 188
9. TERRASSE PERGOLA……. 188
ANNEXE 02 : EXEMPLES D'APPLICATION DE LA BIOPHILIE……..… 190
ANNEXE 03 : APPROCHE TECHNIQUE "OPERA"…… 195
1. CHOIX DE STRUCTURE DE LA SALLE DE SPECTACLE…….. 195
2. LES MATERIAUX UTILISES …….. 197
3. TYPE DE TOITURE …….. 198
4. CHOIX DU TYPE DE FAÇADE ……... 199
5. L'ACOUSTIQUE DE LA SALLE DE SPECTACLE…… 199
6. LE CONFORT VISUEL …….… 203
7. DETAILLE STRUCTUREL ……...…… 204
8. CLIMATISATION ET CHAUFFAGE……...… 212
9. SECURITE ET PROTECTION……... 213
ANNEXE 04 : LA SIMULATION ENERGETIQUE DYNAMIQUE SED : CAS DU BATIMENT AADL EXISTANT
Introduction …… 215
1. LA SIMULATION ENERGETIQUE DYNAMIQUE ……...……... 215
2. LE LOGICIEL DE SIMULATION ArchiWIZARD…….. 215
3. LA SIMULATION : LA RENOVATION ENERGETIQUE DU BATIMENT AADL EXISTANT A HDJAR EL MANGOUB PAR LE LOGICIEL ArchiWIZARD…… 216
Conclusion …….…. 229
BIBLIOGRAPHIE ……... 231

Liste des figures

Chapitre I : LES IMPÉRATIFS DU DESIGN URBAIN CONTEMPORAIN

Figure 01 : Ce jardin intégré utilise les principes biophiliques…….…….….. 13
Figure 02 : Bureau ouvert avec lumière naturelle…….……..….. 13
Figure 03 : Motifs inspiré de la nature, la grande mosquée des omeyyades, Damas…..... 14
Figure 04 : L'évolution du terme "biophilie" au fil du temps…….…...……..……. 14
Figure 05 : Les six critères de classification de la ville intelligente…….…….…... 23
Figure 06 : La route solaire……... 26
Figure 07 : Conception 3D de voie piétonne…….……...…….... 26
Figure 08 : Transport en commun…….…….……..... 28
Figure 09 : Gestion intelligente du trafic…….……...…….…..... 28
Figure 10 : La mobilité douce et l'émissivité GES…….……...…….…….. 28
Figure 11 : Parking intelligent…….…...….. 29
Figure 12 : Les pistes cyclables éclairées…….……..….. 30
Figure 13 : Arrête de bus intelligent……...….. 30
Figure 14 : Les fonctions de base de l'éclairage public intelligent……...……..…….. 32
Figure 15 : Colonne lumineux intelligent LED…….……..… 33
Figure 16: Typologie d'espace permet de repérer les différentes applications de l'éclairage extérieur aujourd'hui……. 34
Figure 17 : Fonctionnement de la façade cinétique…….……. 35
Figure 18 : Fonctionnement de la façade ventilée…….……..... 36
Figure 19 : Fonctionnement de la façade double peau……..…….…... 36
Figure 20 : Fonctionnement de la façade double vitrage…….……...….. 37
Figure 21 : Fonctionnement des panneaux solaire photovoltaïques……..……..…. 37
Figure 22 : Façades solaires photovoltaïques……....….. 38
Figure 23 : Technique d'un mur végétale selon Patric le blanc…….…….. 38
Figure 24 : Des systèmes modulaires : cages métalliques (gabions), mur végétalisé……..... 39
Figure 25 : Poubelle intelligente……... 40
Figure 26 : Hot spot wifi……..... 40
Figure 27 : Banc intelligent Ibali……..... 40
Figure 28 : Banc innovant……...….. 41
Figure 29 : Banc solaire ……...……..... 41
Figure 30 : Parking à vélo……. 41
Figure 31 : L'escale numérique……..…….. 41
Figure 32 : Exemple jardin intelligent, Garden by the Bay……..…..... 43
Figure 33 : Fonctionnement du jardin de pluie……..……..... 43

Chapitre II : LE DÉVELOPPEMENT DURABLE A L'ÉCHELLE DU QUARTIER

Figure 34 : Les grandes dates du développement durable……..…….. 74
Figure 35 : Les objectifs du développement durable……..…….. 50
Figure 36 : Proto-quartier…….……. 55

Figure 37 : Quartier prototype……..….. 55
Figure 38 : Quartier type…….……..... 56

Chapitre III : L'ANALYSE THEMATIQUE DES EXEMPLES

Figure 39 : Le Nanjing zendai himalayas center……..… 66
Figure 40 : L'eau avec des étangs, des cascades et des bassins intégrés…… 67
Figure 41 : Mur végétale……..…. 67
Figure 42 : Les tours, montagnes artificiels……..… 67
Figure 43 : Les jardins publics……..…… 68
Figure 44 : Les tours, structure de grande hauteur avec style High Tech……... 68
Figure 45 : Façade en verre……..……... 69
Figure 46 : Route intelligente……..…… 69
Figure 47 : Mobilier vert……..…… 69
Figure 48 : Eclairage naturel, ambiance diurne…….....……. 69
Figure 49 : Eclairage artificiel, ambiance nocturne…….…… 69
Figure 50 : L'écoquartier numérique du Fort d'Issy……...……... 70
Figure 51 : Le jardin japonais, réalité et dessin……..…… 70
Figure 52 : De nombreux arbres entourent le quartier……...……. 71
Figure 53 : Les appartements intelligents…….…….. 71
Figure 54 : Le système pneumatique de collecte des déchets……. 72
Figure 55 : Les bornes d'aspiration……...……... 72
Figure 56 : Puits géothermique……..…….. 72
Figure 57 : Station Vélib's Auto lib's……..…..... 72
Figure 58 : Espace d'animation culturel et numérique……...…… 72
Figure 59 : Espace boulodrome……..…. 72
Figure 60 : Construction en bois……..…..... 72
Figure 61 : L'écoquartier Vauban en Allemagne……...….. 73
Figure 62 : Des maisons dotées de panneaux photovoltaïques…….….. 74
Figure 63 : L'utilisation des vélos……...… 75
Figure 64 : Ligne de tramway……..…..... 75
Figure 65 : Réseau de 500 km de pistes cyclables et tramway……..... 75
Figure 66 : Toiture et mur végétalisé……..…. 75
Figure 67 : Les jardins publics……..….. 76
Figure 68 : La scène musicale de paris……...…… 78
Figure 69 : Jardin Bellini…….. 78
Figure 70 : Voile ornée de panneaux solaires…….. 78
Figure 71 : La réflexion de l'eau…….….. 78
Figure 72 : Dubaï opéra house……..… 78
Figure 73 : Théâtre de Wuxi……..…... 79
Figure 74 : Eclairage intelligent……...…..... 80
Figure 75 : Structure intelligente……..…… 80

Figure 76 : Guangzhou opéra house……..….. 80
Figure 77 : Bialystok opéra house…… 81

Chapitre IV : L'ANALYSE URBAINE DE LA NOUVELLE VILLE HDJAR EL MANGOUB

Figure 78 : Schémas représente les méthodes utilisées pour analyser les types de paysage dans la zone d'étude…….. 85
Figure 79 : Carte des unités paysagère Hdjar El Mangoub par l'outil S.I.G…… 86
Figure 80 : La façade urbaine des entités paysagères à Hdjar El Mangoub…….… 87
Figure 81 : Les vues panoramiques à Hdjar el Mangoub……...…….…. 87
Figure 82 : Plan de composition urbaine Hdjar El Mangoub……...……... 88
Figure 83 : La façade du logement AADl à Hdjar El Mangoub…….…. 90
Figure 84 : Les unités composent le logement……...…... 91
Figure 85 : La mitoyenneté des logements, sous forme d'une chaine……..… 91
Figure 86 : L'environnement urbain réel Hdjar El Mangoub plus les façades urbaines …..… 92
Figure 87 : Carte de situation géographique de la ville de Guelma…….. 94
Figure 88 : Les limites géographiques et administratives de la ville de Guelma…….……. 95
Figure 89 : Carte de situation géographique de la commune de Belkhier…….……... 95
Figure 90 : Carte des chemins et routes qui assurent l'accessibilité du site…….…… 96
Figure 91 : La forme du terrain de projet…….. 97
Figure 92 : Le terrain de projet dans le POS……...…. 98
Figure 93 : L'accessibilité et l'environnement immédiat Hdjar El Mangoub…….…. 98
Figure 94 : Les vents dominants froids et chauds, le parcoure du soleil dans le terrain……... 99
Figure 95 : Carte topographique, les courbes de niveau du terrain…….…….. 99
Figure 96 : Oud Seybouse Guelma……..……... 101
Figure 97 : Quelques types de plantes (blé, olive, orange) à Guelma…….…… 101
Figure 98 : Les données climatiques de Guelma 2021……...……. 102
Figure 99 : Le profil de développement durable de Hdjar El Mangoub selon l'analyse des 21 cibles par le modèle INDI……..…….…… 105

Chapitre V : L'ANALYSE PROGRAMMATIQUE DES EXEMPLES

Figure 100 : Nanjing Himalaya's center……...……..… 109
Figure 101 : Le plan d'aménagement, Nanjing Himalaya's centre ……...…… 109
Figure 102 : Fort d'Issy……..……. 110
Figure 103 : Plan de masse d'éco-quartier Fort d'Issy……..…… 111
Figure 104 : Le belvédère…….….. 112
Figure 105 : Immeuble Villas…….…… 112
Figure 106 : La piscine……..…….. 112
Figure 107 : L'espace culturel…….……... 112
Figure 108 : Les bâtions……..……... 112
Figure 109 : Le jardin japonais……..……. 112

Figure 110 : Vauban……..…….. 113
Figure 111 : Le plan d'aménagement de Vauban……..…..... 114
Figure 112 : Tranches de quartier durable Vauban……. 115
Figure 113 : Structuration urbaine à l'échelle de l'ilot……..…… 118
Figure 114 : Système parc fluviaux……...…. 119
Figure 115 : Signalétique intelligente……..…... 120
Figure 116 : Escale numérique connecté……..…….. 120
Figure 117 : Ecran de verdure……..…... 120
Figure 118 : Trottoir avec réalité augmentée……..… 120
Figure 119 : Les bornes de recharge électrique…… 121
Figure 120: Smart irrigation system……..….. 121
Figure 121 : Mur végétal……..……... 122
Figure 122 : Toiture végétal……..…….. 122
Figure 123 : Façade solaire……...……...……... 122
Figure 124 : Photos de la seine musicale de Paris……..…… 124
Figure 125 : Les accès principaux et secondaires du projet……...……. 124
Figure 126 : Plan de masse de la seine……...……. 125
Figure 127 : Le plan d'ensemble……...…….. 125
Figure 128 : L'accès principal au projet……..……... 126
Figure 129 : Conception du plan de masse……..……... 126
Figure 130 : Conception de volume, 3D du projet……...……... 126
Figure 131 : Idée conceptuelle……..…….. 127
Figure 132 : La résille en bois……...…….. 127
Figure 133 : Panneaux solaires……..……. 127
Figure 134 : Conception structure……...…..... 127
Figure 135 : Principe d'assemblage des croix de st André l'auditorium……...……. 127
Figure 136 : Techniques d'isolation acoustique pour l'auditorium……...…. 128
Figure 137 : Les façades avant et arrière de la seine……..…… 129
Figure 138 : L'auditorium de la seine……...…….. 129
Figure 139 : Conception de l'auditorium……...……. 130
Figure 140 : Plan et distribution des espaces de la seine……...……. 131
Figure 141 : 3D, programme pour la seine musicale de paris……. 131
Figure 142 : La philharmonie de Paris……...……. 132
Figure 143 : Le plan de masse de la philharmonie……...…….. 133
Figure 144 : L'accessibilité et les espaces, philharmonie de Paris……...…….. 134
Figure 145 : Idée conceptuelle……...……. 135
Figure 146 : Les oiseaux……...…….. 135
Figure 147 : La façade principale de la philharmonie……...……. 135
Figure 148 : Une géométrie et structure complexe de la philharmonie…….. 136
Figure 149 : La salle de spectacle flottante nuageuse……...…….. 136
Figure 150 : Technique d'isolation et correction acoustique……...……... 137
Figure 151 : 3D de la philharmonie de Paris……..…… 137

Figure 152 : La distribution des espaces dans la philharmonie……..……... 138
Figure 153 : Photos du zénith de Constantine……...…….. 140
Figure 154 : Plan de masse……..…... 140
Figure 155 : Situation de zénith de Constantine……...….. 140
Figure 156 : Des perspectives du zénith de Constantine……...…. 141
Figure 157 : La structure du zénith……...…….. 141
Figure 158 : Photos de l'intérieur du zénith……...……. 142
Figure 159 : Les quatre façades du zénith……...……..... 142
Figure 160 : Plan RDC……...……. 143
Figure 161 : 1er étage……...……... 143
Figure 162 : 2ème étage……...……... 143
Figure 163 : 3ème étage……...……... 143
Figure 164 : La salle de spectacle……...…… 151
Figure 165 : Norme de l'échappée visuelle……...……..... 151
Figure 166 : Normes des balcons……...……. 151
Figure 167 : Cabine de projection……...……..... 152
Figure 168 : Le plafond……...……..... 152
Figure 169 : L'échappée visuelle……...……. 152
Figure 170 : Forme de la salle de spectacle……...……. 153
Figure 171 : Les espaces autour de la scène……...…… 153
Figure 172 : Une perspective de la salle d'opéra……...……. 154

Chapitre VI : L'APPROCHE ARCHITECTURALE, LE PROJET

Figure 173 : La forme du terrain de projet…….…. 157
Figure 174 : L'accessibilité et l'environnement immédiat Hdjar El Mangoub…….……. 158
Figure 175 : Les vents dominants froids et chauds, le parcoure du soleil ……...….. 158
Figure 176 : Carte topographiques, les courbes de niveau du terrain……..... 159
Figure 177 : Le site Hdjar El Mangoub (l'axe majeur de visibilité, accessibilité)…….…… 160
Figure 178 : Le terrain et l'accessibilité…….. 161
Figure 179 : Les montagnes russes, source d'inspiration…….…….. 162
Figure 180 : L'organisation spatiale, zoning……...……... 162
Figure 181 : Schémas de principe……... 162
Figure 182 : La façade par les lignes de force du paysage…….…… 164
Figure 183 : La façade par les montagnes russes…….……... 164
Figure 184 : La façade urbaine……...…… 165
Figure 185 : Les axes de visibilité……...……... 166
Figure 186 : L'accessibilité au projet…….. 166
Figure 187 : L'implantation du projet……. 166
Figure 188 : Idée initiale pour le plan de masse…….…… 167
Figure 189 : Le volume 01 de la salle d'opéra……..…….. 169
Figure 190 : L'association entre les deux volumes, l'opéra et la tour……..……... 169

ANNEXES :

Figure 191 : Les compositions de la toiture végétale…….……. 176
Figure 192 : Les composantes d'un mur végétal…….…… 179
Figure 193 : Fonctionnement d'un panneau solaire…….……... 180
Figure 194 : Composante du panneau……. 180
Figure 195 : Proposition d'une station d'énergie solaire……. 181
Figure 196 : Fonctionnement d'une station d'épuration…….…… 181
Figure 197 : Le système de récupération d'eau avec filtre et crépine pour l'épuration de l'eau 183
Figure 198 : Les étapes pour la récupération d'eau de pluie pour la consommation……..... 183
Figure 199 : Le réseau séparatif……...……... 184
Figure 200 : Le jardin de pluie, comment if fonctionne ?..... 185
Figure 201 : Typologies des poubelles, tri sélectif…….…… 186
Figure 202 : Le fonctionnement du système pneumatique……..……... 187
Figure 203 : La cogénération, fonctionnement et utilisations……..…..... 188
Figure 204 : Les terrasses pergola…….. 189
Figure 205 : Structure tridimensionnelle……..….. 195
Figure 206 : Photos de structure métallique…….…….. 196
Figure 207 : Structure acier béton, la philharmonie……..……. 197
Figure 208 : Structure bois-acier, la seine musicale…….…….. 197
Figure 209 : Façade cinétique…….…… 199
Figure 210 : Façade double vitrage…….…… 199
Figure 211 : Exemple d'un système de la boite dans la boite……...….. 199
Figure 212 : Fonctionnement de système boite dans la boite……..……... 200
Figure 213 : Comparaison de l'allure du coefficient des trios types de matériaux absorbants utilise en correction acoustique…….…….. 200
Figure 214 : Les ciels acoustiques…….. 201
Figure 215 : Les baffles acoustiques…….…….. 201
Figure 216 : Revêtements et enduit absorbants…….……. 201
Figure 217 : Finition de sol absorbant…… 202
Figure 218 : Les panneaux réfléchissants…….…….. 202
Figure 219 : Les faux plafonds…….…….. 202
Figure 220 : Les dômes…….…….. 202
Figure 221 : Lois masse ressort masse……..…….. 202
Figure 222 : Les ambiances lumineuse à l'extérieure……...…….. 203
Figure 223 : Les ambiances intérieures……...…...……. 203
Figure 224 : Détail d'une lampe LED……..……... 204
Figure 225 : Groupe électrogène……..……... 204
Figure 226 : Semelle filante……..….. 204
Figure 227 : Poteau métallique avec fondation en béton armé……... 204
Figure 228 : Le mur de soutènement en coupe……...…… 204
Figure 229 : Le profilé IPE enrobé en béton et son boulonnage……....…… 205

Figure 230 : Poutre métallique……...……. 205
Figure 231 : Poutre en treillis……...……... 205
Figure 232 : Plancher collaborant……...……..... 206
Figure 233 : Plancher en bois……...……... 206
Figure 234 : Joint de dilatation……..……. 207
Figure 235 : Différence entre le joint de rupture et de dilatation…… 207
Figure 236 : Couvre oint en aluminium…….. 208
Figure 237 : Normes des tribunes……...…… 208
Figure 238 : Les éléments composant l'escalier……...…….……..... 208
Figure 239 : Détailles d'ascenseur……...……... 209
Figure 240 : Détaille rampe pour les handicapés……...…….……... 209
Figure 241 : Détaille d'un mur rideau……...…….. 211
Figure 242 : Système de fonctionnement de la VMC double flux…….....…..... 212
Figure 243 : Détecteur de fumé, sprinkler, extincteurs mobiles……...…..... 214
Figure 244 : Les caractéristiques techniques et thermiques actuelle, les matériaux de construction……...…….. 216
Figure 245 : Diagramme représente la déperdition thermique de l'enveloppe…...……..…. 219
Figure 246 : Les besoin énergétiques du bâtiment……..…… 220
Figure 247 : L'imagerie solaire du logement …….…...……..…..……...…..……. 220
Figure 248 : L'impact de la laine de roche sur la paroi en béton……...……...….. 221
Figure 249 : Les caractéristiques de la paroi après l'ajoute de la laine de roche……...…… 222
Figure 250 : Les ponts thermiques après l'installation les isolations minérales……..... 222
Figure 251 : La consommation énergétique du bâtiment…….……..…. 224
Figure 252 : Les saisons de chauffage et refroidissement du logement AADL…….. 225
Figure 254 : Répondre aux besoins d'éclairage : installation les panneaux photovoltaïque… 227
Figure 255 : L'introduction de la végétation……..……..…….. 227
Figure 256 : Les indicateurs de performance énergétique U bat passe au vert……..... 229

Liste des tableaux

Tableau 01 : Les éléments de la conception biophilique selon les échelles……..……..….. 20
Tableau 02 : Les expériences et les attributs du design biophilique……...……..…. 20
Tableau 03 : Les quatre piliers du développement durable……..…… 49
Tableau 04 : Les objectifs et les valeurs cibles de la démarche HQE2R……...……... 62
Tableau 05 : Les modèles et les manifestations de l'approche biophilique……. 88
Tableau 06 : Bilan finale du programme d'aménagement final de Hdjar El Mangoub …….. 89
Tableau 07 : Les températures à Guelma en fonction des mois……...…..... 103
Tableau 08 : Tableau comparatif des exemples……...…… 118
Tableau 09 : Scénario retenue à l'échelle urbain……..……..…..…. 119
Tableau 10 : Programme de la seine musicale…….……..….…. 130
Tableau 11 : Le programme de la philharmonie de Paris……..……..…. 139
Tableau 12 : Programme du zénith de Constantine…….……..……..…. 144
Tableau 13 : Les sous-espaces du zénith……...……..... 144
Tableau 14 : Programme retenu à l'échelle architecturale……..……..……...…..... 148
Tableau 15 : Différence entre le système intensif et extensif……..…. 199
Tableau 16 : Tableau des matériaux d'isolation acoustique……...……....…. 201
Tableau 17 : Classification française des matériaux ignifuges……...…...….. 214
Tableau 18 : Les caractéristiques techniques et thermiques actuelle du logement……..….. 217
Tableau 19 : Les besoins énergétiques du bâtiment AADL par ArchiWIZARD…….…….… 220

.

Liste des abréviations

LID : Le développement à faible impact
TIC : technologies de l'information et de la communication
PMR : personne à mobilité réduite
RFID : Radio Fréquence Identification
GPS : Global Positioning System
CAN : Control Area Network
STI : système de transport intelligent
LMP : lithium-métal-polymère
LED : light-emitting diode
FDP : façade double peau
OCDE : organisation de coopération et de développement économique
MIT : Massachussetts Institute of technologie
UICN : L'Union internationale pour la conservation de la nature
ONU : organisation des nations unies
GES : gaz à effet de serre
CGLU : cités et gouvernements locaux unis
DUD : développement urbain durable
DD : développement durable
HQE²R : haute qualité environnementale pour intégrer le développement durable dans les projets d'aménagement et de renouvellement urbain
HQDIL : diagnostic partagé de développement durable
INDI: Modèle d'évaluation Indicateur Impact
ASCOT: Modèle d'évaluation des coûts
ENVI: Modèle d'évaluation Environnement Impact
LEED: Leadership in Energy and Environmental Design
BREAM: Building Research Establishment Environmental Assessment Method
POS: plan occupation du sol
SIG : système d'information géographique
AFOM : atouts, faiblesses, opportunités, menaces
RN : route nationale
BBC : bâtiment basse consommation énergétique
BPAS : bâtiment passive
BPOS : bâtiment énergie positive
ZAC : zone d'aménagement concerté
STD : simulation thermique dynamique

Introduction Générale

1. Introduction :

La population mondiale est de plus en plus urbaine, l'avenir de l'humanité se jouera par et dans la ville. L'augmentation de la population dans les villes déclenche plusieurs phénomènes sociaux, économiques, culturels qui ont des impacts négatifs sur l'environnement naturel et urbain vu le processus rapide de développement souvent non maîtrisé.

Devant la situation actuelle de dégradation naturelle et à cause des pratiques de construction du siècle dernier, gaspilleuses en énergies et en paysages, coûteuses en maintenance et destructrices de lien social, l'accessibilité à un habitat viable, qui favorise les solidarités, une nouvelle notion est apparue dans les années 1970 et s'est mondialisée dans les années 1990 à travers des sommets mondiaux tels :le Sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992, il s'agit de la notion du développement durable, cette tendance qui s'est propagée dans tous les pays du monde et s'est transportée dans les pratiques de plusieurs domaines, elle se présente comme une approche dans le secteur urbain qui vise à améliorer l'état des villes (Guichard, 2011, p. 18).

En évoquant la question de durabilité urbaine, il est évident de signaler le design urbain contemporain, qui reste un champ de pratique professionnelle qui occupe la charnière entre l'architecture et l'aménagement du territoire. Il s'intéresse à la face publique et urbaine de l'architecture, ainsi qu'à l'espace physique et tridimensionnel de la planification du territoire (Lemieux, 2008, p. 7) aussi cherche à centrer son champ d'action sur le contrôle de la forme urbaine en intégrant l'espace public, l'usager, l'ingénierie, le paysage et l'enveloppe construite avec l'intelligence.

En effet, Le Corbusier ainsi que ses contemporains des CIAM, du Bauhaus, des futuristes Italiens ou des Désurbanistes sont les pionniers qui ont parlé du design contemporain et de modernisation et de son impact dans une action interdisciplinaire qui vouée à améliorer la qualité de vie et de l'environnement dans une perspective de développement durable.

En conséquence le durable est un nouvel ordre qui est proposé comme remède pour l'urbanisme de la ville contemporaine. L'urbanisme durable, applique les trois piliers du développement durable, aspects sociaux, économiques et environnementaux, et prise en compte la dimension de la nature et de l'énergie à l'intérieur de la ville, mais aussi des relations entre celle-ci et la biosphère à laquelle elle appartient.

L'urbanisme durable intègre les acquis de l'écologie urbaine à une approche spatiale qui articule les différentes échelles de conception du projet urbain. La nouvelle écologie urbaine pose l'équation complexe d'une nécessaire métamorphose urbaine d'un ensemble des technologies de l'habiter (DA CUNHA, 2015, p. 22) pour construire la ville de demain et par le terme ville de demain nous voulons dire "la ville intelligente" une ville de qualité par son environnement et sa cohésion sociale basée sur l'utilisation de la technologie et l'emploi de la nature.

Alors, d'une ville ancienne à une ville moderne numérique développée respectueuse de la nature et de l'environnement il faut combiner deux phénomènes fondamentaux, d'une part celui du design biopilique qui_vise à renforcer notre bien avec la nature et les processus naturels au sein des bâtiments dans lesquels nous vivons et travaillons et qui voudrait

contribuer à notre bienêtre en réduisant le stress et en améliorant les fonctions cognitives et la réactivité.

Et d'autre part le design intelligent, ce concept est appliqué à la planification et aux politiques urbaines réfère à la façon dont les nouvelles technologies de l'information et des communications sont utilisées en matière de gestion publique pour améliorer la situation actuelle d'une ville dans différentes sphères et régler diverses problématiques urbaines. En effet, ces solutions technologiques permettraient de répondre aux difficultés telles que les problèmes liés aux réseaux de transport collectif, de congestion routière, de gestion des matières résiduelles, de gestion des infrastructures d'eau et d'énergie, et pour faire face à la croissance continue de la population.

On peut dire : design urbain contemporain, projet urbain, la composition urbaine ou bien city design tous ses termes ont presque le même sens, ou plutôt ils ont évolué avec le temps, mais avec un seul véritable objectif est de bien combiné entre la ville écologique (utopique) avec la ville moderne (bien réelle) ou intelligente.

2. Problématique :

L'urbanisation est considérée comme l'un des plus anciens concepts de l'humanité. Aussi loin que nous remontons dans la préhistoire. C'est un phénomène de concentration croissante de la population dans des territoires, qui induit l'effacement progressif du caractère rural d'une zone géographique (ALKAMA & TACHERIFT , 2001).

La ville de Guelma se présente aujourd'hui comme une ville moyenne millénaire de l'Est Algérien, carrefour stratégique reliant le Sud aux grandes métropoles de l'Est, et chef-lieu de Wilaya à vocation agricole par excellence. Elle est le carrefour stratégique de transit et de tourisme au sein de l'armature urbaine de l'Est Algérien (GUECHI, 2018, p. 102).

Après l'indépendance et à l'instar de toutes les villes moyennes de l'Algérie, Guelma semble être affectée par une croissance urbaine rapide et massive sans urbanisme, qui a fortement bousculé l'espace, générant par des transformations spatiales et économiques, la pauvreté, la misère, le chômage, l'instabilité sociale et politique… et cela est dû à un exode rural massif, ce qui a créé la crise de logements.

Face à cette crise de logements qui a commencé à se faire sentir à partir des années 70, plusieurs cités ont été réalisées un exemple de ceci est Hdjar El Mangoub notre zone d'étude. Cette dernière est une zone géographique élevée caractérisée par une belle nature et un paysage attractif.

Alors, nous pouvons diviser notre problème de recherche en deux parties : d'une part " Hdjar el Mangoub" est un quartier résidentiel par excellence c'est-à-dire une cité dortoir, une nouvelle ville avec uniquement des logements de type AADL, un lieu qui souffre de nombreuses carences et problèmes urbains tels que : le manque d'équipements, la situation périphérique loin du centre-ville, l'absence de la gestion d'énergie et d'eau…

D'autre part, la qualité de la production urbaine et architecturale concernant les éléments du design urbain contemporain qui sont : l'espace public, la façade, le jardin, l'éclairage public, le mobilier urbain et le transport, il suffit seulement de montré si ces éléments sont conçus dans le respect des normes biphiliques et intelligentes, bien qu'à première vue l'absence des deux soit évidente.

Et comme il y a des faiblesses, le paysage naturel, la pente et les vues panoramiques sont l'un des atouts les plus importants de la région, mais malheureusement, ils n'ont pas été exploités ni pris en considération au début des étapes de conception.

Aujourd'hui, l'un des principaux enjeux des architectes et urbanistes est de concilier entre les deux faces de design urbain contemporain : l'intelligence et la biophilie pour produire un espace urbain capable d'appréhender la complexité, comprendre le rapport que les citadins entretiennent avec leur environnement.

Donc, comment le design urbain contemporain peut-il combiner entre la biophilie et l'intelligence dans une vision contemporaine de la zone Hdjar El Mangoub ? Et quel projet pour le revitaliser ?

Au milieu de cette étude, nous répondrons aux sous-questions suivantes :

- Comment le paysage a été utilisé comme composante dans l'aménagement urbaine de Hdjar El Mangoub ?
- Comment peut t'en qualifier la contemporanéité des espaces urbains et architecturaux produit ?
- Ya – il vraiment un design biophilique ?
- Peut-on parle de l'intelligence dans la ville Hdjar El Mangoub ?
- Il Y a-t-il des équipements publics à Hdjar El Mangoub, ou juste les logements ?
- Quel projet pour promouvoir la nouvelle ville Hdjar EL Mangoub dans une optique contemporaine d'intelligence et de biophilie ?

3. Hypothèses :

- La production urbaine et architecturale actuelle est loin des normes et mesures de contemporanéité.
- Un nouveau projet pour améliorer et promouvoir la qualité architecturale et urbaine de la nouvelle ville Hdjar EL Mangoub selon des normes biophiliques et intelligentes pour s'inscrire dans la ligne de la production contemporaine.

4. Méthodologie de la recherche :

Ce travail de mémoire s'appuie sur la combinaison de plusieurs approches de récolte de données relevant à la fois de méthode quantitative et qualitative, il base sur deux grandes parties :

1. **La partie théorique :** divisée en deux parties, la première concerne les références thématiques : nous avons effectué nos recherches bibliographiques en partant de mots-clés relatifs au thème de recherche, à savoir : le design urbain contemporain, le développement durable, la biophilie, le design biophilique, smart design, HQE2R, l'espace urbain, architectural et public sans oubliée le paysage et l'outil informatique SIG. Cela pour avoir un maximum d'information concernant notre thème a l'aide des livres, thèses, articles scientifiques…
   La douzième est l'état de l'art ou bien les références méthodologiques à travers l'étude d'une série d'exemples thématiques sur les deux échelles du travail : l'échelle urbaine et architecturale pour comprendre mieux comment les recommandations extraites de la recherche peuvent manifeste dans un projet réalisé.

2. **La partie analytique :** Cette partie pratique est basée sur l'analyse de notre cas d'étude (Hdjar El Mangoub) à travers les différentes techniques et théories de recherches. Elle est composée de deux paliers afin de confirmer ou infirmer les deux hypothèses de notre recherche :
   a. **L'analyse urbaine :** fondée principalement sur **l'analyse paysagère,** à travers l'étude de ***l'environnement naturel*** qui sert à définit les caractéristiques des entités de paysage pour l'interpréter comme un élément visuel intégré dans la conception à l'aide des cartographies et l'outil informatique SIG, aussi l'étude de ***l'environnement urbain*** à l'aide des photos et façades urbaines selon ses différentes parties :

- ***une partie aménagée (bâtie) :*** à travers trois types d'analyses : analyse biophilique, analyse intelligente et analyse fonctionnelle, pour tirer un tableau AFOM, ce qui nous aide bien à comprendre le site.
- ***Une partie projetée (vierge) :*** à travers trois types d'analyses : analyse contextuelle (site), analyse bioclimatique (climat consultant), analyse selon la méthode HQE2R par le modèle INDI, et cela pour tirer les points forts et faibles de mon terrain de projet.

   b. **L'analyse programmatique :** à travers l'analyse des exemples à ***l'échelle urbaine (écoquartier)*** pour dégager le scénario retenu, et à ***l'échelle architecturale (opéra)*** pour dégager le programme retenu, ainsi que les recommandations urbaines et architecturales, biophiliques et intelligents nécessaires pour la conception nouvelle et pour intervenir sur le tissu existant.

Donc d'après la méthodologie expliquée ci-dessus on peut concevoir un projet urbain architectural biophilique et intelligent, ce dernier est bien sur composé d'une espace non bâti et autre bâti ou nous allons faire la simulation thermique et énergétique sur l'enveloppe extérieure du bâtiment à l'aide du logiciel archiWIZARD pour assurer les bonnes conditions climatiques durant l'hiver et l'été ainsi que l'efficacité et la performance énergétique.

5. Structure de la recherche :

Ce travail de mémoire est scindé en six chapitres, implicitement en deux parties. Les trois premiers chapitres sont théoriques traitent du premier niveau de connaissance le cadre conceptuel de la recherche. Le quatrième présente l'environnement d'étude, le cinquième chapitre expose le programme retenu, ainsi que les recommandations urbaines et architecturales. Le dernier chapitre présente notre projet est expérimentale exposent les résultats de la recherche et leurs interprétations.

***CHAPITRE INTRODUCTIF* :** comporte une réflexion générale sur le thème plus la problématique avec les questions ; les hypothèses ; et les objectif de recherche ainsi que le cas d'étude ; méthodologie et la structuration.

PREMIERE PARTIE : LA PARTIE THEORIQUE

Cette partie sert à l'acquisition d'un fondement théorique riche pour pouvoir mieux comprendre et appréhender les concepts suivants : le design urbain contemporain, le développement durable, la biophilie, le design biophilique, smart design, HQE2R, l'espace urbain, le paysage et l'outil informatique SIG. Tout en les accompagnants par les références méthodologiques à travers l'étude d'une série d'exemples thématiques sur les deux échelles du travail : l'échelle urbaine et architecturale.

***CHAPITRE I :* les impératifs du design urbain contemporain.** Abordera deux volets, le premier est la biophilie dans la ville, définition du biophilie, conception et design biophilique, urbanisme biophilique, son histoire, ses objectifs et ses bienfaits. Ainsi qu'une analyse de ses principes et 14 modèles et ses dernières tendances. Le deuxième est l'intelligence dans la ville, il contient également une définition de la ville intelligente, son histoire et de la manière d'appliquer l'intelligence au niveau des éléments de design urbain contemporain, c'est-à-dire : l'espace public intelligent, le transport intelligent, le mobilier urbain intelligent, la façade intelligente, l'éclairage intelligent et le ardin intelligent.

***CHAPITRE II :* le développement durable à l'échelle du quartier.** Le présent chapitre axe son propos sur le concept de développement durable, définition, aperçu historique, ses quatre piliers, ses objectifs et enjeux. Nous avons également examiné l'agenda 21, et le développement urbain durable avec ses objectifs. Afin d'étudier l'écoquartier, ses types, les éléments constructifs, les principes, les cinq piliers et les critères d'évaluation. Nous avons conclu cet axe par une étude sur l'HQE2R, ses objectifs et ses valeurs cibles.

***CHAPITRE III :* l'analyse thématique des exemples.** Ce chapitre est centré sur l'état de l'art ou bien les références méthodologiques à travers l'étude d'une série d'exemples thématiques sur les deux échelles du travail : l'échelle urbaine et architecturale pour comprendre mieux comment les recommandations extraites de la recherche peuvent manifeste dans un projet réalisé.

DEUXIEME PARTIE : LA PARTIE ANALYTIQUE

Cette partie pratique est basée sur l'analyse de notre cas d'étude (Hdjar El Mangoub) à travers les différentes techniques et théories de recherches. La présente partie se compose de 03

chapitres sur lesquels on doit vérifier les hypothèses de cette recherche scientifique à travers une approche analytique.

CHAPITRE IV : **l'analyse urbaine de la nouvelle ville Hdjar El Mangoub.** Dans le présent chapitre qui concernera le cas d'étude de notre recherche, il nous a paru utile en premier lieu de donner une présentation générale de la ville de Guelma et le site Hdjar El Mangoub. Cet axe a été étudié à travers :

- ✓ L'analyse urbaine : fondée principalement sur l'analyse paysagère.
- ✓ La partie aménagée (bâtie) : à travers trois types d'analyses : analyse biophilique, analyse intelligent et analyse fonctionnel, pour tirer un tableau AFOM, ce qui nous aide bien à comprendre le site.
- ✓ La partie projetée (vierge) : à travers trois types d'analyses : analyse contextuelle (site), analyse bioclimatique (climat consultant), analyse selon la méthode HQE2R par le modèle INDI, et cela pour tirer les points fortes et faibles de mon terrain de projet.

CHAPITRE V : **l'analyse programmatique des exemples.** À travers l'analyse des exemples à l'échelle urbaine (écoquartier) pour dégager le scénario retenu, et à l'échelle architecturale (opéra) pour dégager le programme retenu, ainsi que les recommandations urbaines et architecturales.

CHAPITRE VI : **l'approche architecturale, le projet.** Ce chapitre présente un rappelle sur le contexte d'étude, l'idée conceptuelle du projet d'écoquartier et opéra à travers les étapes de la genèse, pour dégager un schéma de principes à suivre.

CONCLUSION GENERALE : Comme tout travail de recherche, le nôtre se termine par une conclusion générale, en synthétisant des points de vues liées directement aux résultats de la recherche, ainsi que quelques éléments de réflexions, présentant les limites de la présente recherche, et les perspectives d'investigations futures.

6. Objectifs :

- ✓ Améliorer le cadre de vie de ces populations et assurer leur bien-être et le confort avec tous ces types.
- ✓ Assurer le contrôle d'énergie et la bonne gestion de la technologie et de ressources naturelles.
- ✓ Démontrer que la présence de l'espace naturel et l'intégration de la biophilie dans nos espaces urbains et nos espaces de travail améliorera le bien-être des travailleurs, leurs productivités et créativités (création des espaces positifs).
- ✓ Montrer que la technologie et l'intelligence peuvent être utilisées sans détruire l'environnement, il s'agit ici de prouver la possibilité de combiner entre la biophilie et l'intelligence.
- ✓ Intégrer la conception biophilique dans l'architecture nécessaire à la construction d'une ville intelligente et le contraire (ville biopilique intelligente).
- ✓ L'utilisation de l'intelligence artificielle (IA) et l'Internet des objets (IoT) et l'introduction de l'intelligence au niveau de : la façade urbaine, mobilier, jardin, espace publique, transport et design intérieure ….

Première partie : partie théorique.

Introduction de la première partie :

Cette partie sert à l'acquisition d'un fondement théorique riche pour pouvoir mieux comprendre et appréhender les concepts suivants : le design urbain contemporain, le développement durable, la biophilie, le design biophilique, smart design, HQE2R, l'espace urbain, le paysage et l'outil informatique SIG. Tout en les accompagnants par les références méthodologiques à travers l'étude d'une série d'exemples thématiques sur les deux échelles du travail : l'échelle urbaine et architecturale.

Chapitre I : les impératifs du design urbain contemporain

Introduction

Depuis son existence sur terre, l'homme vit de, et dans la nature. Cette relation a évolué et aussi changé avec le temps d'un simple et fort lien de nourriture, d'habitat dans les premiers siècles, à un rapport plus complexe, plus large, entre la production, la culture et la civilisation humaine représentées par le monde urbain et les éléments du monde naturel (Djouad,2022) .

I. LA BIOPHILIE DANS LA VILLE

I.1. L'histoire de la biophilie :

À l'heure actuelle, la conception biophilique est devenue plutôt courante. De plus en plus de designers intègrent des éléments comme le bois, l'éclairage naturel, les plantes et l'eau.

La conception biophilique n'est pas un phénomène nouveau ; mais plutôt un champ des sciences appliquées. L'histoire, l'intuition humaine et les sciences neurologiques démontrent que les liens avec la nature sont vitaux pour maintenir une existence saine et dynamique en tant qu'espèce urbaine (TERRAMAI team).

Figure 01 : Ce jardin intégré utilise les principes biophiliques (TERRAMAI team)**.**

Figure 02 : bureau ouvert avec lumière naturelle (TERRAMAI team)**.**

Avant et même après la Révolution industrielle, la grande majorité des personnes avaient une existence agraire, et vivaient presque toute leur vie au sein de la nature, L'architecte et paysagiste américain Frederick Law Olmstead soutint en 1865 que « *…observer un paysage stimule l'esprit sans le fatiguer, le calme tout en le stimulant; et, ainsi, l'esprit influençant le corps, c'est l'ensemble du système qui s'en trouve rafraichi et redynamise* ». Puisque les populations urbaines ont commencé à croitre au XIXème siècle, les réformateurs se préoccupèrent de plus en plus des problèmes de santé et d'hygiène. La création de grands parcs publics est devenue une campagne pour promouvoir la santé et réduire le stress de la vie citadine (SI AMER, 2019, p. 07).

Le concept a été introduit par E.O. Wilson dans son livre de 1984 Biophilia. Wilson, biologiste renommé et professeur de recherche universitaire émérite à Harvard, a décrit une tendance fondamentale des êtres humains à être attirés par la nature et à imiter ses processus et ses structures dans la vie quotidienne. C'est l'idée de base qui sous-tend le design biophilique. Le but est de satisfaire cette biophilie en créant une architecture qui soit un prolongement de la nature (TERRAMAI team).

Certaines personnes le retracent jusqu'aux jardins suspendus de Babylone. Pour les bâtiments survivants, il a vraiment commencé à l'âge d'or islamique (VIIIe-XIVe siècle). Au cours de cette période, les bâtiments ont été conçus pour un contact direct et indirect avec le monde naturel, car ils s'efforçaient de rechercher une compréhension du monde. Par exemple, les mosquées des Omeyyades (Damas, Syrie) construites entre 705 et 715 utilisaient des motifs trouvés dans la nature. Bien qu'ils ne soient pas exclusivement utilisés, ils dominaient à la fois dans l'art et l'architecture pour éviter la représentation de la forme humaine pour les croyances religieuses (Deltec Homes, 2020).

Figure 03 : motifs inspiré de la nature, la grande mosquée des omeyyades, Damas, (Deltec Homes, 2020).

À titre d'exemples sur la conception biophilique au cœur de l'histoire en a le musé de science à oxford par l'architecte Ruskin inspiré de la compagne aux alentours, il inséré les fleurs et les plantes comme ornementation. Henry David qui ait le projet de la cabane a Concord et écrit sur une vie simple avec la nature

Dans les hôpitaux en remarque que la lumière naturelle est très importante pour le calme et la réduction du stress et la psychologie des malades. Right fait la décoration et ses vitaux à travers les fleurs et les plantes et utilise le bois, brique, et la pierre dans ses projets.

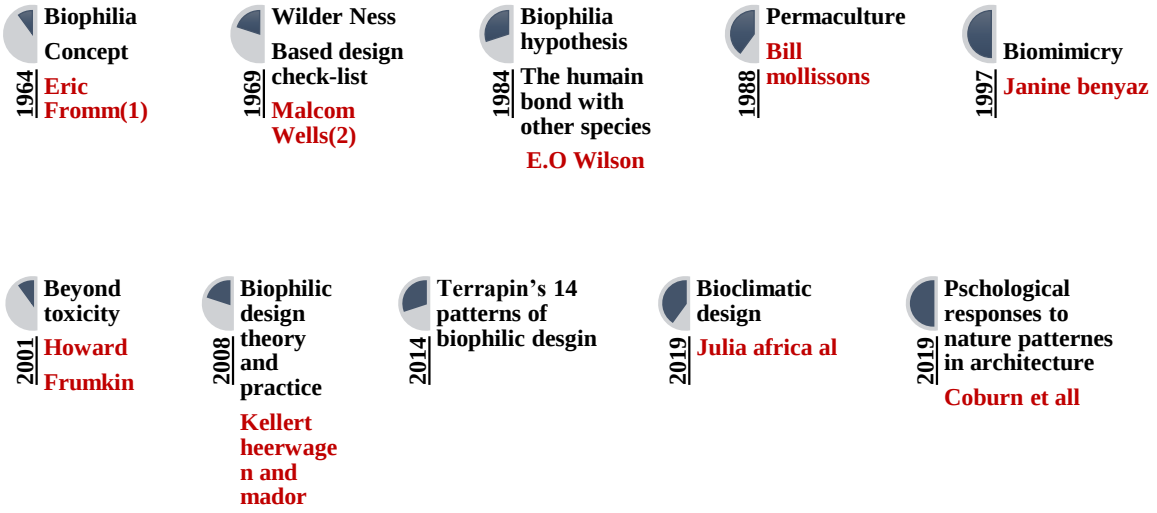


Figure 04 : l'évolution du terme "biophilie" au fil du temps (par l'auteur).

I.2. Biophilie : généralité et définition des concepts :

I.2.1. Qu'est-ce que la biophilie ?

« L'amour passionné de la vie et de tout ce qui est vivant ; c'est le désir de croissance, qu'il s'agisse de celle d'une personne, d'une plante, d'une idée ou d'un groupe social. » ***Erich Fromm***

Formée à partir de la racine grecque « bio » (vie) et du suffixe « phile » (qui aime), la biophilie est donc le fait d'aimer le vivant ou bien l'amour de la nature. Formulé par l'Américain Edward Osborne Wilson dans les années 1980. Ce biologiste réputé a présenté le contact avec la nature comme essentiel à notre bienêtre, en 1984, a été le premier à avancer l'idée que les humains ont une tendance innée à chercher des liens avec la nature et avec le vivant (Fell, 2018).

I.2.2. La conception biophilique :

La biophilie désigne une conception qui se rapproche ou qui imite les conditions d'un environnement naturel. Elle ne se réduit pas simplement à la mise en place de végétaux ou d'espaces dits « verts ». C'est une approche visant à révéler les cinq sens de l'humain en recréant les ambiances et les ressentis de la nature.

Donc en s'agit de : la conception biophilique c'est une conception architecturale , destinée aux personnes en tant qu'organismes biologiques , respectant les systèmes corps-esprit en tant qu'indicateurs de santé et bienêtre et adapter à un contexte local .une bonne conception biophilique comprend les perspectives liées aux conditions de santé, normes socioculturelle , expérience vécus ,fréquence et durée de l'usage la création des espaces qui sont inspirants , sains qui intègrent la fonctionnalité du lieu et de l'écosystème (urbain) (CHEKALIL & SAIM, 2018/2019, p. 11).

I.2.3. L'urbanisme biophilique :

Certaines des premières conceptions d'Olmstead utilisaient des plans d'eau dans les parcs urbains pour assainir la pollution de l'eau, et sa défense des parcs comme « poumons » pour lutter contre la pollution. Outre, les masses d'eau ont la capacité d'ajuster le microclimat environnant. Une notion d'une ville biophilique imite et s'inspire des systèmes naturels dans son fonctionnement.

Les villes pourraient également être considérées comme plus biophiles si leurs bâtiments et leurs environnements bâtis reflètent les formes de la nature.

En effet, l'urbanisme biophilique émerge comme une approche de planification et de conception pour l'amélioration holistique des espaces urbains avec un accent combiné sur le cadre physique, la conception urbaine et le mode de vie.

Une ville biophilique cherche à favoriser une proximité avec la nature tout en trouvant de nouvelles façons pour insérer la nature dans les rues, les bâtiments et les milieux de vie urbains (Chro Hama, 2021, p. 04).

I.2.4. Le design biophilique :

La biophilie se définit comme le besoin biologique des humains de maintenir une connexion avec la nature. La notion de design biophilique représente quant à elle une tentative délibérée de traduire la biophilie dans l'environnement urbain et bâti Reconnecter les personnes avec les systèmes et les processus naturels présent de nombreux avantages pour le bienêtre. L'intégration de la lumière naturelle, des plantes, de matériaux naturels ou de vues agréables représentent certaines stratégies biophiliques qui peuvent améliorer la créativité, le bienêtre et la performance cognitive des personnes. Pour maximiser tout son potentiel, une approche de design biophilique devrait aborder toutes les échelles du projet, depuis l'environnement urbain jusqu'aux espaces intérieurs (Watchman, 2019).

Biopilique design peut être rencontré dans la façade du bâtiment, l'environnement intérieur; Éléments décoratifs et paysage extérieur, il peut être directement indirect ou symboliquement révélé et peut parfois se produire inconsciemment, sans création délibérée ou même parfois reconnaissance explicite (R.Kellert, H.Heerwagen, & L.Mador, 2008, p. 12).

I.3. Les objectifs du design biophilique :

Selon Jason McClennan (un architecte et une figure éminente du mouvement des bâtiments écologiques) les six critères d'un design biophilique (MH DEMERS & POTVIN, 2008, p. 23) :

- ✓ Permettre la perception des variations cycliques saisonnières et journalières des conditions lumineuses et thermiques.
- ✓ Relier les individus aux conditions extérieures en offrant un accès aux vues et à l'éclairage naturel.
- ✓ Redonner à l'occupant le contrôle de la gestion de son confort thermique, de la ventilation et de la lumière naturelle.
- ✓ Utiliser la lumière naturelle comme principale source d'éclairage.
- ✓ Employer des matériaux sains et durables qui ne requièrent que peu d'entretien.
- ✓ Adopter des stratégies passives de ventilation naturelle et de chauffage.

I.4. Les bienfaits du design biophilique :

En effet, la conception biophilique permet (planradar équipe, 2022) **:**

- **Au travail**, de réduire le stress, l'absentéisme et d'augmenter la productivité, la créativité et le maintien des équipes.
- **Dans le domaine de l'éducation**, de réduire le taux d'absentéisme, d'améliorer les résultats d'examen et d'accélérer l'apprentissage.
- **Dans le domaine de la santé**, de réduire le temps d'hospitalisation et d'accélérer le temps de guérison.
- **Au sein des collectivités**, de réduire la criminalité et d'augmenter la valeur immobilière.

- **Commerce de détail :** Il a été constaté que la présence de végétation et d'aménagement paysager augmentait les taux de location moyens des espaces de vente

au détail. Les clients indiquant qu'ils étaient prêts à payer 8 à 12% de plus pour les biens et services.

- **Une meilleure santé :** vivre en proximité avec la nature a des vertus curatives et permet de se remettre plus rapidement de maladies ou de blessures.
- **Amélioration de la qualité de l'air :** la présence de plantes en intérieur contribue à assainir l'air en éliminant les polluants
- **Un pas positif pour l'environnement :** planter arbres et arbustes favorise la biodiversité, réduit la présence de carbone dans l'atmosphère, et joue un rôle précieux dans la résilience climatique en ralentissant par exemple les flux d'eaux pluviales
- **Maisons :** Ils peuvent devenir plus apaisants et réparatrices, avec 7 à 8% de criminalité en moins attribuée aux zones ayant accès à la nature et peuvent entraîner une augmentation de 4 à 5% du prix de l'immobilier.

I.5. Les principes du design biophilique (R. Kellert & F. Calabrese, 2015, pp. 6-9):

- ✓ Le design biophilique nécessite un engagement répété et soutenu avec la nature.
- ✓ La conception biophilique se concentre sur les adaptations humaines au monde naturel qui, au fil du temps, ont fait progresser la santé, la forme physique et le bienêtre des personnes.
- ✓ La conception biophilique encourage un attachement émotionnel à des environnements et des lieux particuliers.
- ✓ La conception biophilique favorise les interactions positives entre les personnes et la nature qui encouragent un sens élargi des relations et des responsabilités envers les communautés humaines et naturelles.
- ✓ La conception biophilique encourage les solutions architecturales de renforcement mutuel, interconnectées et intégrées.

I.6. Les 14 modèles biophiliques :

Le design biophilique ne devrait pas être considéré comme une option couteuse, mais comme un exercice créatif visant à améliorer le bienêtre.

Nous avons utilisé les "14 modèles du design biophilique" comme cadre pour vous fournir des moyens pratiques de mettre en œuvre le design biophilique dans les environnements intérieurs et extérieurs.

- La conception biophilique peut être organisée en **trois catégories** :

- *la Nature Dans l'Espace*
- *les Analogies Naturelles*
- *la Nature de l'Espace* Fournissant ainsi un cadre de compréhension, et permettant l'intégration réfléchie d'une riche variété de stratégies dans l'environnement bâti.

I.6.1. La nature dans l'espace :

La Nature Dans l'Espace aborde la présence directe, physique et éphémère de la nature dans un espace ou un lieu. Ceci comprend la vie végétale, l'eau et les animaux, ainsi que les brises de vent, les sons, les effluves olfactifs et autres éléments naturels. Les exemples communs comprennent les plantes en pots, les parterres de fleurs, les mangeoires pour oiseaux, les jardins de papillons, les jeux d'eau, fontaines, aquariums, patios et murs ou toits végétalisés. Les expériences les plus fortes de la Nature Dans l'espace sont atteintes grâce à la création de liens directs et sensés avec ces éléments naturels, en particulier à travers la diversité, le mouvement et les interactions multi sensorielles. La Nature Dans l'Espace englobe **sept modèles** de conception biophilique (Browning, Ryan, & Clancy, 2016, p. 9) :

A. ***Lien visuel avec la nature :*** Une vue sur des éléments naturels, des systèmes vivants et des processus naturels. Comme exemple regarder la verdure par la fenêtre, pour augmenter ses dispositions à la réflexion.
B. ***Lien invisible avec la nature :*** Stimulations auditives, tactiles, olfactives ou gustatives qui font délibérément et positivement référence à la nature, aux systèmes vivants ou aux processus naturels. Ou bien Sons, odeurs, goût ou sensations tactiles qui engendrent une référence positive à la nature.
C. ***Stimulations sensorielles non-rythmiques* :** Liens stochastiques et éphémères avec la nature qui peuvent être analysés statistiquement, mais ne sont pas forcément prévisibles de façon précise, un oiseau se pose près de votre fenêtre, une distraction brève mais bienvenue pour restaurer l'attention (ARP-Astrance, 2017, p. 11).
D. ***Variabilité thermique et renouvellement d'air :*** Des changements subtils de température, du taux d'humidité, du flux d'air sur la peau et des températures de surface qui imitent les environnements naturels. Retrouver des sensations naturelles en ouvrant la fenêtre.
E. ***Présence de l'eau :*** Une condition qui amélioré la perception d'un lieu à travers la vue, le bruit ou le toucher de l'eau. Intensifier l'expérience apaisante en contemplant les ondulations d'un mur d'eau.
F. ***Lumière dynamique et diffuse:*** Les variations d'intensité de lumières et d'ombres qui changent dans le temps peuvent créer des conditions s'apparentant à la nature. Évoluer dans des espaces à l'éclairage naturel maximisé et aux intensités variables de lumière et d'ombre.
G. ***Lien avec les systèmes naturels :*** Prise de conscience des procédés naturels, en particulier les changements saisonniers et temporels caractéristiques d'un écosystème sain. Observer l'évolution des plantes indigènes qui poussent et meurent au fil des saisons.

I.6.2. Les analogies naturelles :

Les analogies naturelles concernent les évocations biologiques, non-vivantes et indirectes de la nature. Les objets, matériaux, couleurs, formes, séquences et modèles que l'on trouve dans la nature se manifestent sous la forme d'œuvres d'art, d'ornementations, de meubles, de décors et de textiles dans l'environnement bâti (Terrapin Bright Green LLC, 2014, p. 34).

Des imitations de coquillages et de feuilles, des meubles de forme biologique, et des matériaux naturels qui ont été transformés ou altérés (comme par ex. les planches de bois, les plans de travail en granit), fournissent chacun un lien indirect avec la nature. Bien qu'elles soient naturelles, il ne s'agit que d'analogies avec les matériaux dans leur état « naturel ». L'expérience d'analogie naturelle la plus forte est obtenue par la fourniture de multiples informations de façon organisée et parfois évolutive (Browning, Ryan, & Clancy, 2016, p. 10). Les analogies naturelles comprennent **trois modèles** de conception biophilique :

A. ***Formes et motifs biomorphiques :*** Références symboliques a des dispositions tracées, a motifs, textures ou numériques qui sont courantes dans la nature ; une moquette aux motifs végétaux pour rendre l'ambiance plus chaleureuse ; Contours, motifs, textures ou arrangements numériques qui imitent la nature.
B. ***Lien matériel avec la nature :*** Matériaux et éléments de la nature qui, à travers une transformation minime, reflètent le milieu naturel ou la géologie locale et créent une sensation différente du lieu. Ou bien installé à son poste, s'entourer de matériaux qui reflètent l'environnement local.
C. ***Complexité et ordre :*** Informations sensorielles riches qui adhèrent a une hiérarchie spatiale similaire à ce que l'on peut rencontrer dans la nature. Rompre avec la monotonie et stimuler son imagination par des touches décoratives riches en informations.

I.6.3. la nature de l'espace :

La Nature de l'Espace concerne les configurations spatiales dans la nature. Cela concerne notre désir inné et acquis à être capables de voir au-delà de notre environnement immédiat, notre fascination pour l'inconnu ou le danger léger, les vues obstruées et les moments révélateurs, et parfois même les phobies vertueuses quand elles comprennent un élément fiable de sécurité. Les expériences de Nature de l'Espace les plus fortes peuvent être atteintes avec la création de configurations spatiales délibérément amalgamées avec les principes de Nature Dans l'Espace, et les Analogies Naturelles (Browning, Ryan, & Clancy, 2016, p. 10).

Les expériences les plus fortes s'obtiennent en alternant des vues obstruées et des moments de révélation ; le tout mêlé à des modèles de Nature dans l'espace et d'analogies naturelles (Terrapin Bright Green LLC, 2014, p. 48). La Nature de l'Espace englobe **quatre modèles** de conception biophilique :

A. ***Perspective :*** Une vue imprenable, pour la surveillance et la prévision. Dès l'entrée, procurer une sensation d'ouverture et de liberté par la profondeur des vues et l'usage de matériaux transparents.
B. ***Refuge :*** Un endroit pour se retirer des conditions environnementales ou du flux d'activité, dans lequel l'individu est protégé derrière et au-dessus de lui.
C. ***Mystère :*** La promesse d'une richesse d'informations, par le biais de vues partiellement obscurcies ou autres dispositions sensorielles qui incitent l'individu à voyager plus profondément dans l'environnement. Tester sa curiosité et emprunter des chemins inexplorés.
D. ***Risque :*** Une menace identifiable couplée avec une sécurité fiable. Expérimenter des sensations de vertige maîtrisé en empruntant une passerelle.

I.7. Éléments et motifs de conception biophilique :

Tableau 01 : les éléments de la conception biophilique selon les échelles (Chro Hama, 2021, p. 04) **.**

Échelles	Éléments de conception biophiliques
Bâtiment	Toits verts, jardins du ciel et atriums verts, jardin sur le toit, murs verts, intérieur à la lumière du jour les espaces
Bloc	Cours vertes, logements regroupés autour d'espaces verts, cours et espaces d'espèces indigènes, faible développement d'impact (LID).
Rue	Rues vertes, arbres urbains, baissières végétalisées et rues maigres, aménagement paysager comestible, haute degré de perméabilité.
Quartier	Éclairage naturel des cours d'eau, restauration des cours d'eau, forêt urbaine, parcs écologiques, jardins communautaires, parcs de quartier / parcs de poche, verdissement des champs gris et des friches industrielles.
Communauté	Ruisseaux urbains et zones riveraines, réseaux écologiques urbains, écoles vertes, canopée urbaine, forêt communautaire, forêts religieuses, écologisation des corridors de services publics.
Région	Systèmes fluviaux/plaines inondables, systèmes riverains, régionaux, systèmes d'espaces verts, verdissement majeur couloirs de transport.

Tableau 02 : Les expériences et les attributs du design biophilique (Chro Hama, 2021, p. 04)

Expérience directe de la nature	Expérience indirecte de la nature	Expérience de l'espace et du lieu
Lumière	Image de la nature	Perspective et refuge
Air	Matériaux naturels	Complexité organisée
Eau	Couleurs naturelles	Intégration des parties au tout
Plantes	Simulation de la lumière naturelle et de l'air	Espaces de transition
Animaux	Formes et formes naturalistes	Mobilité et orientation
Météo	Évocation de la nature	Attachement culturel et écologique
Paysages naturels, écosystème	Richesse de l'information	
feu	L'âge, le changement et la patine du temps	
	Géométries naturelles	
	Biomimétisme	

I.8. Solutions biophilique, les dernières tendances (planradar équipe, 2022) :

- ***L'aquaponie :*** une méthode de culture ancestrale qui combine végétaux et poissons. L'aquaponie permet de cultiver des végétaux en circuit fermé, synonyme d'une économie de 90 % d'eau comparé à une méthode classique. En aquaponie, les plantes sont placées dans des bacs remplis de billes d'argile ou de cailloux. Les végétaux les plus adaptés à la culture aquaponique sont les légumes feuilles (salades, épinards, bettes, poireaux, cresson d'eau…) et les plantes aromatiques (basilic, ciboulette, persil, menthe, coriandre...), pour commencer. Ensuite, vous pourrez vous lancer dans les tomates, concombres, courges, aubergine.

- ***Les murs végétaux, une oasis en pleine ville :*** Les murs végétaux sont un excellent moyen pour développer ce sentiment de connexion avec la nature. En outre, ils requièrent peu d'espace au sol et créent une véritable oasis de fraîcheur et apportent une touche esthétique.

- ***Les matériaux naturels ont le vent en poupe :*** Le design biophilique favorise l'utilisation de matériaux naturels et de préférence issus d'une production locale et typique de la région, dans une démarche éco-responsable, selon les régions, ce peut être du bois issu de filières de production durable, de la laine, du liège, du bambou, du rotin, du cuir ou encore de la pierre. Ces matières brutes créent une atmosphère apaisante, en harmonie avec l'environnement naturel.

- ***En termes d'aménagement intérieur :*** les textiles suivent également cette tendance. Ainsi, on préfère les matières naturelles aux fibres synthétiques, par exemple le coton au polyester, et le lin à l'acrylique. Pour une pièce résolument nature, ces matériaux se retrouveront notamment dans l'ameublement – les fauteuils, les plans de travail, les objets de décoration, les sols, et plus encore.

- ***La peinture verte, un must pour un intérieur design et nature :*** Le design biophilique intègre des teintes et nuances terreuses comme le vert. Pour une déco design et nature, vous pouvez adopter le vert sapin ou vert forêt, de même que le vert chasseur qui est très tendance dans la cuisine et la salle de bain.

- ***L'éclairage naturel, un incontournable dans le design biophilique :*** Prévoir des ouvertures sur de la verdure ou des éléments naturels est essentiel pour réussir un design biophilique. En augmentant la surface des fenêtres et en optimisant leur orientation, les designers maximisent la quantité de lumière naturelle d'une pièce. De nombreuses astuces permettent d'abolir la barrière entre l'intérieur et l'extérieur, et de connecter le dedans et le dehors : ainsi les architectes peuvent recourir à l'installation de portes coulissantes, de lucarnes et quand c'est possible de balcons.

- ***Les plantes, le secret pour des espaces frais et reposants :*** Les plantes occupent une place de choix dans le design biophilique, puisqu'elles cumulent les effets dépolluants et humidifient l'air. On peut notamment citer :

- ✓ **Le spathiphyllum :** Active dans la dépollution de l'air et qui fleurit tout au long de l'année.
- ✓ **Le scheffler :** Plante décorative aux qualités purificatrices.
- ✓ **La fougère de Boston :** Absorbe très bien le xylène des peintures et le formaldéhyde des matériaux de construction.
- ✓ **Le Chlorophytum comosum :** Très jolie, elle donne beaucoup de verdure à toute pièce d'intérieur et peut être plantée dans tout type de pot.

- ***Le biomorphisme, imiter les motifs aléatoires de la nature :*** Le biomorphisme est l'art de modéliser des objets ou reproduire des motifs et des formes qui font penser à la nature et aux organismes vivants ; En architecture, ce sont les façades ou la structure entière du bâtiment qui peuvent imiter la nature.

II. L'INTELLIGENCE DANS LA VILLE :

II.1. L'histoire de la ville intelligente :

L'expression « ville intelligente » trouve son inspiration dans les courants urbanistiques, résultats de réflexions autour de la ville du futur. Le terme en lui-même provient de la traduction française du concept « smart-city ». Cette idée apparaît partiellement dès les années 1980, dans les mégapoles asiatiques, pionnières des technologies avancées et des services de pointe.

Au début du XXIe siècle, le gouvernement de la Corée du Sud commence déjà à élaborer une stratégie conçue autour de l'omniprésence de l'informatique dans la ville : « ubiquitous city ». Ce plan se traduit par des ambitions de u-network et de u-society avec le « u » représentant l'ubiquité des technologies de l'information et de la communication (T.I.C.), c'est-à-dire, la capacité pour ces technologies d'être accessibles à tout moment et en tout lieu.

Du côté occidental, le terme de « smart city » émerge avec le lancement d'un projet de recherche de la firme Cisco qui, pour un budget de 25 millions de dollars, souhaite évaluer les possibilités d'utilisation des outils technologiques, pour rendre les villes plus durables. Dès 2008, I.B.M. se joint à cette quête et initie son programme Smarter Cities. Il s'agit d'un investissement permettant à la firme de proposer des solutions aux développements des villes, par sa vision de « smart city » comme système de système.

Dès lors, le terme de smart city devient une image de marketing ainsi qu'un marché potentiel pour les firmes privées. Ce changement de statut contribue aussi à une diffusion plus large de ce concept. Ainsi, en 2013, on dénombre près de 150 villes dites « intelligentes », à travers le monde (Baptiste Goin, 2017).

II.2. Smart design, généralité et définition des concepts :

II.2.1. L'adjectif " intelligent" :

Le concept de ville intelligente est une tentative de traduction de l'expression « *smart city* », qui est aussi parfois désignée par les termes « ville ingénieuse », « ville astucieuse ». L'adjectif " intelligent" est rarement bien compris, il renvoie d'emblée à un processus cognitif humain qui sert d'unique horizon référentiel et conduit à invalider l'idée selon laquelle une ville serait intelligente, car cela signifierait le fait qu'il y aurait des villes « bêtes », ou encore, dans une perspective historique, le fait que les villes auraient toujours été intelligentes (DANIELOU, 2014).

II.2.2. Smart design ou "ville intelligente" :

"Une ville intelligente, traduction du concept anglo-saxon de smart city, digital city, connected city ou bien ville numérique sont des concepts similaires donc c'est une ville qui s'appuie sur la collecte et l'utilisation de données TIC pour optimiser son organisation et sa gestion. Par le biais de capteurs, la ville appréhende les comportements et les habitudes de ses habitants afin de leur fournir, en temps réel, une meilleure information, une meilleure offre de services tout en économisant mieux les ressources. Cette « intelligence » touche de nombreux domaines comme les transports (circulation, stationnement, etc.), l'approvisionnement en électricité, en eau, le ramassage des ordures… "(Renault group, 2020).

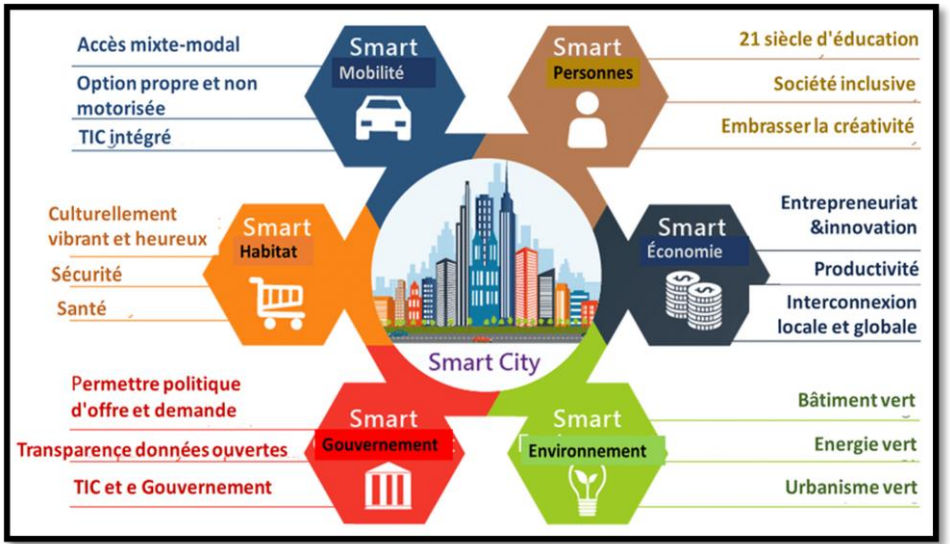


Figure 05 : les six critères de classification de la ville intelligente (Google image)

La ville intelligente apparaît à la fois comme un idéal et comme un processus. En tant qu'idéal, il s'agit d'une ville dont les outils numériques permettent d'optimiser le fonctionnement et la durabilité, en même temps que la qualité de vie de ses habitants et le type de relations qu'ils entretiennent les uns avec les autres (PICON, 2016, p. 13), c'est la raison pour laquelle ils visent à atteindre conjointement 3 objectifs : (Objectif 1) améliorer le confort de ses citadins tout en (Objectif 2) disposant de transports plus efficaces et en (Objectif 3) respectant l'environnement.

En tant que processus, nos villes sont déjà intelligentes ou du moins sont en train de le devenir rapidement sous l'effet d'un ensemble complexe de facteurs parmi lesquels figurent bien entendu les innovations technologiques elles-mêmes (PICON, 2016, p. 14).

Donc les 6 critères principaux qui permettent de classer les villes intelligentes (selon Rudolf Giffinger, expert international en développement urbain) :

- ✓ critère 1 : une économie intelligente
- ✓ critère 2 : une mobilité intelligente
- ✓ critère 3 : un environnement intelligent
- ✓ critère 4 : des habitants intelligents
- ✓ critère 5 : un mode de vie intelligent
- ✓ critère 6 : une administration intelligente

II.3. Une vision intelligente, nouvelle dimension pour les éléments de design urbain contemporain :

Avant de discuter de la manière d'employer l'intelligence dans les éléments du design urbain contemporain, il faut d'abord définir de quoi il s'agit et de mentionner ses éléments.

Donc ***le design urbain contemporain*** est un processus ou bien méthode d'intervention sur la ville en tant qu'espace physique, c'est un cadre qui définit les éléments dans un ensemble de places, de blocs et de rues dans une ville. Le design urbain fait d'une ville une architecture de paysage et d'urbanisme fonctionnel et séduisant (CREP, 2019).

Prend également en compte la dimension temporelle dans la mesure où il permet d'envisager des transformations du territoire selon différents horizons de temps (par des cultures urbaines et territoriales , par les politiques urbaines passées et présentes) avec la compréhension de l'environnement bâti inclut également l'étude des histoires locales des conditions économiques, du cadre législatif, des mécanismes de règlementation urbanistique, des enjeux politiques, sociaux, industriels, financiers.

En intègre pleinement le mouvement comme caractéristique des espaces urbains et de la manière dont ceux-ci sont pratiqués. Abordé dans une perspective de ville durable, le programme offre une formation qui vise la compréhension des aspects physiques du milieu bâti (topographie, hydrologie, systèmes routiers, bâtiments, infrastructures, écosystèmes, ensoleillement, vents, etc.) afin de l'analysé et de l'intervenir (Faculté de l'aménagement).

II.3.1. L'espace public intelligent :

II.3.1.1 Définition :

Un espace public qui est généralement ouvert et entièrement accessible aux personnes qui y sont connues comme un espace public. Il comprend de nombreux composants comme les routes, les trottoirs, les parcs publics et les jardins, les carrés publics et les plages, etc. Toutes ces zones sont généralement considérées comme des espaces publics (RADWAN, MORSI, & MOHAMED , 2018, p. 03).

Les espaces publics urbains intelligents représentent l'utilisation de la technologie modernisée et aident également à l'utilisation d'espaces dans le public urbain. Dans le même temps, ces espaces devraient toujours respecter les règles de la technologie et de l'architecture modernes,

le niveau social, traditionnel ou culturel, financier et écologique de la communauté en est également affecté. Il y a un grand changement dans le sens ainsi que le fonctionnement des espaces publics urbains intelligents à l'époque où interconnecté via le développement technologique. Sur la base du développement technologique intelligent et en réseau ainsi que des services, il existe des installations et des opportunités croissantes pour les citadins. Donc ce réseau intelligent des espaces publics, est pour objectif principal de répondre aux besoins des habitants de la ville et pour accroître l'attractivité de ces espaces publics urbains (RADWAN, MORSI, & MOHAMED , 2018, p. 01).

II.3.1.2 La conception de l'espace public intelligente :

Créé par l'auteur D'après (l'Agence d'urbanisme de l'agglomération marseillaise, 2021) :

- ✓ Le concepteur doit comprendre la composition paysagère existé et réintroduit la nature dans ce premier plan du paysage urbain à travers : le nivèlement, texture, motif, vocabulaire naturel, la palette végétale et l'ombre et la lumière.
- ✓ Penser l'aménagement des espaces publics en tenant en compte l'échelle du piéton et l'échelle du cycliste avec des passages piéton apaisé et visible en assure un nivèlement tendu, un dévers inférieur à 2%, un revêtement dur avec couleur claire (réfléchissent la chaleur), plate et non glissante avec largeur suffisante.
- ✓ L'ajout progressif de nouveaux mobiliers aux mobiliers traditionnels sera maîtrisé : arceaux vélos, poteaux des caméras de vidéosurveillance, capteurs "smart city"… avec Panneaux d'information en direct et des pôles multifonctionnels, fournissant des informations sur les réservations de parc, les transports, météo, ombre, évènements et culture…
- ✓ Une signalétique intelligente simple, lisible, homogène et concentrée et les panneaux pour rassurer sur la durée d'un déplacement et pour indiquer les parcours directs réservés aux piétons.
- ✓ Pour le trottoir : aménager des parcours à thème (histoire, art urbain, muraux…) en améliorer le confort visuel (scénographie, mise en valeur d'un élément du paysage...) ; et planter des arbres en fonction des contraintes (accès pompiers, réseaux...)
- ✓ Implanter des arceaux de stationnement vélos sur la chaussée à la place d'un stationnement automobile (4arceaux par remplacement).On peut donner la priorité aux vélos en créant un "vélo-rue" (ou "rue à priorité vélo").
- ✓ Le concepteur se préoccupe des enfants en situation de handicap moteur. Il veille à rénover les aires de jeu (nouveaux accès, table à sable, rampes pour accéder aux cabanes...) et prenant en compte l'accessibilité du PMR
- ✓ Utilise les masses végétales qui créent de l'ombre, forment des écrans, renforcent la présence de l'eau et réduire les nuisances sonores, les arbres à feuilles caduques pour les zones exposées à la pollution de l'air et pour la fraîcheur.
- ✓ Mets en place des solutions innovantes pour humidifier l'air et les sols (arrosage de la chaussée avec une buse d'aspersion intégrée à un trottoir...).
- ✓ Système d'irrigation intelligent déclenché par données météorologiques et humidité du sol capteurs.
- ✓ Les bornes de recharge publiques chargent les aides à la mobilité électrique, les ordinateurs portables et les téléphones portables.

- ✓ Éclairage activé par le mouvement, boutons de sécurité, surveillance du bruit et la vidéosurveillance connectée améliore la sécurité.

II.3.1.3 Les rues intelligentes : D'après (NICOLLEAU, 2019) :

- ✓ ***La route adaptable :*** facilite le travail des opérateurs routiers en leur proposant des solutions flexibles pour répondre à la demande de transport pour tous les modes (ajustement des voies réservées, interdiction dynamique de dépasser pour les poids lourds, régulation des accès urbains, utilisation de voies réversibles, etc.).
- ✓ ***La route automatisée :*** intègre totalement les technologies de l'information et de la communication (TIC) entre l'usager, le véhicule, les services de gestion du trafic et l'opérateur routier.
- ✓ ***La route résiliente :*** assure un niveau de service élevé dans le temps, et ce même sous des conditions climatiques extrêmes.
- ✓ ***La route solaire :*** composée d'un revêtement routier structuré de capteurs photovoltaïques, permet de produire de l'électricité, tout en permettant la circulation de tout type de véhicule.
- ✓ ***l'électro mobilité*** ou la recharge des véhicules électriques sans contact grâce à l'induction, un dispositif de recharge des batteries pourra être inclus dans la route de manière simple et peu couteuse.
- ✓ ***La chaussée connectée :*** Des capteurs, placés dans le revêtement de la chaussée, permettraient de faire de la maintenance anticipée dite « prédictive », grâce au recueil de multiples donnés sur les caractéristiques physiques de la route analysées en temps réel (présence de verglas, taux de déformation de la route, pression, teneur en eau…)
- ✓ ***Conception tridimensionnelle*** de voies piétonnes au milieu des routes pour la sécurité.
- ✓ ***une chaussée intégrant un échangeur thermique*** dans ses couches de surface, capable de jouer le rôle de capteur d'énergie solaire et d'émetteur de chaleur alimenté par une source d'énergie renouvelable (géothermie, biomasse).route a énergie positive.
- ✓ ***une route constituée de près de 100 % de matériaux recyclés.***

Figure 06 : la route solaire, source : Google image

Figure 07 : conception 3D de voie piétonne

Source : Google image

II.3.1.4 Systèmes intelligents : créé par l'auteur à partir de l'article (RADWAN, MORSI, & MOHAMED , 2018, p. 01).

Grâce à un ***système de surveillance de l'accessibilité urbaine*** basé sur l'analyse de la dynamique urbaine, c'est-à-dire l'étude des habitudes de déplacement des citoyens et la connaissance de leur propre expérience. Plus précisément, les travaux portent sur la mobilité des piétons, en particulier dans le groupe le plus vulnérable des personnes handicapées. Le système est basé sur la lecture automatique des emplacements des citoyens. Il obtient en permanence des emplacements individuels grâce aux technologies RFID et GPS. les informations de localisation des citoyens, sont structurées et complétées pour construire les flux de circulation des citoyens.

La réalité augmentée a commencé à changer l'espace public. Il offre toute une panoplie d'applications liées au tourisme. À travers l'éventail des informations qui s'affichent sur les écrans fixes et mobiles, des bornes numériques installées par les autorités municipales - comme les panneaux interactifs d'Urba flow à Helsinki ou LinkNYC à New York et peut être comme méthode pour imposer la biophilie (nature virtuelle).

La conception de l'espace urbain devrait inclure ***la gestion des systèmes d'eau***. En fonction de la nature de ces espaces, les systèmes d'eau peuvent créer des éléments naturels et artificiels tels que zones humides, étangs et bassins de rétention. Ces systèmes sont souvent associés à l'environnement verdure, peuvent également créer des connecteurs verts qui peuvent devenir des couloirs entre les verts systèmes. En plus de leur valeur esthétique, ces systèmes peuvent être utilisés pour les eaux pluviales.

Un autre élément important de ***l'idée d'espaces bleus et verts*** est le développement des zones riveraines, qui devraient inclure des stratégies relatives à la gestion des évènements d'inondation, avec l'emploi des capteurs permettant de détecter les inondations ou les incendies dans les conduites souterraines, de capteurs de températures dans les câbles électriques, de détecteurs de fuites de gaz, ou de systèmes de contrôle des flux de trafic, de surveillance de l'éclairage public et de surveillance et de contrôle des équipements des services des eaux.

II.3.2. La mobilité intelligente :

II.3.2.1 Définition :

La Smart Mobility ou « mobilité intelligente » est un concept qui désigne un nouveau modèle de mobilité qui, par rapport au modèle précédent, se caractérise par sa flexibilité, sa réactivité et son recours à la multi-modalité et cela, principalement, grâce aux innovations technologiques (Smartphones, GPS, tablettes, plateformes numériques, réseaux sociaux, etc.), des véhicules hautement performants et interactifs, des infrastructures plus connectées, intelligentes et automatisées et l'utilisation partagée, selon des modes de confidentialité divers, d'un certain nombre de données (Open Data) (Obeid & de Saint Martin, 2016).

II.3.2.2 La conception du transport intelligent :

1) L'utilisation du transport en commun :

Le transport en commun (bus, tramway, métro..) est maintenant devenu une meilleure solution qui réduit la pollution et meilleur en termes d'économie et de préservation de l'air

pur et d'efficacité environnementale élevée, il est largement utilisé dans les grandes villes (Bartholeyns, Breux, Edouard De Colnet, & Sarosdi).

2) Gestion intelligente du trafic :

Par TIC (technologie de l'information et de la communication), peuvent directement agir sur les feux de circulation, également au niveau de la politique de stationnement, de l'information de l'utilisateur à tout niveau, et de l'utilisation de stratégies particulières afin de gérer les situations de danger et sert a réduit la pollution, en réduisant l'émission de gaz à effet de serre. (Bartholeyns, Breux, Edouard De Colnet, & Sarosdi).

Figure 08 : transport en commun, source : Google image.

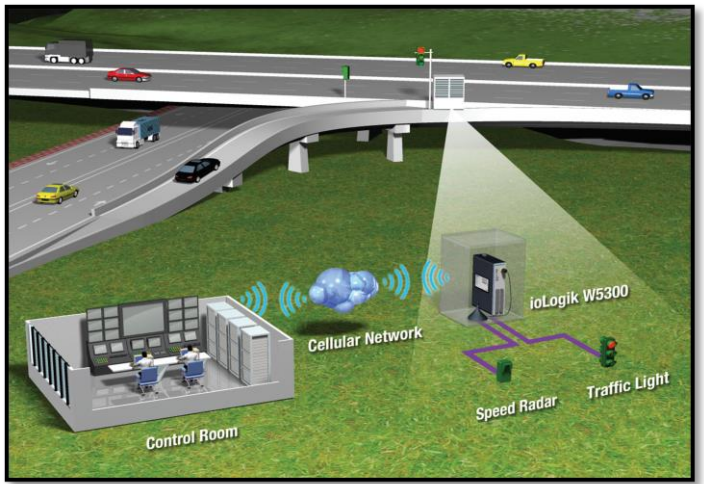


Figure 09 : gestion intelligente du trafic, source : Google image.

3) La mobilité douce :

Désigne par l'ensemble des déplacements non motorisés, à savoir la marche à pied, le vélo (et tous les dérivés), le roller, le char à voile, le covoiturage, l'autosolisme, mais aussi les bus roulant au gaz naturel, les tramways silencieux ou tout autre mode de transports dits respectueux de l'environnement et du cadre de vie urbain. On utilise aussi le terme de mobilité active pour désigner l'ensemble des déplacements se faisant par le seul effort physique (sans apport d'énergie autre qu'humaine) (Le Think tank européen Pour la Solidarité (asbl), 2019, p. 09).

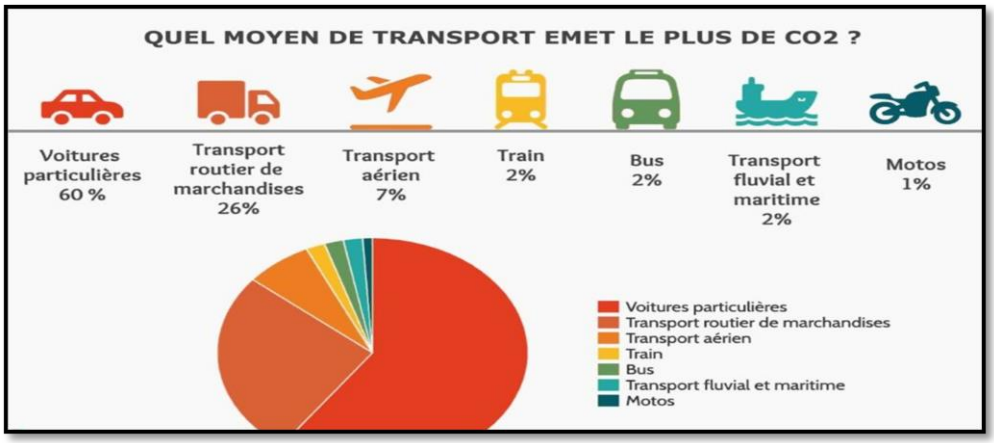


Figure 10 : la mobilité douce et l'émissivité GES, source : (Eric78, 2022)

4) Le parking intelligent :

Permet une détection à la place, grâce à des Spot Cam, des caméras qui surveillent leur occupation. On obtient donc des informations du type : si la place est libre ou non, depuis combien de temps elle est occupée, la plaque d'immatriculation des véhicules garés, et en cas de liaison avec le système d'horodateur, si l'usager a dépassé le temps de stationnement autorisé. Reliées à des solutions logicielles connectées (équipé des caméras ANPR, et des capteurs installés à l'entrée du parking permettent de connaître en continu la disponibilité ou non de places de parking. Ils permettent aussi de collecter les données sur les durées de stationnement des véhicules. Grâce à cet outil, vous pouvez identifier facilement les endroits libres et disponibles au stationnement. De plus, les caméras de surveillance garantissent une sécurité optimale pour les véhicules en stationnement dans le parking).

Que celui-ci soit un parking souterrain, a étage, un parking couvert ou délimité par des barrières. Les caméras de surveillance garantissent une sécurité optimale pour les véhicules en stationnement dans le parking (Geoffrey, 2021).

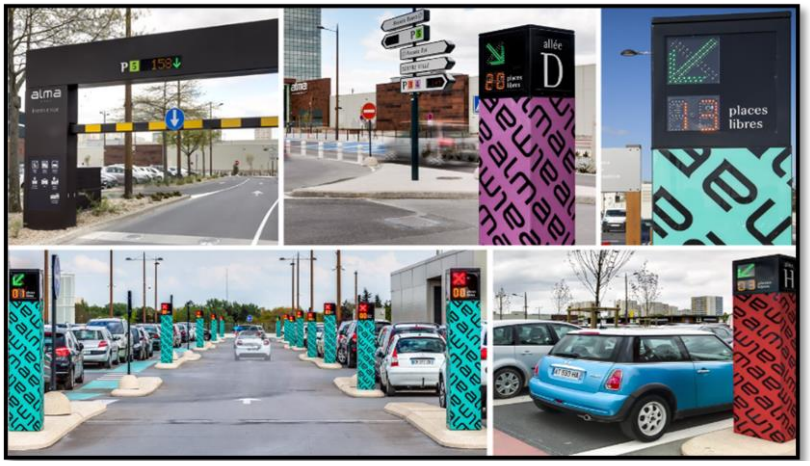


Figure 11 : parking intelligent, source : (Geoffrey, 2021).

5) Les pistes cyclables éclairées :

Les bandes cyclables se trouvent sur la chaussée. Elles sont signalées par un marquage au sol, une ligne continue ou discontinue, et un pictogramme de vélo permet de voir qu'il s'agit de voies réservées aux cyclistes et adaptées à leur mode de circulation.

Les pistes cyclables sont, quant à elles, isolées par rapport aux autres usagers. Ce sont des zones protégées des véhicules motorisés, qui sont installées sur les trottoirs ou bien surélevées par un terre-plein. Donc l'intelligence c'est qu'en peut éclairer les rues, les autoroutes et les pistes cyclables avec une peinture spéciale réfléchissante (Ducamp, 2018).

Figure 12 : les pistes cyclables éclairées, source : Google image.

6) Les arrête de bus intelligents :

Un nouveau type d'arrêt de bus a commencé à être installé dans la ville de Séoul. Appelés « arrêts intelligents », ils protègent les personnes qui attendent le bus, non seulement de la poussière ultrafine et des virus, mais aussi du froid, de la chaleur, de la pluie ou de la neige.

Dotée d'un climatiseur et d'un système de purification de l'air par ultraviolets (UV), la cabine permet aux usagers d'attendre le bus dans une condition agréable.

En outre, la cabine est équipée d'un système intelligent qui donne une connaissance instantanée de la position du bus. Elle sert également de protection contre les accidents, grâce à un système de surveillance capable de vérifier les alentours des arrêts de bus et, s'il détecte une situation anormale ou des cris, il en informe immédiatement la police ou les pompiers du district. Ils sont alimentés par des énergies renouvelables, grâce aux panneaux solaires (Deok & Joo-ri, 2020).

Figure 13 : arrête de bus intelligent, source : (Deok & Joo-ri, 2020)

7) Systèmes intelligents :

- ✓ "Les technologies des capteurs : capteur sans fil, capteur vidéo, boucle électromagnétique. Système d'alerte et de survivance (sécurité routière)" (Siba, 2011/2012, p. 29)
- ✓ Systèmes embarqués et le bus CAN : Le bus CAN (*Control Area Network*) est un moyen de communication série qui supporte des systèmes embarqués temps réel avec un haut niveau de fiabilité (Siba, 2011/2012, p. 26).
- ✓ Technologie de localisation : GPS, Galileo, la téléphonie mobile (Siba, 2011/2012, pp. 26-28).

- ✓ Les systèmes de transport intelligents (STI) peuvent contribuer à mettre en place un réseau de transport intégré qui contribue à la prospérité économique et à la qualité de vie, utilisent les technologies de l'information, soit l'informatique et les technologies des communications et des détecteurs, pour créer des solutions de transport intégrées. Il ne s'agit cependant pas de programmes pour ordinateurs personnels. Les STI nécessitent un fonctionnement 24 heures sur 24 (Takhar, 2010).
- ✓ La sécurité routière : les systèmes de surveillance et d'alerte "bord de voie" qui permettent d'alerter les usagers d'une difficulté de conduite. Il existe également des systèmes embarqués d'aide à la conduite avec l'accès aux données de transport en temps réel via des écrans électroniques dans les stations, dans les wagons de métro ou dans les autobus ou encore via les téléphones intelligents.
- ✓ Importe de poursuivre la valorisation des véhicules électriques, La Blue car est une voiture électrique d'une autonomie de 250 km qui se charge en 4 heures grâce à un nouveau type de batterie LMP (lithium-métal-polymère). (Obeid & de Saint Martin, 2016).
- ✓ Les panneaux d'affichage à messages changeants ou dynamiques renseignent les automobilistes sur les conditions qui prévalent au-delà de la prochaine rampe d'accès, voie de sortie ou échangeur, ce qui leur permet de prendre des décisions éclairées, notamment sur le choix d'emprunter ou non un autre trajet.
- ✓ Système Gerfaut : Un réseau de capteurs de trafic, de vidéo-trafic et de stations météorologiques assure une connaissance permanente des conditions de déplacement.

II.3.3. L'éclairage intelligent :

II.3.3.1 Définition :

L'éclairage intelligent et connecté est un outil qui permet d'entrer en interaction avec les besoins, les usages et les comportements de ses utilisateurs, mais aussi avec son environnement.

À l'heure actuelle, la plupart des points lumineux sont mécaniquement régulés. Autrement dit, ils s'allument et s'éteignent en fonction du coucher et lever du soleil, tout en produisant une même intensité lumineuse pendant toute la nuit. Or, en fonction des espaces et du temps, chaque lieu n'a pas besoin du même niveau d'éclairement. Par exemple, une route n'a pas besoin que son système d'éclairage soit allumé à plein flux quand personne n'y circule. L'éclairage intelligent permet de régler l'intensité lumineuse en fonction des besoins, mais il permet surtout d'activer le luminaire quand l'espace qu'il éclaire est occupé (CANDELIANCE ,France, 2020).

Donc à l'origine, l'éclairage public intelligent était destiné à réduire la consommation d'énergie. Plusieurs paramètres permettaient d'ajuster l'intensité lumineuse. Aujourd'hui, les nouvelles technologies transforment les luminaires en systèmes interactifs multifonctionnels, capables de communiquer avec leur environnement. Il en résulte des masses de données sur lesquelles reposent des solutions et des services innovants, qui ouvrent la voie à un développement urbain intelligent (JITITE, 2019).

II.3.3.2 Les avantages d'un éclairage intelligent : selon (Les équipes du SE60 , 2020) :

- Consommation réduite : le smart lighting permet de réduire fortement la consommation d'électricité. Poussé au maximum de ses possibilités, il a le pouvoir de baisser la facture énergétique de l'éclairage public, et ce sans impacter la qualité d'éclairage.
- Sécurité accrue : grâce à son utilisation rationnelle de l'énergie, à l'éclairage ciblé, le sentiment de sécurité peut être augmenté dans les villes.
- Meilleure qualité d'éclairage : grâce à la capacité du smart lighting d'éclairer les zones cruciales, la qualité globale de l'éclairage des zones urbaines va fortement progresser.

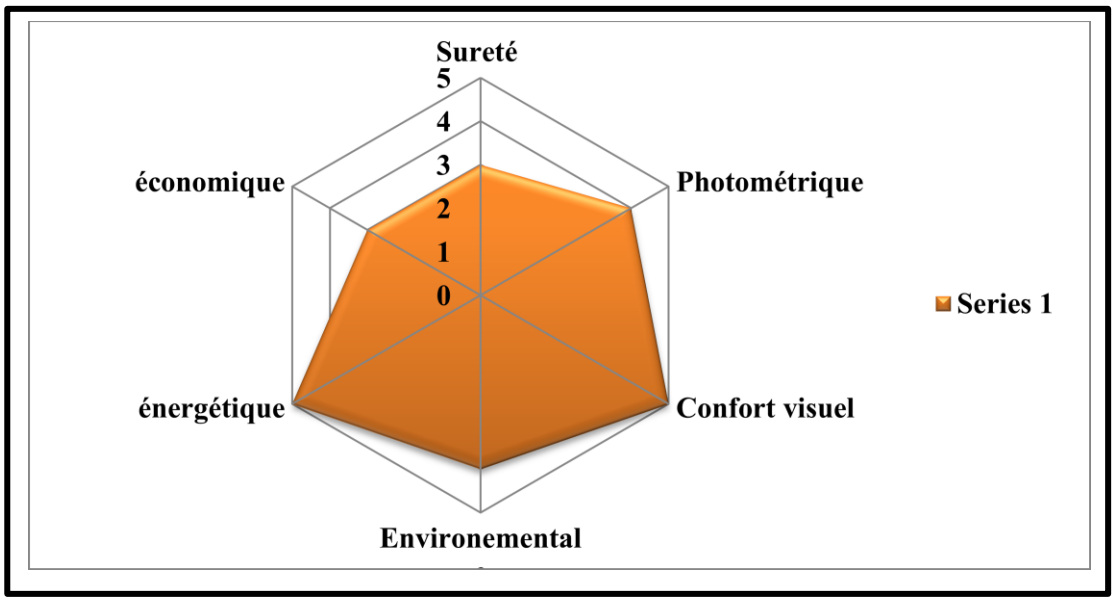


Figure 14 : les fonctions de base de l'éclairage public intelligent, source : (Verny, 2019, p. 05)

II.3.3.3 Vers un éclairage intelligent :

Un éclairage LED intelligent, doté de panneaux solaires, autorégulateur et connecté dans une smart city (Verny, 2019): avec systèmes de sécurité ; systèmes météo ; panneaux d'affichage, systèmes de circulation ; recharge E ; capteur d'Environnement ; réponse d'urgence ; gestion des actifs, équipé de capteurs intelligents, de dispositifs intégrés et de caméras parmi ses avantages :

- rapides économies d'énergie de 60 à 80 % grâce aux plans de dimming automatisés et dynamiques, réduction des frais de maintenance (50 % grâce au suivi en temps réel des besoins en maintenance, des défaillances et de la maintenance proactive).
- Suivi en temps réel de la consommation d'électricité et calcul selon la consommation réelle (contre forfaitaire).
- Meilleure durée de vie des lampes (15 ans), ce qui résulte en une réduction des frais de maintenance.
- La lumière LED accroît le sentiment de sécurité et le confort
- S'inscrit dans le cadre des objectifs climatiques (diminution de la consommation d'électricité et donc des émissions de CO2).
- Interaction avec son environnement (trafic, usagers, biodiversité, évènements....).

- il est possible de monter une caméra de sécurité un capteur environnemental, un compteur de trafic ou un chargeur de véhicule électrique sur un poteau de rue, uniquement lorsque le lampadaire connecté reste éteint pendant la journée.

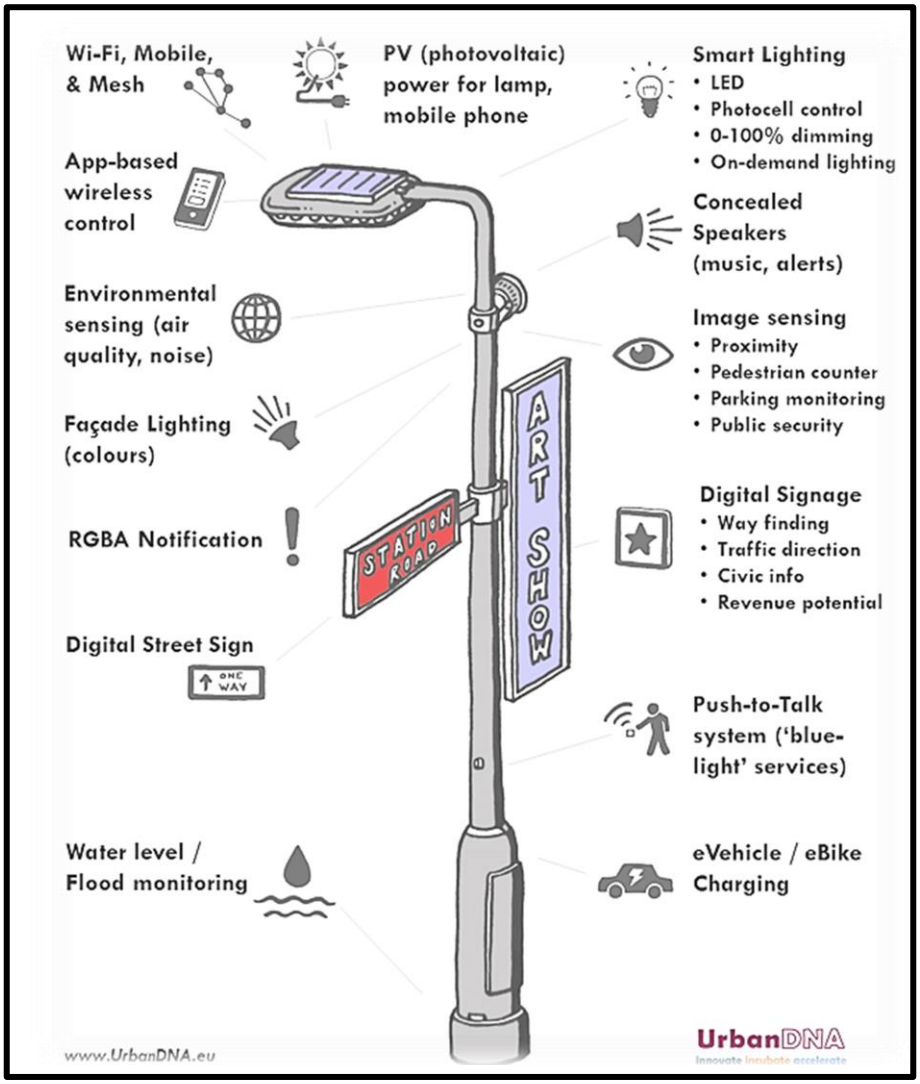


Figure 15 : colonne lumineux intelligent LED, source : Google image

II.3.3.4 les ambiances nocturnes :

La lumière est un élément à part entière de notre environnement quotidien qui a deux dimensions. Positive: la lumière est source de plaisir pour l'usager, de confort, de rêve et d'émotions, en révélant l'espace par ses couleurs. Négative: la lumière peut être source de gêne, d'inconfort en perturbant le champ visuel ou l'esthétique urbaine. La fusion des deux dimensions conduit à s'interroger sur la lumière urbaine actuelle de nos villes et la notion de maîtrise des ambiances urbaines nocturnes (Laganier, 2000).

Aujourd'hui, l'urbanisme lumière agit principalement sur trois éléments: les rues, les espaces publics, les bâtiments remarquables.

- ✓ **Espaces sensibles :** il s'agit d'introduire alors le principe d'égalité entre des lumières d'origines et d'objectifs différents : éclairage d'automobiles, éclairages public, commercial, événementiel et intérieur comme les entrées de ville, traditionnellement pénétrantes routières bien souvent entourées de pôles commerciaux, place de gare…

- ✓ **Patrimoine allumé :** dans la journée, sous l'action du soleil, de sa température de couleur, de ses directions, de son intensité, l'apparence d'un bâtiment change (ciel nocturne).

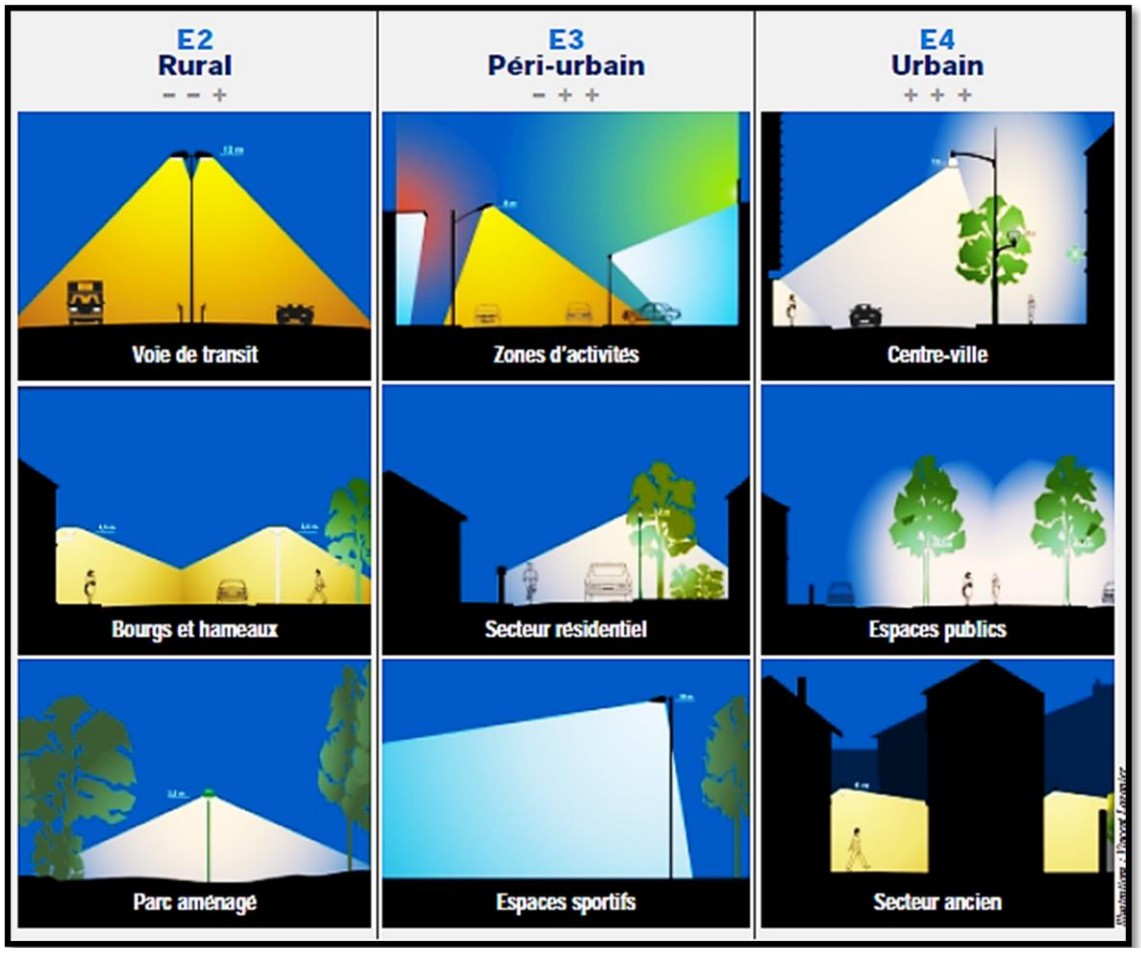


Figure 16 : typologie d'espace permet de repérer les différentes applications de l'éclairage extérieur aujourd'hui, source : (Laganier, 2000)

II.3.4. La façade intelligente :

II.3.4.1 Définition :

Il est à noter que la façade des bâtiments joue un rôle important pour la performance énergétique globale des bâtiments en plus de ses impacts esthétiques et visuels, l'utilisation de façades intelligentes embrasse deux résultats remarquables comme l'amélioration du confort de l'utilisateur et la réduction du taux de consommation d'énergie. Ces façades sont censées être sensibles et conscientes du climat local, de l'environnement extérieur et des espaces intérieurs en tenant compte de paramètres polyvalents tels que la performance énergétique, le confort thermique, la qualité de l'air intérieur, le confort visuel (GhaffarianHoseini, Berardi, GhaffarianHoseini, & Makaremi, 2013, p. 443).

II.3.4.2 Typologies de façade intelligente :

A. La façade cinétique (adaptive):

Cette façade peut ajuster sa forme, orientation, et les ouvertures s'ouvrent et se ferment automatiquement en réponse aux facteurs climatiques et paramètres environnementaux tels : la température, l'humidité et le vent. Les façades ont une influence considérable sur la

création d'énergie basse énergie et finalement zéro énergie bâtiments comme une approche dans le sens d'un développement durable des environnements bâtis.

En peut ajouter des dispositifs d'ombrage mobiles et interactifs pourraient également réduire le niveau d'ensoleillement les gains de chaleur, bloquer la lumière directe du soleil tout en atténuant l'éblouissement et les contrastes indésirables. Permets aussi la réduction de consommations d'énergie utilisées pour l'éclairage, le refroidissement, le chauffage. Application de fonctionnalités automatisées (GhaffarianHoseini, Berardi, GhaffarianHoseini, & Makaremi, 2013, p. 444).

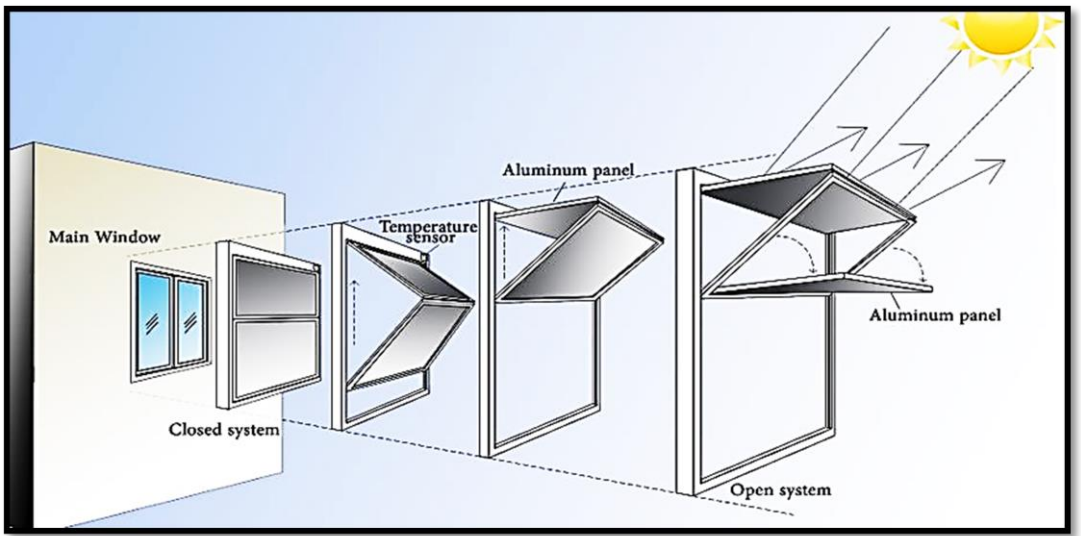


Figure 17 : fonctionnement de la façade cinétique, source : Google image

B. La façade ventilée a joint ouvert :

Sont actuellement proposées comme un remplacement efficace des façades conventionnelles. Qu'elles ont un extérieur revêtement opaque séparé de la paroi de masse par une cavité d'air ventilée. Le revêtement extérieur le matériau est disposé en dalles séparées par des joints ouverts qui permettent à l'air extérieur d'entrer et laisser la cavité tout le long du mur.

Ces façades démontrent la flexibilité et l'adaptabilité pour être personnalisées à n'importe quelles formes et couleurs préférées. De plus, ces façades ventilées sont prétendait être très économe en énergie tout en incarnant les potentiels pour résoudre les problèmes d'humidité.

Avoir des performances optimisées dans confrontation avec les radiations solaires et le transfert de chaleur par rapport à un la façade à cavité étanche conventionnelle, permet l'économie d'énergie comme une approche prometteuse pour le développement de bâtiments basse consommation (GhaffarianHoseini, Berardi, GhaffarianHoseini, & Makaremi, 2013, p. 445).

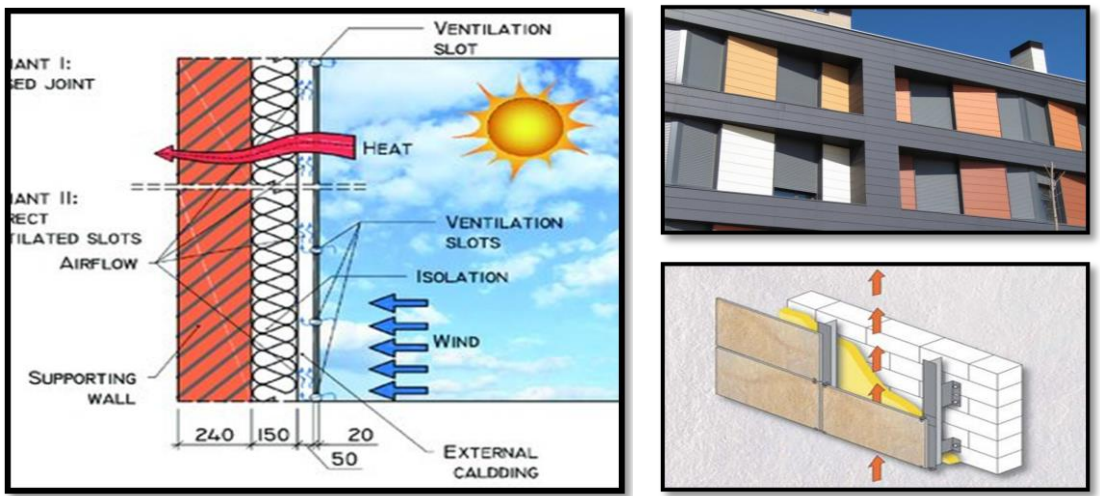


Figure 18 : fonctionnement de la façade ventilée, source : Google image.

C. La façade double peau (transparente):

Les façades transparentes permettent un bon apport lumineux et le contrôle des transferts thermiques. Les "façades de type double peau" (FDP), sont composées d'un vitrage intérieur et d'un vitrage extérieur sépares par un canal de 20 à 80 cm de largeur.

Dans le cas d'une façade active de type double peau, le canal est mécaniquement ventilé et une protection solaire est le plus souvent présente. Cette protection permet de contrôler la pénétration de la lumière et les surchauffes dues au rayonnement solaire.

Les peaux peuvent être étanches à l'air ou ventilées naturellement/mécaniquement. La façade en peau peut absorber l'énergie thermique du vitrage éclairé par le soleil et réduire également le gain de chaleur que la demande de refroidissement d'un bâtiment (HADDOUCHE , 2012, p. 100).

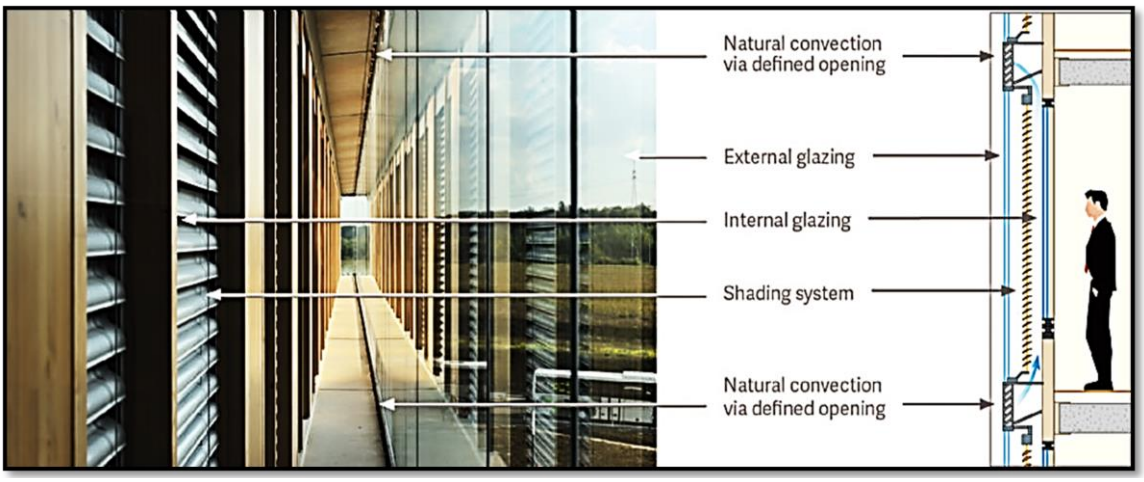


Figure 19 : fonctionnement de la façade double peau, source : Google image.

D. Façade à double vitrage (respirante) :

La façade respirante est une technique de façade multicouche composée par deux surfaces généralement vitrées (la surface extérieure en simple vitrage et la surface intérieure en vitrage isolant) avec une distance entre les deux de 4 à 40 mm qui forme une lame d'air. Elle est mise

en contact avec l'environnement extérieur grâce à des orifices de respiration avec filtre qui permet d'équilibrer la pression partielle et diffuser la vapeur d'eau (KHADRAOUI, 2019, p. 65).

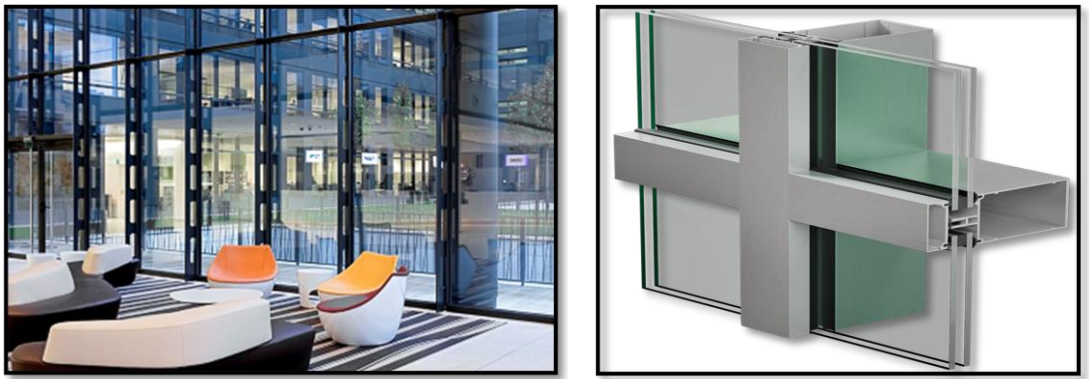


Figure 20 : fonctionnement de la façade double vitrage, source : Google image.

E. Façade solaire (photovoltaïque) :

L'utilisation de l'énergie solaire en tant que source d'énergie renouvelable pour la réduction du niveau de consommation d'énergie est abordée et représentée avec une attention particulière à l'utilisation de l'électricité et la chaleur.

Le concept de façade solaire basée sur l'application de générateurs photovoltaïques dans les façades et intégrer la technologie de collecte solaire au bâtiment pour agir comme enveloppe du bâtiment tout en collectant l'énergie solaire à des fins de chauffage pour réduire les effets négatifs sur l'environnement et les impacts des bâtiments.

L'efficacité de ces systèmes, y compris l'électricité, le chauffage, la lumière du jour, la ventilation et le préchauffage aération (KHADRAOUI, 2019, p. 68).

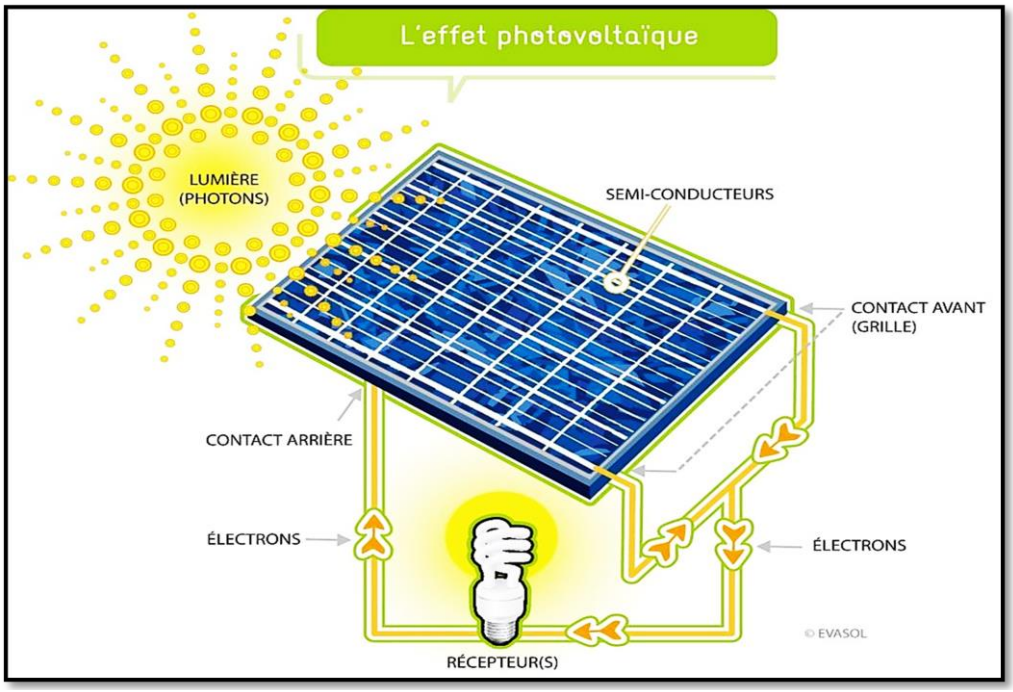


Figure 21 : fonctionnement des panneaux solaire photovoltaïques, source : Google image.

Figure 22 : façades solaires photovoltaïques, source : Google image.

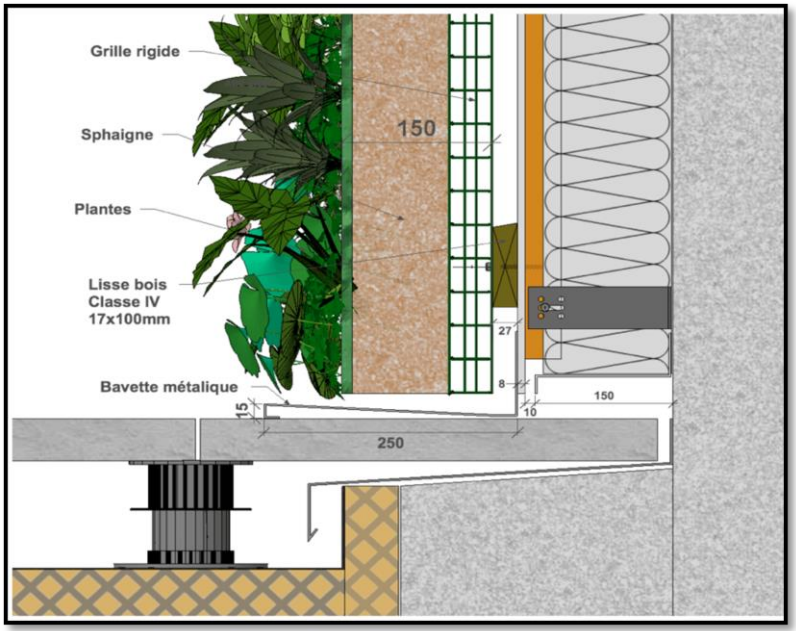
F. La façade végétalisé :

La façade verte ou jardin vertical considérée comme un système passif durable qui permet d'améliorer les ambiances thermiques et minimisé la consommation énergétique des constructions à travers quatre mécanisme : l'ombrage, l'isolation assurer par la végétation le refroidissement par l'évaporation et l'évapotranspiration aussi qu'obstacle contre le vent.

La Façade verte basée sur l'utilisation des plantes grimpantes enracinée sur le sol liée d'une manière directe ou indirecte avec le bâtiment.

Les murs vivants avec plusieurs formes : pots ou des panneaux pré-végétalisée fixées sur une structure indépendante (KHADRAOUI, 2019, p. 66).

Figure 23 : technique d'un mur végétale selon Patric le blanc, source : http://www.naturedesign.fr



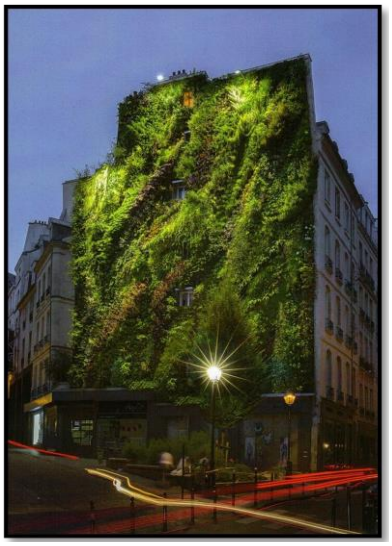


Figure 24 : Des systèmes modulaires : cages métalliques (gabions), mur végétalisé, source : Google image.

II.3.5. Le mobilier urbain intelligent :

II.3.5.1 Définition :

Le mobilier urbain représente tous les objets installés dans l'espace public pour permettre aux citoyens de profiter de ces espaces. Qu'il s'agisse de barrières, de bancs, d'abris de bus, d'éclairage public, le mobilier urbain apporte à l'espace public de la sociabilité, du confort et de la sécurité.

Le mobilier urbain doit s'adapter à l'évolution du mode de vie, aux nouveaux attentes et besoins des usagers, et à la règlementation. Ainsi, son installation doit permettre l'accessibilité de l'espace public aux personnes handicapées et à l'ensemble des usagers. C'est pourquoi il est très important de ne pas le négliger lors de la conception de projet urbain (Lenoir, 2019).

Donc Le **mobilier urbain connecté** constitue, en effet, la version numérique des équipements publics, grâce aux avancées technologiques. ***Selon*** *le guide du mobilier urbain,* ***on trouve les catégories de mobilier urbain suivantes:***

- *Le mobilier urbain de détente :* les bancs publics, le banc urbain, les aires de jeux et les tables de pique-nique. Ce type de mobilier permet de se reposer et de se relaxer.
- *Le mobilier d'éclairage public, mobilier décoratif esthétique, de sécurité.*
- *Le mobilier de propreté :* la poubelle de tri sélectif, la poubelle de ville, les conteneurs à déchets.
- *Le mobilier de jardin* (banquette de jardin).
- *Les rangements et abris* (mobilier urbain abri).
- *Le mobilier de plage pour professionnel.*

- *Le mobilier pour l'aménagement de parking.*

- Et parmi ses avantages : sert à l'amélioration de la résilience urbaine et la facilitation de la coordination entre services municipaux, la réduction des déplacements et meilleure organisation hebdomadaire au sein des différents services et diminution des coûts de maintenance et meilleure gestion du budget municipal (Grenouilleau, 2023).

II.3.5.2 L'intelligence au niveau du mobilier :

- ✓ *Les poubelles*, il est possible d'optimiser les trajets et les horaires de collecte des ordures ménagères, les capteurs placés à l'intérieur des conteneurs permettent d'alerter les services municipaux du niveau de remplissage les services et peut également compacter automatiquement les déchets en tirant son énergie d'un panneau solaire placé à son sommet (Biseul, 2019).
- ✓ *Des hots spots Wifi* permettant à l'utilisateur de naviguer sur internet gratuitement. SMART est également équipé de nombreux écrans et dalles tactiles, permettant au voyageur d'interagir avec lui (Biseul, 2019).
- ✓ *Les lampadaires connectés* peuvent alerter la fin de vie de leurs ampoules, ce qui permet de gagner en temps et en argent.
- ✓ Des corbeilles connectées détectent le niveau de remplissage des poubelles pour optimiser leur ramassage et la gestion des déchets.
- ✓ Le double avantage de la *poubelle intelligente R3D3* : gagner du temps et éviter au centre de tri de faire ce travail et l'envoi en temps réel des informations aux prestataires concernant son remplissage (Nouveauté et innovation, 2020).
- ✓ *Le concept « Ibali »*, un banc équipé d'un arbre photovoltaïque, de capteurs et de matériel audio détecte dès qu'une personne s'assied sur un siège et joue aussitôt de la musique (Nouveauté et innovation, 2020).

Figure 25 : poubelle intelligente

Figure 26 : hot spot wifi

Figure 27 : banc intelligent Ibali

Source : Google image.

- ✓ *Une table numérique* dotée de 4 fonctions paramétrables selon le lieu d'implantation : jeux de société, plan interactif, liste des restaurants ouverts.
- ✓ *Les abribus* comportent désormais des messages publicitaires interactifs et sont même dotés d'un système de communication sans contact permettant à l'usager de recueillir les informations présentes à l'écran.
- ✓ *Les bancs* se dotent quant à eux de points d'accès wifi et de prises de chargement alimentées non pas par câblage électrique mais grâce à des panneaux solaires individuels.
- ✓ *Le banc intelligent* avec des formes innovantes est alimenté par l'énergie solaire et est doté d'accessoires utiles pour l'utilisation de l'énergie autoproduite.

- ✓ *Les chargeurs sans fil*, les ports USB, les lumières LED nocturnes ne sont que quelques-uns des appareils du banc intelligent (Biseul, 2019).

Figure 28 : banc innovant

Figure 29 : banc solaire

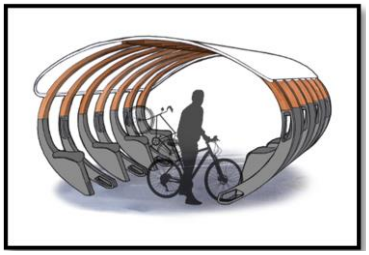


Figure 30 : parking à vélo

Source : Google image

- ✓ l'escale numérique et l'arrêt de bus intelligent: un nouveau concept de mobilier urbain dédié à la pause physique et numérique dans la ville caractérisée par : Toit végétalisé Accès Wifi gratuit , Écran tactile pour accéder , à l'information transport et de proximité (Décodeur Urbain), Assises orientables pour s'assoir seul ou à plusieurs, Prises de recharge pour appareils mobiles (secteur et USB) (Nouveauté et innovation, 2020)

Figure 31 : l'escale numérique, source : Google image.

II.3.6. Le jardin intelligent :

II.3.6.1 Définition :

Selon UNIV-QUÉBEC, (le Guide de gestion des eaux pluviales) : Le jardin intelligent est aussi appelé jardin de pluie ou aire de biorétention. Essentiellement, c'est une dépression peu profonde avec un aménagement paysager et un mélange de sols et de plantations adaptées aux conditions climatiques pour recevoir les eaux pluviales provenant de petites surfaces tributaires. Un jardin intelligent permet d'infiltrer, stocker et relâcher lentement les eaux de ruissèlement. Il permet aussi de créer un petit écosystème avec des végétaux qui ne pourraient peut-être pas être utilisés ailleurs.

II.3.6.2 Solution pour un jardin intelligent :

a) Les éléments de conception (Biblus groupe, 2020)**:**

- le **sol** peut être compris non seulement comme une simple surface horizontale. Les variations topographiques de niveau, avec la création de collines ou de bassins dans le

sol, avec l'utilisation de parcours sur les pentes ou des gradins, donnent au parc une dimension et une perception différentes et permet son utilisation à des fins différentes.

- La **végétation** suggère la possibilité d'une variation chromatique visible qui peut être jouée sur les diverses combinaisons de différents verts, ainsi que sur l'utilisation des fleurs, même sur des thèmes de couleur cohérents avec la fonctionnalité du projet et inspirés à des principes de la thérapie des couleurs. Un autre élément à prendre en compte en ce qui concerne la végétation, est la saisonnalité qui favorise la communication des rythmes naturels.

- l'**eau**, qui stagne ou en mouvement, induit la perception de variations chromatiques et sonores. L'aspect de conception avec une fonction esthétique et émotionnelle est associé à la fonction d'utilité dans le microclimat qui aide à atténuer, rafraichir et humidifier, en élargissant la possibilité de végétation et la fonction d'utilité et de plaisir pour les citoyens.

- L'**ombrage** est inclus dans ces lignes directrices en fonction des variations de lumière et en considération de la nécessité d'évaluer soigneusement les objectifs et les méthodes d'utilisation du parc pour permettre aux citoyens de trouver des oasis de bienêtre.

b) Recommandation conceptuelle (Biblus groupe, 2020) **:**

- ✓ *Les différents matériaux* à utiliser pour la construction des structures et de l'ameublement doivent avoir un style cohérent avec la coupe naturaliste du parc.

- ✓ *l'irrigation automatisée* devrait être une condition obligatoire. Les bordures fleuries en ont besoin en permanence, tout comme les arbres et les arbustes dans les premières années après la plantation, pendant les périodes de sècheresse prolongée, en été et parfois à d'autres moments clés de l'année comme la fin de l'hiver, l'automne.

- ✓ *Pour l'éclairage,* on peut envisager des éléments d'éclairage d'ambiance pour les lieux présentant un intérêt particulier en soirée.

- ✓ *l'ameublement* peut comporter des éléments fixes ou mobiles. Il faut tenir en compte également la possibilité de créer des oasis d'ombre avec des gazebos ou des pergolas lumineuses, c'est une réponse rapide au besoin d'ombre en attendant le développement des couronnes d'arbres pour former une couverture végétale.

- ✓ *Les structures d'ameublement* doivent être conçues en tenant compte des différentes tranches d'âge des utilisateurs, réalisées avec des matériaux faciles à entretenir. Les bancs doivent de préférence être en bois, ne pas négliger les éléments de service (toilettes, robinets d'eau).

c) Astuces optiques pour les jardins (Estel, 2022) **:**

- ✓ Diviser les espaces de votre aménagement extérieur pour ne pas voir l'ensemble au premier regard. Privilégier des zones individualisées qui se découvrent au fur et à mesure. Les éléments de séparation peuvent être végétaux ou minéraux et doivent toujours rester plus bas que le regard. Privilégier les plantes persistantes pour un déco jardin esthétique toute l'année.

- ✓ Créer des terrasses spacieuses qui offrent beaucoup d'espace pour le mobilier de jardin. Lorsque vous connectez ces deux ou trois surfaces, vous créez optiquement beaucoup plus de volume.

- ✓ Les structures formelles, telles que les chemins et les haies basses, créent clarté et variété. Le but est de diriger le regard vers un élément de décoration.

- ✓ Privilégier les plantes basses au premier plan qui allongent par effet d'optique les limites du terrain.

- ✓ Les pelouses et les parterres de fleurs incurvés ajoutent une touche naturelle aux petits jardins. Les zones qui parfois convergent étroitement puis divergent à nouveau, améliorent visuellement la profondeur d'une zone rectangulaire et géométrique.

d) Systèmes intelligents (Estel, 2022)**:**

- *Smart Water Control :* programmateur d'arrosage pour une seule zone, directement relié au robinet.
- *Smart Irrigation Control* : programmateur multivoies pour un arrosage enterré jusqu'à 6 zones.
- *Smart Sensor Capteur météo* : indiquant l'humidité du sol, la température ambiante et l'intensité lumineuse.

e) Dernières tendances (Larsson & Hatzigeorgiou, 2022)**:**

- Un autre élément important de l'idée d'espaces bleus et verts est le développement des zones riveraines urbaines, qui devrait inclure des stratégies relatives à la gestion des inondations.
- Des «forêts urbaines intelligentes», qui font référence à l'utilisation de moniteurs d'arbres, d'images 3D et d'autres technologies liées à l'internet des objets pour aider à gérer la forêt. Cet "internet de la nature" pourrait surveiller la santé des sols, mesurer la pollution de l'air ou s'assurer que les forêts urbaines sont correctement hydratées.

Figure 32: exemple jardin intelligent Garden by the bay, Source; Google imag

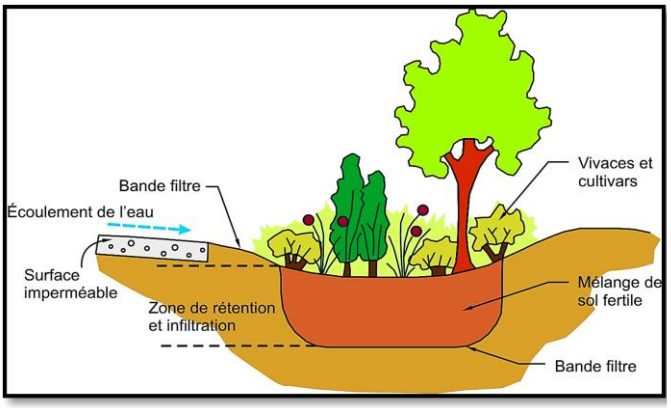


Figure 33: fonctionnement du jardin de pluie. Source : Google image.

Conclusion :

Au cours des dix dernières années, la nature et le design biophilique ont reçu une large attention en architecture, notamment en réponse aux enjeux environnementaux croissants. La conception biophilique est plus complexe et plus riche que la simple application de végétation dans les bâtiments; il élargit la variété en englobant différents types de nature physique, sensorielle, métaphorique, morphologique, matérielle à spirituelle.

Le concept de ville intelligente s'instaura dans un univers où le numérique règne. Il s'agirait de la façon contemporaine de revoir le fonctionnement de nos villes. Devenir une ville intelligente nécessite des infrastructures informatiques et technologiques, mais également un effort au niveau de la démarche et de l'élaboration d'une stratégie pour la mise en œuvre des différents projets.

En raison de l'urbanisation, de nombreuses villes sont confrontées à des problèmes sociaux et environnementaux qui ont gravement compromis la santé et le bien-être des citoyens : l'effet d'îlot de chaleur urbain, les émissions GES, l'imperméabilisation des sols, la perte de biodiversité, la pollution, le changement climatique… Une planification holistique est nécessaire pour s'attaquer à ces problèmes, en intégrant une réflexion basée sur la nature dans le développement de l'environnement urbain. La recherche indique que les villes biophiles durables et intelligentes atteignent et maintiennent un niveau de vie que les autres et plus elles fonctionnent longtemps.

Chapitre II : le développement durable à l'échelle du quartier

Introduction :

Les villes d'aujourd'hui souffrent de problèmes de pollution et de la dégradation du cadre de vie. L'humanité est face au défi du développement durable qui est devenu, depuis son vulgarisation à l'échelle mondiale, une tendance irréversible.

L'objet de ce chapitre est d'apporter une vue d'ensemble du développement durable à travers deux axe. Dans le premier axe, nous ferons une présentation générale du développement durable travers son origine, sa définition et ses dimensions. Dans le deuxième axe, nous présenterons le développement urbain durable et à cet égard, la notion d'éco-quartier cherche à améliorer la qualité de vie des habitants par l'aménagement de bâtiments et de quartiers permettant le respect de l'environnement et la création de milieux de vie complets et diversifiés.

II.1. LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

II.1.1 Définition :

La définition classique du développement durable provient *selon la commission mondiale pour l'environnement et le développement de l'ONU, dite "Commission Brundtland" en a donné en 1987* la définition suivante : " la durabilité est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion : le concept de besoin, et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement de répondre aux besoins actuels et à venir.

Le concept se fonde sur la mise en œuvre d'une utilisation et d'une gestion rationnelles des ressources (naturelles, humaines et économiques), visant à satisfaire de manière appropriée les besoins fondamentaux de l'humanité.

II.1.2 Approche historique (Poimboeuf, 2021):

Tout commence véritablement dans les années 1960 avec les premières critiques du mode de croissance productiviste. Le club de Rome, club d'industriels fondés en 1968, est à la tête de ce mouvement.

- **En 1971**, les 24 pays membres de l'OCDE (organisation de coopération et de développement économique) proclament le principe pollueur-payeur.
- **En 1972**, ils commandent une étude à une équipe du MIT (Massachussetts Institute of technologie), dirigée par Dennis Meadows.
- Au cours des années **1980**, le grand public découvre les pluies acides, le trou dans la couche d'ozone, l'effet de serre, la déforestation et la catastrophe de Tchernobyl.
- Dès **1980**, l'UICN parle pour la première fois de développement soutenable. Mais le terme passe presque inaperçu.
- En **1983**, l'ONU préside une commission indépendante chargée d'enquêter sur la question de l'environnement global et le développement.
- En **1987**, cette commission remet le rapport dit « *rapport Brundtland* », qui a pour titre « *Our Common future* ». Ce rapport introduit une rupture fondatrice dans la

conception des gouvernements sur les relations entre l'environnement et les politiques publiques et prône le concept de « sustainable development », développement durable ou soutenable.

La commission Brundtland a poursuivi en déclarant que « ... Le développement durable n'est pas un état fixe de l'harmonie, mais plutôt un processus d'évolution durant lequel l'exploitation des ressources, l'orientation des investissements, l'avancement du développement technologique et les transformations institutionnelles sont conformes à nos besoins aussi bien futurs que présents ». Depuis cette date, le concept du développement durable a été adopté dans le monde entier.

- En juin **1992**, au premier « *sommet de la terre* » organisé par les Nations Unies qu'est consacré le terme de *« développement durable* ».
- **1994 :** publication de la charte d'Aalborg sur les villes durables, au niveau européen. Engagements pour la mise en œuvre d'Agendas 21 locaux.
- **2005 :** Entrée en vigueur du protocole de Kyoto par lequel 172 pays industrialisés s'engagent à réduire d'ici 2012 leurs émissions de gaz à effet de serre (GES)
- **2009 :** conférence internationale à Copenhague pour limiter les émissions de gaz à effet de **serre à l'horizon 2050**
- **2010 :** Conférence de Cancun de 2010 sur le Climat.
- **2012 :** (20 au 22 juin) : nouveau Sommet de la Terre à Rio (Brésil) aussi appelé Rio+20 ; le terme officiel est conférence des Nations Unies sur le développement durable.

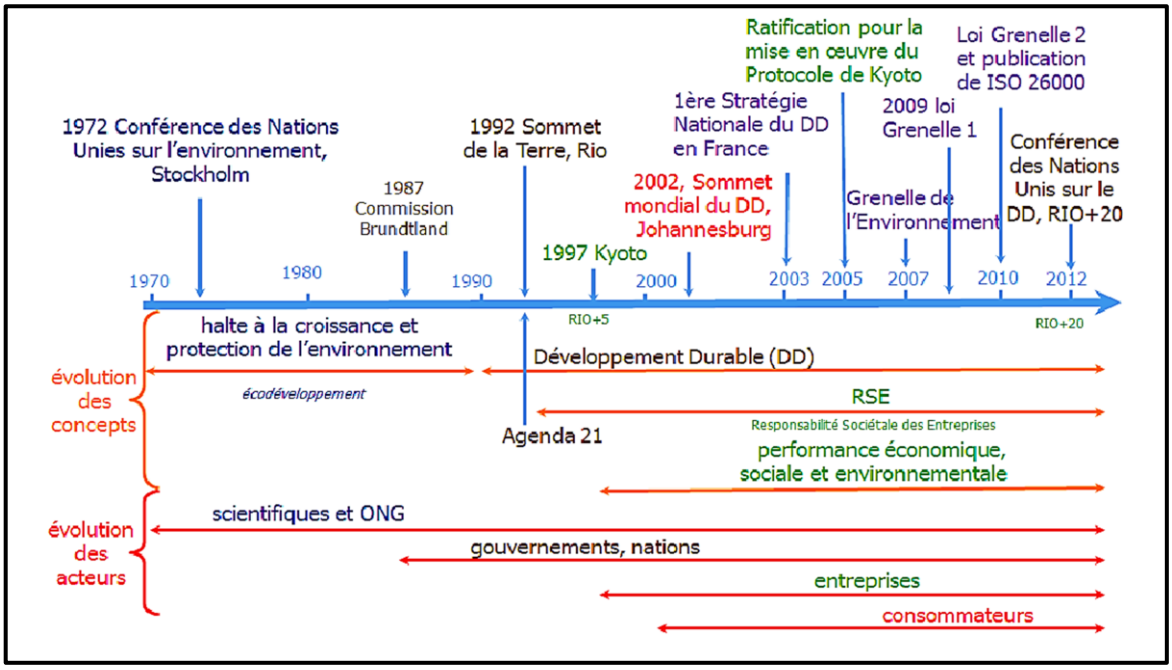


Figure 34 : les grandes dates du développement durable, source : Google image.

II.1.3 Les 3 piliers du développement durable (cy-clope groupe, 2022):

A. Le pilier social :

Il s'agit de lutter contre les inégalités sociales et, plus globalement, des conséquences sociales du développement des sociétés humaines. Cela passe par un mode de développement qui ne se fait pas aux dépens des autres, mais en collaboration avec eux. Les entreprises s'inscrivant dans une démarche de Responsabilité sociale s'engagent, par exemple, à limiter l'impact

social de leurs activités, à lutter contre l'exclusion et la discrimination et à se soucier du bien-être des employés.

L'équité sociale, ou le droit pour chacun d'accéder à des ressources et des services de base pour satisfaire à ses besoins essentiels (éducation, santé, emploi, logement, nourriture, mobilité). Donc la croissance d'un pays doit aussi s'observer sous le prisme du progrès social. Commencer par observer l'indice de développement humain d'un pays plutôt que son produit intérieur brut pour évaluer son niveau de développement fait partie de cette démarche.

B. Le pilier économique :

Le commerce équitable œuvre à un modèle économique ayant un impact plus positif. Cela passe, par exemple, par ne pas exploiter une main d'œuvre sous-payée à l'autre bout du monde et rémunérer au juste prix chaque personne impliquée dans la production. Le développement des coopératives et la notion d'économie du partage sont de grands axes du pilier économique. Le développement durable préconise également le retour à une économie locale plutôt qu'à une économie mondialisée qui tend à creuser les inégalités et à augmenter radicalement la pollution liée à notre consommation.

Ce pilier doit permettre une gestion saine des activités humaines, sans dommage pour l'environnement, et viser à la diminution de l'extrême pauvreté et l'exercice par le plus grand nombre d'une activité économique dignement rémunérée.

C. Le pilier environnemental :

Le pilier central du développement durable est l'impact environnemental des activités humaines. Le Bilan Carbone de nos habitudes de consommation doit impérativement être réduit sans quoi, selon les rapports du GIEC, nous allons droit à la catastrophe écologique. Réduire notre empreinte carbone passe par un changement de notre mode de vie, mais également une gestion des ressources différente, une réduction des déchets et une valorisation de ceux que l'on produit, une meilleure utilisation des matières premières, et bien d'autres mesures.

Globalement, depuis la révolution industrielle, il s'agit de mener des actions de sensibilisation sur les conséquences du développement économique sur le réchauffement climatique. En optant pour des énergies propres et en prenant conscience individuellement des répercussions de nos choix, le développement durable nous offre une dernière chance de préserver notre environnement.

- La culture est ce que nous sommes et ce qui façonne notre identité. Aucun développement ne peut être durable sans inclure la culture, et c'est l'on parle d'un quatrième pilier du développement durable, dé là est né l'Agenda 21 de la culture (A21C) en 2004. « Ils devaient résumer les sujets qui étaient au cœur des activités des villes et municipalités, signaler les éléments de tension et les défis, et s'engager envers elles-mêmes à mettre en œuvre des actions pour renforcer le rôle de ***la culture*** dans le développement local », donc *« La culture est le quatrième pilier du développement durable »* le 17 novembre 2010, dans le cadre du Sommet Mondial des Dirigeants

Locaux et Régionaux - 3ème Congrès Mondial de CGLU, tenu à la Ville de Mexico (Martellini, 2019).

Le pilier	Social	Economique	Environnementale	Culturelle
Raisonnable Equitable Vivable Viable	Ressources humaines Diversité Respect et solidarité Droits, devoirs Développement personnel	Ressources Energies Innovation Réseaux Echanges Développement qualitatif	Biodiversité Géo diversité Eau, climat Histoire naturelle Génome Culture naturaliste	Savoirs Patrimoines Valeurs Humanisme Créations Culture personnelles

Tableau 03 : les quatre piliers du développement durable
Source : l'auteur selon : *www.mer-nature.org - L'association MER NATURE*

II.1.4 Les objectifs et les principes du développement durable (Gouvernement du Québec, 2023) :

a. *« santé et qualité de vie » :* les personnes, la protection de leur santé et l'amélioration de leur qualité de vie sont au centre des préoccupations relatives au développement durable. Les personnes ont droit à une vie saine et productive, en harmonie avec la nature.
b. *« équité et solidarité sociales » :* les actions de développement doivent être entreprises dans un souci d'équité intra et intergénérationnelle ainsi que d'éthique et de solidarité sociales.
c. *« protection de l'environnement » :* pour parvenir à un développement durable, la protection de l'environnement doit faire partie intégrante du processus de développement.
d. *« efficacité économique » :* l'économie du Québec et de ses régions doit être performante, porteuse d'innovation et d'une prospérité économique favorable au progrès social et respectueuse de l'environnement.
e. *« participation et engagement » :* la participation et l'engagement des citoyens et des groupes qui les représentent sont nécessaires pour définir une vision concertée du développement et assurer sa durabilité sur les plans environnemental, social et économique.
f. *« accès au savoir » :* les mesures favorisant l'éducation, l'accès à l'information et la recherche doivent être encouragées de manière à stimuler l'innovation ainsi qu'à améliorer la sensibilisation et la participation effective du public à la mise en œuvre du développement durable.
g. *« subsidiarité » :* les pouvoirs et les responsabilités doivent être délégués au niveau approprié d'autorité. Une répartition adéquate des lieux de décision doit être recherchée, en ayant le souci de les rapprocher le plus possible des citoyens et des communautés concernés.
h. *« partenariat et coopération intergouvernementale » :* les gouvernements doivent collaborer afin de rendre durable le développement sur les plans environnemental, social et économique. Les actions entreprises sur un territoire doivent prendre en considération leurs impacts à l'extérieur de celui-ci.
i. *« prévention » :* en présence d'un risque connu, des actions de prévention, d'atténuation et de correction doivent être mises en place, en priorité à la source.

j. *« précaution » :* lorsqu'il y a un risque de dommage grave ou irréversible, l'absence de certitude scientifique complète ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir une dégradation de l'environnement.

k. *« protection du patrimoine culturel » :* le patrimoine culturel, constitué de biens, de lieux, de paysages, de traditions et de savoirs, reflète l'identité d'une société. Il transmet les valeurs de celle-ci de génération en génération et sa conservation favorise le caractère durable du développement. il importe d'assurer son identification, sa protection et sa mise en valeur, en tenant compte des composantes de rareté et de fragilité qui le caractérisent.

l. *« préservation de la biodiversité »:* la diversité biologique rend des services inestimables et doit être conservée pour le bénéfice des générations actuelles et futures. Le maintien des espèces, des écosystèmes et des processus naturels qui entretiennent la vie est essentiel pour assurer la qualité de vie des citoyens.

m. *« respect de la capacité de support des écosystèmes » :* les activités humaines doivent être respectueuses de la capacité de support des écosystèmes et en assurer la pérennité.

n. *« Production et consommation responsables » :* des changements doivent être apportés dans les modes de production et de consommation en vue de rendre ces dernières plus viables et plus responsables sur les plans social et environnemental, entre autres par l'adoption d'une approche d'éco efficience, qui évite le gaspillage et qui optimise l'utilisation des ressources.

o. *« pollueur payeur » :* les personnes qui génèrent de la pollution ou dont les actions dégradent autrement l'environnement doivent assumer leur part des coûts des mesures de prévention, de réduction et de contrôle des atteintes à la qualité de l'environnement et de la lutte contre celles-ci.

p. *« internalisation des coûts » :* la valeur des biens et des services doit refléter l'ensemble des coûts qu'ils occasionnent à la société durant tout leur cycle de vie, de leur conception jusqu'à leur consommation et leur disposition finale.

Figure 35 : les objectifs du développement durable, source : https://fr.unesco.org/sdgs

II.1.5 Les enjeux du développement durable :

Selon la conférence de Rio. (C'est des rencontres décennales entre dirigeants mondiaux organisées depuis 1972 par l'ONU, avec pour but de définir les moyens de stimuler le développement durable au niveau mondial) :

- Il faut rééquilibrer les pouvoirs entre les priorités économiques et les impératifs sociaux et écologiques.
- Il faut instaurer une nouvelle pratique des décisions gouvernementales.
- Il faut une implication de tous les groupes sociaux-économiques. La réalisation effective des objectives du développement durable.
- Il faut rééquilibrer les forces économiques entre les pays du sud et du nord. Les pays en voie de développement sont trop endettés et freinés dans leurs échanges commerciaux pour consacrer l'énergie et les moyens suffisants à l'éducation, la santé et la protection de l'environnement.
- Il faut créer une institution internationale chargée de faire respecter les obligations souscrites par les états.

II.1.6 L'agenda 21, un outil pour revisiter le territoire et les territorialités en Algérie (MELLAKH & ZEGHICHE, 2018, p. 398) :

Certes l'Agenda 21 local n'est pas un outil miracle qui va améliorer brusquement la qualité de vie au sein de la collectivité, mais son intérêt réside dans cette nouvelle approche de gestion locale qui permet de passer d'une démocratie représentative à une démocratie participative, qui prône la transversalité et la transparence, et qui vise l'ancrage d'une société responsable, citoyenne et solidaire. Bref, l'Agenda 21 local représente un cadre de référence, un carnet de route pour la collectivité pour interroger ses politiques, ses actions, ses pratiques et ses projets et pour mieux guider les actions à long terme. Il constitue un processus, à la fois, d'autocritique et d'auto-amélioration qui permet de développer une approche globale de management, d'encourager une meilleure cohérence entre les actions et les moyens sectoriels et de maitriser les dépenses publiques. Ses objectifs :

- ***La Convention sur les changements climatiques :*** elle a pour objectif de protéger le système climatique mondial et de réduire les gaz à effet de serre.
- ***La Convention sur la biodiversité :*** elle vise à sauvegarder la richesse des diverses formes de vie sur la planète. Elle stipule que les avantages tirés de l'exploitation des ressources écologiques devraient être répartis équitablement entre les pays.
- ***La Déclaration des principes relatifs*** aux forêts pour la sauvegarde, et la gestion ses réserves forestières mondiales.
- ***La Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement :*** C'est un document de base qui affirme que le progrès économique à long terme est indissociable de la protection de l'environnement et qui exige un partenariat étroit et équilibré entre les gouvernements, les peuples et les secteurs-clés des communautés humaines.
- ***Le Plan d'action 21 (Agenda 21)***

II.2. LE DÉVELOPPEMENT URBAIN DURABLE (À L'ÉCHELLE DE LA VILLE)

II.2.1 Définition :

Le développement urbain durable peut être défini comme un processus d'intégration synergique entre les systèmes économiques, sociaux et environnementaux .Par la réalisation d'un environnement urbain durable qui assure un niveau élevé de bien-être de la population locale dans son environnement urbain à long terme, sans compromettre le développement des zones urbaines environnantes tout en contribuant à réduire les impacts négatifs du développement sur l'environnement. Par conséquent, le développement urbain durable vise à améliorer la qualité de vie urbaine, culturelle, politique, sociale et économique sans épuiser les ressources non renouvelables pour les générations futures, car son concept repose sur le principe de l'équilibre entre les matériaux et l'énergie dans les bâtiments pour réaliser un urbanisme (MILOUS, 2006, p. 46).

II.2.2 Les objectifs du DUD (Slimani , 2019/2020, p. 11):

- *L'accessibilité pour tous aux avantages :*

Le développement urbain durable vise à diversifier les activités et les emplois et à assurer une distribution rationnelle de ressources et la diversification de l'équipement en général et de fournir et d'assurer un mouvement fluide en assurant l'accès à tous les lieux urbains dans le confort et l'effort et le coût de son bas.

- *Améliorer la sante dans la ville :*

Le développement urbain durable reconnaît la nécessité de créer un environnement sain pour assurer une qualité de vie adéquate à la population, par la gestion et la réduction des déchets, la préservation de l'air frais, la réduction des gaz et émissions polluants et l'adoption de mesures préventives contre les catastrophes naturelles. Cela nécessite une distribution équitable des structures de santé au niveau urbain et les relie à des transports sûrs et appropriés et intensifie les formations en secourisme.

- *Valoriser le patrimoine:*

Le patrimoine peut inclure des éléments naturels liés au site et à la topographie ou au climat aussi bien que des éléments construits et façonnés par l'être humain et qui sont le produit de ses valeurs artistiques et culturelles. Le développement urbain durable vise à protéger le patrimoine par la conservation et la restauration des bâtiments en mettant en œuvre des fonctions contemporaines et une intégration complète dans l'environnement urbain qui peut stimuler le développement économique des villes et assurer l'identité. Et promouvoir le commerce et le tourisme dans les villes.

- *Assurance de développement économique:*

Pour la croissance de la ville et son développement doit être la coopération entre le secteur public et le secteur privé, de sorte que le développement urbain durable vise à fournir des infrastructures pour une longue période de soutenir l'activité économique et pour atteindre l'autosuffisance grâce à l'utilisation du travail et de l'énergie, la ville ne devrait pas être plus consommée que produite. Les pouvoirs publics doivent soutenir et stimuler la création d'emplois notamment en faveur des jeunes à la recherche d'un premier emploi, d'aider les

entreprises en créant dans les villes les conditions favorables au développement économique. Ceci dépend d'une infrastructure adéquate permettant et favorisant cette croissance : transport, télécommunication, services publics, équipements sociaux et collectifs. Les pouvoirs publics doivent donc identifier les lacunes en infrastructure et en tenir compte dans leurs plans de développement socio- économique.

- *Gestion rationnelle des ressources non recouvrable :*

L'activité industrielle et la croissance économique ont épuisé les ressources naturelles qui peuvent ne pas être renouvelables, ce qui a eu un impact négatif sur l'environnement. Le DUD prévoit l'exploitation de sources d'énergie renouvelable plutôt que de combustibles fossiles et d'une planification urbaine qui permet la condensation des bâtiments et réduit les distances entre les bâtiments pour encourager la marche et limiter le véhicule.

II.3. L'ECOQUARTIER (LE DD A L'ÉCHELLE DU QUARTIER)

II.3.1 Critère de choix d'un projet d'écoquartier :

- *Face aux enjeux planétaires et à la crise écologique ainsi que les nombreux défis du 21st siècle par exemple :*
  - L'augmentation de la population, les nombreux problèmes sociétaux (changement climatique, pauvreté, santé…).
  - Les crises successives, les limites budgétaires, les révolutions technologiques.
  - Raréfaction de l'eau, pollution, perte de biodiversité
  - Le réchauffement climatique

Les quartiers deviennent le support des nouvelles expérimentations, dans ce moment qu'elle apparait la notion Éco-quartier, comme un modèle de référence pour la recherche de "performances techniques" et de qualité de vie.

Donc les éco-quartiers proposent une nouvelle manière de construire et d'habiter la ville, intégrant les critères du développement durable et l'agenda 21.

- *Déférence entre le quarter durable et l'écoquartier :*

Un éco-quartier est un quartier conçu avec une démarche environnementale, laquelle porte notamment sur le paysage ou "la végétalisation des quartiers" et la qualité environnementale. Ceci est donc différent d'un quartier durable, conçu et mis en œuvre grâce à une démarche projet de développement durable (Challenges Pratique, 2022).

II.3.2 Un écoquartier, c'est quoi ?

Un éco-quartier est un projet d'aménagement urbain visant à intégrer des objectifs de développement durable et réduire son empreinte écologique. De ce fait, il insiste sur la prise en compte de l'ensemble des enjeux environnementaux en leur attribuant des niveaux d'exigence ambitieux (agence d'urbanisme et de développement de la vallée de l'oise, 2012, p. 01).

Pour comprendre au mieux ce qu'est un écoquartier, nous avons analysé le concept à travers son approche théorique, son modèle urbain et sa typologie, sa réponse technique et ses

moyens pour démontrer sa performance environnementale. Nous pouvons différencier dans la bibliographie deux définitions, auxquelles correspondent deux approches : généraliste et administrative (YEPEZ-SALMON, 2011, p. 113).

1) La première approche, que l'on appelle **"généraliste"**, est proposée par les spécialistes de la thématique avec un certain niveau d'expériences dans la mise en œuvre des écoquartiers ou dans la recherche sur les thématiques urbaines soutenables.

Donc Certains auteurs énoncent que le projet d'écoquartier se caractérise par la mise en œuvre d'une démarche-projet visant à répondre, à son échelle :

- aux enjeux globaux de la planète, pour limiter son impact.
- Aux enjeux locaux, afin d'améliorer la qualité de vie de ses habitants et usagers, et de contribuer à la durabilité de la ville.

2) Dans le cas de la seconde approche, dite « administrative », la définition est établie par les administrations nationales, régionales et locales pour encadrer la production des écoquar-tiers.

- *Par exemple la préfecture de **l'ile de France** définie :*

« L'écoquartier est un projet urbain exemplaire du point de vue du développement durable, en extension urbaine ou en transformation de quartiers existants obsolètes. Réduction des émissions de gaz à effet de serre, préservation de la biodiversité, promotion des déplacements alternatifs et intermodaux, qualité de vie et de construction, économie des ressources naturelles et de l'énergie, prévention et maîtrise des nuisances et des risques, sont autant d'enjeux déterminants pour lesquels le projet apporte un bénéfice collectif ».

- *Au niveau européen, une référence pour la définition de l''écoquartier vient de l'accord de Bristol de 2005:*

« Une zone mixte utilisée avec un sentiment de communauté : « c'est un endroit où les gens veulent vivre et travailler, maintenant et dans l'avenir. L'écoquartier doit répondre aux divers besoins des résidents actuels et futurs et contribuer à une meilleure qualité de vie. Ils sont sûrs et inclusifs, bien planifiés, construits et gérés pour offrir une égalité de chances et de bons services à tous ».

- *Les administrations définissent ainsi l'écoquartier comme :*

« Quartier urbain exemplaire construit comme une vitrine des savoir-faire locaux, affichant les inventions technologiques pour limiter l'impact environnemental du quartier »

« C'est un quartier urbain, conçu de façon à minimiser son impact sur l'environnement en assurant la qualité de vie des habitants, en visant un fonctionnement à long terme, une autonomie fonctionnelle, la création d'une solidarité sociale et une intégration cohérente au site ; il doit répondre aux objectifs locaux et globaux du développement durable.» Dans ses principales caractéristiques, l'écoquartier doit être un quartier :

- ✓ Défini, avec un centre et des limites
- ✓ Compact, pour assurer une densité durable et limiter son impact sur le territoire

- ✓ Complet, pour limiter les déplacements, faciliter les échanges et améliorer la qualité de vie
- ✓ Connecté, au voisinage et à la ville
- ✓ Autonome dans son fonctionnement et en solidarité sociale
- ✓ Qui facilite les liens homme-nature et homme-homme
- ✓ Qui répond aux enjeux globaux et locaux avec un bilan environnemental positif

II.3.3 Les types des écoquartiers : Il y a trois types dans l'histoire dès les quartiers durables (Boutaud, 2009):

II.3.3.1 Proto-quartiers :

Émerge dans les années 1960 dans la mouvance des éco villages. Elle est portée par des professionnels et des spécialistes de l'environnement organisé en collectifs militants, et se développe principalement au nord de l'Europe. Les proto-quartiers situés en périphérie de ville ou en zone rurale.

Figure 36 : proto-quartier, source : site web.

II.3.3.2 Les quartiers prototypes :

Développé en 1990 avec la diffusion du concept de développement durable. Ces quartiers modulaires sont conçus pour être les interfaces de l'urbanisme durable afin d'inclure la plupart des technologies permettant d'importantes économies d'énergie et le progrès environnemental et social grâce aux expériences sociales et aux innovations technologiques.

Figure 37 : quartier prototype, source : site web.

II.3.3.3 Quartiers types :

Qui marquent le passage de l'expérimentation reproductibilité, qui circulé du nord au sud de l'Europe ou de la méditerranée. Contribuer le renouvèlement des pratiques traditionnelles d'aménagement et de lotissement. Ils sont moins visibles, leurs statuts en pleines émergences et leurs modes de production proches des productions classiques du renouvèlement urbain, ils sont moins facilement identifiables que les deux phases présidentes, ils tirent parti des expériences des prototypes pour pouvoir se développer.

Figure 38 : quartier type, source : site web.

II.3.4 Les éléments constructifs d'un écoquartier (BOUNADJA & HAFID, 2015):

L'Eco quartier se compose de :

- *La finalité de quartier durable :*

Elle doit être cohérente avec la ville et mettre au centre de ces préoccupations l'homme.

- *Le fonctionnement de quartier durable :*

Chaque éco-quartier doit établir une classification des différentes logiques de fonctionnement.

- *La structure de quartier durable :*

Élément de stabilité de ce quartier.

- *La transformation de quartier durable :*

Le quartier n'est pas un système stable : les transformations économiques, énergétiques et sociales sont continuées.

- *L'environnement autour de le quartier :*

Environnement naturel (par sa liaison directe autour du quartier) +environnement artificiel. Pour croitre le quartier durable emprunte de son environnement : matière9 + énergie.

II.3.5 Les principes de l'écoquartier :

Association européenne d'autorités locales qui inventent leur future énergétique, créée en 1990 et représentant maintenant plus de 1000 villes dans 30 pays. Fonder un quartier sur des principes environnementaux, sociaux, et économiques (Zaoua , 2021, p. 10) :

- **Gouvernance :** des quartiers bien gérés par une participation efficace et globale, une représentation et une direction.

- **Transport et mobilité :** des quartiers bien connectés grâce à de bons services et moyens de transport permettant aux habitants d'accéder à leur lieu de travail et aux services. Une bonne infrastructure de transport public est essentielle à la limitation de la voiture.
- **Environnement :** offrir aux habitants l'opportunité de vivre dans le respect de l'environnement (bâtiment basse consommation ou à énergie positive, limitation des déchets, recyclage, utilisation des matériaux naturels et écologiques, limitation de la consommation d'eau), et de profiter d'un cadre de vie propre et sure.
- **Économie :** une économie locale vivante et florissante.
- **Services :** mise à disposition de services publics, privés, communs et volontaires accessibles à tous les habitants.
- **Équité :** juste pour chaque habitant, à la fois pour les générations actuelles et futures.
- **Diversité :** développer des quartiers diversifiés et a cohésion sociale par la mixité des catégories sociales et la mixité des générations.
- **Mixité des fonctions** : différence majeure avec les quartiers suburbains existants qui connaissent souvent un zonage (séparant les zones résidentielles des zones industrielles et commerciales.
- **Identité :** active, globale et sure avec une forte culture locale et un partage des activités de quartier ; apporte le sentiment d'appartenance au quartier que beaucoup d'habitants recherchent. Chaque quartier nécessite par conséquent un centre bien défini.

II.3.6 Les cinq piliers d'un écoquartier (Collectif Marceau, 2021):

- **Habitations :** construire des logements économes en énergie, utilisant des énergies renouvelables.
- **Déplacements :** marche à pied, vélo, transports en commun, les voitures garées à l'extérieur des quartiers.
- **Déchets :** réduire les quantités de déchets par le réemploi, le recyclage et la valorisation, apprendre les techniques de compostage.
- **Propreté et eau :** améliorer la propreté des lieux de façon permanente et récupérer les eaux de pluie.
- **Végétaux :** améliore les espaces naturels et le patrimoine végétal qui consomment du CO2.

II.3.7 Critères d'évaluation (Major, 2014):

II.3.7.1 La stratégie énergétique :

Atteindre un bilan énergétique neutre, voir positif. La politique énergétique du quartier durable devra reposer sur des énergies renouvelables, et la mise en place de système spécifique (ex : usine de méthanisation). Et l'utilisation des matériaux locaux et écologiques pour la construction : écoconception, écoconstruction, éco-matériaux.

Agir sur le terrain, son orientation, ses dénivelés, la disposition des autres bâtiments et de la végétation afin d'adapter le projet aux contraintes géographiques.et le choix des matériaux de construction performants et respectueux de l'environnement.

II.3.7.2 Une meilleure gestion des déplacements :

L'utilisation de la voiture doit être limitée au bénéfice des transports doux : transports en commun, vélo, marche à pied. Ainsi, les écoquartiers doivent favoriser ces modes de transport grâce à la création de pistes cyclables, la présence de parkings à vélos sécurisés, le renforcement des voies piétonnes, la mise en place de pédibus, etc.

Afin d'éviter les déplacements, l'écoquartier devra de plus en plus être pensé comme une zone multifonctionnelle, avec la présence de commerces, d'écoles, de services publics, culturels, médicaux, de zones d'activité, etc.

Le Stationnement en réduire les possibilités de stationnement automobile en surface et sur l'espace public.

II.3.7.3 La gestion de l'eau :

Traitement écologique des eaux usées, épuration, protection des nappes phréatiques, réduire les consommations d'eau par les eaux pluviales qui doivent être récupérées et utilisées pour arroser les espaces verts, pour nettoyer la voie publique, pour une utilisation domestique.

Choisir une végétation cohérente avec les ressources en eau et les besoins de drainage du site.

II.3.7.4 Le traitement des déchets :

Collecte des déchets sélectifs, tri, recyclage, compostage, traitement, thermique, collecte avec succession.

II.3.7.5 Favoriser la biodiversité :

Des mesures peuvent être prises ou encouragées pour permettre à une flore et une faune locale de s'épanouir, grâce à la présence de zones humides, en interdisant l'utilisation d'engrais chimique, etc.

II.3.7.6 Le choix des matériaux de construction :

Les matériaux de construction utilisés et les chantiers peuvent faire l'objet d'une attention particulière, en veillant par exemple à une meilleure gestion des déchets de chantier, Eco conception, Ecoconstruction, éco-matériaux.

II.3.7.7 Éducation et sensibilisation :

L'écoquartier est un lieu privilégié pour mener des actions de sensibilisation auprès des adultes et des actions d'éducation auprès des enfants, notamment si une école se situe au sein de l'écoquartier.

II.3.7.8 Politique sociale :

L'écoquartier n'est pas seulement un lieu où l'environnement est mis au centre, sa construction doit tenir compte des autres piliers du développement durable, notamment le pilier social. La mixité sociale doit être encouragée, les logements privés doivent alterner avec des logements sociaux, des logements étudiants, etc. L'accession sociale à la propriété est

également un axe favorisant la mixité sociale. L'écoquartier ne doit pas être conçu comme une enclave pour propriétaire.

II.3.7.9 Qualité de vie :

- Créer lieux de sociabilité accessibles à tous, favorisant les échanges intergénérationnels.
- Déterminer une densité ambitieuse et cohérente avec le milieu existant.
- Réduire les pollutions et les nuisances (sonores, olfactives, lumineuses, etc.)
- Travail sur la lisibilité et la qualité des séparations entre espaces publics, collectifs et privés.

II.3.7.10 Espace vert et milieu naturel :

- Espaces verts, milieux naturels et biodiversité :
- Préserver et mettre en valeur le patrimoine naturel.
- Développer les espaces de nature sur le site du projet, en quantité et en qualité, en instaurant une trame verte et bleue.
- Instaurer si possible des jardins collectifs et des espaces consacrés aux activités agricoles de qualité.

II.3.8 Les objectifs d'un éco-quartier (nadji , 2015, p. 54):

- **Objectives environnementale :**
  - ✓ Limitation des émissions de gaz polluants
  - ✓ Conservation des ressources et de la biodiversité grâce à une optimisation optimale des ressources
  - ✓ Gestion de la mobilité par des moyens de transport propres
  - ✓ Gestion des déchets
  - ✓ Gestion de la conservation de l'eau et de la bonne consommation.
  - ✓ Assurer le confort et le luxe en fournissant l'élément de la verdure.
  - ✓ La conservation des sols et des terres agricoles et la lutte contre expansion urbaine en s'intégrant dans la ville existante et ses terres environnantes à travers des formes urbaines denses et petites.

- **Objectives économique :**
  - ✓ Consommation d'énergie optimale et collecte d'énergie des ressources renouvelables (vent solaire, etc).
  - ✓ Créer des emplois dans le quartier.

- **Objectifs sociaux :**
  - ✓ Assurer la diversité sociale, l'intégration et la qualité de vie
  - ✓ Renforcer les liens sociaux et la solidarité
  - ✓ Assurer la participation de la population au dynamisme économique.
  - ✓ Qualité des bâtiments et des espaces extérieurs (espaces verts et aires de jeux).
  - ✓ Diversité du logement pour tous dans un but de mixité sociale.

II.3.9 La labellisation des écoquartiers *(par Ministère de la Transition écologique)* :

Avec le label Eco Quartier, l'objectif est de garantir la qualité des projets sur un socle d'exigences fondamentales, tant sur la technique que la gouvernance ou la dynamique économique insufflée, et ce, quel que soit le territoire sur lequel il est implanté. Ceci implique une certaine souplesse permettant la contextualisation et l'adaptation de la démarche à tout type de ville, quelle que soit sa taille, son contexte, son histoire, sa culture et à tous les stades d'avancement du projet.

Le Label Eco Quartier permet de valoriser et d'apprécier une démarche progressive et ainsi reconnaître non pas une opération au stade des simples intentions, mais la qualité d'une opération finie.

Le label n'est pas une norme et ne propose en aucun cas un modèle unique d'Eco Quartier.

Le Label Eco Quartier s'appuie sur une charte des Eco Quartiers, clé d'entrée vers l'obtention du label qui repose en 03 étapes :

Étape 1 : La collectivité signe la Charte nationale des Eco Quartiers.

Étape 2 : Le projet, porteur d'objectifs ambitieux et réalistes est évalué par un trio d'experts (un expert national, un expert local et un expert externe à la fonction publique) selon 20 critères d'évaluation et 20 indicateurs chiffrés. Lorsque le projet est mûr et sa qualité reconnue, il est inscrit dans la « démarche nationale ».

Étape 3 : Une fois inscrite dans la démarche nationale, la collectivité entre dans un processus de suivi annuel pour obtenir à terme le Label Eco Quartier. Comme lors de la 2ème étape, le projet est analysé par un trio d'experts, Le label est délivré une fois la réalisation du projet suffisamment avancée et sera millésimé (lié à l'année d'obtention).

II.4. LA HAUTE QUALITE ENVIRONNEMENTALE HQE2R COMME PLAN D'ACTION POUR LA CONCEPTION D'UN ECOQUARTIER :

II.4.1 Définition de la démarche HQE2R (HAJJAR, 2019):

La démarche HQE²R a été conçue en 2004. Elle est l'un des résultats d'un projet européen de recherche et de démonstration sur le renouvèlement des quartiers44. Ce projet était coordonné du côté français par Catherine Charlot-Valdieu. La démarche intégrée HQE²R et ses outils sont destinés aux collectivités locales et aux leurs partenaires (aménageurs, bailleurs sociaux, services de l'Etat, urbanistes, architectes, banque, etc.) afin de les accompagner dans la transformation durable des quartiers existants. À cet effet, la démarche HQE²R propose un cadre théorique qui est conçu à partir de six principes du développement durable, ceux-ci sont retenus parmi les 29 principes adoptés lors de la Conférence de Rio en 1992:

- ✓ L'efficacité économique,
- ✓ L'équité sociale,
- ✓ L'efficacité environnementale,
- ✓ Le principe de long terme,
- ✓ Le principe de globalité : le global en relation avec le local,
- ✓ la gouvernance participative.

La démarche HQE2R décompose la conduite d'un projet d'aménagement ou de renouvèlement urbain en quatre phases principales, qui sont les suivantes :

- ✓ La phase de décision : elle correspond à l'émergence des problèmes dans un quartier jusqu'à ce qu'une décision soit prise.
- ✓ La phase d'analyse : elle correspond à l'état des lieux et au diagnostic partagé de développement durable. À l'issue de ce dernier, sont déterminés les enjeux et les priorités d'actions.
- ✓ La phase de conception : elle correspond à l'élaboration de plan d'actions potentielles
- ✓ La phase d'action et d'évaluation.

La démarche HQE²R se porte sur plusieurs outils méthodologiques. Pour chaque phase citée ci-avant, elle propose des outils opérationnels permettant d'intégrer le développement durable dans le projet urbain. Nous avons constaté, lors d'un rapport de synthèse décrivant les différents outils de la démarche HQE2R45, que cette approche rassemble des outils de différentes natures :

- ✓ Des méthodes comme la méthode HQDIL de diagnostic partagé de développement
- ✓ durable (DD) ; Le BREAM et LEED.
- ✓ Des outils d'évaluation (INDI46, ENVI47, ASCOT48)
- ✓ Des grilles d'analyse comme celles développées pour réaliser un diagnostic partagé de
- ✓ développement durable (DD)
- ✓ Des recommandations
- ✓ Des répertoires d'outils

II.4.2 Les objectifs et les cibles de la démarche HQE2R :

	Domaine d'intervention	Objectifs	Action spécifique
OBJECTIF 01 : PRESERVER ET VALORISER L'HERITAGE ET CONSERVER LES RESSOURCES			
Energie	Efficacité énergétique (chauffage, ventilation) Electricité Utilisation des énergies renouvelables Gaz à effet de serre	Limiter la consommation d'énergie et réduire les émissions de GES	Garantir l'efficacité énergétique des bâtiments en développant l'utilisation des énergies renouvelables Concevoir des bâtiments à faible besoins énergétiques
Eau	Consommation d'eau potable Utilisation des eaux pluviales Gestion des eaux pluviales Réseau d'assainissement	Réduire la consommation des eaux potables Traiter les eaux pluviales de manière adaptée	Limiter l'imperméabilisation des espaces. Récupérer l'eau pluviale pour l'arrosage des espaces verts, le nettoyage de voies publiques ou l'emploi pour le WC
Biodiversité et espace vert	/	Favoriser la biodiversité	Développer les espaces verts, avec faune et flore locale.
Matériaux	Construction Réhabilitation Infrastructure Espace public	Favoriser les circuits courts	Privilégier les matériaux d'origine locale et renouvelable, réutilisé les matériaux locaux
Patrimoine bâti et naturel **Gestion des sols**	Patrimoine architectural Patrimoine naturel Friches urbaines et sites pollués Consommation d'espace Préoccupation environnementale dans les documents d'urbanisme	Mettre en valeur la qualité du patrimoine architectural Préserver et valoriser Requalifier Limiter et optimiser la consommation d'espace À prendre en compte	/ Dépolluer

	domaine d'intervention	Objectifs	Action spécifique
OBJECTIF 02 : AMÉLIORER LA QUALITE DE L'ENVIRONNEMENT LOCAL			
Paysage	Qualité des : entrées de quartier, mobilier urbain	/	/
Logements	Qualité des : bâtiments, logement satisfaction usagers	/	/
Santé et hygiène	Propreté du quartier Insalubrité de logement Droits et accès aux soins de santé	/	/
Sécurité et risque	Sécurité des personnes et des biens Amélioration de la sécurité routière Gestion locale des	/	/

	risques technologiques et naturels		
Air	Qualité de l'air intérieur Qualité de l'air extérieur	/	/
Déchets	Gestion des déchets ménagers et de chantier	Réduire le volume des déchets Voire les faire disparaitre	Généraliser le tri sélectif et le compostage des déchets verts
Nuisance sonore	Nuisance de voisinage Pollution sonore liée au trafic Pollution sonore dans les chantiers de construction	/	/

	Domaine d'intervention	Objectifs	Actions spécifiques
OBJECTIF 03 : 03.AMÉLIORER LA DIVERSITÉ.			
Mixité sociale	Diversité sociale et économique, intergénérationnelle	Renforcer le lien social et les solidarités	Installer des équipements en adéquation avec les préoccupations des populations locales Veiller à l'accessibilité au logement et à l'emploi de toutes catégories de population (prix de logements et type d'emploi)
Offre de logements	Diversité de l'offre de logement (taille, nature, type d'occupation)		
Mixité fonctionnelle	Présence d'activités économiques Présence de commerces Présence d'équipements et de services		

	Domaine d'intervention	Objectifs	Actions spécifiques
OBJECTIF 04 : AMÉLIORER L'INTÉGRATION			
Déplacement et accessibilité	Développement de cheminements piétons et cyclistes Mise en place de systèmes peut ou non polluants, efficaces, Diversifies et cohérents desserte du quartier stationnement	Limiter l'utilisation des véhicules individuels motorisés et le stationnement en surface Développer l'offre de transport de transports en commun, encourager les modes actifs doux	/
Éducation et formation	Renforcement du rôle de l'école dans le quartier Lutte contre l'échec scolaire	/	/
Liaison avec la ville	Amélioration de L'intégration des habitants dans la ville	/	/
Attractivité du quartier	Présence d'activités ou d'équipements attractifs dans le quartier	/	/

	Domaine d'intervention	Objectifs	Actions spécifiques
OBJECTIF 05 : .RENFORCER LE LIEN SOCIAL			
Cohésion sociale et participation	Engagement des habitants et des usagers dans le processus de développement durable Participation des habitants aux décisions et projets du quartier	Renforcer le lien social et les solidarités.	Requérir l'adhésion de la population au mode de vie généré et à l'activité proposée par l'écoquartier.
Solidarité et capital social	Renforcement de la vie collective Participation des habitants au développement d'une économie locale Solidarité nord/sud liens avec la planète		

Tableau 04 : les objectifs et les valeurs cibles de la démarche HQE2R

Source : l'auteur selon (BRIGANT, LASTERNAS, POUPINOT, & SALAUN, 2011)

Conclusion :

Puisque les conséquences environnementales menacent de plus en plus l'intérêt économique, social, en interrogeant en particulier les conditions d'existence de l'homme, les villes, partout dans le monde, se déclarent aujourd'hui favorables, à une très grande majorité, à une politique de développement durable. En 1970, se réalise la première manifestation mondiale « la Journée de la Terre », répondant aux préoccupations écologiques qui avaient commencé à se faire entendre au cours des années 1960.

La ville durable est avant tout une utopie et une finalité, Aujourd'hui le programme action de l'agenda 21 reste la référence pour la mise en œuvre du développement durable au niveau des territoires donc au sein de ces espaces urbains, le développement durable serait dans le futur une obligation incontournable. Lier formes urbaines, modes de vie et métabolisme urbain soutenables est un des plus passionnants défis pour les acteurs de l'aménagement et en particulier pour les concepteurs de la ville.

Les écoquartiers sont aujourd'hui la formalisation d'un urbanisme en évolution avec de nouvelles idées et propositions qui répondent à des exigences et aspirations de projets urbains plus respectueux de l'environnement et dans un nouveau rapport à la nature. Ils sont d'abord une réponse urbaine, responsable dans un contexte de dégradation planétaire et où l'innovation, la technologie et le bon sens sont parmi les principales caractéristiques.

Les écoquartiers tentent de répondre à un double enjeu : celui de la densité nécessaire, et celui de la pleine réintégration et du respect de la nature dans l'espace urbain. Ces quartiers restent des morceaux de ville qui proposent des solutions innovantes pour contrôler l'étalement urbain d'un part et d'autre part des propositions pour minimiser l'impact environnemental des modes de vie.

Chapitre III : l'analyse thématique des exemples

Introduction :

Notre recherche thématique a pour but d'élaborer un socle de données, afin de déterminer le principe, l'évolution, et les besoins du thème, ainsi que les activités qui s'y déroulent et les types d'espaces qui s'y adaptent et les recommandations urbaines et architecturales à suivre.

On a choisi trois exemples à l'échelle urbaine :

- ✓ Le Nanjing zendai himalayas center (Chine)
- ✓ L'écoquartier numérique du fort d'Issy
- ✓ L'écoquartier Vauban en Allemagne

On a choisi cinq exemples à l'échelle architecturale :

- ✓ La seine musicale de Paris
- ✓ Dubaï opéra house (Janus Rostock)
- ✓ théâtre de Wuxi china (par PES- architectes)
- ✓ Guangzhou opera house china (par Zaha Hadid)
- ✓ Opera in Bialystok Poland

III.1. L'ANALYSE DES EXEMPLES A L'ÉCHELLE URBAINE

III.1.1 Le Nanjing zendai himalayas center (Chine):

Figure 39 : Le Nanjing zendai himalayas center, source : site web.

III.1.1.1 Présentation :

Le "Nanjing Zendai Himalayas Center" est un projet urbain à l'échelle de la ville conçue par MAD Architect, dirigé par Ma Yan Song, a une superficie totale de construction d'environ 560 000 m², comprenant des programmes commerciaux, hôteliers, de bureaux et résidentiels.

L'architecte Ma Yansong a inspiré l'idée de la "Shanshui City", d'une ville de la peinture traditionnelle chinoise Shan shui. Le travail de l'architecte, expliqué dans le livre "Shanshui City", publié en 2015, adapte les concepts traditionnels chinois de Shanshui, proposant une vision d'harmonie spirituelle profonde entre la nature et l'humanité, aux villes d'aujourd'hui grâce à l'intégration d'espaces contemplatifs qui, tout en immergeant les habitants dans la nature, répondent toujours aux commodités de la vie moderne c'est-à-dire une ville emblématique avec un patrimoine traditionnel tout aussi riche et une forte modernisation avec un futur hight Tech (Floornature Architecture and surfaces, 2019).

III.1.1.2 **Le design biophilique** (EADG, 2021):

Dans le livre, il dit : "La ville du développement futur passera de la poursuite de la civilisation matérielle à la poursuite de la nature. C'est ce qui se passe après que les êtres humains ont fait l'expérience de la civilisation industrielle aux dépens de l'environnement naturel. L'harmonie émotionnelle, la relation entre la nature et l'homme sera reconstruite sur la « ville de Shanshui ». Cette petite brochure illustre les idéaux du jeune architecte chinois concernant l'habitation futuriste, donc parmi les manifestations de la biophilie :

- ✓ La nature a une présence délibérée dans le complexe, l'eau avec des étangs, des rivières, des cascades et des bassins intégrés, la verdure par des arbres, des plantes naturelles, la verdure verticale et des structures entières recouvertes de verdure brisent les formes futuristes du paysage urbain.
- ✓ Des structures emblématiques telles que les « arbres centenaires », les « ponts miniatures » et « l'eau qui coule » entre tous les chemins.

Figure 40 : l'eau avec des étangs, des cascades et des bassins intégrés. **Figure 41 : mur végétal.**

Source: (Floornature Architecture and surfaces, 2019).

- ✓ Des persiennes en verre blanc créent les formes évocatrices des tours, qui sont conçues pour donner l'impression qu'elles ont été façonnées par le vent et l'eau au cours des millénaires qui sont des éléments essentiels de la philosophie esthétique chinoise.
- ✓ Les montagnes artificielles qui semblent modelées par le vent et creusées de cascades, comme dans les peintures shanshui, reflètent le paysage naturel ses tours le long du site agissent comme une toile de fond montagneuse.

Figure 42 : les tours, montagnes artificiels, source : Google image.

- ✓ Des jardins publics (cité jardin) et des espaces sociaux, ils créent une retraite spirituelle et poétique au cœur de la ville.

- ✓ les bosquets de bambous sur les pentes brumeuses du lac, est dramatiques et étonnamment futuristes.

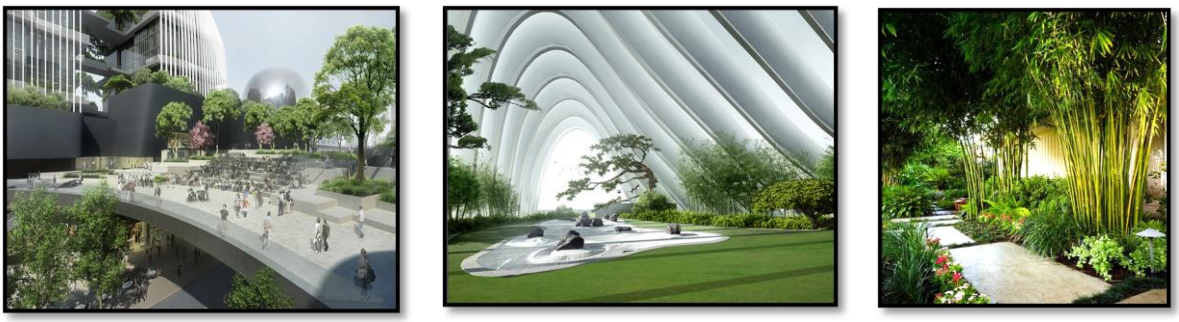


Figure 43 : les jardins publics, source : Google image.

- ✓ En marchant en séquence, les visiteurs sentent la lumière du soleil traverser la cime des arbres, les feuilles effleurer leurs manches, entendre le murmure de l'eau, la mélodie des oiseaux et voir les couches de feuilles vertes révélant les couleurs des quatre saisons. Même les chaises permettant aux passants de faire la sieste sont l'incarnation de petites pierres dans les ruisseaux.

III.1.1.3 **Le design intelligent** (EADG, 2021):

Les premières sections schématiques du projet montrent une matrice spatiale poreuse et ouverte, avec des sky courts et de la verdure dispersés sur le toit et aux niveaux supérieurs des tours.

- ✓ Ils incluent un gratte-ciel avec des jardins à tous les niveaux et un village d'immeubles dans les montagnes c'est-à-dire le style hight Tech qui caractérisé par de matériaux technologiques, intégrant le verre, l'acier inoxydable, entre autres, avec les installations, car il prend en compte l'éclairage, les murs, le toit, les plantes, etc.
- ✓ Les structures de grande hauteur, situées au bord du site, sont caractérisées par des ailettes d'ombrage verticales (les brises de soleil) et des écrans de verre perméables comme des cascades composées sous une forme visuellement fluide, rappelant les chutes d'eau.

Figure 44 : les tours, structure de grande hauteur avec style High Tech, source : site web.

- ✓ L'utilisation et l'exposition de matériaux industrialisés par exemple des maisons aux murs de verre et d'acier qui sont très courantes.

- ✓ façades entières de verre avec des rainures blanches sculptées : une solution intelligente qui a non seulement une valeur esthétique.
- ✓ Voiries et transport, mobilier intelligent.

Figure 45 : façade en verre

Figure 46 : route intelligente

Figure 47 : mobilier vert

Source : site web.

- ✓ Les pièces d'eau fonctionnant comme des réservoirs pour collecter et recycler l'eau de pluie pour l'irrigation.
- ✓ Insérer des spots de communication basés sur le paysage et de tisser ensemble ces parties individuelles.
- ✓ Eclairage public intelligent avec des ambiances diurnes et nocturnes.

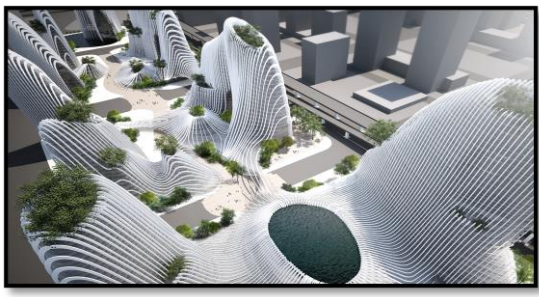


Figure 48 : éclairage naturel, ambiance diurne

Figure 49 : éclairage artificiel, ambiance nocturne

Source : Google image.

Conclusion :

À première vue, ce projet a le facteur "wow". Il construit un cadre unique, malgré il n'a pas de croquis compliqués, et même un repère «spirituel» dominant couramment utilisé dans les autres quartiers d'affaires. Cependant, vu de loin, le Centre himalayen emplit les gens d'un sentiment de vitalité verte ; c'est un dialogue entre l'homme et la nature ouvert par l'équipe paysagiste et les architectes après réflexions et recherches répétées ; c'est une expérience de la ville de Shanshui. Lorsque les gens viennent ici dans un état détendu, ils ressentiront spontanément la tranquillité et la pureté de la nature, qui est l'atmosphère que nous voulions créer.

III.1.2 L'écoquartier numérique du Fort d'Issy (France):

Figure 50 : L'écoquartier numérique du Fort d'Issy, *source : Google image.*

III.1.2.1 Présentation :

C'est un lieu de vie construit par Vincent Callebaut sur le site d'une ancienne forteresse du XIXe siècle, situé à Issy-les-Moulineaux dans les Hauts-de- Seine, sa superficie est 12 ha, sur le site d'une ancienne forteresse du XIXe siècle, démilitarisée en 2009. Est situé à Issy-les-Moulineaux dans les Hauts-de- Seine.

Il s'agit d'un projet d'aménagement et de développement durable le quartier domine l'agglomération parisienne et compte plus de 1600 logements, les bâtiments sont conçus dans le respect de la très haute qualité environnementale et le quartier bénéficie d'un système de collecte pneumatique des déchets par aspiration. Il est composé de cinq ensembles : le Belvédère, les Villas et les Bastions, ainsi que le parvis et le verger (Issy-les-Moulineaux groupe, 2023).

III.1.2.2 Le design biophilique :

- ✓ Un jardin japonais : conçu par les jardiniers d'Ichikawa, la ville jumelle d'Issy-les-Moulineaux, ce jardin qui sera achevé d'ici la fin de l'année 2015, sera un écrin de verdure, un lieu de quiétude et de méditation.

Figure 51 : le jardin japonais, réalité et dessin, source : Google image.

- ✓ Un verger de plus de 300 arbres : avec une dizaine de variétés de pommiers, de cerisiers, de pruniers et de poiriers dont les fruits pourront être cueillis par les habitants, des jardins partagés, présence de l'eau et les espaces publics..
- ✓ Une gestion écologique des eaux, par récupération du ruissèlement de toiture.

Figure 52 : de nombreux arbres entourent le quartier, source : Google image.

III.1.2.3 Le design intelligent (Issy-les-Moulineaux groupe, 2023) :

- ✓ Des appartements intelligents avec un système de gestion des bâtiments à la fine pointe de la technologie permettront aux résidents d'utiliser un téléphone intelligent ou une tablette pour contrôler une gamme de fonctions dans leurs appartements :
- Ajuster le chauffage, la consommation d'énergie.
- La fermeture automatique des volets roulants.
- L'allumage des lumières dès la nuit tombée.
- ✓ Chaque appartement sera connecté au réseau de s optique et disposera d'un point multimédia pour la transmission VDI (voix, données, image) dans chaque pièce.
- ✓ Un ordinateur calcule toutes les consommations (eau, électricité, etc.) en temps réel.

Figure 53 : les appartements intelligents, source : Google image.

- ✓ Un système de collecte pneumatique des déchets qui présente la particularité de bénéficier d'un système d'aspiration mobile par camion. Ce système permet d'optimiser l'hygiène et la sécurité, réduit les distances parcourues par les camions, entrainant ainsi une diminution des nuisances sonores et des émissions de gaz à effet de serre.
- ✓ Ses camions « aspirants » viennent ensuite se brancher sur des points d'aspiration extérieurs avec 85 bornes d'aspiration en pied d'immeuble sont reliées au réseau de fibres optiques collecte pneumatique des ordures ménagères sous voirie
- ✓ Concrètement, les habitants déposent leurs déchets dans des bornes de collecte qui les stockent temporairement dans des réservoirs enterrés d'une capacité de 3 à 8m3.

Figure 54 : le système pneumatique de collecte des déchets. **Figure 55 : les bornes d'aspiration.**

Source : Site web

- ✓ L'accent est également mis sur les mobilités douces, avec des stations Vélib'et Auto lib' un local à vélos dans chaque résidence.
- ✓ 75 % des chauffages et d'eau chaude sanitaire puisent leur énergie dans deux puits géothermiques creusés à 750 mètres de profondeur complétés par des pompes à chaleur réparties dans chaque immeuble.
- ✓ Création d'espace d'animation culturelle et numérique (TOUAHRIA & HAMMOUDI, 2017 / 2018).

Figure 56 : puits géothermique. **Figure 57 : station Vélib's Auto lib's.** **Figure 58 : espace d'animation culturel et numérique.**

Source : Google image

- ✓ Le boulodrome : Une partie des installations est couverte par une structure végétalisée sous pergola et une autre couverte par une structure légère métallique, avec utilisation de peintures écologiques, et une basse consommation électrique.
- ✓ Des constructions en bois comme un matériau écologique.

Figure 59 : espace boulodrome. **Figure 60 : construction en bois.**

Source : Google image.

Conclusion :

- ***À l'échelle du quartier :***
- ✓ la mise en place de nombreux services innovants (collecte pneumatique, géothermie, domotique…).
- ***À l'échelle de la parcelle :***
- ✓ Création d'espace d'animation culturelle et numérique
- ✓ La collecte des déchets est assurée par un réseau pneumatique sous-terrain, qui élimine les nuisances sonores, visuelles au sein du quartier.
- ***À l'échelle de bâtiment :***
- ✓ Les logements du Fort d'Issy sont équipés des dernières technologies numériques et domotiques, chaque appartement sera connecté au réseau de fibres optiques.
- ✓ Un écran de commande tactile et une application mobile qui donne aux habitants permettent de réguler l'éclairage et la température, ou encore d'actionner l'ouverture et la fermeture des volets.
- ✓ Les immeubles ont été conçus avec une approche bioclimatique qui évite les déperditions d'énergie : recherche des meilleures orientations, maîtrise des apports solaires, choix de vitrages performant, inertie thermique, ventilation…

III.1.3 l'écoquartier Vauban en (Allemagne) :

Figure 61 : l'écoquartier Vauban en Allemagne, source : Google image.

III.1.3.1 Présentation et critère de choix :

Projet fait par kohloff kohlof du Stuttgart en Allemagne sur une superficie de 38 ha , le processus de l'écoquartier de Vauban est un processus de réhabilitation écologique d'anciennes casernes militaires situées dans la ville de Fribourg , Il est le premier écoquartier parce qu'il répond à un objectif très intéressant qui est la réalisation d'un quartier selon le modèle urbain de cité-jardin.

La planification du quartier a démarré en 1993 et la phase de réalisation a débuté en 1997. Dès le début, tous les problèmes (mobilité, énergie, logement, aspects sociaux, etc.) ont été discutés dans des groupes de travail ouverts aux habitants (TOUAHRIA & HAMMOUDI, 2017 / 2018).

III.1.3.2 Les modes d'intervention (Rabie, 2009):

- ***Coté environnemental :***

Pour les bâtiments sont divisé en deux types: le premier est pourvu au moins de systèmes améliorés de basse consommation énergétique (65 kWh/m2/an) ; le douzième atteignent des standards de maison passive (15 kWh/m2/an).

Ce quartier a connu l'utilisation des matériaux de construction écologiques et l'énergie solaire, sanitaires écologique, la végétation est primordiale sous forme des cité jardins et enfin c'est la conservation des vieux arbres et des biotopes le long du ruisseau.

- ***Coté énergétique :***

Vauban est un quartier solaire par excellence, car il comporte environ 150 logements au total, dont 42 appartements sont des maisons passives, il est orienté nord-sud et sans ombre portée ; la chaleur provenant presque totalement de gains internes, il est équipé du triple vitrage avec l'emploi d'un système de ventilation mécanique contrôlé avec récupération de calories.

Le quartier dispose d'une centrale à cogénération, géré par Badenova, l'entreprise régionale d'énergie. Il s'agit d'un système alimenté en copeaux de bois, résidus en provenance de l'industrie du bois des forêts locales, constituant donc un circuit court de fourniture d'énergie, revalorisant des déchets de source renouvelable : brûler du bois est considéré avoir un bilan carbone nul, La chaufferie fait tourner une turbine qui génère de l'électricité ; un système de canalisations conduit l'eau à travers le quartier vers chaque bâtiment raccordé.

L'énergie solaire occupe une place de choix à Vauban. Beaucoup de Baugruppen sont équipés de capteurs solaires pour chauffer l'eau, reliés au réseau de chauffage par cogénération pour pallier aux périodes où l'ensoleillement est insuffisant. Certains Baugruppen, les deux garages de stationnement, le « Haus 037 » et d'autres immeubles sont équipés de panneaux photovoltaïques pour la génération d'électricité.

Figure 62 : des maisons dotées de panneaux photovoltaïques, source : Google image.

L'ensemble est construit avec des toitures entièrement couvertes de panneaux photovoltaïques. Appelé « Plusenergiehäuser », maisons à surplus d'énergie - elles produisent plus d'énergie que celle nécessaire pour leur propre consommation. (Maison positive).

Le Lotissement solaire, avec sa membrane solaire diaphane. Le Vaisseau Solaire, avec ses façades colorées et son profil distinctif composé d'une série de petites tours en surélévation constitue, du côté du Merz Hauser Straße.

Coté transport et circulation :

En ce qui concerne les transports, la priorité a été donnée aux piétons et aux transports en commun, ainsi qu'à l'utilisation des vélos (pistes cyclables), et l'amélioration des systèmes de chauffage à courte distance.

Figure 63 : l'utilisation des vélos, source : site web.

Figure 64 : ligne de tramway, source : site web.

Afin de réduire le trafic et d'encourager le transport en commun, une nouvelle politique dite : quartiers a courtes distances a été mise en place.

Ce quartier est équipé de deux grands garages collectifs situés en périphérie qu'offrent généreusement au rayonnement solaire (Solar Garage) un troisième étant en projet, mais le plus utilisé est les pistes cyclables.

Des zones piétonnes, un réseau de 500 km de pistes cyclables, un réseau bien maillé de tramways et de bus et de transport en commun, une gestion rationnelle du stationnement véhiculaire et des voies résidentielles.

Figure 65 : réseau de 500 km de pistes cyclables et tramway, source : Site Web.

Coté eau :

Le plan d'urbanisme de la ville stipulant qu'il n'y aura pas d'évacuation vers l'extérieur dont l'eau doit réalimenter la nappe phréatique locale. Les toitures végétalisées permettent d'en retenir une certaine quantité ; une autre solution est de créer des citernes de récupération des eaux de pluie pour les installer dans certains immeubles, permet de l'utiliser pour laver le linge, pour les toilettes des écoles et pour l'arrosage des jardins.

Figure 66 : toiture et mur végétalisé, source : Google image.

L'aménagement de la chaussée est pensé pour permettre l'infiltration des eaux de pluie directement dans les sols.

Créer un système de recyclage total de l'eau viciée des toilettes. L'évacuation se fait avec une pompe à vacuum, utilisant moins d'un litre d'eau.

Afin de réduire la consommation et l'utilisation de l'eau potable, un nouveau système a été activé sous le nom de bio-épuration, ce dernier est fonctionné comme suit : les eaux noires sont aspirées par un système sous vide vers un puits de biogaz où les matières solides fermentent en milieu anaérobie avec les déchets organiques ménagers, générant du biogaz qui est utilisé pour les cuisinières et nettoyé avec un filtre à membrane. Les eaux grises restantes sont nettoyées par des plantes filtrantes et réinjectées dans le cycle de l'eau.

- ***Coté matériaux et verdure :***

Afin de favoriser la mixité sociale et développer les lieux de rencontre, des jardins semi-publics ont été aménages, des paysages agréables, vue panoramique et la présence de l'eau sous forme de ruisseau.

Les cinq jardins publics ont été conçus par les habitants eux-mêmes : chacun est donc différent, avec une atmosphère particulière : jardin de jeux, jardin d'agrément, jardin d'aventure...

Figure 67 : les jardins publics, Source : Google image.

Aussi, la préservation des arbres proéminents et l'utilisation des matériaux de construction et un aménagement adapté à l'approche écologique.

Le développement des espaces verts se fait, au-delà de la création de nouveau parc de quartier, par l'interconnexion à travers une continuité de coulées vertes et de biotopes protégés.

Les constructions individuelles sont le lieu d'expérimentation d'utilisation de matériaux écologiques. Bois, terre, et autres produits locaux sont utilisés, privilégiant les matériaux sains et peu polluants. Les toitures végétalisées sont obligatoires en de ça d'une pente de 6 % : ces toitures génèrent un microclimat améliorant sensiblement la qualité de l'air et atténuant la chaleur en été. Cabanes de jardin, abris de vélo et de poubelles sont conçus.

Conclusion :

- ***À l'échelle de quartier:***
  - ✓ Les voitures sont stationnées dans un garage collectif sur plusieurs niveaux construit à la périphérie du quartier, de favoriser les modes de déplacements dits « doux », c'est-à-dire la marche, le vélo, les transports en commun.
  - ✓ La verdure : espaces verts, jardins, Façade et terrasse végétalisée des parcelles de taille réduite.
  - ✓ Un quartier des courtes distances.
  - ✓ Éviter les pollutions visuelles et sonores.
- ***À l'échelle de la parcelle:***
  - ✓ mixité des emplois et des habitations.
  - ✓ Une diversité dans les couleurs, les matériaux, dans les volumétries qui produisent autant de variations architecturales.
- ***À l'échelle de bâtiment:***
  - ✓ utilisation rationnelle de l'énergie : installation d'un réseau de chaleur de proximité à base d'une centrale de cogénération.
  - ✓ Construction des habitations selon les normes de « très faible consommation d'énergie ».
  - ✓ gestion de l'eau
  - ✓ gestion des déchets
  - ✓ les panneaux photovoltaïques et ioniens

III.2. L'ANALYSE DES EXEMPLES A L'ÉCHELLE ARCHITECTURALE

III.2.1 La scène musicale de paris :

III.2.1.1 Fiche représentative :

- ✓ Architectes : Shigeru Ban et Jean
- ✓ style architectural : Expressionnisme Structural, Contemporain
- ✓ Superficie : 36 500 m2
- ✓ Auditorium : 1 150 places
- ✓ Grande salle : 4 000 à 6 000 places
- ✓ Superficie du site : 2,35 ha
- ✓ Superficie du jardin : 7 410 m2
- ✓ Paysagistes : Bassinet Turquin Paysage
- ✓ L'ouverture au public : le 21 avril 2017

Figure 68 : la scène musicale de paris
Source : Google image.

III.2.1.2 Design biophilique et intelligent :

La Seine Musicale, conçue par Shigeru Ban et Jean de Gastines, a été pensée dans le respect du site et de son passé industriel. Ses courbes épousent la forme de la pointe aval de l'île. La Seine Musicale joue sur les réflexions de l'eau, des vues panoramiques excellentes, le Jardin Bellini est un vaste jardin (7410 m²) sous forme de colline, aménagé sur le toit de la grande salle de la Seine musicale, l'enveloppe en verre qui permet de pénétrer la lumière naturelle, son auditorium est posé sur la Seine et sa coque en bois semble flotter sur le fleuve. Une grande voile ornée de plus de 1 000 m² de panneaux solaires photovoltaïques, en rotation autour de la résille bois, suit la course du soleil (Rédaction, 2017) .

Figure 69 : jardin Bellini **Figure 70 : voile ornée de panneaux solaires** **Figure 71 : la réflexion de l'eau**

Source : Google image.

III.2.2 Dubaï opéra house :

Figure 72 : Dubaï opéra house, source : Google image.

III.2.2.1 Présentation :

Le cœur du quartier artistique de Dubaï est précisément la Dubaï Opéra House. Conçu par l'architecte Danois Janus Rostock du studio Atkins.

L'Opéra de Dubaï est le premier centre des arts du spectacle situé en plein cœur du centre-ville de Dubaï. Grâce à la modularité optimale de son théâtre à l'italienne, sa salle de concert à l'excellente acoustique et ses 2000 m² d'espace événementiel, sa configuration est idéale pour accueillir près de 2000 personnes assises lors d'un concert et jusqu'à 1000 pour un dîner de gala (Batiweb groupe, 2018).

III.2.2.2 **Le design biophilique** (Opera House Project Team, 2016):

- ✓ vue imprenable sur la plus grande tour du monde, le burdj Khalifa, et la Fontaine de Dubaï et la verdure à l'extérieur depuis la façade intelligente en verre.
- ✓ un cadre extérieur distinctif qui assure la présence de l'eau et des espaces verts avec des palmiers, Jardins paysagers avec des endroits pour s'assoir équipé de mobilier intelligent.
- ✓ Toiture végétalisée couverte caractérisée par l'élément naturel : des arbres et de la verdure.
- ✓ Jeux d'eau cinétiques : rafraîchir l'air et augmenter l'humidité avec une fontaine.
- ✓ L'utilisation des couleurs inspirés de la nature : le vert, bleu, beige et blanc.
- ✓ Mezzanine en plein air.
- ✓ Chemins serpentant à travers les espaces, courbes douces (légèrement désorientant).

III.2.3 LE GRAND THEATRE WUXI :

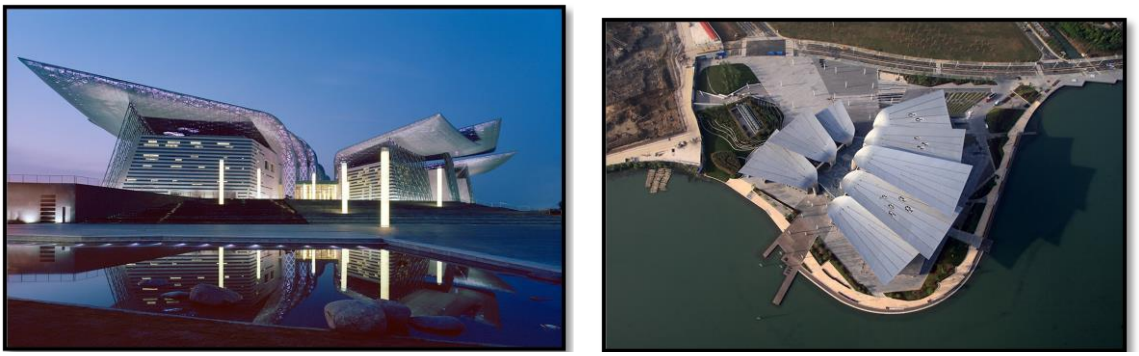


Figure 73 : théâtre de Wuxi, source : Google image.

III.2.3.1 Fiche de présentation:

- ✓ Architect: PES-Architects, Pekka Salminen, Tuomas Silvennoinen
- ✓ Landscape Architect: Feiscape, Shanghai
- ✓ Structural Engineer: Shanghai Institute for Architectural Design and Research SIADR
- ✓ Développeur: Office for the Important Urban Projects in Wuxi
- ✓ Date de conception: 2008
- ✓ Date de construction: 2009-2012
- ✓ Hauteur: 50 metros
- ✓ Localisation : Wuxi, Jiangsu, China

III.2.3.2 Le design intelligent :

- *Structure intelligente :* le treillis spatial : il est formé de deux plans parallèles de barres croisées (les membrures), dont les nœuds sont reliés par des diagonales constituant l'âme du treillis. La différence par rapport à la grille de poutres à treillis est que les nœuds supérieurs ne sont plus à la verticale des nœuds inférieurs (DIB & BEDJAOUI, 2018/2019, p. 28).
- *Éclairage intelligent :* à l'intérieur des ailes de L'acier s'installent des milliers de lumières LED, qui permettent de changer la couleur des ailes selon le caractère des performances. Ceci est possible parce que la face inférieure des ailes est couverte par des panneaux perforés en aluminium. Une autre particularité est la «forêt» de 50 colonnes lumineuses de9 mètres de haut, qui apparaît de la place de l'entrée principale (WikiArquitectura team, 2012).

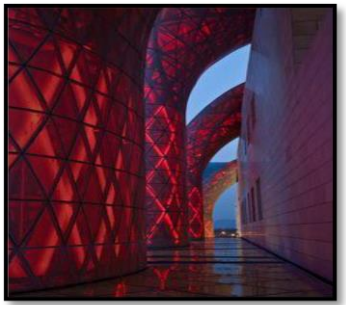


Figure 74 : éclairage intelligent

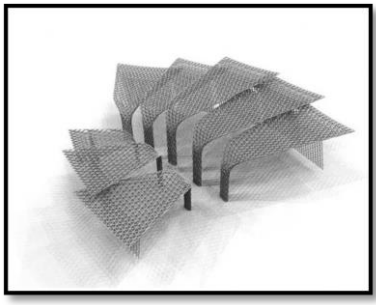


Figure 75 : structure intelligente

Source: (WikiArquitectura team, 2012).

III.2.4 Guangzhou opéra house Zaha Hadid

III.2.4.1 Présentation :

Figure 76: Guangzhou opera house, Source: Google image.

Le projet de Zaha Hadid pour l'Opéra de Guangzhou (GOH), appelé "deux pierres", a été le lauréat du concours international auquel ont également participé Coop Himmelb au et Rem Koolhaas. Le théâtre est devenu le plus grand centre de ce genre dans le sud de la Chine avec la plus haute technologie, étant l'un des trois plus grands théâtres du pays avec le Centre national des arts du spectacle de Pékin et le Grand Théâtre de Shanghai. Pour son inauguration en mai 2010.

III.2.4.2 Le design biophilique:

La célèbre architecte : « Nous travaillons sur l'idée d'un paysage fluide. Il y a déjà quelques années, nous nous sommes attachés à estomper les formes. Ainsi la lumière peut pénétrer l'espace en profondeur. Cela nous a conduits à nous intéresser davantage à la géologie, à l'archéologie ainsi qu'à la topographie. Par conséquent, nos projets sont fortement influencés par les paysages et par la façon dont l'érosion les redessine. »

L'expressivité formelle et dynamique du langage de Zaha Hadid (qui évoque deux blocs rocheux jumeaux) se reflète aussi dans l'architecture de cet opéra chinois. Il s'agit d'un édifice innovant, aussi bien en termes architecturaux que du point de vue des technologies scénographiques (wikiarquitectura team, 2010).

III.2.5 Opéra in Bialystok Poland

Figure 77 : Bialystok opéra house, source ; Google image.

III.2.5.1 Présentation :

Le bâtiment, conçu par le studio d'architecture du professeur Marek Budzyński, semble d'une lumière impressionnante malgré ses dimensions, et sa forme transparente est parfaitement adaptée à l'environnement. La toiture végétalisée, les terrasses panoramiques et l'espace vert autour de l'opéra forment un parc urbain, lieu de prédilection pour les loisirs et l'observation estivale du ciel.

L'intérieur du bâtiment, fait de verre, de béton, d'acier et de bois, est magnifiquement adapté au paysage verdoyant de la ville, combinant les principaux atouts d'un opéra traditionnel avec la multifonctionnalité des centres d'art contemporain.

III.2.5.2 Design biophilique :

Basé sur l'idée d'espoir et de coexistence qui signifie le dialogue spatial de l'église de st et de l'opéra vert dans l'objectif principal est les connexions du nouveau bâtiment avec le paysage environnant et le cache en partie dans le sol ; d'autres règles consistent à faire des cadres de vue pour les voies piétonnes, rues et micros intérieurs.

À l'intérieur un mur du foyer entièrement vitré, colonnes concertées et escaliers suspendus, piles et ponts en verre et en acier, panneaux de verre à décor de notes , a l'extérieur des colonnades avec des plantes en croissance, verdure omniprésente, plantes grimpantes sur les hauteurs, toits de poteaux

On trouve des bassins d'eau de pluie avec des poissons à côté d'amphithéâtre, jardins avec des plantes naturelles qui sont créées une prairie naturelle fantastique avec des fleurs, de l'herbe… Toiture jardin et plantes poussant dans le hall principal

La zone autour du bâtiment, connue sous le nom de parc central de Katowice, a pris les noms de «jardins des sens». 450 arbres et plantes aux différentes saisons de floraison y ont été plantés (Tokajuk, 2019).

Conclusion :

A travers cette analyse, qui comprend deux aspects, au niveau urbain, nous avons analysé trois exemples d'écoquartier et vu comment le design biophilique et intelligent apparait dans l'espace urbain.

Aussi la conception des projets d'opéra qui intègre les principes de biophilie et d'intelligence à travers l'étude des cinq autres exemples à l'échelle architecturale. Et cela dans le but de tirer les recommandations urbaines et architecturales à suivre dans notre conception.

Deuxième partie : partie analytique.

Introduction de la deuxième partie :

Cette partie pratique est basée sur l'analyse de notre cas d'étude (Hdjar El Mangoub) à travers les différentes techniques et théories de recherches.

- ✓ **L'analyse urbaine :** fondée principalement sur **l'analyse paysagère.**
- ✓ La partie aménagée (bâtie) : à travers trois types d'analyses : analyse biophilique, analyse intelligent et analyse fonctionnel, pour tirer un tableau AFOM, ce qui nous aide bien à comprendre le site.
- ✓ La partie projetée (vierge) : à travers trois types d'analyses : analyse contextuelle (site), analyse bioclimatique (climat consultant), analyse selon la méthode HQE2R par le modèle INDI, et cela pour tirer les points fortes et faibles de mon terrain de projet.
- ✓ L'analyse programmatique : à travers l'analyse des exemples à l'échelle urbaine (écoquartier) pour dégager le scénario retenu, et à l'échelle architecturale (opéra) pour dégager le programme retenu, ainsi que les recommandations urbaines et architecturales.

Chapitre IV : l'analyse urbaine de la nouvelle ville Hdjar El Mangoub

Introduction :

L'agglomération de Guelma avait un contexte contraignant, à vocation agricole par excellence. D'après le PDAU, leur emplacement au centre, place ces communes dans son champ d'attirance. Elle subit le poids des communes de la wilaya en général et les communes limitrophes en particulier et devient par voie de conséquence leur pôle d'attraction.

On est dans la commune de Belkheir, à seulement une dizaine de kilomètres de la ville de Guelma, sur les contreforts de la Mahouna (1411m). Hdjar El Mangoub, une zone géographique élevée caractérisée par une belle nature, il a été sélectionné pour l'achèvement de 5400 logements de type AADL, avec une vision future pour en faire un pôle urbain important. Ce chapitre est basé sur l'analyse de notre cas d'étude (Hdjar El Mangoub) à travers les différentes techniques et théories de recherches.

- ✓ **L'analyse urbaine :** fondée principalement sur **l'analyse paysagère.**
- ✓ La partie aménagée (bâtie) : à travers trois types d'analyses : analyse biophilique, analyse intelligent et analyse fonctionnel, pour tirer un tableau AFOM, ce qui nous aide bien à comprendre le site.
- ✓ La partie projetée (vierge) : à travers trois types d'analyses : analyse contextuelle (site), analyse bioclimatique (climat consultant), analyse selon la méthode HQE2R par le modèle INDI, et cela pour tirer les points fortes et faibles de mon terrain de projet.

IV.1. L'ANALYSE PAYSAGERE

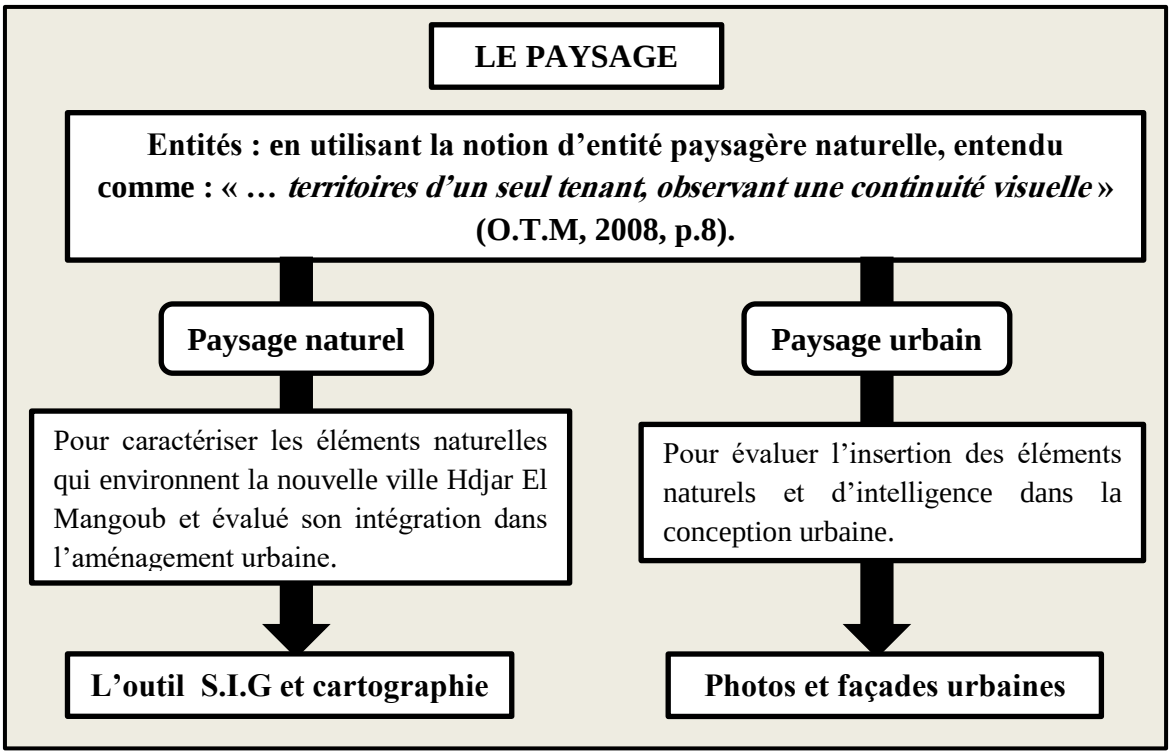


Figure 78 : schémas représente les méthodes utilisées pour analyser les types de paysage dans la zone d'étude, source : l'auteur

IV.1.1 LE PAYSAGE NATUREL :

IV.1.1.1 l'environnement naturel Hdjar el Mangoub :

Nous rappelons que le paysage naturel est défini comme : « l'ensemble des traits, des caractères, des formes d'un territoire, d'un « pays », d'une portion de l'espace terrestre, perçu par un observateur depuis un point de vue : il est donc une création, une interprétation de l'espace. » (Riou G., 1986, p. 134)

À partir de cette définition du paysage naturel, nous tentons d'identifier celles qui caractérisent l'environnement naturel de la ville de Hdjar el Mangoub.

IV.1.1.1.1 les caractéristiques du paysage naturel Hdjar el Mangoub :

Hdjar Mangoub est une zone de la commune de Belkheir, elle est située à environ 09 km au sud du chef-lieu, la surface du périmètre du P.O.S. est de 152.8348 ha. Limité à l'est par la ville de Guelma à l'ouest par Ain Larbi l'agglomération Salah soufi.

Cette zone est composée d'une mosaïque d'écosystèmes, terrestres, forestiers lui conférant une haute valeur biologique et écologique, dans la ville semble intruse.

IV.1.1.1.2 les entités paysagères de la ville Hdjar el Mangoub :

Le paysage naturel est découpé à partir des éléments qui le constituent, et dans notre cas se limitaient à la nature verte. La catégorie de la nature verte regroupe sept entités paysagères : les montagnes, collines, plateaux, falaises, forêt, espaces boisés, et agricoles, qui se découpent parfois en d'autres sous entités. La nature bleue est inexistante.

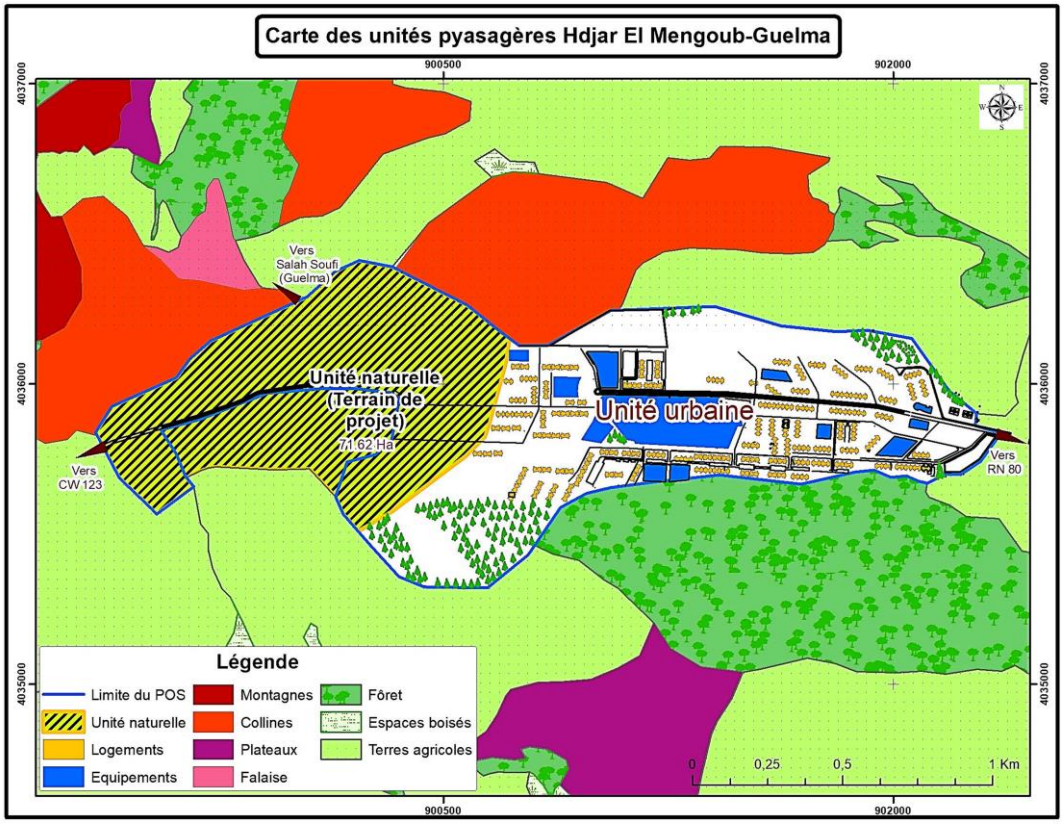


Figure 79 : carte des unités paysagère Hdjar El Mangoub par l'outil S.I.G, Source : l'auteur.

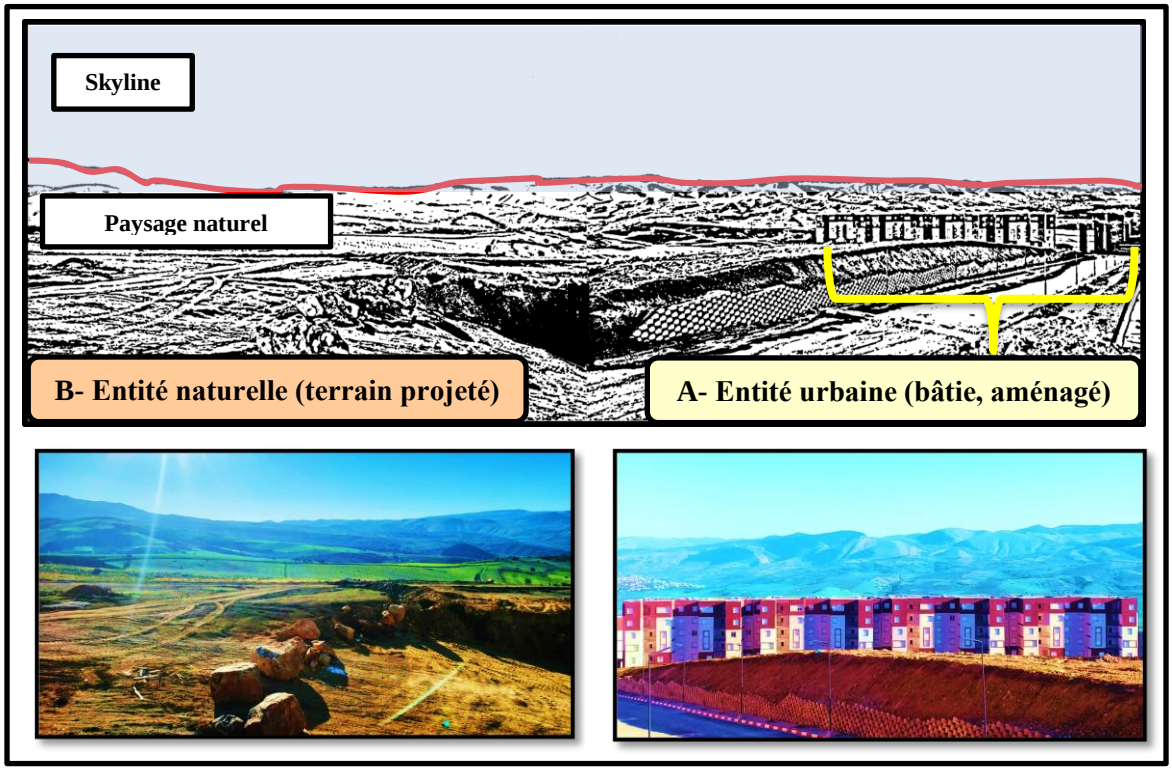


Figure 80 : La façade urbaine des entités paysagères à Hdjar El Mangoub, source : l'auteur.

IV.1.1.2 La perception de ces entités paysagères à partir de la ville de Hdjar El Mangoub *(une nature fortement présente grâce aux accès visuels) :*

Après avoir dégagé les différentes entités paysagères de l'environnement naturel de Hdjar El Mangoub à partir de la photo-interprétation, plus précisément nous voulons compléter cette présentation par ses éléments perçus.

Le site Hdjar El Mangoub permet des vues en surplomb, des vues panoramiques, sur la nature verte : les massifs forestiers, les maquis et l'espace agricole qui la limitent de tous les côtés.

Figure 81 : les vues panoramiques à Hdjar el Mangoub, Source : l'auteur.

La nature enveloppe la ville de Hdjar El Mangoub de tous les côtés, ses entités paysagères sont visibles à partir de l'espace urbain lui-même : les massifs forestiers, l'espace agricole…, représente une portion riche de la surface totale mais est-il pris en compte par les concepteurs de l'espace urbain ?

IV.1.2 LE PAYSAGE URBAIN :

IV.1.2.1 L'entité urbaine (aménagée) :

IV.1.2.1.1 La place accordée à la nature dans les instruments d'urbanisme :

D'après l'étude précédente des entités paysagères de la ville Hdjar El Mangoub et en comparaison avec le P.O.S en peut extraire les points suivants :

- ✓ Les vues panoramiques ne sont pas exploitées (espaces verts artificiels).
- ✓ Une mauvaise intégration de la trame urbaine dans son site.
- ✓ Un décalage entre la réalité et le P.O.S

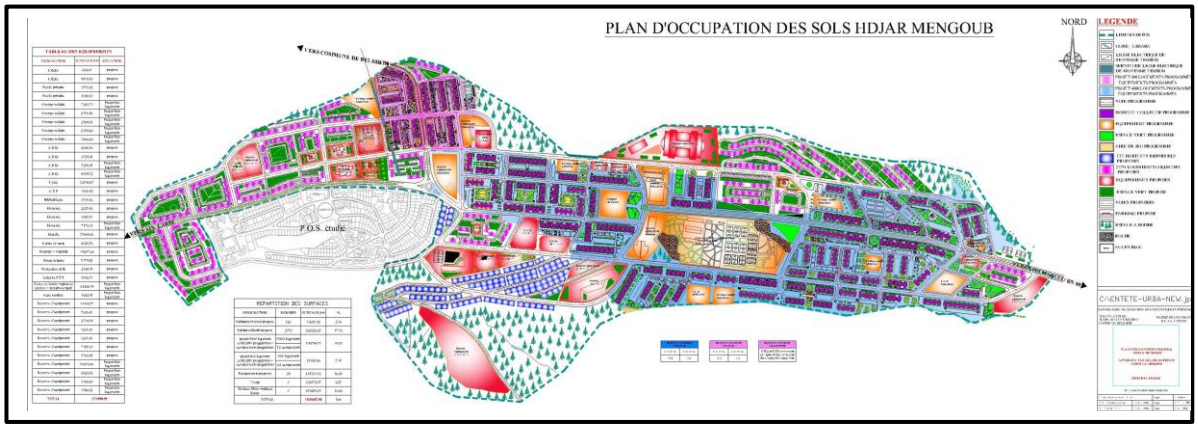


Figure 82 : plan de composition urbaine Hdjar El Mangoub

IV.1.2.1.2 Analyse biophilique de l'espace urbain :

Avant de faire une analyse biophilique, nous devons d'abord connaitre les modèles de biophilie et leurs manifestations à partir de la typologie de killert's (Djouad, 2021, p. 104) :

PRINCIPE	DESCRIPTIONS	ELÉMENTS
La nature dans l'espace (direct expérience de nature)	Contact réel avec les éléments naturels de l'environnement bâti	Lumière naturelle, air, la végétation, les animaux, eau, paysage…
Les analogies naturelles (l'indirecte expérience de nature)	Contact avec la représentation ou image de la nature, spécial caractéristique des processus du monde naturel	Images et œuvres d'art, naturel matériaux, ornements inspiré des formes trouvé dans la nature, etc.
La nature de l'espace (l'expérience de l'espace et lieu)	Caractéristiques spatiales du milieu naturel qui ont contribué à l'avancement de la santé humaine et bien-être	Prospect et refuge, complexité organisée, intégration de pièces en ensembles, etc.

Tableau 05 : les modèles et les manifestations de l'approche biophilique.

On remarque dans la nouvelle ville Hdjar el Mangoub que les manifestations de la biophilie se limitent uniquement au premier modèle qui est : la nature dans l'espace mais il n'est pas vraiment adopté (car l'espace public est aménagé par des éléments naturels artificiels et non

pas authentique) et cela peut s'expliquer par les six sous principes inclus dans ce modèle (le principe de la présence de l'eau et totalement absent).

IV.1.2.1.3 Analyse intelligente de l'espace urbain :

Tous les éléments du design urbain programmé au niveau du POS et ceux réalisés actuellement dans cette zone, tels que les routes et les voiries, les parkings, les façades, espaces publics et verts sont conçus et fait de manière ancienne et ordinaire et ne contient pas de normes d'intelligence ni des principes de la ville numérique. Quant au mobilier urbain il existe un peu mais sans être connecté.

On trouve l'intelligence sauf au niveau de l'éclairage public car ils ont utilisé ***les détecteurs équipés d'un système sensible au mouvement des voitures et au passage des personnes*** en dessous des candélabres uniquement à certains endroits, en plus l'utilisation de ***l'énergie solaire*** dans le but de fournir de l'électricité, de chaleur et même de l'éclairage dans la nuit par des panneaux photovoltaïques au niveau des logements.

IV.1.2.1.4 Analyse fonctionnelle de l'espace urbain :

D'après le tableau ci-dessous : un programme de 5400 logements occupant une surface importante : 44.49% de la surface totale du POS, les immeubles proposés sont de hauteur jusqu'à R+4, pour le logement R+5 et R+9.

DESIGNATION	NOMBRE	SURFACE m^2	%
Habitat individuel proposé	120	36093.92	2.36
Habitat collectif proposé	2370	262826.25	17.18
Projet 4800 logements programmés + équipements programmés	4800 logements 12 équipements	598794.73	8.48
Projet 600 logements programmés + équipements programmés	600 logements 2 équipements	81688.80	5.34
Equipements proposés	24	165831.16	10.84
Voirie	/	126172.97	10.84
Surface libre + surface à boiser	/	258250.15	16.88
Surface totale		**1529657.98**	100

Tableau 06 : bilan finale qui monte le programme d'aménagement final de Hdjar El Mangoub.

Source : l'auteur.

- D'après l'analyse du tableau et la lecture du pos en peut dire que le logement occupe une très grande partie de la surface totale du pos quant aux équipements, ils n'existent pas actuellement, mais ils sont programmés à long terme donc comme premier résultat Hdjar El Mangoub est un quartier résidentiel par excellence et au sens plus strict **une cité dortoir.**

Pour les équipements proposés on trouve deux crèches d'enfants, deux écoles primaires, quatre groupes scolaires, quatre CIEM, un CFP et un lycée comme des ***équipements scolaires***, trois mosquées comme ***équipement cultuel*** , une bibliothèque comme ***équipements culturel***s, quant aux ***équipements sanitaires*** en a une maternité, un hôpital et un centre de

santé, ***le Loisirs*** : une zone de loisir, maison de jeunes, terrain de sport et finalement ***le commerce et les services publics***. Ils ont proposé une sureté urbaine, gare routière, protection civile, un marché et neufs projets de réserves d'équipement.

- Mais le problème ici est que ces équipements publics programmés sont normaux, que l'on trouve dans n'importe quelles villes, et ne répandent qu'eux premiers besoins de base de la population, donc comme douzième résultat se programme proposé par le POS ne dispose pas d'installations à la hauteur d'une ville nouvelle.

IV.1.2.1.5 Analyse architectural de la façade :

Figure 83 : la façade du logement AADl à Hdjar El Mangoub, Source : l'auteur.

Fiche technique de la façade :

- ✓ ***La forme :*** forme irrégulière, enveloppe extérieur parallélépipède avec hauteur (15,3 m/27,54m), étages (R+5 ou R+9), toiture plate apparente, fenêtres rectangulaires rythmique et symétrique aussi.
- ✓ ***Forme générale:*** suivant la logique des étages marquée par les ouvertures (horizontalité).
- ✓ ***Catégorie du bâtiment :*** logement collectif AADL.
- ✓ ***Style :*** les façades sont identiques de style moderne.
- ✓ ***Esthétique:*** matériaux (verre, aluminium, béton, enduit, acier), peinture avec l'utilisation des couleurs claires et foncée comme le rouge, beige, verts, gris...
- ✓ ***Structure:*** (système constructif) : mur porteur (tunnel), voile /plancher.
- ✓ ***la destination :*** composé de deux unités la première (partie supérieure) est destinée à l' habitation à usage individuel, et l'autre (partie inférieure) pour le commerce.
- ✓ ***Mitoyenneté :*** une mitoyenneté entre les logements sous forme de chaines à certains endroits.
- ✓ ***Rapport plein et vide :*** respecter et proportionnel.

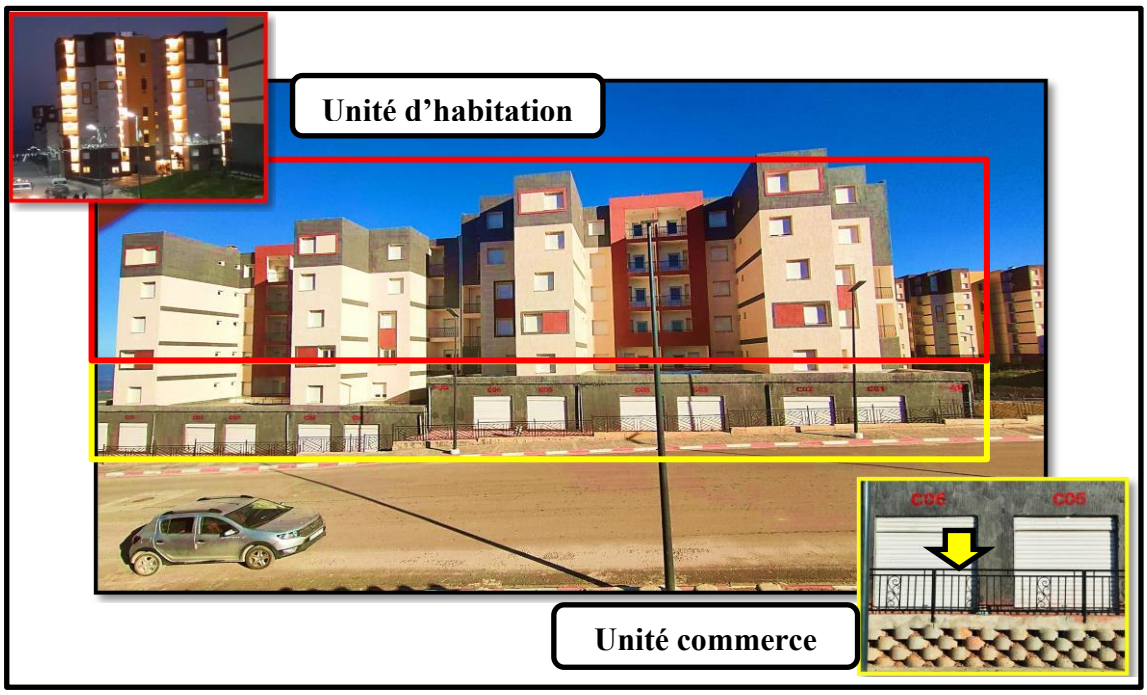


Figure 84 : les unités composent le logement, *Source : l'auteur.*

Figure 85 : la mitoyenneté des logements, sous forme d'une chaine, *Source : l'auteur.*

Quant à ce qui nous intéresse, c'est la qualité de la production architecturale pour les immeubles construits en matière de la biophilie et l'intelligence, on ***remarque l'absence totale de la végétation*** et de tous éléments de nature au niveau de la façade, toiture et même toute l'enveloppe, en matière de l'intelligence en constatons seulement quelques panneaux photovoltaïques et cela implique ***le dépouillement de l'immeuble de divers éléments technologiques et énergétiques*** et des principes de la ville numérique. En conséquence, la qualité de la production architecturale est très médiocre et l'élément d'intelligence et de biophilie n'a pas été pris en considération dès le début de la conception.

IV.1.2.1.6 La façade urbaine :

J'ai superposé le P.O.S sur le terrain réel en Google Earth, j'ai remarqué que le nombre de logements programmés n'est pas encore terminé, mais seulement un certain nombre d'entre eux. Donc cette carte représente le seul véritable environnement urbain bâti dans la zone Hdjar el Mangoub jusqu'à aujourd'hui.

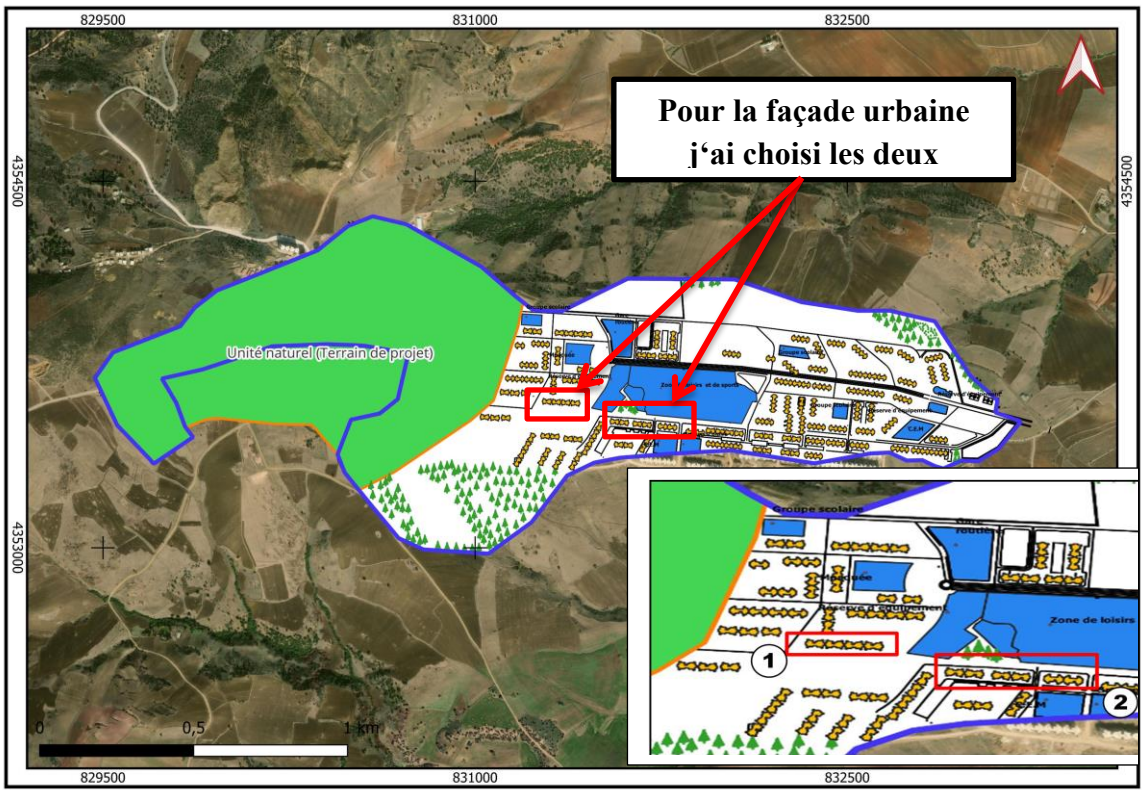


Figure 86 : l'environnement urbain réel Hdjar El Mangoub selon Google Earth.

Conclusion : tableau AFOM

- ***Atouts :***
  - ✓ La pente
  - ✓ La verdure
  - ✓ Les vues panoramiques
  - ✓ Le paysage et la nature
  - ✓ L'altitude (600 m)
- ***Faiblesse :***
  - ✓ Les vues panoramiques ne sont pas exploitées (Dépendance aux espaces verts artificiels)
  - ✓ Une mauvaise intégration de la trame urbaine dans son site
  - ✓ Un décalage entre la réalité et le P.O.S

Facteurs internes

- ***Opportunité***
- ***Menace :***
  - ✓ Manque d'un réseau de transport avec la ville

Facteurs externes

IV.1.2.2 l'entité projetée (vierge) :

IV.1.2.2.1 Analyse contextuelle (le site) :

IV.1.2.2.1 Présentation et Situation géographique de la ville de Guelma :

La ville de Guelma se présente aujourd'hui comme une ville moyenne de l'Est Algérien, carrefour stratégique reliant le Sud aux grandes métropoles de l'Est, et chef-lieu de Wilaya à vocation agricole par excellence. Elle occupe une position géographique stratégique, située 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 (GUECHI, 2018, p. 102)

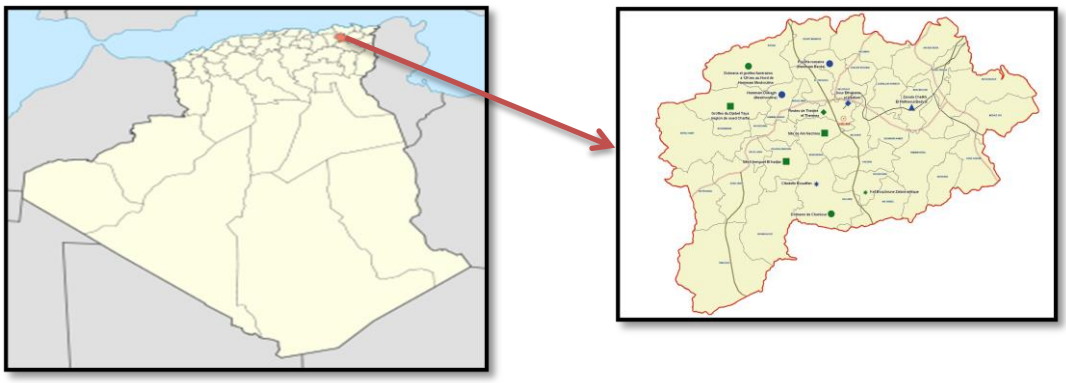


Figure 87 : carte de situation géographique de la ville de Guelma, *Source : Google image.*

Elle occupe aussi une position géographique stratégique, en sa qualité de carrefour dans la région nord-est de l'Algérie dont :

- ✓ La wilaya d'Annaba au NORD.
- ✓ La wilaya de Skikda au NORD OUEST.
- ✓ La wilaya de Constantine à l'OUEST.
- ✓ La wilaya OUM EL BOUAGHI au SUD.
- ✓ La wilaya de SOUK AHRAS à 'EST.
- ✓ La wilaya de TAREF au NORD EST

Administrativement la commune de Guelma est limitée :

- ✓ Au nord par les communes d'el Fedjoudj et Héliopolis
- ✓ Au sud par la commune de Bendjerrah.
- ✓ A l'est par la commune de Belkheir
- ✓ A l'ouest par la commune de MEDJEZ-AMA.

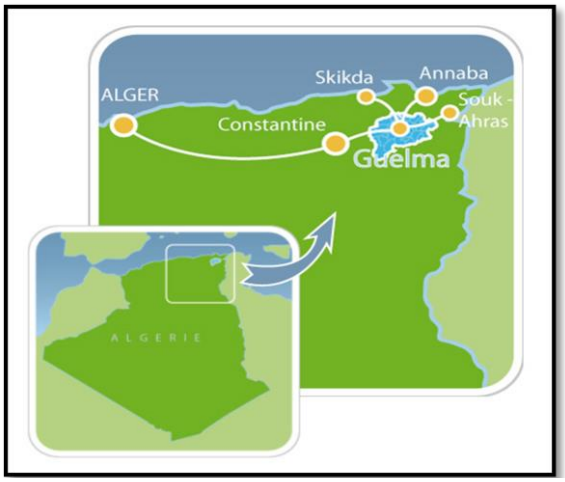


Figure 88 : les limites géographiques et administratives de la ville de Guelma, *Source : Google image.*

IV.1.2.2.2 Présentation et situation de la commune de belkhier (d'après l'écrit du POS) :

La commune de Belkheir est située dans la zone centrale par rapport au territoire de la wilaya, elle s'étale sur une surface totale de 94 km².Ayant pour limites :

- ✓ Au Nord : la commune de Guelaât Bousbaâ.
- ✓ Au sud : les commune de Khezaras et Ain Larbi.
- ✓ A l'est : les communes de Bjeballah Khemissi et Boumahra Ahmed.
- ✓ A l'ouest : les communes de Héliopolis, Guelma et Ben Djerrah.

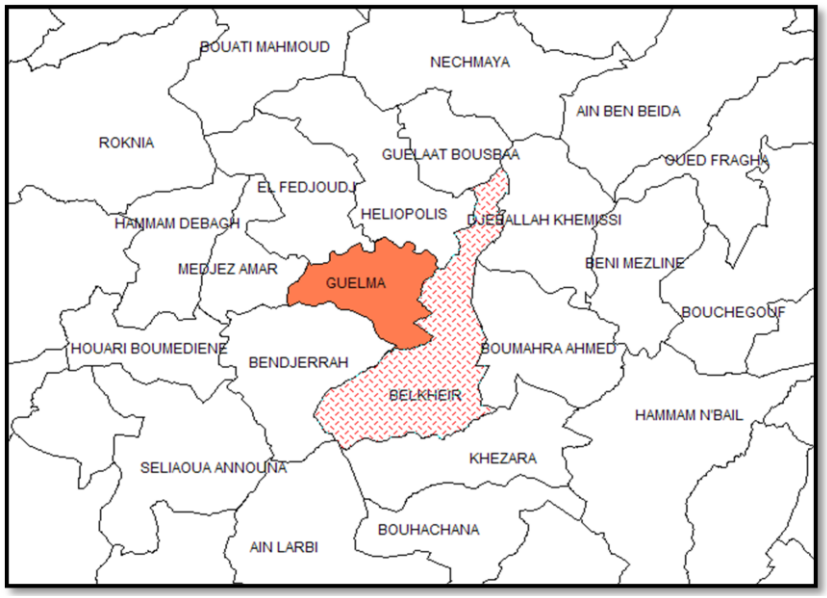


Figure 89 : carte de situation géographique de la commune de Belkhier, Source : Google image.

Administrativement la commune de Belkheir est rattachée à la daïra de Guelaât Bousbaâ. Belkheir est à vocation agricole par excellence étant donné par son patrimoine naturel riche notamment les conditions climatiques et la nature du sol.

La commune de Belkhir se compose d'une agglomération chef-lieu, de deux agglomérations secondaires, Chihaoui Laid au Sud et Salah Soufi Sud-Est et d'une zone rurale, où on y trouve plusieurs regroupements ruraux dont les plus importants sont: Hdjar El Manghoub notre zone d'étude et Boumaaza Et R'mel.

IV.1.2.2.3 La zone d'étude Hdjar el Mangoub :

IV.1.2.2.3.1 Présentation et situation :

Hdjar Mangoub est une zone de la commune de Belkheir, elle est située à environ 09 km au sud du chef-lieu, la surface du périmètre du P.O.S. est de 152.8348 ha.

Le site est traversé par le chemin communal menant vers Ain Larbi sur une distance de 1390 m, et traversés aussi par une piste menant vers la RN 80 par Bir Ben Sib sur une distance de 2142 m.

L'estimation de la population a été calculée à partir du nombre de logements et le taux d'occupation par logements est égal à 5 ; donc le nombre d'habitants est de 39450 h.

IV.1.2.2.3.2 Accessibilité :

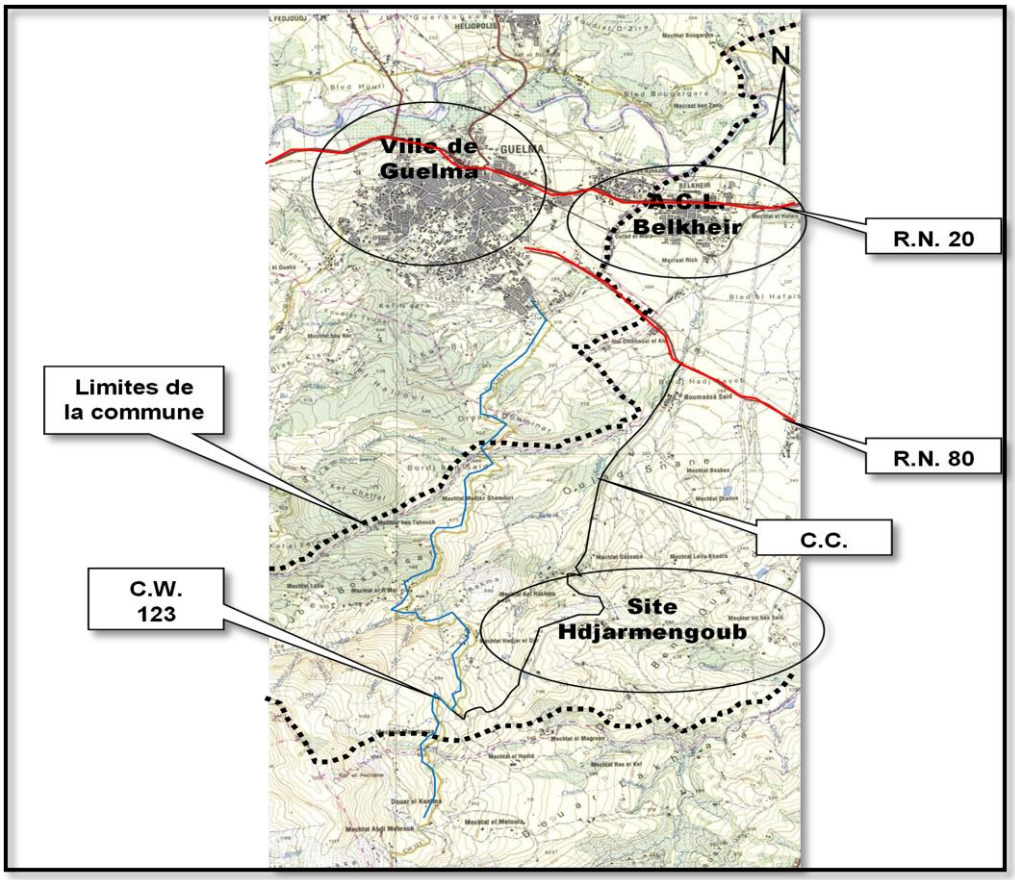


Figure 90 : carte des chemins et routes qui assurent l'accessibilité du site, source : document écrit POS.

Le site du P.O.S. est accessible à partir de plusieurs points :

- ***À l'ouest vers la ville de Guelma*** par le C.C. reliant la R.N. 80 et le C.W. 123 menant vers Ain Larbi en passant par l'agglomération de Boumaâza Saïd.
- ***À l'est à partir de la R.N.*** 80 vers le site de Hdjar Mangoub par l'agglomération secondaire Salah soufi et mechtat Bir Ben Saib.

Ces deux chemins offrent une très bonne liaison à notre site avec son environnement et notamment la ville de Guelma et le chef-lieu de Belkheir.

IV.1.2.2.3.3 géologie et géotechnique :

Les formations géologiques de l'aire d'étude P.O.S est constituée par une formation argileuse, se composent essentiellement d'argile et des grés. (D'après la carte géologique de (Mahouna). Et divisé en deux catégories de terrains :

- Terrain favorable à l'urbanisation : Caractérisé par une morphologie simple apte à recevoir toute sorte de construction avec des fondations superficielles. (Pente moins de 15% non glissante) et sa formation géologique est favorable à l'urbanisation à savoir les argiles grés et marnes.
- Terrain moyennement favorable à l'urbanisation : caractérisé par une morphologie compliquée pentes raides, exposé aux glissements sa formation géologique est moyennement favorable à l'urbanisation dans les zones des pentes en marnes, ce qui impose la création d'ouvrages de soutènement pour stabiliser les sols. Les constructions et ouvrages importants (équipements, habitats collectifs à plusieurs niveaux) une étude de sol spécifique doit être faite et des fondations profondes sont conseillées.

IV.1.2.2.2 Analyse du terrain :

IV.1.2.2.2.1 Analyse physique :

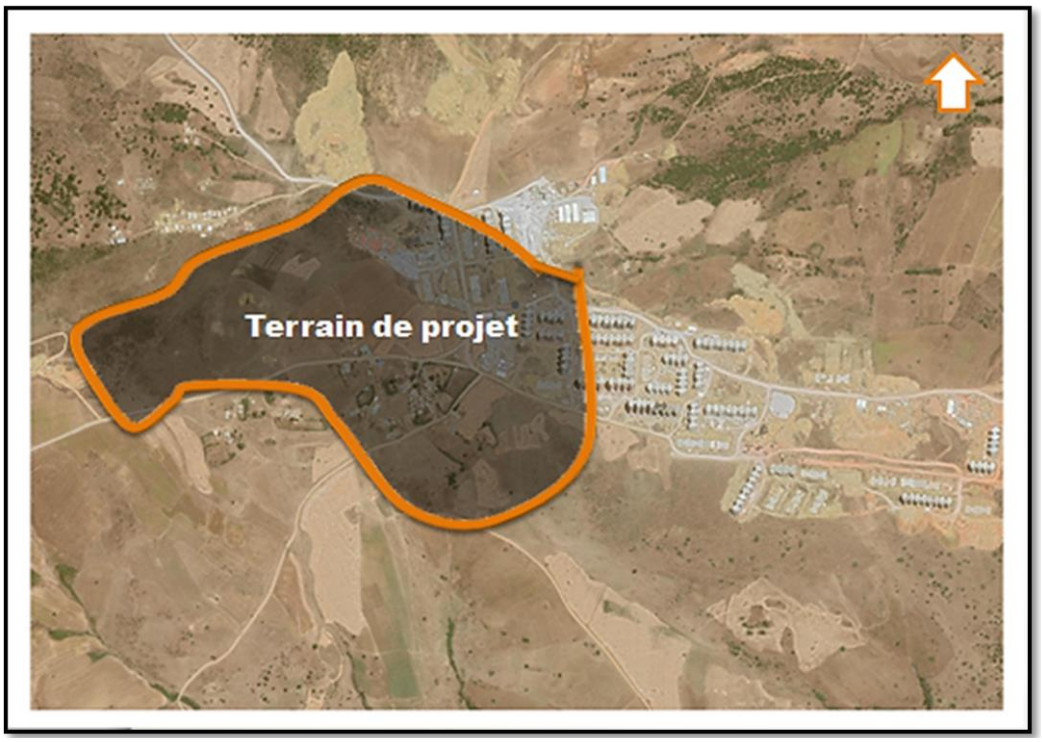


Figure 91 : la forme du terrain de projet, *source : Google Earth.*

Situation : Notre terrain est situé à l'ouest de la nouvelle ville Hdjar el Mangoub.

Forme et morphologie: La forme du terrain irrégulière permet de créer de nouvelles formes fonctionnelles, Superficie: 71,62 ha.

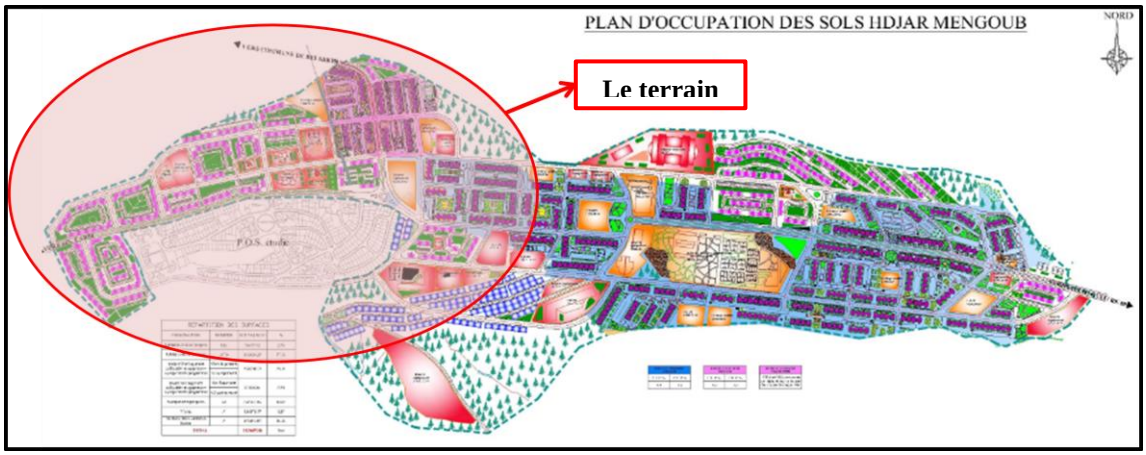


Figure 92 : le terrain de projet dans le POS.

IV.1.2.2.2.2 Analyse technique : accessibilité et environnement immédiat :

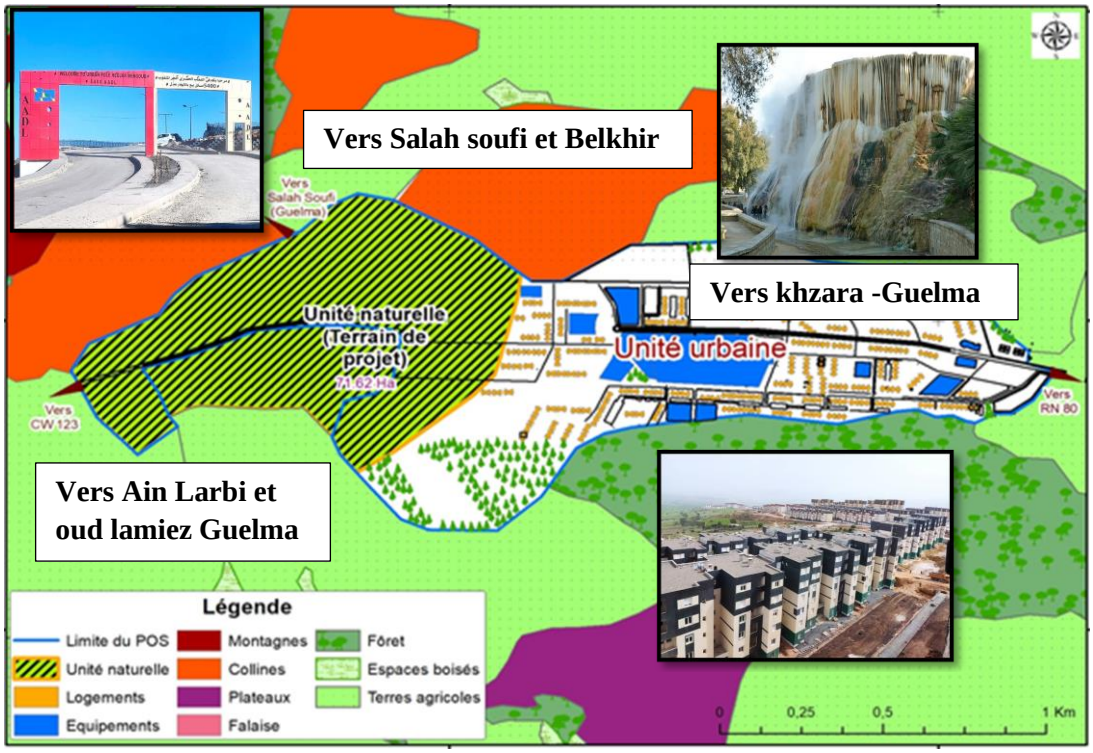


Figure 93 : l'accessibilité et l'environnement immédiat Hdjar El Mangoub, Source : l'auteur.

La zone d'étude est accessible depuis deux accès principaux (flux mécanique moyen) :

Interurbain : A l'ouest vers la ville de Guelma par le C.C. reliant la R.N. 80 (est –ouest) le C.W. 123 menant vers Ain Larbi en passant par l'agglomération de Boumaâza Saïd.

Urbain : A l'est à partir de la R.N. 80 vers l'agglomération secondaire Salah soufi et mechtat Bir Ben Saib (khzara) par Hdjar El Mangoub.

Au nord-ouest par la route principale menée vers Salah soufi et Belkhir.

IV.1.2.2.2.3 l'étude d'ensoleillement et vents dominants :

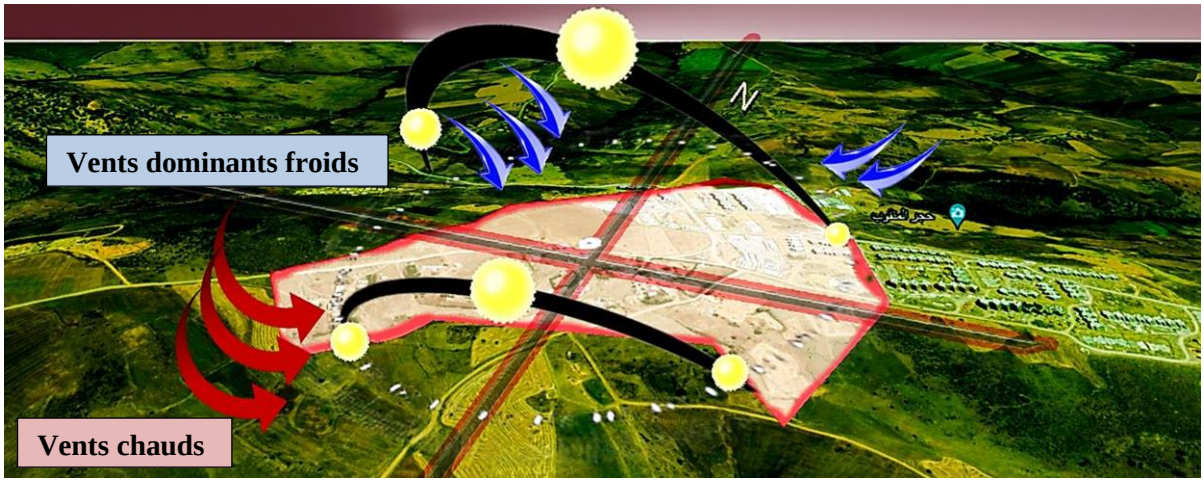


Figure 94 : les vents dominants froids et chauds, le parcoure du soleil dans le terrain, Source : l'auteur.

- Cette carte représente le parcoure du soleil en été du nord-est au nord-ouest, et en hiver du sud-est au sud-ouest, quant au printemps de l'est à l'ouest.
- Notre terrain est bien exposé au soleil, dont la grande partie est orientée vers le sud-est, mais en remarque la présence des obstacles (les logements) du côté est qui peuvent gêner les gains solaires
- Notre terrain aussi exposé aux vents dominants froides viennent du coté nord-ouest et chaudes viennent du côté sud-ouest, et bénéficier des brises d'été viennent du côté nord est.

IV.1.2.2.2.4 Analyse topographique :

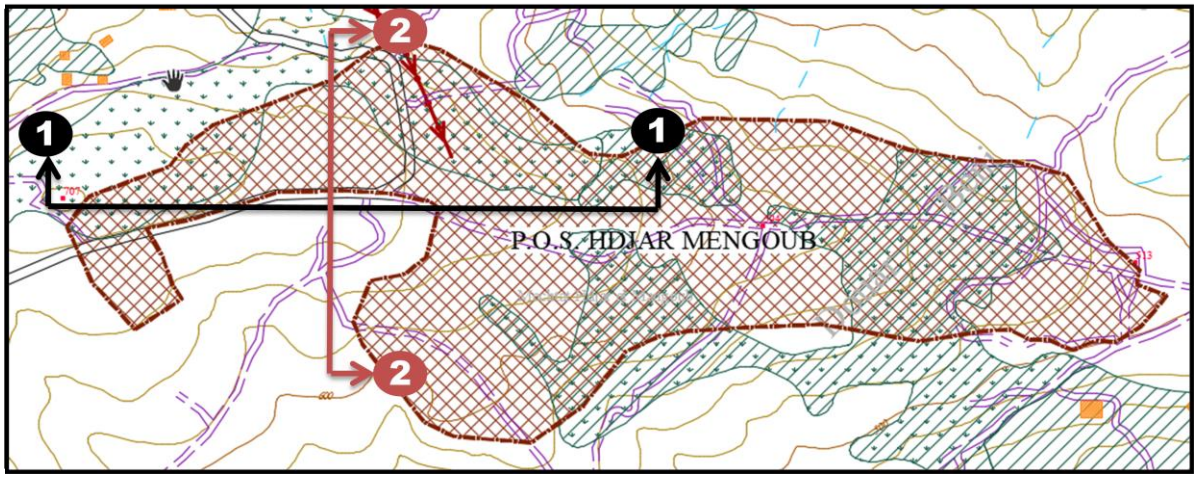


Figure 95 : carte topographique, les courbes de niveau du terrain, Source : l'auteur.

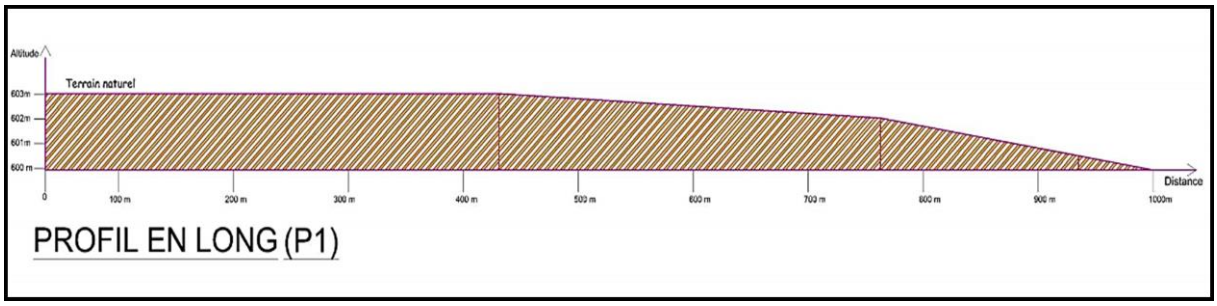
D'après le P.O.S : L'altitude de la zone d'étude est 600 m et on à 03 types de pente :

Pentes de 5% à 10% : Couvre une superficie de 43.44ha, elle se localise dans le Nord West de la zone d'étude.

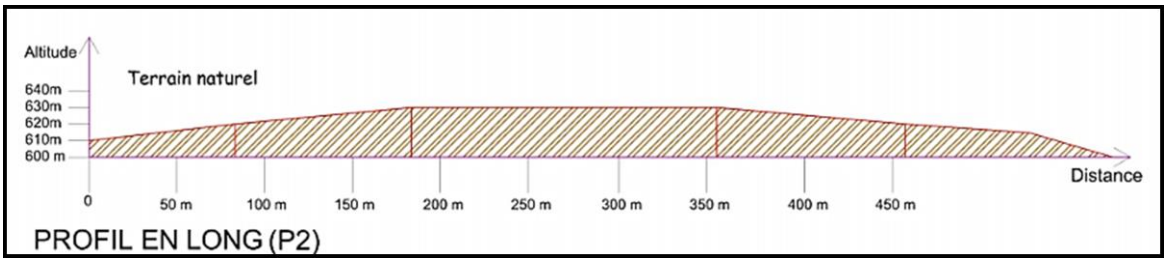
Pentes de 10% à 15% : Couvre une superficie de 70.58ha, elle se localise au milieu de la zone d'étude. Elle permet de réaliser n'importe quel type de projet, mais avec un cout de fiabilisation plus important surtout pour les équipements qui nécessitent de grandes surfaces.

Pentes de 15% à 20% : Couvre une superficie de38.81ha, se localise au Nord est au Sud de la zone d'étude. La réalisation des équipements collectifs, des infrastructures diverses nécessite un grand soin et une étude approfondie.

- **La coupe topographique 1/1 :**



- **Coupe topographique 2/2 :**



Donc en peut calculer le pourcentage de la pente selon la loi : il faut diviser le dénivelé (c'est-à-dire la hauteur totale entre le point d'arrivée et le point de départ) avec la distance horizontale du terrain avant de multiplier par 100.

- ✓ Pour la coupe 1/1: le dénivelé est 3 donc (3m/1000 m) 100 = 0,3 %
- ✓ Pour la coupe 2/2: le dénivelé est 20 donc (20m/450 m) 100=4,4 %
- ✓ En peut dire que notre terrain est inclus dans la première catégorie (en considérer notre pente 5%).

IV.1.2.2.3 Le design climatique :

IV.1.2.2.3.1 Les données climatiques :

Le territoire Guelmoise se caractérise par un microclimat subhumide au centre et au nord, et semi-aride vers le sud, notre site est appartient au climat semi-aride qui se caractérise par des hivers plus froids et plus longs et des étés chauds et moins humides, et cela est dû à plusieurs facteurs, dont :

- ✓ l'élévation du taux d'humidité comme son rapprochement par rapport à la mer (60Km).
- ✓ la présence de oued Seybouse, le massif forestier intense, les sources thermales et les barrages.

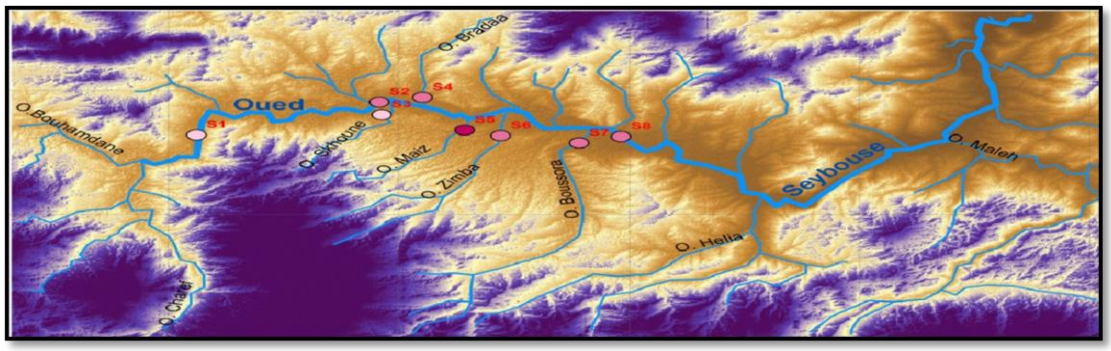


Figure 96 : oud Seybouse Guelma, Source : Google image.

Caractérise aussi par une couverture végétale variée avec diverses espèces d'arbrisseaux et d'arbres. La précipitation annuelle varie de 300-600 à 700-800 millimètres, avec des pluies d'été, et de 200-250 à 450-500 millimètres avec des pluies d'hiver (GUECHI, 2018, p. 108).

Quand L'évaporation mensuelle atteint un maximum de 186.8 mm au mois de juillet et un minimum de 49.6 mm en février.

Les types des plantes qui convient au climat semi-aride sont : Les graminées ou Poaceae (les herbes et les céréales), et des arbres à production régulière (Orange, Olive…Cyprès, Frêne) (SAYAD, 2020/2021, p. 102).

Figure 97 : quelques types de plantes (blé, olive, orange) à Guelma, Source : Google image.

La précipitation :

La précipitation totale annuelle est de 688.3 mm avec un maximum de 137.7 mm enregistré en décembre. Près de 57% de la pluviométrie est enregistrée pendant la saison humide, quant à son répartition est marquée par une durée de sècheresse durant l'été, avec un minimum de 2.6 mm enregistrés en juillet. Le reste des saisons est marqué par des précipitations considérables (GUECHI, 2018, p. 108).

La température :

Selon données météorologiques la température annuelle moyenne est de 17.9°C avec 27. 7°C en août (le mois le plus chaud) et 10°C en janvier (le mois le plus froid). Les extrêmes absolus enregistrés varient entre - 3.5°C au mois de janvier à 47°C au mois de juillet. L'amplitude diurne varie entre 15.4 et 20.4°C pendant les saisons fraîches (GUECHI, 2018, p. 109).

.

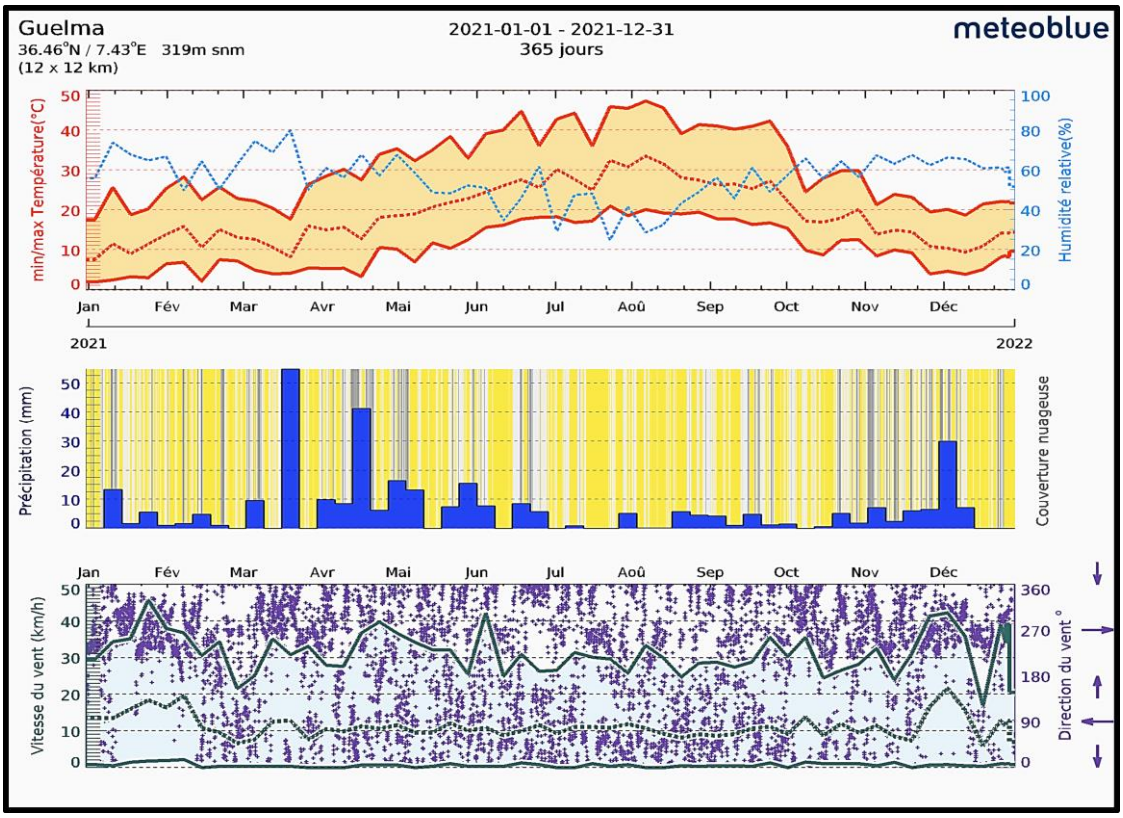
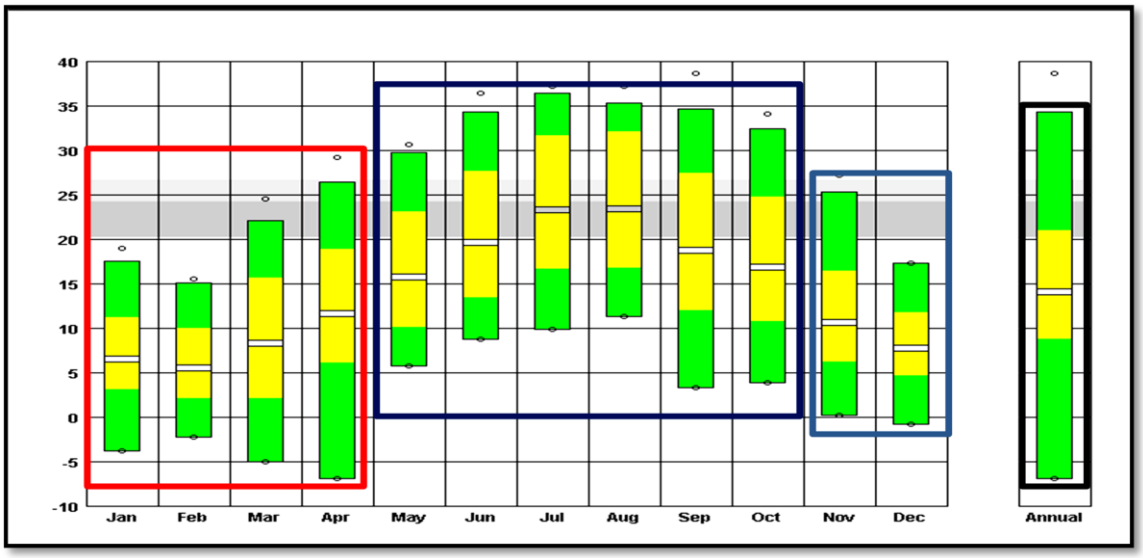


Figure 98 : les données climatiques de Guelma 2021, Source : Site Web.

IV.1.2.2.4 Par le logiciel climat consultant :

IV.1.2.2.4.1 *L'écart de température :*



- ✓ De **janvier à avril** (**en rouge**), on remarque que les températures sont majoritairement inférieures à la température de confort, on a donc besoin de **chauffage** durant cette période.
- ✓ De **mai à octobre** (**en bleu**), on remarque que la plupart des températures sont supérieures à la température du confort et donc on a besoin de **refroidissement** pendant cette période.

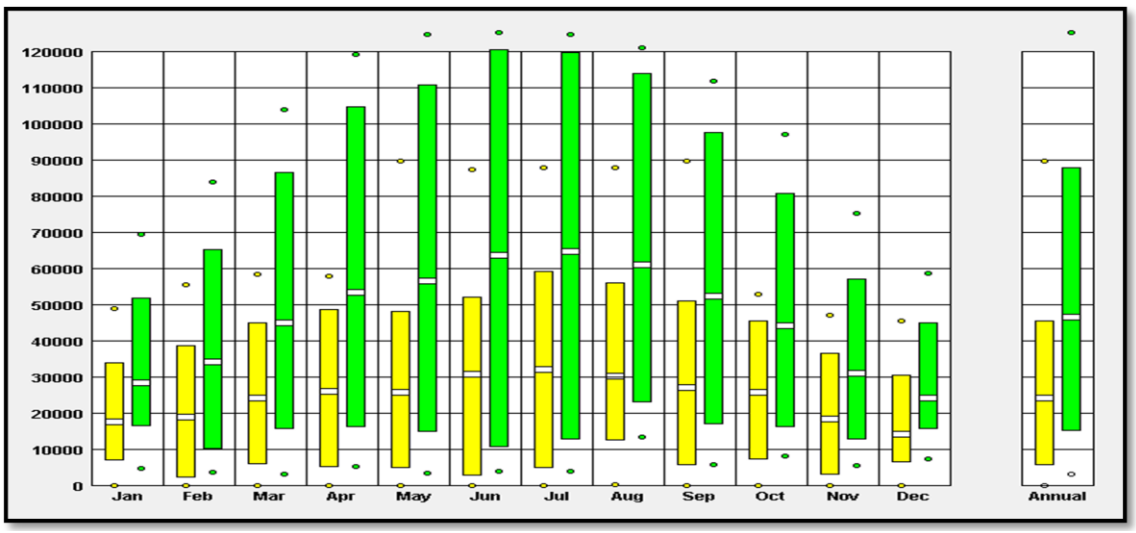
- ✓ Enfin, **novembre à décembre** (**en marron**), nous avons aussi besoin de **chauffage**, car la plupart des températures sont en dessous du niveau de confort. **La température de confort et variée de 20 °C a 26,5 °C.**

- ✓ Quant à la température annuelle (en noire) est varié entre -4°C à 34°C et le médium 14°C.

Le mois	Température
Janvier	Varié entre -4 et 17 °C / medium 6 °C
Février	Entre -2 °C a 15 °C / M:5°C
Mars	Entre -5°C a 22°C / M:8°C
Avril	Entre -7°C a 26°C / M:13°C
Mai	Entre 6°C a 29°C / M:16°C
Juin	Entre 9°C a 34°C / M:19°C
Juillet	Entre 10°C a 36°C / M:23°C
Aout	Entre 12°C a 35°C / M:24°C
Septembre	Entre 4°C a 34,5°C / M:18°C
Octobre	Entre 4,5°C a 32°C / M:17°C
Novembre	Entre 0 °C a 25°C / M:11°C
Décembre	Entre -4°C a 17°C / M:8°C

Tableau 07 : les températures à Guelma en fonction des mois, Source : l'auteur.

IV.1.2.2.4.2 La luminance :

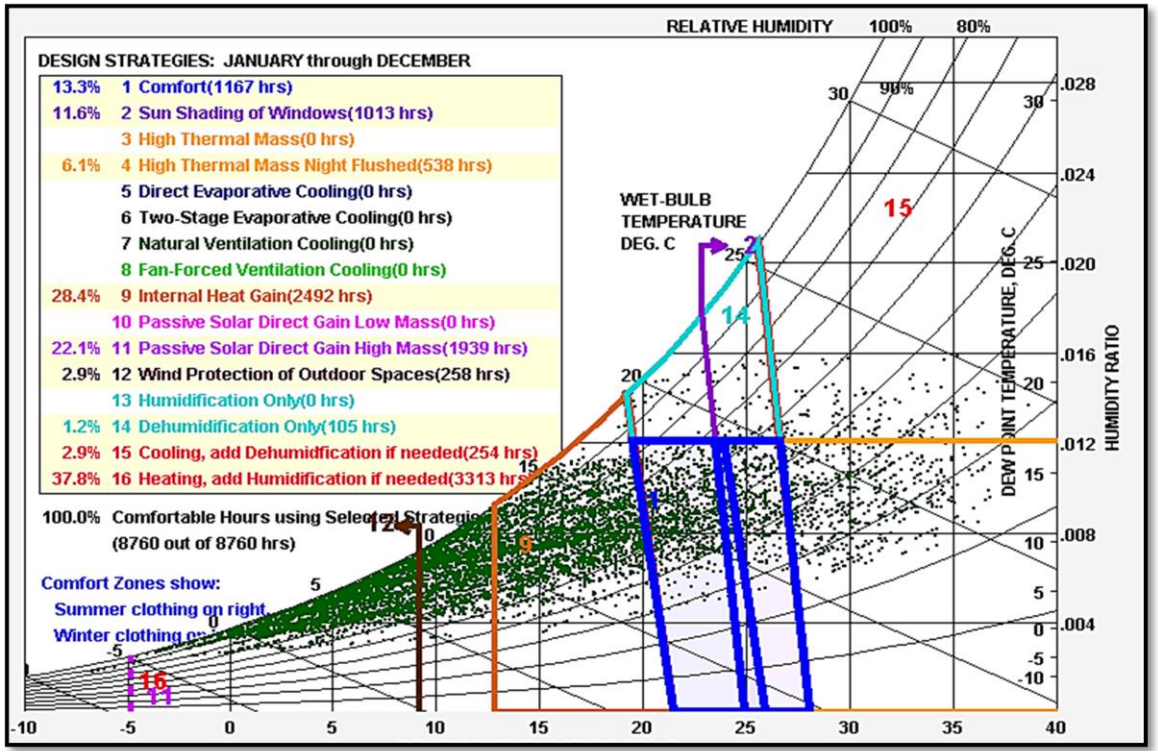


- ✓ Le dessin représente **la quantité d'éclairage**, ce qui est utile pour introduire **l'élément de lumière naturelle dans la conception.**

- ✓ La quantité d'éclairage général de la ville de Guelma très intéressant augmente de janvier (50000 lux) a mai (110000 lux), atteignant **des valeurs maximales pendant les mois d'été juin-juillet (120000 lux)**, puis diminuées progressivement dans le reste

des mois. Donc cette valeur maximale importante représente un avantage qui doit être pris en compte au niveau de la conception.

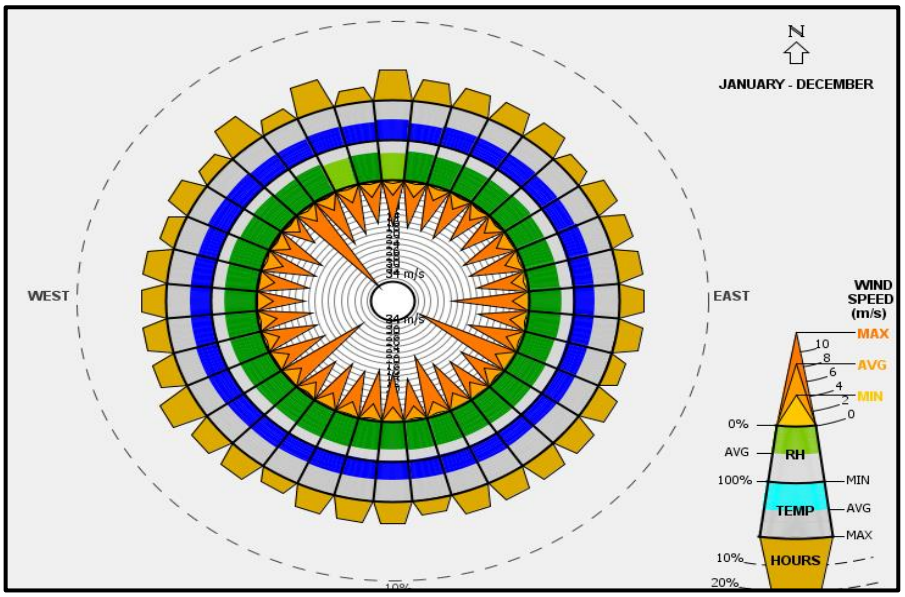
IV.1.2.2.4.3 Le diagramme psychométrique :



En plus des stratégies constructifs, "l'extrapolation du diagramme psychrométrique de S. SZOCOLAY appliqué à la ville de Guelma renseigne sur l'existence de ***six périodes climatiques*** (SAYAD, 2020/2021, p. 95) *:*

- ✓ ***Période très froide :*** touche en petite partie au mois ; janvier, février, mars et décembre dont le recours à un système de chauffage solaire actif est nécessaire dans cette période.
- ✓ ***Période froide :*** englobe les mois d'hiver ; janvier, février, mars, avril décembre et novembre, cette sollicite un système de chauffage solaire passif.
- ✓ ***Période neutre :*** touche en grande part les mois d'automne et du printemps, elle ne sollicite aucun changement.
- ✓ ***Période confortable :*** elle englobe six mois de l'année allant du mois de mars au mois d'octobre, mais la plage du confort offerte diffère d'un mois à l'autre. Comprenant des températures allant de 20° à 24°C et bornées par des niveaux d'humidité relative (20%-80%).
- ✓ ***Période chaude :*** sollicite un refroidissement naturel et une ventilation mécanique pour les mois ; mai, juin, juillet, aout et septembre.
- ✓ ***Période très chaude :*** englobe les mois chauds d'été, juin, juillet, aout et une partie du mois de septembre, dans cette période un contrôle majeur sur les radiations est requis, une grande masse thermique et la ventilation nocturne sont sollicitées.

IV.1.2.2.4.4 La rose du vent :



Le vent vient de tous côtés de l'est et l'ouest (leurs températures entre 0 et 21, en bleu foncé). Et au milieu c'est la vitesse du vent (en orange), la plus grande est 34 m/s du côté nord-ouest et sud-est. Et pour l'humidité relative en vert foncé c'est-à-dire plus de 70 % trop élevée c'est l'air humide dans les mois d'hiver et sec dans les mois d'été.

IV.1.2.2.5 L'Analyse de site selon les objectifs et les cibles de la démarche HQE2R :

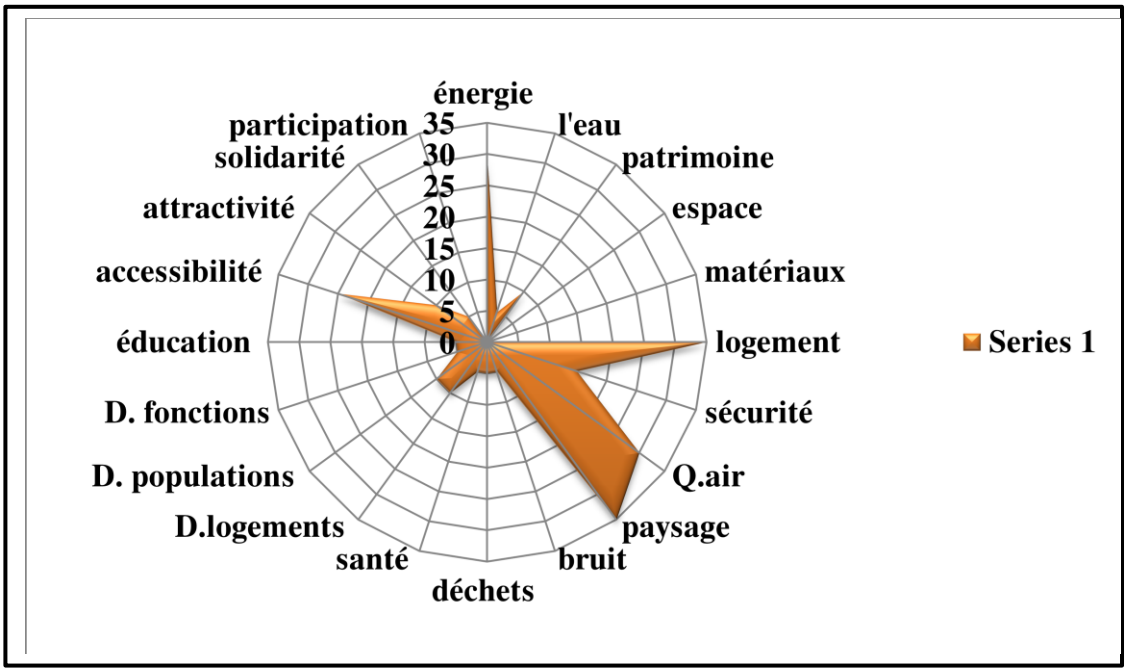


Figure 99 : Le profil de développement durable de Hdjar El Mangoub selon l'analyse des 21 cibles Par le modèle INDI, Source : l'auteur.

Conclusion :

- ***Les points forts :***
  - ✓ l'utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque et l'alimentation en électricité, chauffage, éclairage public.
  - ✓ Le site bénéfice de 5400 logements (satisfaction).
  - ✓ Qualité d'air pur et sain.
  - ✓ Paysage naturel attractif avec des vues panoramiques.
  - ✓ Bonne liaison avec la ville mère (Guelma) par deux accès principaux.
  - ✓ Patrimoine naturel demande à être conservé.
  - ✓ L'adaptabilité des rez-de-chaussée de bâtiments par la fonction de commerce et activité du type associatifs.
- ***Les points faibles :***
  - ✓ L'absence des éléments aquatiques.
  - ✓ L'absence d'un patrimoine bâtie.
  - ✓ L'absence d'intimité pour la femme.
  - ✓ Mauvaise gestion de l'espace.
  - ✓ L'utilisation des matériaux non écologiques.
  - ✓ L'absence des équipements éducatifs et un équipement d'attractivité.
  - ✓ La cohésion sociale et la solidarité sont inexistantes.
  - ✓ L'absence d'une ligne de transport en commun.
  - ✓ Qualité d'hygiène des logements est non satisfaisante.
  - ✓ Le manque des espaces publics aménagés.
  - ✓ Manque de sécurité et gouvernance.
  - ✓ Paysage non exploité et plusieurs espaces vides non consommés et mal fonctionnés.
  - ✓ Parkings et mobilier urbain de mauvaise qualité.
  - ✓ Pollution par déchets.
  - ✓ Absence des voies piétonne.
  - ✓ Espaces verts artificiels.
  - ✓ Quartier considéré comme une cité-dortoir qui manque de diversité en matière de fonctions et activité et populations.
  - ✓ Absences totales des équipements : commerce, éducatif, loisir, santé….
  - ✓ La voiture est le moyen de transport le plus fréquent.
  - ✓ Nuisance sonore par les zones d'activités de proximité.

Chapitre V : l'analyse programmatique des exemples

Introduction : (Albert de BEAUVAIS, 1995)

Pierre Macherey dans son livre dit : «Il ne suffit pas de faire de chaque œuvre un bel objet, mais il faut que cet objet œuvre pour la ville … »

Cette phase sera une réponse aux exigences déjà citées dans l'approche thématique, afin de maîtriser la qualité des espaces, leur fonctionnement et agencement par la présentation du programme.

Définition du programme (Albert de BEAUVAIS, 1995)**:**

Selon Larousse : « Énoncé des caractéristiques précises d'un édifice à concevoir et à réaliser remis aux architectes candidats pour servir de base à leur étude et à l'établissement de leur projet. »

À l'origine de tout projet se trouve l'expression d'un besoin. Cette expression exige, au point de départ, une analyse d'exigences ; le produit final de l'analyse étant un programme. Ce programme décompose un ensemble d'exigences en sous-ensembles successivement plus restreints. C'est un instrument de réflexion qui fournit une série de sous-problèmes plus simples que le problème d'ensemble et peut indiquer dans quel ordre les résoudre (notion d'inventaire et de moyens disponibles). Il détermine :

- des **exigences quantitatives de tous ordres**, d'abord activités, surfaces, hauteurs, mais aussi rapport de proximité ou d'éloignement, éclairage, chauffage, ventilation, climatisation, acoustique, etc. ;
- des **éléments qualitatifs**, qui doivent permettre à l'auteur du projet de se faire une idée des souhaits subjectifs du « client » ;
- mais il est aussi porteur d'**éléments symboliques**, au-delà des sensations perceptibles.

Les étapes de la programmation :

- ✓ Les études de site et des bâtiments.
- ✓ La pré-programmation (pré-dimensionnement des besoins) et le fonctionnement général des entités fonctionnelles.
- ✓ Les études de faisabilité permettant de mettre en adéquation le site et/ou le bâtiment avec les besoins prédéfinis dans la phase précédente.
- ✓ La rédaction du programme technique détaillé (PTD) qui comprend les exigences qualitatives (fonctionnalité), quantitatives (surfaces), techniques, environnementales.

L'objectif de la programmation:

- ✓ Définir les fonctions et les activités de l'équipement et leur hiérarchisation.
- ✓ Etudier les différents modes de relations fonctionnelles.
- ✓ Définir un schéma général d'organisation spatial du projet.
- ✓ Traduire le besoin en programme d'espaces et des surfaces.
- ✓ Etablir le programme de base.

V.1. L'ANALYSE DES EXEMPLES A L'ECHELLE URBAINE

V.1.1 Le Nanjing zendai himalayas center (Chine)

V.1.1.1 Fiche représentatif *:* (Floornature Architecture and surfaces, 2019)

- ✓ Lieu : Nanjing, Chine
- ✓ Type : Commercial, Bureau, Résidentiel, Hôtel.
- ✓ Temps : 2012-2017
- ✓ Superficie du site : 93 595 m²
- ✓ Superficie du bâtiment : 383 307 m² hors sol, 181 562 m² sous-sol
- ✓ Hauteur du bâtiment : 120 m
- ✓ Rapport de surface au sol : 4,06
- ✓ Architectes : MAD Architectes.
- ✓ Réalisateurs : Ma Yansong et autres.

Figure 100: Nanjing Himalaya's center
Source: Site Web.

V.1.1.2 L'idée conceptuelle :

L'architecte Ma Yansong concrétisé les concepts de la "Shanshui City", l'idée d'une ville inspirée de la peinture traditionnelle chinoise Shan shui. Le travail de l'architecte, expliqué dans le livre "Shanshui City", publié en 2015, adapte les concepts traditionnels chinois de Shanshui, proposant une vision d'harmonie spirituelle profonde entre la nature et l'humanité, aux villes d'aujourd'hui grâce à l'intégration d'espaces contemplatifs qui, tout en immergeant les habitants dans la nature, répondent toujours aux commodités de la vie moderne c'est à dire une ville emblématique avec un patrimoine traditionnel tout aussi riche et une forte modernisation avec un futur High Tech.

Le projet imite les montagnes environnantes et les rivières sinueuses du site qui sont des éléments essentiels de la philosophie esthétique chinoise. Les tours en bordure du site servent de toile de fond montagneuse (EADG, 2021).

V.1.1.3 Le programme (ITSLIQUID Group, 2017)**:**

Figure 101 : le plan d'aménagement, Nanjing Himalaya's centre, Source : (EADG, 2021).

En bordure du site, les tours en forme de montagne sont caractérisées par des brise-soleil verticaux et des écrans de verre perméables qui "coulent" comme des cascades.

Au centre du site se trouve une communauté villageoise de bâtiments bas, reliés par des passerelles et nichés dans le paysage. Cette scène de passerelles, de collines artificielles et d'eau courante crée un moment poétique au cœur du projet.

Le site est composé de six lots, dont deux sont reliés par une place urbaine verticale. Des couloirs et des chemins incurvés et ascendants se faufilent à travers les complexes commerciaux ondulants, amenant les gens du rez-de-chaussée occupé au parc vertical pour des opportunités de se promener parmi les bâtiments et les jardins.

Les bâtiments aux toits en pente sont reliés au hasard. Nous avons réservé des rues commerciales au premier étage et les couloirs sont reliés en série au deuxième étage. La conception équilibre la relation entre les services d'urgence, le cadre extérieur, les activités commerciales et la nature dans le cadre global de l'espace, donc le programme composé de :

- ✓ Des bureaux.
- ✓ Des hôtels.
- ✓ Des commerces
- ✓ Des appartements répartis dans tout le complexe.
- ✓ Une gare.
- ✓ Des jardins et places urbains et des aménagements extérieurs.
- ✓ Des tours en forme de montagne.

V.1.2 L'écoquartier numérique du Fort d'Issy (France)

V.1.2.1 Fiche représentatif :

- ✓ Nom du quartier : fort d'Issy
- ✓ Lieu : ville d'Issy-les-Moulineaux.
- ✓ Architecte : Vincent Callebaut, Paris
- ✓ Client : Extensa, T & T Project S.A
- ✓ Surface : 12 ha
- ✓ Année d'engagement : 2 001
- ✓ L'achèvement du projet : 2010.

Figure 102 : Fort d'Issy, Source : Site Web.

V.1.2.2 Situation :

L'éco-quartier numérique du Fort d'Issy est situé à Issy-les-Moulineaux dans les Hauts-de-Seine. Localisé sur une ancienne forteresse militaire du XIXe siècle des Hauts d'Issy, il s'agit d'un projet d'aménagement et de développement durable.

Le plan masse s'organise ainsi autour de cinq ensembles : le Belvédère, les Villas et les Bastions, ainsi que le parvis et le verger.

Dont l'objectif principale est de crée un « éco-quartier numérique », vitrine des usages numériques et du développement durable éco-quartier intègre les dernières innovations technologiques et environnementales avec un ambitieux programme d'aménagement urbain, qui préfigure la ville durable de demain (Le Forum des Interconnectés, 2013).

Figure 103 : plan de masse d'éco-quartier Fort d'Issy, Source : (Le Forum des Interconnectés, 2013)

V.1.2.3 Chronologie de mise en œuvre (Le Forum des Interconnectés, 2013, p. 06) :

- ✓ 2009 : cession du Fort par l'Etat à la Commune d'Issy-les-Moulineaux.
- ✓ 2010 : début du chantier.
- ✓ 22 avril 2013 : 4 bâtiments « Les Ovalys », « West Park », « East Park » et « Le O Paris » sont désormais livrés. Au total, ce sont 397 logements qui peuvent être réceptionnés par 900 nouveaux habitants.
- ✓ 29 mai 2013 : inauguration du système pneumatique de collecte des déchets ménagers.
- ✓ 2 juin 2013 : inauguration de l'Eco-quartier du Fort numérique.

V.1.2.4 Le programme (TOUAHRIA & HAMMOUDI, 2017 / 2018, pp. 83-84) :

- ✓ 1500 logements 3500 habitants
- ✓ 2 groupes scolaires
- ✓ Bureaux
- ✓ une piscine
- ✓ un espace d'animation culturelle et numérique
- ✓ des équipements sportifs
- ✓ 2 crèches
- ✓ 1 500 m² de commerces
- ✓ Espaces publics
- ✓ Espaces verts

- **Le Belvédère**

Centre névralgique du Fort, le Belvédère définit un espace public majeur. Cette place à dominante minérale est ouverte sur le paysage du Val-de-Seine et le panorama de Paris.

Figure 104 : Le belvédère, source : Google image.

Figure 105 : immeuble Villas.

- **Les immeubles villas** :

Treize immeubles villas s'inscrivent au cœur du parc paysager du Fort d'Issy d'un grand verger à l'intérieur duquel sont aménagés des promenades, un square, des équipements publics et un ensemble de lieux de réception mis à la disposition des habitants.

- **La piscine :**

Symbolisé notamment par une organisation intérieure sous forme de bulle, avec une grande place accordée à la transparence et à la lumière naturelle. Le chauffage, l'eau chaude et le froid sont assurés par la géothermie mise en place dans le quartier.

Figure 106 : la piscine, Source : Google image.

Figure 107 : l'espace culturelle, Source : Google image.

- **Espace d'animation culturel :**

Un espace d'accueil et de valorisation de l'histoire du Fort, une médiathèque, un auditorium de 50 places, des espaces de détente et quatre salles d'atelier (lecture, théâtre, danse, culture numérique, jeux vidéo, etc.)

- **Les bastions :**

Les cinq immeubles Bastions reconstituent l'ancien tracé du Fort Cette famille de bâtiments adopte un traitement commun de colorimétrie, blanc en corps et brun en attique, et une toiture végétalisée.

Le trait dominant de leur architecture est la sobriété d'expression et l'abstraction du traitement de façade. Les cours y sont traitées comme des espaces ouverts au public.

Figure 108 : les bâtions, Source : Google image.

Figure 109 : le jardin japonais, source : Google image.

- **Jardin :**

Cet espace de quiétude est le 1er jardin public traditionnel japonais en France ! Le jardin japonais se veut être une représentation de la nature, mais aussi de la vie et du temps qui passe.

V.1.3 Vauban en Allemagne

V.1.3.1 Fiche représentatif :

- ✓ Nom du quartier : Eco quartier de Vauban
- ✓ Lieu : fribourg Allemagne
- ✓ Maitre d'œuvre: kohloff kohlof du Stuttgart
- ✓ Maitre d'ouvrage : la ville de fribourg
- ✓ Surface : 38 ha
- ✓ Année de réalisation: 1993-2006.

Figure 110 : Vauban, Source : Google image.

V.1.3.2 Historique et chronologie (Rabie, 2009, p. 02):

Depuis la fin de la seconde Guerre Mondiale, le site était une caserne militaire française de près de trente-sept hectares. En 1992, les militaires quittent les lieux et les cèdent à la région. Celle-ci le vend par la suite à la ville de Fribourg pour qu'elle puisse en disposer librement. En décembre 1993, le conseil municipal de Fribourg décide de profiter de ce terrain pour y créer un nouveau quartier d'habitation « Vauban » pouvant accueillir près de cinq mille habitants, planifié dans le respect de l'environnement.

- ✓ **1992 :** Suite à la réunification, les forces françaises quittent l'Allemagne, libérant le site de la caserne Vauban qui revient à l'Etat Fédéral.
- ✓ **1993 :** Début du projet. Approbation du plan de développement de la zone résidentielle de Vauban.
- ✓ **1994 :** Fondation du Forum Vauban : Les premiers travaux sur le site concernent la dépollution des sols et la démolition d'une partie des baraquements militaires en dépit du conflit autour de leur sauvegarde.
- ✓ **1995 :** Premières discussions sur le projet d'aménagement. Dès le début, les aspects écologiques, de développement soutenable et de mixité sociale, constituent le fondement du projet ; 'association Forum Vauban, créée par des militants, est choisie comme représentant légal du processus de participation citoyenne.
- ✓ **1996 :** Conception participative des éléments principaux du projet, notamment le plan de masse et les espaces verts. Le dispositif « vivre sans posséder de voiture personnelle » est élaboré et la Forum Vauban.
- ✓ **1998 :** Les premiers chantiers des Baugruppen sortent de terre.
- ✓ **2000 :** La première phase de développement se termine. La Municipalité lance la commercialisation de la deuxième phase.
- ✓ **2002 :** Suite à une longue lutte avec les habitant, la Municipalité accepte la rénovation du « Haus 037 » en maison de quartier et la réalisation de la place du marché et le fait en 2003.
- ✓ **2004 :** Le chantier de la ligne du tramway n° 3 sur l'Allée Vauban est en cours jus 'cas 2006.

- ✓ **2005 :** La troisième tranche de construction commence à l'ouest du site : il s'agira de Baugruppen et d'immeubles de promoteurs avec parkings en sous-sol.
- ✓ **2007 :** Inauguration du « Haus 037 » et de la place du marché, l'Alfred-Doblin Platz. Le quartier Vauban a désormais son cœur.
- ✓ **2008 :** La période de construction approche à sa fin, Vauban compte désormais une population de 5500 habitants, dont 30 % d'enfants et moins de 3 % de personnes ayant 60 ans ou plus. 600 emplois ont été créés sur le site, notamment dans le commerce, les services, l'artisanat.
- ✓ **2009 :** La ville projette de construire un grand centre d'affaires « vert » sur la parcelle stratégique située à l'entrée du quartier. Les habitants, qui ont d'autres idées, s'y opposent.

V.1.3.3 Situation :

La ville de Fribourg, en Allemagne, est située sur le pli topographique qui délimite la large plaine de la vallée du Rhin et la montée vers les hauteurs de la Forêt Noire. Cette ville est constituée d'un centre historique, assez petit, et d'une périphérie élargie assez compacte, construite plutôt en habitat collectif, avec un excellent réseau de transports en commun. Le Quartier Vauban est situé à 3 km au sud-ouest de la vieille ville de Fribourg, sur un terrain en légère pente, descendant d'est en ouest. L'entrée se fait à l'est, à partir du Merz Hauser Straße ; un des axes principaux de Fribourg, bordé de résidences d'habitation et d'immeubles d'entreprises, qui coupe le site de nord en sud.il sera édifié au sud sur 38 hectares, occupés jusqu'alors par la caserne des forces d'occupation françaises. Avec pour objectif de loger plus de 5000 habitants et de créer 600 emplois (Rabie, 2009, p. 01)

.

Figure 111 : le plan d'aménagement de Vauban, source : (Rabie, 2009, p. 12)

V.1.3.4 Le programme :

- ✓ 2000logements, 5000 habitants
- ✓ Habitat collectifs r+3
- ✓ Des maisons jumelées
- ✓ Des maisons en bande
- ✓ Equipement scolaire
- ✓ Des Commerces
- ✓ Espaces verts, des aires de jeux, 2 garages collectifs de 460 places
- ✓ 4 hectares : à la construction de 200 logements ,600 logements d'étudiants
- ✓ 34 hectares : 2 000 logements individuels et collectifs sont programmés - rénovation de 4 bâtiments de l'ancienne caserne
- ✓ 6 hectares pour une zone d'activités (600 emplois) et un centre de services.
- ✓ Equipements scolaires,
- ✓ un ruisseau et de vastes espaces boisés offrent un cadre bucolique aux 3 600 habitants actuels, dont 20% d'enfants de moins de 10 ans.

- ***Quant au plan de masse, fait selon 04 tranches*** (Slimani , 2019/2020, p. 28)***:***

• **Tranche 0** : constructions menées par l'organisation SUSI et le collectif d'étudiants. Ils ont aménagé 596 pièces d'habitation et 45 unités de logements.

• **Tranche 1** : construction de 422 logements : 233 d'investisseurs privés (dont 185 par des *Baugruppen),* 36 par l'association GENOVA 2 et 153 par des promoteurs.

• **Tranche 2** : construction d'environ 645 logements.

• **Tranche 3** : construction d'environ 85 logements.

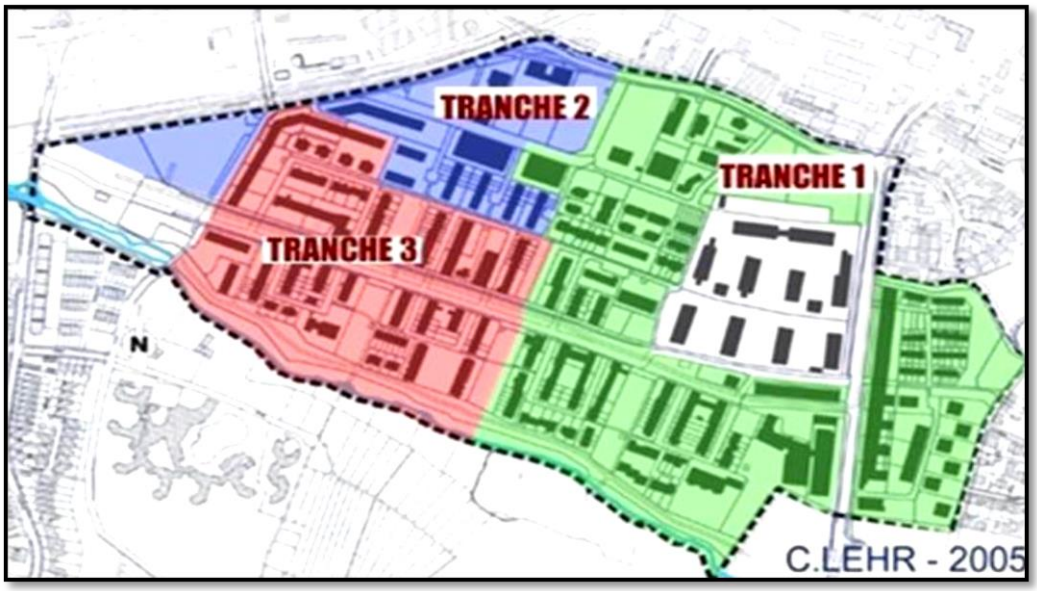


Figure 112 : tranches de quartier durable Vauban. **Source : Quartiers durables- Guide d'expériences européenne ARENE Ile-de-France - IMBE- Avril 2005.**

V.1.3.5 Conception énergétique (Quartiers durables-Guide d'expérience européennes, 2005, pp. 85-104) **:**

- **Habitat basse consommation énergétique (BBC):**

1) Tous les bâtiments construits à Vauban doivent répondre à une norme de consommation énergétique maximale de 65 KWh/m2.an, soit 6,5 litres de fuel par m² et par an.
2) La norme nationale pour les constructions neuves en Allemagne est de 110 KWh/m2.
3) la majorité de l'habitat existant se situe entre 200 et 300 KWh/m2.an. Matériaux naturel.
4) conception bioclimatique, toitures végétalisées… sont encouragées.

- **Les maisons passives (BPAS):**

1) Le premier bâtiment collectif de type passif en collaboration avec l'Institut solaire.
2) La consommation énergétique d'un bâtiment passif ne dépasse pas 15 Kwh/m2/an, soit 1,5 litres de fuel par m2 et par an.
3) La facture énergétique annuelle d'un appartement de 90 m2 est de 141€
4) D'un point de vue technique, parois extérieures à ossature bois avec remplissage de laine de roche ou de verre de 35 cm ou bloc silico-calcaire avec 24 cm d'isolant, 40 cm d'isolant en toiture et 40 cm de polyuréthane au sol.
   - ✓ Ventilation à double flux avec échange de chaleur entre l'air entrant et l'air sortant.
   - ✓ Triple vitrage performant qui convertit la lumière en chaleur.
   - ✓ Le bâtiment étant orienté de façon à bénéficier d'un ensoleillement optimal.
   - ✓ Le tout implique un surcoût de 7% du prix de la construction, amorti en 10 à 20 ans suivant l'évolution du prix de l'énergie.

- **Les maisons à énergie positive (BPOS) :**

1) Elles produisent plus d'énergie qu'elles n'en consomment.
2) Compensant ainsi l'énergie utilisée pour produire les matériaux de construction et les mettre en oeuvre.
3) De grands vitrages très performants.
4) Des capteurs solaires thermiques et photovoltaïques ainsi qu'une isolation poussée rendent l'exploit énergétique possible.

- **Energies renouvelables :**

1) Ses 2500 m² de capteurs solaires font de Vauban un des quartiers solaires les plus significatifs d'Europe.
2) Des garages collectifs s'offrent généreusement au rayonnement solaire (Solar Garage)
3) Une usine de cogénération :
   - ✓ Alimentée à 80% par des copeaux de bois en provenance de la forêt noire toute proche ; et à 20% par du gaz naturel, dessert en chaleur l'ensemble des logements du quartier Vauban
   - ✓ Combinée aux toits photovoltaïques, elle permet de couvrir 65% de la demande en électricité.

V.1.3.6 Eau et déchets (ecoquartier.ch groupe, 2016, p. 04) **:**

- Des citernes de récupération des eaux de pluie sont installées dans certains immeubles, dans des locaux à déchets ou dans des abris à vélos.
- Toutes les toitures plates sont végétalisées, y compris celles des locaux poubelles, afin de limiter les surfaces imperméables du quartier et d'augmenter par la même occasion son potentiel de rétention en cas d'épisodes de forte pluie.
- L'infiltration des eaux de pluie est assurée par un système de cuvettes et de tranchées filtrantes connectées à la nappe phréatique
- Des caniveaux pavés reçoivent l'ensemble des eaux de ruissellement ainsi que celles des toitures, lorsque les précipitations dépassent le potentiel de stockage du quartier. Enfin, le trop-plein est dirigé vers un étang et un biotope.
- Les eaux récupérées sont valorisées pour l'arrosage des jardins, les chasses d'eau des toilettes de l'école élémentaire ou encore pour les lave-linge.
- Tri sélectif de déchets. Enseignement d'une culture écologique : formation des enfants au tri sélectif dans le cadre de l'école.
- Dans un immeuble expérimental dénommé «habiter et travailler», un système de recyclage des eaux grises a été installé pour produire du biogaz, valorisé comme combustible pour les cuisinières.

V.1.3.7 Solidarité et participation citoyennes (ecoquartier.ch groupe, 2016, p. 07)**:**

- ✓ Intégration d'espaces favorisant les échanges dans le plan d'aménagement.
- ✓ Création d'une école élémentaire et de jardins d'enfants
- ✓ Absence de clôture sur les espaces privatifs, rendue possible par le fait que les habitants, impliqués dans le projet dès le début du processus, tissent des liens avec leurs futurs voisins bien avant d'intégrer leur logement.
- ✓ Adaptabilité des aménagements du quartier aux handicapés
- ✓ Concentration des commerces le long de l'allée principale du quartier
- ✓ Installation d'un marché de petits producteurs locaux
- ✓ Création d'un centre d'information « Forum Vauban » dans une ancienne bâtisse de la caserne.

V.1.3.8 Architecture et gabarit (Slimani , 2019/2020, p. 34) **:**

- ✓ la maison individuelle 4 façades est exclue.
- ✓ L'habitat s'organise par immeubles en bande de 3 à 4 étages ou par maisons mitoyennes.
    - L'efficacité énergétique de l'habitat projeté et la mixité sociale sont également des critères pris en compte lors de l'acquisition d'un terrain.
    - Vauban pétille de diversité architecturale et de richesse des espaces publics.
    - Chaque famille peut choisir le coloris de sa façade, bardée de bois.
- ✓ Des escaliers extérieurs ajourés.
- ✓ abris à vélo.
- ✓ Reval ocrisées de végétation donnent au quartier.

V.1.3.9 Structuration urbaine (Rabie, 2009, p. 13):

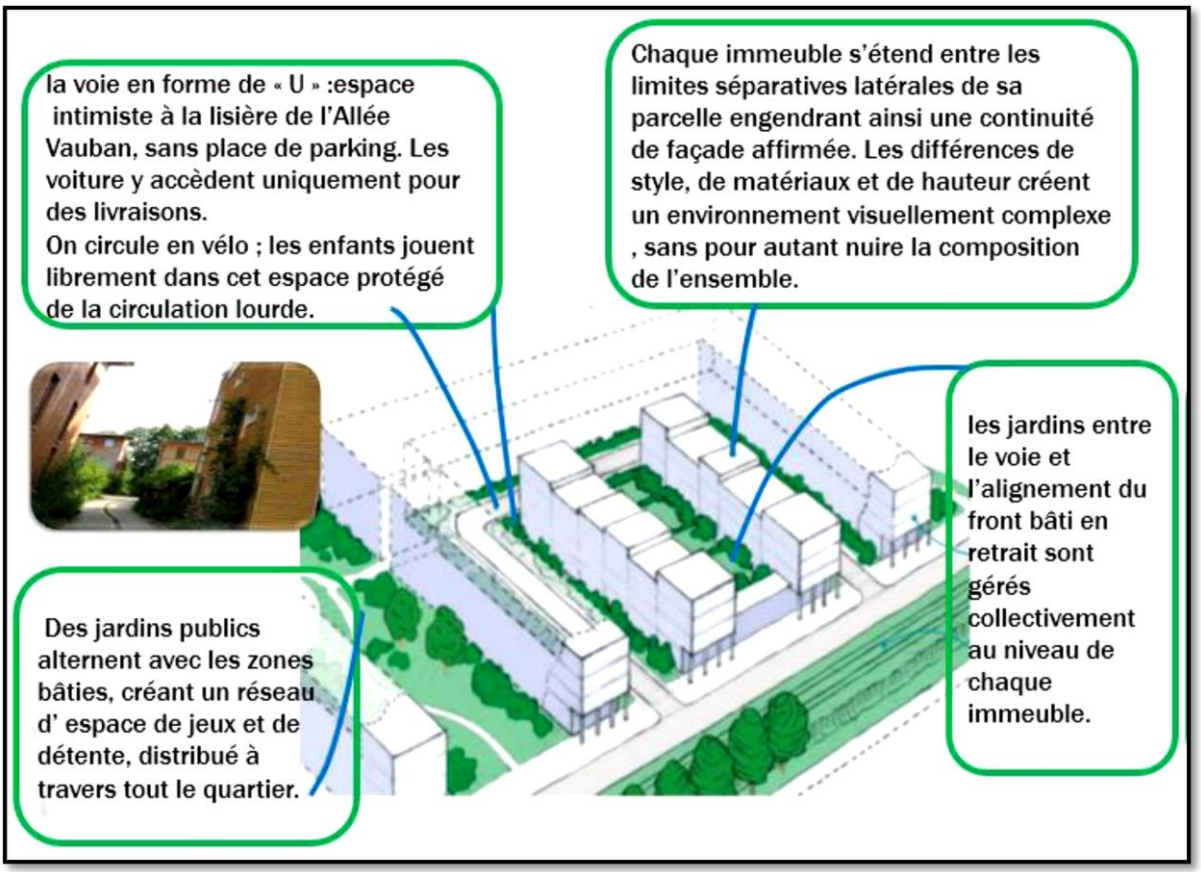


Figure 113 : Structuration urbaine à l'échelle de l'ilot, Source : Google image.

V.1.4 TABLEAU COMPARATIFS DES EXEMPLES SELON LE PROGRAMME :

Le Nanjing center	Vauban en Allemagne	Fort d'Issy
Programme 01	Programme 02	Programme 03
✓ Des bureaux ✓ Des hôtels ✓ Des commerces ✓ Des appartements ✓ Une gare ✓ Des jardins ✓ Des tours	✓ Des logements ✓ **Des maisons jumelé et en bandes** ✓ Equipement scolaires ✓ Des commerces ✓ Espaces verts ✓ **Aires de jeux** ✓ **Garages collectifs**	✓ Des logements ✓ Groupes scolaires ✓ Des bureaux ✓ **Une piscine** ✓ **Espace d'animation culturelle et numérique** ✓ **Des équipements sportifs** ✓ Crèches ✓ Des commerces ✓ Espaces verts ✓ **Espaces publics**

Tableau 08 : Tableau comparatif des exemples, source : l'auteur.

- En remarque qu'il y a des entités communes entre les trois exemples analysés présentés en rouge dans le tableau comparatif : le logement, les bureaux, le commerce, les jardins, groupes scolaires, crèche.
- Aussi l'équipement culturel est omniprésent.

V.1.5 LE SCENARIO RETENUE

SCENARIO URBAIN RETENUE	
Types d'équipements / espaces	**Surface**
1- **Les équipements éducatifs :** Groupe scolaires : (crèche, école primaire, CEM, lycée)	29 346.10 m2
2- **Les équipements sportifs :** salle multi-sport, Une piscine	11 245 m2
3- **Les équipements culturels** : Opéra	25 040.20 m2
4- **Les équipements cultuels** : mosquée	7169.70 m2
5- **Les équipements sanitaires :** hôpital	9146.20 m2
6- **Les équipements de loisirs** : Parc de jeux	21 405 m2
7- **Les équipements commerciaux :** Parc malle	12 140 m2
8- **Services publics** : Une gare routière	21 405 m2
9- **Les équipements administratifs** : Tours multifonctionnels	
10- **Hébergements** : Tours multifonctionnels	21 078 m2
Des espaces extérieures :	/
✓ Jardins publics	
✓ Des espaces verts	
✓ Grande Placette publics	
✓ Grande avenues (boulevard)	
✓ Aires de jeux	
✓ Air Stationnements (parking à étages)	
✓ Des éléments aquatiques : cours d'eau et bassins	

Tableau 09 : programme retenue, par l'auteur.

V.1.6 LES RECOMMANDATIONS POUR NOTRE PROJET D'ECOQUARTIER :

V.1.6.1 Intervention sur l'existant :

- **Niveau urbain : *introduire la technologie :* selon** (l'Agence d'urbanisme de l'agglomération marseillaise, 2021)
  - ✓ l'utilisation d'un réseau hydrographique accompagné la verdure en tant que système de parcs fluviaux.

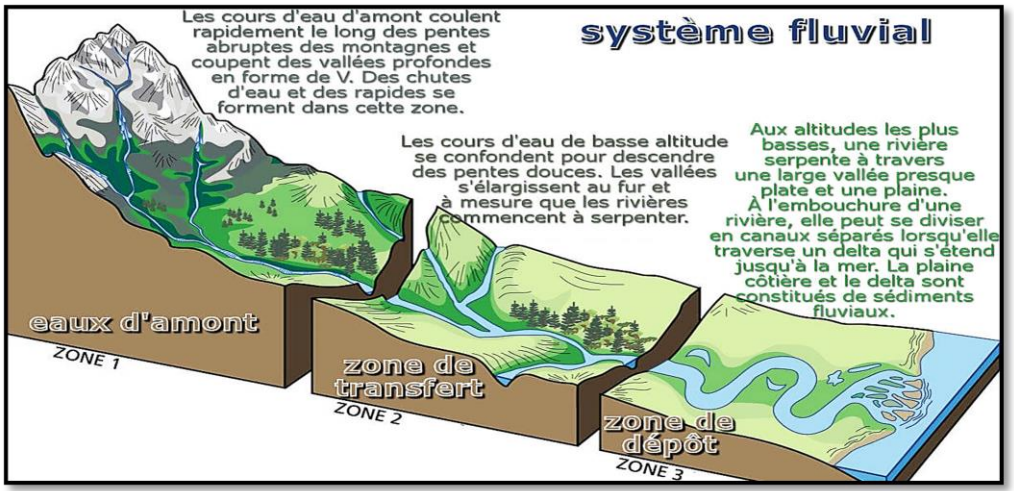


Figure 114 : système parc fluviaux, *Source : Google image.*

- ✓ Les capteurs permettant de détecter les inondations ou les incendies dans les conduites souterraines, capteurs de température dans les câbles électriques, détecteurs de fuites de gaz, ou de systèmes de contrôle des flux de trafic, de surveillance de l'éclairage public et de contrôle des équipements des services des eaux.
- ✓ L'ajout progressif de nouveaux mobiliers aux mobiliers traditionnels sera maîtrisé : arceaux vélos, poteaux des caméras de vidéo-surveillance.
- ✓ Une signalétique intelligente simple, lisible, homogène et concentrée et les panneaux pour rassurer sur la durée d'un déplacement et pour indiquer les parcours directs réservés aux piétons.
- ✓ Le mobilier connecté : bancs dotés de puces et de QR codes coulés dans le béton qui n'ont pas besoin de connexion filaire ; mobilier comprenant des relais Wi-Fi ou des capteurs pour collecter des données (pollution de l'air, flux de personnes…).

Figure 115 : signalétique intelligente

Figure 116 : escale numérique connecté

Source : Google image

- ✓ Pour le trottoir : aménager des parcours à thème (histoire, art urbain, muraux…) en améliorer le confort visuel (scénographie, mise en valeur d'un élément du paysage...) par la réalité virtuelle ; et planter des arbres en fonction des contraintes (accès pompiers, réseaux...)
- ✓ Installation des écrans de verdure pour réduire la nuisance sonore
- ✓ Les plate-lages dans les espaces verts pour que l'accès soit toujours possible en fauteuil roulant ou avec une canne ; les chaises et les tables à fixer dans le sol ; les bancs connec-tés solaires
- ✓ recyclages des eux pluviaires et collectes pneumatiques des déchets (souterrains)

Figure 117 : écran de verdure

Figure 118 : trottoir avec réalité augmentée

Source : Google image.

- ✓ Panneaux d'information en direct sur le mobilier urbain et des pôles multifonctionnels, fournissant des informations sur les réservations de parc, les transports, météo, ombre, événements et culture
- ✓ Bancs équipés de bornes de recharge et haut-parleurs pour que les gens entendent histoire, nouvelles et informations
- ✓ Système d'irrigation intelligente déclenché par données météorologiques et humidité du sol capteurs
- ✓ Les bornes de recharge publiques chargent les aides à la mobilité électrique, les ordinateurs portables et les téléphones portables.

Figure 119 : les bornes de recharge électrique

Source : Google image.

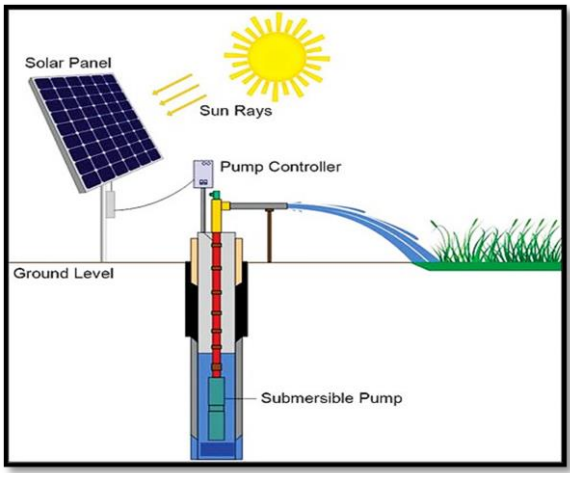


Figure 120: smart irrigation system, *Source: Google image.*

- ✓ Éclairage activé par le mouvement, boutons de sécurité, surveillance du bruit et la vidéosurveillance connectée améliore la sécurité
- ✓ La chaussée connectée : Des capteurs, placés dans le revêtement de la chaussée, permettraient de faire de la maintenance anticipée
- ✓ des LED avec Systèmes de sécurité ; Systèmes météo ; Panneaux d'affichage, Systèmes de circulation ; Recharge E ; Capteur d'Environnement ; Réponse d'urgence ; Gestion des actifs.
- ✓ les poubelles, il est possible d'optimiser les trajets et les horaires de collecte des ordures ménagères
- ✓ Des corbeilles connectées détectent le niveau de remplissage des poubelles pour optimiser leur ramassage et la gestion des déchets
- ✓ Le banc intelligent est alimenté par l'énergie solaire et est doté d'accessoires utiles pour l'utilisation de l'énergie autoproduite.

Niveau architectural : le logement :

- ✓ Plantes suspendues : Kok dama, macramé, paniers ; Murs végétalisés : pour absorber la chaleur, humidité & humidité déséquilibres : façade végétalisé
- ✓ Bacs de plantes aux fenêtres ; écrans végétaux en treillis.
- ✓ Caméras de surveillances et quelque système intelligents.
- ✓ Requalifier les logements existant pour les rendre (BPOS) positives : par une isolation efficace (toiture, murs de façades par exemples par la végétation…) pour régler le problème de déperdition de chaleur, on peut changer les fenêtres en doubles peaux (doubles vitrages), une toiture jardin avec l'utilisation des

eaux pluviales comme source d'irrigation, La géothermie (puits Canadian) pour la climatisation, et la meilleure solution c'est l'installation des panneaux photovoltaïques au niveau de la façade (façades solaires), pour produire de l'énergie (chaleurs , électricité ..).

Figure 121 : mur végétal

Figure 122 : Toiture végétal

Figure 123 : Façade solaire

Source : Google image.

V.1.6.2 Conception nouvelle : recommandations biophiliques et intelligents

- **L'espace public intelligente :**

Les aménagements transitoires ; les skateparks paysagers ; les platelages dans les espaces verts pour que l'accès soient toujours possibles en fauteuil roulant ou avec une canne ; les chaises et les tables à fixer dans le sol ; les transats d'escalier ; les îlots de fraîcheur greffés sur le mobilier ; les bancs connectés solaires ; "l'îlot combiné" qui concentre les fonctions en intégrant corbeille, banc, cendrier et borne Wi-Fi ; le mobilier en matériau recyclé ; le sol en béton squamé ; "l'éclairage intelligent" qui permet des économies d'énergie (capteurs de mouvement) ; les supports de médiation qui mettent la réalité virtuelle à la portée de tous en diffusant des expériences immersives à vivre in situ (bornes de réalité virtuelle en libre-service, pupitres du patrimoine)"... (l'Agence d'urbanisme de l'agglomération marseillaise, 2021).

- **Pour la rue :** (NICOLLEAU, 2019)

✓ La chaussée connectée : Des capteurs, placés dans le revêtement de la chaussée, permettraient de faire de la maintenance anticipée dite « prédictive », grâce au recueil de multiples donnés sur les caractéristiques physiques de la route analysées en temps réel (présence de verglas, taux de déformation de la route, pression, teneur en eau, etc.).

✓ La route solaire : composée d'un revêtement routier structuré de capteurs photovoltaïques, permet de produire de l'électricité, tout en permettant la circulation de tout type de véhicule

✓ Conception tridimensionnelle de voies piétonnes au milieu des routes pour la sécurité.

- **Le transport intelligent :**

✓ L'utilisation du transport en commun : Le transport en commun tramway, et les voitures électriques.

✓ La mobilité douce: marche à pied et les pistes cyclables éclairée.

✓ Les technologies des capteurs : capteur sans fil, capteur vidéo, boucle électromagnétique. système d'alerte et de survivance (sécurité routière).

- ✓ Parking intelligent à étage équipé des caméras ANPR, des capteurs installés.
- ✓ Les arrête de bus intelligents.

- **L'éclairage intelligent :**
  - ✓ des LED doté des panneaux solaires avec Systèmes de sécurité ; Systèmes météo ; Panneaux d'affichage, Systèmes de circulation ; Recharge E ; Capteur d'Environnement ; Réponse d'urgence ; Gestion des actifs.
    - ✓ Des lanternes avec réflecteurs sur les grandes rues,
    - ✓ Des projecteurs d'images au niveau des placettes (projecteurs à gobos).
    - ✓ Des mats à LED sur les voies résidentielles ou les places de stationnement L'ensemble de ces différents mats est associé à un éclairage solaire. Ils servent à ponctuer l'espace plutôt que de l'éclairer de façon continue.
- **Pour la façade :**
  - ✓ Façade cinétique
  - ✓ Façade double vitrage
  - ✓ Façade solaire
  - ✓ Façade végétalisé

- **Pour le jardin :**
  - ✓ Un jardin de pluie
  - ✓ smart Water Control : Programmateur d'arrosage pour une seule zone, directement relié au robinet.
  - ✓ smart Irrigation Control Programmateur multivoies pour un arrosage enterré jusqu'à 6 zones.
  - ✓ smart Sensor Capteur météo indiquant l'humidité du sol, la température ambiante et l'intensité lumineuse.

- **Le mobilier urbain intelligent :** (Biseul, 2019)
  - ✓ Le banc intelligent avec des formes innovantes est alimenté par l'énergie solaire et est doté d'accessoires utiles pour l'utilisation de l'énergie autoproduite.
  - ✓ les poubelles, il est possible d'optimiser les trajets et les horaires de collecte des ordures ménagères. Les capteurs placés à l'intérieur des conteneurs permettent d'alerter les services municipaux du niveau de remplissage les services. peut également compacter automatiquement les déchets en tirant son énergie d'un panneau solaire placé à son sommet.
  - ✓ Des hots spots Wifi permettant à l'utilisateur de naviguer sur internet gratuitement. SMART est également équipé de nombreux écrans et dalles tactiles, permettant au voyageur d'interagir avec lui.
  - ✓ l'escale numérique et l'arrêt de bus intelligent.

V.2. L'ANALYSE DES EXEMPLES A L'ECHELLE ARCHITECTURALE

V.2.1 La seine musicale de paris

Figure 124 : photos de la seine musicale de Paris, source : Google image.

V.2.1.1 Présentation et fiche technique :

Projet phare de la Vallée de la culture, la Cité musicale: ensemble de bâtiments en forme de vaisseau en sera « l'un des premiers gestes architecturaux contemporains et en marquera, géographiquement et symboliquement, la porte d'entrée », a expliqué Patrick Devedjian. Implanté sur la pointe aval de l'île Seguin, sur une emprise de 2,35 ha, cet équipement de 36 500 m2 est à ce jour un projet unique en Europe (Maneval, 2017).

- ✓ **Architectes :** Shigeru Ban et Jean
- ✓ **style architectural :** Expressionnisme structural
- ✓ **Superficie :** 36 500 m2
- ✓ **Auditorium :** 1 150 places
- ✓ **Grande salle :** 4 000 à 6 000 places
- ✓ **Superficie du site :** 2,35 ha
- ✓ **Superficie du jardin :** 7 410 m2
- ✓ **Paysagistes :** Bassinet Turquin Paysage
- ✓ **L'ouverture au public :** le 21 avril 2017

V.2.1.2 Situation et implantation :

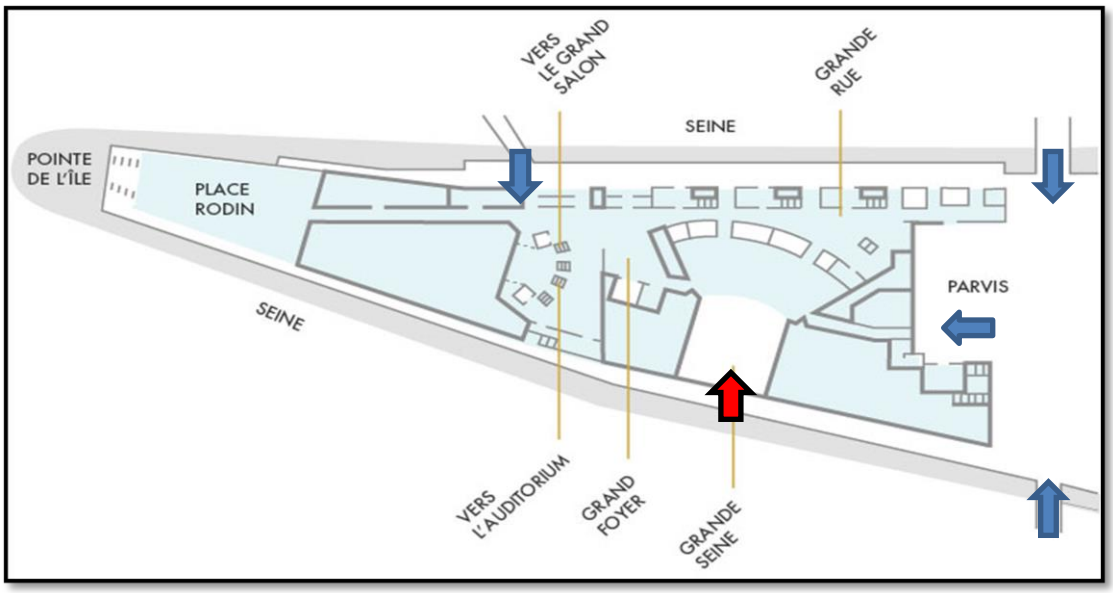


Figure 125 : les accès principaux et secondaires du projet, *Source : www.mtechbuild.fr*

Située à la pointe de l'île Seguin, à Paris, la cité musicale (aujourd'hui renommée «la Seine Musicale») est le plus grand pôle d'enregistrement et de répétition en Europe. En plus d'être un outil de travail gigantesque, c'est une œuvre et une prouesse architecturale impressionnante. Haute de 53 mètres et ornée d'une voile de panneaux photovoltaïques de 1000 m², la sphère de verre impose ses rondeurs dans le paysage parisien.

À l'emplacement des usines Renault sur l'Ile Seguin, le département des hauts de Seine à décider de construire un prestigieux complexe culturel incluant notamment au auditorium et une salle de spectacle (MTECHBUILD, 2017).

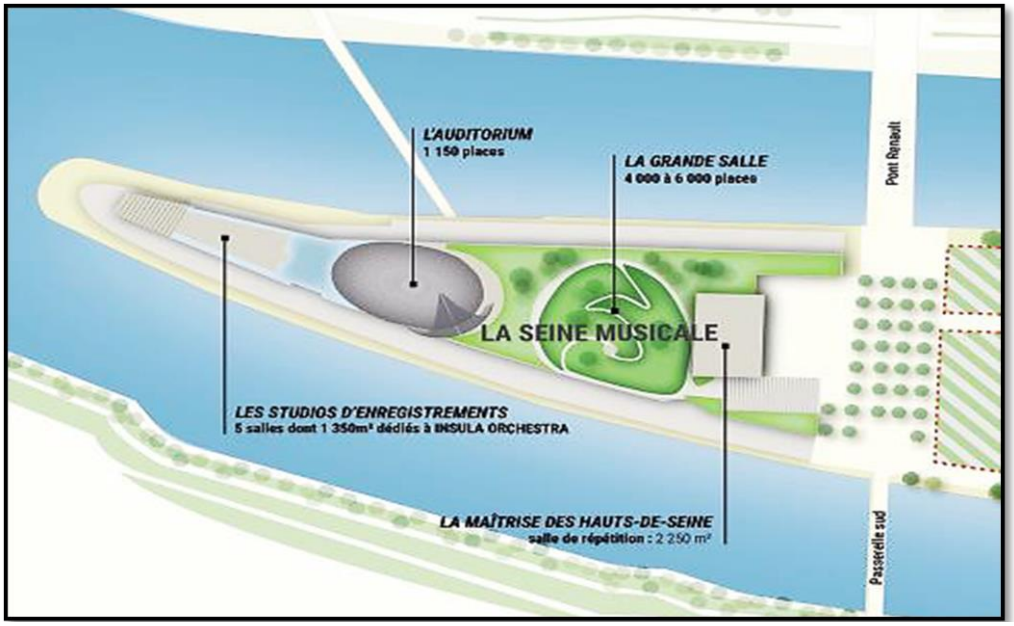


Figure 126 : plan de masse de la seine, *Source : www.laseinemusicale.com.*

La Seine Musicale, conçue par Shigeru Ban et Jean de Gastrines, a été pensée dans le respect du site et de son passé industriel. Ses courbes épousent la forme de la pointe aval de l'île. La Seine Musicale joue sur les réflexions de l'eau : son auditorium est posé sur la Seine et sa coque en bois semble flotter sur le fleuve. Une grande voile ornée de plus de 1 000 m² de panneaux solaires photovoltaïques, en rotation autour de la résille bois, suit la course du soleil.

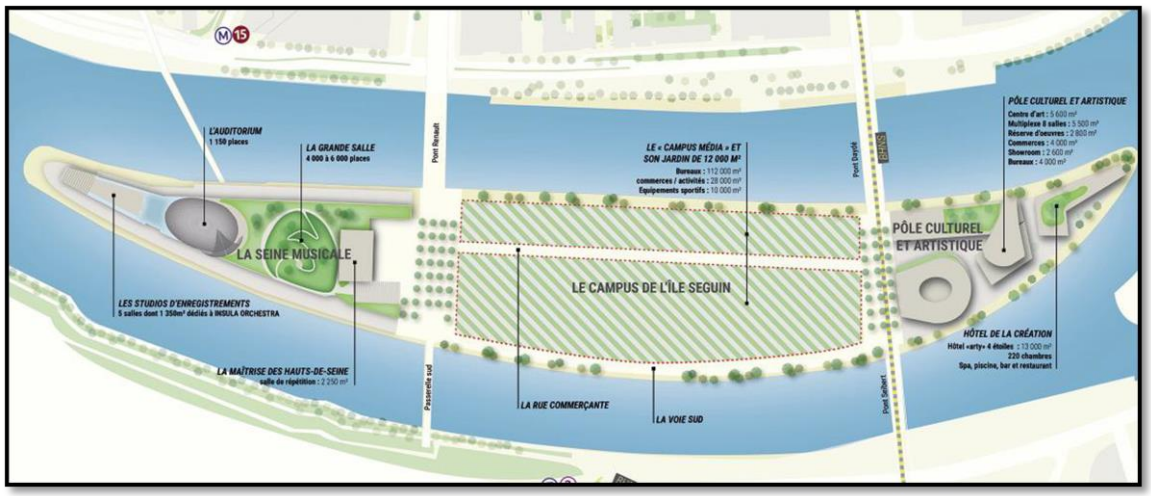


Figure 127 : le plan d'ensemble, Source : Google image.

V.2.1.3 Accessibilité :

Le bâtiment est perméable et le toit est accessible par deux grands escaliers situés aux extrémités. En hauteur, une série de cheminements traversent la toiture végétalisée, avec vue sur les bords de Seine. Le caractère linéaire de l'environnement est transféré à l'intérieur des bâtiments, au moyen d'une rue longitudinale qui donne accès aux différentes zones : hall, salle multifonctionnelle, auditorium, studios d'enregistrement, salles de classe, bureaux, restaurants et magasins (Arquitectura Viva, 2017).

Figure 128 : l'accès principal au projet, Source : (Arquitectura Viva, 2017).

V.2.1.4 Les idées conceptuelles :

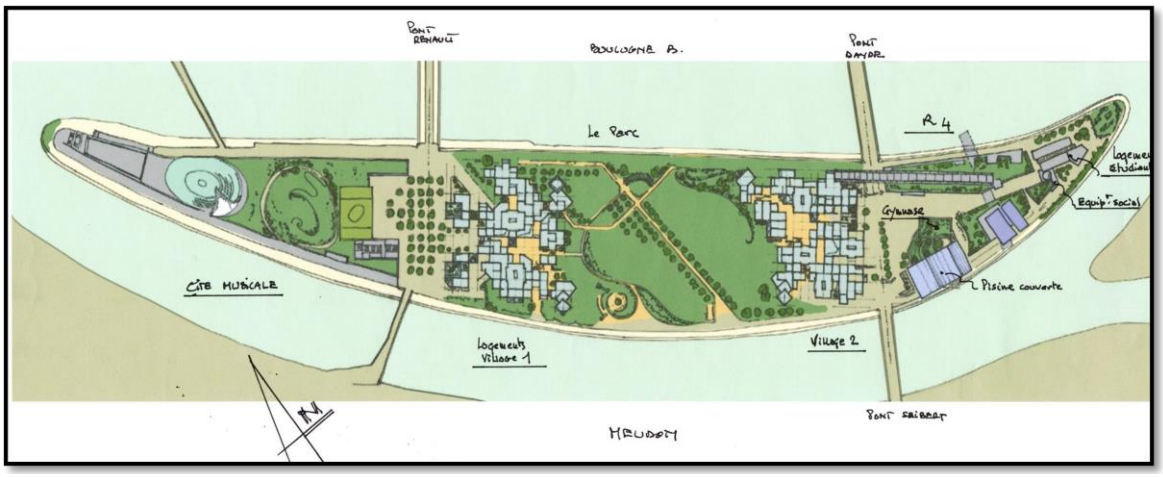


Figure 129 : conception du plan de masse, Source : Google image.

Figure 130 : conception de volume, 3D du projet, Source : Google image.

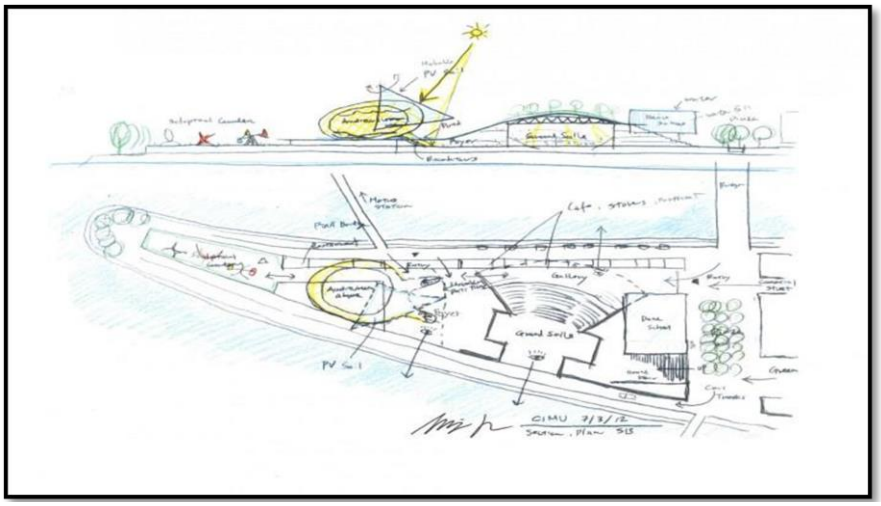


Figure 131 : idée conceptuelle, Source : Google image.

V.2.1.5 Description, structure et matériaux :

Il s'agit d'une coque en béton couvert d'une résille en bois à double assise autonome, qui support à la fois une structure vitrée.

La charpente en bois a été posée par couronnes du bas vers le haut tandis que le vitrage est mise en œuvre du haut vers le bas pour créer un « parapluie » étanche.

Autour de l'auditorium en bois, la voile ornée de près de 1000 m de panneaux photovoltaïques suivant la course du soleil, cet ouvrage mesure 45 m de haut se compose de deux demi voiles tridimensionnels de 880 m chacune, symétrique, contiguës et mobile, elle est montée par un chariot roulant sur un rail de guidage de 90 m de long en acier (T, 2016)

.

Figure 132 : la résille en bois.

Figure 133 : panneaux solaires.

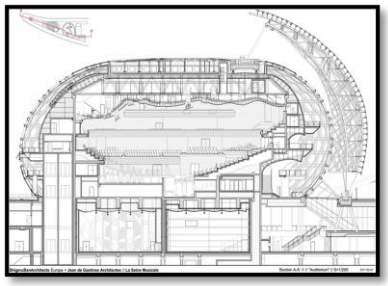


Figure 134 : conception structure.

Source : (T, 2016)

Pour le system d'assemblage :

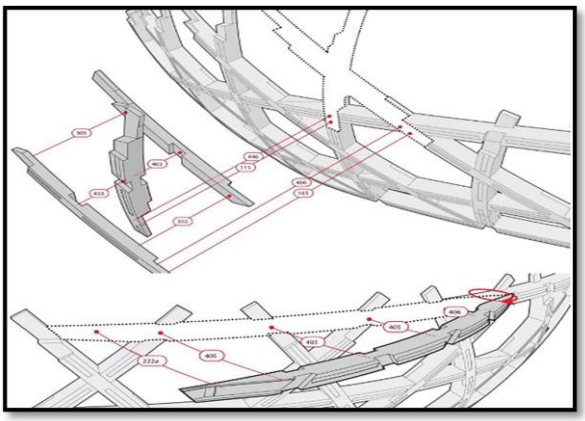


Figure 135 : principe d'assemblage des croix de st André l'auditorium, Source : Google image.

1) Segmentation du projet en pièces unitaires, et montage de la charpente primaire « cerce par cerce ».
2) Montage d'anneaux (ou cerces) complets jusqu'à la couronne sommitale.
3) Pose de la structure secondaire (cales bois et profilés) sur chantier.

V.2.1.6 Le traitement acoustique (Lamare, 2017):

L'auditorium de la Seine Musicale est conçu pour les programmes musicaux en acoustique naturelle : aucun dispositif de sonorisation ou d'amplification du son n'est utilisé. En conséquence, c'est la salle elle-même, et non des dispositifs électroniques supplémentaires, qui aident à la bonne diffusion du son vers les musiciens et les auditeurs. En ce sens, elle peut être comparée à un instrument de musique, un prolongement de l'orchestre. Pour ce faire, les deux aspects les plus déterminants sont sa morphologie – ses proportions, dimensions et formes – et les matériaux constitutifs de ses parois et de son enveloppe intérieure.

- La forme de la salle joue ici un rôle essentiel, en dirigeant les réflexions sonores précoces vers les auditeurs et les musiciens. Ces réflexions sont dites précoces car elles parviennent à l'auditeur avec un retard très court.

- Les parois qui constituent l'enveloppe intérieure de la salle, les murs, balcons, plafond, sont conçues pour réfléchir efficacement le son. Cela nécessite notamment une masse importante et une grande rigidité pour réfléchir l'énergie sonore sur un large spectre.

Figure 136 : techniques d'isolation acoustique pour l'auditorium, Source : Google image.

- Le choix exact des matériaux répond ensuite à une approche architecturale et esthétique. Les habillages muraux de la salle sont ainsi constitués d'un complexe de lames de bois et de plaques de gypse. Le plafond est réalisé à l'aide d'un assemblage de moules en staff remplis par le dessus de plâtre.

- Dans l'auditorium, ces reliefs sont créés sur les murs par l'alternance de bandes de bois ondulées aux motifs variés, et au plafond par les hexagones et les sections de tubes de carton suspendus.

Le plancher de la scène, quant à lui, est pensé non seulement comme une surface réfléchissante mais également comme un prolongement des instruments tels que les violoncelles et contrebasses. En utilisant un bois tendre et relativement léger, ainsi qu'une structure souple au-dessus d'un vide d'air, ce plancher peut ainsi rayonner comme le corps d'un instrument.

V.2.1.7 Analyse de la façade :

La construction d'une façade en béton apparent n'est pas facile. Les dégradations optiques telles que les porosités, les soufflures, les irrégularités de coloration, les phénomènes d'ombres et de nuages sont courantes et ont tendance à perturber le résultat global. La qualité du béton étant d'une importance capitale pour l'apparence de La Seine Musicale.

Un grand sphéroïde de verre s'élève à l'extrémité de l'île Seguin, au bord de la Seine.

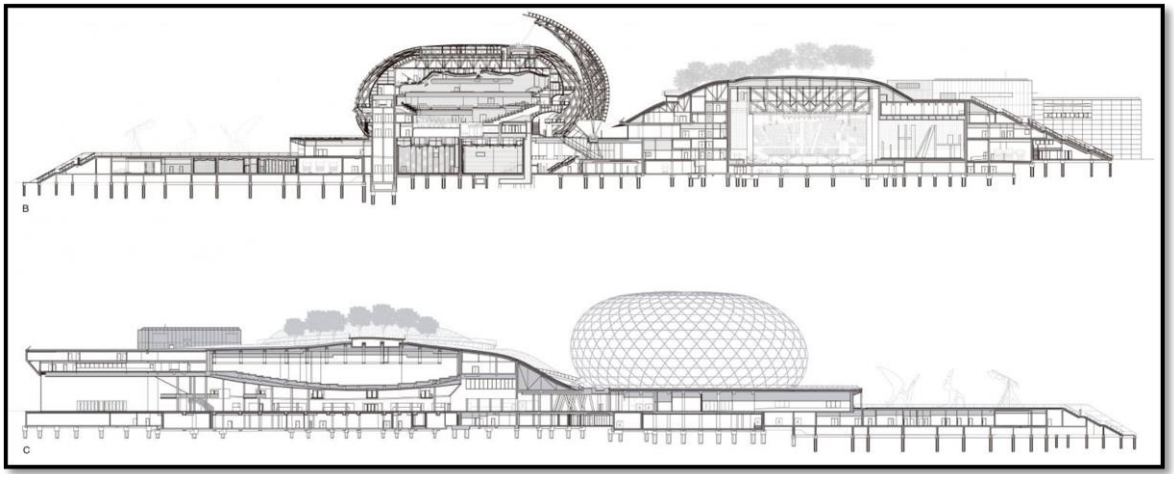


Figure 137 : les façades avant et arrière de la seine, Source : Site Web.

Le système cosmétique pour béton de haute qualité Emcefix-Spachtel F a été utilisé, mélangé à partir des trois couleurs (blanc, gris et anthracite) afin d'obtenir la teinte de béton souhaitée pour offrir une esthétique excellente.

Les surfaces en béton ont ensuite été recouvertes de la protection transparente anti-graffitis MC Color Proof vision jusqu'à une hauteur de 3 mètres, soit une couverture d'environ 3 000 mètres carrés. La façade est ainsi facile à nettoyer, même avec des graffitis tenaces, ce qui est particulièrement avantageux pour des bâtiments accessibles au public (MC-Bauchemie groupe, 2017).

V.2.1.8 L'intérieur de l'auditorium :

Figure 138 : l'auditorium de la seine, Source : Google image.

Il est conçu pour accueillir un orchestre symphonique ou de musique contemporaine. Sa capacité est de 1 150 places assises. Salle dite en vignoble, typologie retenue pour des critères acoustiques et scénographiques. Les auditeurs étant répartis sur plusieurs terrasses tout autour de la scène, créant une proximité avec les musiciens. Sur le plan acoustique les

surfaces composant les différentes terrasses permettent des réflexions précoces de l'orchestre vers l'auditoire intensifiant le sentiment d'intimité avec les musiciens.

Les matériaux naturels, bois et carton, sculptés avec talent, apportent une atmosphère harmonieuse et chaleureuse.

Le plafond a été rehaussé de "28.000 bagues en carton ignifugé" suspendues à un réflecteur acoustique en staff pour optimiser l'acoustique. "Et les murs sont plaqués de chêne, précise l'architecte parisien. Des tressages de chêne couvrent les murs de la grande salle dans le but de créer une ambiance chaleureuse.

A noter aussi que les fauteuils se distinguent par un rouge vif, créant un contraste avec le plafond ruché blanc.

La Grande Seine, d'une jauge allant de 2500 à 6000 spectateurs, permet d'accueillir des concerts, des comédies musicales, des ballets, des grands spectacles ou encore des évènements d'entreprise (Maneval, 2017).

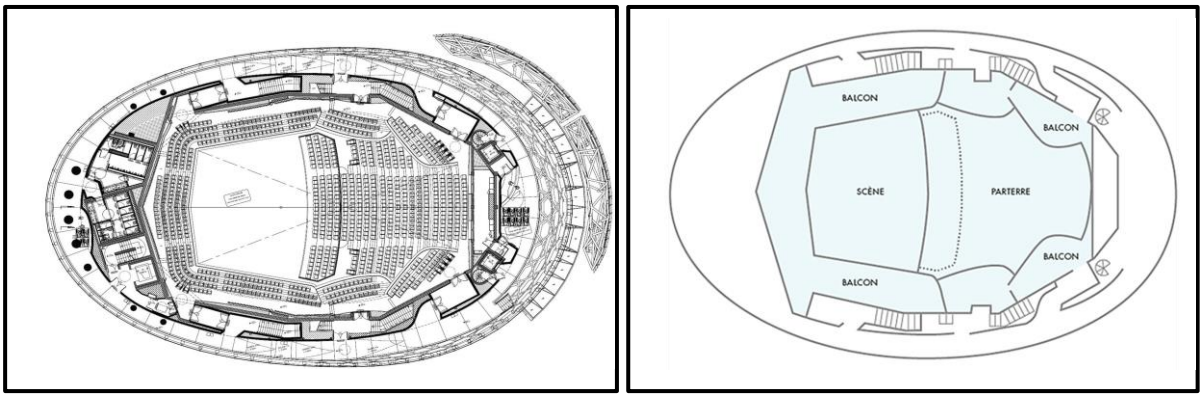


Figure 139 : conception de l'auditorium, Source : Google image.

V.2.1.9 Le programme :

Espace	Capacité
Grande salle	4000 à 6000 places
L'auditorium	1150 places
La rue couverte	230 m2 dédiées au cafés restaurent
Le jardin	7410 m2
Des espaces de convention	3000 m2 dédies au entreprises
La maitrise de haute de seine	2250 m2 dédies aux répétitions
Des studios d'enregistrement	/
Insula orchestra	1350 m2

Tableau 10 : programme de la seine musicale, par l'auteur.

La Cité musicale sera principalement constituée d'un auditorium de 1 100 places dédié à la musique classique et contemporaine et d'une grande salle de 4 000 places assises dédiée aux musiques actuelles. Modulable, elle pourra accueillir jusqu'à 6 000 personnes en configuration assis/debout et sera la seule salle en France capable de proposer jusqu'à six spectacles en 48 heures. Un pôle d'enregistrement et de salles de répétition, un espace

entreprise de 2 660 m2, des espaces de restauration et des commerces à vocation culturelle complèteront l'ensemble (Maneval, 2017).

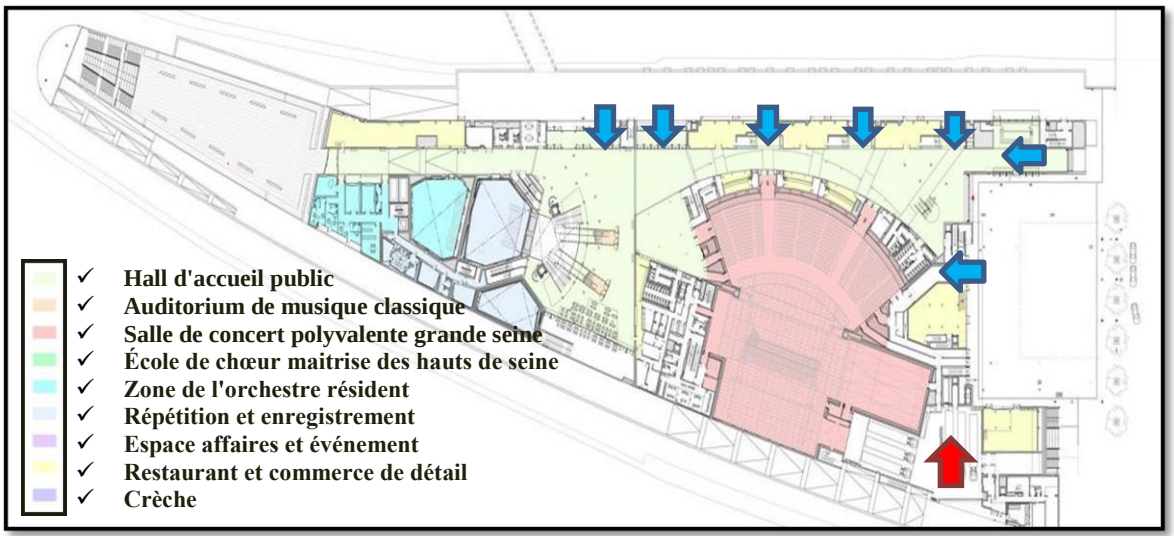


Figure 140 : plan et distribution des espaces de la seine, Source : Google image.

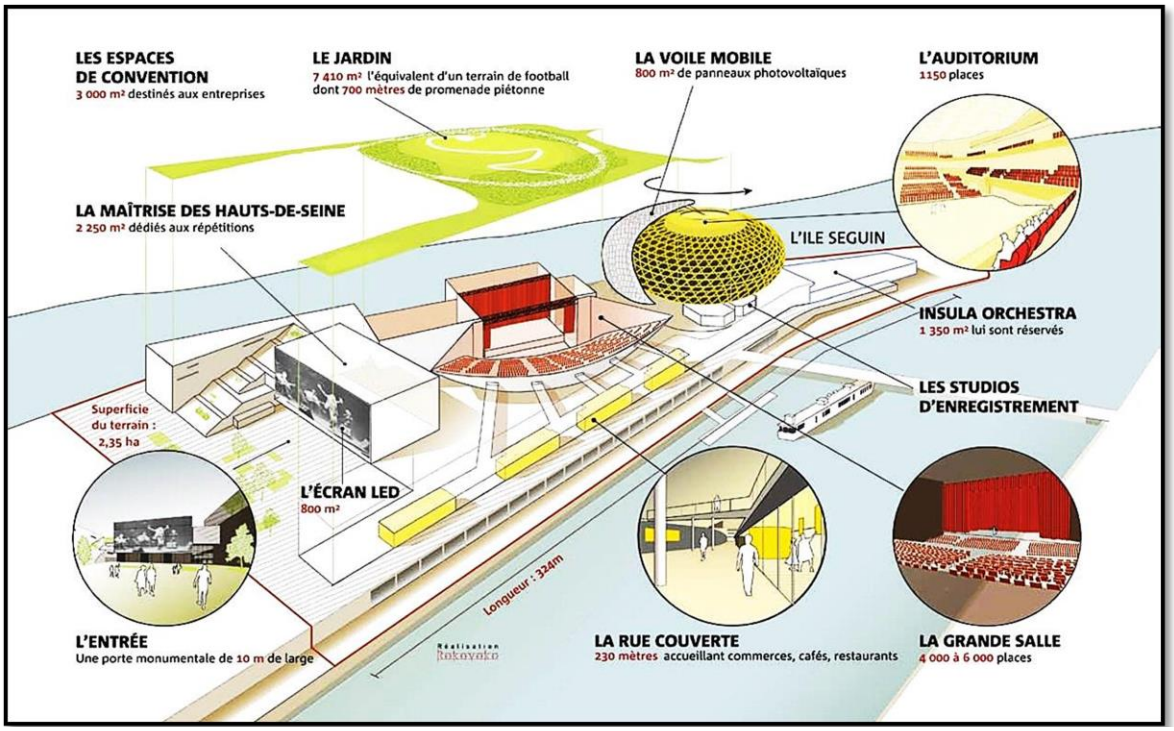


Figure 141 : 3D, programme pour la seine musicale de paris, Source : Google image.

V.2.2 La philharmonie du Paris :

Figure 142 : la philharmonie de Paris, Source : Google image.

V.2.2.1 Présentation et fiche technique :

- ✓ Maitre d'œuvre : architecte Jean Nouvel
- ✓ Ingénieur en structure : Iosis, Aedas
- ✓ Ingénieur acoustique : Harold Marshall, Yasuhisa Toyota, Studio DAP
- ✓ Ingénieur électricien : EGIS
- ✓ Année de Construction : 2010 – 2015
- ✓ Hauteur : 52m
- ✓ Volume : 33.500m3
- ✓ surface de terrain : 19800 m²
- ✓ Capacité : 2400 places.

Conçue telle une œuvre d'art par l'architecte Jean Nouvel, la Philharmonie de Paris est équipée d'un auditorium de 2 400 places offrant une visibilité exceptionnelle. Pour preuve, le spectateur le plus éloigné est installé à seulement 32 mètres du chef d'orchestre ! A cet édifice s'ajoute la Cité de la Musique et le musée de la musique, complétant la programmation de la grande salle

La Philharmonie de Paris a l'ambition de proposer un espace de transmission musicale, mais aussi une ouverture au lien social et à l'échange. Ainsi, en plus de la programmation des concerts, la Philharmonie propose des lieux de restauration et de détente, des espaces de promenades, des temps d'échange et de culture comme la librairie-boutique, et l'organisation de rencontres entre le public et les artistes (Office de Tourisme Site officiel Paris).

V.2.2.2 Situation et implantation :

Situé dans la partie sud-est du parc de la Villette, face à la Grande Halle de la Villette et à côté de la Cité de la musique, le site s'étend sur une surface de 19 800 m² à l'emplacement de l'ancienne gare de Paris-Bestiaux fermée en 1977 dont les terrains ont été rétrocédés par la

SNCF à la Ville de Paris en novembre 1983. Il est délimité à l'est par le boulevard Sérurier et au sud par l'avenue Jean Jaurès dans le 19e arrondissement de Paris.

52 mètres de haut, la Philharmonie de Paris est une étape importante dans la partie nord de la ville. Il est également un point qui sert de guide dans le Parc de la Villette, mais au lieu d'essayer de dominer le site, le bâtiment est intégré dans le contexte urbain et architectural par échange avec d'autres architectes de la place, Christian de Portzamparc avec ville de musique et Bernard Tschumi avec le Conservatoire et ses célèbres « Folies » (Nouvel, 2015)

.

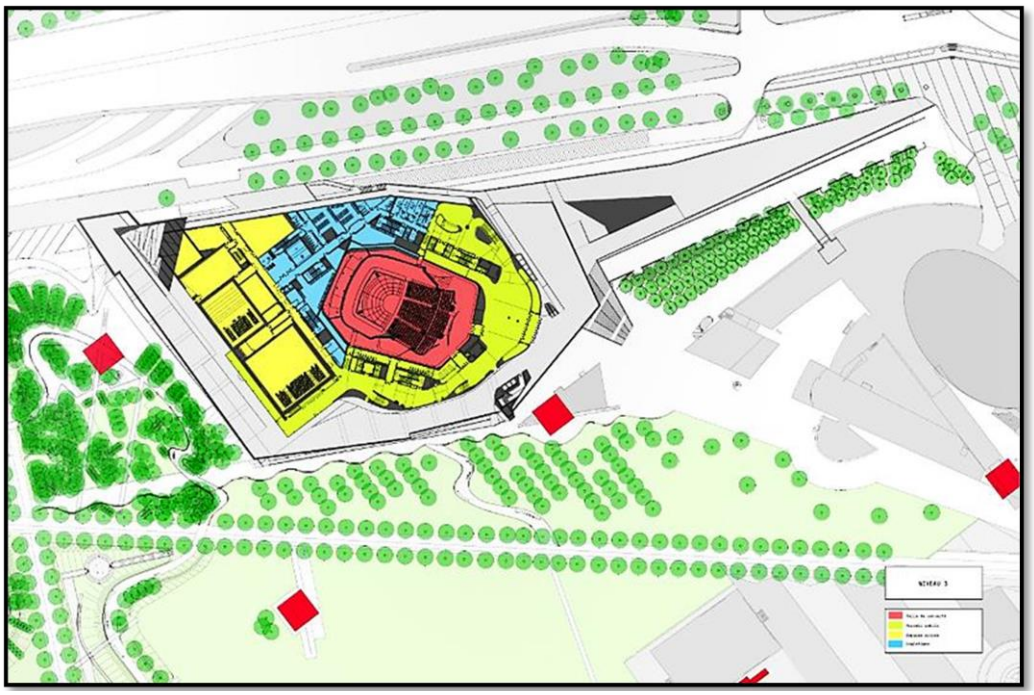


Figure 143 : le plan de masse de la philharmonie, source : Google image.

V.2.2.3 Accessibilité (GAILLARD, 2012):

La philharmonie est accessible principalement depuis le boulevard Sérurier comme un accès mécanique et un accès piéton sur l'ave- jean –Jaurès, et parmi les modes de transport :

- ***Transports en commun :*** métro (lignes 5 et 7), bus (lignes 75, 151 et 684), noctuélien (N13, N41, N45, N140), RER (ligne E), tramway (ligne T3) dont la mise en service est prévue en 2012.
- ***Voiture :*** la Philharmonie possédera son propre parking (600 places) avec un accès aisé au périphérique et au boulevard Sérurier en complément des parkings déjà existants de la Cité de la musique (348 places) et de la Cité des sciences (2 000 places).
- ***Taxi :*** une nouvelle station de taxis sur le boulevard Sérurier sera créée 1 en complément de celle qui existe déjà avenue Jean-Jaurès. Service d'autobus : la Philharmonie de Paris mettra gratuitement à la disposition de ses spectateurs un service de bus/navettes.
- ***À pied ou en vélo :*** les alentours de la Philharmonie offrent un cadre agréable pour ces modes de transport. Nombreux points de stationnement deux-roues et stations vélib's. De Bastille au Centre national de la danse de Pantin, les berges des canaux offrent un cheminement protégé aux piétons et aux cyclistes.

- ***En bateau :*** le Conseil général de Seine-Saint-Denis organise chaque été des navettes fluviales. Deux sociétés (Canaux rama et Paris Canal) proposent des croisières desservant le site de la Philharmonie.
- ***Accès prioritaire :*** les véhicules adaptés aux personnes handicapées accèdent au parvis et déposent les spectateurs à proximité immédiate de l'entrée principale.

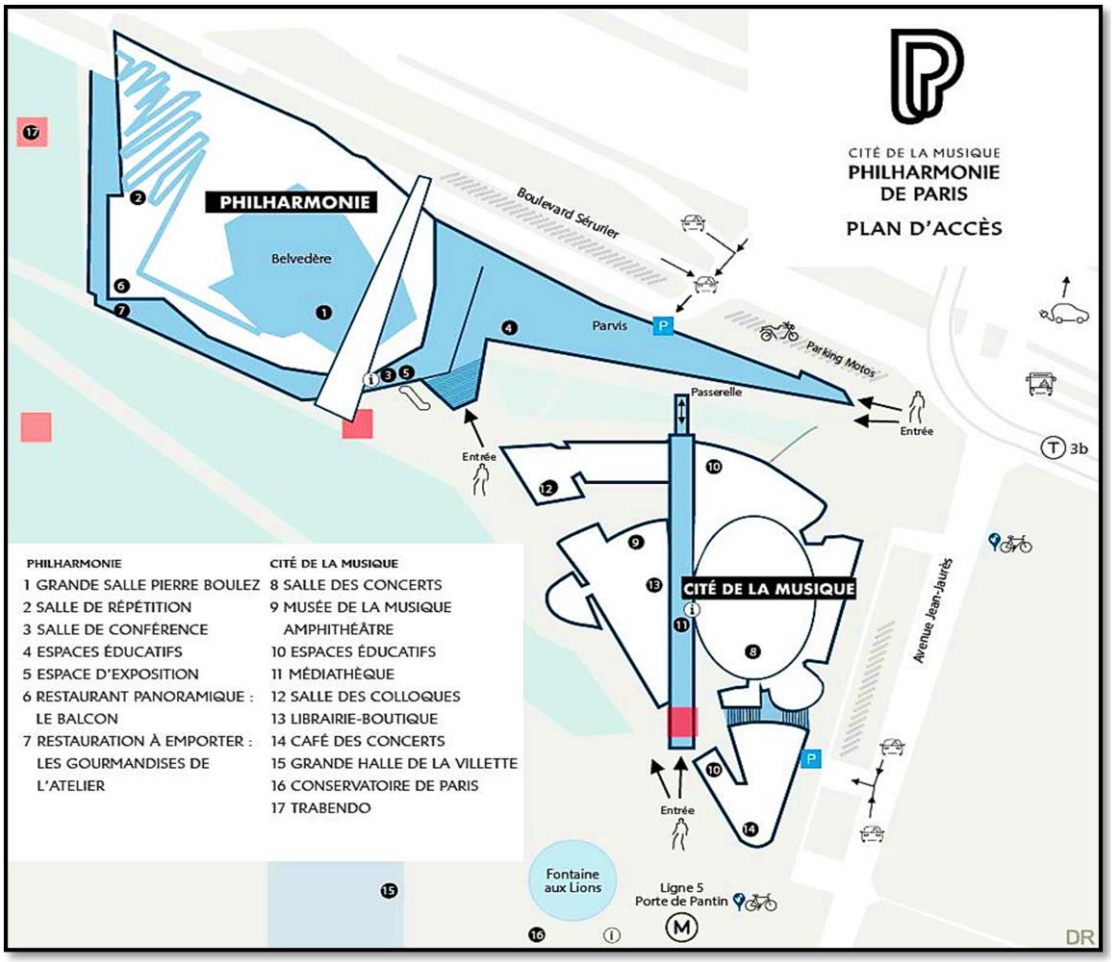


Figure 144 : l'accessibilité et les espaces, philharmonie de Paris, Source : Google image.

V.2.2.4 Esquisse et idée conceptuelle :

Le projet est entré dans la concurrence en Jean Nouvel pour ce nouveau bâtiment a été le vainqueur. Une roche comme la construction, avec l'air de la colline qui monte du Parc de la Villette, la Philharmonie 1, propose des moyens novateurs. Ses formes en aluminium brillant spirale embrasser la centrale contraste de la salle de concert pour entourer et angles mat élégant recouvert de mosaïques d'oiseaux dans différentes nuances de gris (Nouvel, 2015).

V.2.2.5 Enveloppe et façade :

L'enveloppe : *Les oiseaux :* La couverture de la Philharmonie de Paris se compose de 340 000 oiseaux, répartis en 7 formes différentes et quatre teintes allant du gris clair au noir. Près de 265 000 oiseaux en tôle d'aluminium sont posés en bardage sur les façades pour figurer un grand envol. Les 65 000 oiseaux restants, conçus en fonte d'aluminium et fixés sur un contreparement de granit, habillent le parvis de la Philharmonie, la rampe d'accès ainsi qu'une partie de la toiture acoustique de la Grande salle (LAURENT , 2014).

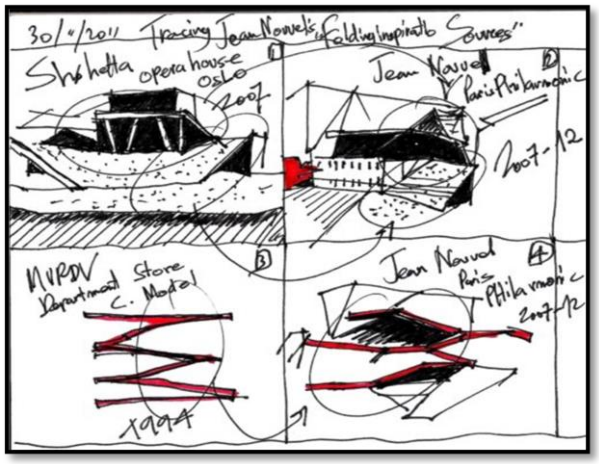


Figure 145 : idée conceptuelle, Source : Google image.

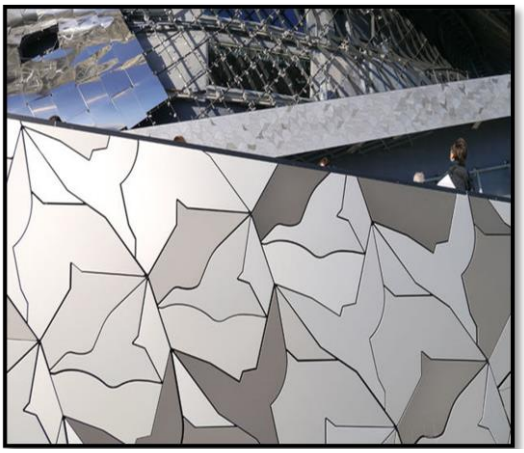


Figure 146 : les oiseaux, Source : Google image.

Pour la façade : plus de huit milles oiseaux de fonte d'alliage d'aluminium recouvre la façade de la philharmonie constituée de quatre teintes de plus clair au plus foncé. Et le revêtement de sol par d'alliage d'aluminium fixe a une plaque de granit.

Matériaux : en dehors de la salle de concert est presque entièrement en aluminium, les attaques en acier inoxydable dans le milieu. Le revêtement d'aluminium métallique dans certains cas, des pièces moulées individuelles 340.000 comprennent sept formes et quatre teintes de gris oiseaux en forme de mat. couleurs gris allant du presque noir au gris très clair, contrastant avec l'enveloppe extérieure de la salle de concert. Extérieur étages répètent les mêmes formes et les nuances d'oiseaux, mais les carreaux.

La rampe est réalisée en béton armé. Les murs intérieurs de la grande salle montrent également en béton armé. Dans sa construction de 3500 tonnes d'acier et 50,000m3 du béton ont été utilisés (Nouvel, 2015).

Figure 147 : la façade principale de la philharmonie, Source : Google image.

V.2.2.6 Structure et géométrie :

La structure monumentale de la salle de concert a été conçue pour briser l'assemblage en sous-ensembles et composants simples mais uniques, en particulier:

- ✓ Le «nuage» flottante balcons dans la chambre et ne sont liés par des points discrets.
- ✓ 100 m de l'écran géant vertical emblématique et externe de long et 50 m de haut.
- ✓ Le toit de l'immeuble qui agit comme une barrière sonore et la plate-forme de visualisation pour l'eau de pluie et la collecte publique.

- ✓ Le stade peut accueillir toute orchestre, encore plus imposante. La chambre dispose d'un organe Rieger, 15 mètres de haut et 20 mètres de large, spécialement conçu pour le répertoire symphonique.

Le bâtiment dispose d'une géométrie très complexe, à la fois extérieurement et intérieurement et dans sa conception de la structure, combinant des structures en béton armé et métal, pour ce qu'ils ont dû adapter différents systèmes et éléments de grande spécificité et de la complexité. En particulier, la conception et l'analyse des connexions uniques avec des géométries et des configurations inhabituelles, comme le processus de construction du « Ecran », une pièce unique avec une travée centrale de 60 mètres et un surplomb de 25 mètres, tourner à étudier et surveiller le comportement des tests de charge dynamique de la structure. La structure angulaire de l'édifice se dresse 52m. Les ingénieurs ont utilisé un logiciel de BIM basée sur l'analyse package Hergos et le modèle Tekla est utilisé conjointement pour accéder à la géométrie et la conception des charges (Nouvel, 2015).

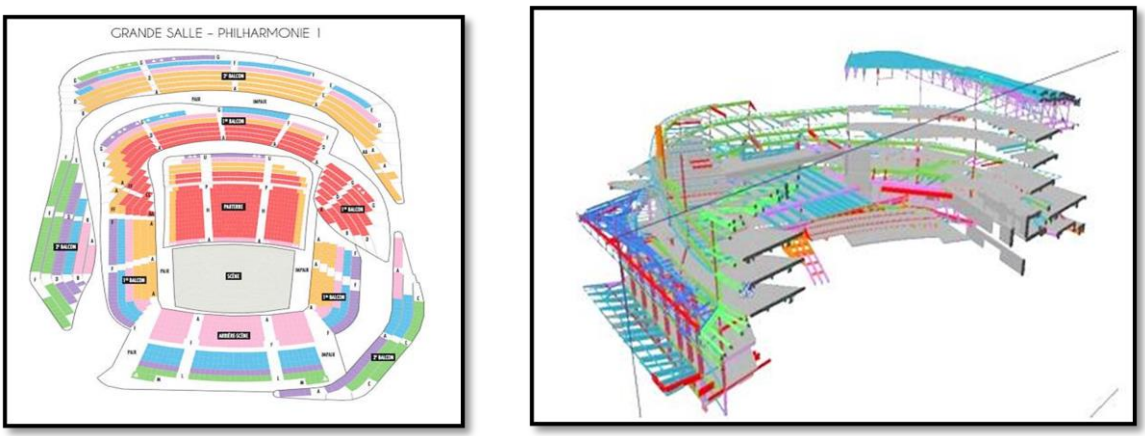


Figure 148 : une géométrie et structure complexe de la philharmonie, source : Google image.

V.2.2.7 description de la grande salle de spectacle :

La Grande salle de la Philharmonie invente un nouveau modèle, celui d'une salle enveloppante modulable et aérienne. La salle est une composition de deux chambres nichées l'une dans l'autre – une chambre intérieure flottante contenant l'audience qui crée l'intimité visuelle et acoustique entre l'audience et les musiciens, et un espace extérieur avec sa propre présence acoustique et architecturale. Une innovation à la fois architecturale, scénographique et acoustique. L'architecte Jean Nouvel et l'acousticien principal de la salle, sa capacité est 2.400 sièges (LAURENT , 2014).

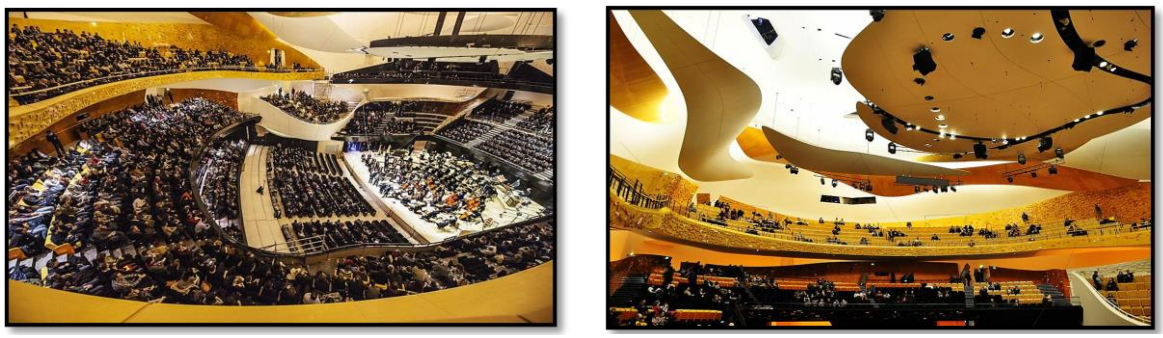


Figure 149 : la salle de spectacle flottante nuageuse, Source : Google image.

V.2.2.8 Traitement acoustique :

La solution se trouve dans un système audacieux de balcons flottants qui créent un espace intime et un volume extérieur qui allonge la réverbération. Ce nouveau modèle unit réflexions latérales, son direct et réverbération et aboutit à une haute clarté et transparence et une réverbération chaleureuse. Les réflecteurs en nuages suspendus, les murs arrière des balcons, les murs du parterre... Tous contribuent à l'enveloppement par réflexions latérales. Aucune des surfaces n'a été laissée à l'arbitraire (LAURENT , 2014).

Le son se développe ainsi harmonieusement dans un vaste volume acoustique (30 500 m3) grâce à des matériaux choisis et traités afin de multiplier réflexions et renvois mais aussi grâce à un système de balcons en porte-à-faux et de nuages. L'enveloppe "cyclorama volumétrique" reçoit également des éclairages choisis en fonction du répertoire.

Un autre exploit acoustique, d'un genre différent, mais non moins remarquable, est d'avoir atteint l'insonorisation de la chambre contre le bruit à l'extérieur, ce qui est considérable compte tenu de la localisation de la Philharmonie, près du boulevard Sérurier la route Périphérique (BTP architects , 2015).

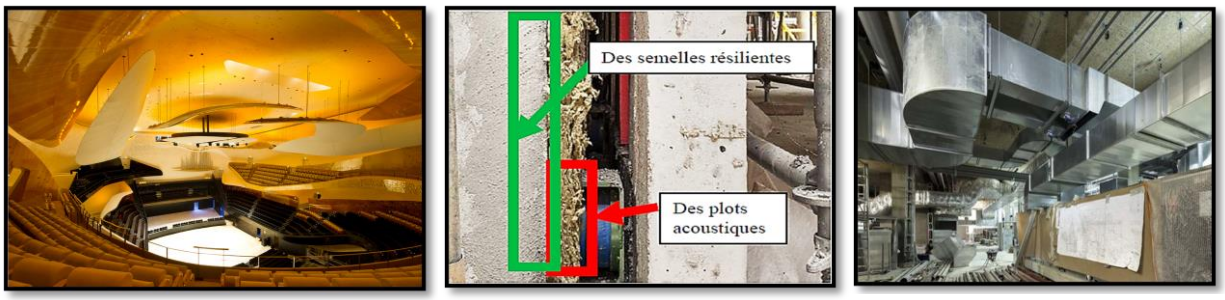


Figure 150 : technique d'isolation et correction acoustique, Source : (BTP architects , 2015)

V.2.2.9 Le programme :

Figure 151 : 3D de la philharmonie de Paris, Source : Google image.

La Philharmonie est conçue comme un lieu de vie. Ses divers espaces accueillent aussi bien des fonctions éducatives orientées vers la pratique collective, des usages ludiques et conviviaux – zones de déambulation, salle d'exposition, café, restaurant, etc. – que des besoins professionnels avec pas moins de cinq salles de répétition dont la plus importante sera accessible au public. Au cœur du dispositif se situe la salle symphonique de 2 400 places, exceptionnelle par son design, son ergonomie et son acoustique. Cet équipement forme un complexe unifié avec l'actuelle Cité de la musique, conçue par Christian de Portzamparc, incluant deux salles de 900 et 250 places, un musée de la musique et une médiathèque.

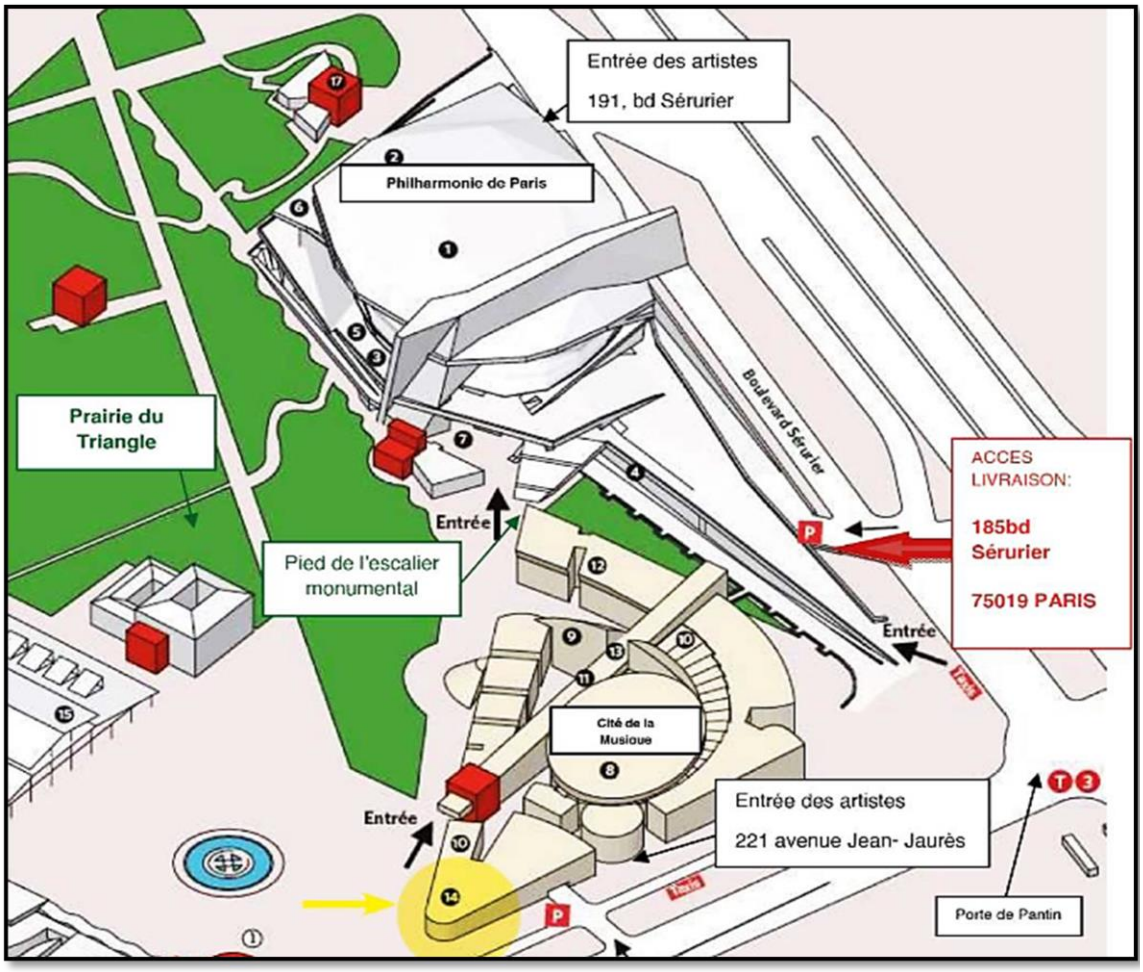


Figure 152 : la distribution des espaces dans la philharmonie, Source : Google image.

Philharmonie 01 :

1- grande salle pierre boulez
2- salle de répétition
3- salle de conférence
4- espace éducatif
5- espace d'exposition temporaire
6- restaurant panoramique
7- bar/ cafétéria

Philharmonie 02 :

8- salle de concert
9- musée de la music et amphithéâtre
10 - espace éducatif
11- médiathèque
12- salle de colloque
13- librairie – boutique
14 - café des concerts
15 - grande hall de la villette
16- conservatoire
17- triabendo

Donc le programme :

Programme de la philharmonie		
Espace	**Sous espace**	**Surface unitaire**
Salle de concert	volume d'air/spectateur	13 m3
	surface au sol	2 200 m²
	hauteur sous plafond	22 m
	distance chef d'orchestre/dernier spectateur	32 m
	foyers répartis	4 300 m²
Salle de conférence	salle de conférence/petit concert	capacité : 200 places
Pôle éducatif	salle d'éveil à la musique n°1	65 m² 30 élèves + 2 enseignants
	salle d'éveil à la musique n°2	35 m² 15 élèves + 1 enseignant
	salle de cours n°1	42 m² 15 élèves + 1 enseignant
	salle de cours n°2	70 m² 30 élèves + 2 enseignants
	salle de pratique collective n°1	125 m2 60 élèves + 2 enseignants
	salle de pratique collective n°2	100 m
	salle de pratique collective n°3/4	80 m²30 élèves + 2 enseignants
	salle de pratique collective n°5	40 m²15 élèves + 1 enseignant
	5 salles de pratique instrumentale individuelle	10 m²
	1 studio	25 m² 2 élèves + 1 technicien
	1 salle de cours/réunion	22 m²
Expositions	espaces de présentation	800 m²
	1 grande salle d'exposition temporaire	/
	1 salle de diffusion sonore	/
Services	restaurant d'entreprise (nivo. 1)	200 places
	restaurant (nivo. 6)	150 places
	1 café (nivo. 0)	80 places
	8 bars répartis dans les foyers	/
	1 boutique	130 m²
	grand salon de réception	1 000 m²
	autres salons	337 m²
Locaux administratifs	• bureaux de la Philharmonie de Paris • bureaux des orchestres	1 600 m²
Espaces extérieurs	la grotte	4 900 m²
	kiosque à musique, bassins avec murs d'eau	/
	le jardin Pantin une surface végétalisée	1 600 m² 99 nouveaux sujets plantés répartis en 57 peupliers argentés et 42 saules blancs
	mur végétal Serrurier	70 ml planté d'hydrangeas

Tableau 11 : le programme de la philharmonie de Paris

V.2.3 Le zénith de Constantine

Figure 153 : photos du zénith de Constantine, Source : Google image.

V.2.3.1 Présentation et fiche technique :

- ✓ ***La nature de projet :*** infrastructure
- ✓ ***Maitre d'œuvre :*** CCDI et BET Naceri
- ✓ ***Maitre d'ouvrage :*** la direction des équipements public de Constantine
- ✓ ***Architectes concepteurs :*** Liu Hui Ptw
- ✓ ***Date d'inscription de projet :*** 2012
- ✓ ***Date de construction :*** 2013/2015
- ✓ ***Superficie de la parcelle :*** 68000 m2
- ✓ ***Nombre de niveau :*** R+3 12 blocs
- ✓ ***Capacité :*** 3000 places.
- ✓ ***Structure :*** structure tridimensionnelle

Première du genre en Algérie, cette salle d'une capacité de 3.000 places, réalisée à la cité Zouaghi, sur les hauteurs d'Ain El Bey, donne à admirer une silhouette imposante qui séduit au premier coup d'œil avec sa façade entièrement vitrée et sa couverture d'aluminium en pente (nawel, 2015).

V.2.3.2 Situation et implantation :

Figure 154 : plan de masse, Source : Site web.

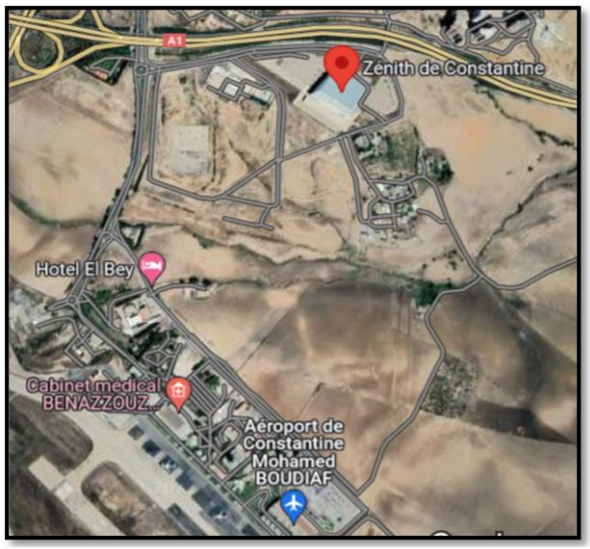


Figure 155 : situation de zénith de Constantine, Source : Google Earth.

Il est situé à la cité Zouaghi, sur les hauteurs d'Ain El Bey, près de l'aéroport et de l'autoroute Est-Ouest (DIB & BEDJAOUI, 2018/2019, p. 75).

V.2.3.3 Description du projet :

Le zénith de Constantine est une structure-phare de la manifestation « Constantine, Capitale 2015 de la culture arabe ».le première de ce genre en Algérie.

L'opéra Zénith de Constantine est un lieu historique qui relie le développement de l'Algérie au XXIe siècle à ses traditions indigènes et à sa riche culture.

Le concept du projet se compose de trois grands plans horizontaux qui s'assoient dans une harmonie contrastée avec la topographie environnante. La forme générale de la structure crée un espace public généreux sur trois niveaux qui émergent du sol, créant une forme qui correspond à la position du lieu en tant que haut lieu culturel en Afrique.

Le bâtiment dispose d'une grande salle de musique zénithale, pour un maximum de 3 000 spectateurs, équipée des normes techniques les plus élevées. Il a été conçu comme un espace flexible capable de s'adapter à différentes fonctions et capacités. Il y a deux autres théâtres, chacun pouvant accueillir respectivement 150 et 300 personnes. En conséquence, le nouveau bâtiment est un lieu non seulement de performance artistique, mais qui peut soutenir de nombreux autres événements (CCDI as Architects, 2015).

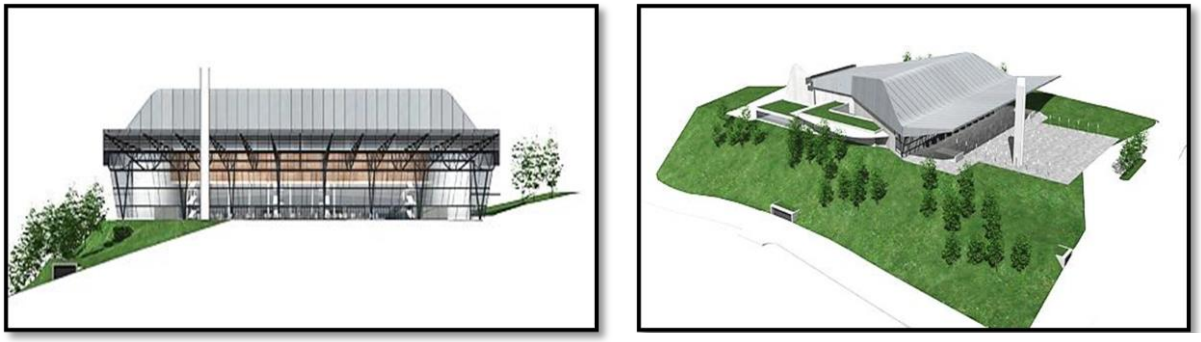


Figure 156 : des perspectives du zénith de Constantine, Source : (BTP architects , 2015)

V.2.3.4 Structure (DIB & BEDJAOUI, 2018/2019, p. 76):

Il donne une silhouette imposante qui séduit au premier coup d'œil avec sa façade entièrement vitrée et sa couverture d'aluminium en pente.

- ✓ La structure de l'ensemble est métallique.
- ✓ Une toiture en acier est recouverte d'Aluminium.

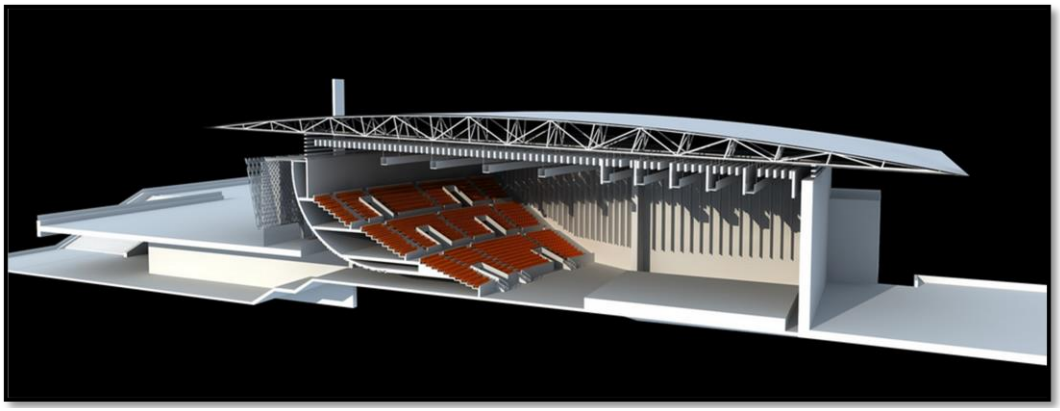


Figure 157 : la structure du zénith, source : (BTP architects , 2015).

V.2.3.5 L'intérieur du zénith :

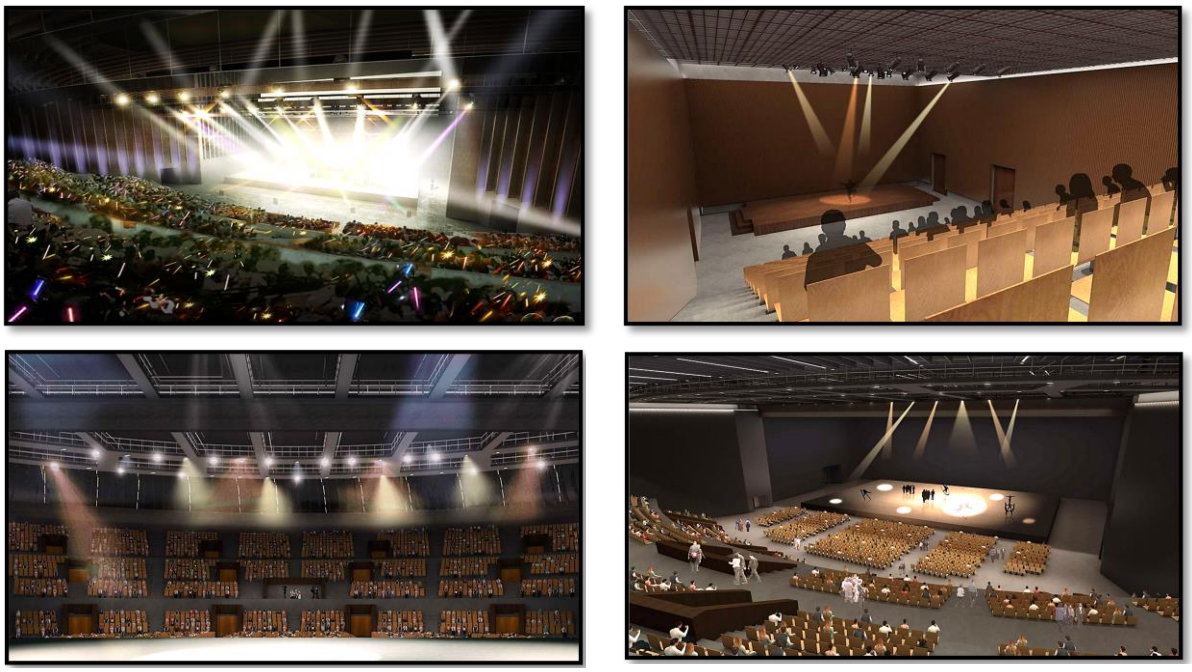


Figure 158 : photos de l'intérieur du zénith, Source : (BTP architects , 2015)

Utilisation de la lumière naturelle comme concept pour la création des effets d'illusions et de la création d'un espace vivant et dynamiques à travers les traitements de la façade ...exemples les percée ... les débordements les moucharabiehs ...pour offrir un espace sensoriel et contrôler l'intensité de lumière.

V.2.3.6 La façade :

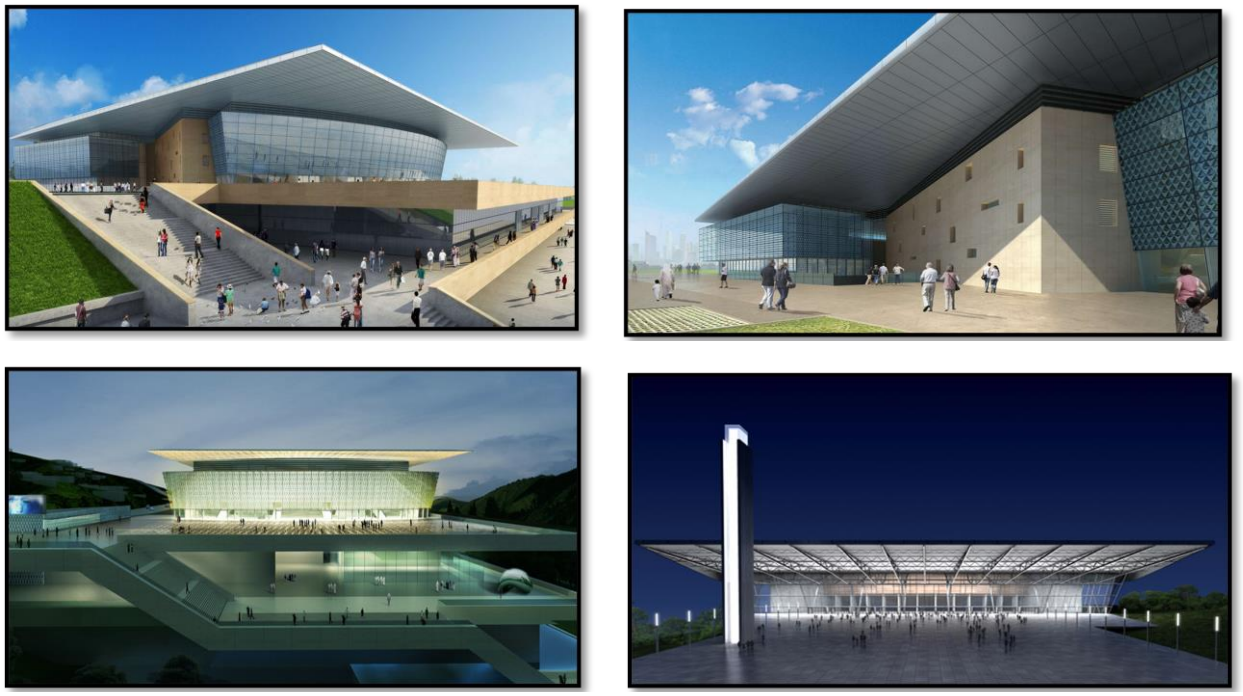


Figure 159 : les quatre façades du zénith, Source : (BTP architects , 2015)

V.2.3.7 Le programme et les plans :

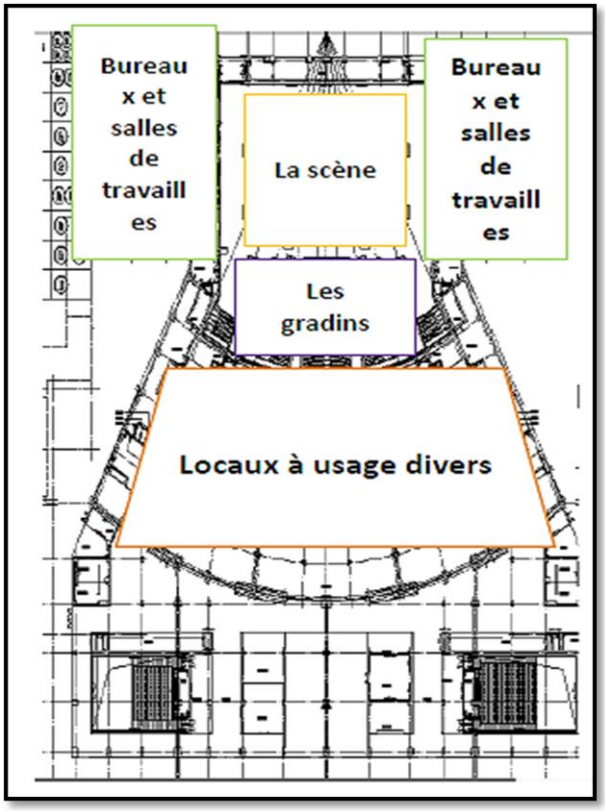


Figure 160 : plan RDC.

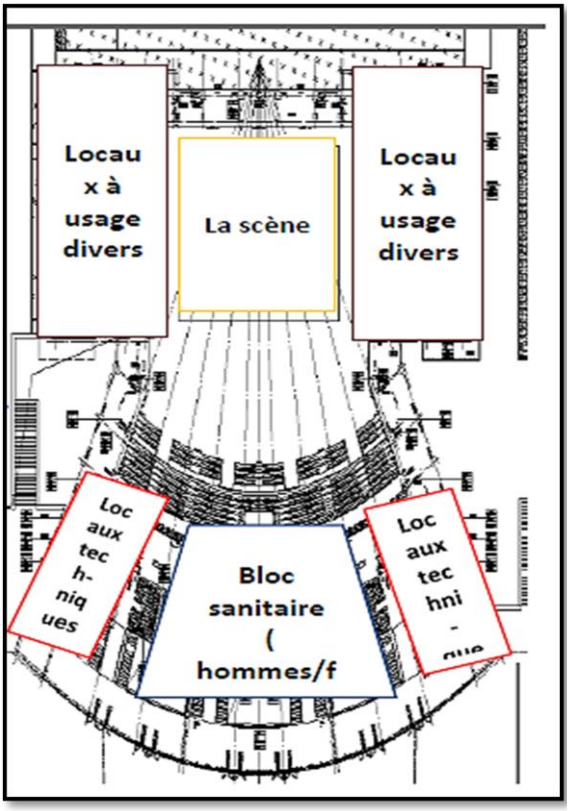


Figure 161 : 1er étage.

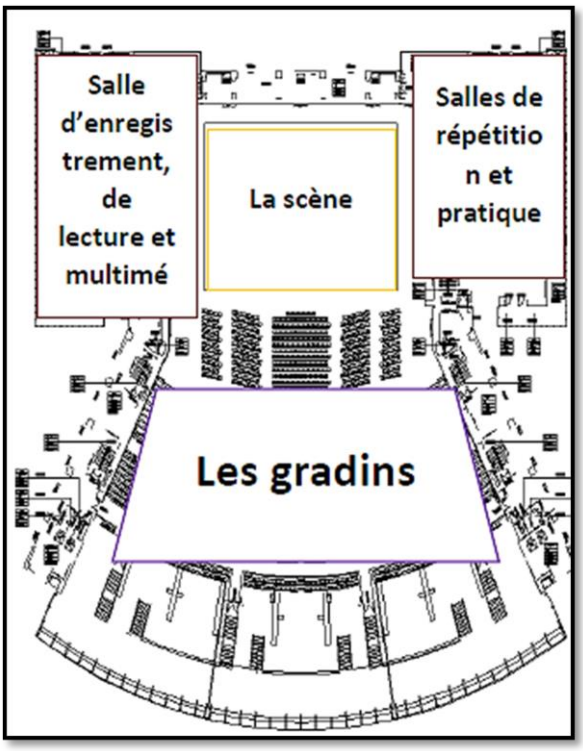


Figure 162 : 2ème étage.

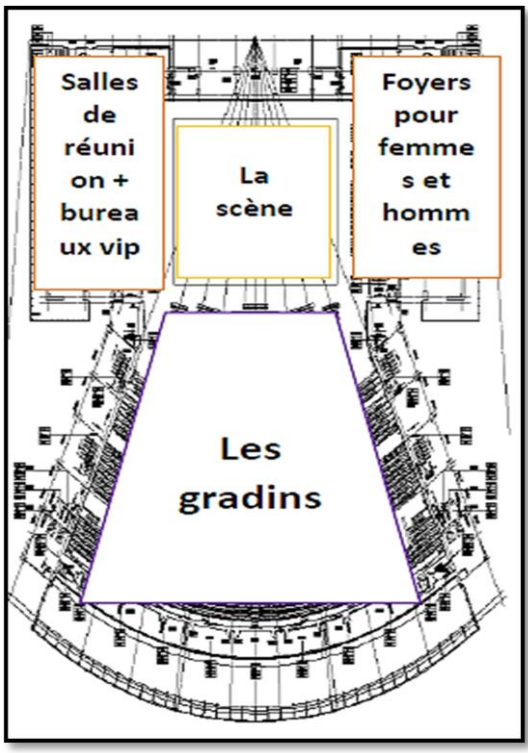


Figure 163 : 3ème étage.

Espace	Surface
La grande salle de spectacle	3000 places
La scène	600 m2
Salle mitoyenne 01	300 places
Salle mitoyenne 02	150 places
Espace d'exposition	2400 m2
Une galerie permanente	1400m2

Tableau 12 : programme du zénith de Constantine.

Espace	Sous espaces
L'espace artiste	✓ Loges vedettes, loges de groupes ✓ Une salle de répétition modulable ✓ Une salle multimédia ✓ Deux studios d'enregistrement
L'espace de consommation	✓ Des comptoirs de vente pour les spectateurs ✓ Locaux de services
L'espace administratif	✓ Des bureaux
L'espace technique	✓ Locaux technique ✓ Les parkings

Tableau 13 : les sous espace du zénith.

SYNTHESE DES EXEMPLES :

✓ ***Pour l'implantation :***

- L'opéra doit être placée au centre-ville, qu'elle que soit la ville nouvelle ou bien ancien, et être à proximité d'installations qui ont le même rôle et la même fonction.
- Les accès sont séparés, la voie publique principale est en liaison direct avec le projet, mais les voie piétonne et mécanique sont situées au niveau de la façade arrière.
- La présence des parkings du plusieurs types et vocations
- Il n'a pas de projet d'opéra intégrés sans espace public frontale donc la présence d'une place ou une placette aménager est primordiale.

✓ ***L'organisation de la salle :***

- La forme en fer à cheval est parfaite pour assurer une bonne visibilité aux spectateurs.
- Des espaces ouverts aux larges publics dotés de fonctions dynamiques qui s'intègrent à la vie quotidienne et se répartissent autour la salle.
- La séparation des flux de circulation pour les spectateurs et les personnels.
- Les salles de spectacle sont capables d'accueillir les différents arts de la scène (scène modifiable).

✓ ***La programmation :***

- Pour la fonction d'échange et expression on a : la grande salle de spectacle, auditorium, les salles mitoyennes.
- Pour la fonction d'exposition on a des espaces d'exposition temporaire et permanente.
- Pour les fonctions d'animation on a le commerce ; la formation.
- Pour la fonction de gestion et coordination on a des bureaux administratifs, des salles de réunions.

✓ ***Structure :***

- La structure est légère souvent métallique en association avec des systèmes en bois ou en béton armé.

V.3. L'OPERA DEFINITION, ROLE ET FONCTIONS :

V.3.1 Définition :

Un opéra est une œuvre musicale destinée à être chantée sur une scène. Ce type d'œuvre appartient à la musique classique, moderne ou contemporaine ; c'est une forme de théâtre musical occidental.

L'œuvre , chantée par des interprètes possédant un registre vocal déterminé en fonction du rôle et accompagnés par un orchestre, parfois symphonique, parfois de chambre, parfois dédié exclusivement au seul répertoire d'opéra, est constituée d'un livret mis en musique sous forme d'airs, de récitatifs, de chœurs, d'intermèdes souvent précédés d'une ouverture, et parfois agrémentée de ballets (M I N I S T E R E D E L A C U L T U R E, 2008, p. 164).

V.3.2 Rôle de l'opéra : (M I N I S T E R E D E L A C U L T U R E, 2008) :

- ✓ De créer l'environnement le plus favorable possible au développement et à l'exécution de concerts spectacles ainsi que de projets artistiques de musiciens et de groupes nationaux et internationaux.
- ✓ De favoriser les rencontres entre public et artistes dans un espace convivial, de contribuer au rayonnement culturel d'un pays au-delà de ses frontières.
- ✓ De faciliter les processus d'émergence et de création artistique musicale par des formules adaptées de diffusion, de production, d'accompagnement et de formation.
- ✓ De contribuer au niveau national et international à la professionnalisation des artistes et des acteurs du secteur ainsi qu'à leur insertion dans le circuit professionnel.
- ✓ de contribuer à l'intégration des nouvelles technologies de l'information et de la communication en tant qu'outils de création artistique et outils de diffusion de programmes culturels.

V.3.3 Les fonctions (ABDERRAHIM & BOUMEDIENNE, 2016/2017, p. 105)

- **Fonctions principales :**

"Accueil et orientation : fonction qui permettre de recevoir informer et orienter les spectateurs et les usagers.

Echange et expression : la fonction dominante de la salle, peut recevoir des animations culturelles consacrées aux spectacles sur scènes (théâtre, dance, musique).

Animation et exposition : une fonction de revenu attractif, de publication et de découverte des différents propriétés culturels.

Formation et enseignement : la fonction a pour objectif de recenser et faire connaitre l'histoire artistique et architecturale**".**

- **Fonction secondaires :**

"***Loisirs et distraction :*** des espaces de restauration et de consommation établis en espace de repos et pour rendre l'équipement rentable, on trouve des locaux commerciaux qui proposent des produits en relation avec l'art de la scène.

Gestion et coordination : cette fonction garantis la gestion, l'ordonnance et la direction des autres structures qui composent l'équipement : administration, sécurité et gestion.

Technique : la fonction unis les activités de la maintenance, les locaux de climatisation et de chauffages.

Stationnement : espaces pour les voitures des spectateurs et les personnels".

V.3.4 Les usagers :

- ✓ Le public : les spectateurs, les invités, les visiteurs.
- ✓ Le personnel spécialisé : artistes, musiciens, comédiens.
- ✓ Administrateurs : le directeur, secrétaire, comptable.
- ✓ Personnels de coordination et d'entretien : programmateurs, techniciens.
- ✓ Les journalistes
- ✓ Personnel culturaliste (intellectuels)
- ✓ Les artistes, écrivain poètes
- ✓ Les ambassadeurs

V.3.5 Les objectifs :

- ✓ Pour accueillir des spectacles ; des manifestations culturalistes.
- ✓ L'affirmation d'identité culturelle Algérienne et favoriser le développement sous toutes ces formes‹ et la Défini pour les étrangers‹
- ✓ Pour constituer un réel lieu de vie, et d'animation des expositions pour donner une valeur culturelle.
- ✓ pour que les artistes disposent d'un lieu pour mettent en scènes des artiste devant les spectateurs.

V.3.6 Echelle d'appartenance et capacité d'accueil :

D' après le document de « normalisation des infrastructures et équipements culturelle en Algérie » et le « schéma directeur sectoriel des biens et services et des grands équipements culturels » aussi les exemples thématiques traités. On a limité l'appartenance d'une salle de spectacle multifonctionnelle à : l'échelle de la ville.

Classification par catégorie: (classement selon l'effectif maximal admissible dans l'équipement). Pour l'application du règlement de sécurité. Les établissements recevant du public sont classés en deux groupes :

Le premier groupe comprend les établissements de la 1ère 2ème, 3ème et 4ème catégorie.

Catégorie	*Effectif du public*
01	Plus de 3000 1500 à 3000
02	701 à 1500
03	301 à 700
04	du seuil de la 4e catégorie à 300

- La capacité de notre projet sera inscrite dans la deuxième catégorie de 700 à 1500 places.

V.4. LE PROGRAMME DE BASE :

Espaces	Surface / m2
I. Entité : activité accueil	
✓ Halle d'entrée	600 m2
✓ Points de rencontre	100 m2
✓ Dégagement et exposition	200 m2
✓ Billetterie	200 m2
✓ Bureau information / renseignement	50 m2
✓ Accueil spécifique (handicapées, les groupes organisés, les journalistes et les retardataires)	500 m2 /
✓ Vestiaires	600 m2
✓ Sanitaires	500 m2
✓ Objets trouves	25 m2
✓ Infirmier	25 m2
✓ Cafeteria	250 m2
✓ Ponts de vente	300 m2
✓ Locaux techniques	400 m2
Total	**6000 m2**
II. Entité : activité opéra	
A. Accueil des artistes et des techniciens :	
✓ Responsable artistique	120 m2
✓ Artistes solistes	140 m2
✓ Cœurs et danseurs	550 m2
✓ Figurants	280 m2
✓ Habillage et maquillage	80 m2
✓ Musiciens	330 m2
✓ Personnel technique	340 m2
Totale	**2200 m2**
B. Répétition :	
✓ Théâtre	850 m2
✓ Musique	850 m2
✓ Chant	300 m2
✓ Dance	600 m2
Totale	**3000 m2**
C. Espaces scéniques : salle de spectacle	6000 m2
✓ Scène principale et annexes	2000 m2
✓ Espaces de spectateurs	1300 m2
✓ Balcons	390 m2
✓ Salle modulable	260 m2
✓ Logs d'artistes	350 m2
✓ Vestiaires pour les personnels	50 m2
✓ Fosse d'orchestre	120 m2
✓ Proscénium	120 m2
✓ Arrière scène	150 m2

✓ Vestiaires ✓ Les régis : son, éclairage, projection ✓ Salle de projection ✓ Exposition permanentes et temporaires	50 m2 30 m2 500 m2 680 m2
Totale	**6000 m2**
D. Atelier de décors : ✓ Menuiserie ✓ Peinture ✓ Serrurerie ✓ Couture ✓ Atelier polyvalent ✓ Magasin pour accessoires ✓ Magasins de décor ✓ Magasin de costumes	/ 600 m2 600 m2 400 m2 600 m2 300 m2 600 m2 200 m2 1000 m2
Totale	**7000 m2**
Entité : congrès (ambassadeurs)	
a) Accueil des officiels : ✓ Parking couvert ✓ Hall d'entrée ✓ Salon présidentiel ✓ Salon ministériel ✓ Cafétéria ✓ Vestiaires / toilettes ✓ Bureau protocole de sécurité ✓ Accueil spécifique ✓ Salle de repos	/ 300 m2 200 m2 150 m2 200 m2 200 m2 200 m2 100 m2 300 m2 50 m2
Totale	**2000 m2**
b) Locaux spécifiques : ✓ Salles des commissions ✓ Bureaux pour les commissions ✓ Locaux pour la presse	/ 1500 m2 200 m2 300 m2
Totale	**2000 m2**
III. Administration et gestion et locaux technique	
a. Administration et gestion : ✓ Direction générale ✓ Réception et secrétariat ✓ Bureau directeur ✓ Salle d'archive ✓ Salle de réunion ✓ Administration ✓ Finance et comptabilité ✓ Service technique ✓ Moyens généraux ✓ Ateliers de reproduction ✓ Sanitaires	/ 400 m2 30 m2 30 m2 32 m2 40 m2 50 m2 50 m2 200 m2 100 m2 400 m2 30 m2

Totale	**1500 m2**
b. Locaux technique :	200 m2
✓ Atelier de maintenance	300 m2
✓ Logements d'astreinte	3000 m2
✓ Electricité	35 m2
✓ Chauffage	35 m2
✓ Reserve d'eau et protection incendie	35 m2
✓ Locaux d'entretien	400 m2
Totale	**4500 m2**
IV. Formation	
✓ Hall d'accueil	110 m2
✓ Comptoir d'orientation	20 m2
✓ Salle de cours (06)	360 m2
✓ Salle de répétition (04)	280 m2
✓ Bureau de professeur (02)	60 m2
✓ Vestiaire	35 m2
✓ Dépôt d'instruments	40 m2
✓ Sanitaires (02)	50 m2
Totale	**1000 m2**
V. Loisirs et distraction	
✓ Restaurant	200 m2
✓ Foyer (02)	120 m2
✓ Comptoir de vente	100 m2
✓ Club de musique	90 m2
✓ Club de plastique	140 m2
✓ Club photographe et vidéothèque	90 m2
✓ Sanitaire	50 m2
Totale	**790 m2**
VI. Stationnement et espaces extérieures	
✓ Espace de stationnement public	3000 m2
✓ Stationnement pour personnels	500 m2
✓ Stationnement pour personnels à mobilité réduite	105 m2
✓ Stationnement pour camions	135 m2
✓ Une grande placette	/
✓ Un jardin	/
Totale	**3740 m2**
Surface totale = 35 990 (36 000) m2 et avec dernière entité = 39 730 m2	
Circulation = 36 000 *30 % = 10 800 m2 donc le totale est : 46 800 m2	

Tableau 14 : programme retenue, Source : l'auteur.

V.5. RECOMMANDATION ARCHITECTURALE (les exigences fonctionnelles et dimensionnelles) d'après (Neufert, 2010)

la salle de spectacle :

- La taille de la salle : le nombre de spectateurs donne la surface totale nécessaire, il faut compter 0.8m² par spectateur pour les spectateurs assis.
- Le volume de la salle : résulte de volume d'air exigible (> 8 m3 par personne).
- Les conditions de vision : La qualité de vision depuis la salle dépend de :
  - Echappée visuelle minimale : 6,0 cm
  - Echappée visuelle moyenne : 12,5 cm
  - Portée visuelle : env. 20-35 m

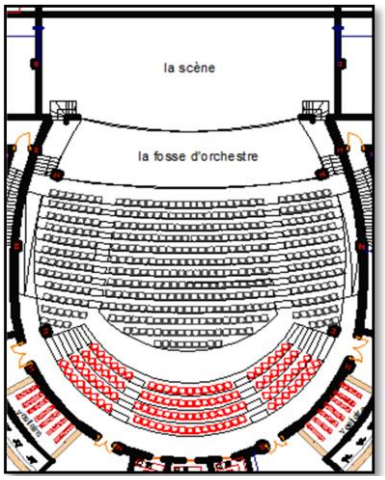
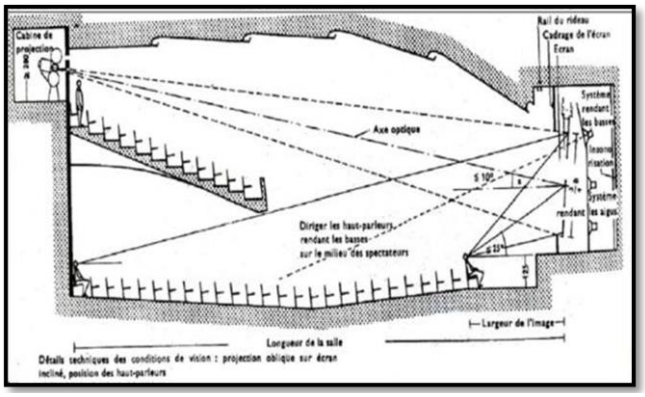


Figure 164 : la salle de spectacle

Source : Neufert



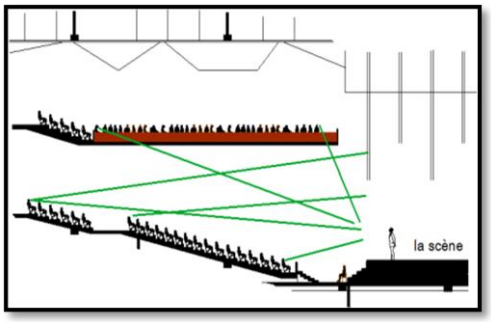


Figure 165 : Norme de l'échappée visuelle, *Source : Neufert.*

la galerie en balcon : hauteur : 5.00 m

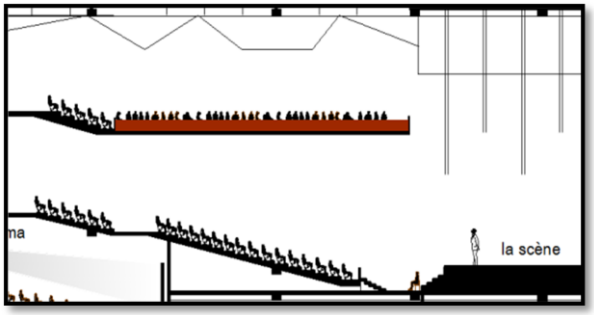
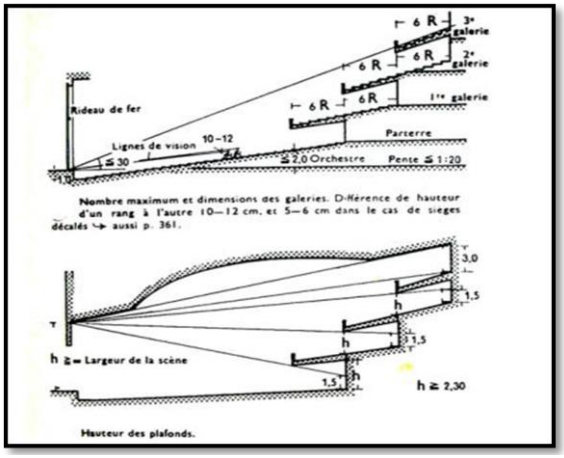


Figure 166 : normes des balcons

Source : Neufert



Issues de secours :

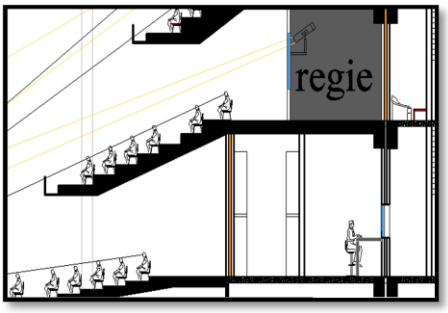
Les salles de spectacles doivent avoir des issues donnant sur l'extérieur. Pour notre cas on 2 issues de secours placés dans les côtés latéraux.

- **Parking :**

On propose un parking à étages, chaque étage est dédié à un usager spécifique avec une place de parking pour quatre places assises.

- **Encombrement :** On compte pour un :
  - ✓ le Hall et l'espace d'exposition 1m²/ personne.
  - ✓ Pour les salles de cinémas et les salles de projection : 0.60 m² par personne.
  - ✓ Foyer 0,8-2,0 m2 par personne sachant que le 70 % du public passe au foyer.
  - ✓ 1 sanitaire pour 75-100 personnes dont 2/ 5 pour hommes, 3/ 5 pour femmes.

- **Cabine de régie :** une surface de 10 à 12 m²à chacune des régies son, éclairage et projection.
- **Cabine de projection:** dimensions de la cabine : Largeur et longueur ≥ 2 m, hauteur ≥ 2,8 m.



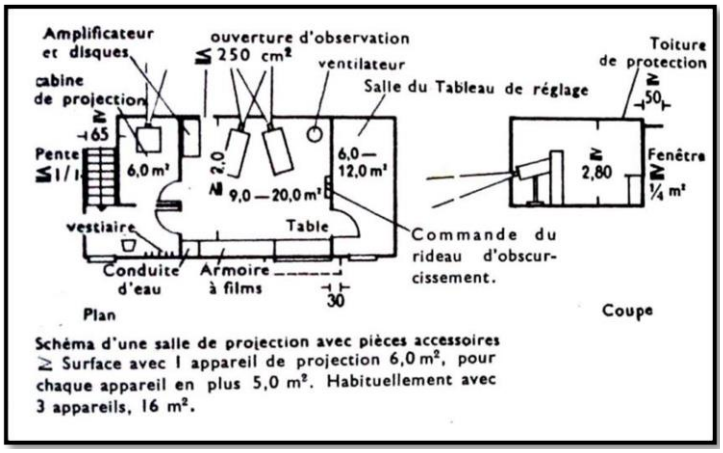
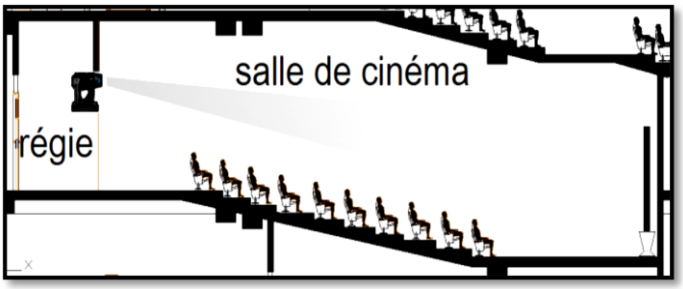


Figure 167 : Cabine de projection, *Source : Neufert*

- **Le plafond :**

Doit être ≥ 2,30 m au-dessus de la dernière rangée de spectateurs elle ne doit recevoir pendant les projections aucune autre lumière.

- **Echappée visuelle*:***
- ✓ Surélever les rangées de sièges de façon que l'arête inférieure de l'écran, soit visible de toutes les places.
- ✓ L'angle du milieu de la dernière rangée jusqu'au coin extérieur de l'image ne doit pas dépasser 38°.



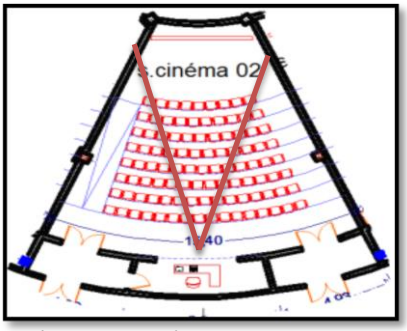


Figure 168 : le plafond, *Source : Neufert* **Figure 169 : l'échappée visuelle, *Source : Neufert.***

Forme de la salle d'opéra :

A la disposition en parterre évoquée ci-dessus s'adjoint un balcon, généralement en fond de salle ou en fer à cheval. Ce balcon obéit au principe du gradinage.

Scène entière : la surfacé de la scène est de plus de 100 m2.Le plancher de la scène est à plus d'un mètre au-dessus de l'ouverture de la scène. Pour ce type de scène, le point essentiel est un rideau de fer de protection, nécessaire pour séparer la scène de la salle de spectacle en cas de danger. Mais le rideau de fer est également une séparation nette entre la scène et la salle de spectacle pour son utilisation.

Petite scène : la surface de base pas plus grande que 100 m2; pas d'agrandissement de la scène (scènes annexes), le plancher de la scène ne dépasse pas 1 m au-dessus de la hauteur du rideau, les petites scènes n'ont pas besoin d'un rideau de fer.

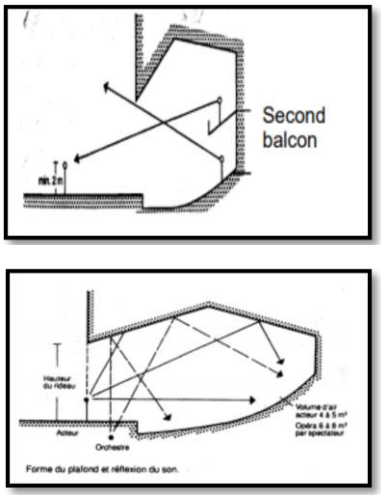


Figure 170 : forme de la salle de spectacle, Source : Neufert.

Espaces de la scène :

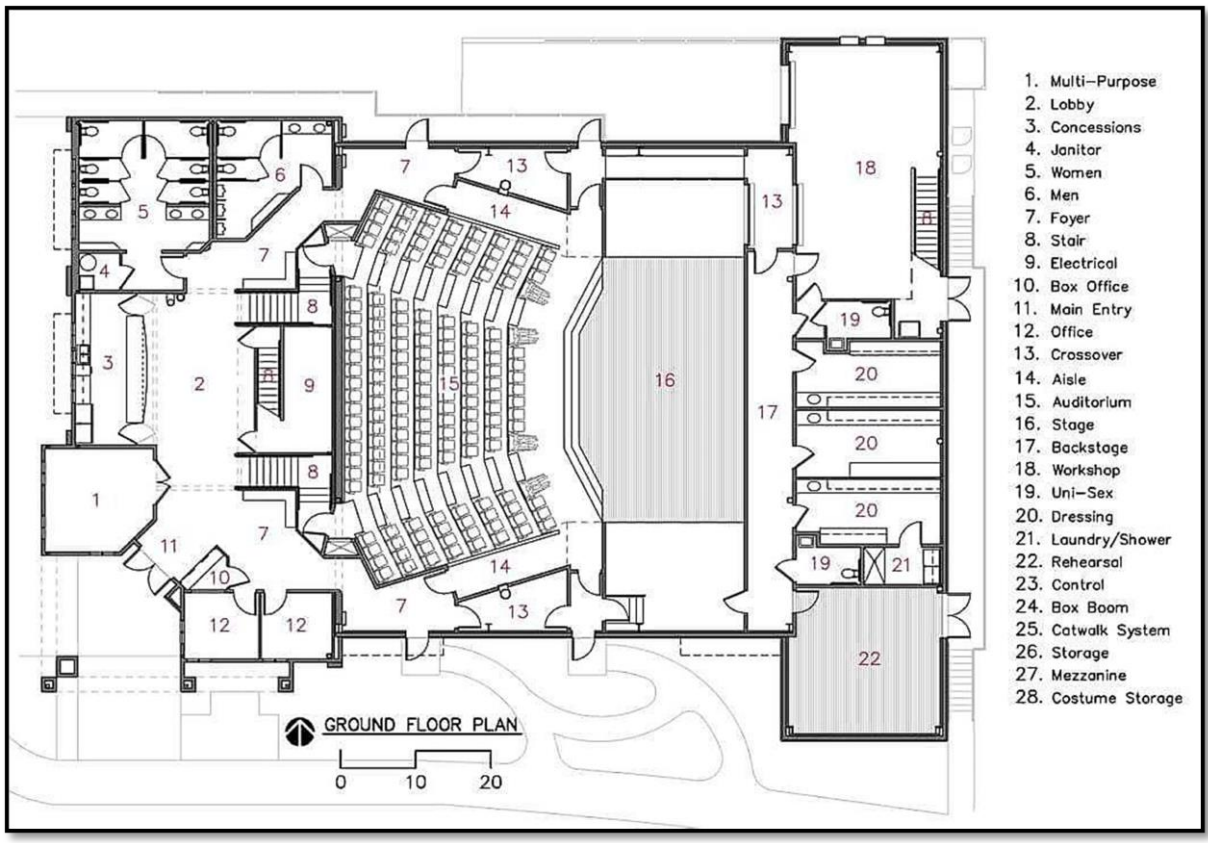


Figure 171 : les espaces autour de la scène, *Source : Google image.*

- **Coupe perspective de la salle :**

Figure 172 : une perspective de la salle d'opéra, ***Source : Google image.***

Conclusion :

Le quartier est défini comme un morceau de ville dont la fonction est de répondre aux attentes des habitants : « C'est un quartier parce qu'il constitue un morceau de la ville dans laquelle il s'inscrit, qu'il sert et sur laquelle il s'appuie ». Il offre à ses habitants dans leur diversité toutes les fonctions de la ville, en matière de logements, d'emploi, d'équipements et d'espaces publics, et de répond à leurs attentes en termes de qualité environnementale et de cadre de vie. L'éco-quartier c'est un concept encore en construction et c'est là tout son intérêt .Il est en réalité l'application à l'échelle locale, du développement durable, biophilie et intelligence, c'est-à-dire une analyse permanente des interactions et des arbitrages à prendre. Il doit contribuer à la durabilité de la ville tous en permettant d'améliorer le bien-être des citoyens et faciliter leur vie quotidienne.

Chapitre VI: l'approche architecturale, le projet

Introduction :

Le choix du site joue un rôle important dans la réussite et l'efficacité du projet, il doit s'inscrire dans le projet urbain et social de la cité, donc l'implantation du projet a vocation culturelle doivent être intégrée en centre-ville pour des raisons de convivialité et d'animation.

La localisation de ce type d'équipement associe un enjeu fondamental dans la mesure où elle crée une réelle animation urbaine, à l'échelle de la commune ou de l'agglomération. Et avant de connaitre l'environnement qui entoure le projet et son contexte, il faut d'abord connaitre le projet et ses composantes :

- ***Le projet :***

"Un projet architectural ou urbain, cela peut être la construction d'un bâtiment, ou un projet urbain. Le projet architectural, c'est par exemple la construction d'un immeuble d'habitation, une résidence étudiante, un établissement d'hébergement de personnes âgées, des bâtiments universitaires, ... Quand un projet urbain, ce sera la création d'un quartier (souvent une ZAC, zone d'aménagement concerté) ou le réaménagement d'un espace public " (Dehan)**.**

- ***L'espace urbain :***

C'est un centre populationnel et le propre paysage des villes. La notion est souvent utilisée comme synonyme de zone urbaine ou de milieu urbain. Il se caractérise par le nombre élevé d'habitants, la forte densité populationnelle, la présence de diverses infrastructures et le développement des secteurs économiques secondaire et tertiaire.

Définit aussi par la composition multiforme d'éléments naturels et artificiels, constitue l'expression visible la plus significative des processus que les activités humaines ont produits dans le temps. Il représente aussi le lieu privilégié où se concentrent en même temps les énergies (physiques, intellectuelles et créatives) et les problématiques (sociales, environnementales et économiques) de la contemporanéité (Morelli, 2012).

- ***L'espace architectural :***

L'espace architecturale naît de la relation entre des objets ou entre des bornes et des plans qui définissent des limites .Ces limites peuvent être plus ou moins explicites, constituer des surfaces formant une frontière sans interruption, ou au contraire, constituer uniquement quelques repères que l'observateur interprète comme limites.

- ***L'espace public :***

Les espaces publics urbains sont les espaces que la ville, par ses creux, met en commun et que reçoivent en partage les habitants et tous ceux qui, pour une raison ou une autre, s'y affairent. Ils sont caractérisés par les rues, places, passages, jardins... ils constituent les éléments fondamentaux de l'espace urbain (Kettaf, 2019, p. 72).

Les six dimensions de la composition urbaine (Kettaf, 2019, p. 74) :

- ✓ La dimension morphologique : maille, ilot, parcellaire réseau, rapport bâti-espace public, retour à l'espace urbain traditionnel et à la rue, modèles d'îlots.
- ✓ La dimension de la perception : sens, perception visuelle et image
- ✓ La dimension visuelle : esthétique, architecture, paysage minéral & végétal
- ✓ La dimension sociale : espace et société
- ✓ La dimension fonctionnelle : espace et activité
- ✓ La dimension temporelle : temps long (histoire) et temps court (saisons, évènements...) Ces dimensions ne sont pas étanches, elles sont inter-liées et s'entrecroisent.

VI.1. RAPPEL SUR LE CONTEXTE :

VI.1.1 Le terrain :

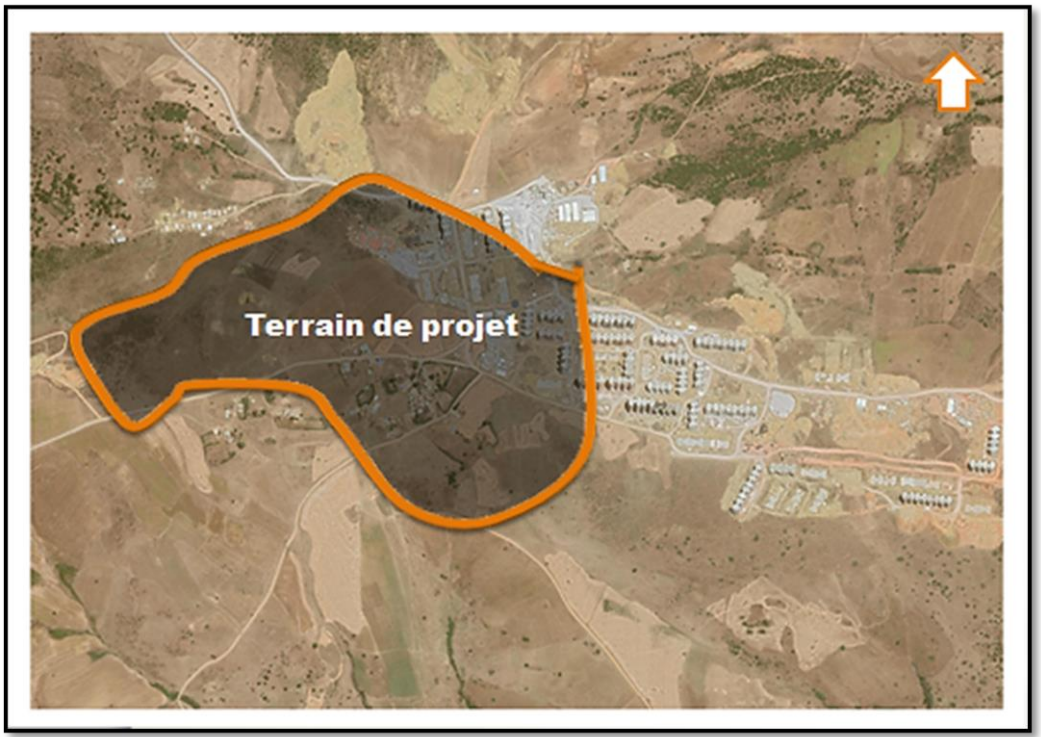


Figure 173 : la forme du terrain de projet, *source : Google Earth.*

Situation : Notre terrain est situé à l'ouest de la nouvelle ville Hdjar el Mangoub.

Forme et morphologie: La forme du terrain irrégulière permet de créer de nouvelles formes fonctionnelles, Superficie: 71,62 ha.

Accessibilité et environnement immédiat :

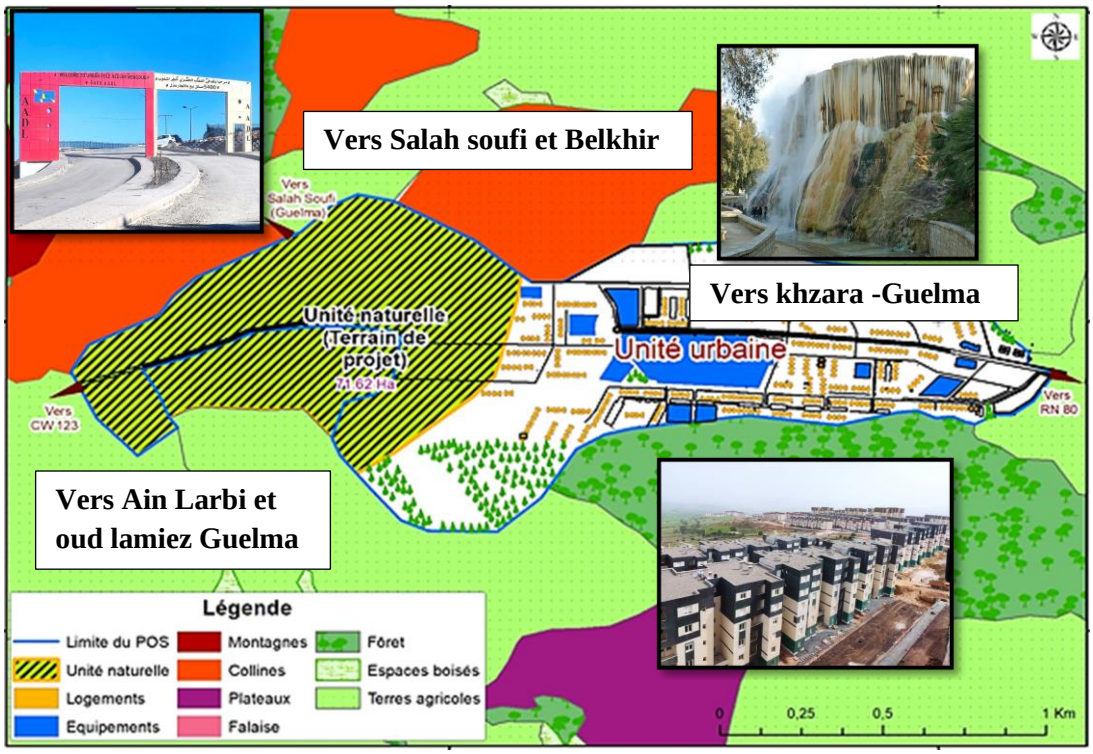


Figure 174: l'accessibilité et l'environnement immédiat Hdjar El Mangoub, Source : l'auteur.

La zone d'étude est accessible depuis deux accès principaux (flux mécanique moyen) :

- ✓ ***Interurbain :*** A l'ouest vers la ville de Guelma par le C.C. reliant la R.N. 80 (est – ouest) le C.W. 123 menant vers Ain Larbi en passant par l'agglomération de Boumaâza Saïd.
- ✓ ***Urbain :*** A l'est à partir de la R.N. 80 vers l'agglomération secondaire Salah soufi et mechtat Bir Ben Saib (khzara) par Hdjar El Mangoub.
- ✓ Au nord-ouest par la route principale menu vers Salah soufi et Belkhir.

L'étude d'ensoleillement et vents dominants :

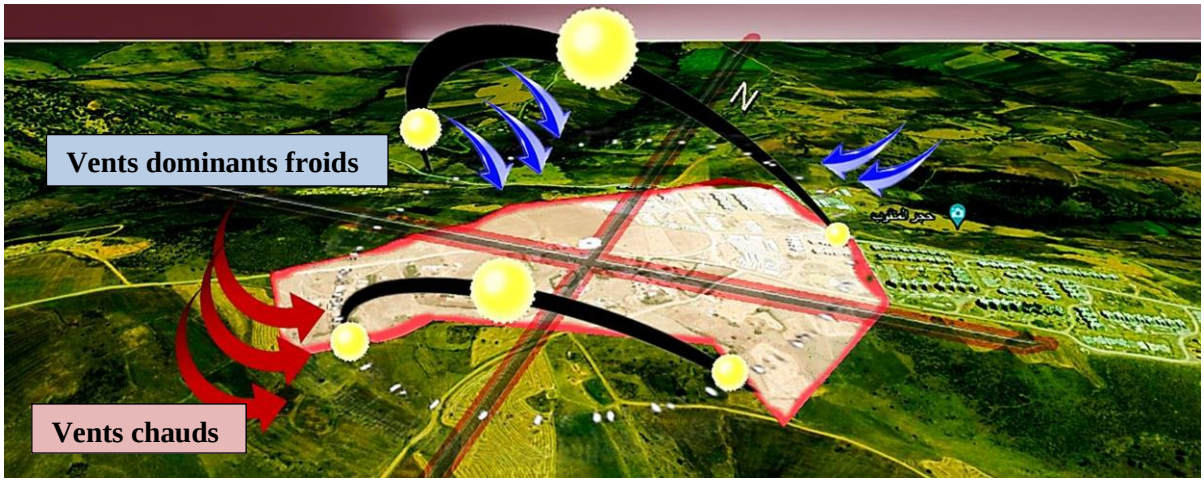


Figure 175 : les vents dominants froids et chauds, le parcoure du soleil dans le terrain, Source : l'auteur.

- ✓ Cette carte représente le parcoure du soleil en été du nord-est au nord-ouest, et en hiver du sud-est au sud-ouest, quant au printemps de l'est à l'ouest.

- ✓ Notre terrain est bien exposé au soleil, dont la grande partie est orienté vers le sud-est, mais en remarque la présence des obstacles (les logements) du coté est qui peuvent gêner les gains solaires

- ✓ Notre terrain aussi exposé aux vents dominants froides viennent du coté nord-ouest et chaudes viennent du côté sud-ouest, et bénéficier des brises d'été viennent du côté nord est.

Analyse topographique :

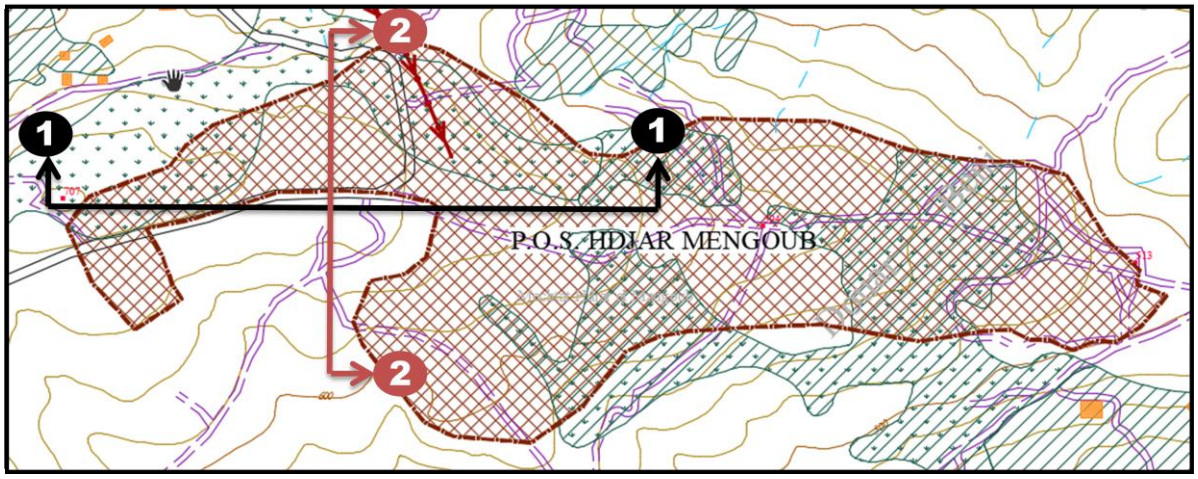
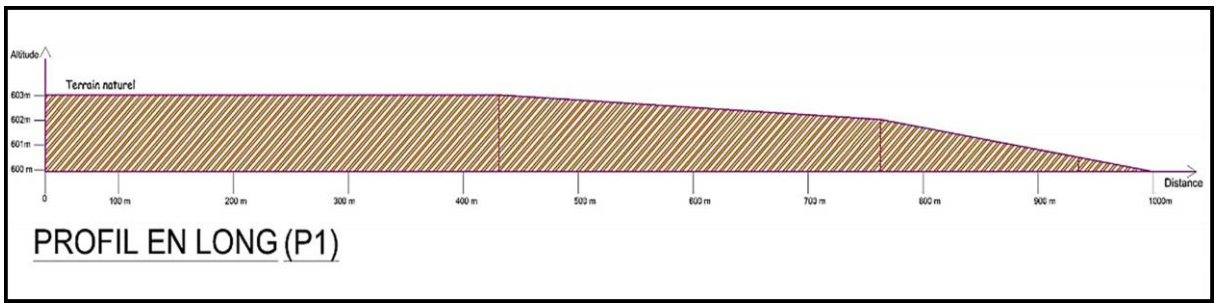


Figure 176 : carte topographiques, les courbes de niveau du terrain, Source : l'auteur.

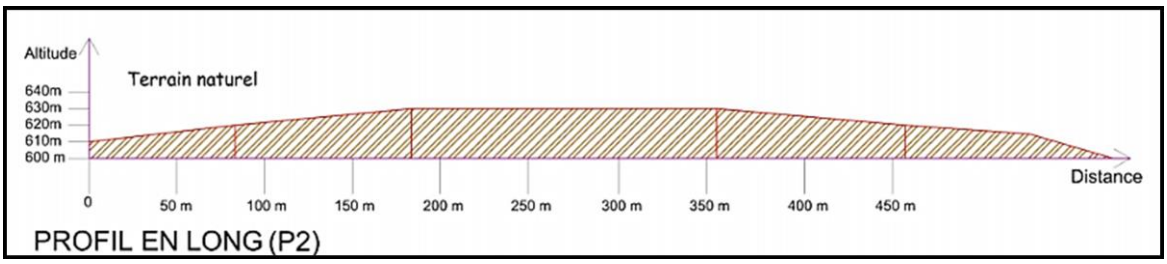
D'après le P.O.S : L'altitude de la zone d'étude est 600 m et on à 03 types de pente :

- ✓ ***Pentes de 5% à 10% :*** Couvre une superficie de 43.44ha, elle se localise dans le Nord West de la zone d'étude.
- ✓ ***Pentes de 10% à 15% :*** Couvre une superficie de 70.58ha, elle se localise au milieu de la zone d'étude Elle permet de réaliser n'importe quel type de projet, mais avec un cout de viabilisation plus important surtout pour les équipements qui nécessitent de grandes surfaces.
- ✓ ***Pentes de 15% à 20% :*** Couvre une superficie de38.81ha, se localise au Nord est au Sud de la zone d'étude. La réalisation des équipements collectifs, des infrastructures diverses nécessite un grand soin et une étude approfondie.

La coupe topographique 1/1 :



- **Coupe topographique 2/2 :**



Donc en peut calculer le pourcentage de la pente selon la loi : il faut diviser le dénivelé (c'est-à-dire la hauteur totale entre le point d'arrivée et le point de départ) avec la distance horizontale du terrain avant de multiplier par 100.

- ✓ Pour la coupe 1/1: le dénivelé est 3 donc (3m/1000 m) 100 = 0,3 %
- ✓ Pour la coupe 2/2: le dénivelé est 20 donc (20m/450 m) 100=4,4 %
- ✓ En peut dire que notre terrain est inclus dans la première catégorie (en considérer notre pente 5%).

VI.2. LA GENESE DU PROJET "SCHEMAS DE PRINCIPE"

VI.2.1 A l'échelle urbaine :

- ***Etape 01 :*** le site Hdjar El Mangoub (l'axe majeur de visibilité, accessibilité).

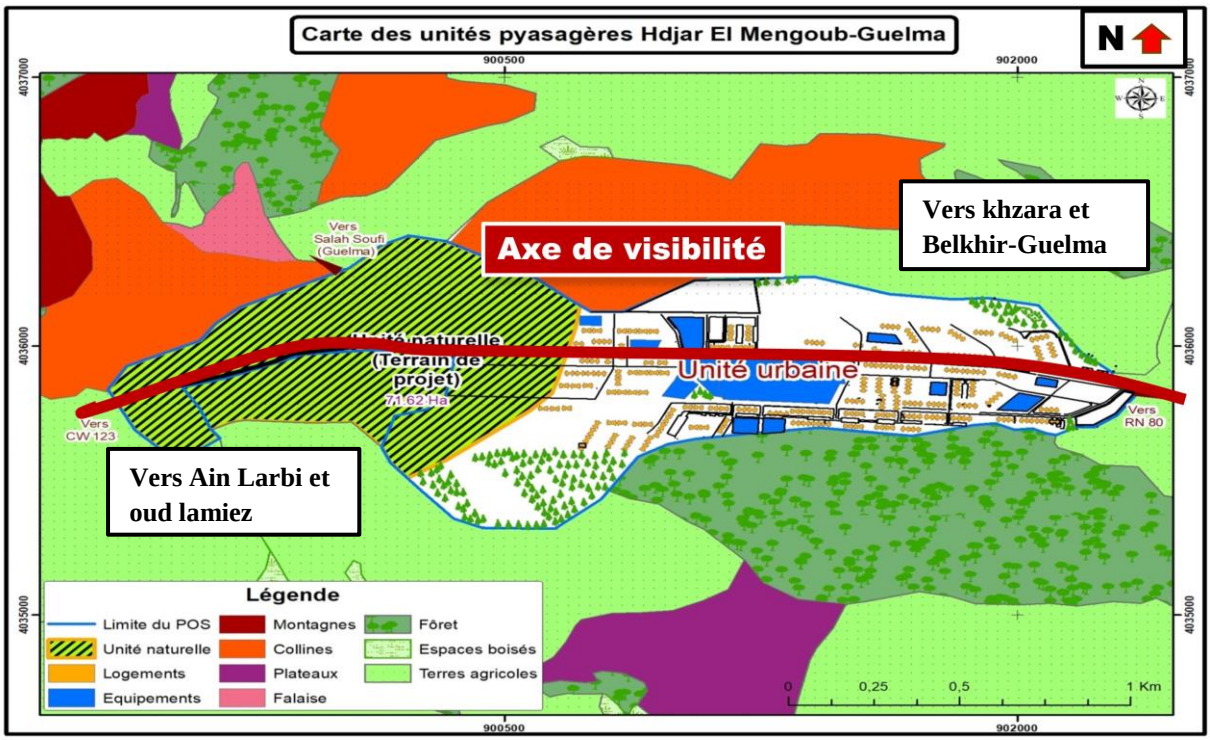
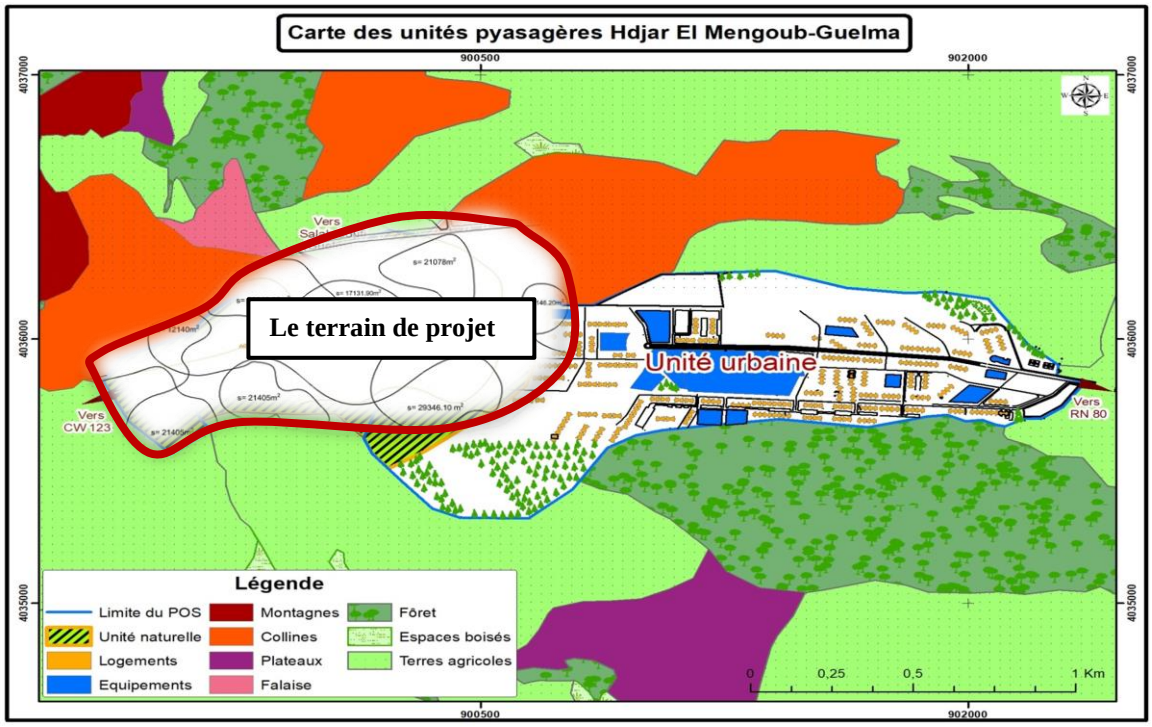


Figure 177 : le site Hdjar El Mangoub (l'axe majeur de visibilité, accessibilité)

- ***Etape 02 :*** le terrain et l'accessibilité.



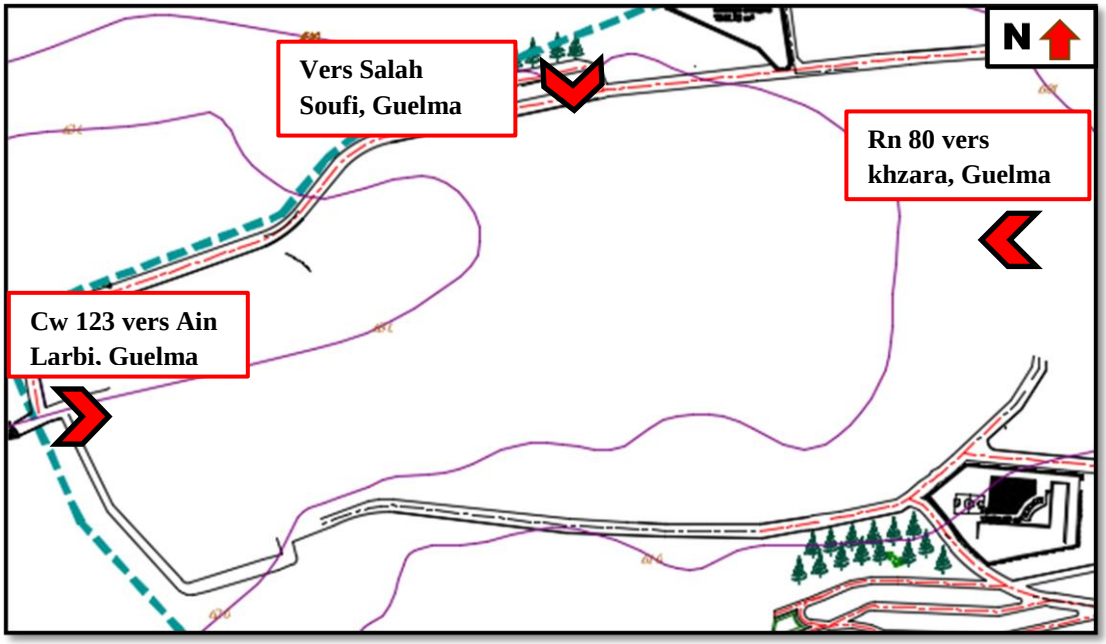


Figure 178 : le terrain et l'accessibilité

- ***Etape 03 :*** l'idée conceptuelle.

Notre source d'inspiration est : les montagnes russes, qui sont des attractions mettant en scène des trains parcourant des trajets sinueux et dénivelés.

<u>But et critères de choix:</u>

- ✓ créer une sensation de **<u>peur</u>**, et à la fois **<u>d'amusement, aventure, suspense, surprise et liberté</u>** chez les passagers
- ✓ Résultat de l'analyse des lignes de forces du paysage.

Figure 179 : les montagnes russes, source d'inspiration, Source : Google image.

- ***Etape 04 :*** le zoning, l'organisation spatiale.

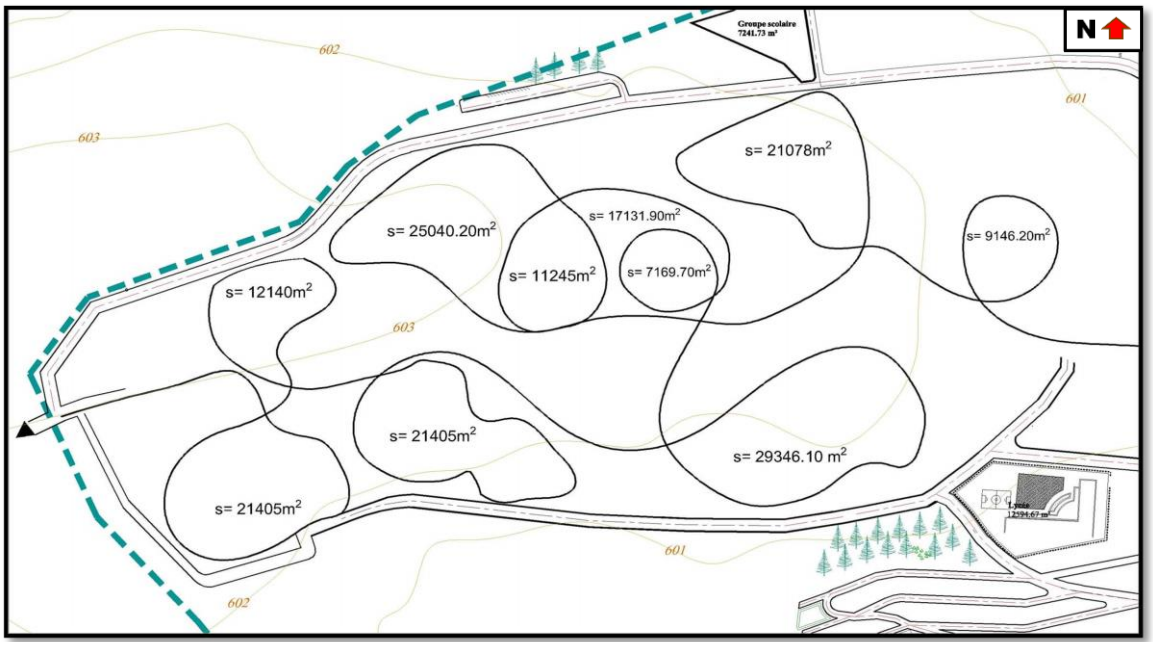


Figure 180 : l'organisation spatiale, zoning

- ***Etape 05 :*** schémas de principe (distribution des entités)

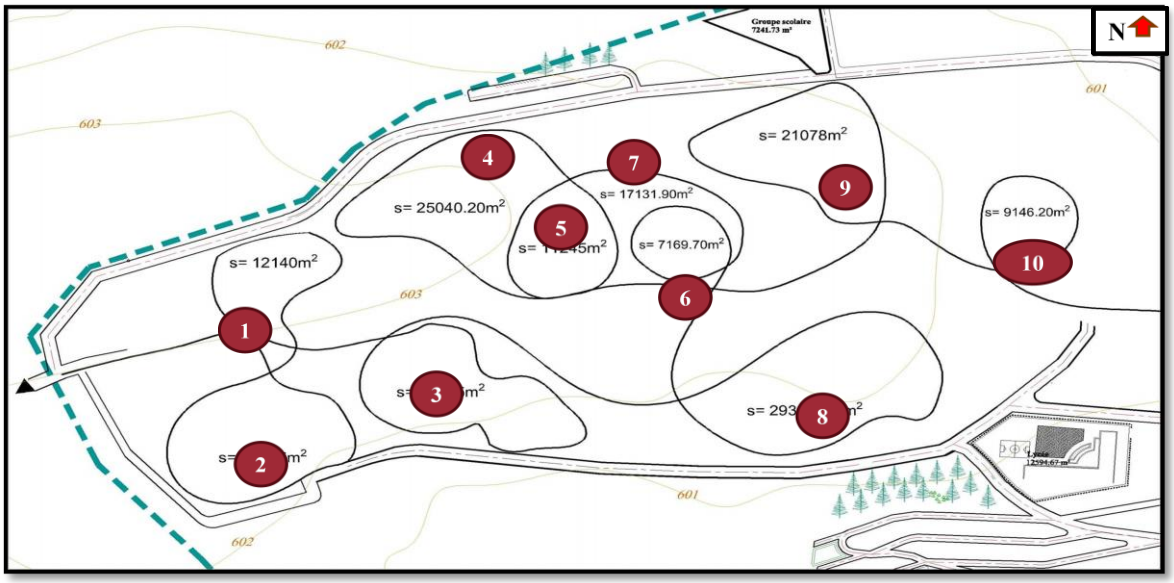


Figure 181 : schémas de principe

1- Parc malle
2- gare routière
3- parc de jeux
4- opéra
5- salle multisports
6- mosquée
7- placette
8- complexe éducatif
9- tours multifonctionnels
10- hôpital

Justification de l'emplacement des entités :

- ✓ *Pour les tours multifonctionnel :* la zone 09, partie haute pour permet la visibilité du paysage environnants des autres côtés, même hauteur avec les montagnes de ce côté.
- ✓ *Opéra :* zone 04 car c'est l'élément d'attractivité de la ville donc il porte la position centrale.
- ✓ *Mosquée :* zone 06 tant que c'est une seule mosquée j'ai fait son emplacement selon l'organisation de la ville islamique toujours position centrale et aussi c'est un point d'appel.
- ✓ *Gare routière :* zone 02 car c'est une source de nuisance sonore et c'est un point de liaison avec la ville de Guelma donc je l'ai mis hors la ville à l'extrémité.
- ✓ *Hôpital :* zone 10 coté est joue le rôle d'un élément charnière qui relier entre la cité dortoir et la nouvelle ville que j'ai créée aussi nécessite le calme et la bonne exposition au soleil, il devrait être proche des anciens et des nouveaux résidents.
- ✓ *la placette :* zone 07 position centrale aussi qui regroupes les différentes fonctions nécessaire.
- ✓ *Parc malle:* zone 01 généralement située à l'extrémité, hors la ville mais aussi proche de la population villageoise.
- ✓ *Complexe éducatif :* la zone 08 côté sud vue la grande surface, pour profiter du soleil, et aussi distance égale de proximité avec les tours et les logements existants.
- ✓ *Parc de jeux :* zone 03 côté sud pour profiter du soleil et position proche par rapport au complexe éducatifs et aux tours.
- ✓ *Salle multi-sport :* zone 05 : vue que les tours dont pour les fonctions de travail et d'hébergement donc un équipement sportif peut améliorer la santé et réduire le stress.

- ***Etape 06 :*** justification de la conception
  - ✓ **La façade : lignes de force du paysage**

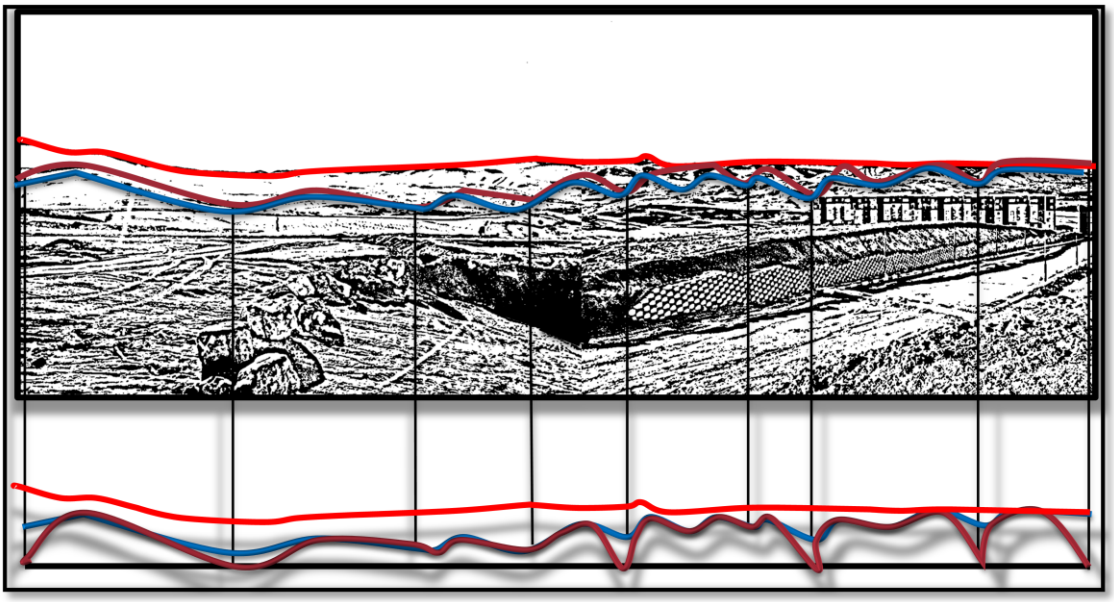


Figure 182 : la façade par les lignes de force du paysage

- ✓ **La façade : les montagnes russes**

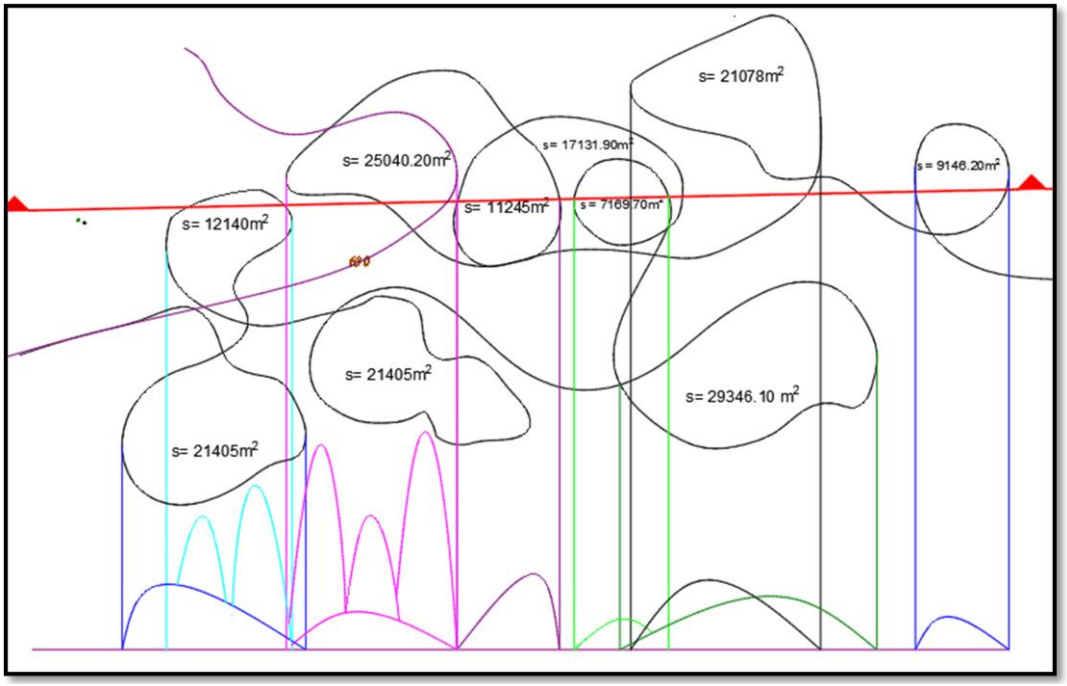
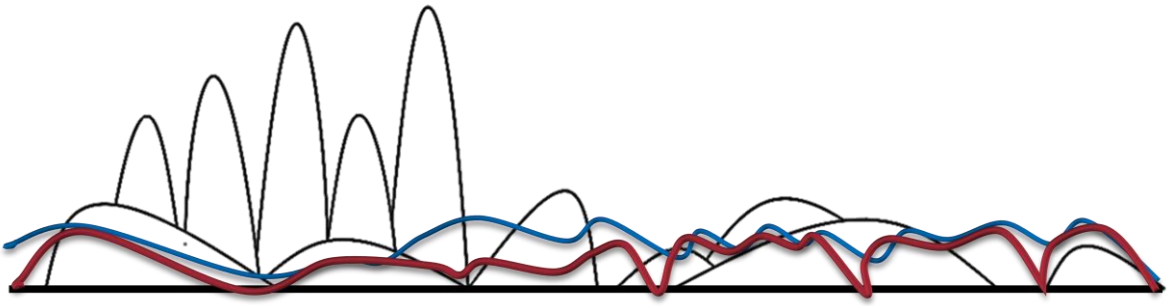


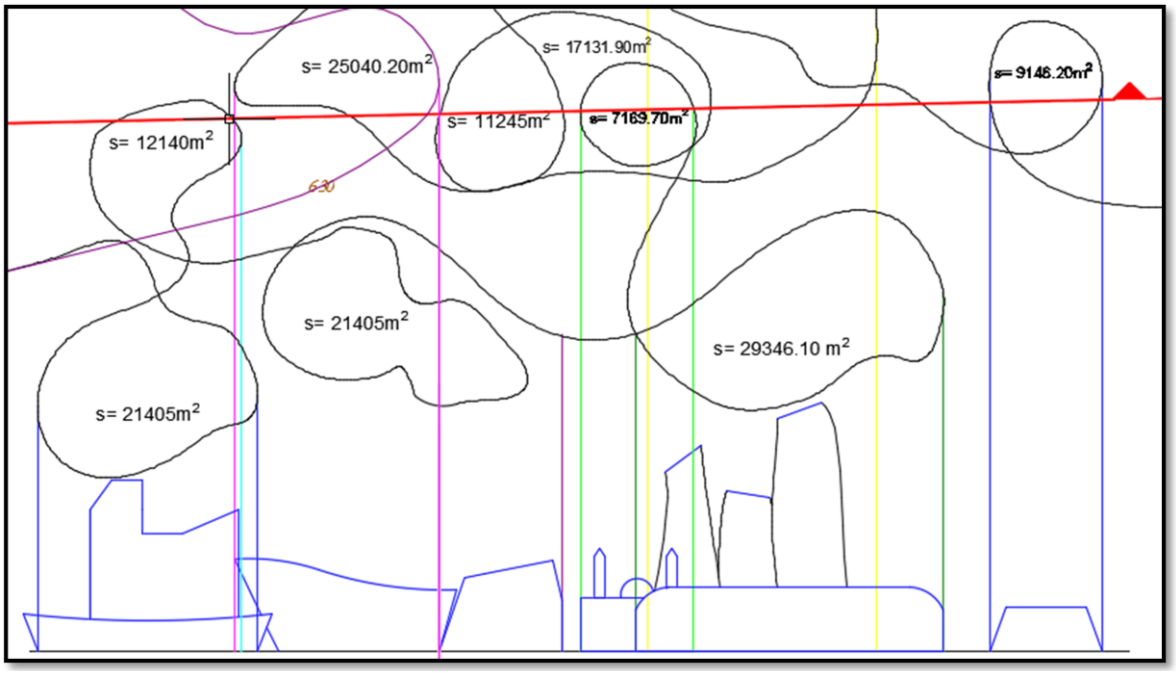
Figure 183 : la façade par les montagnes russes

✓ ***Superposition des deux façades :***



- Les hauteurs des équipements sont déterminées initialement par l'intersection de la façade projetée des lignes de force de paysage avec la façade projeté du plan inspiré des montagnes russe, selon la nature d'équipement parfois on prend la première hauteur, et parfois la seconde, mais au niveau des intersections (nœud)j'aménagé par des éléments de design biophilique et intelligent.

- **Donner la forme à la façade :**



Résultat : façade urbaine initiale (de départ)

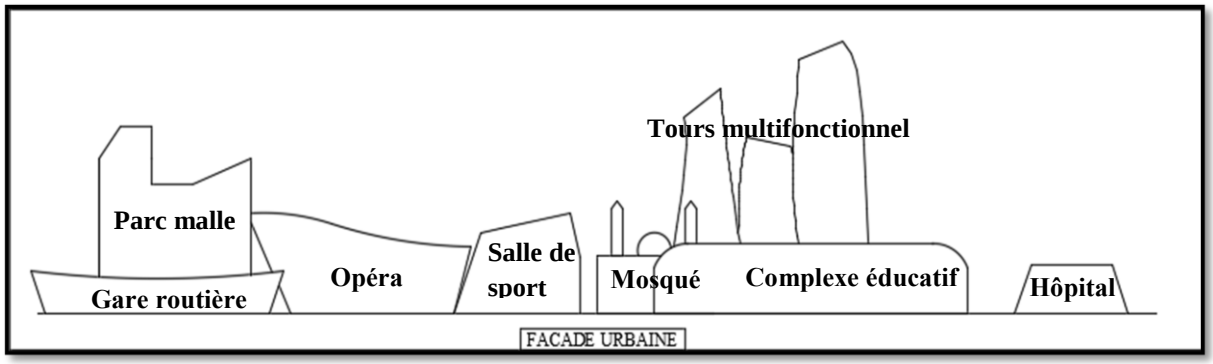


Figure 184 : la façade urbaine

VI.3. A l'échelle architecturale :

- ***1 ère étape : les axes***

Le terrain de notre projet est d'une superficie de **25 040.20 m2.**

L'axe principale : c'est l'axe majeur de composition est présente par l'axe de

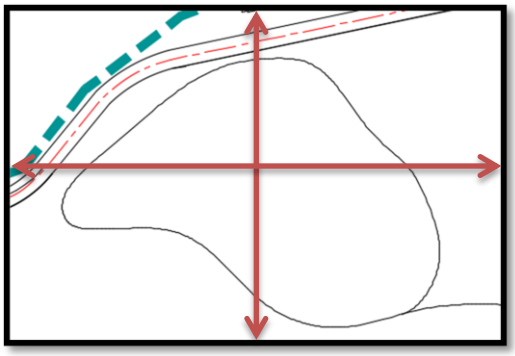


Figure 185 : les axes de visibilité

- ***2 ème étape : l'accessibilité***

On a fixé nos points d'accès mécaniques, et piétons sur quatre cotés (Nord, Sud, Est, Ouest), afin de gérer et contrôler les flux engendrés par le projet.

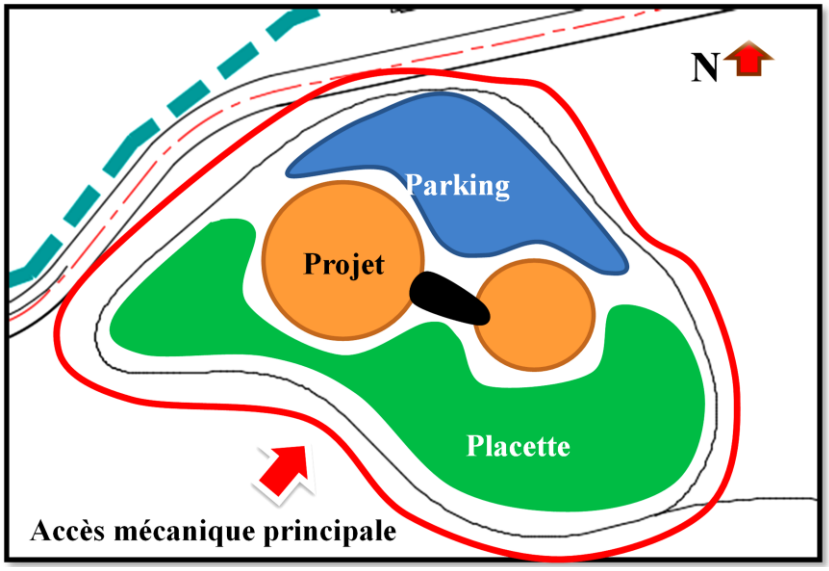


Figure 186 : l'accessibilité au projet

- ***3 ème étape : les alternatives d'implantation :*** **on prévoit**

Un recule : par rapport aux voies mécaniques pour matérialiser notre projet, et réduire la propagation du bruit et, aussi pour dégager l'espace et ouvrir des accès de service et les parkings.

La masse bâtie du projet : est implantée dans le milieu du terrain sur l'axe majeur de composition pour favoriser une circulation piétonne autour du projet.

- ***4 ème étape : l'organisation spatiale :***

On a partagé le terrain en deux zones principales : une zone accessible au public en contacte directe avec la placette et une zone non accessible au public; ces dernières sont regroupées par une passerelle.

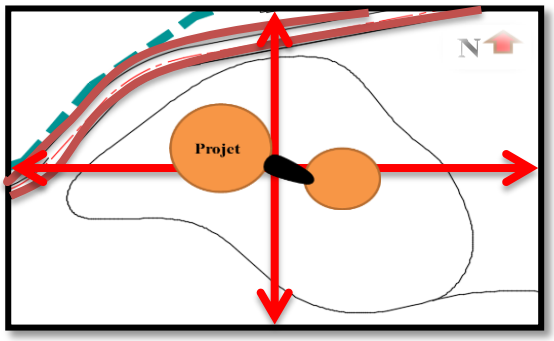


Figure 187 : l'implantation du projet

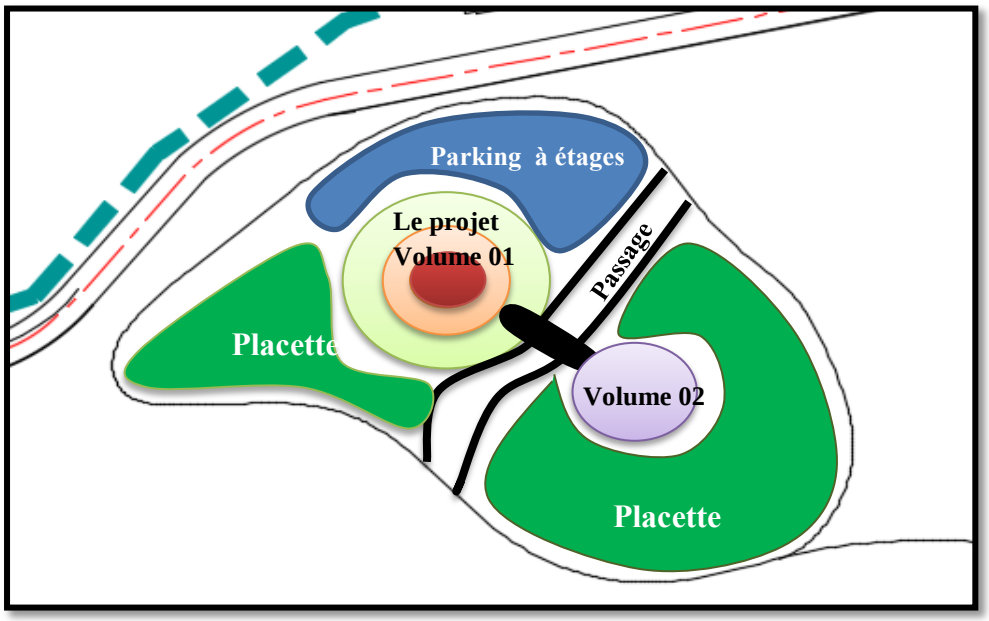


Figure 188 : idée initiale pour le plan de masse.

Le RDC:

- Entité accueil et réception + locaux techniques
- Entité activité opéra
- La salle de spectacle
- Une passerelle
- Entité formation

1er étage:

- Entité loisir et distraction

2ème étage:

- Entité administration et activité congrès

- ✓ Garder la fluidité et l'inclinaison de terrain et on a fait la rotation pour casser l'alignement avec créer des axes piétonnes cyclable comme point de liaison entre le projet et l'écoquartier.
- ✓ Créer un espace central fluide avec demi-niveau pour relier le sous-sol avec extérieur.

La composition volumétrique :

1 ère étape : description

- La fonction principale de la salle est présentée par une ellipse ; Parce que cette forme s'adapte parfaitement avec l'organisation intérieure en fer à cheval (qui assure une bonne relation visuelle et bonne diffusion du son), et aussi pour sa qualité architecturale qui est parente et singulière.

- Le volume principale du projet est une association entre deux volume secondaires, le premier c'est pour les fonctions principale(le spectacle), il est accessible pour tous les publics, et le seconde représente la fonction de formation, ont été isolée cette entité pour offrir un confort acoustique de qualité.

2ème étape : distribution des entités

Pour le volume 01 : opéra et spectacle

- ✓ Niveau sous-sol: la salle de spectacle.
- ✓ Au niveau du RDC: Autour de la salle s'organise les fonctions majeures complémentaires à la salle de spectacle présentées par des formes circulaires selon les besoins de la fonction et la forme du terrain.
- ✓ 1er niveau : représente l'entité de loisir et distraction avec ses différentes espaces pour le groupe de jeunes.
- ✓ 2ème niveau : représente l'entité administration et congrès (ambassadeurs).

Pour le volume 02 : tour vert, entité formation

- ✓ Niveau 01 : espace de convivialité (pour le public)
- ✓ Niveau 02 : une branche d'administration
- ✓ Niveau 03 : espace de convivialité (pour les personnels)
- ✓ Niveau 04 : espaces professeurs
- ✓ Niveau 05 : espaces étude et formation

Le volume 01 : est un addition des trois cylindres superposé avec une dégradation continue pour obtenir plusieurs terrasses accessibles qui assurent une continuité visuelle et une bonne lisibilité du paysage environnant qui est le point forte de notre site avec enveloppe extérieur d'une façade cinétique.

Le volume 02 : représente la tour verte écologique composé de plusieurs cylindres superposés de manière aléatoire et beau pour casser la perfection et la symétrie. Ses formes sont reposées l'un sur l'autre grâce à des poteaux métalliques avec enveloppe extérieur façade double vitrage.

3 ème étape

Pour s'approcher du boulevard principal et créer un espace de rassemblement centrale présenté par une placette public, on a prolongé le volume vers le sud.

4 ème étape

On a ajouté une articulation en forme fluide dérivée de l'ellipse qui relie toutes les unités du volume 01 avec l'entité formation représenté par le volume 02.

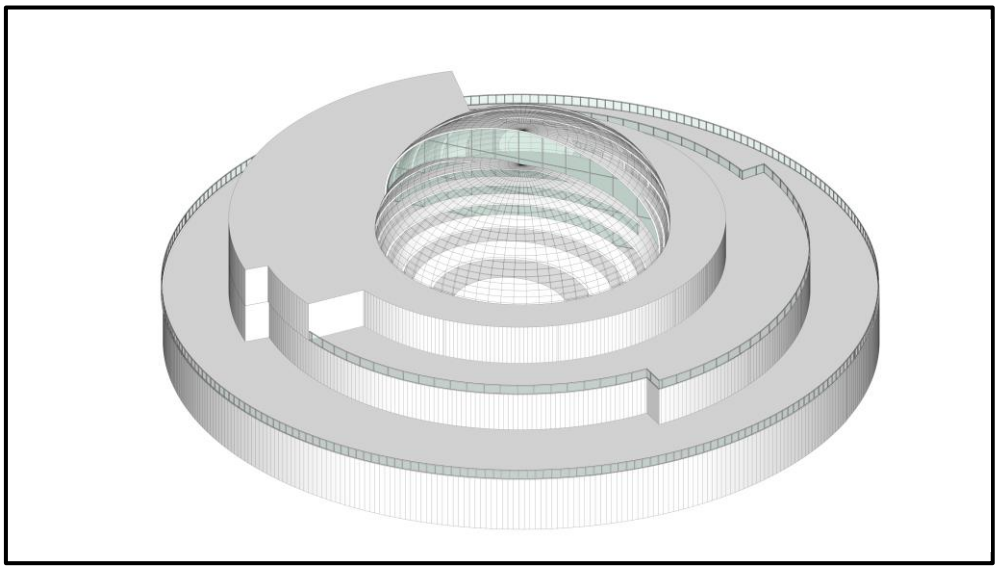


Figure 189 : le volume 01 de la salle d'opéra

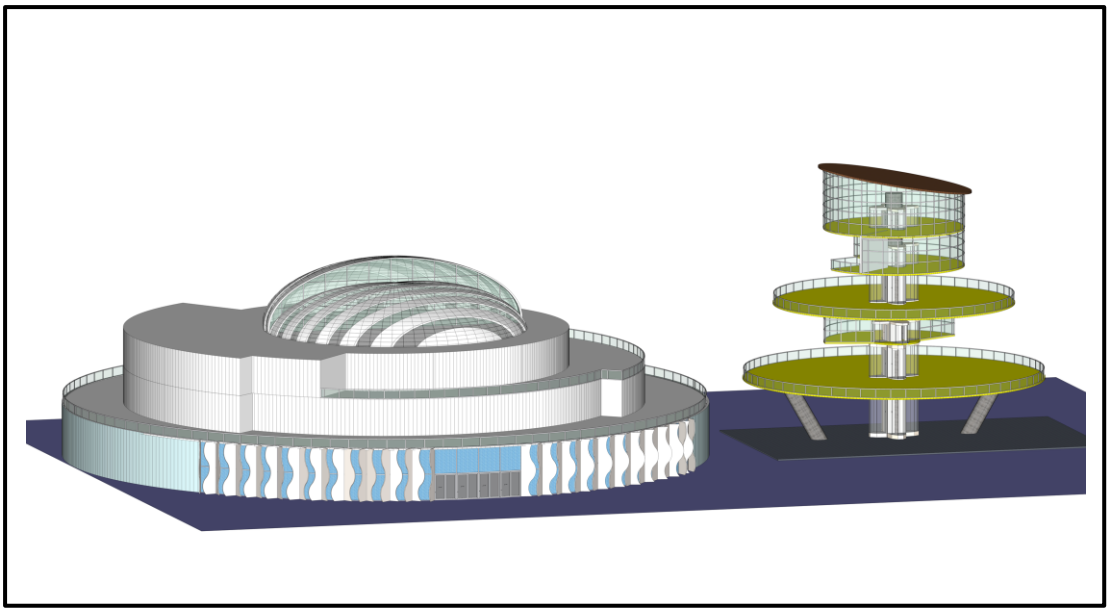


Figure 190 : l'association entre les deux volumes, l'opéra et la tour

Conclusion Générale

1. Conclusion Générale :

La population mondiale est de plus en plus urbaine, l'avenir de l'humanité se jouera par et dans la ville. L'augmentation de la population dans les villes déclenche plusieurs phénomènes sociaux, économiques, culturels qui ont des impacts négatifs sur l'environnement naturel et urbain vu le processus rapide de développement souvent non maîtrisé.

Pour faire face à ce phénomène d'urbanisation et ses défis majeurs, l'un des principaux enjeux des architectes et urbanistes est de concilier entre les deux faces de design urbain contemporain : l'intelligence et la biophilie pour produire un espace urbain durable.

Au cours des dix dernières années, la "nature" et le design biophilique ont reçu une large attention en architecture et urbanisme, notamment en réponse aux enjeux environnementaux croissants, la biophilie est défini comme une approche centrée sur l'humain qui cherche à renforcer notre lien avec la nature les processus naturels au sein de l'espace urbain. Le premier axe de cette étude identifie et compare les cadres clés de la conception biophilique, explique ses avantages et ses objectifs, analyse ensuite leurs principaux éléments et modèles.

Les résultats indiquent que la conception biophilique est plus complexe et plus riche que la simple application de végétation dans les bâtiments et aux espaces publics extérieurs ; il élargit la variété en englobant différents types de nature physique, sensorielle, métaphorique, morphologique, matérielle à spirituelle. Donc Afin d'intégrer des plantes dans les bâtiments, nous devons également tenir compte de l'eau, de l'air, la lumière du soleil, les animaux, la météo et les saisons pour soutenir la végétation. Dans BREEAM-NL, les bâtiments incluant des modèles de conception plus biophiles ont une meilleure chance d'être marqué comme "exemplaire" plutôt que performances "normes".

Dans la même étude nous avant traité le seconde axe qui est le design intelligent, son histoire, ses cadres clés ainsi que comment l'intervenir de manière intelligente pour développer les six éléments de design urbain contemporain qui sont : l'espace publics, le mobilier urbain, transport et mobilité, l'éclairage publics, la façade et le jardin. Donc une ville intelligente est une ville qui utilise et qui insère les nouvelles technologies de l'information et des communications dans ses différents secteurs dans le but d'optimiser l'utilisation des infrastructures existantes, en bref, devenir une ville intelligente c'est innover tout en mettant en œuvre une panoplie d'outils technologiques au service de la ville.

Et le troisième axe que nous avons étudié, qui représente le lien entre les deux impératifs du design contemporain : la biophilie et l'intelligence et leur champ d'application c'est le développement durable qui est devenu, depuis son vulgarisation à l'échelle mondiale, une tendance irréversible. Ce volet est un essai de mise en lumière cette tendance et leurs différentes représentations dans les domaines de l'urbanisme et l'architecture par l'étude de l'urbanisme écologique comme alternative urbaine.

Après l'apparition de la première génération des projets urbains durables dans le monde, le développement et la formulation des stratégies, outils et normes sont perçus, par les experts et les spécialistes, comme une nécessité absolue pour évoluer la mise en œuvre du

développement durable dans les projets urbains, et cela signifie l'émergence du développement urbain durable avec la notion d'écoquartier qui représente l'unité élémentaire constituant la ville, donc c'est là ou se traduisent, à travers l'histoire, les pratiques d'aménagement et d'appropriation de l'espace habité. Ces pratiques influencent directement l'état et la qualité de vie des habitants.

Les écoquartiers sont aujourd'hui la formalisation d'un urbanisme en évolution avec de nouvelles idées et propositions qui répondent à des exigences et aspirations de projets urbains plus respectueux de l'environnement et dans un nouveau rapport à la nature. Ils sont d'abord une réponse urbaine, responsable dans un contexte de dégradation planétaire et où l'innovation, la technologie et le bon sens sont parmi les principales caractéristiques.

Les écoquartiers tentent de répondre à un double enjeu : celui de la densité nécessaire, et celui de la pleine réintégration et du respect de la nature dans l'espace urbain. Ces quartiers restent des morceaux de ville qui proposent des solutions innovantes pour contrôler l'étalement urbain d'un part et d'autre part des propositions pour minimiser l'impact environnemental des modes de vie.

Finalement, le concept de biophilie et ville intelligente n'ont pas un prolongement du concept de développement durable, mais plutôt des outils pour la réalisation et la mise en œuvre d'une communauté axé sur la durabilité, précisément la "conception biophilique intelligente" pourrait être un outil pour un lieu extérieur plus détendu, où la nature est introduite dans l'environnement, soit physiquement soit numériquement, pour soulager le stress et améliorer le bien-être d'un individu en faisant entrer l'extérieur.

La ville nouvelle de Guelma : Hdjar EL Mangoub se caractérise par des paysages à couper le souffle, de belles montagnes et une forte végétation. En ce sens, il s'agit de rechercher et de montrer à quel point les éléments naturels sont pris en compte dans le développement de cette nouvelle ville comme éléments essentiels de son aménagement urbain.

L'objectif de ce mémoire est d'explorer les composantes d'une ville durable et les modèles de conception biophiliques ainsi que les innovations technologiques et d'analyser la relation entre eux. Enfin, le modèle conceptuel d'une ville durable intelligente a été proposé sur la base d'approches de conception biophilique.

En sens plus stricte comment le design urbain contemporain peut-il combinée entre l'approche biophilique et le smart design pour être un vecteur de développement durable pour la nouvelle Ville de Hdjar el Mangoub. Avec ses nombreux outils technologiques et mécanismes naturelles, il sera intéressant de voir comment le tout pourra s'articuler afin de poursuivre la mise en œuvre du développement durable.

Une grande partie de la tâche à l'avenir, certainement pour ceux de l'urbanisme et design urbain, sera d'offrir une vision alternative de la ville et de l'urbanisme. Quartiers. Comme l'a dit Stephen Kellert de l'Université de Yale, « Nous avons besoin faire plus que simplement éviter toutes les mauvaises choses que nous avons faites en termes de nos effets néfastes sur les systèmes naturels. Nous devons également créer le contexte pour prospère, pour le développement, pour un échange significatif avec le monde qui l'entoure nous, et les gens qui nous entourent. Et pour cela, nous devons restaurer ce sens de relation avec le monde naturel

qui a toujours été le berceau de notre créativité. » Cette vision sera celle de villes denses, durables et propices à la marche et des lieux aussi pleins de nature et profondément réparateurs, magiques et merveilleux.

2. Vérification des hypothèses :

Dans le chapitre introductif nous avons supposé que :

- La production urbaine et architecturale actuelle est loin des normes et mesures de contemporanéité.
- Un nouveau projet pour améliorer et promouvoir la qualité architecturale et urbaine de la nouvelle ville Hdjar EL Mangoub selon des normes biophiliques et intelligentes pour s'inscrire dans la ligne de la production contemporaine.

Grace à la recherche théorique et une série d'analyses : l'analyse urbaine, paysagère, biophilique, intelligente et fonctionnelle**.** Un analyse contextuelle, analyse bioclimatique et selon la méthode HQE2R, la première hypothèse a été confirmée. Et pour le second cela a été confirmé à travers la proposition de notre projet d'écoquartier et d'opéra à la nouvelle ville de Guelma Hdjar El Mangoub.

3. Limites et contraintes de la recherche :

Comme tout travail de recherche, le présent s'est heurté à plusieurs difficultés, il s'est arrivé aussi à diverses limites :

- Un axe de recherche très difficile et riche qui combine trois sujets d'actualité en architecture et urbanisme qui sont : la biophilie, l'intelligence et la durabilité, cela relève d'un domaine très large qui est le design urbain contemporain. Ce sujet est approprié pour être une thèse de doctorat car il demande beaucoup de temps et d'efforts.
- La sélection de deux projets à réaliser, au niveau urbain : l'écoquartier, et sur le plan architectural l'opéra, deux projets très stimulants qui ont nécessité des recherches approfondies.
- Le manque de données météorologique et climatiques pour la zone d'étude Hdjar El Mangoub.
- L'indisponibilité du logiciel ENVI met choisi pour effectuer la simulation du confort thermique des espaces urbains publiques, cela implique le choix d'un autre logiciel pour faire la simulation.
- Parce que c'est un nouvel horizon de recherche, j'ai eu des difficultés pour obtenir des documentations et des travaux antérieurs pour le sujet d'étude, on trouve quelques références concernant la biophilie en anglais uniquement.
- L'absence totale de l'idée d'appliquer la biophilie, l'intelligence et la durabilité dans notre pays, aucun exemple local n'est disponible.

4. Perceptive de la recherche :

Notre recherche traite un sujet d'actualité dans le monde, nous estimons que ce travail construite une première référence en Algérie et qu'il Ya lieu de continuer à travailler dans ce domaine pour atteindre d'autres objectifs.

Les recherches futures devraient analyser les cas du point de vue architectural en tenant compte de la tectonique, de la forme, technologie et représentation. Par exemple, à quel point la biophilie et le design enrichit les formes architecturales ? Comment le design biophilique s'explique-t-il typologiquement ? Comment améliore-t-il organisation et ordre de l'espace ? Comment est-il lié au site et le contexte ?

Le cadre de conception biophilique englobe une grande variété de design naturel, du physique, du sensoriel, métaphorique, morphologique, matériel aux expériences spirituelles. Certains éléments (par exemple, l'air, la lumière du jour, les plantes et paysage) présentent des opportunités de développer des stratégies de conception aux multiples avantages, notamment pour améliorer la santé et le bien-être, productivité, biodiversité, circularité, et résilience.

Une combinaison entre le design biophilique et le smart design peut contribuer à enrichir la créativité et à organiser des expériences spatiales, qui contribuent à l'innovation du design et améliore la qualité des bâtiments dans la poursuite du développement durable et pourquoi ne pas pouvoir à atteindre la résilience urbaine ?

Annexes

ANNEXE 01 : LES RECOMMANDATIONS POUR L'ECOQUARTIER

1. TOITURE VEGETALE

1.1 Définition :

Une toiture végétalisée est un espace vert créé en installant plusieurs couches de substrat de croissance et des plantes sur une couverture traditionnelle. Alors que les villes s'étendent toujours un peu plus, accompagnées de leurs lots de bitume et de béton imperméabilisant la surface et supprimant des espaces naturels, le concept de la végétalisation de toiture véhicule une image écologique et esthétique qui masque des intérêts loin d'être négligeables.

L'été, les plantes d'un toit vert protègent l'immeuble contre les rayons solaires et, grâce au phénomène d'évapotranspiration, peuvent atténuer voire éliminer les gains thermiques, ce qui contribue à rafraîchir et à réduire les besoins énergétiques en climatisation du bâtiment. L'hiver, l'isolation supplémentaire fournie par le substrat contribue à réduire les besoins énergétiques en chauffage de l'immeuble (L'ALEC / l'AGEDEN, 2016, p. 01).

1.2 Les composants : (L'ALEC / l'AGEDEN, 2016, p. 04)

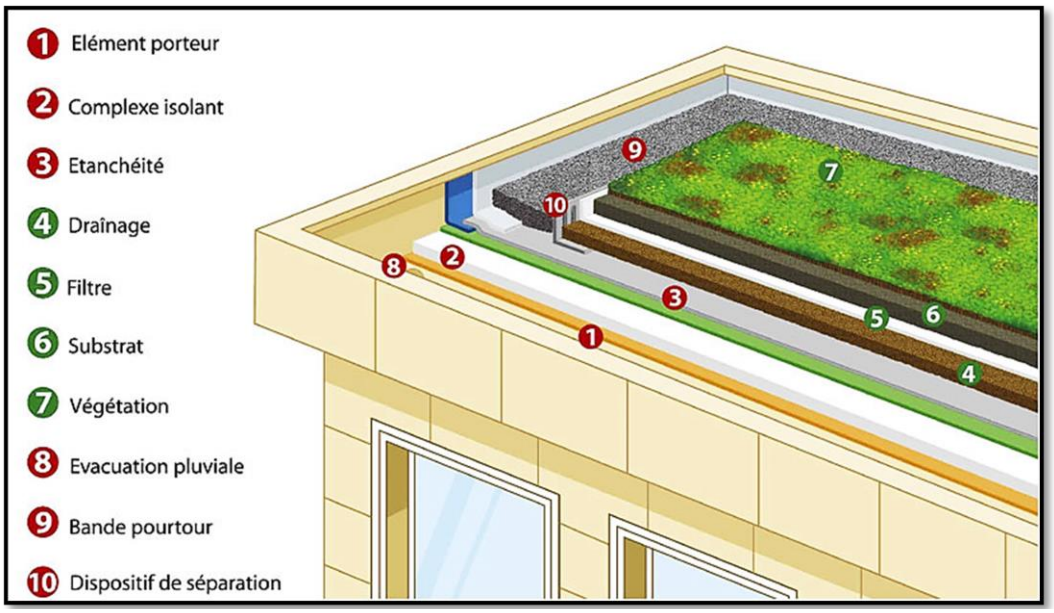


Figure 191 : les compositions de la toiture végétale, Source : Google image.

1 - L'élément porteur : tout type d'élément (béton, bois, acier) à condition que la surcharge admissible soit adaptée au poids de l'installation végétale. Pour la végétalisation intensive, seul le support béton est autorisé.

2 - Le complexe isolant : tout type d'isolant peut être admis (verre cellulaire, perlite expansée, polystyrène) à condition que sa résistance à la compression soit compatible avec les surcharges prévues.

3 - Le système d'étanchéité : membrane conçue pour résister à la pénétration des racines. Il est également possible d'utiliser des matériaux liquides qui vont se solidifier en séchant (asphalte) ou à base de résines de polyuréthane.

4 - La bande de pourtour : une protection non végétalisée (d'une largeur d'environ 40 cm) doit être prévue. Cette bande, pourvue d'une protection de type gravier ou dalles, permet l'accessibilité aux installations d'évacuation d'eau de pluie et de drainage ainsi qu'aux zones les plus sensibles du système d'étanchéité.

5 - La protection : bordure ou bande métallique séparant la bande de pourtour de la partie végétalisée.

6 - Le drainage : pour l'évacuation des eaux de gravité vers les dispositifs d'évacuation des eaux pluviales. Il pourra se faire à l'aide de géotextiles de drainage, de plaques en polystyrène alvéolé ou en mousse alvéolée ou encore de granulats meubles.

7 - La filtration : il s'agit d'empêcher les particules fines de substrat de colmater la couche de drainage et d'entraver son bon fonctionnement. Elle est souvent réalisée par des nappes de fibres synthétiques (polypropylène ou polyester non-tissés) imputrescibles.

8 - Le substrat : les substrats assurent des caractéristiques optimales constantes pour la végétation des toitures : la capacité de rétention en eau, la limitation de l'évaporation, la densité, l'aération, la stabilité structurale (résistance à l'érosion), la capacité d'échange en actions et le pH.

9 - La végétation : elle est sélectionnée pour répondre aux contraintes de l'installation et de son lieu d'implantation : végétalisation extensive ou intensive, climat, ensoleillement, pente...

1.3 Les atouts de la toiture végétalisée :

- **La rétention des eaux pluviales :**

C'est l'un des principaux avantages des toits végétalisés en ville. En effet, lors des fortes pluies, les eaux qui descendent rapidement des toits favorisent les inondations. De plus, les écoulements d'eau en ville peuvent transporter des polluants comme des résidus de pétrole, qui, ensuite, se déversent dans la nature. Les toits végétalisés retiennent les eaux pluviales et les libèrent plus lentement. Une étude de 2005 a montré que les toits végétalisés retenaient environ les deux tiers des eaux de pluie, avec 10 cm de substrat seulement.

- **Contribuer à l'amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment**

En servant d'écran contre les rayons solaires, la couche de végétation évite que le toit subisse des variations de température trop importantes et fréquentes ; entre le jour et la nuit et entre les différentes saisons.

- **La longévité du toit**

Les toits végétalisés ont une durée de vie plus longue car ils sont protégés des radiations UV et des variations extrêmes de température qui ont tendance à détériorer les revêtements des toits.

- **Un refuge pour la biodiversité**

Les toits végétalisés sont un refuge pour la faune en ville comme les invertébrés (insectes, araignées...) ou les oiseaux.

- **Un réchauffement urbain limité**

Dans des environnements urbains, la végétation est souvent remplacée par des surfaces sombres comme les revêtements d'asphalte, qui favorisent le réchauffement des villes : c'est ce qu'on appelle les « îlots de chaleur urbains ». D'après une étude américaine, la couverture végétale permet de limiter ce réchauffement urbain.

- **Des toits bons pour la santé**

La nature en ville fait du bien au moral et aide à se relaxer ! En été, les toits végétalisés favorisent le bien-être à l'intérieur des bâtiments, en les rafraîchissant. Possibilité d'offrir des espaces de vie supplémentaires.

- **Des productions agricoles en ville**

Les toits potagers permettent de produire des fruits et légumes en ville. Dans une expérience menée sur les toits de l'école AgroParisTech, des chercheurs ont cultivé des salades et des tomates avec un rendement comparable à celui de l'agriculture biologique.

- **La réduction des pollutions**

Les toits végétalisés pourraient aider à réduire les pollutions de l'air : les plantes peuvent absorber des particules fines et des gaz polluants (NO_x, monoxyde de carbone, azote, SO_2...).

- **Captage du CO2**

Les plantes captent le dioxyde de carbone (CO_2) et peuvent donc limiter les émissions de gaz à effet de serre.

- **Des toits esthétiques**

Comparez un toit végétalisé à une triste toiture en béton : tout est dit !

- **Réduire les nuisances phoniques**

Les couvertures végétales atténuent les bruits venant de la ville ou du trafic aérien en jouant le rôle d'isolant phonique. La protection contre le bruit est difficile à quantifier et à évaluer cependant on estime qu'une réduction de 50 décibels est possible.

Résistance au feu

Selon des données tirées de fabricants européens, les toits verts peuvent retarder la propagation d'un incendie d'un toit vers l'immeuble, et vice versa, surtout si le substrat est saturé d'eau (Marie-Céline , 2018).

2. LE MUR VEGETALISE

2.1 Définition :

Les murs végétalisés (green wall, living wall ou vertical garden en anglais) se divisent en deux groupes, soit les façades végétalisées avec des plantes grimpantes et les murs vivants, constitués de plantes enracinées dans un support vertical. Ces murs peuvent être installés à l'intérieur ou à l'extérieur. Chaque type possède ses caractéristiques propres et est composé de végétaux spécifiques. Les murs vivants peuvent être de nature hydroponique, avec substrat de croissance ou en formule hybride. Tout en étant esthétique, les murs végétalisés remplissent diverses fonctions écologiques (Société québécoise de phytotechnologie, 2022, p. 02).

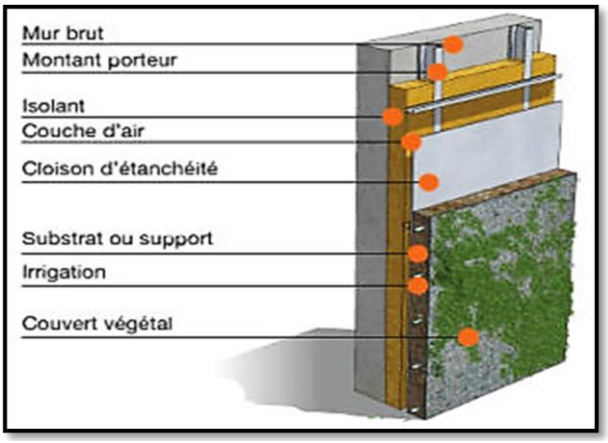


Figure 192 : les composantes d'un mur végétal, Source : Google image.

2.2 Les avantages :

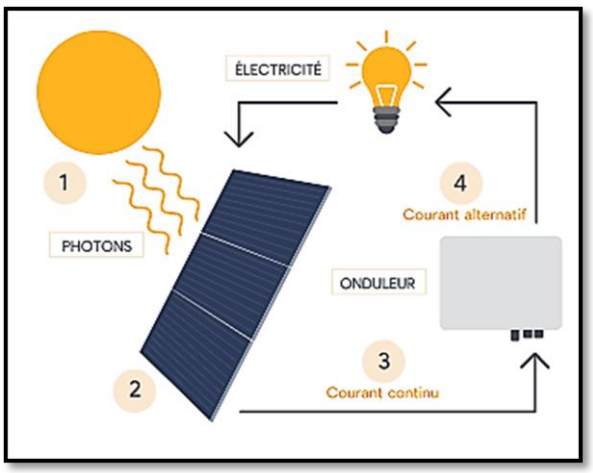
- ✓ Réduire la rétention thermique des bâtiments en été
- ✓ Réduire la consommation énergétique des bâtiments
- ✓ Séquestrer du dioxyde de carbone et capter les poussières
- ✓ Apaiser l'ambiance sonore urbaine
- ✓ Favoriser la biodiversité
- ✓ Protéger les revêtements contre la météorisation (pluies qui affectent le mortier ou les briques) et la détérioration due aux ultraviolets
- ✓ Augmenter la valeur immobilière du bâtiment
- ✓ Améliorer le paysage et la qualité esthétique d'un quartier
- ✓ Se démarquer par une image environnementale
- ✓ Améliorer la qualité de vie des citoyens (effets biophiliques)
- ✓ Augmenter, selon le cas, l'espace nourricier (plantes comestibles)
- ✓ Faciliter l'acceptation sociale d'un projet

3. L'ENERGIE SOLAIRE

3.1 Définition :

C'est une énergie renouvelable apportée par le rayonnement solaire, et exploitée pour produire de l'électricité ou de la chaleur.

Les cellules solaires ont pour rôle de convertir directement le rayonnement lumineux (rayonnement électromagnétique provenant du soleil ou autre) en électricité. Elles s'appuient pour cela sur le phénomène photovoltaïque. On peut décomposer ce phénomène en trois catégories : l'absorption de la lumière dans le matériau, le transfert d'énergie des photons aux charges électriques et la collecte des charges.



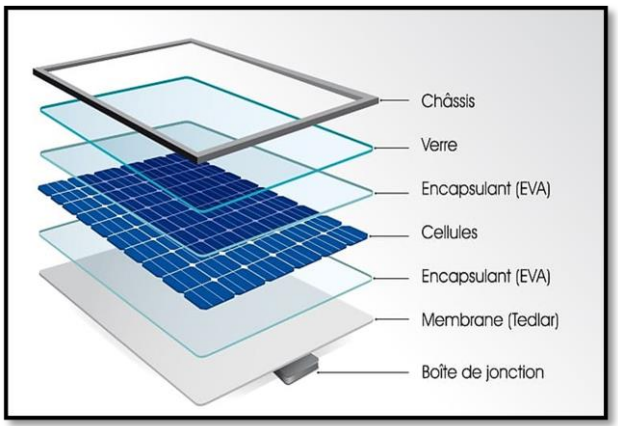


Figure 193 : fonctionnement d'un panneau solaire. **Figure 194 : composante du panneau.**

Source : Google image.

1. La lumière du soleil vient frapper les cellules photovoltaïques des panneaux
2. Les photons transmettent leur énergie aux électrons contenus dans les cellules
3. Les électrons sont libérés et circulent librement en produisant un courant électrique continu
4. L'onduleur convertit le courant continu en alternatif

3.2 Les types des panneaux solaires :

Les panneaux solaires thermiques, appelés capteurs solaires thermiques, collecteurs solaires ou simplement capteurs solaires, qui piègent la chaleur du rayonnement solaire.

Les panneaux solaires photovoltaïques, appelés modules photovoltaïques ou simplement panneaux solaires, qui convertissent le rayonnement solaire en électricité. Le solaire photovoltaïque est communément appelé PV.

Les panneaux photovoltaïques thermiques, qui produisent à la fois de l'électricité et de la chaleur.

3.3 Les avantages :

Les panneaux solaires sont une énergie propre non polluante pour l'environnement. Aucun gaz à effet de serre n'est rejeté et il n'y a aucun déchet radioactif produit, aussi l'énergie solaire

est inépuisable, contrairement aux énergies fossiles comme le charbon ou le pétrole qui sont pourtant encore plus utilisés que le solaire. De plus, les panneaux solaires ne sont encore que peu utilisés et ont une forte marge d'évolution et un avenir prometteur. Les panneaux solaires peuvent représenter un très bon investissement pour des particuliers (Mambrini, 2015).

Figure 195 : proposition d'une station d'énergie solaire, Source : Google image.

4. GESTION DES EAUX

4.1 Station d'épuration des eaux usées :

Une station d'épuration est une installation qui a pour objectif d'assainir les eaux usées domestiques, les eaux industrielles et les eaux pluviales avant de les rejeter dans le milieu naturel, généralement un cours d'eau.

Pour ne pas polluer le milieu naturel, les eaux usées sont nettoyées de leurs nombreuses impuretés : matières solides, excréments, huiles et toutes substances dissoutes. Leur forte concentration rendrait impossible un rejet direct dans le milieu naturel sans générer une forte pollution.

Une station d'épuration est généralement située à l'extrémité d'un réseau de collecte. Elle va utiliser divers processus et dispositifs physiques et biochimiques pour dégrader les matières organiques et les séparer de l'eau. Le résultat est une "eau propre" qui n'est pas potable mais qui est d'assez bonne qualité pour être absorbée par l'environnement sans nuisance.

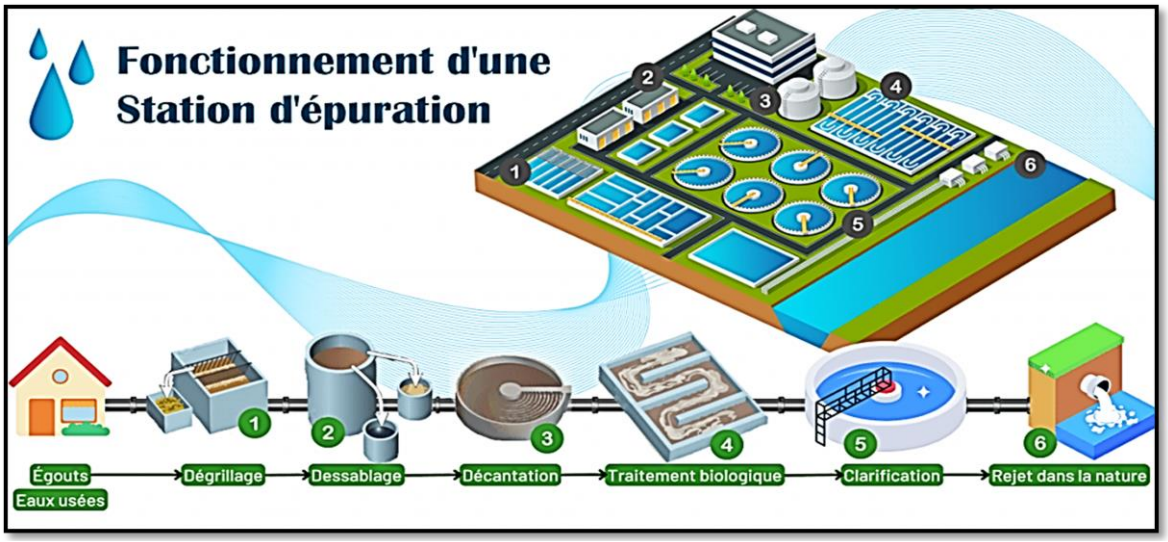


Figure 196 : fonctionnement d'une station d'épuration, Source : Google image.

- ***Pour les étapes :***

1. Le prétraitement

A leur arrivée à la station d'épuration (en provenance du collecteur), les eaux usées sont tout d'abord débarrassées des gros déchets (sacs plastiques, papiers, bois, etc.), puis du sable et des matières lourdes et, enfin, des substances légères comme les huiles, l'essence et diverses graisses.

2. Le traitement biologique

1ère étape : les eaux passent dans un bassin contenant une multitude de bactéries qui forment des "boues activées" se nourrissant des pollutions et nettoyant ainsi les eaux. A l'issue de la 1ère étape, environ 90% des impuretés sont décomposées.

2ème étape : les boues activées sont ensuite dirigées vers un second bassin où elles décantent. L'eau surnageant se clarifie petit à petit et, lorsqu'elle est totalement épurée, peut être rejetée dans la rivière. Les boues qui se sont déposées au fond du bassin sont, quant à elles, pompées et traitées.

3. Valorisation des boues

Après leur pompage, les boues sont déshydratées avec de la chaux et, si elles sont de bonne qualité, valorisées en agriculture dans les limites de la réglementation. in BW valorise en agriculture plus de 95% de ses boues !

4. Contrôle et rejet dans la rivière

Des échantillons sont prélevés aux différents stades du procédé d'épuration pour en contrôler le bon fonctionnement. L'eau satisfaisant aux normes européennes est restituée à la rivière dans le respect de la biodiversité (oryxeleven équipe, 2022).

4.2 Diminuer l'utilisation de l'eau potable :

Les **eaux grises** sont des eaux usées domestiques faiblement polluées (par exemple eau d'évacuation d'une douche ou d'un lavabo) et pouvant être utilisées pour des tâches ne nécessitant pas une eau absolument propre, par exemple l'évacuation des excréments ou le nettoyage d'un véhicule.

Les eaux grises peuvent remplacer l'eau potable dans de nombreux cas, économisant de l'argent et améliorant la fourniture d'eau dans les régions où l'irrigation est nécessaire.

4.3 Les eaux pluviales :

Une meilleure gestion de l'eau concerne différents aspects : la réduction de la consommation en eau potable, notamment par la récupération des eaux de pluie et réutilisé en création de fontaines et de plans d'eau.

- ***La collecte des eaux de toiture par :***

La citerne de stockage: la citerne d'eau de pluie, aussi appelée collecteur d'eau de pluie ou baril, grâce à un tuyau, l'eau est acheminée vers la cuve de stockage d'eau de pluie

- ✓ Avant d'être stocké, Léau de pluie est pré filtrée.
- ✓ Ensuite elle est stockée dans la cuve.
- ✓ La citerne de stockage doit être dimensionnée selon la pluviométrie et les besoins de l'habitation.

La gouttière: l'eau tombe sur les toitures est récupérée par les gouttières, elle est collecté sur le tuyau des descentes des gouttières.

Pompe de distribution et filtre : Leau est pompée vers un groupe de filtre

- ✓ Le suppresseur permet d'assurer la pression d'eau nécessaire à tous les points et a tous les étages.
- ✓ Un système de filtration renforcée avec des charbons actifs permet d'utiliser Léau pour les machines à lever et vaisselle (TOUAHRIA & HAMMOUDI , 2017/2018).

- ***La filtration des eaux de pluie :***

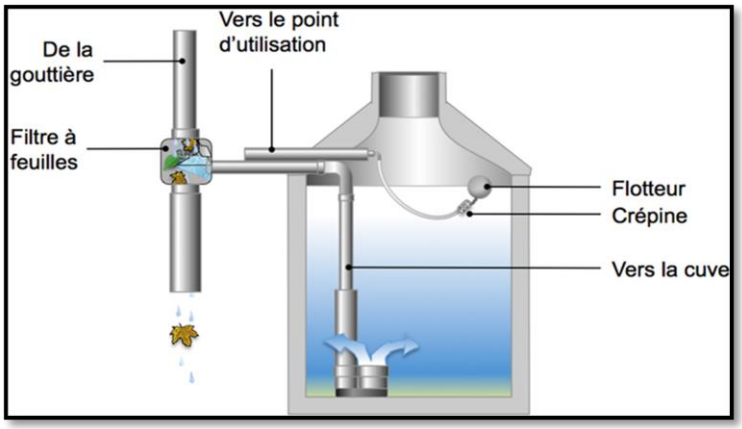


Figure 197 : Le système de récupération d'eau avec filtre et crépine pour l'épuration de l'eau. Source : Google image

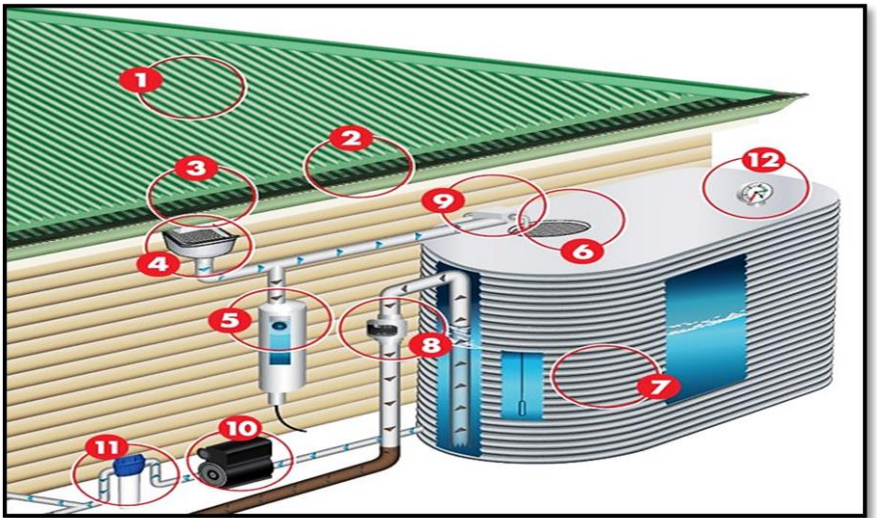


Figure 198 : Les étapes pour la récupération d'eau de pluie pour la consommation, Source : Google image.

1. Vérifiez que la surface de la toiture est compatible avec la collecte de l'eau potable.
2. Que faire des FEUILLES MORTES au jardin ? Notre guide est ici
3. Installez un grillage pour empêcher les feuilles de bloquer les canalisations. Alternativement, voir le point 4.
4. Raccordez la prise d'eau au fond de la gouttière.
5. Installez un filtre à feuilles muni d'un maillage fin en amont du système de prélavage pour garder les feuilles et les débris hors du système. Le filet devrait être suffisamment fin pour bloquer les moustiques.
6. Installez un déflecteur d'eau pour réduire la quantité de contaminants issus du toit qui se retrouveront dans le réservoir.
7. Le remplissage du réservoir pourrait se faire à travers un filtre, lequel doit empêcher le passage des petits animaux et des moustiques. Il serait cependant préférable d'installer un conduit jusqu'au fond de la citerne et de diriger l'arrivée d'eau vers le haut avec un système « d'eau calme ».
8. Sélectionnez une citerne en fonction de vos besoins en prenant en considération votre surface de captage.
9. Installez une ventilation pour l'évacuation de l'air lors du remplissage, advenant du cas où l'eau arrive directement au fond de la cuve, avec un système d'eau calme. Notez que cette ventilation, placée sur le renvoi du « trop plein », est muni d'un grillage pour se prémunir des moustiques.
10. Utilisez un système de remplissage à partir du réseau (si applicable) pour combler le niveau d'eau si celui-ci descend sous un certain seuil.
11. Sélectionnez un système de pompage (si nécessaire) pour distribuer l'eau pour son usage à l'intérieur et/ou à l'extérieur.
12. Installez un système de filtration après la pompe pour réduire les sédiments et les odeurs pour un usage intérieur.
13. Installez un indicateur du niveau d'eau à votre réservoir afin de surveiller le niveau de l'eau et son utilisation (ECO habitation, 2013).

4.4 Le système d'assainissement :

Le réseau séparatif : Ce système d'assainissement collecte les eaux usées domestiques (salle bain, cuisine, WC…) et les eaux pluviales dans deux réseaux différents et adaptés. Le réseau d'eaux usées doit mener les eaux à une station d'épuration pour qu'elles y soient traitées. Le réseau d'eaux pluviales renvoie les eaux directement dans les rivières (SOUPLAST, 2018).

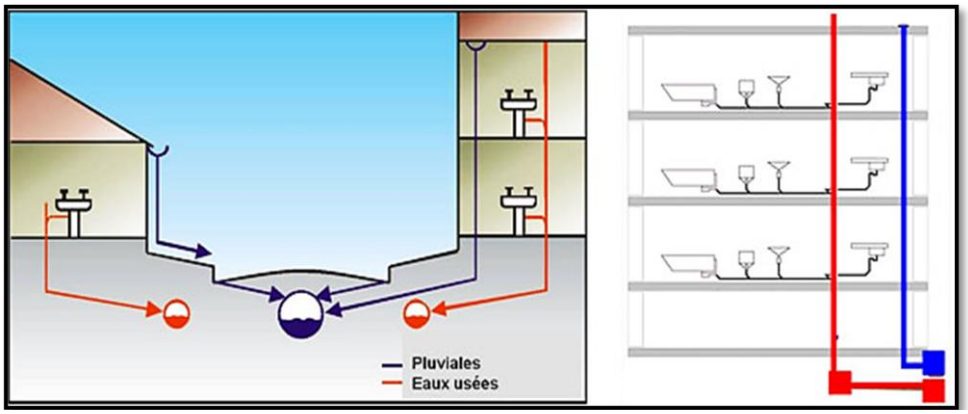


Figure 199 : le réseau séparatif, Source : Google image.

5. LE JARDIN DE PLUIE AVEC UNE BANDE FILTRANTE

Le jardin de pluie, aménagé sur une petite zone, est conçu de manière à capter l'eau de pluie qui s'écoule du toit d'une maison, d'une allée, d'un patio et autres surfaces imperméables. En plus de jouer le rôle d'entonnoir, il retient l'eau temporairement, le temps qu'elle s'infiltre dans le sol.

Une bande filtrante prend la forme d'une pente douce, végétalisée (gazon et autres plantes). L'écoulement des eaux de ruissellement se fait en nappe sur cette bande qui sert à filtrer les eaux, à ralentir leur écoulement, et à favoriser l'infiltration. La bande filtrante, souvent située en amont d'un jardin de pluie, sert de mesure de prétraitement (Bolduc, 2022).

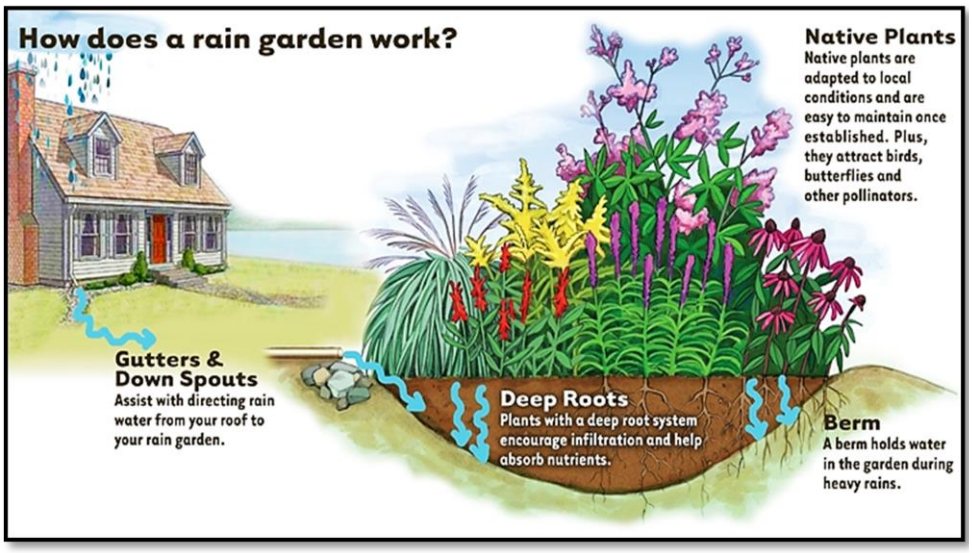


Figure 200 : le jardin de pluie, comment if fonctionne ?, Source : Google image.

6. GESTION DES DECHETS

6.1 Le tri sélectif :

Selon le dictionnaire environnement : le tri sélectif consiste à trier et à récupérer les déchets selon leur nature : métaux, papier, verre, organique...pour faciliter leur recyclage. Ils sont triés soit par ceux qui les produisent soit par des organismes spécialisés, en centre de tri. On l'appelle "Tri à la source" lorsqu'il est fait avant une collecte sélective en porte à porte et "Tri par apport volontaire" lorsqu'il s'effectue à l'aide de conteneurs spécifiques situés en déchèterie ou sur la voie publique (actu-environnement, 2015).

- ***Poubelle rouge***

La poubelle jaune contient des :

- ✓ bouteille plastique : eau minérale ou gazeuse, sodas, jus de fruits.
- ✓ bouteilles de lait.
- ✓ flacons plastiques de produits d'hygiène et de beauté (gel douche, bain moussant) ;
- ✓ flacons et bidons plastiques concernant les produits d'entretien (lève-vitres, produit nettoyant).
- ✓ boîtes en carton et briques alimentaires sur emballages en carton (jus de fruits, soupe, boîtes de gâteaux, emballage de yaourts).
- ✓ boites de conserve en fer, canettes, bidons de sirop, boîte d'aliment pour animaux.

- ✓ désodorisants, mousses à raser, barquettes en aluminium, laques pour cheveux.

Poubelle verte

La poubelle verte contient des :

- ✓ bouteilles de vin, de bière, jus de fruit, soupes.
- ✓ pots de confiture ou petits pots à bébé.
- ✓ bouteilles en verre transparent de couleur ambre verte ou jaune (liqueurs, apéritifs).
- ✓ papiers gras et souillés.
- ✓ bouteilles d'huile et bocaux de conserve.

Poubelle bleue

- ✓ La poubelle bleue contient les journaux et les magazines.

Poubelle ordinaire ou marron

La poubelle ordinaire marron contient :

- ✓ des restes de repas.
- ✓ des couches culottes.
- ✓ des pots de yaourts, etc., tout ce qui n'est pas recyclable.

Figure 201 : typologies des poubelles, tri sélectif ; Source : Google image.

6.2 Le système pneumatique de la collecte des déchets :

Un système de collecte des déchets par aspiration souterraine offre une solution moderne au problème de la densification urbaine. Ce type de dispositif permet d'acheminer et de collecter les ordures via un réseau sous vide de conduites souterraines.

Les tubes en acier Oryx Eleven répondent parfaitement aux contraintes da la collecte pneumatique des déchets ménagers (Ponticelli, 2015).

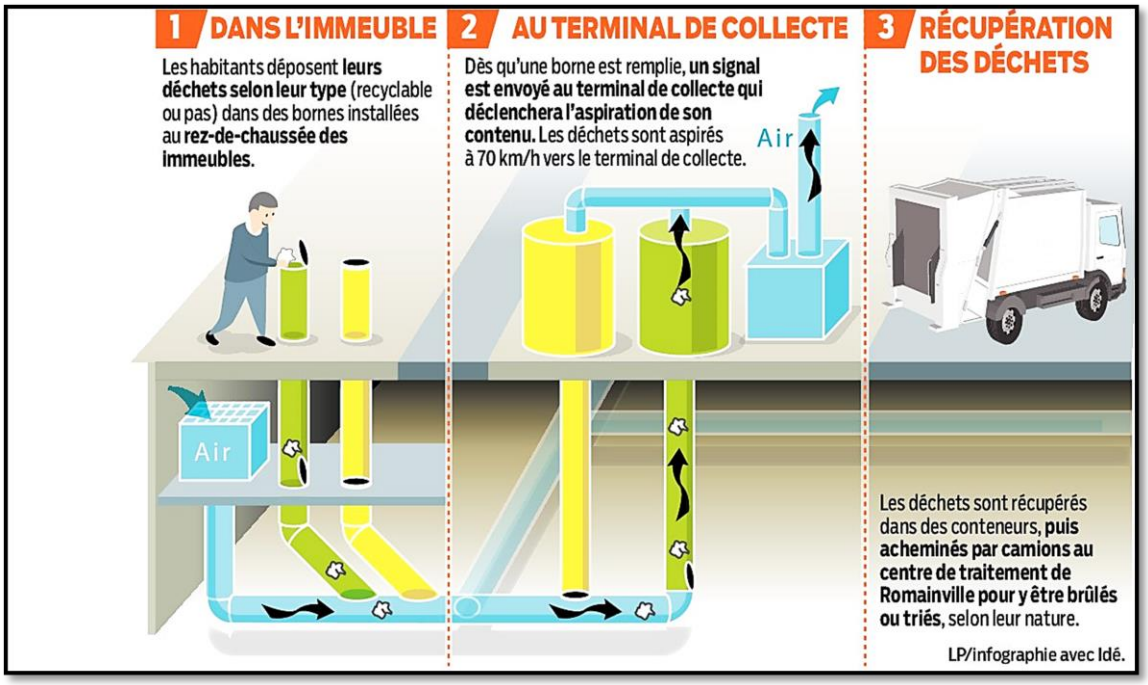


Figure 202 : le fonctionnement du système pneumatique, Source : Google image.

7. LE CENTRAL A COGENERATION

La cogénération est une technologie innovante qui permet de produire deux énergies à partir d'un seul combustible.

Pour qu'une centrale puisse générer de l'électricité, elle doit produire de la chaleur issue de la combustion de différentes ressources (charbon, fioul, gaz naturel, bois, biomasse…) qui fournit ensuite une turbine afin de fabriquer de l'électricité. Lors de la production d'électricité, de la chaleur est générée. Non réemployée, elle est donc considérée comme perdue.

Une centrale à cogénération est capable à partir d'une seule source d'énergie fossile (pétrole, gaz…) ou renouvelable (bois, biogaz…) de produire à la fois de l'électricité et de la chaleur. Comme dans une centrale thermique dite « classique ».

Comprendre le fonctionnement d'une installation de cogénération est assez simple et suit les **étapes suivantes** :

- ✓ une source d'énergie unique, fossile ou renouvelable (énergie solaire dans notre cas), fait tourner un moteur ou une turbine.
- ✓ le moteur ou la turbine déclenche alors la mise en route d'un alternateur qui va créer de l'électricité.
- ✓ celle-ci va ensuite être collectée puis stockée.
- ✓ mis en mouvement, l'alternateur chauffe et pour éviter sa surchauffe, un liquide de refroidissement est utilisé provoquant la vaporisation de la chaleur.
- ✓ la vapeur d'eau est alors récupérée par un échangeur thermique qui va l'employer pour produire de l'eau chaude.
- ✓ l'eau chaude produite va alimenter des systèmes industriels, le système de chauffage des entreprises et bâtiments publics ou des installations sanitaires (Chassanite, 2022).

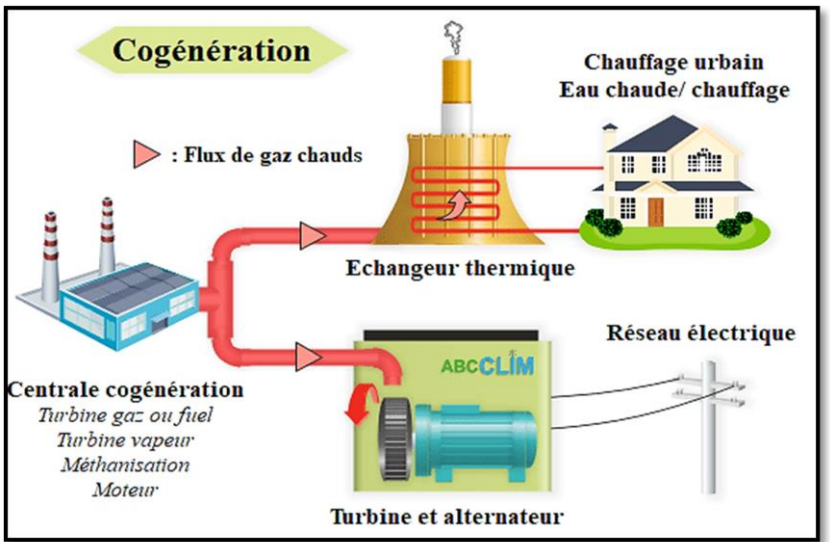


Figure 203 : La cogénération, fonctionnement et utilisations, Source : Google image.

8. LA DOMOTIQUE

La Domotique désigne la gestion centralisée des équipements techniques (chauffage, sécurité, éclairage, volet roulant, etc.) et du multimédia dans le résidentiel. Elle vise à apporter des fonctions de confort, de sécurité, d'économie d'énergie et de communication aux maisons ou appartements équipés. Le terme Smart Home est de plus en plus utilisé. Il a deux définitions. Il peut s'agir simplement de la traduction anglophone de la domotique, ses quatre piliers :

Les consommations : optimiser l'énergie éteindre le chauffage et les lumières à l'absence des occupons. Récupérer l'eau de pluie, et arroser automatiquement.

La sécurité : la sécurité des biens et des personnes. Signal de début de: cambriolage, Incendie, fuite. Lancement des actions ciblé: appeler les secours. Couper l'arrivé d'eau ou de gaz.

Le confort : confort d'ambiance température, lumières**,** confort d'usages**,** mobilier, décoration.

Les communications : Avoir mon Smartphone comme une clé. Surveiller les membres des familles soit les handicapés les vieux et même les petits et s'occuper d'une autre activité simultanément (Benmakhlouf & Amarouche , 2019/2020).

9. TERRASSE PERGOLA

C'est une construction légère placée dans un parc, un jardin ou sur une terrasse dont la toiture est faite de poutres espacées reposant sur des piliers ou des colonnes et qui sert de support à des plantes grimpantes.

Elle permet non seulement de concevoir un abri de jardin et une gloriette fonctionnelle, protégés par le vent, la pluie et toutes sortes d'intempéries, mais peut tout à fait jouer le rôle d'une pièce à part entière.

D'origine italienne, le mot « pergola » sert à désigner une petite tonnelle placée dans un jardin, un parc ou sur une terrasse. Faite de poteaux, de colonnes et de poutres à claire-voie en forme de toiture, la tonnelle trouve ses origines dans l'Antiquité (Chollet, 2017).

Figure 204 : les terrasses pergola, Source : Google image.

ANNEXE 02 : EXEMPLES D'APPLICATION DE LA BIOPHILIE

1. LA NATURE DANS L'ESPACE :

1.1 Lien visuel avec la nature :

- ✓ Plantes dans les vues extérieures : modifier l'aménagement des meubles pour tirer profit des vues extérieures si le bâtiment est situé dans un paysage naturel/près d'un parc/d'un plan.
- ✓ Fleurs coupées sur tables et bureaux. Abonnements fleurs coupées
- ✓ Plantes suspendues : Kok dama, macramé, paniers ; Toit végétalisé
- ✓ Bacs de plantes aux fenêtres ; écrans végétaux en treillis
- ✓ Jardins paysagers avec des endroits pour s'asseoir.
- ✓ Murs verts ; Cours intérieures. Puits de lumière Atrium
- ✓ Plantes en pot sur les bureaux et les étagères.
- ✓ Système de plantation à l'intérieur et à l'extérieur.

1.2 Lien invisible avec la nature :

- ✓ Bandes-son naturelles pour créer un fonds acoustique.
- ✓ Vaporisateurs, diffuseurs, brûle-parfums.
- ✓ Masquage du bruit : sons naturels/clapotis de l'eau.
- ✓ Produits de nettoyage : savons /crèmes adoucissantes pour les mains à faibles émissions de COV, de bonne qualité et qui sentent bon.
- ✓ Matériaux du mobilier : chaises, tables, escaliers, utiliser des matériaux doux/contrastés pour les espaces de relaxation/ concentration.
- ✓ Inclure une cuisine avec des produits sains.
- ✓ Murs verts odorants et résistant au toucher.
- ✓ Zonage : textures du sol – moquette/ bois/ pierre/ biométrie.
- ✓ Fenêtres ouvrantes rénovées.
- ✓ Odeurs d'agrumes ou de café (stimule les papilles).
- ✓ Son (animaux, conversation, musique, eau)
- ✓ Odeurs (parfums, plantes odorantes)
- ✓ Toucher (rampes, eau pour rafraîchir l'espace).

1.3 Stimulations sensorielles non-rythmiques :

- ✓ Fenêtres ouvertes pour que la brise crée un léger mouvement dans les feuilles des plantes, les stores ou les rideaux.
- ✓ Stores : découpes pour projeter des ombres et de la lumière.
- ✓ Œuvres d'art cinétiques : mobiles.
- ✓ Éclairage qui projette des taches de lumière (gobo/ lumières mobiles).
- ✓ Nichoirs à oiseaux et maisons pour écureuils en vue.
- ✓ Dalles réfléchissantes vernissées/ artisanales.
- ✓ Lumières dans les arbres, Sculptures cinétiques, Saule à l'intérieur.
- ✓ Numérique : écrans mobiles, projections de motifs/formes.
- ✓ Ventilateurs soufflant sur les murs verts pour créer du mouvement.

- ✓ Lumière réfléchie sur des surfaces d'eau/ aquariums pour créer des mouvements d'ondulation.
- ✓ A l'extérieur : herbe qui ondule, cascade et bourdonnement d'insectes qui passent**.**

1.4 Variabilité thermique et renouvellement d'air :

- ✓ Activer l'ouverture et la fermeture de fenêtres dans toute la journée selon confort niveaux (manuellement ou contrôlée).
- ✓ Peintures à l'argile et surfaces : absorber chaleur/ humidité déséquilibres.
- ✓ Mécanique visible ventilation.
- ✓ Hiver saisonnier considérations : incendie fosses, couvertures, chaud bouteilles d'eau.
- ✓ Extérieur couvert espaces : manger zones, canopée dans hiver, couvert exercice en plein air espaces, météo preuve.
- ✓ Jeux d'eau cinétiques : rafraîchir l'air et augmenter l'humidité, zones en les faisant se sentir différents, eau ruisselante/fontaines.
- ✓ Murs végétalisés : absorber la chaleur, humidité & humidité déséquilibres.
- ✓ Installation fenêtres qui peut ouvrir individuellement & puits de lumière.
- ✓ CVC (chauffage, aération et climatisation) livraison combinée avec plante naturelle stratégie.

1.5 Présence de l'eau :

- ✓ Positionner les meubles face à des éléments aquatiques.
- ✓ Vue : images avec de l'eau dans la composition, nuances de la couleur bleue, écrans LED, projection d'eau qui coule/cascade, ondulations, lumière réfléchie.
- ✓ Contraste/utilisation de nuances de bleu – profondeur pour différentes sensations (théorie de la valence écologique) : tissus, dalles de moquette, rideaux, peinture murale, éclairage (utilisation pour différentes heures de la journée – rythmes circadiens).
- ✓ Sièges à côté d'éléments aquatiques non fixes.
- ✓ Bassins d'eau à l'intérieur ou à l'extérieur.
- ✓ Fontaine, eau qui coule (masquage des bruits) et zonage des espaces.
- ✓ Murs de verre/ fenêtres sur toute la hauteur pour voir l'eau couler – pluie ou présence d'eau.
- ✓ Bureaux/ hôtels : douches, bassins, bains de vapeur, cascades, baignoire dans la chambre.
- ✓ Bassin dans un hall d'entrée, Murs d'eau, Fontaines, Aquarium, Tableaux représentant la vie marine, La couleur bleue.

1.6 Lumière dynamique et diffuse:

- ✓ Positionner les bureaux près des fenêtres/velux.
- ✓ Lumières LED changeant de couleur ou abat-jour projetant des couleurs et des motifs.
- ✓ Guirlandes lumineuses, Espace abrité dehors.
- ✓ Stores réglables pour contrôler la lumière.

- ✓ Matériaux : sols, tables, murs et surfaces réfléchissant la lumière, miroirs, peinture réfléchissant la lumière, glacis de carreaux, surfaces blanches, surfaces pailletées/ miroitées.
- ✓ Toit en verre – velux, Portes/murs en verre, éclairage circadien, Ailettes
- ✓ externes (architectural).
- ✓ Plantes pour créer des ombres (arbres à feuilles caduques aux fenêtres).
- ✓ Lumière du jour provenant de différentes sources (plafonds en verre,
- ✓ fenêtres)
- ✓ Lueur du feu, Distribution de la lumière, Éclairage d'ambiance diffus au mur et au plafond, Contrôle d'éclairage individuel.

1.7 Lien avec les systèmes naturels :

- ✓ Positionner les meubles de manière à avoir vue sur le ciel/ le temps dehors.
- ✓ Récupérateurs d'eau de pluie, carillons à vent, créateur d'arc-en-ciel (prisme).
- ✓ Dedans/dehors : cartes de nuages, heures des marées, température/humidité/ mesures de la pression atmosphérique, cycles lunaires.
- ✓ Extérieur : présence d'eau/ étangs (ondulations quand des gouttes de pluie tombent, gelés en hiver).
- ✓ Planter des arbres à feuilles caduques à l'extérieur.
- ✓ Bacs de plantes – façades couvertes de vigne vierge.
- ✓ Patio/toits avec plantes de saison.
- ✓ Faire que le bâtiment soit entourée nature.
- ✓ Bureaux avec patios ou jardins terrasses, Plantes indigènes qui poussent et meurent au fil des saisons.

2. LES ANALOGIES NATURELLES

2.1 Formes et motifs biomorphiques :

- ✓ Afficher des images de formes/structures naturelles fournies par les usagers du lieu sur des fonds d'écran ou les médias sociaux.
- ✓ Œuvre d'art (imitant des formes et structures).
- ✓ Éléments d'éclairage : par exemple formes de pétales, champignons, ananas.
- ✓ Suites de Fibonacci, photos de formes naturelles.
- ✓ Motifs : verre ondulé (impression sous-marine), carreaux, carreaux au sol, papier peint (couleur/ texture), écrans de verre gravé/partitions.
- ✓ Meubles aux formes organiques.
- ✓ Colonnes évoquant des arbres, spirales (escaliers, couloirs, inspiration Gaudi), façades évoquant des cellules.
- ✓ Aménagement des espaces intérieurs/ extérieurs : chemins sinueux et zones.
- ✓ Mathématiques : fractales, formes imbriquées dans d'autres, formes répétées à différente échelles.
- ✓ Liberté d'expérimenter, installation de pavillons, structures.
- ✓ Formes organiques, Couleurs naturelles, Spirales, Fractales, Courbes Autres formes géométriques.

2.2 Lien matériel avec la nature :

- ✓ Afficher des objets trouvés par les usagers du lieu dans les environnements naturels locaux par ex. pierres, coquillages, cosses de graines.
- ✓ Utilisation de couleurs inspirées par la nature – théorie de la valence écologique.
- ✓ Matériaux : couleurs naturelles, textures et motifs.
- ✓ Papier peint qui imite la surface de matériaux naturels.
- ✓ Bois : poignées/ rampes, panneaux muraux en bois, placage.
- ✓ Carreaux, papiers peints, sols biomimétiques.
- ✓ Meubles et accessoires en argile/céramique.
- ✓ Matériaux locales : couleur, texture, motif. Revêtement de bois.
- ✓ Tuiles en écorce, liège, cuir, laine, pierre. Poutres structurelles en bois.

2.3 Complexité et ordre :

- ✓ Déplacer les meubles et plantes existants pour organiser les espaces en zones.
- ✓ Varier les éclairages ; Papier peint.
- ✓ Zonage des espaces en utilisant des motifs, textures, lumières, sons, couleurs et sensations tactiles.
- ✓ Partitions (textures de verre, verre gravé).
- ✓ Structure et systèmes mécaniques apparents (exosquelette).
- ✓ Imiter la hiérarchie naturelle au niveau de la structure et des principaux éléments architecturaux.
- ✓ Formes répétitives et symétriques
- ✓ Structures utilisées dans le design des papiers peints, des tapis
- ✓ Façades avec structure et systèmes mécaniques visibles
- ✓ Hiérarchie allèges et fenêtres. Calepinage.

3. LA NATURE DE L'ESPACE :

3.1 Perspective :

- ✓ Étudier l'orientation des sièges et les placer à côté des fenêtres.
- ✓ Orientation grâce à des panneaux. Partitions basses.
- ✓ Sièges (dossiers bas), tables partagées.
- ✓ Matériaux transparents : murs/portes/partitions en verre/polycarbonate.
- ✓ Banquettes de fenêtre. Orientation grâce à la structure.
- ✓ Balcons – impression d'espace, mezzanine, plateformes surélevées (intérieur et extérieur).
- ✓ Choix du site pour le bâtiment (dans la nature).
- ✓ Vues (sur plus de 6 m), Cloisons hautes.
- ✓ Paliers, Plans élevés, Plans ouverts.

3.2 Refuge :

- ✓ Déplacer les meubles et les plantes existants pour créer des espaces privés où se retirer et retrouver de l'énergie.

- ✓ Casques audio ; Rideaux/ partitions ; Sièges - bancs en plein air.
- ✓ Aménager des coins tranquilles (siège, lampe, tapis).
- ✓ Plateformes surélevées ; Capsules refuge.
- ✓ Mezzanine en plein air ou gazébo.
- ✓ Arcades de pavillon et passerelles ; Jardin intérieur d'hiver.
- ✓ Refuge modulaire (petite protection comme des chaises à haut dossier)
- ✓ Refuge partiel (plusieurs côtés couverts), coins lecture, banquettes etc.
- ✓ Banquettes de fenêtre, Lits à baldaquin, Belvédères, Grands arbres
- ✓ Arcades & allées ou porches couverts, Grand refuge (lits capsules, cabanes)

3.3 Mystère :

- ✓ Déplacer les meubles et plantes existants pour créer des vues partielles dans l'espace intérieur afin de créer une impression de mystère.
- ✓ Peinture murale en trompe-l'œil ; écrans defeuillés/ plantes.
- ✓ Une vue ou une œuvre d'art qui se révèle lentement (vous devez continuer à marcher pour en voir davantage)
- ✓ Écran/rideau/verre dépoli créant un mouvement d'ombres et une activité suggérée que vous avez envie de voir.
- ✓ Vues obscurcies : plantes suspendues, verre, partitions (ou à moitié obscurcies avec du verre dépoli).
- ✓ Miroirs – désorientât ; Labyrinthes ; Projection de mapping numérique.
- ✓ Quelque chose qui attire vers un espace : sons, odeurs, lumière, surprise.
- ✓ Chemins serpentant à travers les espaces, courbes douces (légèrement désorientant).
- ✓ Chemins sinueux, Petites fenêtres/ouvertures.
- ✓ Stimulation auditive venue d'une source invisible.
- ✓ Vues cachées de l'objet centre d'attention.

3.4 Risque :

- ✓ Créer une culture qui encourage chacun à sortir de sa zone de confort, par exemple à acquérir de nouvelles compétences.
- ✓ Images : vue du haut d'une montagne, peintures murales (trompe-l'œil).
- ✓ Hamacs, chaises suspendues/ chaises balançoires, étagères suspendues.
- ✓ Sol inégal ; Siège au-dessus du vide ; Eau : LED numérique.
- ✓ Ascenseur en verre/ escalator/ sol/ balustrade : hauteur (passerelle, atrium sur deux niveaux, cabanes dans les arbres, gazébos).
- ✓ Passerelles suspendues ; Murs d'escalade.
- ✓ Hauteurs ; Gravité ; Eau.
- ✓ Atrium à deux étages avec balcon ou passerelle.
- ✓ Garde-corps ou dalle transparente.
- ✓ Passage sous, sur ou à travers de l'eau.
- ✓ Photos grandeur nature d'araignées ou de serpents

ANNEXE 03 : APPROCHE TECHNIQUE "OPERA"

1. CHOIX DE STRUCTURE DE LA SALLE DE SPECTACLE :

D'après le livre L'art des structures Aurelio Muttoni : "La structure constitue depuis toujours un aspect fondamental de la construction intéressante aussi bien pour les architectes que les ingénieurs"

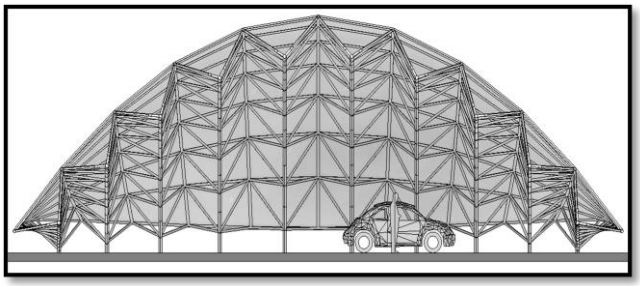
La Structure hybride : C'est la combinaison entre deux systèmes constructifs, dans notre cas c'est la combinaison de la structure tridimensionnel et métallique ainsi différents matériaux de constructions : (Eyrolles, 2013).

1.1 Structure tridimensionnelle :

1.1.1 Définition :

Est l'une des structures spatiales, c'est un terme qui comprend les structures généralement industrialisées et métalliques, permettant la réalisation de constructions de toutes portées sans appuis intermédiaires.

On peut donc considérer comme appartenant à la famille des Structures Spatiales, les Structures Tridimensionnelles , c'est une structure ayant une longue portée , qui se maintient grâce à la rigidité des triangles et qui se compose d' éléments linéaires subissant uniquement une traction ou une compression axiale , l' élément tridimensionnelle le plus simple d'une telle structure est le tétraèdre a quatre joints et six membrane.



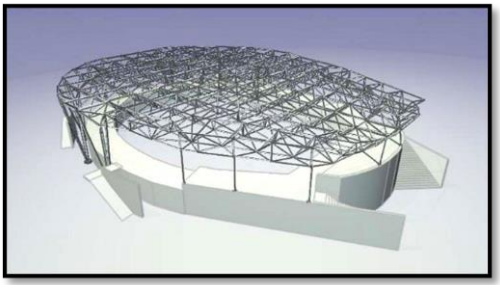


Figure 205 : structure tridimensionnelle, Source : Google image.

1.1.2 Caractéristiques :

- ✓ Grande liberté: Structure filigrane et légère
- ✓ Economie importante: Poids réduit de la structure des, Fondations minimales
- ✓ Différents revêtements: protection contre la corrosion et l'incendie
- ✓ Chantier sec: ne nécessite qu'un espace réduit
- ✓ Montage rapide indépendant des conditions atmosphériques
- ✓ Ecologie exemplaire: possibilité de démontage et recyclage
- ✓ Ne nécessite ni des coffrages ni des étayages
- ✓ Démontrabilité et transformation
- ✓ La capacité portante: due à la résistance

1.1.3 Les types utilisés : selon les matériaux de réalisation :

- ***Acier :*** Les structures tridimensionnelles en métal offrent de grande possibilité géométrique au niveau architectural, ce qui permet non seulement de les adapter à toutes sortes d'infrastructure mais aussi de renvoyer une image esthétique spécifique.

- ***Coque :*** c'est un dôme de titane et de verre en forme d'ellipse, entourée d'un lac artificiel qui lui donne l'impression de flotter sur l'eau. L'entrée principale se trouve au Nord du bâtiment par sous forme d'une grande esplanade inclinée qui permette de pénétrer dans l'édifice en passant sous le lac.

1.2 Structure métallique :

1.2.1 Définition :

La structure métallique comprend l'ensemble de structure réalisé à base de métal (fonte, acier fer, aluminium …) elle a fait apparition au milieu du XVIII e siècle et a donné naissance à une nouvelle forme d'architecture qui est l'architecture métallique.

Figure 206 : photos de structure métallique, Source : Google image.

1.2.2 Caractéristiques :

- ✓ Une haute résistance
- ✓ La stabilité des propriétés mécanique.
- ✓ La ductilité .modification ultérieures.
- ✓ La préfabrication
- ✓ Une structure démontable
- ✓ Economique
- ✓ permet grandes portées
- ✓ Esthétique
- ✓ La résistance au feu

- **Dans la première partie principale : structure en Acier-béton :**

La structure mixte doit sa capacité portante à la collaboration structurale entre l'acier et le béton, qui exploite les caractéristiques favorable respectives de ces matériaux de façon optimale bien que ces derniers soient de natures différentes, ils se complètent fort opportunément.

- **Dans la douzième partie du tour : bois/acier :**

C'est une association du bois (matériau noble et écologique) avec le métal (matériau brut et industriel) permettant la réalisation de structures importantes avec de grandes portées sans point d'appui intermédiaire. Le bois et l'acier se révèlent complémentaires.

L'acier permet de réaliser des ossatures d'une grande finesse et flexibilité, le bois le complète par des éléments de parois et de planchers performants.

La combinaison de ces deux modes de constructions permet d'éliminer pratiquement toutes les faiblesses respectives. Le résultat est un ouvrage de grande portée, de grande finesse et légèreté.

Figure 207 : structure acier béton, la philharmonie

Figure 208 : structure bois acier, la seine musicale

Source : Google image.

2. LES MATERIAUX UTILISES

2.1 Définition des éco-matériaux :

Les éco-matériaux, ou matériaux écologiques, ou même matériaux saints, sont des matériaux de construction qui répondent aux impératives du développement durable dans toute la chaine de leurs productions, mise en œuvre, utilisation et fin d'utilisation (fin de vie).on trouve matériaux biosourcie, réutilisable, améliorée.

2.1.1 Pour les gros œuvres, ossature et toiture :

- ***Le métal (Acier) :*** solidité et propreté, recyclable et réutilisable mais avec une faible résistance à la corrosion électrolyte.
- ***Le bois :*** fortes qualités techniques et thermiques, isolation, facilité de fabrication et de mise en œuvre, production moins énergivore, chantier sec et propre, mais il provoque des problèmes liés aux termites, problèmes liés à l'humidité, problèmes liés aux incendies.
- ***Le béton :*** ses avantages sont la Maniabilité et diversité d'utilisation, la Durabilité, l'incombustibilité, ses inconvénients sont l'isolation thermique moindre, probabilité d'oxydation dans les milieux humides.
- ***Le verre :*** Il est pur et imperméable. Le verre est facile à nettoyer, à stériliser et à réutiliser.
- ***Mur réseau à double vitrage :*** La pose de fenêtres double-vitrage est une opération aussi économique qu'écologique. Le **principe d'un double-vitrage** est simple : comme son nom l'indique, deux vitres sont superposées et isolées par un vide, rempli

d'une lame d'air ou d'un gaz neutre (inerte) tel que l'argon, le xénon ou le krypton, qui possèdent un coefficient d'isolation thermique légèrement supérieur à l'air. Ses avantages sont :

- ✓ La réduction de la consommation énergétique, pour le chauffage et/ou la climatisation, qui peut baisser de 10 à 15 %
- ✓ Un meilleur confort chez vous toute l'année, avec une protection thermique plus importante.
- ✓ L'élimination des phénomènes de condensation et de la sensation de vitre froide.
- ✓ L'amélioration du confort acoustique grâce à l'atténuation importante des bruits extérieurs.
- ✓ Une sécurité renforcée contre d'éventuelles agressions extérieures.

2.1.2 Aménagement et paroi extérieur :

- ***Le pavé :*** imperméabilité, résistance, esthétique.
- ***Moucharabieh en bois :*** Il y a une tendance que l'on voit revenir il s'agit de la cloison ajourée avec de jolies formes et lignes et dans cette nouvelle dynamique le moucharabieh en bois est une excellente idée. Il se mêle parfaitement à une décoration contemporaine et design, tout en apportant un joli côté ethnique, de la matière et surtout une rythmique graphique dans la pièce. Ils ont l'avantage de laisser passer l'air sans faire entrer la chaleur dans la pièce.

3. TYPE DE TOITURE

3.1 Toiture végétalisé :

Un dispositif complexe composée de couches superposées, installé sur une surface du toit d'une maniéré libre (par couche), ou en modules (panneaux préfabriqués). L'introduction des toits végétalisés peut répondre à une diversité de soucis :

- ✓ Comme un élément paysager;
- ✓ Comme surfaces utilisables et exploitable.
- ✓ Comme éléments de propreté et d'ambiance urbaine.

Nous avons utilisé deux systèmes :

- Pour les deux terrasses accessibles du 1er et 2ème niveau : **système intensif**
- Pour le dernier niveau : terrasse inaccessible : **système extensif**

Caractéristique	Intensif	Extensif
Maintenance	Haute	Basse
Irrigation	Régulière	Périodique
Diversité des plantes	Large diversité : Pelouse, Vivace, Arbuste, Arbre	Mois de diversité : Sedum, Herbe, Mousse, Herbe
Epaisseur	140 –300 mm	60 –200 mm
Poids	Plus lourd (180 -500 Kg/m²)	Relativement léger (60-150 Kg/m²)
Utilisation	Accessible	Inaccessible

Cout	Couteux	Moins couteux

Tableau 15 : différence entre le système intensif et extensif, *Source : l'auteur.*

3.2 Toit ouvrent : toit constitue de panneaux triangulaires qui s'ouvrent avec des vérins

4. CHOIX DU TYPE DE FAÇADE

4.1 Une façade intelligente composée :

Le concept de « façade intelligente » permet de réduire immédiatement et durablement la consommation en énergie de l'ouvrage, tout en répondant aux exigences règlementaires.

Matériaux utilisés : panneaux photovoltaïques, Acier, l'aluminium, d'autres matériaux tels que la fibre de verre et les matériaux composites.

- Partie principale avec : la façade cinétique.
- Partie secondaire (tour) : la façade double vitrage et verte.

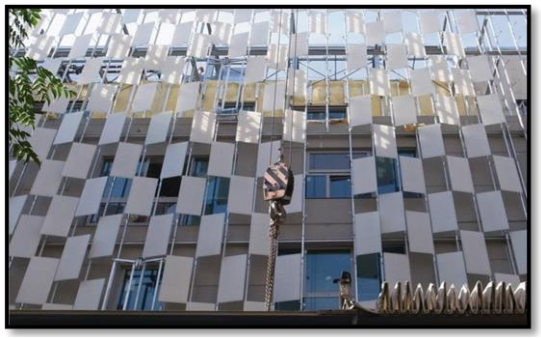


Figure 209 : façade cinétique

Figure 210: façade double vitrage

Source : Google image.

5. L'ACOUSTIQUE DE LA SALLE DE SPECTACLE

5.1 Type de salle de spectacle :

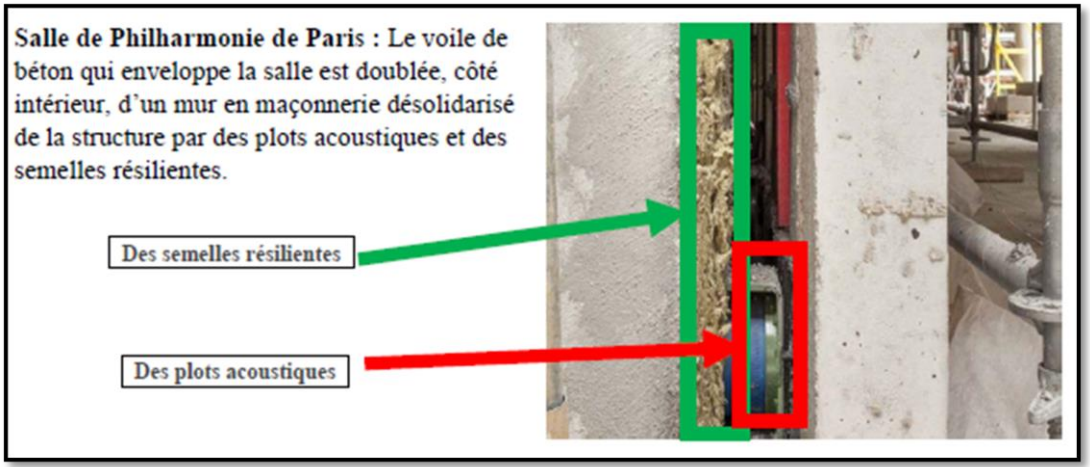


Figure 211 : exemple d'un système de la boite dans la boite, Source : site web.

Système de « boîte dans la boîte » : Le principe de la boite dans la boite repose sur l'idée de créer une pièce à l'intérieur d'une pièce déjà existante. Elle sera entièrement indépendante de la structure existante et ne sera liée à cette dernière qu'à travers des plots antivibratoires au sol en bois de charpente par exemple. La création d'une pièce désolidarisée permet d'éviter la propagation des bruits et des vibrations de dedans vers dehors et vice-versa.

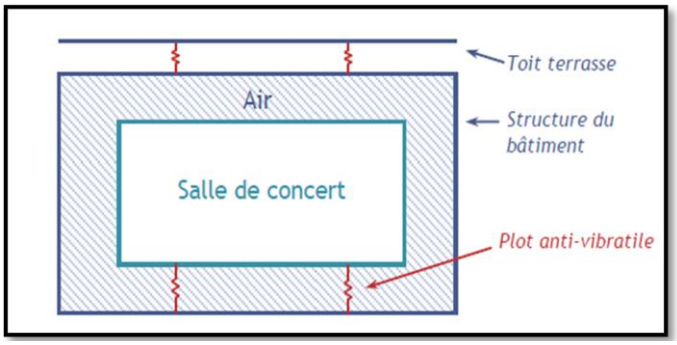


Figure 212 : fonctionnement de système boite dans la boite, Source : Google image.

5.2 Matériaux absorbants pour la correction acoustique:

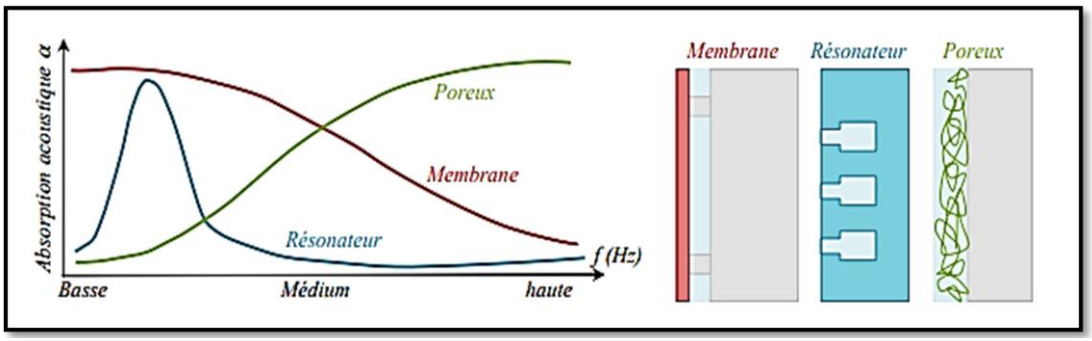


Figure 213 : comparaison de l'allure du coefficient des trios types de matériaux absorbants utilise en correction acoustique, Source : site web.

L'absorption d'un matériau, qui intervient comme facteur de diminution de la réverbération, est en fonction de la fréquence de l'onde, ainsi trois types de matériaux acoustiques absorbants sont utilisés pour la correction acoustique des salles.

- ***Matériaux poreux :*** augmentation de l'absorption avec l'épaisseur à moyenne fréquence.
- ***Résonateurs :*** diminution de la fréquence d'absorption maximum avec la diminution de la surface d'ouverture du col, l'augmentation du volume et de la longueur de col des cavités du résonateur.
- ***Membrane :*** augmentation de la fréquence d'absorption maximum avec la diminution de la masse surfacique de la plaque et de l'épaisseur de la lame d'air. (DIB & BEDJAOUI, 2018/2019, pp. 46-47)

5.3 Matériaux et techniques d'isolation acoustique :

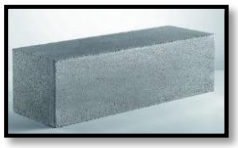
Catégorie	Matériaux	Le choix
les blocs	Blocs de béton Béton cellulaire Blocs de plâtre Blocs en terre cuite Blocs en silico-calcaire Blocs d'argile expansée	***Terre cuite*** 
Les laines	La laine de roche La laine de verre La laine de mouton La laine de fibre de bois	***Laine de roche***
Les plaques	Plaque en fibre de bois Plaque en fibre de plâtre Plaque en terre	***Fibre en bois***

Tableau 16 : tableau des matériaux d'isolation acoustique, Source : l'auteur.

5.4 Exemples d'application :

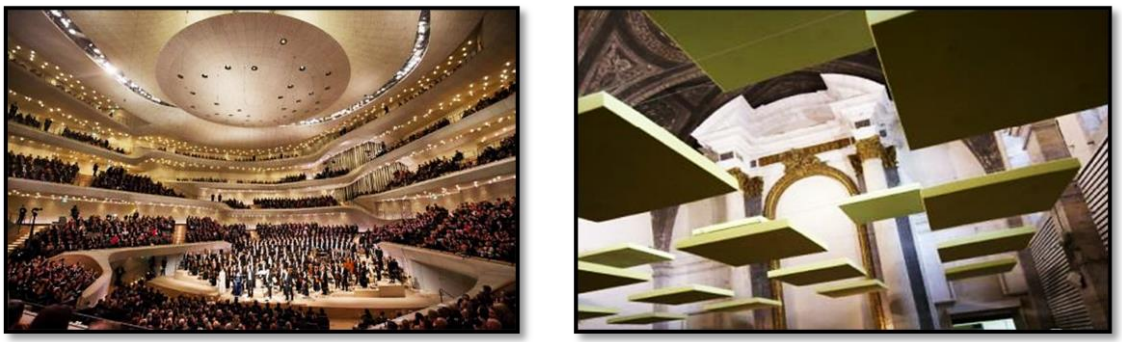


Figure 214 : les ciels acoustiques, Source : Google image.

Figure 215 : les baffles acoustiques, Source Google image.

Figure 216 : revêtements et enduit absorbants, Source Google image.

Figure 217 : Finition de sol absorbant

Figure 218 : Les panneaux réfléchissants

Source : Google image.

Figure 219 : les faux plafonds

Figure 220 : les dômes, Source : Google image.

1. **Pour l'isolation acoustique :**

Masse ressort masse : il s'agit de séparer deux parois par une nouvelle texture qui va alors absorber le bruit et filtrer une partie de ce dernier.

Double faux plafonds : La structure du faux plafond est mise en place de façon anti vibratile : elle est ancrée dans les murs à travers une bande souple de minimum 5 mm d'épaisseur.

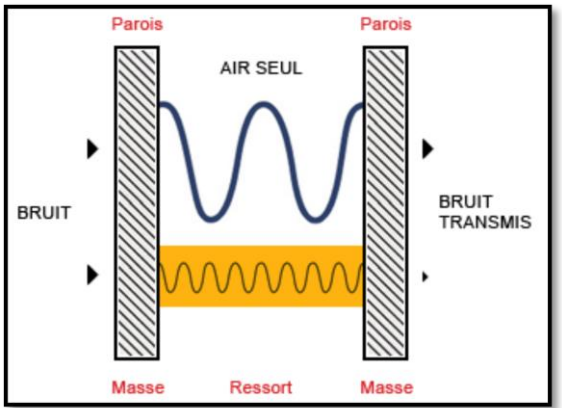


Figure 221 : lois masse ressort masse, Source : Google image.

2. **Pour la correction acoustique :** à travers les matériaux absorbants.

- ✓ Le Plastique ETFE est un réflecteur Acoustique utilisé dans les salles de spectacle.
- ✓ Les réflecteurs en nuages suspendus, les murs arrière des balcons, les murs du parterre.
- ✓ Panneaux réflecteurs Amovible : Ces panneaux amovibles permettent la correction acoustique.

6. LE CONFORT VISUEL

6.1 L'ambiance lumineuse selon les différentes fonctions : (DIB & BEDJAOUI, 2018/2019, pp. 48-49)

- ***Utilitaire :*** car elle permet la vision et le déplacement dans l'espace.
- ***Signalétique :*** pour le repérage ou le guidage vers les limites d'un lieu.
- ***Esthétique :*** ou décorative elle valorise l'endroit dans son ensemble.
- ***Sensorielle :*** détermine la perception de cet espace et l'impression qui en subsistera dans notre mémoire.

6.2 Les ambiances extérieures :

Figure 222 : les ambiances lumineuse à l'extérieure, Source : Google image.

6.3 Les ambiances intérieures :

Ambiance chaleureuse et emploi de couleur chaude, Ambiance sombre, toit ouvrant en forme d'étoile a 6 branches qui offrent une magnifique vue vers le ciel étoilé.

Figure 223 : les ambiances intérieures, Source : Google image.

- **Éclairage naturelle :** un éclairage zénithal à travers un toit rétractable qui éclaire la salle de spectacles et ses annexes par lumière naturelle sans éblouissement ainsi qu'un éclairage latérale à travers le mur rideau ce qui limite l'utilisation de l'éclairage artificielle que pendant la nuit.
- **Éclairage artificielle :** Dispositif destiné à convertir de l'énergie électrique en lumière. Permettant d'éclairer sans avoir recours à la lumière naturelle. Ce dispositif doit être le plus économique que possible, pour cela on a opté pour les lampes à LED (La lampe à diode électroluminescente) : en raison de leur tension d'alimentation adaptée à l'électronique et de leur longue durée de vie (jusqu'à 100 000h), une faible consommation ainsi qu'une durée d'allumage rapide.
- **Electricité Poste de transformateur :** un transformateur électrique est une machine électrique permettant de modifier les valeurs de tension e d'intensité du courant. Le poste de transformateur installé au niveau local technique, doté aussi d'un groupe électrogène gère l'énergie produite à partir du centrale à cogénération.

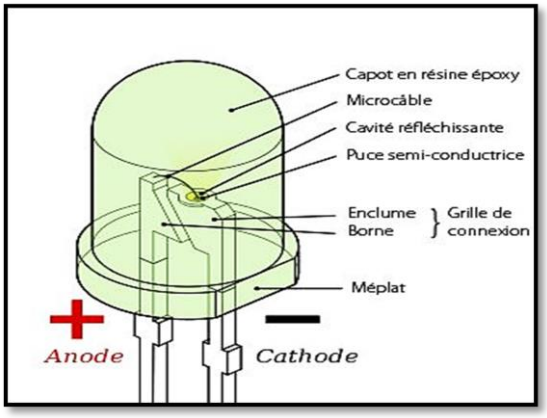
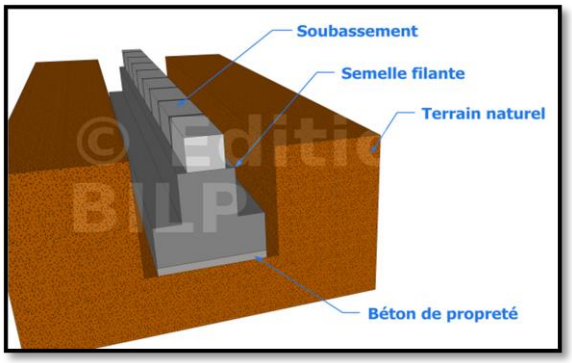


Figure 224 : détail d'une lampe LED **Figure 225 : Groupe électrogène, Source : Google image.**

7. DETAILLE STRUCTUREL

7.1 Infrastructure : la fondation, le mur de soutènement :

L'infrastructure est un ensemble d'éléments interconnectés qui fournissent le cadre pour supporter la totalité de la structure. Le terrain du projet est un terrain favorable à l'urbanisation et le bon sol se trouve à une distance proche, donc notre choix : c'est porté sur Des fondations type semi-profondes (semelles filantes) pour tout le projet qui va assurer la stabilité de notre projet.



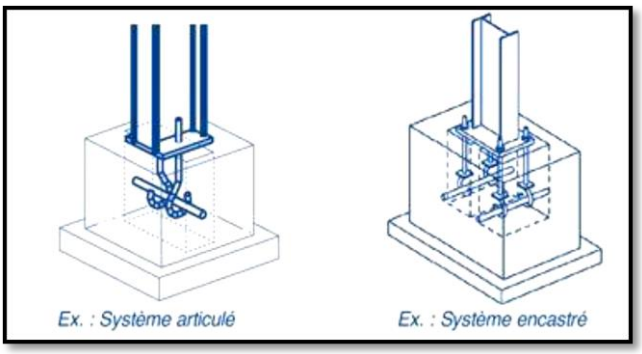


Figure 226 : semelle filante **Figure 227 :** ***poteau métallique avec fondation en béton armé.***
Source : Google image.

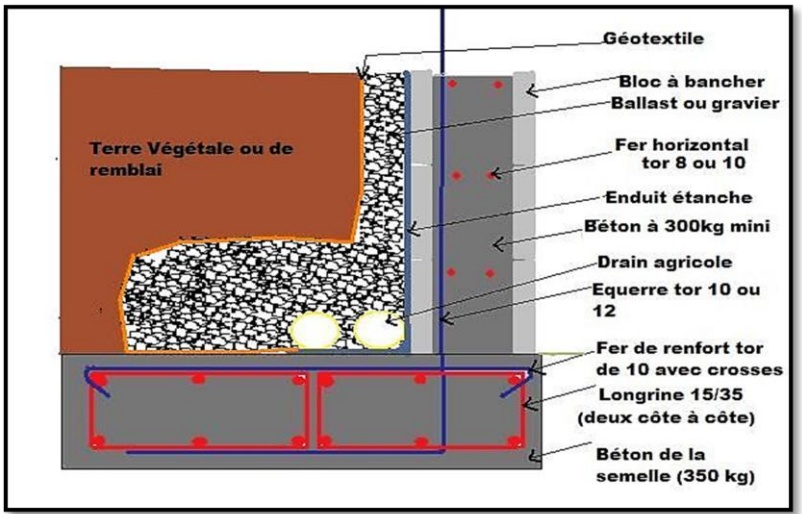


Figure 228 : le mur de soutènement en coupe, Source : Google image.

Pour le mur de soutènement : nous avons prévu des murs de soutènement en béton armé dans les parties enterrées comme le sous-sol, afin de retenir les poussées de terres.16 et 30 pour une épaisseur déterminée par un calcul d'ingénieur.

7.2 Superstructure :

- **Les poteaux :**

Les poteaux sont des éléments verticaux, destinés à supporter les charges et surcharges et les transmettre au sol de fondation.

On a choisi les poteaux mixtes (poteaux métallique de type IPE enrobé en béton) utilisé dans les espaces plus grands tel que : la salle de spectacle, la salle de cinéma, la salle de projection, salle modulable, le hall … de section variable en fonction des calculs de génie civil.

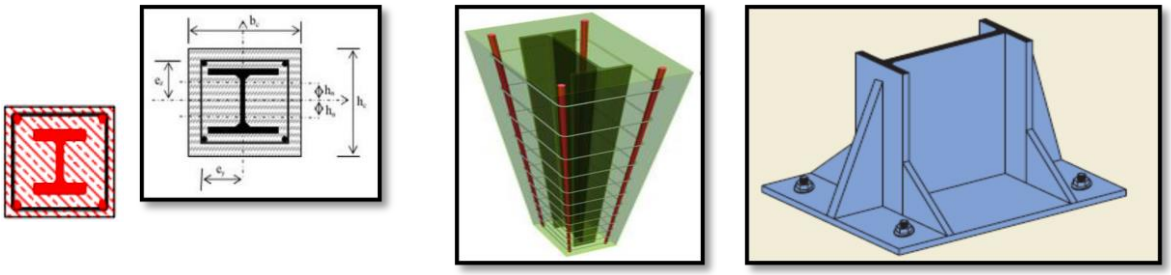


Figure 229 : Le profilé IPE enrobé en béton et son boulonnage, Source Google image.

- **Les poutres :**

Ce sont les éléments transversaux de la structure qui répartissent les charges entre les poteaux et supportent les plancher.

✓ ***Poutres en treillis :***

Elles sont utilisées pour supporter la couverture supérieure de la salle de spectacle; ce type de poutre est choisi pour les multiples avantages qu'il offre, comme les grandes portées, la légèreté.

✓ **Poutres métalliques :**

On les a utilisés dans le reste du projet, ce type de poutres permet d'alléger le poids de la structure.

• On a utilisé les profilés en âme pleine dans le contour du bâtiment et les profilés en âme creusée (les poutres alvéolaires) à l'intérieur, afin de faciliter le passage des gaines et des fluides dans la hauteur de la poutre. Ces poutres sont donc particulièrement intéressantes, en permettant des portées de 20 mètres en solution mixte acier-béton.

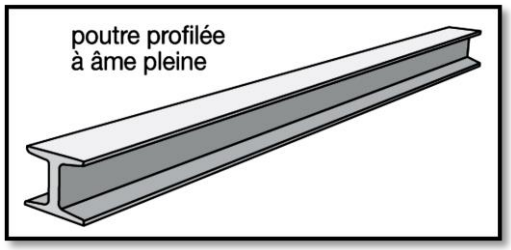


Figure 230 : poutre métallique

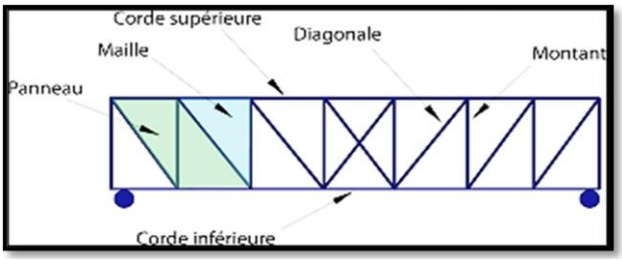
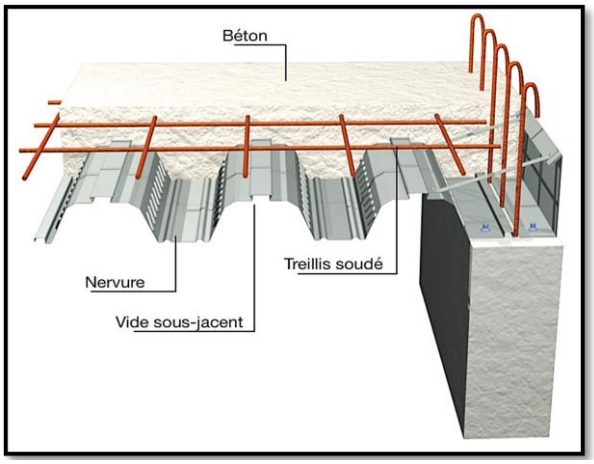


Figure 231 : poutre en treillis, Source : Google image.

7.3 Les plancher :

Les planchers qui sont des surfaces planes horizontales doivent remplir une exigence structurale; qui est leur résistance et qui doit être assurée pendant toute la durée de leur utilisation à travers une protection des éléments contre la corrosion, de même qu'une étanchéité dans les milieux humide, une autre exigence concernant la stabilité, les propriétés acoustiques et thermiques doit être prise en compte.

Les portées devant être atteintes représentent un facteur majeur dans la détermination du type de plancher à choisir. Afin d'atteindre des portées importantes avec notre système structurel mixte, nous avons choisi deux type de plancher, c'est le plancher collaborant et en bois. Généralement, le plancher est constitué de 3 parties distinctes qui sont : le revêtement, la partie portante et le plafond.



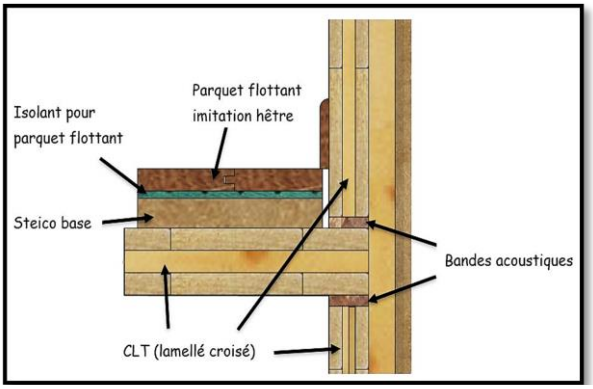


Figure 233 : plancher en bois, Source Google image.

Figure 232 : plancher collaborant, Source : Google image.

Les nervures longitudinales de la tôle profilée permettent le logement des installations et canalisations du bâtiment. Il s'agit d'un système de construction offrant des économies d'argent plus que significatives associées à un gain de temps d'exécution. Le profil du plancher collaborant est particulièrement recommandé pour les bâtiments à structure métallique dont les dimensions et les portées sont relativement importantes. Talque salle de spectacle, salle de cinéma…

7.4 Les joins :

Un joint est un dispositif utilisé dans plusieurs domaines Ses fonctions et utilités diffèrent d'un domaine à un autre, Un joint est une coupure (qui peut s'étendre jusqu'aux fondations) réalisée dans un ouvrage pour le diviser en plusieurs parties, chaque partie pouvant se déplacer ou se déformer librement. Les joints sont d'une nécessité technique mais aussi économique :

- ✓ Technique : pour absorber les problèmes du comportement de l'ouvrage.
- ✓ Economique : pour éviter sur dimensionnement.

Les multiples types de joints (dilatation, rupture, retrait, construction) remplissent des fonctions différentes. Ils peuvent ainsi tenir jusqu'à 5 rôles au sein d'une même construction, assurant la solidité et la durabilité des édifices.

Le béton est un matériau qui se dilate et se rétracte en fonction des variations climatiques. Ces modulations comportementales au sein de la structure peuvent engendrer des fissures, voire des soulèvements des appuis ou des façades des bâtiments. Ce phénomène comporte un risque pour la stabilité des constructions et par là même, met en danger leurs occupants. Les joints permettent de laisser un espace pour les dilatations et rétractions du béton, afin de ne pas faire pression ni endommager les structures. En plus de réagir aux écarts de températures, le béton se rétracte naturellement lors de son séchage. Également, les joints peuvent servir à prévenir les tassements différentiels des fondations. Ceux-ci sont engendrés par les forces verticales et horizontales exercées sur les fondations et qui risquent de les fragiliser.

On peut également mettre en place des joints afin de limiter l'impact des vibrations liées à la circulation des machines, engins de chantiers et divers véhicules, sur la structure des bâtiments.

Enfin, il faut savoir que le vent exerce lui aussi une pression relativement forte sur les ouvrages, en particulier les bâtiments de grande hauteur. Ainsi, les joints permettent d'atténuer les déformations qui découlent de cette pression (Iinfobatir, 2020). Nous avons opté pour :

- **joints de dilatation :** ils sont prévus pour répondre aux dilatations dues aux variations de température chaque 25 à 30 mètres.

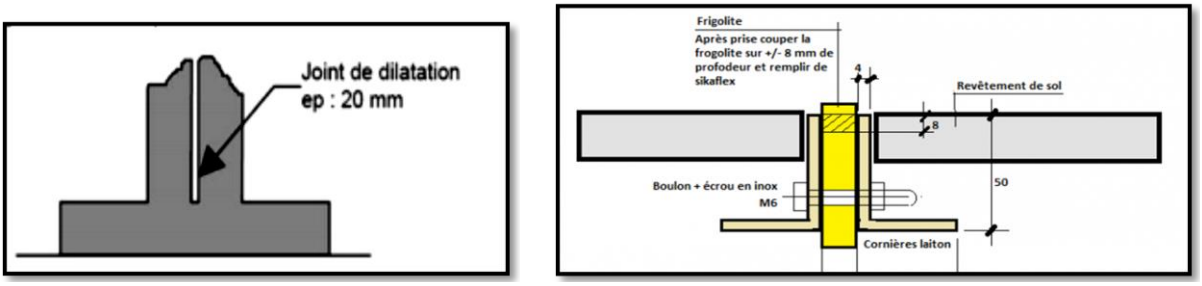


Figure 234 : joint de dilatation, Source : Google image.

- **Joint de rupture :** l'lorsqu'une structure est constituée d'éléments de poids différents, ou qu'une autre y est accolée, il peut survenir un phénomène de tassement différentiel. Celui-ci représente un risque pour les fondations du bâtiment, qu'il convient de scinder à l'aide de joints de rupture.

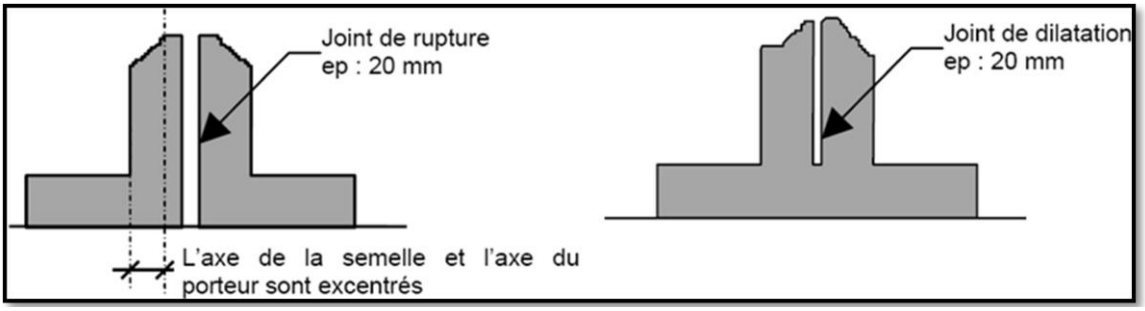


Figure 235: différence entre le joint de rupture et de dilatation, Source : Google image.

Pour le couvre joint : un couvre-joint est une disposition qui doit faire face à 4 types principaux de mouvements de bâtiment et doit pouvoir se déplacer dans toutes les directions.

- ✓ Dilatation ou contraction thermique.
- ✓ Tassement du bâtiment.
- ✓ Balancement dû au vent Activité sismique.
- ✓ **Donc on opte pour : Couvre joint en EPDM / en aluminium.**

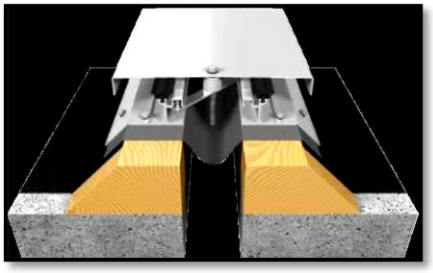


Figure 236 : couvre oint en aluminium, Source : Google image.

7.5 Les gradins (balcons) :

Les gradins (tribunes) d'amphi sont en béton armé. Les tribunes doivent respecter la valeur minimale de distance horizontale D allant des yeux d'un spectateur, à hauteur de regard A, au point d'observation P le plus proche le long de la ligne de visibilité.

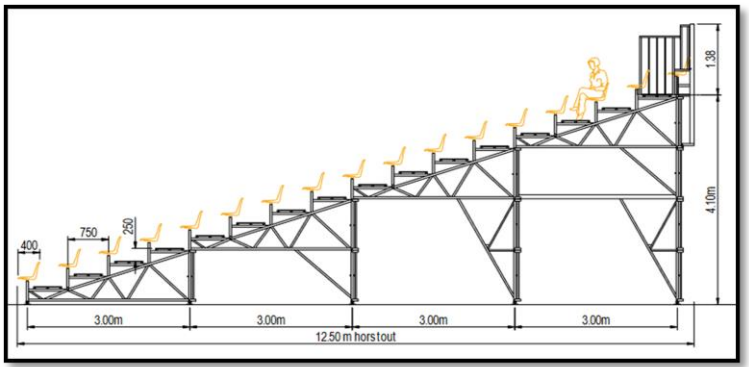


Figure 237 : normes des tribunes, Source : Google image.

7.6 Seconde ouvres :

Escalier

Afin d'avoir une circulation verticale fluide on a prévu des escaliers en béton armé et acier.

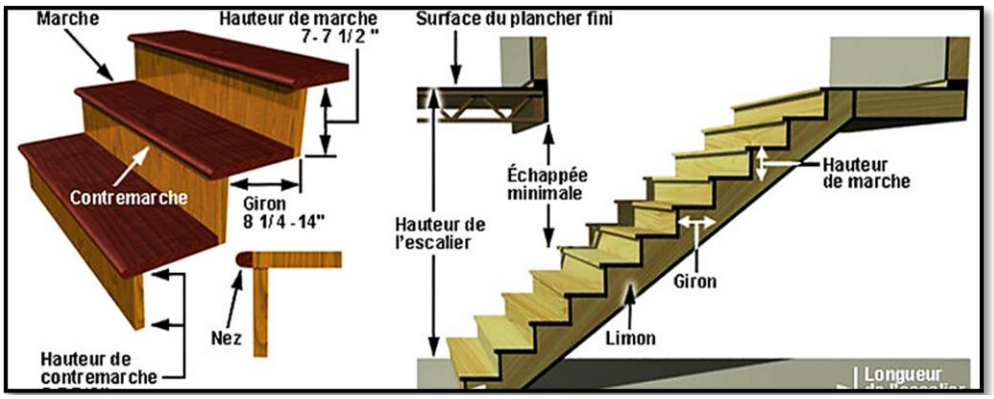


Figure 238 : les éléments composant l'escalier, Source : Google image.

Ascenseur et monte-charge

Un ascenseur est un dispositif mobile qui assure le déplacement de personnes et d'objets sur les différents niveaux d'un bâtiment. Quant à la monte de charge est un appareil servant à monter des marchandises, des fardeaux, d'un étage à l'autre.

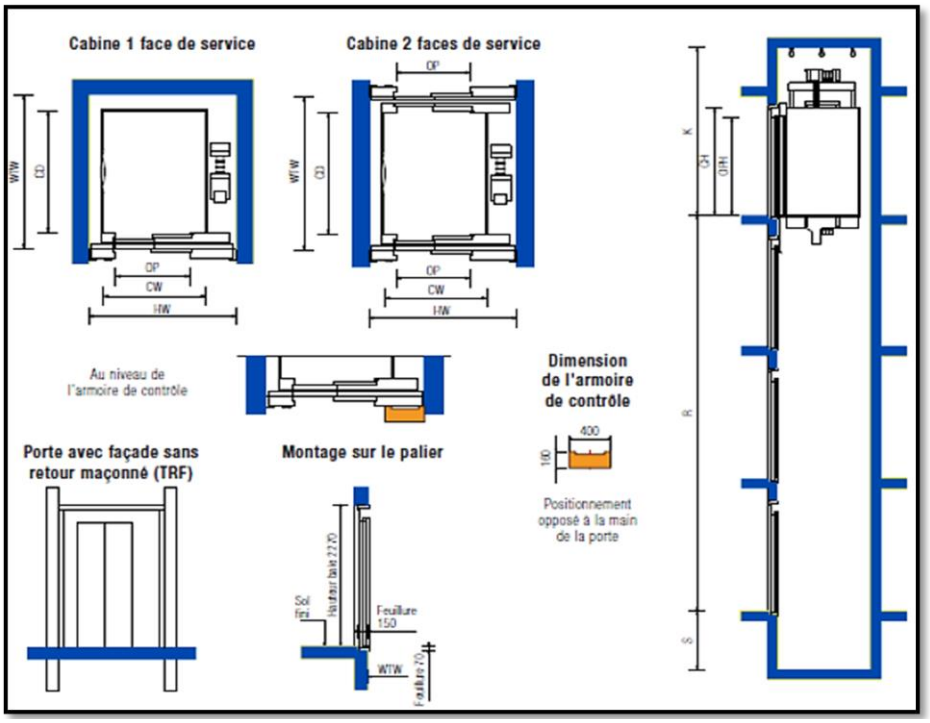


Figure 239 : détailles d'ascenseur, Source : Google image.

Rampe :

La rampe ne doit pas être une source de danger pour les utilisateurs, aussi, il y a quelques points à prendre en compte avant de faire votre choix : la stabilité et la solidité : attention à la charge maximum supportée. La pente : 1/12-1/20

La visibilité : contraste des couleurs par exemple la surface de la rampe : non glissante avec des trous inférieurs à 2 cm de diamètre, par exemple, pour évacuation de l'eau, revêtement antidérapant La sécurité : avoir des bordures.

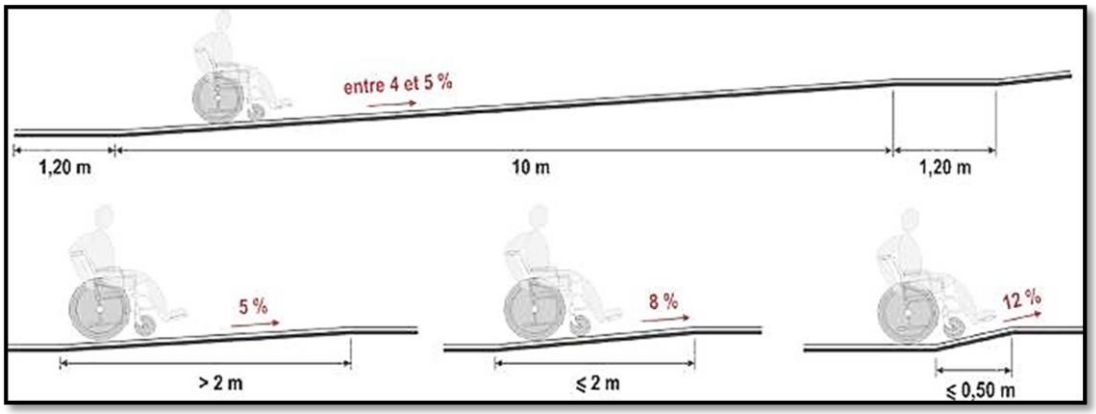


Figure 240 : détaille rampe pour les handicapés, Source : Google image.

cloisons intérieurs :

La cloison est un élément majeur d'aménagement intérieur. Elle délimite l'espace, permet de créer de nouvelles pièces, de créer des zones de circulation, d'agencer les volumes. Elle participe également à l'esthétique et à la décoration de l'intérieur.

Cloison en Placoplatre : il s'agit d'un matériau industriel formé de plâtre moulé entre deux fines couches de carton. Ces cloisons, très connues, permettent de couvrir de grandes surfaces, et offrent une bonne isolation acoustique. Permettent aisément d'intégrer tous les fils électriques et tuyaux de chauffage. L'isolation acoustique peut varier de 39 à 50 dB selon les modèles et leur résistance au feu.

Cloison amovible : Elles peuvent être fabriquées en brique, en plâtre, en bois, en métal, en panneaux de particules, verre. Ces cloisons permettant des possibilités de modification, offrant des variétés d'espaces de travail et s'adaptant aux exigences des différents espaces (salle modulable ; club de jeux) (Zaffini, 2022).

Cloisons à ossature métallique : constitué de deux plaques de plâtre, séparés par un isolant Phonique en laine de verre. Ces panneaux seront fixés à la structure du plancher supérieur et inférieur ainsi qu'à l'ossature porteuse.

faux plafonds : un habillage pratique et esthétique

Le faux plafond comporte un double avantage : il est extrêmement esthétique mais aussi isolant, d'où son grand succès actuel dans les intérieurs. Le faux plafond vient recouvrir un plafond d'origine soit trop endommagé soit trop haut ou incorrectement isolé. Il contribue à la décoration d'une pièce : différents types de finitions sont possibles pour habiller le faux-plafond (corniches, LEDS intégrées...).

En abaissant le plafond d'origine, le faux-plafond permet également de jouer avec les volumes pour donner une plus belle harmonie à la pièce. Enfin, il isole du bruit et du froid, ce qui constitue une composante technique indéniable. Le faux-plafond permet d'intégrer ces deux aspects en même temps.

- ✓ **Matériaux :**

Pour les plafonds suspendus, ils sont constitué de :

- lames de bois ou de PVC, lambris plafond
- plaques de plâtre
- de briques à plafond en terre cuite ou en céramique : elles sont maintenues par des crochets qui s'imbriquent entre elles.

Pour les plafonds tendus, ils sont constitué de:

- Toile en matières plastiques.
- Mise en œuvre très délicate (Auteurs spécialisés Ooreka, 2016).

revêtements mur

Ces recouvrements sont des éléments primordiaux de confort et de décor. Ils doivent être : durables, résistants, présents dans le marché. Donc il a été prévu dans notre projet :

1- Les enduits décoratifs (en stuc) : enduit décoratifs utilisés pour l'administration, restaurant, halle d'accueil …
2- Revêtement en bois pour la salle multifonctionnelle.
3- Revêtement en pvc pour les espaces humides.
4- Plaquettes de parement : pour le (reste de projet) les procédés de parement pour les murs intérieurs sont de divers types : les pierres naturelles, les pierres reconstituées, les moulages imitation (brique, bois, …) ce qui confère à chaque espace une identité spécifique avec la fonction.

cloisons extérieurs : mur rideau

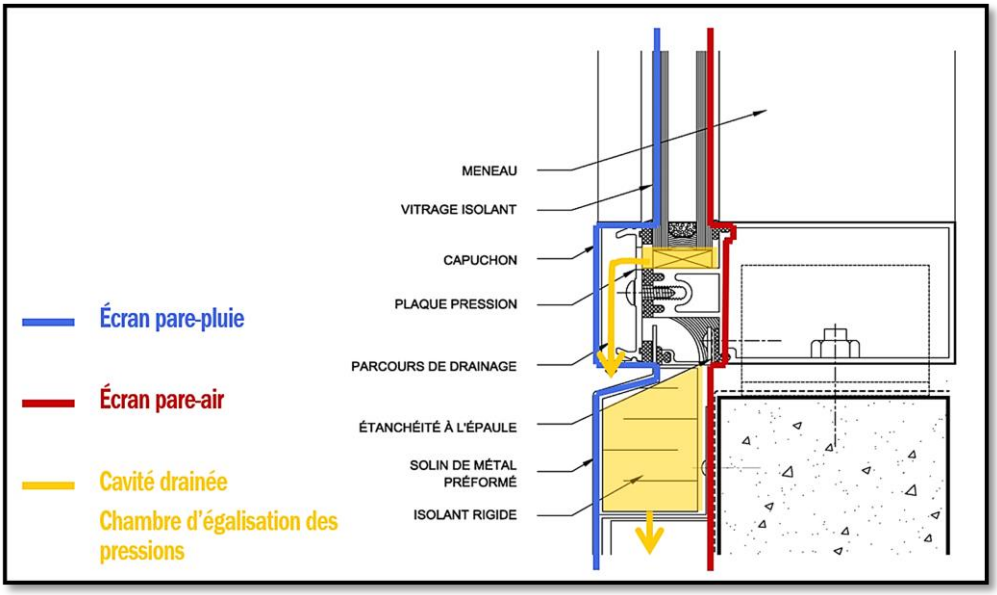


Figure 241 : détaille mur rideau, Source : Google image.

Fonctionnement :

Un mur rideau, c'est un type de revêtement extérieur, habituellement en verre et en aluminium, qui offre une fenestration maximale et qui est très performant au niveau de la résistance à la température, à l'air, à la pluie et à la condensation.

La gestion de la lame d'air entre les deux peaux et celle des protections solaires est de fait le vrai facteur différenciant entre les systèmes, bien plus que la dimension des espaces tampons ou « canaux » (entre les deux peaux), qui peuvent varier de quelques centimètres à plusieurs mètres. « Les différences de température entre les faces interne et externe de la peau extérieure génèrent des phénomènes de condensation. Pour les prévenir, la lame d'air doit être ventilée. Elle peut l'être de façon naturelle, grâce à des vantelles placées en parties basse et haute de la façade, ou par ventilation forcée, reliée au système de ventilation du bâtiment, ce qui permet d'obtenir un dessin de façade très net.

Les avantages :

- ✓ La création d'une ventilation naturelle : la FDP joue le rôle d'une ventilation mécanique en utilisant l'effet du tirage thermique.
- ✓ Le préchauffage de l'air introduit dans le bâtiment : Diminue les pertes thermiques liées au renouvellement d'air.
- ✓ l'isolation acoustique.
- ✓ l'optimisation du facteur de lumière du jour : permet de diminuer les consommations liées à l'éclairage.
- ✓ l'esthétique : crée un aspect « high-tech » apprécié dans les bâtiments tertiaires.
- ✓ l'amélioration du confort en été : la FDP joue un rôle de protection solaire (EPSYLON groupe , 2021).

8. CLIMATISATION ET CHAUFFAGE

La ventilation mécanique double flux :

La VMC double flux est un système de ventilation performant. En plus de permettre le renouvellement d'air du logement, elle limite les déperditions de chaleur.

En effet, le fonctionnement d'une VMC double flux est particulièrement ingénieux : lorsqu'elle extrait l'air vicié du foyer, elle en récupère les calories pour préchauffer l'air entrant. Notez qu'en inversant son système, la VMC double flux permet également de rafraîchir le logement en été.

Grâce au by-pass (pontage) intégré, l'air neuf peut être également introduit dans le logement sans échange thermique lorsque les conditions s'y prêtent, par exemple pour le rafraîchissement nocturne en été. Cette solution améliore donc considérablement le confort de l'équipement tout en permettant d'importantes **économies d'énergie**.

Mode de fonctionnement :

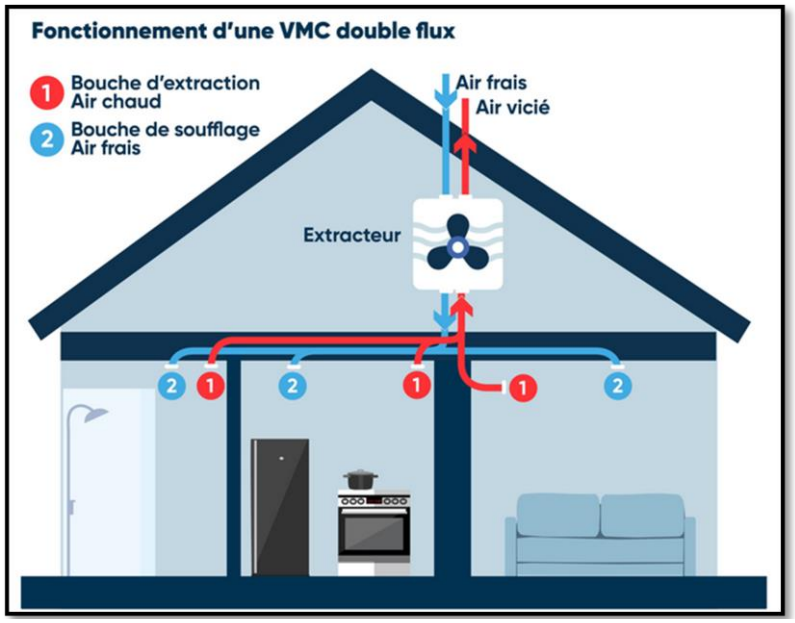


Figure 242 : système de fonctionnement de la VMC double flux, Source : Google image.

- Deux réseaux de gaines distincts, chacun doté de son propre ventilateur, le premier insufflant l'air neuf dans les pièces de vie (le salon et les chambres), le second expulsant l'air vicié à partir des pièces de services (la cuisine, la salle de bain et la buanderie).

- Un échangeur thermique qui récupère la chaleur de l'air extrait pour la transférer vers l'air entrant, associé à un système de récupération des condensats (devant être raccordé aux eaux usées), car l'échangeur produit naturellement de la vapeur d'eau.

- Une prise d'entrée d'air ou un puits canadien (puits climatique) pour l'air neuf et une sortie d'air pour l'air vicié (Marc-Martin, 2023)

9. SECURITE ET PROTECTION

Le système de sécurité incendie :

La réglementation actuelle impose aux ERP (Établissements Recevant du Public) et aux ERT (Établissements Recevant des Travailleurs) de posséder un Système de Sécurité Incendie (SSI).

Constitué d'un ensemble de matériels, il collecte, traite les informations et assure un certain nombre de fonctions liées à la sécurité et la ***protection incendie*** :

- Le compartimentage, à travers la fermeture des portes et des clapets coupe-feu.
- Le désenfumage, avec par exemple l'ouverture des volets.
- L'évacuation, par le déverrouillage des issues de secours.
- L'extinction automatique.
- La mise en arrêt de certaines installations techniques.

Les différents Système de Sécurité Incendie existants sont actuellement **classés selon 5 catégories** (A, B, C, D et E). Cette classification s'établit en **fonction du risque couvert** par le SSI, du type d'établissement ainsi que le **nombre de personnes pouvant être accueillies**. Elle définit également la composition de ce dernier. La **catégorie A** étant celle présentant la **configuration maximale** d'un Système de Sécurité Incendie.

Celui-ci doit alors présenter les éléments suivants :

- Un **Système de Détection Incendie (SDI)**, qui se compose de :

- Détecteurs d'incendie (D.I.)
- Équipement de contrôle et de signalisation (E.C.S.)
- Déclencheurs manuels (D.M.)

- Un **Système de Mise en Sécurité Incendie (SMSI)**, qui se compose de :

- Centralisateurs de Mise en Sécurité Incendie (C.M.S.I) de type A
- Dispositifs Adaptateurs de Commande (D.A.C.)
- Dispositifs Actionnés de Sécurité (D.A.S.)
- Diffuseurs Sonores (D.S.)
- Équipements d'Alarme (E.A) de type 1 (securite-incendie, 2016).

Figure 243 : détecteur de fumé, sprinkler, extincteurs mobiles, Source : Google image.

Traitement du feu dans les salles de spectacles :

- ✓ Les parois, cloisons-écrans ne devant pas assurer une fonction de résistance au feu, doivent être réalisées en matériaux de catégorie M3. Le classement M3 est obtenu à la base avec un bois faisant au minimum 18 mm d'épaisseur.
- ✓ Les matériaux utilisés doivent être de catégorie M3 à l'exception des sièges.
- ✓ Les régies doivent être construites en matériaux incombustibles ou classés A1.
- ✓ Il s'agit des planchers situés au-dessus des personnes, devant être réalisés en matériaux de catégorie M1.
- ✓ Les escaliers, les échelles, les ponts de service, l'ossature des grilles, les supports des planchers, la machinerie et en général toutes les installations stables ou les équipements fixes aménagés dans le bloc-scène doivent être réalisés en matériaux incombustibles ou classés A1.
- ✓ Les décors sur la scène doivent être réalisés en matériaux de catégorie M3.
- ✓ Les décors doivent être en matériaux de catégorie M1.Toutefois, les décors en matériaux M2 ou en bois M3 sont admis.
- ✓ Les rideaux de la salle : soit en velours coton. A traiter avec de l'hydroflam TN12 pour obtenir jusqu'à un classement M1, soit en velours polyester. A traiter avec de l'hydroflam TSP14 pour obtenir jusqu'à un classement M1. www.officiel-prevention.com .

Combustibilité		Inflammabilité	Exemples
M0	Incombustible	ininflammable	Pierre, brique, ciment, tuiles, acier, céramique, plâtre, béton, verre
M1	Combustible	Non inflammable	PVC, dalle de faux plafonds, polyester, coton
M2	Combustible	Difficilement inflammable	Moquette murale, panneau de particules
M3	Combustible	Moyennement inflammable	Bois, caoutchouc, moquette polyamide, laine
M4	Combustible	Facilement inflammable	Papier, polypropylène, tapis fibres mélangées

Tableau 17 : Classification française des matériaux ignifugés, *Source : norme NF P, 92 507.*

ANNEXE 04 : LA SIMULATION ENERGETIQUE DYNAMIQUE SED : CAS DU BATIMENT AADL EXISTANT

Introduction :

A la conception d'un projet, l'architecte doit maitre en considération plusieurs paramètres et bien assurer toutes les notions de confort (thermique, acoustique, olfactif...). Et pour faciliter ce processus l'architecte peut utiliser des techniques modernes informatiques comme la simulation numérique et parmi ces techniques on trouve la simulation thermique, Elle permet de déterminer les solutions techniques optimisant les conditions de confort et les performances énergétiques d'un bâtiment neuf ou existant ou bien d'un espace public.

1. LA SIMULATION ENERGETIQUE DYNAMIQUE

Une simulation (ou modélisation) énergétique d'un bâtiment est une analyse par ordinateur de la consommation d'énergie globale d'un bâtiment. Cela se fait généralement en utilisant un logiciel spécialisé qui permet d'entrer les données spécifiques du bâtiment à modéliser, telles que la surface, la composition et l'orientation des murs, du toit et du plancher, le type d'occupation, les équipements, l'éclairage utilisé ainsi que les systèmes mécaniques. Ces données sont associées à un fichier météorologique choisi selon la position géographique du bâtiment et conçu pour les calculs énergétiques, puis le logiciel calcule la consommation d'énergie des équipements et systèmes électromécaniques du bâtiment pour la période étudiée. En général, une simulation permet de comparer entre eux les effets de différentes mesures d'efficacité énergétique sur un bâtiment neuf ou existant.

Objectif de la simulation :

Nous savons très bien que le logement représente le pourcentage le plus élevé de tous les quartiers urbains du monde, et nous avons prouvé dans l'étude précédente que notre zone d'étude Hdjar El Mangoub était une cité dortoir, contenir uniquement les bâtiments AADL.

Notre nouveau projet est de conçu "un écoquartier intelligent" dans la zone Hdjar El Mangoub, et cela nécessite l'intervention sur le tissu existant pour configurer les bâtiments existants pour qu'ils devinent durables et intelligents, donc c'est une sorte de rénovation énergétique et thermique pour assurer une continuité avec notre projet proposé.

Nous avons donc introduit deux éléments de base, le premier étant la végétation en tant qu'élément biophilique, et l'autre celui des panneaux solaires photovoltaïques en tant qu'élément d'intelligence pour rendre le bâtiment AADL économe en matière d'énergie, durable et intelligent.

2. LE LOGICIEL DE SIMULATION ArchiWIZARD

ArchiWIZARD est le logiciel dédié à l'optimisation et la validation réglementaire RE2020 de la performance énergétique et environnementale du bâtiment pour les architectes et les ingénieurs thermiciens. Il intègre les réglementations thermiques et environnementales française comme la RE2020, la RT 2012, la RT existant, ou EN12831.

ArchiWIZARD rassemble tous les outils pour la conception de bâtiments à haute performance énergétique et environnementale ou de ***rénovation de bâtiments existants***. Il vous permet de mettre en œuvre une analyse de cycle de vie du bâtiment (ACV) pour calculer ses performances énergétiques en lien avec votre maquette numérique/ BIM.

3. LA SIMULATION : LA RENOVATION ENERGETIQUE DU BATIMENT AADL EXISTANT A HDJAR EL MANGOUB PAR LE LOGICIEL ArchiWIZARD

3.1 L'ETAT ACTUEL DE LOGEMENT

3.1.1 Configuration des parois et des murs :

Dans un premier temps, nous allons considérer ce bâtiment ayant les caractéristiques thermiques :

- ✓ Pas de scénarios pour les panneaux solaires, photovoltaïques
- ✓ Pas d'isolation
- ✓ Simple vitrage
- ✓ Ventilation naturelle

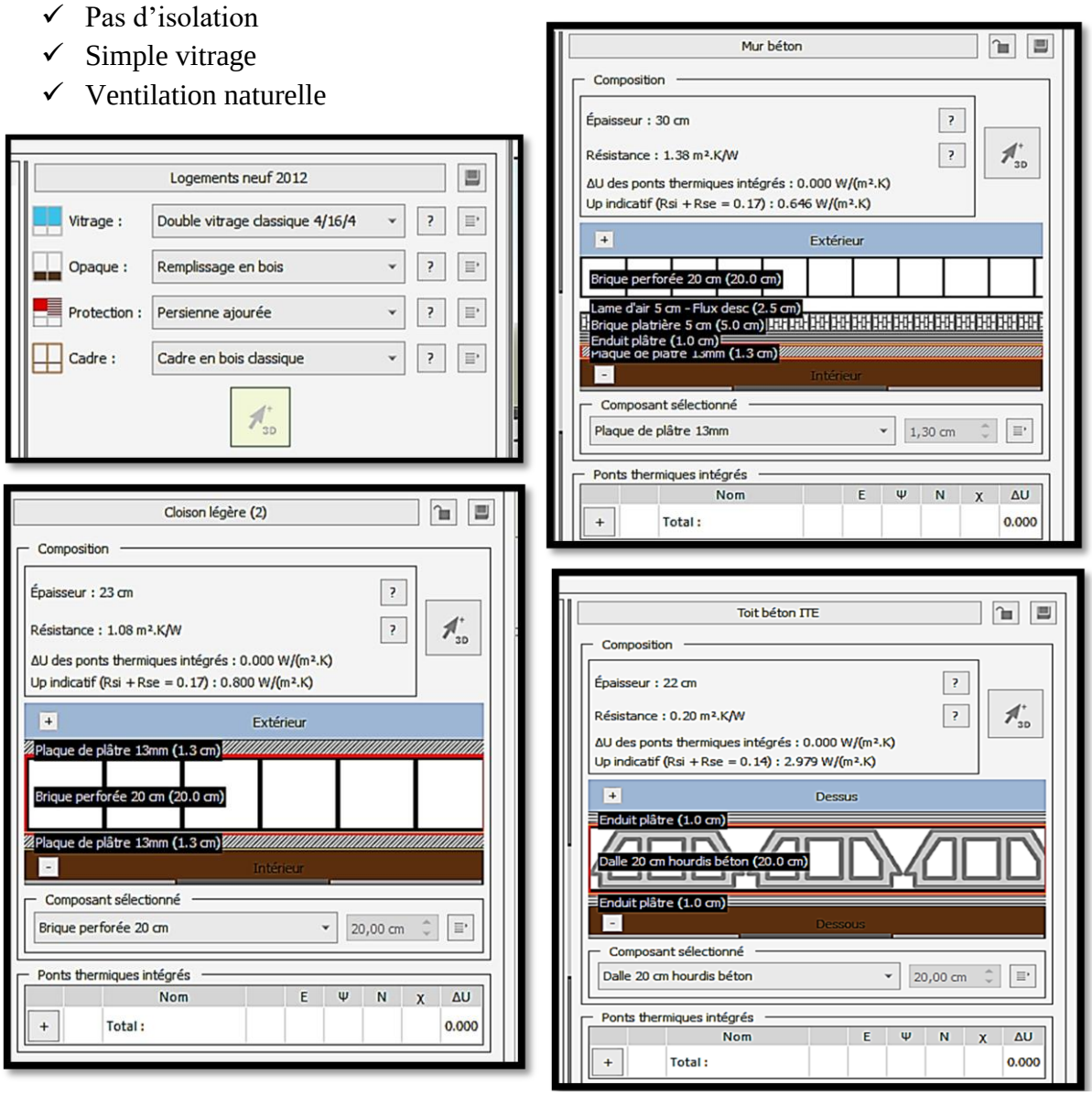


Figure 244 : les caractéristiques techniques et thermiques actuelle, les matériaux de construction

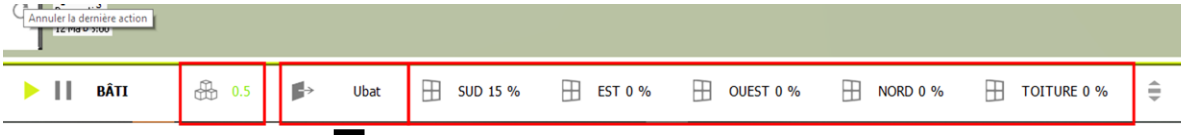
Source : ArchiWIZARD

Planchers intermédiaires Toit terrasse béton ITE (Planchers intermédiaires) - Toit béton ITE						337.99 m²
	Conductivité W/(m.K)	Masse volumique kg/m³	Chaleur spécifique J/(kg.K)	Épaisseur cm	Poids/m² kg/m²	R m².K/W
Enduit plâtre	0.560	1200	1000	1.0	12.0	0.02
Dalle 20 cm hourdis béton	1.250	1127	1000	20.0	225.4	0.16
Enduit plâtre	0.560	1200	1000	1.0	12.0	0.02
Total	-	-	-	22.0	249.4	0.20
Parois (Toitures terrasse) - Toit béton ITE						2110.29 m²
	Conductivité W/(m.K)	Masse volumique kg/m³	Chaleur spécifique J/(kg.K)	Épaisseur cm	Poids/m² kg/m²	R m².K/W
Enduit plâtre	0.560	1200	1000	1.0	12.0	0.02
Dalle 20 cm hourdis béton	1.250	1127	1000	20.0	225.4	0.16
Enduit plâtre	0.560	1200	1000	1.0	12.0	0.02
Total	-	-	-	22.0	249.4	0.20
Murs intérieurs Mur béton (Murs intérieurs) - Mur béton						15.57 m²
	Conductivité W/(m.K)	Masse volumique kg/m³	Chaleur spécifique J/(kg.K)	Épaisseur cm	Poids/m² kg/m²	R m².K/W
Plaque de plâtre 13mm	0.325	850	800	1.3	11.1	0.04
Enduit plâtre	0.560	1200	1000	1.0	12.0	0.02
Brique platrière 5 cm	0.455	660	1000	5.0	33.0	0.11
Lame d'air 5 cm - Flux desc	0.119	1	1000	2.5	0.0	0.21
Brique perforée 20 cm	0.200	741	1000	20.0	148.2	1.00
Total	-	-	-	29.8	204.3	1.38
Murs déperditifs / Ext Cloison légère (2) (Murs déperditifs / Ext) - Cloison légère (2)						104.63 m²
	Conductivité W/(m.K)	Masse volumique kg/m³	Chaleur spécifique J/(kg.K)	Épaisseur cm	Poids/m² kg/m²	R m².K/W
Plaque de plâtre 13mm	0.325	850	800	1.3	11.1	0.04
Brique perforée 20 cm	0.200	741	1000	20.0	148.2	1.00
Plaque de plâtre 13mm	0.325	850	800	1.3	11.1	0.04
Total	-	-	-	22.6	170.3	1.08

Tableau 18 : les caractéristiques techniques et thermiques actuelle, les matériaux de construction

Source : ArchiWIZARD

3.1.2 Évaluation de la compacité et de la qualité de BBC de bâti :



Les indicateurs de performance énergétique U bat : U bat est comparé à un U bat calculé avec des performances de paroi et des bais de référence proposé par l'observateur BBC L'indicateur passe au vert si la performance de l'enveloppe est supérieure au égale la performance de référence. (Référence RT2012).

- **Dans notre cas :**

Ubat	1.664 W/(m².K)
Ubat de référence	0.357 W/(m².K)

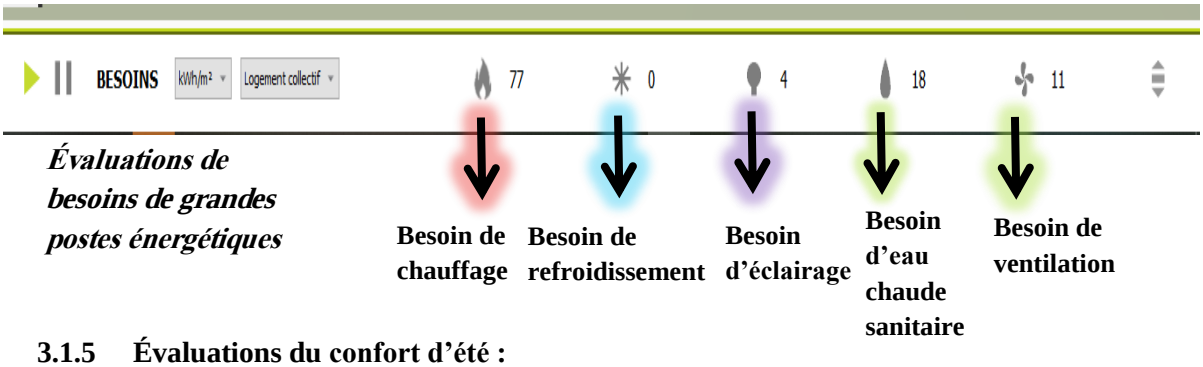
3.1.3 Évaluation d'exigences RT2012 :

La valeur de pont thermique moyen = 0.84 W/m. K et cette valeur supérieur à 0.6W/m/K

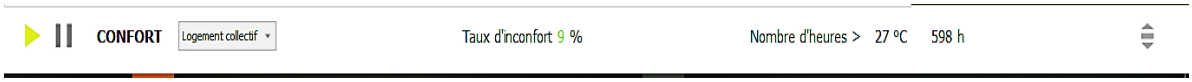
Si cette valeur est supérieur il faut modifier les systèmes constructif (isolation par extérieur, rupture de pont thermique).

Surface totale des baies de logement : l'indicateur est vert si la surface des baies est supérieure ou égale 1/6 de la surface habitable, dans notre cas 3.6% en rouge.

3.1.4 Évaluations de besoins de grandes postes énergétiques :

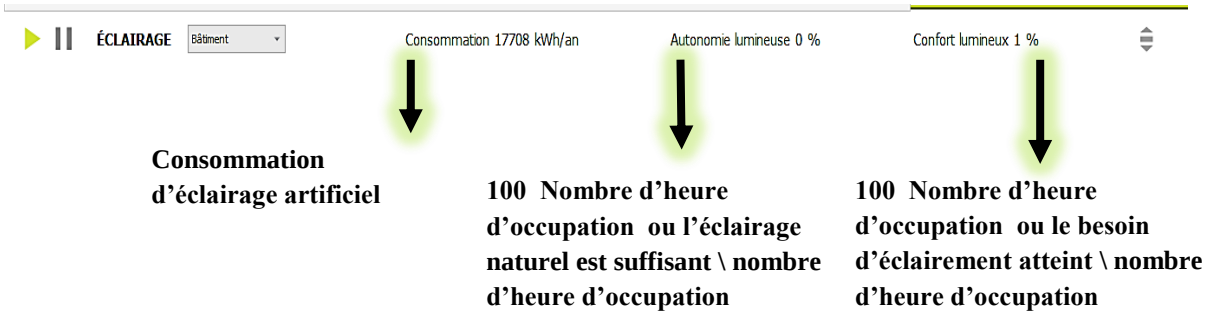


3.1.5 Évaluations du confort d'été :



Évaluations du confort d'été

3.1.6 L'éclairage :



3.2 LES RESULTATS

3.2.1 Déperdition thermique de l'enveloppe :

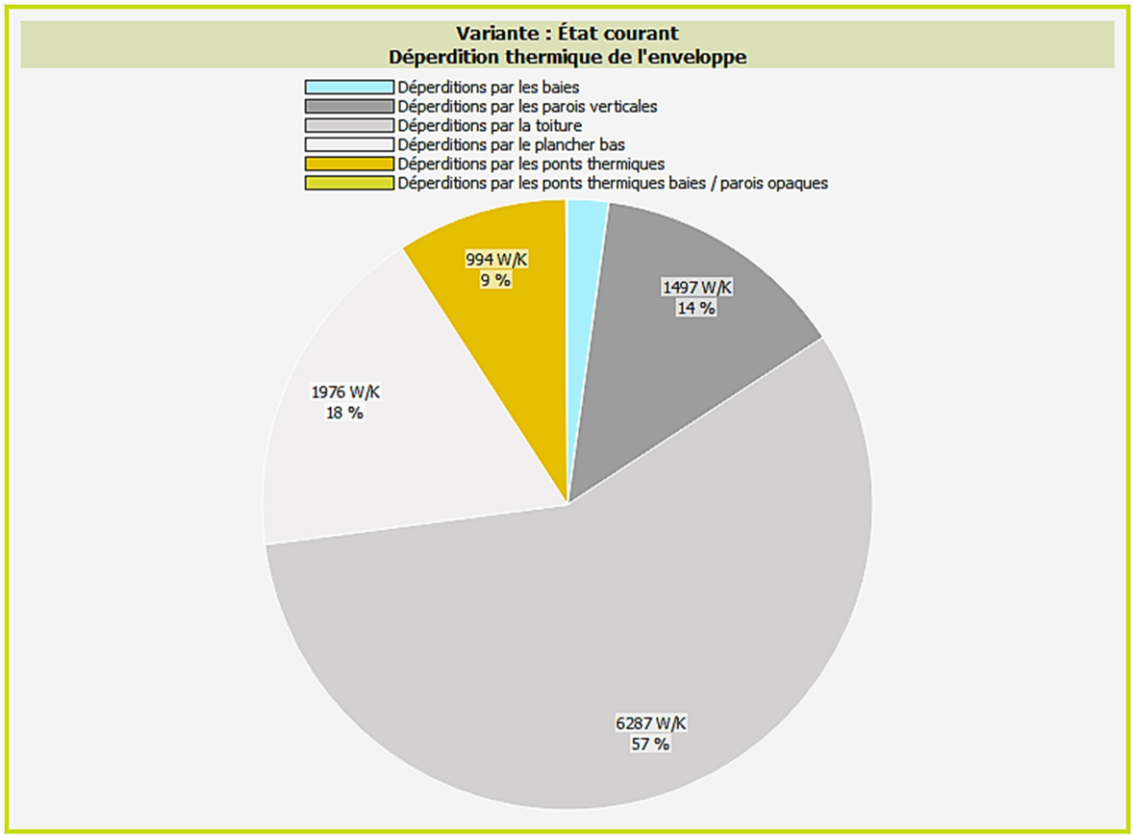


Figure 245 : diagramme représente la déperdition thermique de l'enveloppe

Source : ArchiWIZARD par l'auteur.

Les déperditions thermiques : c'est la perte de chaleur par le bâtiment

↓

Gaspillages énergétiques

↓

Une augmentation des factures énergétiques

↓

Bâtiment énergivore

3.2.2 Besoins énergétique de l'enveloppe :

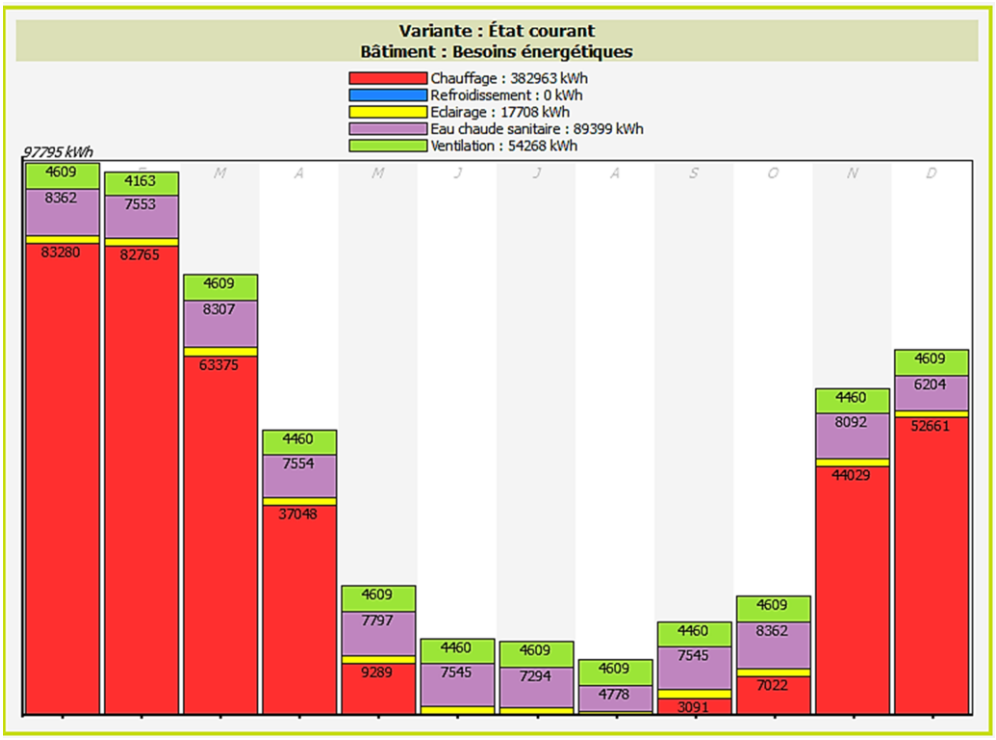


Figure 246 : les besoin énergétiques du bâtiment, par l'auteur : ArchiWIZARD.

Variante : État courant
Bâtiment : Besoins énergétiques

Besoins mensuels (kWh)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
Chauffage	83280	82766	63375	37048	9289	399	0	0	3092	7023	44029	52662	382963
Refroidissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eclairage	1544	1446	1610	1577	1544	1577	1544	887	1643	1544	1511	1281	17708
Eau chaude sanitaire	8362	7553	8308	7555	7797	7546	7294	4779	7546	8362	8093	6204	89399
Ventilation	4609	4163	4609	4460	4609	4460	4609	4609	4460	4609	4460	4609	54268

Tableau 19 : les besoins énergétiques du bâtiment AADL par ArchiWIZARD.

3.2.3 L'imagerie solaire :

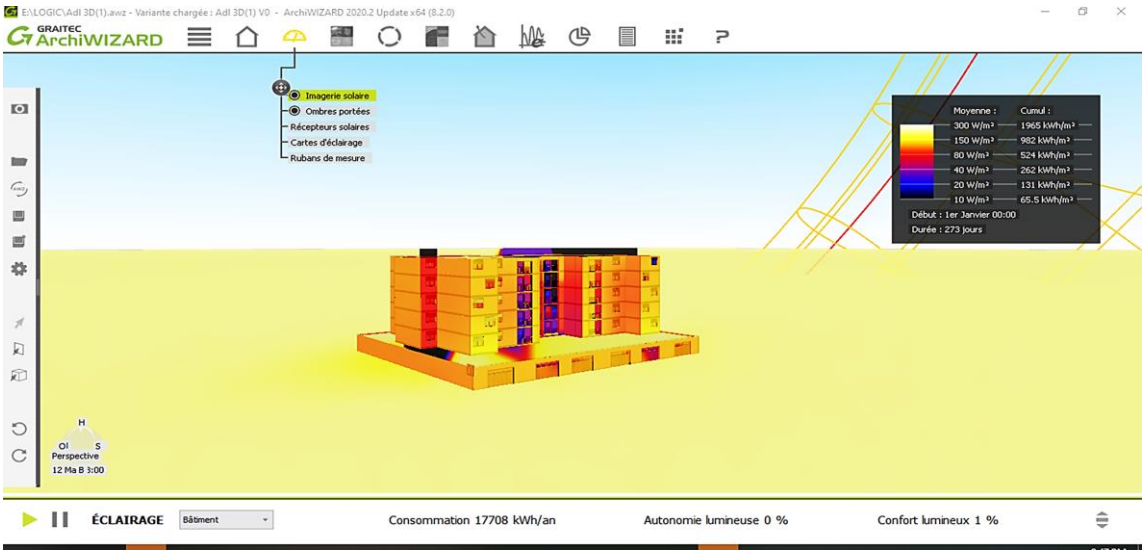


Figure 247 : l'imagerie solaire, Source : l'auteur par ArchiWIZARD.

3.3 LES SOLUTIONS INTEGREES POUR DIMINUER LA CONSOMMATION ENERGETIQUE DE LOGEMENTS

3.3.1 Réduire les déperditions thermiques :

A- Reconfiguration des parois et des bais par l'ajoute des isolants thermiques et acoustiques pour réduire la déperdition thermique.

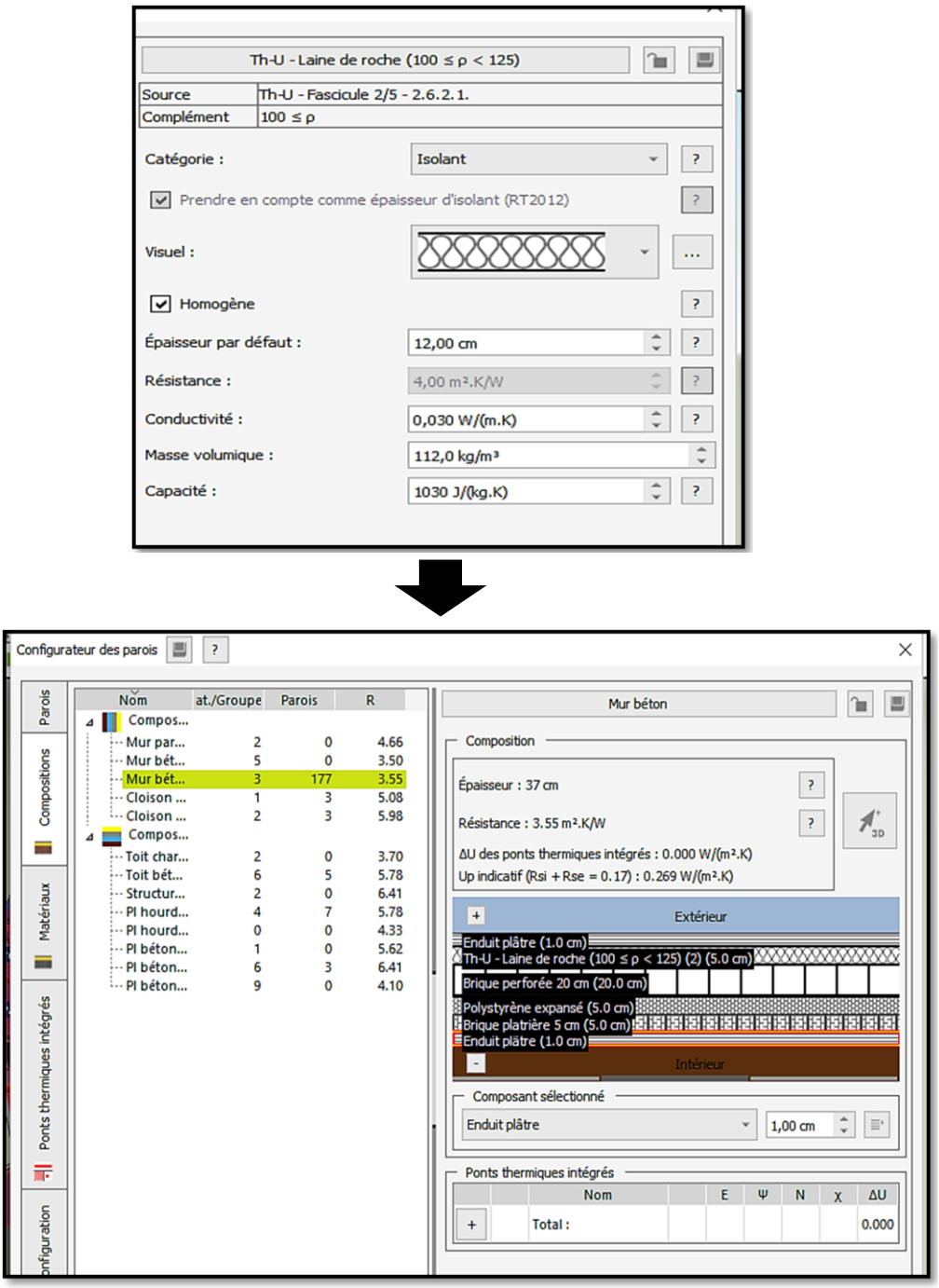


Figure 248 : l'impact de la laine de roche sur la paroi en béton.

Source : ArchiWIZARD par l'auteur.

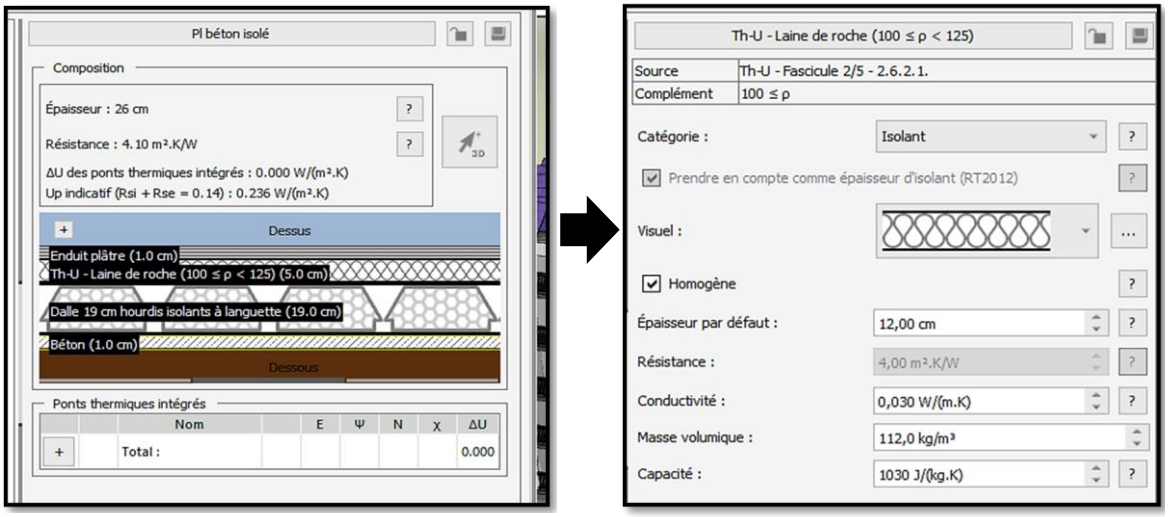


Figure 249 : les caractéristiques de la paroi après l'ajoute de la laine de roche.

Source : ArchiWIZARD par l'auteur.

3.3.2 Les ponts thermiques après l'installation des isolations minérales :

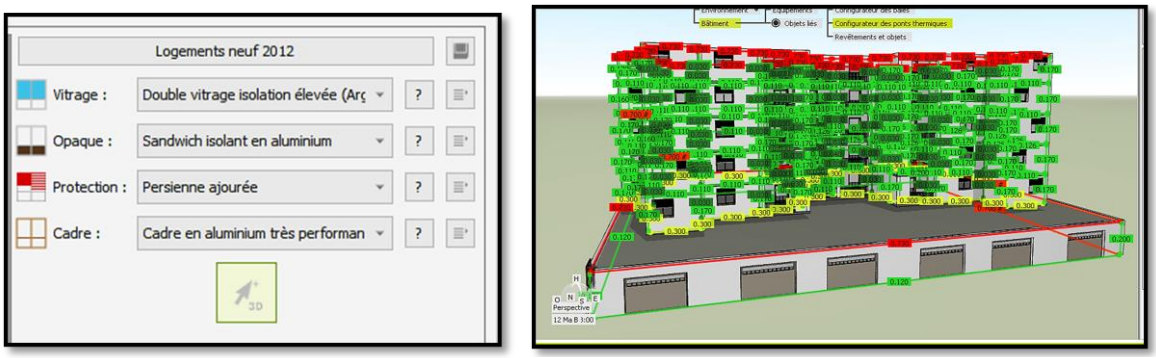


Figure 250 : Les ponts thermiques après l'installation les isolations minérales.

Source : ArchiWIZARD par l'auteur.

Plusieurs opérations de travaux peuvent permettre de lutter contre les déperditions thermiques. Quels sont les chantiers à réaliser ?

- ✓ Isolation du toit
- ✓ Isolation des murs par extérieure.
- ✓ Isolation des fenêtres : la performance thermique de vos ouvertures (fenêtres, portes, baies vitrées…) a également son importance quand il s'agit de limiter la déperdition thermique (fenêtre plus performante).

- **Les matériaux utilisés :**

Brique perforé :

Du point de vue économique : les infrastructures construites avec ces briques sont moins chères par rapport aux constructions classiques en béton armé. L'utilisation des matériaux locaux et corollairement la diminution des matériaux importés comme le ciment, permet la diminution des coûts de construction.

Techniquement : grâce aux caractéristiques techniques des briques et à la technique d'assemblage, le confort thermique et acoustique des bâtiments est amélioré.

Au niveau environnemental : la cuisson de la brique moderne utilise des combustibles de déchets végétaux qui contribuent au respect de l'environnement et permet de mettre en œuvre davantage de bâtiments à faible empreinte carbone. Prenant en compte tous les facteurs de production et de construction, la brique moderne utilise 70 à 80 % moins d'énergie que les briques traditionnelles (Agence esperance, 2023).

Pour isolation : laine de roche : ces produits d'isolation thermique permettent d'isoler toitures, murs, sols et cloisons, hiver comme été ainsi que de limiter les nuisances sonores dans l'habitat. Par Knauf Insulation Maghreb, voilà les avantages de la laine minérale de roche :

- ***Résistance mécanique***

De par sa structure unique (excellente tenue mécanique et rigidité), la laine de roche offre une bonne résistance à la compression. La durabilité de ses propriétés mécaniques lui permet de conserver sa forme et ses dimensions quelles que soient les conditions d'utilisation. Sécurité incendie, isolation, établissements scolaires, isolation thermique.

- ***Protection feu***

La laine de roche dispose d'une température de fusion extrêmement élevée d'environ 1000 ºC. Sans surfaçage, elle est certifiée Euro classe A1 - la certification la plus élevée et reste incombustible. Isolation pour confort intérieur

- ***Confort thermique***

La laine de roche est un matériau poreux dont le pouvoir isolant provient de l'air immobile emprisonné dans les cavités formées par l'enchevêtrement de ses fibres. Ses performances thermiques varient de 0,034 W/(m.K) à 0,045 W/(m.K), performances certifiées par l'ACERMI. Isolation pour confort acoustique

- ***Confort acoustique***

De par sa porosité, la laine de roche est un excellent matériau d'absorption du bruit. Elle permet d'améliorer la qualité sonore d'un local à un autre. étanchéité laine de verre

- ***Résistance à l'eau***

La laine de roche est un matériau qui n'absorbe pas l'humidité et est ainsi classée non hydrophile. Elle bloque la capillarité et offre une excellente perméabilité à la vapeur : aucune condensation n'a lieu dans l'isolation. Qualité de l'air

- ***Saine***

La laine de roche est étiquetée A+, le meilleur classement de l'étiquetage sanitaire indiquant le niveau d'émissions en substances volatiles. Toute notre offre est également certifiée EUCEB, gage qu'elle ne présente pas de danger pour la santé. Matière première laine de roche.

- ***Durable***

Les matières premières utilisées pour notre laine minérale de roche sont naturelles et abondantes (le basalte). De plus, la laine de roche contribue à réduire fortement la consommation en énergie et les émissions de CO2 des logements à isoler. Facilité d'installation laine de roche

- ***Facilité d'installation***

Notre laine minérale de roche est facile à mettre en œuvre grâce à une rigidité supérieure.

- La part le plus important dans la consommation énergétique est celle qui correspond au refroidissement, chauffage et l'éclairage :

1. Pour le refroidissement d'après les graphes si dessus nous avons dans le cas favorable : saison de refroidissement est égale la période de refroidissement autorisé.

2. Pour le chauffage : saison de chauffage plus que la période de chauffage autorisé, le chauffage autorisé juste 2 moins janvier et février par contre la saison de chauffage pour cette bâtiment est plus de 6mois donc consommation de grande quantité d'énergie pour assurer le confort d'hiver.

Pour atteindre l'objectif de diminuer la consommation énergétique liée au chauffage un joue sur les caractéristiques thermique les matériaux de construction utilisée : la résistance thermique, la conductivité thermique, et la masse volumique pour quelle but ?

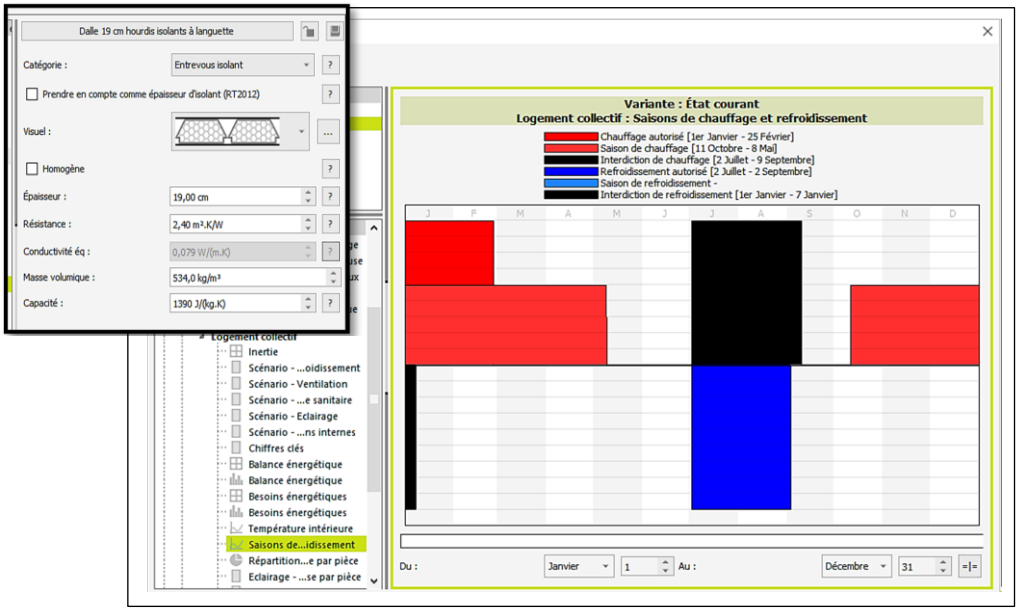


Figure 251 : la consommation énergétique du bâtiment, Source : ArchiWIZARD.

Un bâtiment devrait assurer, sans aucune consommation d'énergie, un confort au moins équivalent à celui régnant à l'extérieur. Donc augmenter l'inertie thermique implique La capacité à stocker la chaleur. En hiver, la chaleur emmagasinée durant les heures ensoleillées sera restituée durant la soirée.

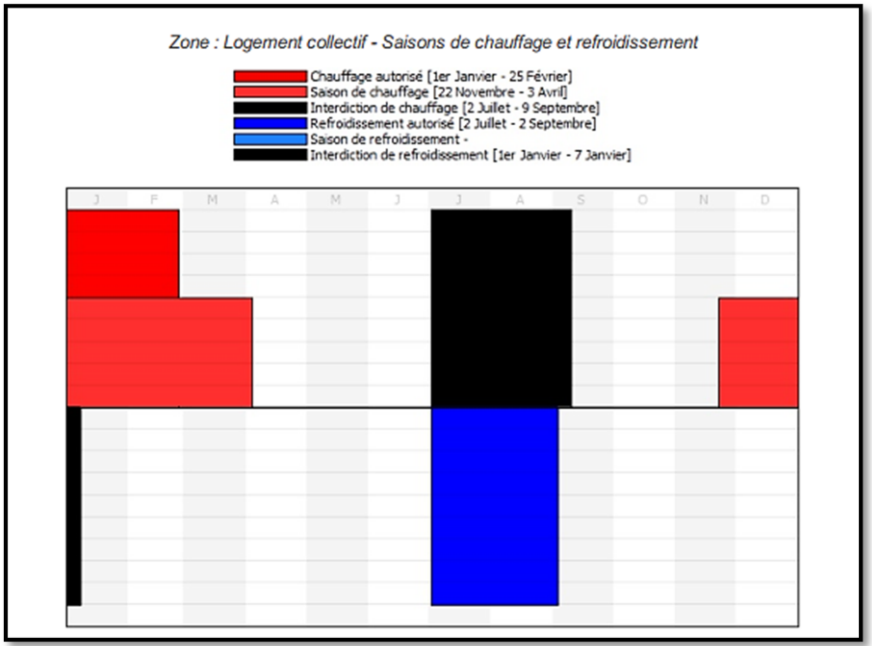


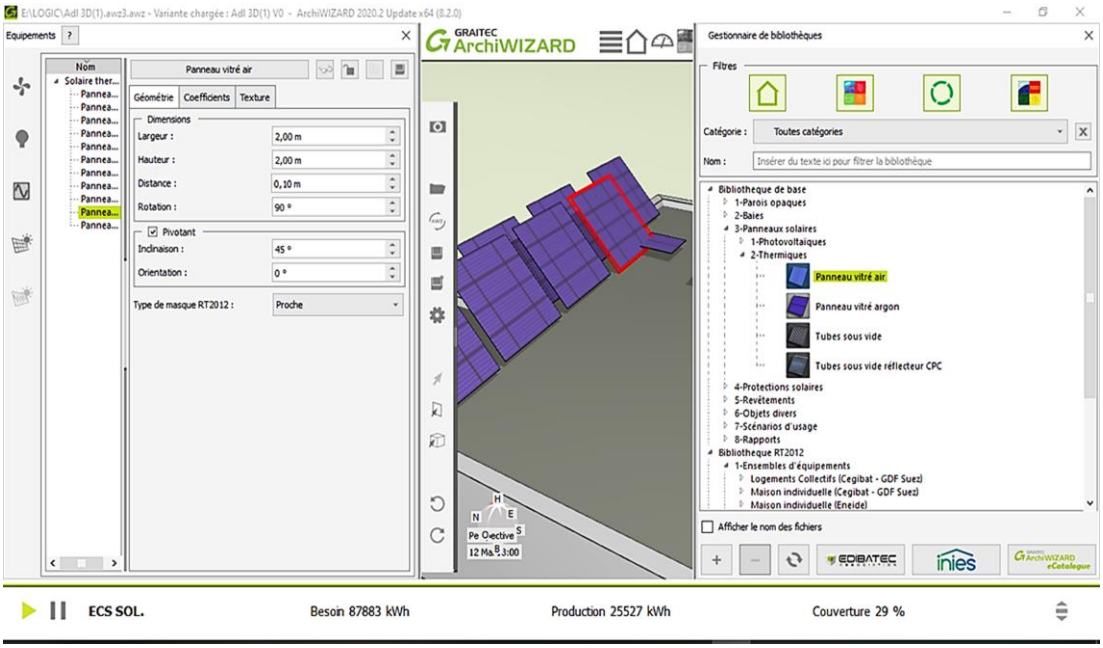
Figure 252 : les saisons de chauffage et refroidissement du logement AADL.

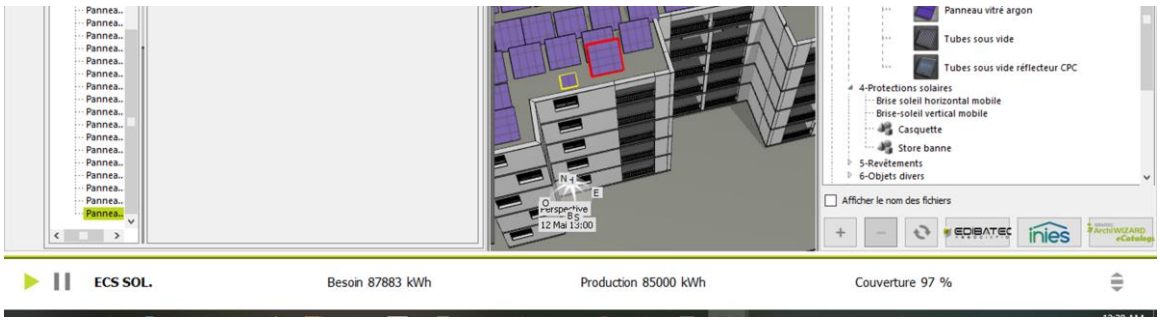
Après le changement dans les caractéristiques des matériaux : la conductivité, la masse et la résistance thermique : diminution la période de chauffage = consommation énergétique.

3.3.3 L'installation des panneaux solaires thermiques et photovoltaïque :

On prend en considération les masques solaires proches :

- **Répondre aux besoins d'eau chaud sanitaire : installation les panneaux solaires :**





Variante : État courant
Bâtiment : Besoins énergétiques

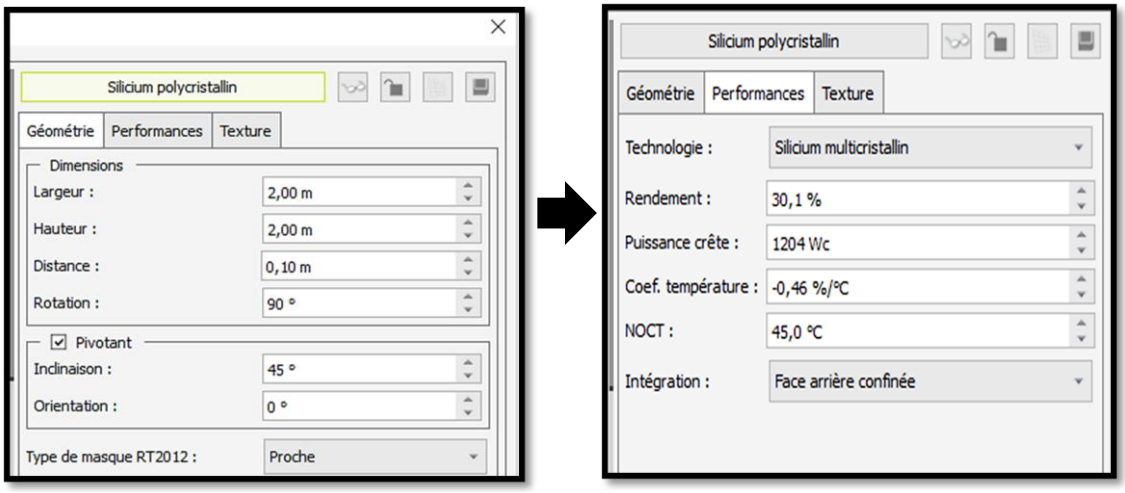
Besoins mensuels (kWh)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
Chauffage	17182	17370	10250	289	0	0	0	0	0	0	4665	7610	57366
Refroidissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eclairage	1534	1436	1599	1566	1534	1566	1534	881	1632	1534	1501	1273	17590
Eau chaude sanitaire	908	333	0	0	0	0	0	0	0	0	375	771	2387
Ventilation	4531	4092	4531	4385	4531	4385	4531	4531	4385	4531	4385	4531	53348

Variante : État courant
Bâtiment : Besoins énergétiques

Besoins mensuels (kWh)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
Chauffage	17171	17362	10249	289	0	0	0	0	0	0	4661	7601	57334
Refroidissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eclairage	1534	1436	1599	1566	1534	1566	1534	881	1632	1534	1501	1273	17590
Eau chaude sanitaire	236	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147	383
Ventilation	4531	4092	4531	4385	4531	4385	4531	4531	4385	4531	4385	4531	53348

Figure 253 : photos répondre aux besoins d'eau chaud sanitaire : installation les panneaux solaires

Répondre aux besoins d'éclairage : installation les panneaux photovoltaïque :



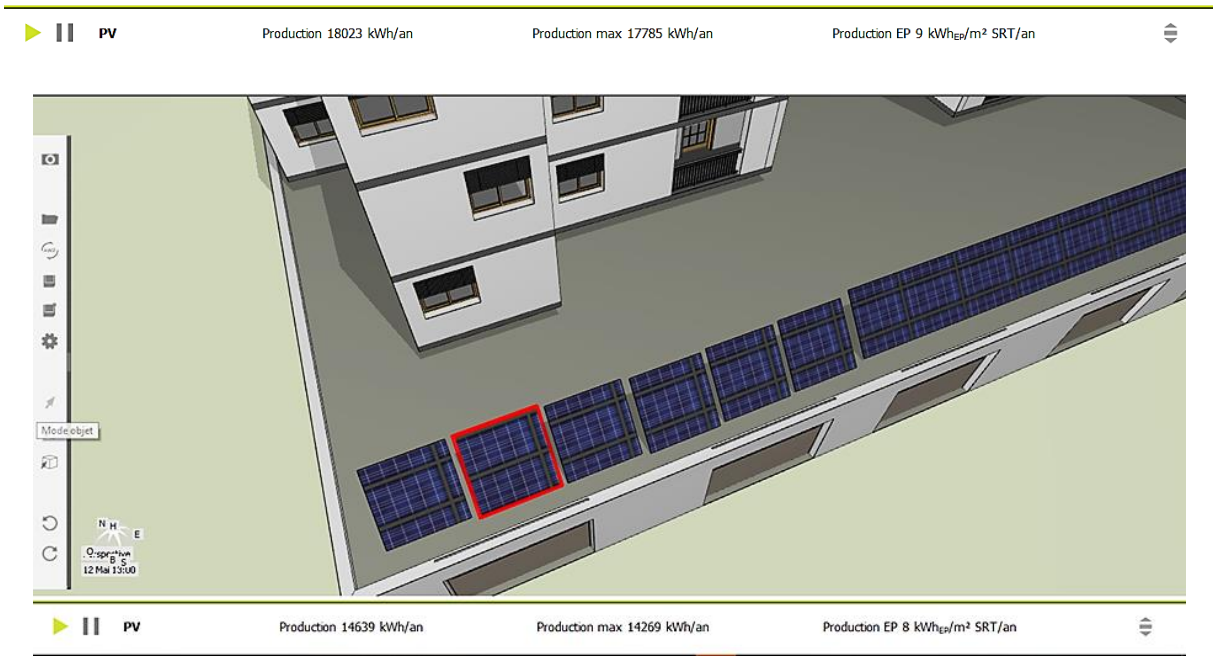


Figure 254 : Répondre aux besoins d'éclairage : installation les panneaux photovoltaïque

3.3.4 La végétation :

Figure 255 : l'introduction de la végétation. ArchiWIZARD.

Le rôle de la végétation :

Parmi les éléments les plus importants dont nous choisis pour faire la simulation est l'élément végétal donc il faut connaitre tout son rôle dans l'amélioration du confort thermique à l'extérieur.

Le rôle de la végétation (végétal urbain) ne se limite pas à l'embellissement des espaces publics et les rendre agréables, mais son rôle touche toutes les dimensions de l'environnement: social, écologique, psychologique… Une étude effectuée par des chercheurs

à Aix-en-Provence, sont arrivés, que tous les espaces de la ville sont plus chauds avec 01 °C de plus, que le site de la station météorologique, mis à part les jardins, les parcs, les cours et les places à l'ombre sont à la même température ou bien à une température inférieure à celle mesurée à la station de la météo de un degré (01 °C à 0.75 °C).

Une équipe de recherche du laboratoire ABC à Marseille, a constaté que, la masse foliaire des arbres soit en jardin ou alignement conserve la température voisine de la température de l'air. C'est-à-dire, que la température de l'air sous un arbre est donnée, comme si le rayonnement solaire était nul.

La végétation est une source d'humidité, même pendant la saison d'été, où l'humidité relative sous le végétal (arbre) est supérieure jusqu'à 10 % par rapport aux espaces sans végétation.

Le végétal urbain joue le rôle de protection solaire surtout dans les régions très ensoleillées, et il réduit le degré d'ouverture au ciel (SVF). Au vu de la densité du feuillage qui est un facteur déterminant dans la perméabilité au rayonnement solaire, cela réduit la température du sol et diminuera les radiations réfléchies et les effets d'inertie au sol.

Le rôle le plus important du végétal urbain sur le microclimat urbain, s'exerce sur le rayonnement solaire. Un vrai masque contre ce dernier, où il absorbe et reflète le grand pourcentage du rayonnement solaire et le peu traverse le végétal vers le sol, Il constitue un filtre au rayonnement direct, ce qui diminue le rayonnement absorbé par le sol, où il amoindrit l'échauffement des surfaces en période estivale.

Le feuillage des arbres, intercepte de 60 à 90 % de la radiation solaire, bien sûr, dans les régions fortement boisées et cela empêche l'augmentation de température du sol. Une feuille d'arbre absorbe 80 % des radiations visibles, et réfléchit 10 % et transmet le reste.

Le comportement du végétal urbain vis-à-vis le rayonnement solaire se traduit en quatre actions, à savoir, la réflexion, la convection, l'évapotranspiration et l'ombrage, Par contre pour le bâtiment, il absorbe et réfléchit tout court les rayons solaires par ses matériaux.

En effet, son rôle ne se limite pas à ce niveau, selon Izard il participe à améliorer le confort dans les espaces extérieurs et intérieurs. Le végétal urbain, est un atout qui agit positivement sur le confort thermique, et de manière passive sur l'abaissement de la température de l'air en milieu urbain. C'est un masque contre les rayons solaires, à la fois il génère de l'ombre et il absorbe les flux radiatifs et la chaleur sensible de l'air par l'évapotranspiration.

Finalement, afin d'améliorer le microclimat dans les espaces publics urbains, ainsi que le confort thermique des usagers, il est recommandé de bien choisir les arbres adaptés au climat chaud et aride, d'orienter la plantation d'arbres vers la partie sud, densifier la couverture végétale afin de fournir une grande zone d'ombrage, d'ajouter des éléments d'eau en mouvement ; cela va renforcer l'effet de l'évapotranspiration, et de planter différents types de végétal, afin de favoriser ces espaces publics.

Alors l'influence de la végétation sur le microclimat urbain est reliée principalement à plusieurs éléments, la densité importante de la végétation harmonie dans toutes la surface de l'espace public, lui rendu plus efficace, le choix adéquat de type des plantes comme les arbres à bouteilles, arbre à feuille caduque comme le Melia, les oliviers, les arbustes et

arbrisseaux, …. Qui ont un bon rendement sur le confort thermique notamment dans les villes semi-arides (Alkama & Hanafi, 2016).

3.4 RESULTAT FINALE

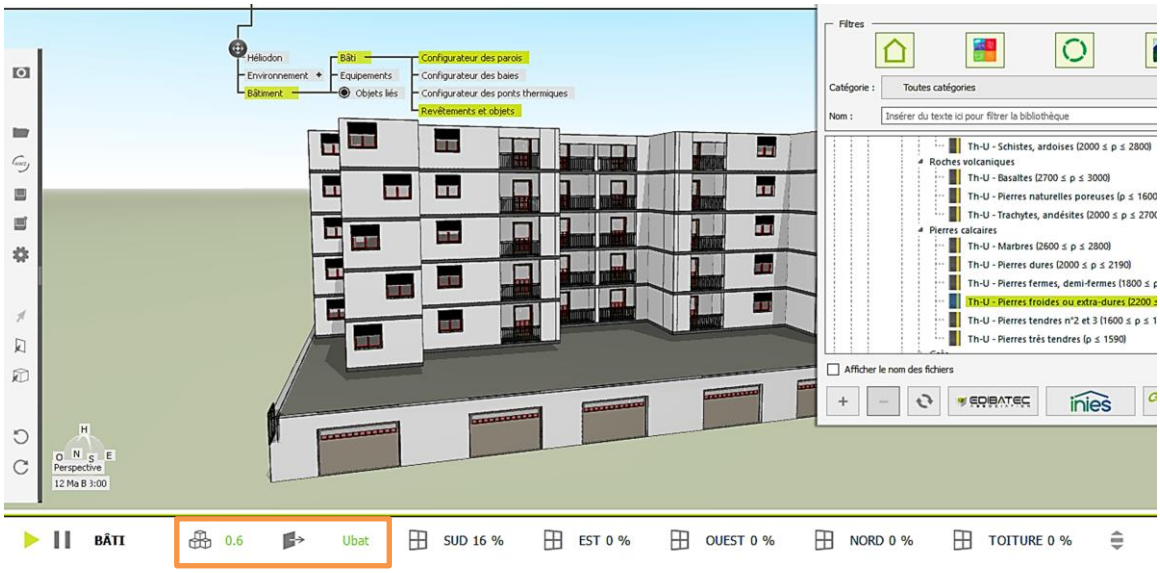


Figure 256 : Les indicateurs de performance énergétique U bat passe au vert.

Conclusion :

Malgré que toutes ses opérations des travaux (l'isolation, l'installation des panneaux solaires, la végétation) permet de diminuer la consommation énergétique, le bâtiment devient performant mais pas absolument, car l'objectif de la performance énergétique commence étape par étape de l'esquisse jusqu'à la fin des travaux : donc pour atteindre l'objectif de basse consommation énergétique il faut prend en considération l'étude avant-projet près de 70 pourcent de démarche environnementale est fixé durant la phase de conception (esquisse , avant-projet) .

Bibliographie

Bibliographie

- Fell, D. (2018). CONSTRUIRE EN BOIS, Nature intérieure. *Le journal de la construction*(03), 01.
- MH DEMERS, C., & POTVIN, A. (2008, 05 21). *PRODUCTIVITÉ DURABLE VERS UNE BIOPHILIE ARCHITECTURALE*. Consulté le 10 08, 2022, sur ulaval.ca: https://www.grap.arc.ulaval.ca/wp-content/uploads/sites/4/2021/02/18-GRAP-product-bio.pdf
- ARP-Astrance. (2017, juin). Biophilie le cahier technique. *supplément Ecologik*(54), pp. 2-11.
- Baptiste Goin, J. (2017, 06 13). *La ville intelligente*. Consulté le 10 18, 2022, sur vrm.ca: http://www.vrm.ca/la-ville-intelligente/
- Biblus groupe. (2020, 10 30). *L'aménagement d'un parc urbain : les fonctions, les éléments et les matériaux*. Consulté le 11 17, 2022, sur Biblus: https://biblus.accasoftware.com/fr/lamenagement-dun-parc-urbain-les-fonctions-les-elements-et-les-materiaux/
- Biseul, X. (2019, 10 11). *Et le mobilier urbain devint intelligent !* . Consulté le 12 16, 2022, sur HUB INSTITUT: https://hubinstitute.com/2019/SmartCity/Data/tendances-mobilier-urbain-urbanisation
- Browning, W., Ryan, C., & Clancy, J. (2016, 09). 14 MODÈLES DE CONCEPTION BIOPHILIQUE AMÉLIORER LA SANTÉ ET LE BIEN-ÊTRE DANS L'ENVIRONNEMENT BÂTI. *Terrapin Bright Green*, pp. 3-64.
- CANDELIANCE ,France. (2020). *étude de cas (éclairage public) : Comment développer l'éclairage intelligent pour un territoire intelligent?* Consulté le 03 16, 2022, sur candeliance: https://www.candeliance.fr/etude-cas-comment-developper-eclairage-intelligent/
- CHEKALIL, I., & SAIM, D. (2018/2019). L'architecture biophilique : solution durable et naturelle pour l'homme et son environnement, conception d'un établissment public hospitalier de 220 lits dans la ville nouvelle d'El Ménéaa. Institut d'architecture et d'urbanisme , Blida: université Saad Dahleb de Blida 01.
- Chro Hama, R. (2021, 10 10). BIOPHILIC DESIGN AS A NEW APPROACH IN URBAN SUSTAINABILITY. *Pollack Periodica ,CC-BY-NC*(04), pp. 1-19.
- DANIELOU, J. (2014). *Définir la ville intelligente*. Consulté le 10 18, 2022, sur CITEGO, gouvernance Le territoire au cœur de la transition: https://www.citego.org/bdf_fiche-document-698_fr.html
- Deltec Homes. (2020, juin). *Biophilic Design Part 1: Historical Background*. Retrieved 10 03, 2022, from Deltec Homes: https://www.deltechomes.com/biophilic-design-history/

- Deok, K., & Joo-ri, J. (2020, 10 08). *L'installation des arrêts de bus intelligents pour faire barrière au Covid-19*. Consulté le 12 06, 2022, sur korea.net: https://french.korea.net/NewsFocus/Sci-Tech/view?articleId=188514
- Ducamp, P. (2018, 11 13). *Cette piste cyclable devient lumineuse la nuit*. Consulté le 02 15, 2022, sur bfmtv: https://www.bfmtv.com/auto/cette-piste-cyclable-devient-lumineuse-la-nuit_AN-201811130040.html
- Eric78. (2022, 05 08). *Etude de cas: la mobilité douce dans une petite ville*. Consulté le 03 15, 2023, sur les transitionneur: https://lestransitionneurs.fr/2022/05/08/etude-de-cas-la-mobilite-douce-dans-une-petite-ville/
- Estel, C. (2022, 10 08). *Création de jardin urbain*. Consulté le 11 19, 2022, sur e-paysages: https://e-paysages.fr/blog-paysagiste/creation-de-jardin-urbain/
- GhaffarianHoseini, A., Berardi, U., GhaffarianHoseini, A., & Makaremi, N. (2013). Intelligent Facades in Low-Energy Buildings. *British Journal of Environment & Climate Change*(4), 437-464.
- Grenouilleau, H. (2023, 02 16). *Smart city : l'intelligence jusque dans le mobilier urbain ?* Consulté le 03 17, 2023, sur smart-city.eco: https://smart-city.eco/ville-technologie/mobilier-urbain-connecte/
- HADDOUCHE , K. (2012). L'apport de l'élément préfabriqué dans la facade intelligente (Magister en Génie Civil). Institut des Sciences et de Technologie, Souk Ahras: Centre Universitaire de Souk-Ahras.
- JITITE, a. (2019). Un éclairage extérieur public intelligent pour la ville de demain Smart Cities. *academia*, pp. 1-23.
- KHADRAOUI, M. (2019, 02 07). Étude et optimisation de la façade pour un confort thermique et une efficacité énergétique (cas des bâtiments tertiaires dans un climat chaud et aride), (doctorat en architecture). Faculté des sciences et de la technologie, Biskra: université Mohamed Khider, Biskra .
- Laganier, V. (2000). *Vers une meilleure maîtrise des ambiances nocturnes urbaines.* Paris: LUX n° 210.
- Larsson, A., & Hatzigeorgiou, A. (2022, 05 26). *How digital technology can help keep cities green and pleasant*. Retrieved 12 15, 2022, from PHYS.ORG: https://phys.org/news/2022-05-digital-technology-cities-green-pleasant.html
- Le Think tank européen Pour la Solidarité (asbl). (2019). *La mobilité durable Emergence et application d'un concept.* Bruxelles: Les cahiers de la solidarité.
- Lenoir, J. (2019, 12 04). *Les mobiliers urbains*. Consulté le 11 11, 2022, sur wikiterritorial: https://www.wikiterritorial.cnfpt.fr/xwiki/bin/view/vitrine/Les%20mobiliers%20urbains

- Les équipes du SE60 . (2020). *« SMARTLIGHTING » : un éclairage intelligent*. Consulté le 03 16, 2023, sur SE60 : https://www.se60.fr/infrastructures-et-reseaux-lies/eclairage-public/smartlighting-un-eclairage-intelligent
- Nouveauté et innovation. (2020, 07 30). *Le mobilier urbain high-tech*. Consulté le 12 17, 2022, sur rau.re: https://www.rau.re/le-mobilier-urbain-high-tech/
- Obeid, S., & de Saint Martin, A. (2016). *EN ROUTE POUR LA SMART MOBILITY*. Bruxelles: Centre Jean Gol.
- PICON, A. (2016, 02). L'AVÈNEMENT DE LA VILLE INTELLIGENTE. *DE BOECK SUPERIEUR*(132), pp. 9-24.
- planradar équipe. (2022, 05 20). *Design biophilique : les dernières tendances*. Consulté le 10 15, 2022, sur Planradar: https://www.planradar.com/fr/design-biophilique-les-dernieres-tendances/
- R. Kellert, S., & F. Calabrese, E. (2015). *THE PRACTICE OF BIOPHILIC DESIGN*. Retrieved 10 18, 2022, from biophilic-design: https://www.biophilic-design.com/
- R.Kellert, S., H.Heerwagen, J., & L.Mador, M. (2008). *Biophilic design, the theory, science and practice of bringing buildings to life.* Canada: John Wiley and Sons , Hoboken New Jesrey , yale university school of forestry and environmental studies.
- RADWAN, A. H., MORSI, A. A., & MOHAMED , F. M. (2018, 05 27). SMART URBAN PUBLIC SPACES-TOWARDS A BETTER CITY LIFE. *Dakam (Eastern Mediterranean Academic Research Center)*(18), pp. 1-17.
- SI AMER, S. (2019, 07 07). L'IMPACT DE LA CONCEPTION BIOPHILIQUE SUR LES BUREAUX CAS D'ETUDE : DIRECTION DES EQUIPEMENTS PUBLICS DE LA WILAYA DE TIZI OUZOU(MASTER EN ARCHITECTURE). Faculté du Génie de la Construction, Tizi-Ouzou: Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- Siba, A. (2011/2012). Conception et réalisation d'une plateforme de gestion d'un réseau de transport(diplôme de master en réseaux et systèmes de télécommunications). Faculté de technologie, Tlemcen: Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.
- Simard, J. (2015). LA VILLE INTELLIGENTE COMME VECTEUR POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE : LE CAS DE LA VILLE DE MONTRÉAL(grade de maître en environnement). Centre universitaire de formation en environnement et en développement durable, MONTRÉAL: UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE.
- Takhar, H. (2010). *Aller de l'avant avec intelligence : La stratégie des systèmes de transport intelligents de l'Ontario.* Ontario: Ministère des Transports de l'Ontario.
- TERRAMAI team. (n.d.). *How Biophilic Design Is Making Humans Happier*. Retrieved 10 02, 2022, from TERRAMAI: https://www.terramai.com/blog/biophilic-design-making-humans-happier/

- Terrapin Bright Green LLC. (2014). *14 MODÈLES DE CONCEPTION BIOPHILIQUE*. New York: Interface.
- Verny, P. (2019, 12 03). Smart city, smart lighting, villes et territoires intelligents : Présentation générale. (C. Méditerranée, Intervieweur)
- Watchman, M. (2019, 04 18). *Regard sur le design biophilique*. Consulté le 10 05, 2022, sur vrm.ca: http://www.vrm.ca/regard-sur-le-design-biophilique/
- agence d'urbanisme et de développement de la vallée de l'oise. (2012). *écoquartiers quartiers de rêve ? utopies et réalités.* France: oise la vallée.
- BOUNADJA, M., & HAFID, L. (2015). Développement urabin durable, cas d'étude : la ville de Médéa, Projet: conception d'un écoquartier. Institut d'architecture et d'urbanisme, Blida: Université SAAD DAHLEB Blida1.
- Boutaud, B. (2009). *Quartier durable ou éco-quartier ?* Consulté le 03 27, 2023, sur journals.openedition: https://journals.openedition.org/cybergeo/22583
- BRIGANT, F., LASTERNAS, I., POUPINOT, P., & SALAUN, M. (2011). *écoquartier, quartier de reve ? utopies ou réalité* . France: L'agence d'urbanisme et de développement de la vallée de l'Oise.
- Challenges Pratique. (2022, 10 01). *Quelle est la différence entre un écoquartier et un quartier durable?* Consulté le 03 27, 2023, sur challenges: https://www.challenges.fr/entreprise/environnement/quelle-est-la-difference-entre-un-ecoquartier-et-un-quartier-durable_829449
- Collectif Marceau. (2021, 11 11). *Un écoquartier, phénomène de mode ou projet réel ?* Consulté le 03 27, 2023, sur Collectif Marceau: https://collectifmarceau.fr/2021/11/11/un-ecoquartier-phenomene-de-mode-ou-projet-reel/
- cy-clope groupe. (2022, 08 03). *Quels sont les trois piliers du développement durable ?* Consulté le 03 25, 2023, sur cy-clope: https://cy-clope.com/piliers-developpement-durable/
- Gouvernement du Québec. (2023). *Les principes du développement durable : un guide pour l'action*. Consulté le 03 25, 2023, sur Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parc: https://www.environnement.gouv.qc.ca/developpement/principe.htm
- HAJJAR, A. (2019, 05 24). La construction d'un cadre méthodologique pour l'élaboration de projets urbains durables en Syrie (Thèse de doctorat). ECOLE DOCTORALE « VILLE, TRANSPORTS ET TERRITOIRES », Paris: Université Paris-Est.
- khellil, I. (2016). Vers un écoquartier, cas cité l'Arbi Ben M'hidi. INSTITUT DE GESTION DES TECHNIQUES URBAINES, Oum El Bouaghi: UNIVERSITE L'ARBI BEN M'HIDI.

- Major, A.-F. (2014, 06). ÉVALUATION DES QUARTIERS DURABLES : UN RÉFÉRENTIEL POUR LES MUNICIPALITÉS QUÉBÉCOISES(grade de maître en environnement). Centre universitaire de formation en environnement et développement durable, SHERBROOKE: UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE.

- Martellini, C. (2019, 05 18). *La culture, le 4e pilier du développement durable*. Consulté le 03 25, 2023, sur LE DEVOIR : https://www.ledevoir.com/culture/554426/la-culture-le-4e-pilier-du-developpement-durable

- MELLAKH, A., & ZEGHICHE, A. (2018, 06). L'Agenda 21 local, un mode alternatif de gestion territoriale pour la ville d'Annaba (Nord-est algérien). Réalité ou utopie? *El-Tawassol: Science Humaines et Sociales*(53), pp. 395-410.

- MILOUS, I. (2006, Mai). LA VILLE ET LE DEVELOPPEMENT DURABLE, Identification et définition des indicateurs de la durabilité d'une ville-Cas de Constantine-(diplôme de magister en architecture) . FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE, DE LA GEOGRAPHIE ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE., CONSTANTINE: UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI- CONSTANTINE.

- nadji , M. (2015, 04 19). réalisation d'un éco-quartier. faculté de science et technologie, Oran : université d'Oran.

- Poimboeuf, H. (2021, 03 26). Développement durable : comment changer de cap ? *DÉCHETS - SCIENCES ET TECHNIQUES - trimestre 1997*(08), pp. 1-4.

- Slimani , A. (2019/2020). TRANSFORMATION D'UN QUARTIER EXISTANT EN UN ECO-QUARTIER CAS : QUARTIER SEGHIR A BEJAIA (déplome du master). INSTITUT DE GESTION DES TECHNIQUE URBAINES DEPARTEMENT GESTION DES TECHNIQUES URBAINES, OUM EL BOUAGHI: UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI OUM EL BOUAGHI.

- YEPEZ-SALMON, G. (2011, 09 07). CONSTRUCTION D'UN OUTIL D'EVALUATION ENVIRONNE-MENTALE DES ECOQUARTIERS : vers une méthode systé-mique de mise en oeuvre de la ville durable.(Pour obtenir le grade de DOCTEUR). ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES PHYSIQUES ET DE L"INGENIEUR, BORDEAUX: L'UNIVERSITÉ BORDEAUX 1.

- Zaoua , A. (2021). Projection d'un éco-quartier à dispositif vernaculaire à l'entrée nord de Guelma (déplome master). Faculté des Sciences et de la Technologie, Guelma: Université 08 Mai 1945 de Guelma.

- Batiweb groupe. (2018, 03 16). *L'Opéra de Dubaï – Entre Histoire, Architecture et Divertissements*. Consulté le 04 03, 2023, sur batiweb: https://www.batiweb.com/actualites/publi-redactionnels/l-opera-de-dubai-entre-histoire-architecture-et-divertissements-32187

- DIB, F., & BEDJAOUI, M. (2018/2019). Projet : l'architecture des salles de spectacle(MASTER). Faculté de TECHNOLOGIE, Tlemcen: Université Abou bakr Belkaïd– Tlemcen –.

- EADG. (2021, 04 09). *Nanjing Zendai Himalayan Center by EADG*. Retrieved 01 29, 2023, from Mooool: https://mooool.com/en/nanjing-zendai-himalayan-center-by-eadg.html
- Floornature Architecture and surfaces. (2019, 01 02). *MAD Architects' Nanjing Zendai Himalayas Centre nears completion* . Retrieved 11 01, 2022, from https://www.floornature.com/mad-architectsa-nanjing-zendai-himalayas-centre-nears-comple-14313/
- Issy-les-Moulineaux groupe. (2023, 03 06). *Lauréat « Smart City » de la COP22, en 2016, le Fort d'Issy est un modèle de quartier éco-responsable et connecté*. Consulté le 04 03, 2023, sur Issy-les-Moulineaux : https://www.issy.com/decouvrir-issy/urbanisme-grands-projets/amenagements/le-fort-d-issy
- Opera House Project Team. (2016). The Dubai Opera House. *Bulletin*(120), pp. 10-17.
- Rabie, J. (2009). *L'écoquartier Vauban à Fibourg, une démarche globale pour une réalisation exemplaire.* Hesp'ere 21.
- Rédaction. (2017, 08 15). Trois questions à Shigeru Ban & Jean de Gastines. (S. Ban, & J. De Gastines, Intervieweurs) La seine misucale .
- Tokajuk, A. (2019). Modernity in architecture as the synergy of ideas, tradition and nature-opera in Bialystok. *TEKA*(1), pp. 41-47.
- TOUAHRIA, S., & HAMMOUDI, K. (2017 / 2018). Un éco-quartier intelligent a l'usto – ORAN (MASTER ACADEMIQUE). Faculté des Sciences et de la Technologie, Mostaganem: Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.
- wikiarquitectura team. (2010). *Guangzhou Opera House*. Retrieved 01 25, 2023, from wikiarquitectura: https://en.wikiarquitectura.com/building/guangzhou-opera-house/
- WikiArquitectura team. (2012). *Wuxi Grand Theatre*. Retrieved 04 01, 2023, from WikiArquitectura: https://en.wikiarquitectura.com/building/wuxi-grand-theatre/
- Djouad, F. (2021, 09 24). 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*(01), pp. 103-111.
- GUECHI, I. (2018, 05 14). L'influence des contraintes physiques sur l'urbanisation des établissements humains, cas de l'agglomération de Guelma(Doctorat en sciences en : Architecture). Faculté des Sciences et de la technologie, Biskra: Université Mohamed Khider – Biskra.
- SAYAD, B. (2020/2021). La contribution de la végétation et des plans d'eau pour améliorer le confort climatique dans les espaces extérieurs à Guelma(DIPLOME DE DOCTORAT EN 3ème CYCLE). Faculté des Sciences et de la Technologie, Guelma: Université 8 Mai 1945 Guelma.

- ITSLIQUID Group. (2017, 02 13). *Nanjing Zendai Himalayas Center by MAD*. Retrieved 04 08, 2023, from ITSLIQUID: https://www.itsliquid.com/nanjing-zendai-himalayas-center-by-mad.html
- Nouvel, J. (2015). *Philharmonie de Paris*. Consulté le 12 16, 2022, sur wikiarquitectura: https://fr.wikiarquitectura.com/b%C3%A2timent/philharmonie-de-paris/
- (2005). *Quartiers durables-Guide d'expérience européennes.* France: ARENE Ile-de-France.
- ABDERRAHIM, S., & BOUMEDIENNE, I. (2016/2017). SALLE DE SPECTACLE POLYVALENTE À TLEMCEN. Faculté de TECHNOLOGIE, TLEMCEN: Université Aboubakr Belkaïd– Tlemcen –.
- Albert de BEAUVAIS, C. (1995, 02 10). *Définition et rôle du programme, programmation architecturale*. Consulté le 04 10, 2023, sur techniques-ingenieur: https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/archives-th12/archives-droit-et-organisation-generale-de-la-construction-tiacb/archive-1/programmes-d-architecture-c4005/definition-et-role-du-programme-c4005niv10001.html
- Arquitectura Viva. (2017, 06 30). *La Seine Musicale, Boulogne-Billancourt*. Retrieved 12 02, 2022, from Arquitectura Viva: https://arquitecturaviva.com/works/la-seine-musicale
- BTP architects . (2015, 01 13). *La Philharmonie de Paris, un bâtiment minéral à la pointe*. Consulté le 11 03, 2022, sur batiweb: https://www.batiweb.com/actualites/architecture/la-philharmonie-de-paris-un-batiment-mineral-a-la-pointe-25735
- CCDI as Architects. (2015). *Constantine Zenith Theatre*. Retrieved 11 23, 2022, from archello: https://archello.com/project/zenith
- DIB, F., & BEDJAOUI, M. (2018/2019). Projet : l'architecture des salles de spectacle(MASTER). Faculté de TECHNOLOGIE, Tlemcen: Université Abou bakr Belkaïd– Tlemcen –.
- EADG. (2021, 04 09). *Nanjing Zendai Himalayan Center by EADG*. Retrieved 01 29, 2023, from Mooool: https://mooool.com/en/nanjing-zendai-himalayan-center-by-eadg.html
- ecoquartier.ch groupe. (2016, 05). *Vauban fribourg.* Consulté le 12 18, 2022, sur ecoquartier.ch : https://ecoquartier.ch/wp-content/uploads/2016/05/projet-vauban1.pdf
- Floornature Architecture and surfaces. (2019, 01 02). *MAD Architects' Nanjing Zendai Himalayas Centre nears completion* . Retrieved 11 01, 2022, from https://www.floornature.com/mad-architectsa-nanjing-zendai-himalayas-centre-nears-comple-14313/
- GAILLARD, Y. (2012). *SENAT, rapport d'information au nom de la commission des finances sur la philharmonie de Paris* . Paris, France: SENAT.

- Lamare, D. (2017). La haut navire acoustique. *Revue Vallée de la Culture*(15), pp. 19-22.
- LAURENT , B. (2014). *DOSSIER DE PRESSE, PHILHARMONIE DE PARIS.* France: Mécénat Musical Société Générale.
- Le Forum des Interconnectés. (2013, 06 02). *Le projet de l'Éco-quartier du Fort numérique.* Consulté le 12 08, 2022, sur Les Interconnectés: https://www.interconnectes.com/medias/projets/projet-1048344857447891.pdf
- M I N I S T E R E D E L A C U L T U R E. (2008). *NORMALISATION DES INFRASTRUCTURES ET EQUIPEMENTS CULTURELS.* Algérie.
- Maneval, V. (2017, 04 22). *Bulle – Architecte Shigeru Ban -2017 La Seine Musicale de L'Ile Seguin (Inauguration) France*. Consulté le 02 26, 2023, sur BubbleMania , Architectures & Voitures Bulles: http://www.bubblemania.fr/shigeru-ban-la-seine-musicale/
- MC-Bauchemie groupe. (2017). *Une apparence magnifique, la seine musicale* . Consulté le 12 04, 2022, sur MC-Bauchemie: https://www.mc-bauchemie.fr/references-de-projets/la-seine-musicale.html
- MTECHBUILD. (2017). *La Seine Musicale - Boulogne-Billancourt*. Consulté le 10 12, 2022, sur MTECHBUILD: https://www.mtechbuild.fr/realisations/la-seine-musicale/
- nawel, D. (2015, 02 08). *La salle Zénith de Constantine, une prouesse architecturale pour un rayonnement culturel permanent*. Consulté le 12 20, 2022, sur Algérie 360: https://www.algerie360.com/la-salle-zenith-de-constantine-une-prouesse-architecturale-pour-un-rayonnement-culturel-permanent/
- Office de Tourisme Site officiel Paris. (s.d.). *Philharmonie de Paris, un espace dédié à la musique*. Consulté le 12 08, 2022, sur parisinfo: https://www.parisinfo.com/ou-sortir-a-paris/infos/guides/la-philharmonie-de-paris-un-nouveau-lieu-dedie-a-la-musique
- Rabie, J. (2009). *L'écoquartier Vauban à Fibourg, une démarche globale pour une réalisation exemplaire.* Hesp'ere 21.
- Slimani , A. (2019/2020). TRANSFORMATION D'UN QUARTIER EXISTANT EN UN ECO-QUARTIER CAS : QUARTIER SEGHIR A BEJAIA (mémoire du master). INSTITUT DE GESTION DES TECHNIQUE URBAINES, OUM EL BOUAGHI: UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI OUM EL BOUAGHI.
- T, J. (2016, 08 03). *La sphère de la cité musicale de l'Ile Seguin se peaufine*. Consulté le 12 30, 2022, sur constructioncayola: https://www.constructioncayola.com/batiment/article/2016/08/03/107046/sphere-cite-musicale-ile-seguin-peaufine
- TOUAHRIA, S., & HAMMOUDI, K. (2017 / 2018). Un éco-quartier intelligent a l'usto – ORAN (MASTER ACADEMIQUE). Faculté des Sciences et de la Technologie, Mostaganem: Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.

- ALKAMA , D., & TACHERIFT , A. (2001, 11). ESSAI D'ANALYSE TYPO-MORPHOLOGIQUE DES NOYAUX URBAINS TRADITIONNELS DANS LA REGION DES ZIBAN. *Courrier du Savoir*(01), pp. 81-88.
- DA CUNHA, A. (2015, 05 25). NOUVELLE ÉCOLOGIE URBAINE ET URBANISME DURABLE.DE L'IMPÉRATIF ÉCOLOGIQUE À LA QUALITÉ URBAINE. *BSGLg*(65), pp. 1-25.
- GUECHI, I. (2018). L'influence des contraintes physiques sur l'urbanisation des établissements humains, cas de l'agglomération de Guelma(Doctorat en sciences en : Architecture). Faculté des Sciences et de la technologie, Biskra: Université Mohamed Khider – Biskra.
- Guichard, P. (2011). Urbanisme et développement durable, Urbanisation et pouvoir local sur la Côte d'Azur (THESE DE DOCTORAT). FACULTE DE DROIT ET DES SCIENCES POLITIQUES, NICE: UNIVERSITE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS.
- Lemieux, D. (2008). *Neuf exemples internationaux pour inspirer le renouvellement de l'action publique en design urbain.* Montréal: ministère de la Culture, des Communications et de la Condition féminine et de la Ville de Montréal.
- Youmatter. (2021, 04 19). *développement durable définition, histoire, enjeux- qu'est ce que le développement durable?* . Consulté le 01 28, 2023, sur https://youmatter.world/fr/definition/definition-developpement-durable/
- Zafzaf, A. (2016/2017). Effet de l'ilot de chaleur urbain: impact de la morphologie urbaine sur le confort thérmique dans les espaces extérieure de la ville de blida cas des places :1er Novembre dite "placet Ettout", de la cité "les bananiers" et de la cité "les Palmiers". Institut d'architecture et d'urbanisme , Blida: université Saad Dahleb- Blida.
- Thpanorama. (s.d.). *Quels sont les éléments du paysage naturel?* Consulté le 01 29, 2023, sur https://www.thpanorama.com/blog/medio-ambiente/cules-son-los-elementos-del-paisaje-natural.html
- smart city institute. (2017). *smart city: le guide pratique.* liège.
- Rédaction. (2017, 08 15). Trois questions à Shigeru Ban & Jean de Gastines. (S. Ban, & J. De Gastines, Intervieweurs) La seine misucale .
- Renault group. (2020, 01 27). *A quoi ressemble une ville "intelligente"*. Consulté le 01 06, 2023, sur https://www.renaultgroup.com/news-onair/actualites/a-quoi-ressemble-une-ville-intelligente/
- Opera House Project Team. (2016). The Dubai Opera House. *Bulletin*(120), pp. 10-17.
- NICOLLEAU, K. (2019). *Fiche :La Route Intelligente.* france: Cerema.
- Morelli, R. (2012). Intégration de qualité dans la transformation de l'espace urbain. *Les cahier de la recherche architecturale et urbaine*(26/27), pp. 112-122.

- Kettaf, F. (2019). Architecture urbaine : Espace de la ville, Projet et Composition urbaine(Master II). FACULTE D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL, Oran: UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE MOHAMED BOUDIAF D'ORAN.
- Heath, O., Jackson, V., & Goode, E. (2018). *CRÉER DES ESPACES POSITIFS,UTILISER LE DESIGN BIOPHILIQUE.* Brighton: Oliver Heath Design.
- inels. (2018, 01). *Smart Street Lighting, Economical and eff ective outdoor lighting solutions.* Retrieved 12 07, 2022, from inels: https://www.inels.com/ssl
- Géoconfluences . (2021). *Système d'information géographique (SIG).* Consulté le 01 29, 2023, sur http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/systemes-dinformation-geographique-sig-et-geomatique
- Géoconfluences. (2023, 01 27). *Paysage*. Consulté le 01 29, 2023, sur http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/paysage
- Geoffrey , G. (2021, 09 29). *Le Smart Parking, c'est quoi exactement ?* Consulté le 12 05, 2022, sur Hesion: https://hesion-park.com/actualite/c-est-quoi-le-smart-parking/
- Fredes, M. (s.d.). *Conçu par ZAHA HADID, bâti en HI-MACS® :Le magnifique Opéra de Guangzhou en Chine.* Consulté le 11 05, 2022, sur HI-MACS : https://himacs.eu/sites/himacs/files/newsroom/pdf/hi-macs_zaha_hadid_opera_house_french_0.pdf
- Faculté de l'aménagement. (s.d.). *LE DESIGN URBAIN*. Consulté le 01 28, 2023, sur université de montérial, faculté de l'aménagement : https://amenagement.umontreal.ca/fileadmin/amenagement/AME/Programmes/PDF/LE_Design_urbain.pdf
- Dehan, P. (s.d.). *Acteurs & déroulement d'un projet architectural ou urbain.* Consulté le 01 10, 2023, sur file:///C:/Users/marwaneray/Downloads/C2_ActeurProjetsFaisabilit%C3%A9s_PhilippeDEHAN-2.pdf
- CREP. (2019). *Quelle est la définition du design urbain ?* Consulté le 01 28, 2023, sur https://crep.etab.ac-lille.fr/files/2019/09/Quelle-est-la-d%C3%A9finition-du-design-urbain.pdf
- Carrozza, M. (1996). Paysage urbain : matérialité et représentation. *Les cahiers du centre de recherches historiques*(17), pp. 1-2.
- Bartholeyns, C., Breux, B., Edouard De Colnet, C., & Sarosdi, N. (s.d.). *UNE OPPORTUNITÉ POUR L'AIRE MÉTROPOLITAINE.* Consulté le 12 02, 2022, sur Déclic Mobilités: https://www.declic-mobilites.org/images/ressources/Quest_ce_que_la_mobilite_intelligente_2a76d.pdf
- ARCH20. (n.d.). *Nanjing Zendai Himalayas Center | MAD Architects*. Retrieved 11 03, 2022, from https://www.arch2o.com/nanjing-zendai-himalayas-center-mad-architects/

- Ban , S. (n.d.). *La Seine Musicale, Boulogne-Billancourt* . Retrieved 12 29, 2022, from Arquitecturaviva: https://arquitecturaviva.com/works/la-seine-musicale
- l'Agence d'urbanisme de l'agglomération marseillaise. (2021). *la fabrication des espaces publics, Grands principes et axes de réflexion.* Aix Marseille: agam.
- AGENCE D'URBANISME DE L'AIRE AVIGNONNAISE, 2008, « Patrimoine paysager de la confluence Rhône Durance *», o.t.m : Revue européenne de géographie, N° 8, 6-13 pp.*
- RIOU G., 1986, « *Les représentations de la nature sur les chemins parallèles de l'esthétique et de la connaissance», in« milieux et paysages: essai sur diverses modalités de connaissance. »,* CHATELIN Y., Riou G. (dir) Paris, Masson, 123-139 pp.
- **Sevinç-Kayihan, K., Özçelik-Güney S., Ünal F. C.** Biophilia as the Main Design Question in Architectural Design Studio Teaching. *Megaron*, vol. 3, no. 1, 2018, pp. 1–12. https://doi.org/10.5505/megaron.2017.59265
- Neufert, E. (2010). *Les éléments de projet de construction* (éd. 10). France : 10 e édition francaise revue et augmentée.
- Bolduc, L. (2022, 02 25). *Jardins de pluie: gérer l'eau de ruissellement à petite échelle*. Consulté le 05 01, 2023, sur ecohabitation: https://www.ecohabitation.com/guides/3446/gerer-eau-ruissellement-jardin-de-pluie/
- Chassanite, B. (2022, 08 28). *La cogénération*. Consulté le 05 01, 2023, sur CHOISIR: https://www.choisir.com/energie/articles/104498/qu-est-ce-que-la-cogeneration
- Chollet, M. (2017, 02 17). *Définition pergola : apprenez tout sur ce grand incontournable de l'espace outdoor!* . Consulté le 05 01, 2023, sur DEAVITA: https://deavita.fr/design-exterieur/definition-pergola-espace-outdoor/
- Eyrolles, C. (2013). *Structures métalliques : Ouvrages simples. guide technique et de calcul d'éléments structurels en acier.* France: Librairie Eyrolles.
- Marc-Martin, L. (2023, 01 20). *La VMC double flux : deux circuits d'air, deux fois plus de confort*. Consulté le 05 04, 2023, sur CHOISIR.com: https://www.choisir.com/energie/articles/189368/la-vmc-double-flux-deux-circuits-dair-deux-fois-plus-de-confort
- Ponticelli, A. (2015, 12 21). *DÉCHETS - Optimiser la collecte des déchets grâce à un réseau de pneumatiques souterrain, voilà le pari de plusieurs municipalités françaises.* Consulté le 05 01, 2023, sur 18h39: https://www.18h39.fr/articles/un-systeme-de-collecte-pneumatique-des-dechets-pour-des-villes-plus-propres.html
- actu-environnement. (2015, 03 16). *Tri sélectif*. Consulté le 05 01, 2023, sur actu-environnement: https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/tri_selectif.php4
- Auteurs spécialisés Ooreka. (2016, 01 01). *Faux plafond*. Consulté le 05 04, 2023, sur ooreka maison: https://plafond.ooreka.fr/comprendre/faux-plafond

- Benmakhlouf , S., & Amarouche , M. (2019/2020). Commande intelligente de l'éclairage d'une maison (mémoire de master). Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées, Oum El bouaghi: Université Mohamed Larbi Ben M"hidi - Oum El bouaghi.
- DIB, F., & BEDJAOUI, M. (2018/2019). Projet : l'architecture des salles de spectacle(MASTER). Faculté de TECHNOLOGIE, Tlemcen: Université Abou bakr Belkaïd– Tlemcen –.
- ECO habitation. (2013, 01 25). *Le système de récupération d'eau de pluie (4) : le traitement*. Consulté le 05 01, 2023, sur ecohabitation: https://www.ecohabitation.com/guides/2558/le-systeme-de-recuperation-deau-de-pluie-4-le-traitement/
- EPSYLON groupe . (2021, 05 11). *Le mur-rideau: des avantages indéniables*. Consulté le 05 04, 2023, sur Epsylon.ca: https://www.epsylon.ca/mur-rideau-avantages-indeniables/
- Iinfobatir, g. (2020, 06 23). *Les différents types de joints en construction de bâtiment*. Consulté le 05 02, 2023, sur infobatir.fr: https://www.infobatir.fr/les-differents-types-de-joints-en-construction-de-batiment/
- L'ALEC / l'AGEDEN. (2016). *Toiture végétalisée* . Saint-Martin-d'Hères: Espace Info Énergie de l'Isère.
- Mambrini, T. (2015, 06 17). Caractérisation de panneaux solaires photovoltaïques en conditions réelles d'implantation et en fonction des différentes technologies (THÈSE DE DOCTORAT). ÉCOLE DOCTORALE : STITS , FRANCE: UNIVERSITE PARIS-SUD.
- Marie-Céline , R. (2018, 04 11). *Toit végétalisé : top 10 des avantages*. Consulté le 05 01, 2023, sur FUTURA: https://www.futura-sciences.com/maison/actualites/batiment-toit-vegetalise-top-10-avantages-70851/
- oryxeleven équipe. (2022, 03 07). *Le fonctionnement d'une station d'épuration des eaux usées*. Consulté le 05 01, 2023, sur oryxeleven: https://www.oryxeleven.com/assainissement/station-epuration/
- securite-incendie. (2016, 06 06). *Le Système de Sécurité Incendie : de quoi se compose-t-il et quel est son rôle ?* Consulté le 05 04, 2023, sur securiteincendie.fr: https://www.securiteincendie.fr/conseil/systeme-de-securite-incendie-composition-role/
- Société québécoise de phytotechnologie. (2022, 05 04). *LES MURS VÉGÉTALISÉS*. Consulté le 05 01, 2023, sur phytotechno: https://www.phytotechno.com/wp-content/uploads/2022/05/SQP_MursVegetalise%CC%81s_Web.pdf
- SOUPLAST. (2018, 11 06). *Des réseaux unitaires ou des réseaux séparatifs pour l'assainissement ?* Consulté le 05 01, 2023, sur soudureplastique: https://www.soudureplastique.ma/des-reseaux-unitaires-ou-des-reseaux-separatifs-pour-lassainissement/
- TOUAHRIA , S., & HAMMOUDI , K. (2017/2018). Un éco-quartier intelligent a l'usto – ORAN (mémoire de master). Faculté des Sciences et de la Technologie Département de

génie civil et d'architecture, Mostaganem: Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.

- Zaffini, S. (2022, 05 26). *Aménagement intérieur : Focus sur les différents types de cloison*. Consulté le 05 04, 2023, sur Prix Pose: https://www.prix-pose.com/magazine/type-de-cloison/
- Agence esperance. (2023, 02 08). ECO-CONSTRUCTION : Les avantages de la brique moderne, perforée et écologique. Consulté le 05 20, 2023, sur agenceesperance.net: https://agenceesperance.net/2023/02/08/eco-construction-les-avantages-de-la-brique-moderne-perforee-et-ecologique/
- Alkama, D., & Hanafi. (2016, 09 28). Stratégie d'amélioration du confort thermique d'une place publique d'une ville saharienne 'Biskra/Algérie'. Revue des Energies Renouvelables(19), pp. 465-480.