

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Mémoire de Master

Présenté à l'Université 08 Mai 1945 de Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de : Architecture

Spécialité : Architecture

Option : Architecture Environnement Technologies

Présenté par : Ghadjatti Warda

**Thème : optimisation durable de la conception architecturale
Pour une meilleure efficacité énergétique dans les équipements
culturel**

Sous la direction de : Dr CHALABI Amina

Dédicace

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers :

À ma chère Mère

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse Dieu, le très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie.

À mon cher père

Mon pilier, mon repère, celui qui m'a donné son nom, son amour, et sa force.

Celui qui a tout fait pour me faciliter la vie, sans jamais compter, sans jamais se plaindre.

Aucune parole ne saurait exprimer toute ma gratitude, et aucun remerciement ne serait à la hauteur de ce que je te dois. Merci pour tout, papa.

À mes chers sœurs et frère

Qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

A tous mes amis (e)

Qui me rend tous les jours la vie est belle par leur présence et surtout « Amira » et « Nihed »

Ainsi qu'à toute ma promo en leur souhaitant un avenir très Brillant.

Remerciements

*Avant tout, je rends grâce à **Dieu** Tout-Puissant, pour toutes les bénédictions qu'Il m'a accordées : la force, la patience, l'intelligence et le courage qui m'ont permis de surmonter les épreuves et d'arriver là où je suis aujourd'hui.*

*Je tiens aussi à me remercier **moi-même**, pour ma persévérance, pour avoir tenu bon malgré les obstacles, pour m'être relevée à chaque chute, et pour avoir poursuivi ce chemin avec détermination et courage.*

*Je souhaite de remercier **Madame CHALABI** pour son soutien et son encadrement scientifique qui m'ont été bénéfiques pour mener à bien ce travail.*

*Mes remerciements les plus profonds et les plus sincères vont à **mes parents**, les piliers de ma vie, mes repères inébranlables. Vous avez été présents dans chaque étape, dans chaque doute, chaque fatigue. Merci pour vos prières silencieuses, vos paroles rassurantes, votre amour inconditionnel. Merci d'avoir veillé avec moi lors de ces longues nuits blanches, de m'avoir soutenue aussi bien moralement que matériellement, de m'avoir toujours entourée de chaleur et de sécurité. Tout ce que j'ai pu accomplir est le fruit de votre présence constante et de votre foi en moi. Vous êtes la plus belle des raisons derrière chacun de mes succès.*

*Je remercie également mes sœurs, **Amina** et **Amani**, ainsi que mon petit frère **Amine**, ces âmes précieuses qui ont toujours été là, discrètement mais puissamment. Leur présence à mes côtés est un trésor inestimable dans ce parcours et dans la vie en général, les mots ne suffiront pas pour décrire l'amour que je vous porte, que dieu vous protège pour moi.*

*Je n'oublie pas mes deux précieuses amies, **Amira** et **Nihed**, qui ont été à mes côtés pendant cinq années entières, dans les bons comme dans les mauvais moments. Avec elles, j'ai partagé des rires, des joies, des épreuves aussi, mais surtout des souvenirs inoubliables. Je leur dis du fond du cœur qu'elles sont des personnes uniques, rares, et irremplaçables.*

*Enfin, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à **Monsieur Cheraitia** et **Monsieur Boudraa**, deux enseignants qui ont marqué mon parcours universitaire par leur engagement, leur bienveillance et leur dévouement envers leurs étudiants. Merci pour tout ce que vous nous avez transmis.*

Résumé :

Le secteur du bâtiment constitue aujourd'hui un domaine stratégique dans la lutte contre les effets du changement climatique. Dans ce contexte, les architectes sont appelés à jouer un rôle central en adoptant des démarches de conception durable visant à améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments dès les premières phases du projet.

Cette recherche s'inscrit dans cette dynamique, en proposant une approche architecturale durable appliquée aux équipements culturels, souvent caractérisés par une forte fréquentation et une consommation énergétique élevée.

Le projet d'un centre culturel à Guelma a été retenu comme cas d'étude. Sa conception s'appuie sur les principes de l'architecture bioclimatique, intégrant l'orientation, la ventilation naturelle, l'inertie thermique, ainsi que des espaces verts favorisant la création d'un microclimat extérieur confortable.

En complément des stratégies passives, une approche active basée sur l'intégration des énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire, a été adoptée pour renforcer la performance énergétique du bâtiment.

Afin d'évaluer l'efficacité des choix conceptuels, une simulation environnementale a été réalisée à l'aide du logiciel ENVI-met. Cet outil a permis d'analyser l'impact des éléments architecturaux sur le confort thermique extérieur et la qualité du microclimat, confirmant ainsi la pertinence de l'approche durable adoptée.

- ❖ **Mots clés** : conception durable, performance énergétique, architecture bioclimatique, ENVI-met, énergie solaire, microclimat, confort thermique, équipements culturels, Guelma.

Abstract :

The building sector is now considered a key field in the fight against climate change and environmental degradation. In this context, architects are increasingly called upon to adopt sustainable design approaches that aim to improve building energy efficiency from the earliest stages of conception.

This research aligns with this vision by proposing a sustainable architectural approach tailored to cultural facilities, which are known for their high energy demand and frequent public use.

A cultural center in Guelma was selected as a case study. The project was designed based on bioclimatic principles, including proper solar orientation, natural ventilation, thermal mass, and the integration of green spaces to help generate a comfortable microclimate.

To complement these passive strategies, an active energy approach was adopted, involving the use of renewable energy technologies, particularly solar energy, to further improve the building's energy performance.

To verify the effectiveness of the proposed solutions, an environmental simulation was carried out using ENVI-met software. This simulation made it possible to assess the impact of architectural choices on outdoor thermal comfort and microclimatic quality, confirming the relevance of the sustainable design approach.

❖ **Keywords:** sustainable design, energy efficiency, bioclimatic architecture, ENVI-met, solar energy, microclimate, thermal comfort, cultural facilities, Guelma.

ملخص:

يُعد قطاع البناء اليوم من القطاعات الاستراتيجية في مواجهة آثار التغيرات المناخية والأزمات البيئية. وفي هذا السياق، أصبح من الضروري أن يضطلع المماريون بدور فعال من خلال تبني مقاربات تصميمية مستدامة تهدف إلى تحسين الكفاءة الطاقوية للمباني منذ المراحل الأولى للتصميم.

تندرج هذه الدراسة ضمن هذا التوجه، حيث تقترح مقاربة معمارية مستدامة موجهة خصيصاً نحو المرافق الثقافية، التي تُعرف بكثافة استخدامها وتعدد أنشطتها، ما يجعلها من أكثر المباني استهلاكاً للطاقة.

تم اعتماد مشروع مركز ثقافي في مدينة قالمة كنموذج تطبيقي، حيث تم تصميمه وفق مبادئ التصميم المناخي الحيوي، من خلال استغلال خصائص الموقع، التوجيه المناسب، الكتلة الحرارية، التهوية الطبيعية، ودمج المساحات الخضراء لخلق مناخ محلي مريح يساهم في تقليل الاعتماد على الوسائل التقنية.

كما تم دعم هذه المقاربة السلبية عبر إدماج حلول نشطة تعتمد على الطاقات المتجددة، وبالأخص الطاقة الشمسية، قصد تعزيز الأداء الطاقوي للمبنى وتحقيق مستوى أفضل من الراحة البيئية.

وللتحقق من فعالية هذه الحلول، تم استخدام برنامج ENVI-met لإجراء محاكاة بيئية للمشروع، حيث مكنت من تقييم تأثير العناصر التصميمية (كالغطاء النباتي، التهوية، وغيرها) على تحسين جودة المناخ المحلي والراحة الحرارية الخارجية، وبالتالي دعم مفهوم الاستدامة المعمارية من منظور شمولي.

❖ **الكلمات المفتاحية:** التصميم المعماري المستدام، الكفاءة الطاقوية، المرافق الثقافية، التصميم المناخي الحيوي، الطاقة الشمسية، المحاكاة البيئية، ENVI-met، مركز ثقافي، قالمة.

Table de matière :

<i>Dédicace</i>	2
<i>Remerciements</i>	3
<i>Résumé</i> :	4
<i>Abstract</i> :	5
<i>ملخص:</i>	6
Table de matière :.....	7
Liste des figures	Erreur ! Signet non défini.
Liste des tableaux	14
Introduction :	15
Problématique :	15
L'hypothèse :	16
Les objectifs :	16
Chapitre 01 : La conception architecturale et le développement durable	17
Introduction :	17
1. La conception architecturale :	17
1.1. Définition de la conception architecturale :	17
1.2. Définition de la conception architecturale :	17
1.3. Les Facteurs permanences de la conception architecturale	17
1.4. Approche de la conception architecturale :	19
1.5 / Le processus de conception architecturale :	20
1.6 Les principes de la bonne conception architecturale économique :	21
2. La conception architecturale des équipements culturels	23
2.1 DEFINITION DE L'EQUIPEMENT CULTUREL :	23
2.2 Le rôle des équipements culturels :	24
2.3 Les grandes activités culturelles :	24
2.4 Classification des équipements culturels :	24
2.5 Les différents composants d'un centre culturel :	25
A. EXIGENCES URBAINE	25
3. La performance énergétique :	34
3.1 Définition des performances énergétiques :	34
3.2 Les classes de performance énergétique :	34
3.3 Les exigences en matière de performance énergétique	35
3.4 Classification des bâtiments à performance énergétique.....	38
3.5 Les normes de performance énergétique.....	39

4. Les outils d'optimisation :	40
4.1 Les solutions passives :	40
4.1.1 Bioclimatique	40
4.1.2 La ventilation naturelle	44
4.1.3 L'énergie renouvelable pour l'habitat	46
4.1.3 Les protections solaires	49
4.1.4 L'isolation thermique	50
4.1.5 Les murs végétalistes	52
4.2 Les solutions actives :	52
4.2.1 La ventilation mécanique	52
4.2.2 Ventilation par puits canadien	55
4.2.3 Le solaire thermique active	56
4.2.4 Le chauffage	57
4.2.5 La climatisation	58
CONCLUSION	60
CHAPITRE 02 : ANALYSE DES EXEMPLES	61
Exemple 01 : LE CENTRE CULTUREL ET DE LOISIRS DE CHAVILLE	61
1. Le choix de l'exemple	61
2. Présentation :	61
2.1 Situation :	61
2.2 Plan de masse	62
3. Description du Projet	62
3.1 Le volume	62
3.2 Les façades	63
3.3 Espaces intérieurs	63
SYNTHESE	64
Exemple 02 : Le centre culturel Sheikh Jabir al Ahmed	65
1. Le choix de l'exemple :	65
2. Présentation :	65
2.1 Situation :	65
2.2 Plan de masse	66
3. Description du Projet	67
3.1 Le volume	67
3.2 Les façades	68
3.3 Espaces intérieurs	68
Synthèse :	69

Exemple 03 : centre culturel d'Ain Beida ALAMIR KHALED	69
1. Le choix de l'exemple :	69
2. Présentation :	69
2.1 Situation :	69
2.2 Plan de masse.....	70
3. Description du Projet	70
3.1 Le volume	70
3.2 Les façades	70
3.3 Espaces intérieurs.....	71
Synthèse :.....	73
CHAPITRE 03 : ANALYSE DU SITE D'INTERVENTION, ET	74
PROGRAMMATION.....	74
Introduction :	74
1. L'analyse du Site.....	74
1.1.1 Présentation de la wilaya de Guelma	74
1.1.2 Les limites de la wilaya de Guelma	74
1.1.3 Analyse climatique.....	75
1.2 Présentation du site d'intervention	82
1.2.1 La situation du site par rapport à la ville de Guelma	82
1.2.2 Les critères de choix du site	83
1.2.3 Accessibilité	84
1.2.4 Environnement immédiat.....	84
1.2.5 Étude morphologique.....	85
1.2.6 L'ensoleillement.....	85
1.2.7 Les Vents Dominants	86
Synthèse :.....	86
Les recommandations Du terrain :	86
2. PROGRAMMATION.....	87
2.1 Tableau récapitulatif	87
2.2 Programme retenu pour un centre de culture	87
CHAPITRE 04 : L'APPROCHE CONCEPTUEL ET TECHNIQUE.....	90
1. L'approche Conceptuel.....	90
1.1 Schéma De principe	90
1.2 La genèse de la forme	90
2. L 'Approche Technique	91
3. La simulation : un outil d'aide à une conception écologique	92
3.1 Définition de la simulation	92

3.2 Simulation des ambiances extérieures : utilisation du logiciel Envi_Met.....	92
3.2.1 Introduction.....	92
3.2.2 Présentation du logiciel ENVI-met.....	92
3.2.3 Principes généraux.....	93
3.2.4 Fonctionnalités principales d'ENVI-met.....	93
3.2.5 Démarche de simulation environnementale avec ENVI-met.....	93
3.2.6 Analyse et interprétation des résultats	100
3.2.7 Synthèse des résultats de simulation microclimatique.....	103
3.2.8 Lecture microclimatique du site.....	104
3.2.9 Apport stratégique de la simulation dans la conception	104
3.2.10 Une vision intégrée : architecture, climat et culture	104
3.2.11 Synthèse finale	105
Conclusion générale.....	106
Références Bibliographique :	107

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Facteurs déterminants dans la conception architecturale	19
2	Approche de la conception architecturale	20
3.1	La stratégie du froid	23
3.2	La stratégie du chaud	23
3.3	La stratégie de l'éclairage naturel	23
4	Les composants d'un centre culturel	25
5	L'échelle de l'équipement culturel	25
6	Accès du complexe culturel CARTAGE	26
7	Accès des PMR	27
8	Dimensions de sanitaires pour PMR	27
9	Les critères de la qualité	31
10	Statut des standards de labellisation dans le monde	39
11	L'implantation tient compte du relief, des vents locaux et ensoleillement	40
12	L'orientation par rapport à la course de SEQ	41
13	L'axe de l'orientation optimale	41
14	La compacité du bâtiment	43
15	Un bâtiment compact	43
16	Un bâtiment peu compact	44
17	Ventilation de simple exposition	44
18	Ventilation de vent sur la ventilation naturelle	45
19	Ventilation par cheminée	45
20	Ventilation par atrium	45
21	Bâtiment solaires passive	47
22	Schéma d'un mur trombe	47
23	Bâtiment de structure générale d'une éolienne	49
24	Protection solaires mobiles	50
25	Isolation intérieure avec contre cloison et laine minérale	51
26	Isolation intérieure avec enduit	51
27	Isolation intérieure avec le mono-mur terre cuite	52
28	Coupe sur un mur végétaliste	52
29	Exemple de ventilation double flux	53
30	Exemple de ventilation simple flux	54
31	Ventilation centralisée avec récupérateur de chaleur	54
32	Schéma d'un système ajustair	55
33	Schéma de principe d'un puits canadien en hiver	55
34	Schéma de principe d'un puits canadien en été	56
35	Représentation générale d'un chauffe-eau solaire	57
36	Représentation générale d'un plancher chauffant-eau	57
37	La climatisation individuelle	59
38	Le centre culturel et de loisirs de CHAVILLE	61
39	La situation du centre culturel	61
40	Le plan de masse du centre culturel	62
41	Environnement immédiat	62
42	Le volume du projet	62

43	Le volume du projet	63
44	La façade du projet	63
45	L'espace intérieur	63
46	Les plans du projet	64
47	Le centre culturel Sheikh Jaber Al Ahmed	65
48	La situation du centre culturel	66
49	La situation du centre culturel Sheikh Jaber Al Ahmed	66
50	Le plan de masse	66
51	Environnement immédiat	67
52	Plan de masse	67
53	La coquille de mer	67
54	Façade du projet	68
55	Espace intérieur	68
56	Le centre culturel AL Amir Khaled	69
57	Situation du projet	69
58	Situation du projet	69
59	Accessibilité du projet	70
60	Environnement immédiat	70
61	La forme du projet	70
62	La façade du projet	71
63	La façade du projet	71
64	Plan RDC	71
65	Hall d'accueil	71
66	Plan 1 ^{er} étage	72
67	Le patio	72
68	Le mur rideaux	72
69	Plan 2 ^{ème} étage	72
70	Situation de la wilaya de Guelma	74
71	Situation de la wilaya de Guelma	75
72	La classification du climat de la ville de Guelma	75
73	Graph des variations des températures mensuelles et annuelle de Guelma	76
74	Graph des variations des précipitations mensuelles	77
75	Variation de durée d'insolation mensuelle	77
76	Diagramme solaire de Guelma hiver/printemps	78
77	Diagramme solaire de Guelma été/automne	78
78	Graph des variations mensuelles de la température du sol	79
79	Graph des variations de vitesse des vents mensuelles	80
80	La rose du vent dans les 4 saisons de la wilaya de Guelma	80
81	Diagramme psychométrique de Guelma	82
82	La situation du site	83
83	La situation du site	83
84	Plan de masse	84
85	Environnement immédiat	84
86	La coupe du terrain	85
87	L'ensoleillement	85
88	Les vents dominants	86
89	Les 3 pièces du projet	90

90	Schéma de principe	90
91	Approche conceptuelle	91
92	Plan de masse	91
93	Simulation par envi-met	92
94	Fonctionnalités principales d’envi-met	93
95	Plan de masse	94
96	Modélisation du site dans envi-met space	95
97	La base du scénario climatique utilisé dans l’analyse	95
98	La modélisation du plan de masse	96
99	La modélisation du plan de masse	97
100	La visualisation 3D du modèle urbain simulé	97
101	Les étapes de la simulation	99
102	Visualisations et interprétation des résultats avec envi-met Leonardo	100
103	Carte d’humidité relative	100
104	Carte de la température de l’aire simulé	102
105	Carte de la répartition et de la vitesse des vents dans le site d’étude	103

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Principaux moments de la conception architecturale	21
2	Exigences fonctionnelles	31
3	Exigences fonctionnelles	32
4	La classe d'énergie à usage d'habitation	35
5	La classe d'énergie à usage hors habitation	35
6	La classe climat des bâtiments à l'usage d'habitation	35
7	La classe climat des bâtiments à l'usage hors habitation	35
8	Le niveau de performance énergétique par usage	36
9	Le niveau d'isolation thermique global des bâtiments	36
10	Les valeurs R min et les valeurs U max des éléments de construction	37
11	Les types des matériaux d'isolation avec des exemples	51
12	Programme récapitulatif	87
13	Programme retenue	88

Introduction :

« La culture, dans son sens le plus large, est considérée comme l'ensemble des traits distinctifs, spirituels et matériels, intellectuels et affectifs, qui caractérisent une société, un groupe social ou un individu. Subordonnée à la nature, elle englobe, outre l'environnement, les arts et les lettres, les modes de vie, les droits fondamentaux de l'être humain, les systèmes de valeurs, les traditions, les croyances et les sciences ». ¹

La wilaya de Guelma, riche par son patrimoine historique et ses traditions, manque cruellement d'équipements culturels adaptés pour répondre aux besoins de sa population comme des centres culturels, des bibliothèques ou des espaces polyvalents, Qui a un grand rôle, Ils créent un maillage territorial resserré pour faciliter l'accès à la culture et jouent le rôle d'incubateurs d'initiatives et de passeurs de savoir, par le biais d'ateliers, de rencontres et d'accompagnement à la création. ²

Cependant, ces bâtiments, par leur usage et leurs exigences de régulation climatique, sont souvent très énergivores et nécessitent des systèmes de gestion complexes. À titre d'exemples concrets, une Scène Nationale peut consommer jusqu'à près de 1 000 MWh d'électricité par an pour son éclairage, sa climatisation et le fonctionnement de son matériel de scène. ³

Donc La transition vers une plus grande efficacité énergétique est essentielle pour le secteur culturel.

Et Comme le dit Minke « *L'architecture est une réponse aux conditions de son environnement, et parmi ces contraintes, le climat est une réalité incontournable.* » (G, 2006)

Cette idée souligne l'importance de prendre en compte les facteurs environnementaux dès les premières étapes de la conception architecturale, particulièrement dans le contexte actuel de crise énergétique mondiale.

Problématique :

L'optimisation de la consommation énergétique dans les équipements culturels est un défi de plus en plus pressant face à la demande croissante de durabilité et aux enjeux environnementaux actuels. Ces bâtiments, souvent de grande taille et au programme varié (musées, théâtres, centres culturels), sont des consommateurs importants d'énergie, principalement pour l'éclairage, la climatisation et les systèmes de chauffage. L'optimisation énergétique de ces infrastructures nécessite de repenser leur conception architecturale en intégrant des solutions écologiques et des approches durables.

Question de recherche : **Comment optimiser le design architectural des équipements culturels pour une meilleure efficacité énergétique et qualité environnementale ?**

¹ Définition de la culture par L'UNESCO

² <https://lenord.fr/nos-politiques/culture>

³ <https://www.dexma.com/fr/blog-fr/efficacite-energetique-dans-les-centres-culturels-etude-de-cas-cccb/>

L'hypothèse :

L'optimisation de l'orientation et de la forme des bâtiments, combinée à l'utilisation de matériaux écologiques et de sources d'énergie renouvelables telles que l'énergie solaire, permet de maximiser les gains solaires en hiver, de limiter les surchauffes estivales, de favoriser la ventilation naturelle et de réduire significativement la consommation énergétique des équipements culturels.

Les objectifs :

1. Concevoir un équipement culturel qui soit vivant, attractif, dynamique et respectueux de l'environnement
2. Respecter l'harmonie entre le bâtiment et son environnement, en intégrant des éléments naturels et en préservant les caractéristiques du site.
3. L'application de l'architecture écologique, en l'occurrence l'architecture d'ombrage dans notre projet.
4. Organiser l'espace par rapport à l'environnement, d'une manière que le projet soit en harmonie avec la nature du terrain et ses contraintes.

Chapitre 01 : La conception architecturale et le développement durable

Introduction :

« L'architecture est une science qui embrasse une grande variété d'études et de connaissances ; elle connaît et juge de toutes les productions des autres arts. Elle est le fruit de la pratique et de la théorie »⁴.

Aujourd'hui, la conception architecturale est étroitement liée au développement durable et ses principes, ce qui nécessite des ingénieurs et des architectes pour trouver une intégration fonctionnelle et structurelle entre ces deux notions et réaliser dans divers bâtiments techniques, la création d'installations spéciales avec une forte consommation d'énergie à la lumière du changement climatique. Dans cette section, nous allons étudier deux axes peut détailler afin de connaître plus large de ces concepts et les différentes règles particulières et les caractéristiques de chaque axe.

1. La conception architecturale :

1.1. Définition de la conception architecturale :

Qu'en disent nos compagnons les dictionnaires ?

Pour Le Nouveau Littré 2008, la conception se limite à : « Une création de l'esprit. » Tout simplement. Quant au Dictionnaire Hachette 1996, lui, il définit la conception comme

« Une action, façon de concevoir une idée, création de l'imagination. Synonymes : idée, opinion ». Les deux définitions sont insuffisantes et générale à la fois.⁵

À partir de ces réflexions, on peut définir la conception architecturale comme un processus d'invention par interprétation du monde extérieur à travers la pensée, Dans un raisonnement

Logique et méthodologique en faisant appel à des aspects cognitifs, ce processus permet d'imaginer, de proposer, d'assembler et d'organiser différents éléments, afin de construire une forme de représentation appelée idée. Cette idée peut être égal plusieurs formes comme des images, des synthèses permettra de les évaluer et de constituer le projet.⁶

1.2. Définition de la conception architecturale :

Une œuvre constituée d'éléments dont chacun a des caractéristiques comme des dimensions, une forme, un rôle et obéissant au contexte et à sa place dans l'ensemble. Mais en d'autres termes, les facteurs déterminants sont de deux natures : De permanence (humaines et physiques) et temporaires (sociaux, culturels et matériels).⁷

1.3. Les Facteurs permanences de la conception architecturale

1. Permanences humaines

⁴ : ANDRES MORENO, S (Décembre 2012). « Intégration des aspects énergétiques dans la conception du projet architectural : une approche méthodologique ». P 07

⁵ : Dictionnaire Hachette 1996

⁶ ANDRES MORENO, S. (Décembre 2012). CP.cit.p 11

⁷ HAMMOU, A. (09-2013). « À propos de la conception architecturale ». p.29

A. Facteurs anthropométrique : mesure du corps humains et sa constitution

B. Facteurs physiologiques : fonction organique de la vie.

C. Facteurs psychologiques : Besoin de l'homme qui peut être satisfait par l'architecture, par ses espaces ses formes...

D. Facteurs ergonomiques : Dimension et dynamique de corps humain surpris dans des attitudes de travail.

E. Facteurs d'ordres hygiéniques : Dépend d'un milieu de sain de l'homme.

F. Facteurs naturels : Qui influence d'autres paramètres telle dimension physique, ventilation, thermique, acoustique, visibilité.

2/ De permanences physiques : Approche conceptuelle sur les lieux par mimétisme ou par contraste telle lieu d'implantation, terrain et végétation. ⁸

- **Les Facteurs temporaires de la conception architecturale :**

Les Facteurs sociaux, culturels et matériels sont des variables qui évoluent et se transforment dans le temps. Leur vocation c'est de marquer l'empreinte de leur passage dans l'histoire. ⁹

⁸ Idem : p.34.

⁹ idem.

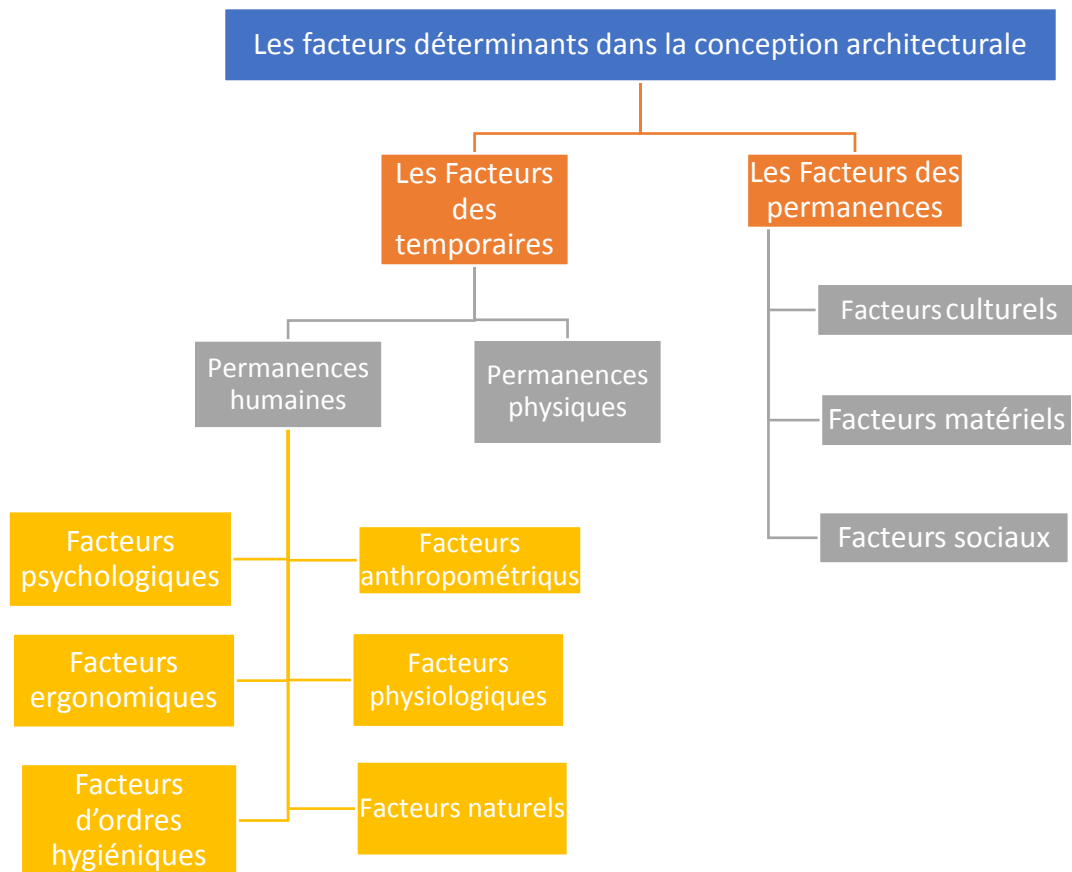


Figure 1 : facteurs déterminants dans la conception architecturale

Source : <https://bucket.theses-algerie.com/files/repositories-dz/2700191593677835.pdf>

1.4. Approche de la conception architecturale : IL existe trois approches essentielles :

1.4.1- Approches Philosophiques :

La nature de l'activité scientifique a révélé la science comme fortement reliée à la conception et, vice versa, et a permis de réévaluer positivement la conception comme scientifiquement respectable. En fait, comme il sera précisé plus loin, plusieurs concepteurs considèrent la conception comme une forme de recherche. C'est donc logiquement qu'on assiste, vers la fin des années soixante-dix, à l'émergence d'une troisième génération de méthodes de conception inspirées de l'œuvre de Karl Popper et de son modèle de méthode scientifique : conjectures et réfutations. L'argument de Popper est que dans toute œuvre de créations et d'invention, y compris dans les grandes découvertes scientifiques modernes, ce n'est pas le processus analytique de laboratoire qui conduit à l'invention mais bel et bien une conjecture (une idée, un concept, un stéréotype). Certains théoriciens trouvent que ces méthodes sont assez 'philosophiques' et ne manipulent pas les 'objets' architecturaux que les architectes manipulent couramment dans leurs projets comme les murs, les poteaux, les poutres et ainsi de suite. D'où l'émergence d'une autre catégorie d'approches conceptuelles qu'on peut qualifier de formelles.¹⁰

¹⁰ HAMMOU, A. (09- 2013). « À propos de la conception architecturale », Op.cit. p.29.

1.4.2- Les approches formelles :

Les approches formelles de la conception architecturale s'appuient sur l'idée que la conception est avant tout la synthèse d'une forme ou d'un espace. Leurs fondements sont donc communs à toute forme de création artistique (sculpture, peinture.).

BROADBENT quant à lui, voit la manière de générer des formes par les architectes pendre quatre (4) processus :

- Le processus pragmatique : c'est le processus de conception traditionnel issu des procédés vernaculaires et basé sur « l'essai-erreur ».
- Le processus iconique : basé sur le recours à des images mentales fixes.
- Le processus analogique : dans lequel un système de raisonnement par analogie est utilisé en puisant dans d'autres aspects de vie et de nature.
- Le processus canonique : est basé sur les aspects géométriques et régulateurs.

1.4.3- Approches Systémiques :

La démarche la plus correcte, nous dit ANGYAL. C'est celle qui consiste à tenir en compte l'articulation structurelle de la totalité c'est à dire les jonctions naturelles existantes entre les sous-systèmes dans leurs rapports entre eux en premier lieu et dans leurs rapports avec la totalité en second lieu. ¹¹

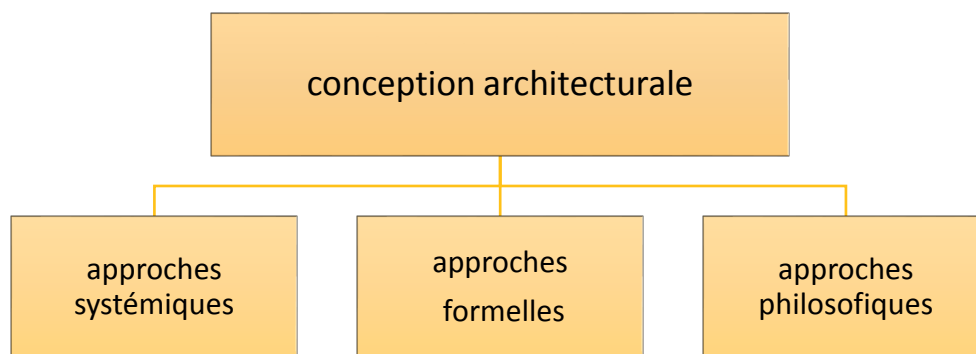


Figure 2 : Approches de la conception architecturale

Source : travail personnel

1.5 / Le processus de conception architecturale :

Le processus de conception architecturale en tant que processus de résolution de problèmes. Il existe trois étapes essentielles :

1) La phase de préconception : la programmation architecturale est « le processus systématique de recueil et d'analyse des informations au sujet d'un bâtiment ou de tout autre projet et ensuite utiliser cette information pour créer des directives pour la réalisation de ce projet ».

¹¹ Idem.

Phases	Taches
Préconception	1. objectifs de la conception 2. Limites et critères 3. contraintes du site 4. relation spatiale 5. Considérations surfaciques préliminaires 6. Flexibilité et extensibilité
Analyse et choix du site	1. analyse du site et sélection du terrain 2. Développement et planification du site 3. studios du site utilité 4. Epannelée sommaire
Conception schématique	1. Plan schématique 2. Pan d'insertion dans le site 3. Coupes et façades préliminaires 4. Sélection primaire des matériaux et services

Tableau 1 : principaux moments de la conception architecturale

Source : MAZOUZ, S. « Théorie du projet architectural et urbain, Le processus de conception architecturale² »

La programmation est également définie en tant que « consultation pour établir et définir les besoins détaillés suivantes pour un projet ». Généralement la préconception est étape de recherche de problème.

2) L'analyse du site : est traitée en tant que phase distincte parce qu'elle implique

Probablement l'engagement d'une activité in-situ dans le cas des bâtiments réels.

3) La phase d'esquisse : Contrairement à la phase de préconception, la phase de La conception schématique ou d'esquisse est une étape de résolution des problèmes dans. Ce qui est désigné comme la «part créatrice » se rapporte habituellement à la phase des concepts principaux de la forme et de l'espace dégagé.

Le problème dans le processus de conception architecturale consiste, généralement, à jongler avec trois variables ; besoins -contexte-forme. ¹²

1.6 Les principes de la bonne conception architecturale économique :

Aujourd'hui, la tendance qui inspire la recherche de la forme en architecture est le Développement durable et la recherche d'économie d'énergie. D'une manière générale, de

¹² MAZOUZ, S 2011. « Théorie du projet architectural et urbain, Le processus de conception architecturale² »

nombreuses recherches s'accordent sur les principes conceptuels à respecter pour concevoir des bâtiments énergétiquement performants.

Le processus de conception joue un rôle fondamental dans l'optimisation des performances d'un bâtiment : la plupart du temps, c'est pendant la phase de conception que sont faits les choix déterminant de la performance énergétique et environnementale d'une construction.

Norbert Lechner propose une stratégie de conception architecturale en trois niveaux successifs : la conception du bâtiment, les systèmes passifs et les équipements mécaniques.¹³

1. Toute construction économe en énergie repose avant tout sur une conception « cohérente » et « intelligente » du bâtiment. Cette conception tire le meilleur parti des conditions du site et de son environnement, en utilisant avant tout des moyens architecturaux et en agissant simplement sur la géométrie du bâtiment (sa forme, son orientation, sa compacité, sa taille ou encore la localisation de ses fenêtres). Le but de cette première étape est de réduire les besoins de base du bâtiment et d'assurer le confort de manière passive.¹⁴
 2. Viennent ensuite les stratégies d'action passives qui cherchent à réduire les besoins d'énergie bruts du bâtiment sans recourir aux moyens mécaniques.
- **La stratégie du chaud** : répond au confort d'hiver selon les quatre principes « capter, stocker, conserver, distribuer ». Une fois captée à travers les vitrages et absorbée par les murs, la chaleur du rayonnement solaire est stockée dans la masse du bâtiment et conservée à l'intérieur grâce à des murs bien isolés et des vitrages performants. Cette énergie est ensuite distribuée par les mouvements d'air naturels ou forcés mécaniquement.
 - **La stratégie du froid** : se résume en cinq actions « protéger, éviter, minimiser, dissiper et refroidir naturellement ». Avant tout, elle repose sur une protection contre les apports solaires et une réduction des apports internes, afin d'éviter les risques de surchauffe. La chaleur excédante peut être dissipée grâce à une ventilation nocturne, et l'air refroidi naturellement.
 - **La stratégie de l'éclairage naturel** : repose sur six principes « capter, pénétrer, répartir, focaliser, protéger, contrôler ». Les quatre premières actions ont pour but une utilisation intelligente de la lumière naturelle. Les deux dernières cherchent à éviter l'inconfort visuel.¹⁵

¹³ Arantes, L. (Janvier 2013). « L'intégration des données énergétiques-dans la conception architecturale Située ». Op.cit. p.150

¹⁴ Arantes, L. (Janvier 2013). « L'intégration des données énergétiques-dans la conception architecturale Située ». Op.cit. p.151

¹⁵ Arantes, L. (Janvier 2013). « L'intégration des données énergétiques-dans la conception architecturale Située ». Op.cit. p.151

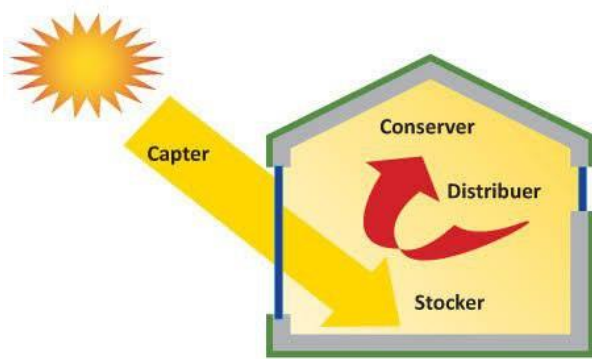


Figure : 3.1 : La stratégie du froid

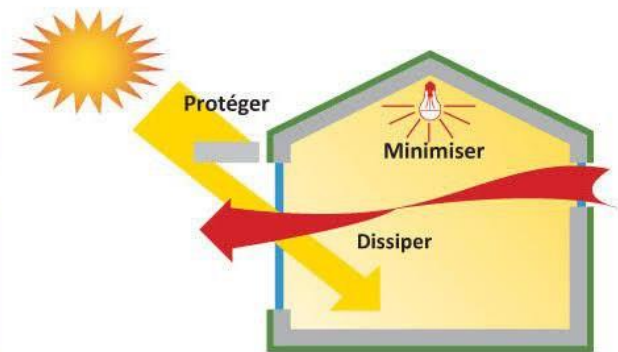


Figure 3.2 : La

Source : <https://www.biffsa.com/e-learning>

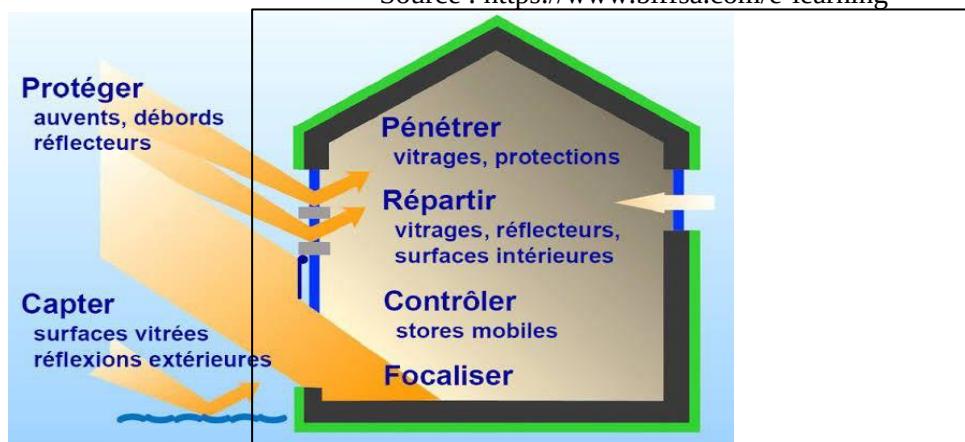


Figure 3.3 : La stratégie de l'éclairage naturel

Source :

<https://www.researchgate.net/figure/Strategie>

3. Enfin, ce n'est qu'en dernier lieu que le concepteur doit envisager le recours à des équipements techniques pour le chauffage, le refroidissement, le renouvellement de l'air, ou encore l'éclairage. Dans une logique de conception bioclimatique, on privilégiera les équipements performants, peu consommateurs, et qui contribuent à l'application des stratégies passives (par exemple, les systèmes de ventilation mécanique contrôlée qui permettent de récupérer la chaleur interne). On leur associera des systèmes de production d'énergie à partir de sources renouvelables, comme des panneaux solaires thermiques, des panneaux photovoltaïques, ou encore une pompe à chaleur.¹⁶

2. La conception architecturale des équipement culturels

2.1 DEFINITION DE L'EQUIPEMENT CULTUREL :

L'équipement culturel est un établissement géré par l'état et la collectivité locale dont il dépend. Il est placé sous la tutelle des affaires culturelles qui est chargée d'assurer la plus vaste audience afin de favoriser la conservation du patrimoine et la diffusion des œuvres de l'art et les

¹⁶ Arantes, L. (Janvier 2013). « L'intégration des données énergétiques-dans la conception architecturale Située ». Op.cit. p.152

productions de l'esprit. Un équipement culturel est un établissement chargé de promouvoir et de développer toutes les activités pouvant contribuer à l'épanouissement de la culture et à la formation et l'équipement culturel qui pour mission de :

- Contribuer au développement d'une culture nationale populaire.
- Promouvoir et de développer toutes les activités pouvant contribuer à l'épanouissement de la culture et à la formation.
- Permettre aux gens de s'exprimer et de développer leurs créativité dans l'espace que l'équipement culturel peut offrir.

2.2 Le rôle des équipements culturels :

Ces équipements sont conçus pour permettre, tant aux jeunes qu'aux adultes, ils ont une mission de contribuer au développement d'une culture vivante et populaire et les buts visés par la construction de ces équipements sont multiples qu'on peut résumer comme suit :

- Offrir à tout le monde la possibilité de se cultiver et pratiquer l'activité désirée.
- Encourager l'échange d'idée, d'expérience, augmenter le contact entre individus.
- L'épanouissement du patrimoine culturel.
- L'évolution du niveau d'instruction et de connaissance.
- L'affirmation d'identité culturelle algérienne et favoriser le développement sous toutes ses formes.
- Adopter un style de vie qui soit en harmonie avec du choix du peuple.

2.3 Les grandes activités culturelles :

- La diffusion : Activité tendant à faire connaître au grand public des œuvres d'art ou de l'esprit dans des espaces ou par des médias appropriés.
- L'animation : Animer un groupe ou un lieu. Activité tendant à créer ou à entretenir des relations entre des personnes au sein d'un groupe.
- La formation : Activité pédagogique spécialisée, ayant pour objet d'apprendre à un public particulier le sens des œuvres d'art ou de l'esprit. Action d'éduquer, de façonner, d'instruire quelqu'un intellectuellement ou moralement.
- La création : Action de placer sous le regard du public, des objets divers, des œuvres d'art. Action de faire connaître ou d'expliquer quelque chose à quelqu'un.
- La communication : Contribue à la production de la formation intellectuelle, renforce le contact et les échanges entre les différents groupes sociaux.

En renforçant cohérence avec le développement des moyens et des modes de communication qui représentent un outil très important pour rompre l'isolation.

2.4 Classification des équipements culturels :

- Equipement de la culture publique, centre culturel, bibliothèque.
- Equipement d'animation culturelle, théâtre, cinéma, maison de culture.

- Equipement de la publication et de l'information, salle d'exposition et salle de documentations.¹⁷

Equipement des beaux-arts, monuments historiques, artisanat

2.5 Les différents composants d'un centre culturel :

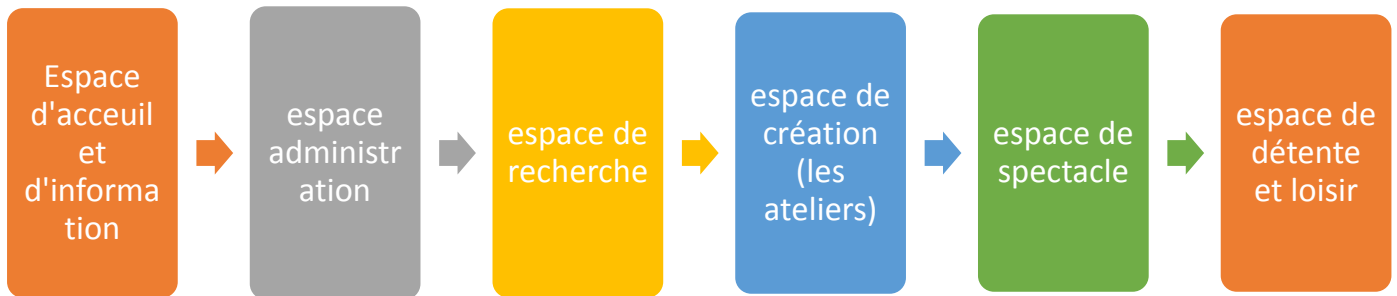


Figure 4 : les composants d'un centre culturel -Source : production personnelle

-La qualité architecturale dans les centres culturels :

A. EXIGENCES URBAINE¹⁸ :

Les exigences urbaines sont tous qui est touchés à l'étude de l'intégration urbaine du site et aussi l'échelle, qui comprend la surface et la forme du ce site Intégration urbaine :

-Le choix entre les deux situations, périphérique ou centrale

- L'impact de l'implantation du bâtiment sur l'environnement.

-Le traitement et l'organisation des espaces (conditions climatiques, topographie du site, pollution des sols, l'air, l'eau,).

Échelle :



Figure 5 : l'échelle de l'équipement culturel

Source : production personnelle

B. EXIGENCES ARCHITECTURALES :

¹⁷ MEMOIRE DE MAGISTER/OPTION : ARCHITECTURE/THEME/La Culture en tant que fait urbain. Lecture sur des indicateurs de développement culturel. /Cas du secteur sauvegardé de Constantine/Présenté par :/Mr MAZRI-BENARIOUA Mouna

¹⁸ Les infrastructures du secteur culturel : une proposition de définition Pascale Marcotte Ph.D & Serge Bernier

Les exigences architecturales qui répondent aux exigences relatives à l'architecture.

Accès¹⁹:

- l'accès technique à la scène qui doit être le plus direct possible depuis l'extérieur
- les portes d'accès situées à 3 m de haut en façade
- l'accès des services de secours, qui peut être très contraignant selon la catégorie de l'établissement et son implantation urbaine
- l'accès et l'évacuation du public avec le respect des normes d'accessibilité des handicapés



Figure 6 : accès du complexe culturel
CARTAGE

Source : google image

-Accessibilité aux personnes handicapées²⁰:

Les espaces de circulations seront soigneusement étudiées pour permettre l'accessibilité aux personnes handicapées (mobiliier, largeur de passage, sols, confort visuel, couleurs contrastées, bande de cheminement, signalisation des escaliers, hauteur des interrupteurs et des poignées de portes, Une signalisation uniquement visuelle doit notamment pouvoir être doublée de manière sonore ou tactile et sonore doit pouvoir être doublé de manière visuelle.

L'éclairage et la qualité visuelle de la signalétique, ne pas créer d'obstacle ou de danger par l'implantation de la signalétique... La qualité de l'éclairage, artificiel ou naturel, des circulations communes intérieures et extérieures doit être telle que l'ensemble du cheminement est couvert sans créer de gêne visuelle.

¹⁹ Livre de normalisation des infrastructures des équipements culturels

²⁰ Mémoire de fin d'étude master 2 Evaluation de la qualité architecturale dans les centres culturels encadré par Mme H.Gherraz univ. OEB 2016 -2017

Les équipements sanitaires aménagés pour les personnes handicapées, ainsi que les ascenseurs seront judicieusement répartis dans les bâtiments afin d’être rapidement et aisément accessibles

L’espace et le mobilier des sanitaires et des douches accessibles aux personnes à mobilité réduite seront étudiés avec attention (porte, barre d’appui, lavabo, miroir, etc.



Figure 7 : accès des PMR

Source : google image

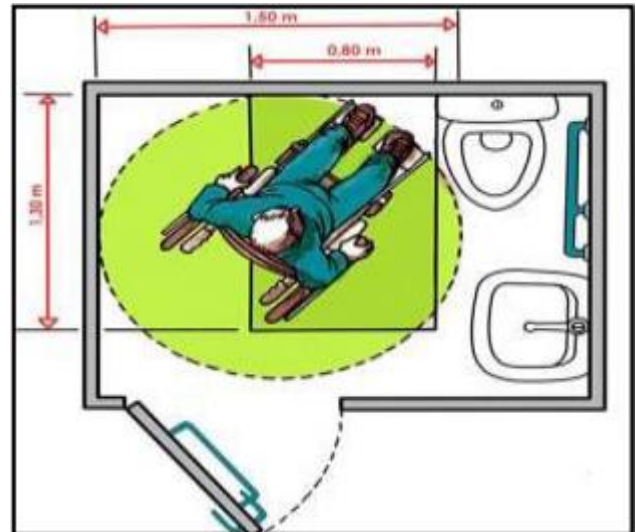


Figure 8 : dimensions de sanitaires pour PMR

Source : neufert

C. EXIGENCES TECHNIQUES²¹:

Les exigences techniques concernant les systèmes de sécurité à la fois protéger les personnes.

- **Sécurité anti-incendie :**

La centrale alarme comprendra : les alarmes des systèmes de détection automatique d’incendie

- la commande des asservisseurs d’évacuation, ainsi que la commande des asservissements de portes, de désenfumage, de vannes de barrage du gaz.

- Les principaux équipements techniques : chaufferie, autocommutateur, ... seront reliés à une centrale de signalisation des défaillances techniques.

- Les alarmes seront renvoyées dans la loge, le logement du gardien, la personne d’astreinte (internat) ou vers un prestataire extérieur.

Les dispositions des lieux, les techniques de construction, les matériaux et équipements utilisés devront être conçus pour éviter tout préjudice corporel aux utilisateurs :

²¹ Livre de normalisation des infrastructures des équipements culturels

- Éviter les sols glissants.
- Éviter les saillies et portes à faux du gros œuvre limité le poids des éléments de faux-plafond
- Utilisé du verre de sécurité pour toutes les parties vitrées situées à moins d'un mètre du sol
- Limiter le rayon de balayage des vantaux lors de leur ouverture et donner un encombrement minimum aux fenêtres en position d'ouverture
- Les marches d'escaliers seront munies d'un nez de marche antidérapant fixé solidement. Les gardes corps d'escaliers, de coursives, mezzanines...auront une hauteur minimale de 1,10 m.
- Les toitures terrasses sont généralement inaccessibles.

Gros Œuvre (Fondations, Structure, Traitement des façades, Vide sanitaire

Fondations :

- Les fondations seront protégés contre l'humidité et les remontés d'eau.
- Par ailleurs, on évitera les atteintes aux courants d'eau souterraine
- Respecter impérativement les conclusions de l'étude de sol Structure
- Les plans d'architectes feront apparaître distinctement les éléments de structure, poteaux, voiles, maçonnerie afin d'apprécier l'adaptabilité des locaux
- Traitement des façades Dans la hauteur du rez-de-chaussée : les éléments de façade devront résister aux chocs accidentels, aux frottements usuels et aux dégradations volontaires
- Prévoir la simplicité et facilité des opérations de nettoyage (graffitis, affichage sauvage, ballons...)

Résoudre les problèmes d'éclaboussures et de remontées d'humidité au des pieds de la façade

Pour l'ensemble des façades :

- Choisis Les matériaux de finitions pour leur aspect décoratif mais surtout pour leur solidité, leur durabilité, et leur facilité d'entretien et de maintenance.
- Recherché homogénéité et simplicité
- La géométrie des fenêtres privilégiera l'éclairage naturel.
- En cas d'isolation par l'extérieur, prévoir une protection par revêtement dur, solide et lavable
- Éviter les couleurs et les traces d'eau (gouttes d'eau / rejets d'eau...)
- Les acrotères et têtes de murs recevront une protection d'étanchéité
- Les revêtements extérieurs doivent résister au vieillissement.

Vide sanitaire :

- Prévoir des vides sanitaires accessibles et des galeries techniques de 1,50 minimum de largeur (sous collecteurs et réseaux).

-La hauteur libre sous plancher sera de 2,00 m en partie courante et de 1,60 m sous poutre, éclairage 150 lux et l'ensemble sera ventilé naturellement

-Accès réglementaire pour les travaux d'entretien.

-Interdire tout stockage de matériaux dans le vide sanitaire.

-Eclairage et balisage du chemin de service en grave ciment

Les confort dans l'équipement culturel

- **Confort Thermique :**

Confort thermique d'hiver :

-Dans les espaces de circulation, les exigences de confort seront moins rigoureuses que dans les autres locaux et tout ou partie des circulations pourront être non ou peu chauffées.

- On atténuera l'effet de paroi froide en privilégiant les parois vitrées très isolantes (doubles vitrages à faible émissivité).

-Les locaux à risques de surchauffe seront positionnés de manière stratégique.

- pour éviter les mouvements d'air parasites, les bouches ou grilles de soufflage et de reprise des installations de ventilation ou de chauffage seront bien dimensionnées et correctement positionnées.

Confort thermique d'été :

-Le confort thermique d'été doit être assuré par une bonne conception des locaux avec des dispositions architecturales et techniques (protections solaires, bonne isolation des parois, inertie thermique, ouvrants, possibilité de ventilation nocturne assistée...).

-Des protections solaires extérieures seront à étudier, en fonction de l'orientation, pour toute surface vitrée verticale, orientée de nord

-ouest à est en passant par le sud (masques horizontaux, verticaux, stores extérieurs, brises soleil...).

-On choisira des dispositifs adaptés à chaque orientation et on privilégiera ceux arrêtant le rayonnement direct mais transmettant néanmoins la lumière naturelle (par réflexion ou autrement).

-Les protections solaires intérieures sont proscrites.

-On prendra également soin de l'isolation, et notamment de celle des toitures.

-Le système de ventilation en mode été, sera essentiellement conçu pour l'évacuation des surchauffes et on aura largement recours aux systèmes passifs de rafraîchissement et de ventilation naturelle.

-Pour les façades exposées au bruit, le maintien du confort se fera en conservant l'isolement acoustique. Une attention devra donc être portée sur les points suivants :

- Le choix des orientations de locaux à fort risque d'inconfort d'été (occupation ou équipements).
- Les protections solaires extérieures mises en œuvre pour chaque orientation
- La réduction des charges internes et notamment celles dues à la bureautique, à l'éclairage et aux appareils de cuisson
- L'inertie du bâtiment devra être suffisante pour amortir les pics de surchauffe et redistribuer pendant la journée une partie de la fraîcheur emmagasinée pendant la nuit.
- Le dispositif devra permettre une ventilation nocturne.

- **Confort Acoustique (Prescriptions générales, Isolement aux bruits aériens)**

Au niveau des aménagements intérieurs, les locaux où se déroulent des activités silencieuses seront éloignés, aussi bien horizontalement que verticalement, des locaux où se déroulent (simultanément) des activités bruyantes, et des éventuels locaux techniques abritant des équipements bruyants.

-Des solutions d'isolations phoniques permettront de limiter les risques de gêne entre intérieur et extérieur, entre les différents lieux et dans les salles où le calme est recherché.

-Des solutions complémentaires pourront être envisagées, si besoin, en plus de l'isolation acoustique (zones tampons, matériaux absorbants tels que bois, feutres, flocages).

- Les locaux recevant des équipements producteurs de nuisances sonores, comme les ateliers, les salles de musique, la chaufferie ou la locale ventilation..., seront équipés de panneaux absorbants ou de tout traitement évitant les phénomènes de résonance, plots anti vibratiles pour les machines.

- **Confort Visuel (Prescriptions générales, Eclairage naturel) :**

L'éclairage naturel diffus est à privilégier et les sources d'éclairage artificiel doivent concilier maîtrise des consommations d'énergie et confort.

-L'utilisation de la lumière naturelle (excellent rendement lumineux, excellent rendement des couleurs), pour des aspects psychologiques (lutte contre la fatigue) et pour son intérêt énergétique.

-Des baies vitrées, à hauteur de vision, donnant sur l'extérieur permettront aux yeux de se reposer et à l'esprit de se ressaisir.

-choisir des couleurs qui créeront un environnement agréable et harmonieux et qui favoriseront la diffusion de la lumière (naturelle et artificielle)

Des critères techniques et architecturaux et économiques

Critères techniques et architecturaux :

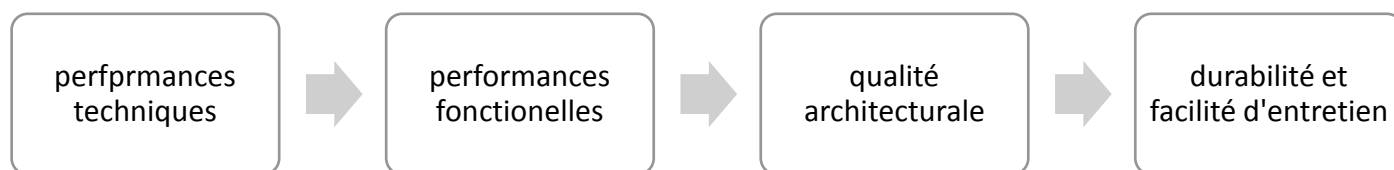


Figure 9 : critères de la qualité

Source : production personnelle

Critères économiques :

- coûts d'investissement
- coûts différés (entretien, renouvellement)

D. EXIGENCES FONCTIONNELLE ²²:

➤ Accueil des publics

Il faut prévoir dans la publicité dont le centre culturel :

- L'indication précise
 - Les heures d'ouverture
 - Les voies d'accès
 - Les moyens de transport public
 - Un fléchage, aussi visible et continu que possible du ou des itinéraires conduisant au centre culturel pour le rendre plus immédiatement lisible aux abords du centre.
- Accueils spécifiques

Groupes d'adultes pour (touristes, membres d'associations culturelles, etc.) ou se forment sur place Pour éviter que leur accueil ne vienne perturber celui des visiteurs individuels

Des facilités pour le passage aux points de contrôle

L'accès	Au niveau du rez-de-chaussée, une rampe suivant une pente aussi douce que possible (1/20 au maximum) ; utiliser chariots électriques pour le franchissement des escaliers intérieurs des ascenseurs calibrés ou des montes- charges facilement accessibles
Réception	Un espace où il lui est loisible, de marquer un temps d'arrêt, d'accoutumance
Des vestiaires	Vestiaires classiques et au besoin, casiers consignes, aisément accessibles des installations sanitaires.

²² Bronislaw MALINOWSKI (1941) Les dynamiques de l'évolution culturelle

Des issues et des cheminements de secours	Pour faciliter en cas de sinistre l'évacuation des personnes et des collections
Dispositifs d'information l'informatique	Constitue un dispositif d'information qui permet au visiteur de prendre rapidement connaissance
Salles des expositions	La salle d'expositions c'est un grand espace pour des œuvres artistiques ou scientifique ou historique ... etc.

Tableau 2 : exigences fonctionnelles

Source : production personnelle

Les salles d'étude	• qu'elles peuvent ainsi constituer font partie de l'appareil scientifique du musée, elles doivent être : • Aménagées de préférence en sous-sol, • L'éclairage naturel n'étant que rarement nécessaire ; parfaitement isolées (murs renforcés) • Accès rigoureusement contrôlable
Un laboratoire	• pour conduire des analyses scientifiques identification, datation, examen des transformations etc. • Respecter la réglementation en matière de sécurité et d'hygiène du travail • Il pourra être partiellement installé en sous-sol, mais seulement pour les fonctions qui ne requièrent pas la présence permanente de personnel
Des ateliers de Restauration	La sécurité des œuvres en cours de restauration, des matériels et du personnel, la climatisation, l'éclairage (point, entre tous, particulièrement délicat), le stockage des produits.
Des espaces pour l'administration	Bureaux, salles de réunion, salle d'accueil, sanitaires
Locaux de stockage	Ces espaces, en liaison aussi directe que possible avec les salles d'exposition et les réserves. Un ou plusieurs centres de documentation scientifique

Le poste central de surveillance	Centre de la sécurité de jour et de nuit Situé à l'écart des espaces publics et même des autres espaces de service
Un standard téléphonique	Requérant un isolement phonique absolu
Un restaurant cafétéria pour le personnel	
Une infirmerie	Localisée de façon à permettre une évacuation aisée des personnes ou malades ou accidentées
Des locaux techniques	• centrale électrique et système de secours et de sécurité stockage... • Des trémies en attente seront prévues, à intervalle régulier, pour faciliter le passage de réseaux en vertical (descentes des eaux usées, alimentation diverses). • Les gaines techniques et armoires de distribution générales seront largement dimensionnées afin de recevoir toute augmentation éventuelle de puissance ou de réseau.

Tableau 3 : exigences fonctionnelles

Source : production personnelle

Il faut éviter l'orientation SE-SO pour l'espace d'exposition car le rayonnement solaire est très fort, ombres, objets mal vus.

- Pour avoir un bon éclairage zénithal : $d < 2h$
- Pour avoir un bon éclairage latéral : $d < 1,5$ Le vitrage doit être diffusant.

Les sources de lumière : Tubes fluorescents _ lampes à incandescences lampes à cycle d'iode lumière du jour contrôlée :

- 150 à 200 lx pour les objets sensibles, (peintures notamment)
- 50 à 80 lx pour les très sensibles, (tapisseries, dessins, spécimens d'histoire naturelle, etc.)

Humidité et température :

- Assurer l'isolation thermique par des murs à plusieurs épaisseurs et des doubles vitres
- Employé des matériaux propres à absorber les chocs climatiques, hygroscopiques en climat sec, hydrofuges en climat humide.

À certains centres culturels, fondamentalement voués à la recherche, est réservé en propre le qualificatif de scientifiques ; Des réserves, de toute façon, pour les Œuvres non exposées en permanence

3. La performance énergétique :

3.1 Définition des performances énergétiques :

La performance énergétique se distingue par une approche tournée vers l'investissement producteur d'économies d'énergie et constitue en tant que tel un vecteur d'activités nouvelles, tant pour les bénéficiaires.²³

La performance énergétique globale résulte de l'interaction entre trois éléments essentiels : le comportement de l'utilisateur, l'efficacité énergétique active et l'efficacité énergétique passive. Le comportement de l'utilisateur contribue à une meilleure gestion de l'énergie à travers l'affichage des consommations et la répartition des frais de chauffage. L'efficacité énergétique active repose sur l'utilisation de systèmes intelligents de mesure et de régulation, ainsi que de produits performants. Quant à l'efficacité énergétique passive, elle est assurée par une bonne isolation (des murs, fenêtres, etc.) et une perméabilité à l'air réduite. L'articulation de ces aspects permet à la fois une réduction des consommations et une amélioration du service rendu.

3.2 Les classes de performance énergétique :

Ils distinguent deux classes de performances énergétiques :

- La classe énergie, qui caractérise les consommations exprimées en énergie primaire et en pouvoir calorifique inférieur (PCI).
- La classe climat, qui caractérise les dégagements de CO₂ évalués à partir des consommations. A chacune de ces classes correspondent des conventions précises en matière d'étiquetage.²⁴

3.2.1. La classe Énergie

Pour concrétiser le résultat obtenu en évaluant la consommation (primaire, exprimée en kWh/m² an), le diagnostic (DPE) importe la méthode qui caractérise la consommation grâce au système des « classes », avec une définition différente selon que : ²⁵

²³ Optimisation de la Performance énergétique P 7(en ligne) <http://www.grenelle-batiment-cert.u.fr>

²⁴ ROGER, C. « La performance énergétique ». P 3 PDF

²⁵ Ibidem

A. Les bâtiments à usage d'habitation

Type de classe	Quantité énergétique consommer KWh/ m² an
A	≤ 50
B	51 à 90
C	90 à 150
D	151 à 230
E	231 à 330
F	331 à 450
G	> 450

Tableau 4 : La classe Énergie à usage d'habitation

B. Les bâtiments à usage hors habitation

Type de classe	Quantité énergétique consommer KWh/ m² an
A	≤ 50
B	51 à 90
C	90 à 150
D	151 à 230
E	231 à 330
F	331 à 450
G	451 à 590
H	591 à 750
I	> 750

Tableau 5 : La classe Énergie à usage hors habitation

Source : La performance énergétique PDF

3.2.2. La classe climat

Pour concrétiser l'émission de gaz à effet de serre (exprimée en kgCO₂/m² an), le diagnostic importe la méthode qui caractérise le dégagement de gaz à effet de serre (GES) au travers du système des « classes », avec une définition différente selon que :

A/ les bâtiments à usage d'habitation

Type de classe	Quantité de dégagement de Gaz kg co ₂ / m² an
A	≤ 5
B	6 à 10
C	11 à 20
D	21 à 35
E	36 à 55
F	56 à 80
G	> 80

Tableau 6 : La classe climat des bâtiments à l'usage habitation

B/ les bâtiments à usage hors habitation

Type de classe	Quantité de dégagement de Gaz kg co ₂ / m² an
A	≤ 5
B	6 à 10
C	11 à 20
D	21 à 35
E	36 à 55
F	56 à 80
G	81 à 110
H	111 à 145
I	> 145

Tableau 7 : La classe climat des bâtiments à l'usage hors habitation

3.3 Les exigences en matière de performance énergétique

1/ Niveau Énergie

Source : La performance énergétique PDF

Le niveau E est le niveau de performance énergétique. C'est un indice global de la consommation d'énergie primaire d'une unité PEB, pouvant servir de base à la comparaison de différents biens du même type en région de Bruxelles-Capitale.

UNITE (PEB)	E max	
Habitat individuelle	E70	
Bureaux et services	E75	
Enseignement	E 75	

Tableau 8 : le niveau de performance énergétique par usage

Source : <http://info-fiche Exigences PEB.Fr>.

2/ La Surchauffe

L'exigence « surchauffe » est formulée comme suit l'indicateur de surchauffe doit être inférieur à une valeur maximum de 17500 [Kh]. Cette exigence est d'application seulement pour les unités PEB neuves Habitation individuelle.²⁶

3/ Niveau K max

Le niveau K est le niveau d'isolation thermique global des bâtiments.

Unité (PEB)	KMAX	
Habitat individuelle	K40	
Habitat collectifs	K40	
Bureaux et services	K45	
Enseignement	K45	

Tableau 9 : le niveau d'isolation thermique global des bâtiments

Source : <http://info-fiche Exigences PEB.Fr>.

4. Valeurs R min / U max

Les valeurs R min et les valeurs U max sont les valeurs de résistance thermique minimale et le coefficient maximum de transmission thermique globale. Les principales valeurs U max/R min sont reprises dans le tableau ci-après.

²⁶ Les exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments ; l'arrêté du 21/12/2007 PDF. [En ligne] <http://info-fiche Exigences PEB.Fr>.

Éléments de construction	U max (w / m ² k)	R min (m ² k/w)
Fenêtres	U max = 1.8	
vitrage	U max = 1.1	
Toiture et plafonds	U max = 0.24	
Murs extérieurs	U max = 0.24	
Murs en contact avec le sol		R min = 1.5
Parois en contact avec le V N		R min = 1.4
Planchers en contact avec l'exté	U max = 0.3	
Autres parois	U max = 0.3	R min = 1.75
Parois entre deux volumes	U max = 1.00	

Tableau 10 : Les valeurs R min et les valeurs U max des éléments de construction

Source : <http://info-fiche Exigences PEB.Fr>.

5. Prise en compte des nœuds constructifs

Les nœuds constructifs dans le calcul de la PEB, il existe trois méthodes : la méthode détaillée (option A), la méthode des « nœuds PEB-conformes » (option B) et la méthode du supplément forfaitaire pénalisant le niveau K (option C).²⁷

6. Ventilation

Il faut prévoir un système de ventilation, ce qui comprend :

A. une amenée (apport) d'air neuf dans les locaux de type « séjour » tels que salons, salles à manger, chambres, bureaux, salles de réunions ou toutes autres pièces où séjournent des personnes.

B. une évacuation de l'air vicié des locaux de type « service tels que toilettes, cuisines, salles de bains ou toutes autres pièces où ne séjournent pas les personnes.

C. un transfert de l'air entre les locaux où l'air est amené et ceux dans lesquels l'air est évacué.²⁸

7. Exigence Installation Technique

A. Comptage énergétique : Cette exigence s'applique aux installations de panneaux solaires thermiques des bâtiments neufs. Chaque unité PEB doit également disposer de différents comptages (gaz, électricité, eau, etc.) pour permettre de comptabiliser les consommations.

B. Modulation de puissance des brûleurs

²⁷ Les exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments ; l'arrêté du 21/12/2007 PDF. [En ligne] <http://info-fiche Exigences PEB.Fr>.

²⁸ Les exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments ; l'arrêté du 21/12/2007 PDF. [En ligne] <http://info-fiche Exigences PEB.Fr>.

Cette exigence est d'application pour tous les brûleurs équipant toutes les chaudières présentes dans un bâtiment neuf et pour tous les brûleurs nouvellement placés sur chaudière neuve ou existante dans une rénovation lourde.

C. Calorifugeage des conduits et accessoires : Cette exigence est d'application pour tous les conduits et accessoires concernés présents dans un bâtiment neuf et pour tous les conduits et accessoires concernés nouvellement placés dans une rénovation lourde.

D. Partitionnement de la distribution de chaud, de froid et d'air :

Cette exigence s'applique à tous les réseaux hydrauliques et aérauliques dans un bâtiment neuf et à tous les réseaux hydrauliques et aérauliques remplacés ou ajoutés dans le cadre d'une rénovation lourde.²⁹

3.4 Classification des bâtiments à performance énergétique

Dans les constructions neuves, les prescriptions minimales à respecter sont celles de la réglementation thermique en vigueur. Il nécessite une approche particulière dont la diminution des consommations énergétiques des bâtiments passe par une conception architecturale prenant en compte la forme du bâtiment, sa compacité, son orientation... ainsi que les choix techniques et architecturaux retenus. Il existe quatre labels pour diminuer la consommation énergétique ; **label PERFORMANCE**, **label EFFINERGIE**, **label PASSIVHAUS** et **label MINERGIE**. Suivant le label PERFORMANCE ; les bâtiments sont classés en cinq catégories selon leur niveau de performances énergétiques :³⁰

- Le premier niveau, HPE (haute performance énergétique), concerne les constructions dont les consommations énergétiques sont au moins inférieures de 10% à la consommation de référence.
- Le deuxième niveau, HPE Enr (haute performance énergétique, énergies renouvelables)
- Le troisième niveau, THPE (très haute performance énergétique), est attribué aux constructions dont les consommations énergétiques sont au moins inférieures de 20% à la consommation de référence.
- Le quatrième niveau, THPE Enr (très haute performance énergétique, énergies renouvelables), a pour objectif un gain de 30% par rapport à la consommation de référence. Les constructions concernées doivent utiliser des énergies renouvelables, comme le solaire thermique ou photovoltaïque, la biomasse ou les pompes à chaleur.
- Le cinquième niveau, BBC (bâtiment basse consommation énergétique), est attribué aux logements neufs consommation moins de 50 KWh/m²/an ce niveau est modulé aux moyens de deux coefficients selon la zone climatique et l'altitude du logement. La performance varie donc entre 40 à 75 KWh/m²/an.³¹

²⁹ Les exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments ; l'arrêté du 21/12/2007 PDF. [En ligne] <http://info-fiche Exigences PEB.Fr>.

³⁰ THIERRY, G & FEDULLO, D. « le grand livre de l'isolation ». p 58

³¹ THIERRY, G & FEDULLO, D. « le grand livre de l'isolation ». Op.cit. p 60

3.5 Les normes de performance énergétique

Beaucoup de pays ont adopté des programmes de labellisation et de Normes Minimales de Performance Énergétique (NMPE) afin de réduire, voire inverser la tendance de croissance de la consommation d'électricité des ménages. Très efficaces, ils incluent en général les appareils électroménagers les plus énergivores réfrigérateur, machine à laver, séchoir, chauffe-eau et les climatiseurs.

Mais dans les pays en voie de développement, la labellisation n'est pas obligatoire voire même

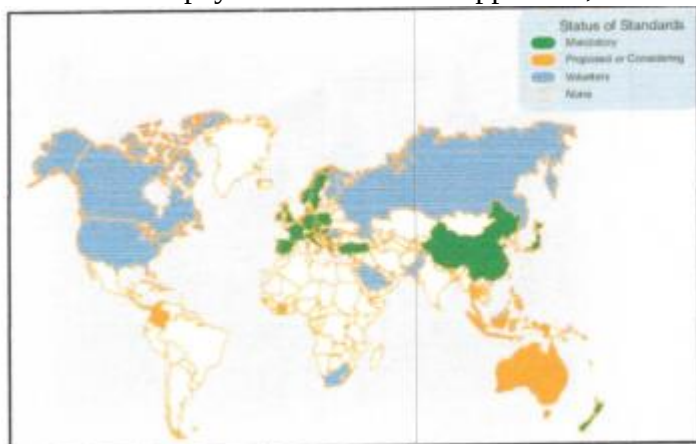


Figure 10 : Statut des standards de labellisation dans le monde

Source : busch 2000-in Building and climate change

inhabituelle ; les appareils électroménagers de seconde main occupent une grande part du marché ce qui réduit la portée de ce type de mesure.

En Algérie, il n'existe pas encore de label de performance énergétique ni de normes Minimales de PE. Mais un étiquetage des appareils électroménagers est exigible depuis

le 11 janvier 2005 par décret exécutif

N° 05-16 qui fixe les règles spécifiques d'efficacité applicables aux appareils fonctionnant à l'électricité, aux gaz et aux produits pétroliers.³²

Mais il existe quelques textes législatifs et

réglementaires comme :

*Loi n° 99-09 du 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie, p.3. (n° JORA: 051 du 02-08-1999)

*Décret exécutif n° 05-495 du 26 décembre 2005

*Arrêté ministériels du 21 février 2009 JO N° 22 du 15 avril 2009 relatif à l'étiquetage énergétique.

*Loi de la maîtrise d'énergie

³² SEOUD, S. « audit énergétique de bâtiments tertiaires -Cas de trois bâtiments existants à Alger » Op.cit. p 44

4. Les outils d'optimisation :

4.1 Les solutions passives :

4.1.1 Bioclimatique :

• Définition

Le terme bioclimatique fait référence à une partie de l'écologie qui étudie plus particulièrement les relations entre les êtres vivants et le climat. En architecture, cette expression vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle³³.

• Les principes de l'architecture bioclimatique

Les principes de l'architecture bioclimatique sont aujourd'hui bien connus des architectes et des ingénieurs. Ils nous viennent de l'expérience et du savoir-faire traditionnel acquis par les constructeurs du XVIIIème au XXème siècle. Aujourd'hui, ces outils doivent être modélisés, optimisés, dimensionnés pour être en phase avec le monde de la construction actuelle : plus rapide, moins chère, plus confortable³⁴.

A. **L'implantation** : L'implantation de mesures d'efficacité énergétique dans un bâtiment vise à optimiser le rendement énergétique en diminuant la consommation d'énergie tout en satisfaisant les besoins des usagers.³⁵

Le choix d'un lieu d'implantation sain, protégé des vents forts, mais aérés, secs et bien drainés, permet de mieux prévenir les problèmes sanitaires (respiratoires, parasitaires...). Le bâtiment sera implanté de préférence sur un sol enherbé. Parallèlement, un couvert permet de conserver une hygrométrie plus importante, ce niveau d'humidité entraîne en léger abaissement de la température.³⁶

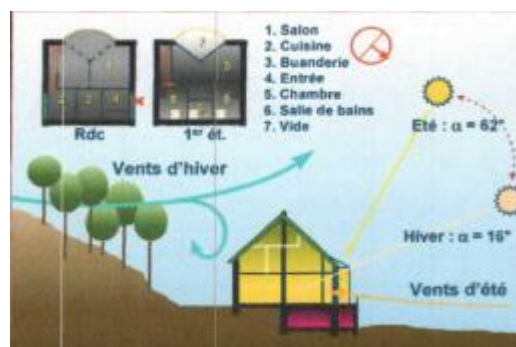


Figure 11 : l'implantation tient compte du relief, des vents locaux et Ensoleillement.

Pour rechercher, un confort d'hiver et d'été recherchera l'endroit privilégié pour bénéficier au maximum :

Source : www.mamrot.gouv.qc.ca

- Des protections naturelles contre le vent froid et le soleil estival par les formes du terrain naturel et la végétation existante.
- De l'ensoleillement hivernal en évitant les ombres portées par les ferraillements persistants, le relief et les bâtis existants.³⁷

B. L'orientation :

³³ KABOUCHE, A. (juin 2012). « Architecture et efficacité énergétique des panneaux solaires cas d'étude: simulation sous trnsys 16.1 d'un appartement d'une tour multifonctionnelle a Constantine Op. cit.p37

³⁴ Construire à la Martinique avec le climat. Eléments de conception pour tous-CAUE Martinique - 1982.

³⁵ Le bâtiment durable p 31 (en ligne) www.mamrot.gouv.qc.ca

³⁶ Alain, H & collaborateurs. (2004). « Choix d'un site pour l'élevage de volaille». P1

³⁷ <https://hebergement-touristique-durable.lenord.fr>

Le terme 'Orientation' d'un bâtiment désigne habituellement la direction à laquelle la façade ou les façades principales font face. Afin d'éviter toute confusion, les concepteurs préfèrent l'expression « le bâtiment faisant face à une direction plutôt qu'orienté dans cette direction ».³⁸

Selon B. GIVONI, 11 définit, l'orientation d'un bâtiment par la direction vers laquelle sont tournées ces façades. Ce facteur est soumis à de nombreuses considérations, telles que la vue, les déperditions possibles, l'aération et la nature du climat.

En effet, l'orientation des bâtiments détecte la qualité de l'équipement en affectant son ambiance intérieure de deux manières par la régulation de deux facteurs climatiques distinctes :

- Le rayonnement solaire et ses effets d'échauffement sur les murs et pièces orientées selon différentes directions.
- La ventilation en rapport avec la direction des vents dominants et l'orientation de la Construction.

a. Les paramètres importants dans le choix de l'orientation : l'orientation d'un bâtiment est fonction de sa destination :

- Les besoins en lumière naturelle.
- L'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour chauffer le bâtiment ou, au contraire la nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffe
- L'existence de vents pouvant refroidir le bâtiment en hiver ou le rafraîchir en été. La ventilation en rapport avec la direction des vents dominants³⁹.

b. Les paramètres influant sur le potentiel solaire d'une forme architecturale :

Deux approches principales sont utilisées dans les recherches qui ont traité les effets de la forme architecturale sur la performance énergétique due au captage solaire passif.

La première approche consiste à étudier l'impact du changement des paramètres géométriques et les caractéristiques de l'enveloppe du bâtiment sur la performance énergétique d'une forme prédéfinie.



Figure 12 : L'orientation par rapport à la course de la soleil

Source : guide de bioclimatique Nice.

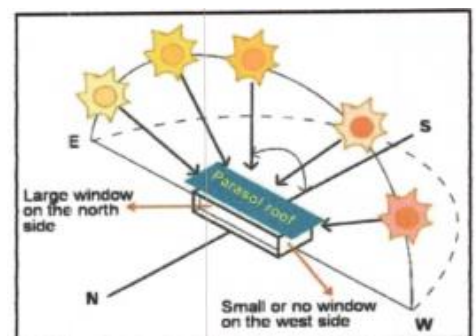


Figure 13 : l'axe de l'orientation optimale

Source : MOHD ZAKI, NAWAWI, Ahmad, 2012

³⁸ GIVONI, B « L'homme, l'architecture et le climat », éditions du moniteur, paris 1978.

³⁹ CHERIGUENE, O (septembre 2015) « architecture solaire cas d'une unité de recherche en énergie renouvelables à Tlemcen ». op.cit., p30

La seconde approche utilise des méthodes d'optimisation pour générer une forme éco énergétique.

c. L'orientation et la forme architecturale :

Le choix de l'orientation d'un bâtiment dépend de la situation géographique (la latitude). À titre d'exemple : dans les zones tropicales, la forme optimale est inévitablement

La forme rectangulaire allongée dans l'axe est-ouest.⁴⁰

L'orientation du bâtiment et la répartition des ouvertures doivent être bien pensées pour bénéficier pleinement des apports solaires et protéger les espaces intérieurs du froid.

Au sud, les ouvertures doivent être largement dimensionnées et bien protégées du soleil en été (brise-soleil, débordement de toiture, plantations à feuilles caduques), tandis qu'elles doivent être réduites.⁴¹

Selon (Robertson, ATHIENITIS, 2007) les écarts jusqu'à 30° du sud réduisent les gains solaires de 12 %, ce qui demeure acceptable. Le choix d'une bonne orientation par rapport au soleil pour les futurs bâtiments et espaces publics permet d'atteindre la cible ZEB (zéro Energy building).

d. Les rapports géométriques de la forme architecturale :

Le comportement de la forme architecturale vis-à-vis de l'ensoleillement est aussi régi par les rapports de dimensions de la forme architecturale.

Pour la forme extravertie, deux facteurs régissent son potentiel solaire, qui est : le rapport d'aspect et la surface du vitrage de la façade équatoriale (qui fait face au soleil).

- Concernant le rapport d'aspect :

Le rapport d'aspect est souligné dans plusieurs études comme un facteur important de l'efficacité énergétique dans la conception des bâtiments solaires, sous les différentes conditions climatiques.

- Concernant la surface vitrée de la façade équatoriale :

Une plage importante de surface vitrée de la façade équatoriale est estimée entre 7% et 12% de la superficie totale du plancher. En outre, une estimation précise du potentiel d'ensoleillement des diverses formes extraverties ont introduit un paramètre supplémentaire qui est le rapport de profondeur (a / b), qui représente le rapport entre la largeur de la façade qui génère de l'ombre et celle ombragée.⁴²

C. Optimiser la forme et l'orientation (L'ensoleillement et La compacité) :

⁴⁰ KESKAS, I. « Le rôle de l'architecte algérien dans l'exploitation de l'énergie solaire passive dans le bâtiment ». op.cit. p14

⁴¹ Bâtiment économe en énergie, p 5 (en ligne) www.infoenergie-bourgogne.org

⁴² KESKAS, I. « Le rôle de l'architecte algérien dans l'exploitation de l'énergie solaire passive dans le bâtiment ». op.cit. p15

Les parois d'un bâtiment climatique étant soit, principalement caprices (paroi sud) où

Principalement déprédatives (paroi nord), et alternativement caprices et déprédatives (parois est, ouest et toiture), la forme optimale, d'un point de vue énergétique, est donc celle qui permet simultanément de perdre un minimum de chaleur et d'en gagner un maximum en hiver ; et d'en recevoir un minimum en été.

Compte tenu des données du site et du climat, le concepteur devra composer avec deux Paramètres de base : l'ensoleillement et la compacité. ⁴³

- **Le 1 er Paramètre : L'ensoleillement**

Quelle que soit la latitude en zone tempérée, c'est la façade sud qui reçoit le maximum de rayonnement solaire en hiver ; et les façades ouest et est, ainsi que la toiture en été. Bien que le rayonnement reçu en été par la façade Est, soit théoriquement symétrique à celui de la façade ouest, il est souvent inférieur du fait des nébulosités. Matinales.

La meilleure configuration, que ce soit pour des constructions isolées ou groupées, sauf contraintes particulières, est la forme allongée dans l'axe est-ouest cet allongement est-ouest et la réduction en profondeur des pièces à deux fois et demie la hauteur des fenêtres (soi 4 à 5 m pour des baies standard). Cette profondeur est également la distance maximale pour un chauffage maximale par rayonnement d'un mur. ⁴⁴

- **Le 2émé paramètre : la compacité**

Le choix de la compacité du bâtiment est une source très importante d'économie aussi bien en énergie qu'en investissement. Les pertes de chaleur son en fonction de la surface des parois en contact avec l'extérieur ou avec le sol : pour un même volume et une mem surface, un bâtiment plus compact consomme moins d'énergie. ⁴⁵

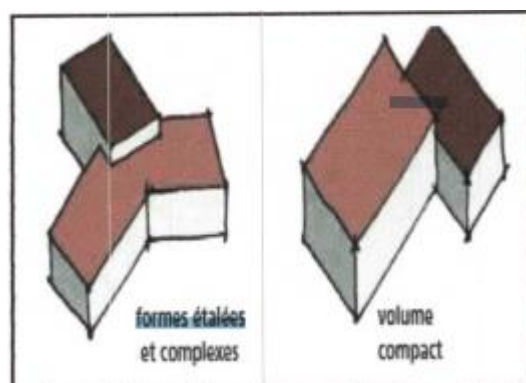


Figure 14 : la compacité du bâtiment

Selon la programmation du bâtiment et le contexte d'implantation, le compromis optimal entre :

Source : livre la conception bioclimatique

Un bâtiment compact, s'approchant du cube, a peu de pertes de chaleur. La surface de déperdition de l'ensemble de ses façades est limitée par rapport au volume des locaux. Les zones centrales, en contact avec d'autres locaux à la même température, ont beaucoup



Figure 15 : un bâtiment compact

Source : Conception énergétique d'un bâtiment tertiaire

⁴³ OLIVA. J & COURGEY. S, (2008) « Livre la conception bioclimatique » op.cit. p44

⁴⁴ Ibidem

⁴⁵ BOURSAS, A (2013). « Étude d'efficacité énergétique d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation », op.cit. p74



Figure 16 : un bâtiment peu compact

Source : Conception énergétique d'un bâtiment tertiaire

moins de pertes de chaleur que les locaux périphériques. Cependant, ces zones sont difficilement éclairées et ventilées naturellement.

Un bâtiment peu compact (barre, carrée avec cour intérieure, présentant de décrochements, ...) a une surface de façade plus importante par rapport au volume des locaux et aura donc plus de déperditions, et une demande de chauffage accrue. Cependant, le fait d'avoir plus de locaux en façade permet de les éclairer naturellement, et d'organiser relativement facilement une ventilation naturelle.⁴⁶

4.1.2 La ventilation naturelle :

1. Définition :

La ventilation naturelle est provoquée par une différence de température ou de pression entre les façades d'un bâtiment. Elle permet d'évacuer des locaux les apports de chaleur intérieure et les apports solaires. La ventilation est intéressante, car d'une part, elle peut apporter de la fraîcheur si l'air extérieur est plus froid que l'air intérieur ; d'autre part, elle permet un mouvement d'air de jour utile pour le confort thermique, car il accroît les échanges thermiques entre le corps et l'air ambiant par convection et par évaporation de la sueur. La ventilation joue également un rôle hygiénique.⁴⁷

2. Les types de ventilation naturelle :

Il existe de nombreux types de modes de ventilation naturelle tels que : ventilation de simple exposition, par effet du vent (traversante), par effet de cheminée et ventilation par atrium.

A. Ventilation de simple exposition (par une seule façade) :

C'est le mode de ventilation naturelle le plus simple, il consiste en l'aération d'un espace sur une seule façade, permettant à l'air extérieur d'accéder et à l'air intérieur de sortir par la même ouverture, ou par une autre ouverture située sur le même mur de façade. Les fenêtres doivent être hautes, ou être munies d'ouvertures en bas et en haut de la façade, pour favoriser l'établissement d'un tirage thermique qui permettra à l'air extérieur plus frais d'entrer par les entrées basses, et à l'air intérieur de s'extraire par les orifices hauts.⁴⁸

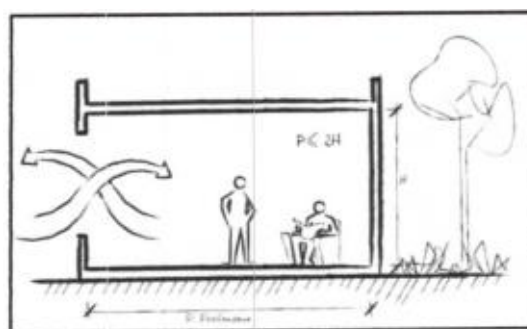


Figure 17 : ventilation de simple exposition

Source : (Boursas, 2013, p85)

⁴⁶ « Conception énergétique d'un bâtiment tertiaire » p11 Juin 2004. (En ligne) <http://energie.wallonie.be>

⁴⁷ MAZARI, M. (septembre 2012). « Étude et évaluation du confort thermique des bâtiment à caractère publics » op.cit. p46

⁴⁸ MAZARI, M (septembre 2012). « étude et évaluation du confort thermique des bâtiment à caractère public ».

B. La ventilation par effet du vent :

Elle s'appelle également « ventilation traversante ». Dans un local elle doit réunir deux conditions : la première est que le local comporte deux ouvertures, et la deuxième est que celles-ci soient sur deux façades opposées du local pour que la différence de pression entre le côté sous le vent du bâtiment.⁴⁹

C. Ventilation par effet de cheminée (tirage d'aire) :

L'effet cheminée, est le mouvement ascensionnel de l'air intérieur dans un conduit, du fait qu'il est plus chaud donc plus léger que l'air extérieur. Cela est dû à la différence de pression engendrée par la différence de densité entre l'air chaud et l'air froid dans le local (l'action de flottabilité d'air chaud). Les cheminées solaires sont une bonne solution à cet effet qui est particulièrement efficace en hiver et dans les nuits d'été.⁵⁰

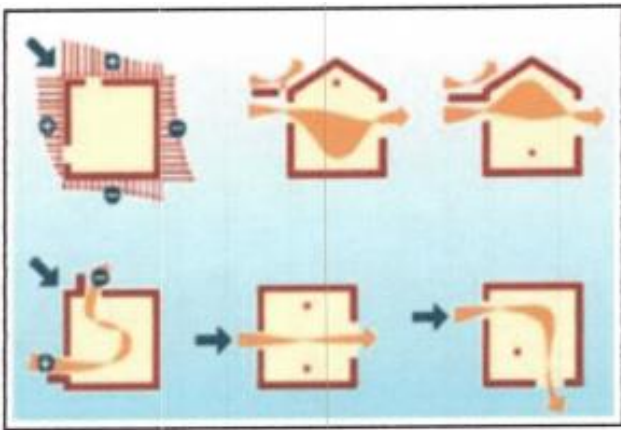


Figure 18 : ventilation de vent sur la ventilation naturelle

Source : L'institut de l'énergie et de l'environnement de la francophone (2008)

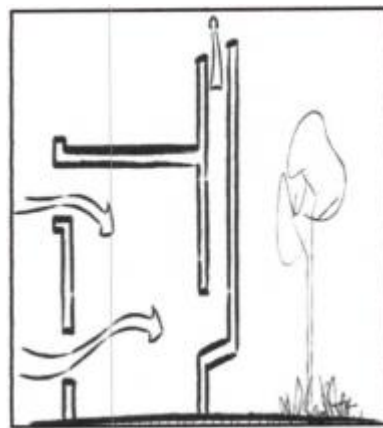


Figure 19 : ventilation par cheminée

Source : Guide CIBSE, 2005

D. Ventilation par atrium :

L'intérêt de l'atrium est que le volume de bâtiment que l'on peut ventiler naturellement est doublé par rapport au cas précédent de la cheminée placée sur un côté, puisque l'entrée d'air se fait des deux côtés du bâtiment, tandis que l'extraction se fait au milieu (Raoust, et al. 2010).⁵¹

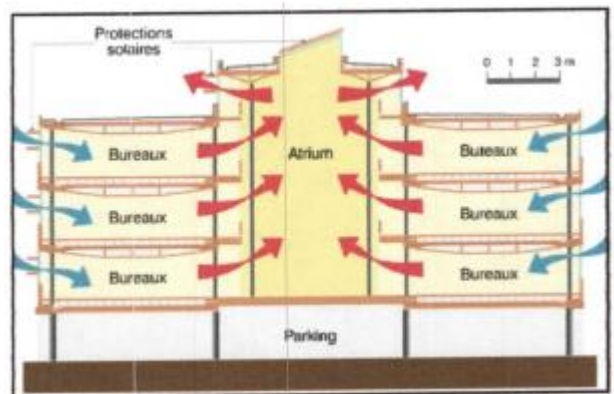


Figure 20 : ventilation par atrium

Source : Boursas, 2012-2013

⁴⁹ Ibidem

⁵⁰ BOURSAS, A (2013). « Étude d'efficacité énergétique d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation », op.cit. p85

⁵¹ BOURSAS, A (2013). « Étude d'efficacité énergétique d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation », op.cit. p85

4.1.3 L'énergie renouvelable pour l'habitat :

1. Définition :

Une énergie renouvelable est une énergie dont le gisement se reconstitue en permanence à un rythme au moins égal à celui de la consommation. Les énergies renouvelables ne sont pas forcément plus respectueuses de l'environnement que les autres, car le fait qu'une énergie se reconstitue n'implique pas que les déchets d'exploitation de cette énergie disparaissent.

Et appelée communément « énergie verte » est une source d'énergie qui est régénérée ou renouvelée naturellement selon un cycle relativement court à l'échelle humaine.⁵²

Les sources d'énergie renouvelables se différencient des énergies traditionnelles :

- Elles sont inépuisables, non-polluantes et gratuites ou quasi gratuites.
- Elles permettent de préserver et de réserver des ressources précieuses (comme le pétrole) à des utilisations plus valorisantes que la chaleur.
- Elles sont exploitables sans produire de déchets, ni d'émissions polluantes (dioxyde de carbone CO₂, oxydes d'azote NOX ...)
- Elles contribuent ainsi à la lutte contre l'aggravation de l'effet de serre.⁵³

2. Les types des énergies renouvelables : Il existe 03 sources d'énergie renouvelable :

A. Exploitation de l'énergie solaire :

L'énergie solaire est une énergie renouvelable qui pourrait couvrir les besoins énergétiques de la planète. Elle présente par ailleurs un caractère intermittent (alternance jour-nuit, conditions climatiques) et une difficulté de stockage.

On peut exploiter l'énergie solaire par cinq principales applications du rayonnement solaire,

⁵² Dossier énergies alternatives, P.7 (en ligne) www.infomysteres.com ou www.mysteres-de-la-vie.com

⁵³ BENMRARA, A & CHENNOUF, A. (septembre 2015). « Étude et évaluation de l'efficacité énergétique dans les bâtiments publics : cas du nouveau rectorat à TASSOUST-JIJEL » P 27

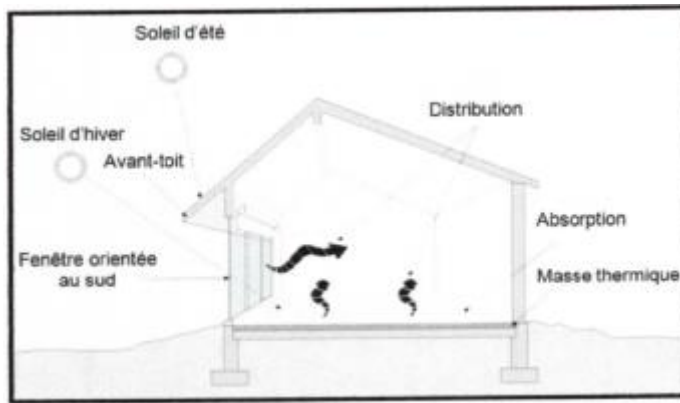


Figure 21 : bâtiment solaires passive : Exemple de design d'une habitation solaire passive au Québec-Canada

Source : cours électronique (HACIB-FERKHA, N)

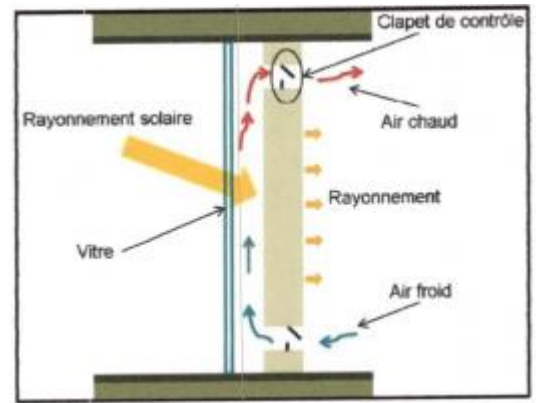


Figure 22 : schéma d'un mur trombe Exemple exploité au Québec-Canada

Source : cours électronique (HACIB-FERKHA, N)

Soit le solaire thermique passive, le solaire thermique active, la solaire thermodynamique, le solaire photovoltaïque et l'éclairage naturel. ⁵⁴

a. Exploitation de l'énergie solaire passive pour le chauffage (transformation en énergie thermique) :

Comme le nom l'indique, les techniques d'exploitation de cette forme d'énergie solaire ne font appel à aucun équipement mécanique ou électrique. Elles se produisent de façon passive (fenêtre, puits de lumière, véranda).

- La masse thermique emmagasine la chaleur durant la journée pour la relâcher graduellement lorsque le soleil disparaît.
- Il est préférable que les matériaux constituant la masse thermique aient une surface foncée et dure.
- Parmi les matières à forte inertie thermique on retrouve principalement : la pierre, l'argile (sous forme de briques, de céramique ou de terre compactée), le béton, le verre sous forme de bloc épais... ⁵⁵

b. La solaire thermodynamique :

Les centrales solaires thermodynamiques concentrent le rayonnement solaire pour chauffer un fluide à une température beaucoup plus élevée que celle atteinte par les systèmes présentés

⁵⁴ HACIB-FERKHA, N. (2015). « Exploitation des énergies renouvelables en industrie »

⁵⁵ Idem

précédemment. En fait, l'énergie dégagée par les systèmes solaires thermodynamiques est suffisante pour actionner des turbines à vapeur et produire de l'électricité.⁵⁶

B. Exploitation de l'énergie éolienne :

L'énergie éolienne peut être exploitée sous deux formes :

a. Energie Eolienne Mécanique :

La conversion en énergie mécanique s'effectue à partir de machines mécaniques, appelées éoliennes multiples. L'application principale de cette forme d'énergie est le pompage d'eau pour l'alimentation des populations rurales en eau potable (buvable) ou l'irrigation (arrosage) dans les sites isolés. Elles démarrent à des vitesses de vent faibles de l'ordre de 3 à 4 m/s.⁵⁷

b. Energie Eolienne Electrique :

La conversion électrique de la force du vent est la production de l'électricité par l'intermédiaire de machines appelées aérogénérateurs, dont la puissance varie de quelques W à quelques MW par machine. Parmi ses applications :

- Eclairage domestique
- La réfrigération et l'alimentation de divers appareils électriques
- Production d'électricité en connexion avec le réseau électrique (parcs éoliens)⁵⁸

c. Le fonctionnement d'éoliennes :

La force du vent met en rotation le rotor, constitué de pale (en générale au nombre de trois) montées sur un noyau. La transmission mécanique, comportant notamment un multiplicateur de vitesse, communique l'énergie mécanique développée par le rotor à la génératrice, qui la transforme en électricité.

Le courant produit par la génératrice est acheminé par des câbles électriques descendant le long du mat jusqu'à une armoire électrique située au pied de l'éolienne, ou il y subit un ajustement de tension avant d'être injecté sur le réseau de distribution.⁵⁹

⁵⁶ HACIB-FERKHA, N. (2015). « Exploitation des énergies renouvelables en industrie »

⁵⁷ Idem

⁵⁸ Idem

⁵⁹ HACIB-FERKHA, N. (2015). « Exploitation des énergies renouvelables en industrie »

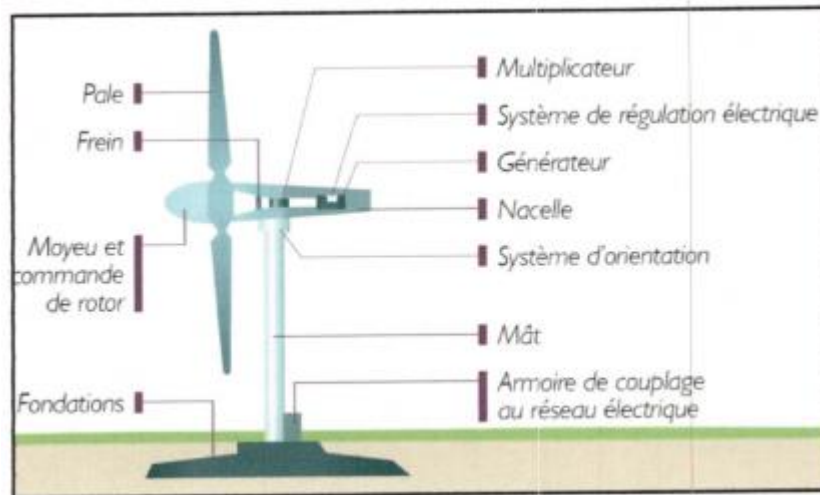


Figure 23 : Schéma de structure générale d'une éolienne

Source : cours électrotechnique (HACIB-FERKHA, N)

C. Exploitation de l'énergie à biomasse :

L'énergie à biomasse peut être exploitée de plusieurs manières :

- Pour le chauffage.
- Pour produire de l'électricité.
- Dans le transport (utilisation des biocarburants).
- Pour concevoir des produits ("bioplastique").⁶⁰

4.1.3 *Les protections solaires :*

1. Définition :

On entend par "protection solaire" tout élément dont le rôle est d'éviter que tout ou seulement une partie du rayonnement solaire ne pénètre à travers une ouverture.

Ainsi. La protection solaire des parois vitrées peut se faire à la fois par le vitrage lui-même (caractérisé notamment par son facteur solaire. FS) et par les différentes protections, extérieures ou intérieures, fixes ou mobiles, que l'on peut leur associer. La conception d'une protection solaire, efficace est fondamentale pour qu'un bâtiment soit thermiquement et énergétiquement performant, cependant l'architecture moderne, conformément aux principes de la charte d'Athènes, est caractérisée par l'usage largement répandu du vitrage, qui a entraîné, selon B. Givoni une considérable évolution des rapports entre les ambiances intérieures et le climat extérieur.⁶¹

2. Le rôle des protections solaires :

⁶⁰ Idem

⁶¹ MAZARI, M. (septembre 2012). « Étude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public ». op.ci. p 43

La conception des protections solaires doit répondre à une multiplicité d'objectifs, comme la limitation des surchauffes et de l'éblouissement ainsi que la gestion de l'éclairage naturel dans les pièces. Elle peut également contribuer à l'intimité des occupants et l'esthétique de la façade.⁶²

3. Les types des protections solaires :

Les protections solaires peuvent être intégrées à l'architecture : structurales (porche, véranda, brise-soleil) ou appliquées (stores, Persiennes, volets). Elles peuvent également être fixes ou mobiles (Louvres). Intérieures ou extérieures, verticales (principalement pour l'est et l'ouest) ou horizontales.⁶³



Figure 24 : protections solaires mobiles
Source : Boursas Abderrahmane, 2012-2013

4.1.4 L'isolation thermique :

1. Définition :

L'isolation thermique est un des investissements d'économie d'énergie les plus rentables, notamment dans la construction neuve. On construit ainsi des maisons positives en énergie, qui ne nécessitent plus de chaudière et produisent plus d'énergie qu'elles n'en consomment.⁶⁴

2. Les critères de choix d'un produit d'isolation :

Dépendent de ses performances, de son épaisseur, de son domaine d'emploi, de son emplacement dans la construction, de son prix, de ses caractéristiques environnementales et de sa disponibilité.⁶⁵

3. Les types des matériaux d'isolation :

Types des matériaux d'isolations	Définition d'isolant	Exemples
Les isolants synthétiques	Ce sont des matériaux de synthèse produits par la chimie industrielle.	Polystyrène expansé. Polystyrène extrudé. Polyuréthane.
Les isolants minéraux	Les isolants minéraux sont d'origine naturelle. Ce sont les plus couramment employés dans le bâtiment.	Laines de roche Le verre cellulaire Laines de verre L'argile

⁶² Idem

⁶³ Idem

⁶⁴ "HERVE BOCQUET, L'isolation thermique pour le bâtiment fiche technique - février 2013 - rédacteur, P 1

⁶⁵ " THIERRY, G & FEDULLO, D. « le grand livre de l'isolation ». Op.cit. 114

Les isolants d'origine végétale	De nombreux végétaux produisent des fibres qui peuvent être mises à profit pour fabriquer des isolants efficaces et naturels.	Le lin et le liège La laine de coton La balle Les fibres de bois
Les isolants d'origine animale	Nombre d'animaux ont su développer des systèmes efficaces pour assurer leur propre isolation thermique et résister aux plus grands froids.	La laine de mouton La plume de canard

Tableau 11 : les types des matériaux d'isolation avec des exemples

Source : le grand livre de l'isolation

4. Les systèmes d'isolation : il existe trois systèmes d'isolation :

A. Système l'isolation intérieure :

Cette solution d'isolation est simple à mettre en œuvre. Elle consiste à installer un isolant et une finition du côté intérieur des murs en contact avec l'extérieur ou des locaux non chauffés.

Pour l'isolation intérieure, les principales solutions possibles sont les complexes isolants collés, l'isolation avec ossature et plaques de plâtre ou l'isolation avec contre-cloison.⁶⁶

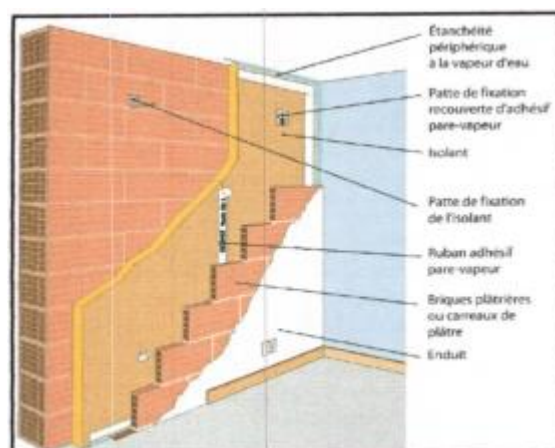


Figure 25 : isolation intérieure avec contre cloison et laine minérale

Source : le grand livre de l'isolation

B. Système d'isolation extérieure :

Le principe de l'isolation par l'extérieur ou ITE (isolation thermique extérieure) consiste à Fixer l'isolant sur le côté extérieur du mur.

Pour l'isolation extérieure, les principales solutions possibles sont l'isolation extérieure avec enduit, les bardages rapportés sur ossature secondaires et le double mur.

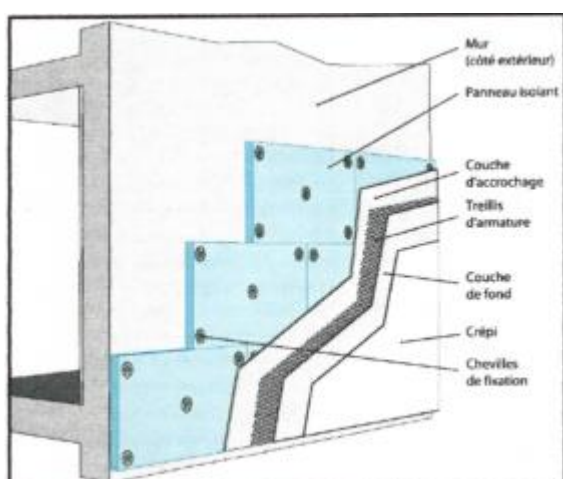


Figure 26 : isolation extérieure avec enduit

Source : le grand livre de l'isolation

⁶⁶ THIERRY, G & FEDULLO, D. « le grand livre de l'isolation ». Op.cit. 232 à 243

C. Système d'isolation répartie :

En isolation répartie, les éléments constructifs sont à la fois porteurs et isolants. Dans de nombreux cas, de traiter les ponts thermiques, à la différence de l'isolation rapportée par l'intérieur. Par conséquent, la méthode de l'isolation répartie est un procédé plus proche de la construction que de l'isolation.

Les deux solutions de haute performance énergétiques sont le béton cellulaire, le mono-mur terre cuite et avec complexe béton cellulaire- silico-calcaire.⁶⁷

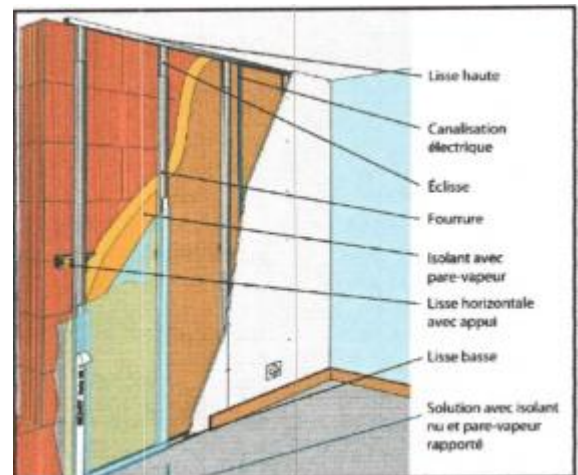


Figure 27 : isolation extérieure avec le mono-mur terre cuite

Source : le grand livre de l'isolation

4.1.5 Les murs végétalistes :

A travers l'histoire, le mur végétaliste, appelé aussi jardin vertical ou mur vert, a été longtemps employé autant que les toits végétalistes pour l'esthétique ou pour contrôler les climats extérieurs et intérieurs (DE Lorme, 1996). Le concept de mur végétaliste se rapportent aux plantes grimpantes accroissant sur une paroi verticale. Cette végétation peut être colée directement sur des murs qui doivent être rugueux, ou placé à une certaine distance à l'aide d'une structure. Pour pouvoir bien implanter un mur végétal, favoriser son plein potentiel et sa longue durée de vie, il faut considérer plusieurs facteurs, soit la surface à couvrir, le mécanisme de préhension des plantes, leur développement et leur taille à l'âge adulte, et les variables climatiques. On peut ainsi les faire grimper sur différentes structures : murs de bâtiments, arches, pergolas, et autres constructions architecturales...⁶⁸

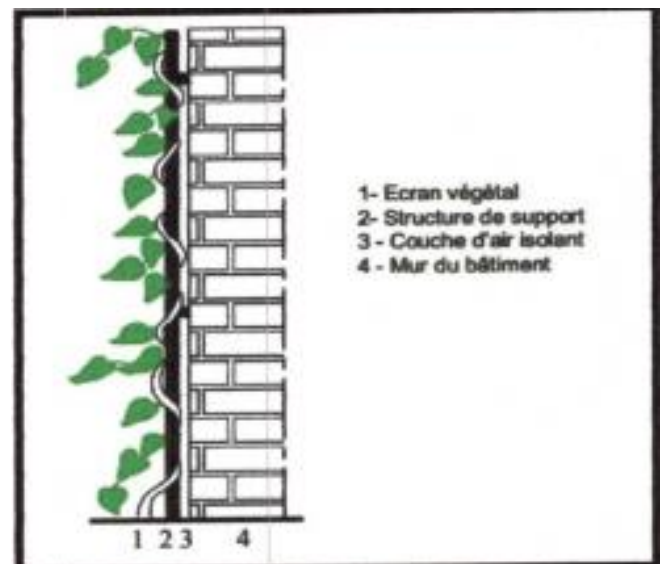


Figure 28 : Coupe sur un mur végétaliste.

Source : (Benhalilou, 2008)

4.2 Les solutions actives :

4.2.1 La ventilation mécanique :

1. Définition :

La ventilation mécanique contrôlée (VMC) est un mécanisme destiné à assurer le renouvellement de l'air à l'intérieur des habitations, notamment pour les pièces dites humides : salles de bains, toilettes, cuisines....

⁶⁷ THIERRY, G & FEDULLO, D. « le grand livre de l'isolation ». Op.cit. P243 à 247

⁶⁸ Étude et évaluation de l'efficacité énergétique dans les bâtiments publics : cas du nouveau rectorat à TASSOUST-Jijel

La circulation de l'air doit pouvoir se faire par l'entrée d'air dans les pièces principales (séjour, chambres) et son extraction dans les pièces humides (cuisine, salles de bains, WC, buanderie, cellier...). Elle consiste à créer un mouvement d'air dynamique grâce à un extracteur ou un ventilateur au travers de conduits gaine.⁶⁹

2. Les types de ventilation mécanique : Il en existe plusieurs types :

A. La VMC simple flux

Ce système de ventilation fonctionne avec un ventilateur central, caisson d'extraction général placé en combles, créant ainsi une aspiration permettant d'évacuer l'air vicié dans les logements.⁷⁰

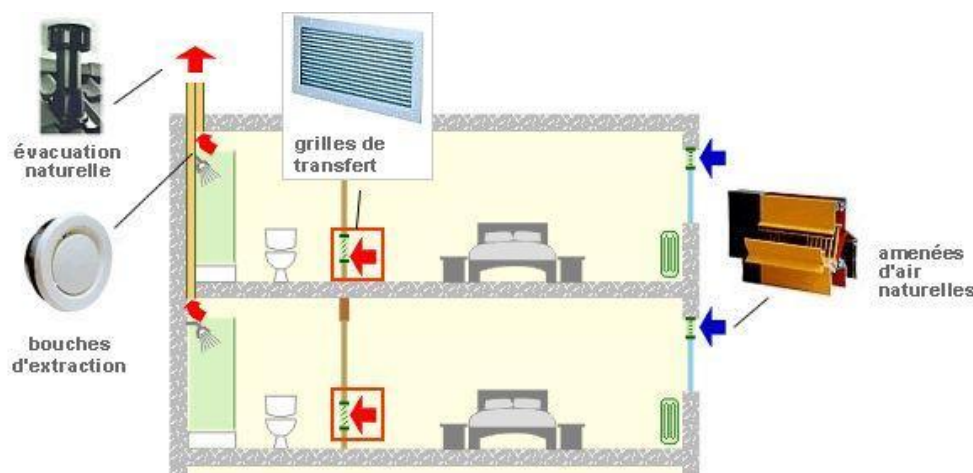


Figure 29 : Exemple de ventilation double flux Cas d'un immeuble de bureaux

Source : www.enertech.fr

B. VMC double flux :

Le principe de la ventilation mécanique double flux consiste en une extraction d'air à l'intérieur des pièces de services (d'eau...) et une insufflation d'air dans les pièces de vie.

Le soufflage et l'insufflation sont assurés mécaniquement par deux ventilateurs. Couplé à un récupérateur de chaleur ou échangeur, la ventilation mécanique ainsi mise en œuvre permet d'assurer une partie du chauffage d'un espace clos.⁷¹

⁶⁹ <http://www.climamaison.com>

⁷⁰ <http://www.e-novelec.fr/content/29-la-ventilation-vmc->

⁷¹ Ventilation et équipements mis en œuvre (en ligne) www.enertech.fr

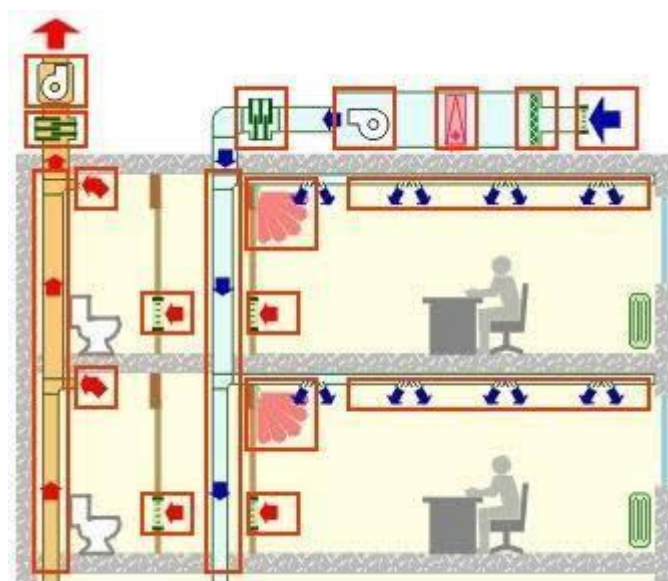


Figure 30 : Exemple de ventilation simple flux (Pulsion) - Cas de l'hébergement

Source : <http://www.e-novelec.fr>

C. Ventilation centralisée avec récupérateur de chaleur :

Le fonctionnement de cette ventilation repose sur la récupération de l'énergie contenue dans l'air extrait. L'air neuf pénètre dans le bâtiment par un conduit central qui le distribue ensuite dans les pièces principales.

Un échangeur thermique, situé dans le volume chauffé, permet à l'air sortant de céder sa chaleur à l'air entrant, qui est alors préchauffé. Il n'y a pas de mélange des deux flux d'air. ⁷²

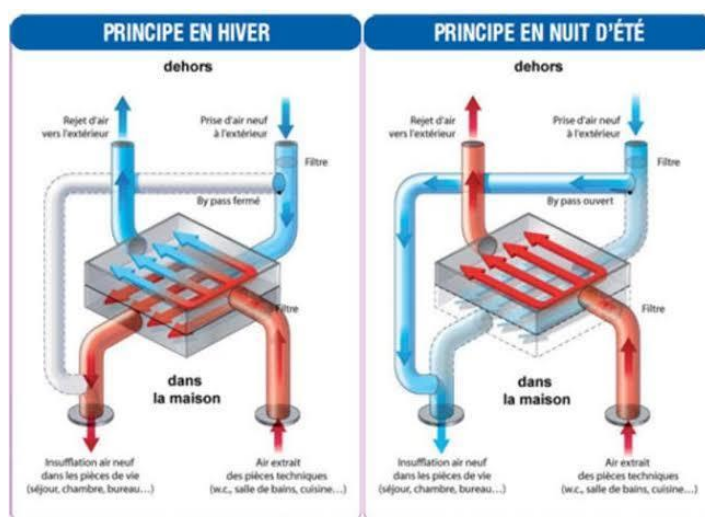


Figure 31 : Ventilation centralisé avec récupérateur de chaleur

Source : www.infoenergie-bourgogne.org

⁷² Bâtiment économe en énergie p12 (En ligne) www.infoenergie-bourgogne.org

3. Bonnes pratiques tertiaires :

La ventilation est l'action qui consiste à créer un renouvellement de l'air des lieux clos. La ventilation assure donc plusieurs fonctions.

Pour les bâtiments tertiaires, les solutions de ventilation performantes sont : **la ventilation modulée et les centrales de traitement d'air (CTA)**. Les meilleurs rendements énergétiques Pourront être obtenus en récupérant la chaleur sur l'air extrait du local par les systèmes de ventilation centralisée.⁷³

• Ventilation modulée :

La ventilation modulée est la solution la plus efficace pour réaliser des économies d'énergie dans le tertiaire En choisissant le « système Ajustair » vous optimisez votre installation :

- Adaptation des débits extraits aux besoins réels, assurant ainsi une diminution des déperditions.
- Réductions de la consommation des ventilateurs.
- Qualité de l'air assuré
- Application d'un coefficient de réduction des débits (CRDNR) lors des calculs thermiques à la conception des bâtiments.⁷⁴

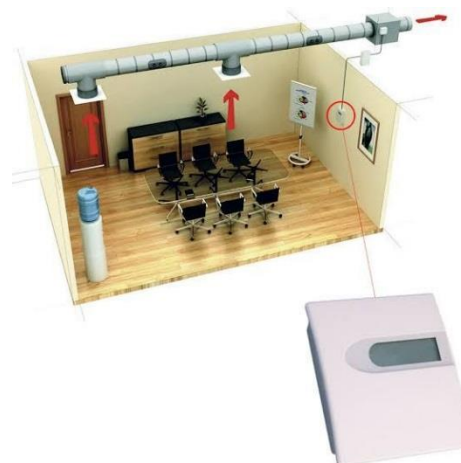


Figure 32 : schéma d'un système AJUSTAIR

Source : <http://cregen.free.fr>

4.2.2 Ventilation par puits canadien :

1. Introduction :

Le puits canadien se présente comme une solution intelligente et citoyenne de récupération d'énergie sur le poste ventilation (dans l'habitat, la ventilation représente entre 20 et 30% des déperditions, dans le tertiaire, ce chiffre peut être plus important) et de plus, en été, il permet un rafraîchissement naturel. Réduire l'énergie pour notre chauffage en hiver, et apporter également un confort d'été naturellement sont désormais des comportements modernes qui participent au développement durable.⁷⁵

2. Puits canadien et VMC double-flux :

A. En Hiver

L'air est préchauffé naturellement en captant la chaleur du sol et est introduit à une température supérieure à 0°C sur le schéma à + 4°C Afin de produire plus d'économies d'énergie, il est introduit via un

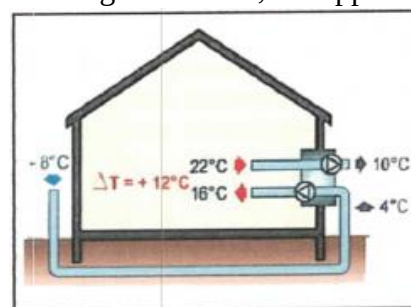


Figure 33 : schéma de principe d'un puits canadien en hiver

Source : <http://www.ecoconstruction-seineaval.com>

⁷³ Vers un bâtiment durable les équipements et solution d'efficacité énergétique p78 (en ligne) <http://www.fieec>.

⁷⁴ Ventilation modulée en milieu tertiaire p01 (en ligne) <http://cregen.free.fr>

⁷⁵ Les principes du puits canadien p1(en ligne) <http://www.ecoconstruction-seineaval.com>

caisson de VMC double-flux qui récupère les calories de l'air extrait.⁷⁶

B. En été

L'air est rafraîchi naturellement en captant les frigidités du sol et rentre dans la maison ou l'immeuble à 20°C (dans l'exemple ci-dessous). Il est nécessaire de bypasser le récupérateur d'échange sur le caisson VMC afin d'introduire en direct l'air frais.⁷⁷

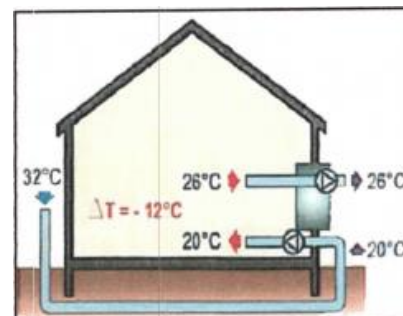


Figure 34 : schéma de principe d'un puits canadien en été

Source : <http://www.ecoconstruction-seineaval.com>

4.2.3 Le solaire thermique active :

Les technologies solaires actives visent à transmettre l'énergie thermique du rayonnement solaire à un fluide caloporteur. La chaleur ainsi produite peut servir directement pour le chauffage des bâtiments ou pour générer de l'eau chaude domestique.

D'après les statistiques qui ont été faites au Québec ils ont trouvé que : Le potentiel de remplacement des énergies conventionnelles pour le chauffage et l'eau chaude s'élève donc à près de respectivement 75% et 65% dans les secteurs résidentiel et commercial.

Ce pourcentage est plus difficile à établir pour le secteur industriel puisque les sources de consommation d'énergie varient énormément en fonction des activités des entreprises.⁷⁸

1. Le solaire thermodynamique :

Les centrales solaires thermodynamiques concentrent le rayonnement solaire pour chauffer un fluide à une température beaucoup plus élevée que celle atteinte par les systèmes présentés précédemment. En fait, l'énergie dégagée par les systèmes solaires thermodynamiques est suffisante pour actionner des turbines à vapeur et produire de l'électricité.⁷⁹

2. Exploitation de l'énergie solaire pour produire de l'électricité :

Elles sont constituées d'un champ de modules solaires photovoltaïques reliés entre eux en série ou en parallèle, et branchés sur un ou plusieurs onduleurs. L'énergie est directement transformée en électricité dans les panneaux, et passe ensuite dans le réseau électrique.

⁷⁶ Idem. P3

⁷⁷ Ibidem

⁷⁸ HACIB-FERKHA, N. (2015). « Exploitation des énergies renouvelables en industrie »

⁷⁹ Ibidem

Le photovoltaïque peut être utilisé pour alimenter des endroits peu accessibles ou trop éloignés de tout réseau électrique. De plus, il peut être utile pour alimenter des équipements mobiles sans avoir à transporter de carburant tels que des équipements militaires.⁸⁰

4.2.4 Le chauffage :

1. Le chauffage solaire :

Le chauffage solaire permet de chauffer de l'eau chaude sanitaire ou d'assurer le chauffage de la maison ou d'autres locaux. Le chauffage solaire est un des chauffages des plus économiques et des plus écologiques car l'énergie solaire est gratuite sur tous les toits. Il est généralement composé des éléments suivants : les capteurs solaires, la tuyauterie isolée, le réservoir de stockage d'eau chaude avec échangeur de chaleur, la pompe et le régulateur. Les capteurs, qui absorbent l'énergie du rayonnement solaire sont souvent installés sur les toits, les murs ou sur un support.⁸¹

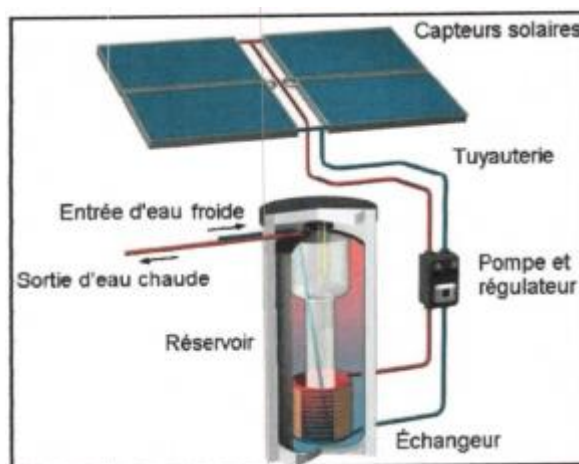


Figure 35 : Représentation générale d'un chauffe-eau solaire

Source : HACIB-FERKHA, N. (2015). « Exploitation des énergies renouvelables »

2. Le plancher chauffant :

Le plancher chauffant à eau est le meilleur mode de diffusion actuel. Offrant le choix de l'énergie, c'est aussi l'un des plus économiques à l'usage, car il fonctionne aujourd'hui en basse température. En outre, le plancher chauffant à eau existe en deux versions principales.⁸²

A. Le plancher chauffant solaire

Pour faire fonctionner un plancher chauffant à eau, on peut utiliser une chaudière, une pompe à chaleur ou encore l'énergie solaire.

Le plancher chauffant solaire est relativement simple à mettre en œuvre. Toutefois, il ne peut couvrir correctement que 50% à 60% des besoins en chauffage d'une maison (dans les meilleures conditions d'installation).⁸³

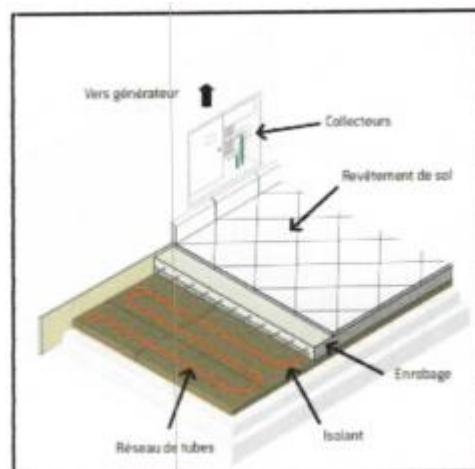


Figure 36 : Représentation générale d'un plancher chauffant eau

Source : <https://plancher-chauffant.ooreka.fr>

B. Plancher chauffant réversible :

En choisissant un plancher chauffant rafraîchissant, c'est-à-dire réversible, vous bénéficiez d'un confort total en toute saison : chaleur l'hiver, fraîcheur l'été !

⁸⁰ Ibidem

⁸¹ HACIB-FERKHA, N. (2015). « Exploitation des énergies renouvelables en industrie »

⁸² Le guide du plancher chauffant. P 44 (en ligne) <https://plancher-chauffant.ooreka.fr>

⁸³ Idem. P 56

L'hiver, le plancher chauffe normalement en basse température (50 °C à 55 °C), tandis que l'été, il se met en mode rafraîchissement.

Le réseau de tubes véhicule alors une eau fraîche qui contribue à abaisser la température ambiante de plusieurs degrés. L'eau absorbe les calories en excès et retourne au groupe froid pour être rafraîchie et entamer un nouveau cycle.

En outre, le plancher chauffant réversible peut être relié soit à une pompe à chaleur, soit à une chaudière.⁸⁴

4.2.5 La climatisation :

1. Définition :

La climatisation est la technique qui consiste à modifier, contrôler et réguler les conditions climatiques d'un espace clôt pour des raisons de confort.⁸⁵ Et les caractéristiques de l'air ambiant dans des valeurs de température, d'humidité et de qualité de l'air pour le ressenti humain ou pour maintenir un processus (exemple climatisation de Datacenter). Dans des conditions plus simples de confort où seul un abaissement de la température ambiante est requis, sans traitement de l'humidité ambiante, nous parlerons plus de « rafraîchissement ». Ainsi, la plupart du temps, la climatisation permet de maintenir une température et une hygrométrie régulière et de supprimer les facteurs de pollution de l'air gênants pour les utilisateurs (poussières, germes microbiens, odeurs, etc.).⁸⁶

2. Les types de système de climatisation

Les systèmes de climatisation se divisent en deux grandes familles selon la technique mise en œuvre :

A. Centrale de traitement d'air (CTA)

Une centrale de traitement d'air permet de chauffer, rafraîchir, humidifier, assécher ou bien encore filtrer l'air introduit dans les locaux. Pour assurer ces fonctions, la centrale se compose de différentes batteries sélectionnées en fonction des besoins, de filtres et de ventilateurs pour le soufflage et/ou l'extraction de l'air.

⁸⁴ Le guide du plancher chauffant. P 48 (en ligne) <https://plancher-chauffant.ooreka.fr>

⁸⁵ La climatisation PDF p1 (en ligne) <http://ww2.ac-poitiers.fr>

⁸⁶ <http://www.climamaison.com/>

Différents types de centrales existent : modulaires ou compactes pour une intégration facile au bâtiment et assurer le débit ou la pression d'air voulu quelles que soient les pertes de charge du réseau.⁸⁷

B. La climatisation individuelle

Ces appareils sont conçus pour rafraîchir un seul local. Ils sont parfois réversibles et peuvent assurer ou contribuer aux besoins de chauffage. On parle de systèmes à détente directe, c'est à dire qu'ils produisent directement le froid dans l'unité de climatisation placée à l'intérieur du local à climatiser. On recense dans cette catégorie :

- Les climatisations air/air
- Les climatisations à condensation par eau
- Les centrales autonomes à condensation par air ou par eau
- Les roofs-tops (unités de toitures).⁸⁸

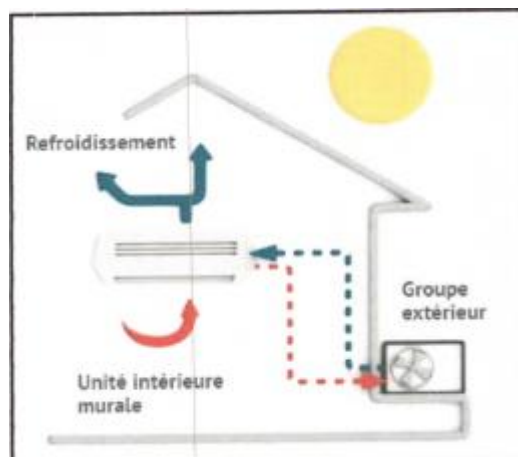


Figure 37 : La climatisation individuelle

Source : Impacts sanitaires et énergétiques des installations de climatisation, du CNRS

C. La climatisation centralisée ou semi-centralisée « tout air »

Le système de climatisation « tout air » comprend une centrale de traitement d'air et quatre réseaux d'air : l'amenée d'air extérieur, la reprise de l'air des locaux, l'insufflation dans les locaux d'un mélange d'air repris et d'air extérieur et l'évacuation d'air excédentaire. On considère quatre types de systèmes « tout air » :

- Les systèmes centralisés à débit d'air constant
- Les systèmes semi centralisés à débit d'air constant
- Les systèmes tout air à débit variable
- Les unités terminales de traitement d'air⁸⁹

D. La climatisation centralisée ou semi-centralisée « tout eau »

Chaque local est alimenté en eau froide et/ou eau chaude à partir d'une production centralisée. Les groupes refroidisseurs de liquide, réversibles ou non, sont utilisés comme groupes de production dans les systèmes de climatisation « tout eau » et la diffusion de l'air chaud ou froid est assurée par des :

- Ventilo-convecteurs
- Unités terminales
- Planchers chauffants/rafraichissants
- Plafonds rafraîchissants
- Poutres froides.⁹⁰

⁸⁷ Vers un bâtiment durable les équipements et solution d'efficacité énergétique p78 <http://www.fieec>.

⁸⁸ J. P. BESANCENOT. (2004). « Impacts sanitaires et énergétiques des installations de climatisation, du CNRS » op.cit., p40

⁸⁹ Idem. P 41

⁹⁰ J. P. BESANCENOT. (2004). « Impacts sanitaires et énergétiques des installations de climatisation, du CNRS ». op.cit., P 41

E. La climatisation décentralisée par unités réversibles sur boucle d'eau

Le chauffage et le rafraîchissement nécessaires aux locaux sont fournis par des pompes à chaleur réversible eau/air qui puisent ou restituent de l'énergie thermique sur une boucle d'eau commune.

Dans la suite vont être considérés successivement les installations qui peuvent équiper un bâtiment déjà existant, puis le cas des installations plus adaptées aux travaux lourds de rénovation.⁹¹

CONCLUSION

Partant de l'importance de la conception architecturale dans l'amélioration de la performance énergétique, notamment dans les équipements culturels, ce chapitre a abordé les notions clés liées à la conception, à la performance énergétique ainsi qu'aux outils d'optimisation. Dans la suite de ce travail, une simulation numérique sera réalisée afin d'analyser l'impact des différentes stratégies architecturales sur la performance énergétique, dans le but d'identifier les solutions les plus efficaces pour un design durable et économe en énergie.

⁹¹ Idem 42

CHAPITRE 02 : ANALYSE DES EXEMPLES

Exemple 01 : LE CENTRE CULTUREL ET DE LOISIRS DE CHAVILLE

1. **Le choix de l'exemple :** Le choix du projet de la MJC de la Vallée à Chaville s'est appuyé sur plusieurs critères déterminants : il s'agit d'un exemple respectant les normes en matière de construction durable, mettant en œuvre des matériaux écologiques comme le bois. Ce projet illustre également une architecture contemporaine harmonieuse avec son environnement urbain, tout en adoptant une forme monobloc simple et fonctionnelle qui renforce son intégration dans le tissu local.



Figure 38 : LE CENTRE CULTUREL ET DE LOISIRS DE CHAVILLE

Source : google image

2. **Présentation :** Le Centre Culturel et de Loisirs est un équipement public dédié à la vie culturelle, artistique et sociale. Il rassemble une diversité d'espaces destinés à la pratique, la création et la diffusion artistique : salle de concert, café-théâtre, studios de répétition, ateliers de danse et d'arts plastiques, ainsi qu'une ludothèque en duplex. Conçu autour d'un grand patio central, le bâtiment favorise la fluidité des circulations et le lien entre les différentes fonctions. Son architecture contemporaine, caractérisée par un volume monobloc et des intérieurs spacieux, en fait un lieu ouvert, dynamique et accessible à tous les publics.

- 2.1 Situation :** Le centre culturel et de loisirs de Chaville est située à Chaville, en région Ile de France, entre Versailles et Boulogne-Billancourt. Il se trouve au centre-ville, à proximité des zones résidentielle et des espaces boisés qui couvrent une grande partie de la commune.



Figure 39 : la situation du centre culturel

Source : google earth

2.2 Plan de masse :

- **Orientation :** Le Centre Culturel et de Loisirs de Chaville est orienté vers le Nord, avec sa façade principale tournée vers l'espace public environnant, incluant un patio central accessible et des espaces extérieurs végétalisés.
- **Accessibilité :** L'entrée principale du centre culturel se trouve du côté nord donne directement sur le patio qui offre une première impression accueillante et ouverte, et des entrées secondaires du côté ouest pour gérer les flux de manière efficace.
- **Environnement immédiat :** Le centre culturel est entouré de tous ses cotés par des immeubles résidentiels

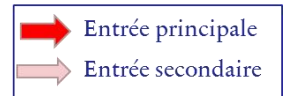


Figure 40 : le plan de masse du centre culturel

Source : google earth

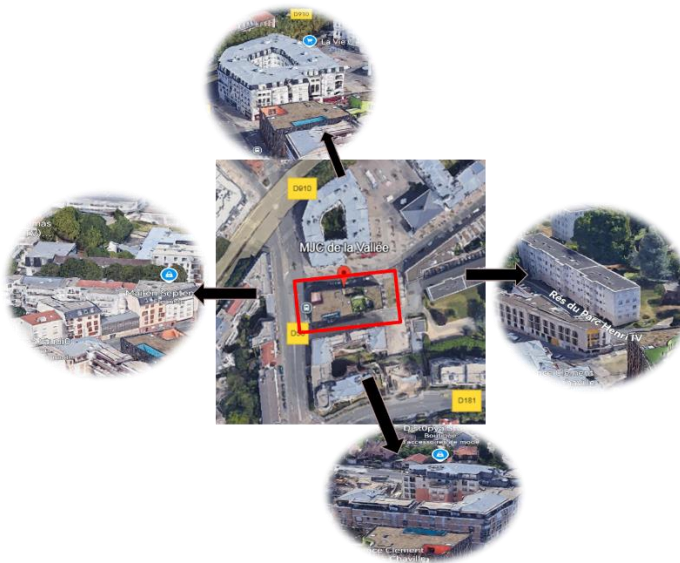


Figure 41 : environnement immédiat

Source : google earth

3. Description du Projet :

- 3.1 Le volume :** La forme générale se compose d'un volume compact, un parallélépipède, auquel on soustrait des parties pour créer un patio central.

soustraction



Figure 42 : le volume du projet

Source : google earth

3.2 Les façades :

- Le bâtiment se distingue, notamment, par une façade faite de grands arbres stylisés en mélèze. Pour concevoir cet équipement, imaginé comme un « œuvre sculpturale », les architectes parisiens Ilham Laraoui et Marc Bringer se sont inspirés de l'omniprésence de la forêt de Chaville où la moitié du territoire communal (156 hectares) est boisé. Ils ont habillé leur projet de grands troncs stylisés, enveloppant un bâtiment d'un peu plus de 2000 m² Shon en béton autoplaçant noir teinté dans la masse pour obtenir un noir réfléchissant.



Figure 43 : la façade du projet

Source : google image

- Le bois, autrement Avec ce projet, création et écologie se rencontrent dans une nouvelle

façon d'utiliser le bois : une résille décorative en mélèze brut, expression du travail artistique des charpentiers et des sculpteurs, enveloppe littéralement le bâtiment. Les professionnels ont assemblé des pièces de 15 mètres de hauteur, sans joint ni système de fixation apparent. Grâce à cette résille et à de larges baies, le soleil envahit généreusement les espaces intérieurs, offrant des vues imprenables sur la ville et le paysage forestier alentour.

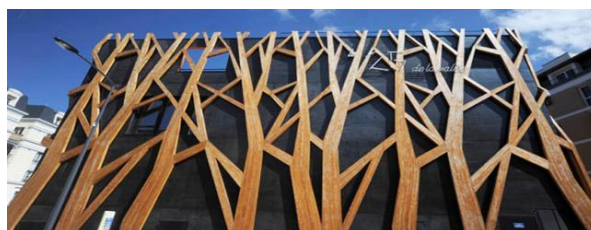


Figure 44 : la façade du projet

Source : google image

3.3 Espaces intérieurs :

L'espace intérieur de la Maison des Jeunes et de la Culture se distingue par son organisation claire et évolutive, structurée autour d'un grand patio central qui constitue le cœur du bâtiment. Ce patio, véritable lieu de convergence, offre une ouverture visuelle sur l'ensemble des espaces et favorise la circulation fluide entre les différentes fonctions du centre. Les volumes intérieurs, très généreux en hauteur et traités avec des couleurs vives, renforcent le dynamisme du lieu.



Figure 45 : l'espace intérieur

Source : google image

Le projet comprend une diversité d'espaces adaptés à la pratique artistique et culturelle : une salle de concert modulable (202 places assises ou 400 debout), un café-théâtre avec bar, des studios de répétition, de percussion et d'enregistrement, ainsi que des salles d'activités variées (danse, arts plastiques, bricolage). Une ludothèque en duplex s'étend sur deux niveaux, offrant un espace ludique lumineux avec accès direct à une grande terrasse.

L'organisation sur plusieurs niveaux permet une lisibilité fonctionnelle claire : le sous-sol accueille les espaces techniques et de répétition, le rez-de-chaussée est centré sur les activités culturelles collectives, et les étages supérieurs regroupent les ateliers, la ludothèque et les terrasses extérieures. Enfin, la toiture végétalisée, plantée d'herbes hautes et de plantes aromatiques, renforce l'aspect écologique du projet et offre une continuité entre architecture et nature.



Figure 46 : les plans du projet

Source : google image

SYNTHESE

L'étude des exemples nous a permis de mieux nous situer dans une structure de références qui nous permettra de mener à bien la relation et l'idéation au sein de la conceptualisation de notre projet :

Aspect urbain :

- Situation dans une zone attractive et l'implantation dans un endroit stratégique.
- Le projet doit être facilement accessible qui permettra de renforcer le côté culturel.
- Le projet doit être à proximité des quartiers résidentiels et autre équipements structurants.

Aspect architectural :

- L'utilisation de nouvelle technique et matériaux tel que le verre pour assurer la transparence, la Luminosité.

- Utilisation des matériaux et des formes architecturales suivant l'environnement

Organisation spatiale et fonctionnelle :

- La différenciation entre les espaces selon les usagers.
- Liaison entre les différents espaces par de lieux de rencontre et circulation.
- Modernité des techniques.

Exemple 02 : Le centre culturel Sheikh Jabir al Ahmed

1. **Le choix de l'exemple :** Le choix de ce projet s'explique par plusieurs. Il représente un exemple remarquable d'architecture culturelle moderne, conjuguant fonctionnalité, esthétisme et innovation. Le design du bâtiment, inspiré des voiles de bateau, reflète une identité visuelle forte et symbolique, tout en offrant une réponse architecturale originale et audacieuse. Sa composition en plusieurs blocs lui permet de structurer efficacement les différentes fonctions du centre, tout en favorisant une circulation fluide entre les espaces. De plus, le projet respecte les normes actuelles en matière de construction durable, ce qui en fait une référence pertinente dans une démarche d'étude orientée vers l'optimisation énergétique et environnementale des équipements culturels.

2. **Présentation :** Le Centre Culturel Sheikh Jaber Al Ahmad est un complexe artistique et culturel d'envergure, dédié à la promotion des arts du spectacle et de la culture sous toutes ses formes. Il comprend plusieurs salles prestigieuses, dont des théâtres, des salles de concert, des espaces d'exposition et des



Figure 47 : Le Centre Culturel Sheikh Jaber Al Ahmad Source : google image

installations dédiées aux arts traditionnels et contemporains. Son architecture emblématique, inspirée des motifs islamiques, allie modernité et identité culturelle. Véritable plateforme d'échange et de création, ce centre vise à enrichir la vie culturelle et à encourager l'expression artistique à travers une programmation variée et accessible à tous.

- 2.1 **Situation :** Centre culturel Cheikh Jaber Al-Ahmad est un monument architectural et culturel koweïtien de premier plan, situé au cœur de la ville de Koweït, à côté du Palais de la Paix entre les rues du golfe Arabo-Persique et Gamal Abdel Nasser.



Figure 48 : la situation du centre culturel
Source : google earth

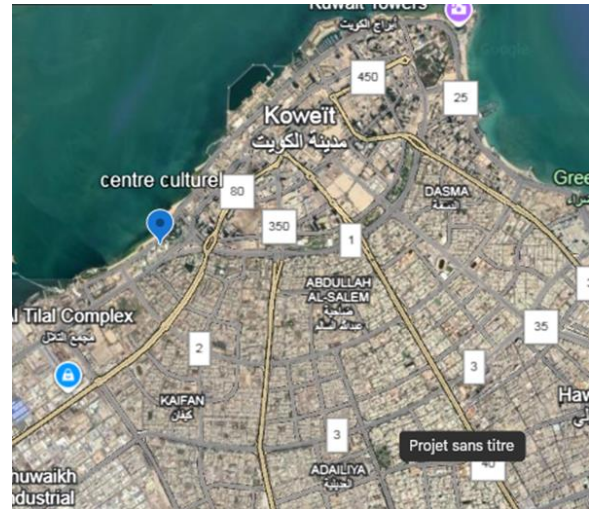


Figure 49 : la situation de Le Centre Culturel
Sheikh Jaber Al Ahmad

Source : google earth

2.2 Plan de masse :

• Accessibilité :

La forme éclatée du projet offre plusieurs entrées. L'entrée principale se trouve dans la partie centrale, tandis que les entrées secondaires, situées à l'arrière, sont moins visibles et intégrées de manière discrète dans le design global du bâtiment.

• Orientation :

Le bâtiment est orienté de manière à maximiser l'utilisation de la lumière naturelle tout en réduisant l'impact de la chaleur



Figure 50 : le plan de masse

Source : google earth

• Environnement immédiat :

Est limité par :

- La mer au Nord - Ouest
- La musée Al-Salam à l'ouest
- Des constructions résidentielles au sud

- Espace ouvert qui comprend des zones paysagères à l'est

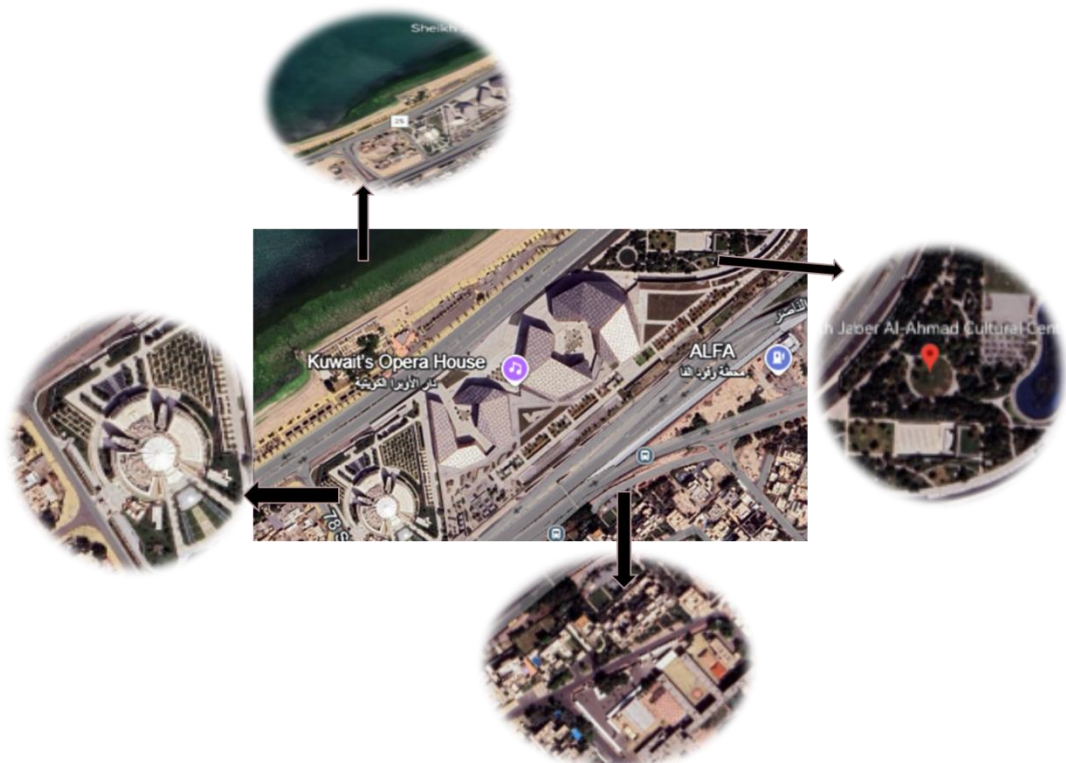


Figure 51 : environnement immédiat

Source : google earth

3. Description du Projet :

3.1 Le volume :

- Le bâtiment consiste en un ensemble de formes géométrique complexe inspirées de l'architecture islamique, Quatre bâtiments sont dispersés en forme de bijoux.
- Le concept solide et vide est inspiré par la relation entre la coquille de mer et la perle comme une métaphore pour trouver le noyau important au sein de le bel environnement. La coquille et la métaphore perle également se rapportent à la plongée perlière et au commerce historique du Koweït. Le Shell, cependant, raconte une histoire plus large de l'histoire de la région avec son désigne la peau qui est dérivé de l'islamique géométrie cosmique.



Figure 52 : plan de masse

Source : google image



Figure 53 : la coquille de mer

Source : google image

3.2 Les façades :

- La façade du centre vise à marier des éléments de l'architecture moderne avec des influences de l'architecture traditionnelle arabe. Cela se reflète à travers l'utilisation de motifs géométriques inspirés des arts islamiques, tout en intégrant des matériaux contemporains comme le métal et le verre.
- L'illusion d'un voile : L'un des aspects les plus frappants de la façade est l'utilisation de panneaux métalliques perforés qui créent un effet de voile et de transparence. Ce choix évoque la légèreté, tout en fournissant une protection solaire efficace et en contrôlant l'intimité à l'intérieur du bâtiment.

Le verre Le métal



Figure 54 : façade du projet

Source : google image

3.3 Espaces intérieurs :

Le projet est éclaté comprend de quatre bâtiments principaux, chacun dédié à une fonction spécifique :

- Un opéra
- Un théâtre national
- Une bibliothèque
- Un centre de conférences



Figure 55 : espace intérieur

Source : auteur

Synthèse :

- L'utilisation de nouvelle technique et matériaux tel que le verre, le cuivre et le Titane métallique (résiste à la chaleur) pour assurer la transparence, la luminosité
- L'inspiration par l'architecture islamique (intégration entre la nouvelle forme et le style islamique)
- Volumétrie symbolique. Volume fluide et dynamique qui reflète l'activité culturel

Exemple 03 : centre culturel d'Ain Beida ALAMIR KHALED

1. Le choix de l'exemple : Le choix de ce projet repose sur sa capacité à incarner une référence locale en matière d'architecture culturelle. Il se distingue par un subtil mélange entre éléments traditionnels et expressions modernes, offrant ainsi une lecture contemporaine du patrimoine architectural. Ce centre valorise le patrimoine culturel à travers ses formes, ses matériaux et ses fonctions, tout en intégrant des principes d'efficacité énergétique. Ce double engagement, culturel et environnemental, en fait un exemple pertinent dans le cadre d'une réflexion sur la durabilité et l'identité dans les équipements culturels publics.

2. Présentation : Le centre culturel ALAMIR KHALED est un espace dédié à la promotion de la culture, de l'éducation et de l'expression artistique. Il propose diverses activités à destination de tous les publics, notamment des ateliers, des expositions, des spectacles et des conférences. Conçu pour encourager la participation citoyenne et l'éveil culturel, ce centre joue un rôle essentiel dans la vie sociale et culturelle de la communauté, en offrant un lieu de rencontre, de partage et de créativité.



Figure 56 : Le centre culturel ALAMIR KHALED

Source : google image

2.1 Situation : Il est situé à la sortie de la ville d'AIN BEIDA sur l'axe routier Ain Beida – Constantine, Le site est situé au sud de la ville d'Ain el Beida dans une zone administrative.

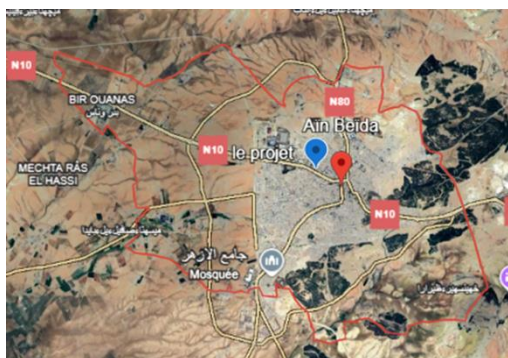


Figure 57 : situation du projet

Source : google earth



Figure 58 : situation du projet

Source : google earth

2.2 Plan de masse :

- **Accessibilité :** Le projet d'implantation est facile à accéder : 2 accès (utilisateurs, usager)
- **Orientation :** Le Centre Culturel AL Amir Khaled est orienté vers le Sud

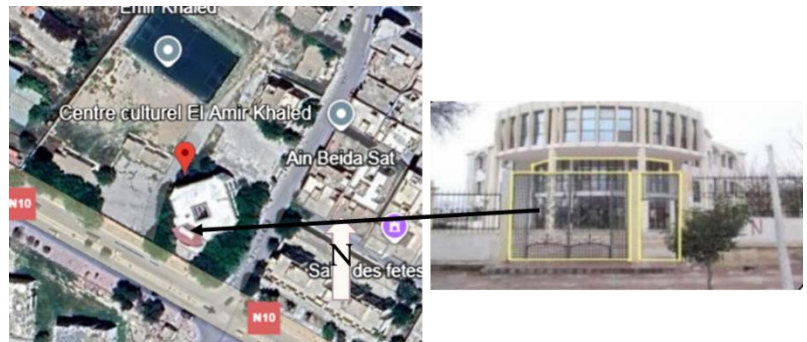


Figure 59 : accessibilité du projet

Source : google earth

- **Environnement immédiat :**
Est limité par :
 - * La CASNOS au sud
 - * Habitat Et RN10 au sud-ouest
 - * La Such au nord est
 - * Station naftal au nord-ouest

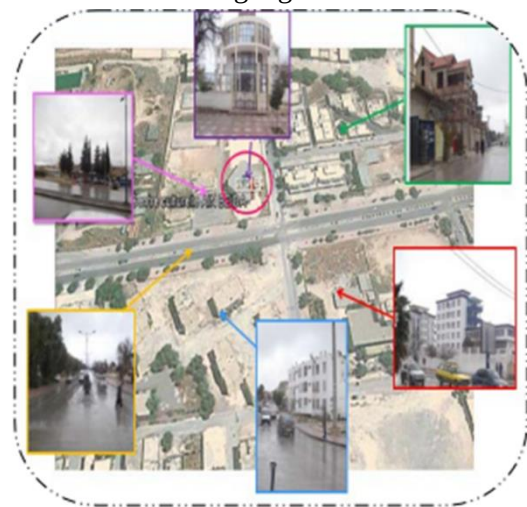


Figure 60 : environnement immédiat

Source : google image

3. Description du Projet :

3.1 Le volume :

Le bâtiment est d'une Forme trapézoïdale, une forme simple selon un axe de symétrie avec des angles orthogonaux pour délimiter des espaces.

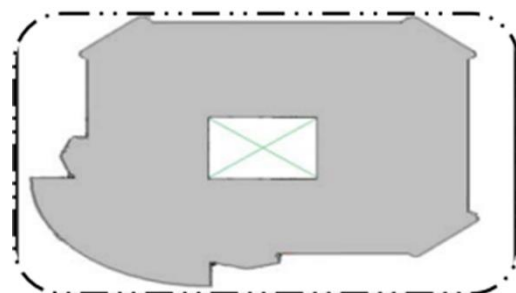


Figure 61 : la forme du projet

Source : google image

3.2 Les façades :

La façade principale est développée d'une façon symétrique par rapport à un axe central, sauf le type et la disposition des quelques ouvertures Et on a des poteaux circulaires en double hauteur, ils jouent un rôle décoratif



Figure 62 : façade du projet

Source : google image

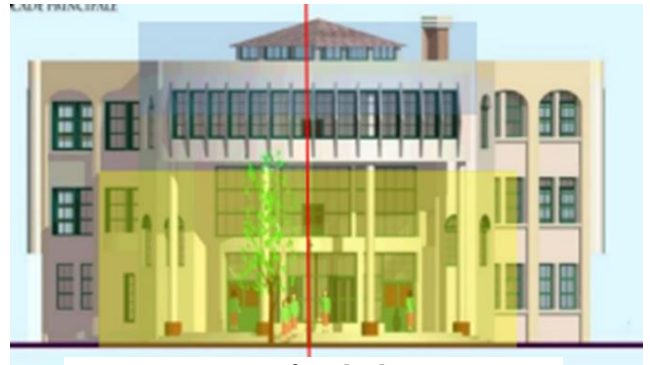


Figure 63 : façade du projet

Source : google image

3.3 Espaces intérieurs :

• RDC :

-Le RDC est composée de plusieurs formes de base (rectangle) ou une forme simple qui ne reflet pas la fonction pour laquelle il était conçu (pas des formes symbolique)

-Les bureaux d'administration se trouvent depuis l'escalier et cela favorise le rapport avec les usagers.

-La présence de 2 cages d'escaliers qui facilite l'accès au niveau supérieurs

- **Le hall d'accueil :** En utilisant le mur rideau avec des Panneaux prennent les dimensions de (50/80) Et la présence de poteaux structurelle circulaire (colonne)

-La distribution de la lumière du jour par les bais vitrée Un très bon éclairage naturel grâce à L'utilisation des bais vitrée

-Le hall d'accueil un espace non aménager l'absence d'espace d'attente et l'espace d'informations et orientation et contrôle Il n'y a pas des moyens d'accessibilités pour les handicapés.

• 1^{er} étage :

-Utiliser une composition des formes de (rectangle, arc) pour les ateliers.

-L'espace de circulation sont entourés sauf au niveau de patio



Figure 64 : plan RDC

Source : google image



Figure 65 : hall d'accueil

Source : google image

-Un étage courant même décomposition des espaces il Ya pas un jeu de volume

-

Source : google image



Source : google image



Source : google image

- [illegible]

Source : google image

Synthèse :

- Implantation dans un endroit stratégique ce qui facilite l'accessibilité.
- L'utilisation des matériaux locaux créant une connexion forte avec la culture locale tout en respectant l'environnement

Parmi Les points faibles de ce projet :

- Manque d'une programmation diversifiée (programme limitée)
- L'espace verts insuffisants
- L'utilisation d'une seule entrée ont créé une confusion fonctionnelle et un croisement de circulation.

CHAPITRE 03 : ANALYSE DU SITE D'INTERVENTION, ET PROGRAMMATION

Introduction :

Dans ce chapitre on va faire une analyse sur un terrain d'intervention pour avoir leurs contraintes et leur potentialité afin de bien avoir intégrer le projet proposé (Le Centre de culture et d'art) et tirer les programmes surfaciques étudiés.

1. L'analyse du Site :

1.1.1 Présentation de la wilaya de Guelma :

La ville de Guelma, qui est la capital d'un district et d'une province portant le même nom, se situe dans le nord-est de l'Algérie, à 65 km seulement de la mer Méditerranée. Nichée aux pieds des montagnes Maouna, Dbegh et Houara, à 290 mètres au-dessus du niveau de la mer, la ville et ses alentours ont toujours bénéficiés de sols fertiles procurées par la rivière Seybouse et un grand barrage de retenue. De plus Guelma se trouve sur un carrefour de plusieurs routes de transit reliant la côte avec l'intérieur des terres, ce qui en fait un point stratégique important⁹².

1.1.2 Les limites de la wilaya de Guelma :

- **National :** Guelma est une wilaya de l'est Algérien elle se situe à 290m d'altitude et à 537 km d'Alger, à 60 km au sud de la mer Méditerranée, à 150 km de la frontière tunisienne sur une superficie de 4101 km².
- **Régionale :** La ville de Guelma se trouve au carrefour de grandes villes comme Annaba, Skikda et Constantine, elle est limitée au
 - Nord par Annaba
 - Nord – Est par El – Taref
 - Nord – Ouest par Skikda
 - L'Ouest par Constantine
 - Sud par Oum El – Bouaghi
 - L'Est par Souk Ahras

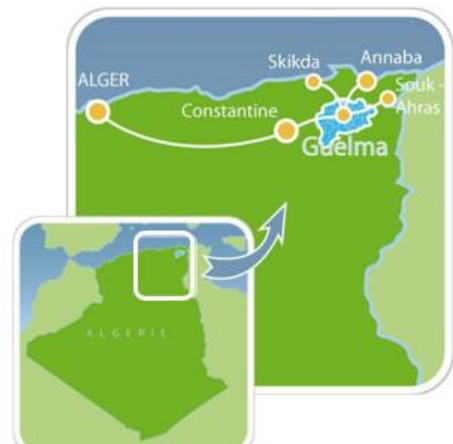


Figure 70 : situation de la wilaya de Guelma

Source : google image

⁹² Wikipedia.com

- **Locale :** Guelma se situe à la cour d'une grande région agricole entourée de montagne (maouna, debagh, houara), ce qui lui donne le nom de ville assiette, elle est limitée par :
 - Au Nord : la daïra de Héliopolis et la commune d'El fedjouj
 - A l'Est et Sud-Est : la commune de Belkhir.
 - Au Sud-Ouest : la commune de Ben djerrah.
 - A l'Ouest : la commune de Medjaz ammar

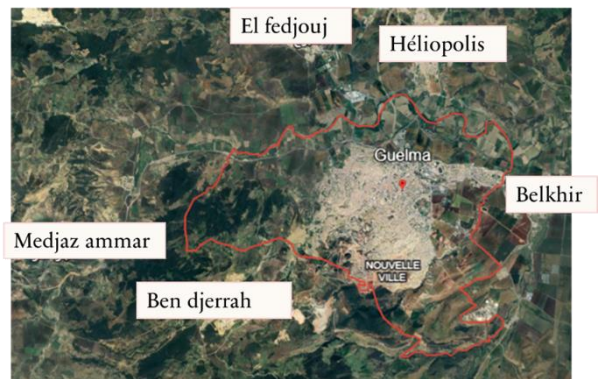


Figure 71 : situation de la wilaya de Guelma

Source : google earth

1.1.3 Analyse climatique :

A. Le climat de la ville de Guelma :

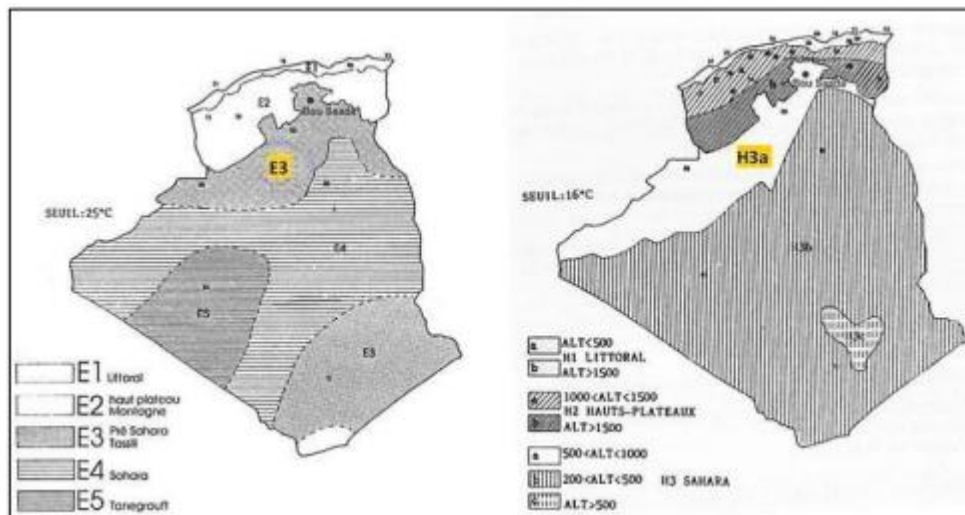


Figure 72 : La classification du climat de la ville de Guelma.

Source : cour « Introduction aux climats », Mme BENHARRA H.

D'après la classification donnée par BENGHERABI M, la ville de Guelma appartient à la zone climatique E2 d'été et H2a d'hiver, qui possède deux saisons principales :

- Un été plus chaud moins humide ou l'écart de température diurne est important.
- Un hiver froid et sec, avec un écart de température diurne important.

Donc le climat de la ville de Guelma est un climat SUB-HUMIDE se caractérise par des Hivers plus froids et plus longs et des étés chauds et moins humides.

B. Température :

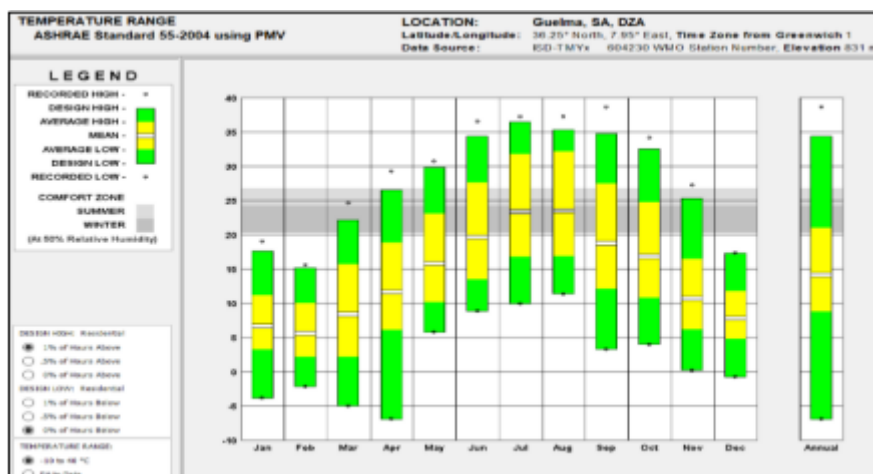


Figure 73 : Graph des variations des températures mensuelles et annuelle de Guelma.

Source : « Climat consultant 6.0 »

Ce graphe représente la température mensuelle et annuelle de la ville de Guelma, dans lequel :

- La température moyenne annuelle est de 14 °C, La température annuelle maximale est de 34°C et le minimal est -7°C.
- Le mois le plus chaud de l'année c'est le mois de juillet ou la température atteint une valeur maximale de 37 °C.
- Les mois les plus froids de l'année c'est les mois d'avril ou la température atteint une valeur minimale de -7 °C (effet de gel).

C. Précipitations :

La répartition des précipitations est marquée par une durée de sécheresse durant l'été, avec un minimum de 2.6 mm enregistré en juillet. Le reste des saisons est marqué par des précipitations considérables. Le total annuel 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.

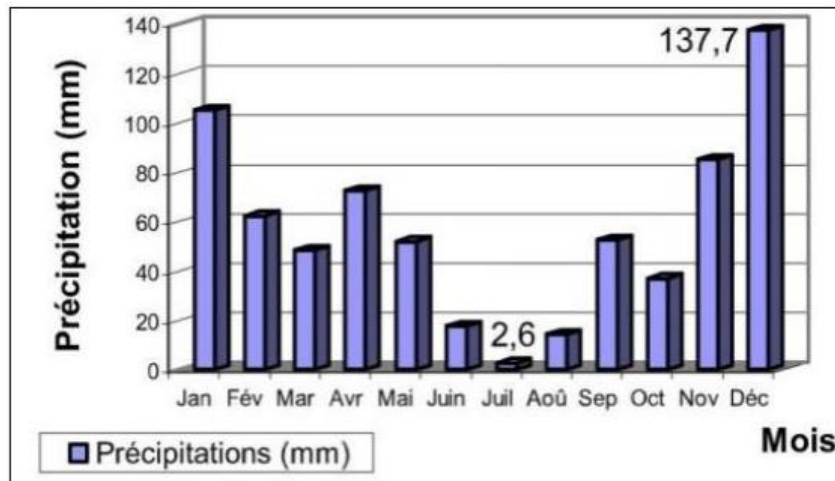
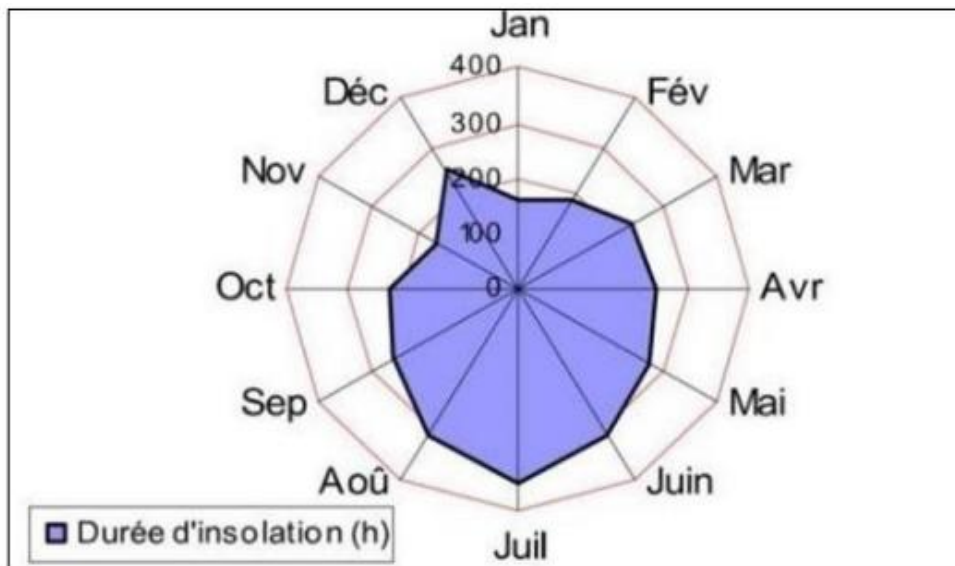


Figure 74 : Graph de variations des précipitations mensuelles.

Source : Thèse Ghechi Imane 2018

D. Insolation :

Le nombre d'heures d'ensoleillement pendant les périodes chaudes dépasse généralement les 10 heures par jour à Guelma. L'insolation totale mensuelle est considérable, avec une moyenne de 243,3 heures de soleil par mois. Le minimum est enregistré en janvier, avec 160,9 heures, tandis que le maximum est atteint en juillet, avec 353 heures d'ensoleillement. Cette abondance de lumière solaire contribue à la chaleur estivale caractéristique de la région et favorise la croissance des cultures pendant les saisons



chaudes.

Figure 75 : Variation de durée d'insolation mensuelle

Source : Thèse Ghechi Imane 2018

E. Diagramme solaire de Guelma :

Pour déterminer la trajectoire annuelle apparente du soleil dans la ville de Guelma, on se réfère au diagramme solaire, ce qui nous permet d'obtenir des résultats variables en fonction

des hauteurs et des azimuts solaires.

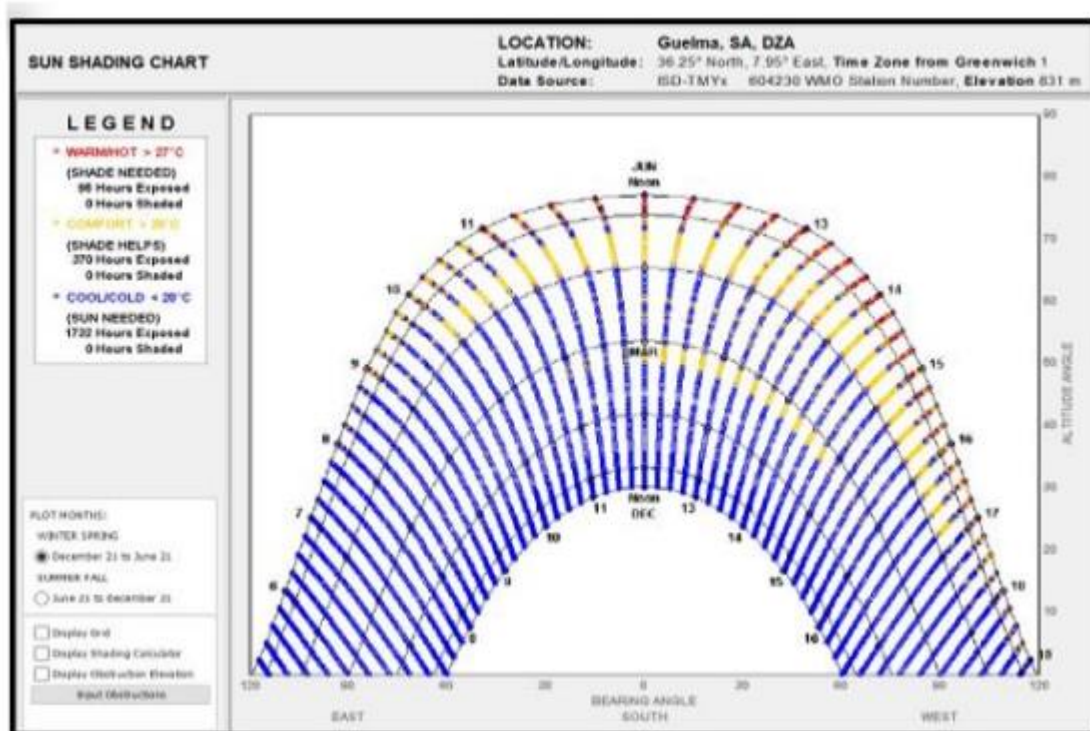


Figure 76 : Diagramme solaire de Guelma période Hiver/Printemps.

Source : « Climat consultant 6.0 »

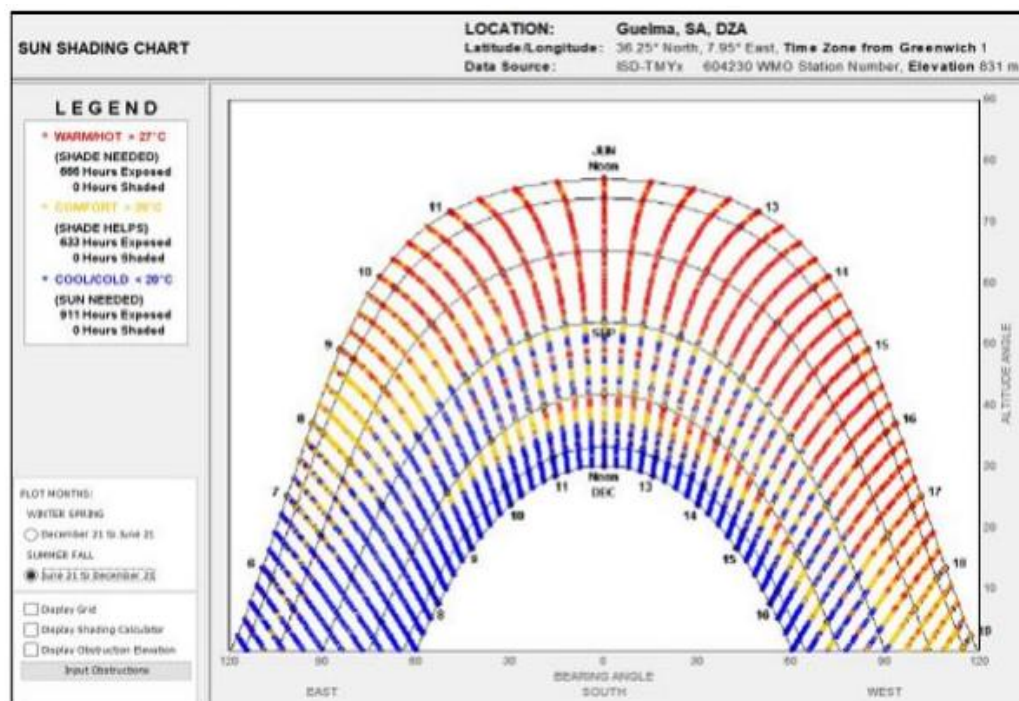


Figure 77 : Diagramme solaire de Guelma période été/automne.

Source : « Climat consultant 6.0 »

Les deux graphiques précédents représentent les cartes d'ombrage du soleil dans la ville de Guelma pendant les périodes hiver/printemps et été/automne. Voici les observations :

- Pendant la période hiver/printemps, la plupart des températures sont inférieures à 20°C. Il est donc nécessaire de maximiser la capture des rayons solaires pour atteindre la zone de confort thermique.
- Pendant la période été/automne, la plupart des températures dépassent les 27°C. Il est donc essentiel de se protéger au maximum des rayons solaires pour maintenir un niveau de confort thermique optimal.

F. Température de sol :

Dans cette représentation, on observe une corrélation entre la profondeur sous terre et la température du sol tout au long de l'année :

- En été, la température du sol est plus élevée à des profondeurs plus importantes.
- En hiver, la température du sol diminue avec une profondeur moindre

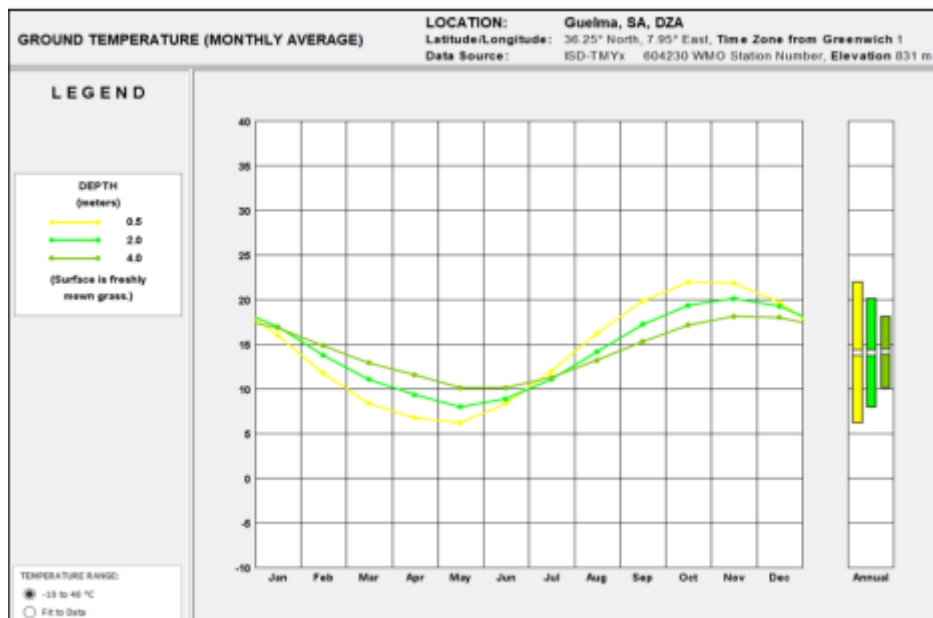


Figure 78 : Graphe de variations mensuelles de la température du sol.

Source : « Climat consultant 6.0 »

G. Vitesse et direction de vents :

Le graphe illustre l'intervalle de la vitesse du vent dans la ville de Guelma au cours de l'année, avec les données suivantes :

- La vitesse moyenne annuelle est d'environ 4 m/s.
- La vitesse maximale enregistrée est de 7 m/s.
- La vitesse minimale est de 1 m/s

Ces graphes fournissent un résumé du mouvement des vents à travers les quatre saisons dans la ville de Guelma :

- En hiver : Les vents dominants proviennent principalement de l'Ouest et du Nord-Ouest, avec des températures variantes entre 0°C et 21°C. L'humidité relative est généralement supérieure à 70%, accompagnée d'une vitesse de vent importante atteignant des valeurs maximales.
- Au printemps : Les vents viennent de toutes les directions, avec des températures variantes également entre 0°C et 21°C. L'humidité relative reste élevée, dépassant souvent les 70%, et la vitesse du vent est en moyenne.
- En été : Les vents dominants proviennent principalement du Nord et du Nord-Est, ainsi que du Nord-Ouest, avec des températures variantes entre 21°C et 27°C. L'humidité relative est généralement comprise entre 30% et 70%, et la vitesse du vent est moyenne.
- En automne : Les vents viennent également de toutes les directions, avec des températures oscillantes entre 0°C et 21°C. L'humidité relative est modérée, entre 30% et 70%, et la vitesse du vent est minimale.

H. Analyse bioclimatique de la ville de Guelma :

Diagramme psychométrique

Ce graphique illustre le diagramme psychrométrique de la ville de Guelma, où chaque point représente une heure de l'année. Les points verts signalent des heures confortables, tandis que les points rouges indiquent des heures inconfortables nécessitant chauffage ou climatisation.

Afin de rendre ces heures entièrement confortables, diverses stratégies (passives et actives) sont proposées. Ces stratégies optimales sont ensuite traduites en solutions architecturales utilisées dans la conception pour assurer un environnement intérieur agréable tout au long de l'année.

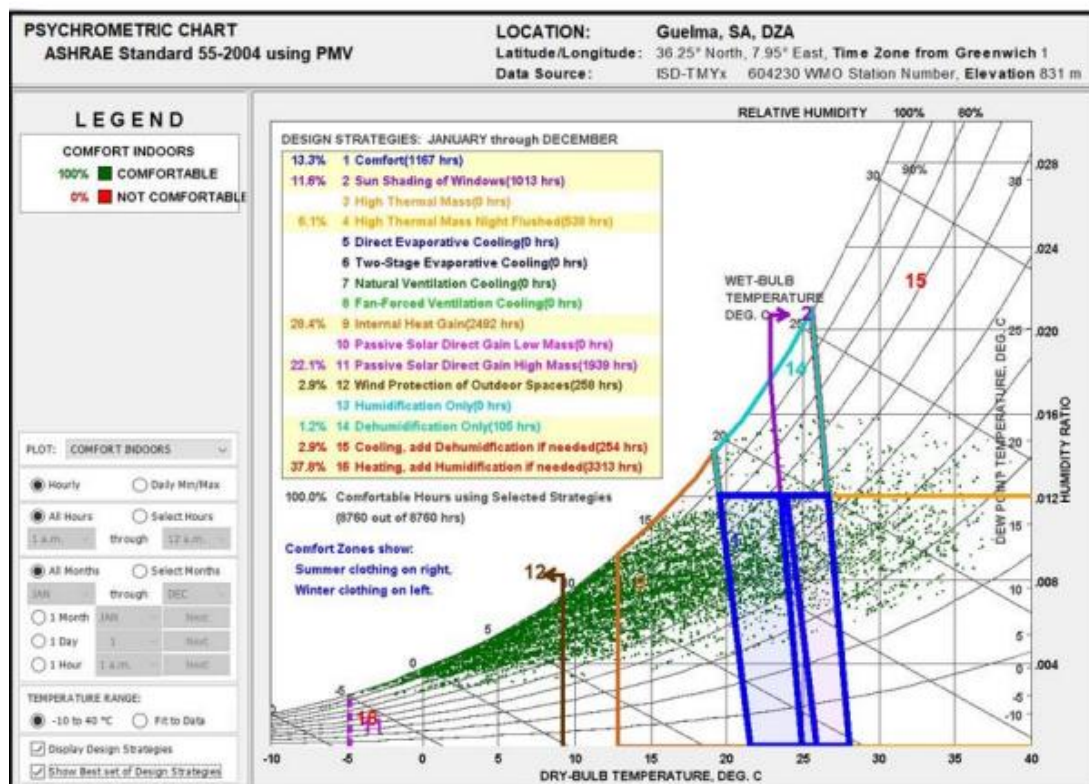


Figure 81 : Diagramme psychrométrique de Guelma.

Source : « Climat consultant 6.0 »

Ce graphique illustre le diagramme psychrométrique de la ville de Guelma, où chaque point représente une heure de l'année. Les points verts signalent des heures confortables, tandis que les points rouges indiquent des heures inconfortables nécessitant chauffage ou climatisation.

Afin de rendre ces heures entièrement confortables, diverses stratégies (passives et actives) sont proposées. Ces stratégies optimales sont ensuite traduites en solutions architecturales utilisées dans la conception pour assurer un environnement intérieur agréable tout au long de l'année.

1.2 Présentation du site d'intervention :

1.2.1 La situation du site par rapport à la ville de Guelma :

Le terrain d'intervention se situe à l'extrémité Nord-est de la ville de Guelma à l'entrée du pos nord et à côté de la route nationale 20 dans la cité El Amir Abd El Kader.

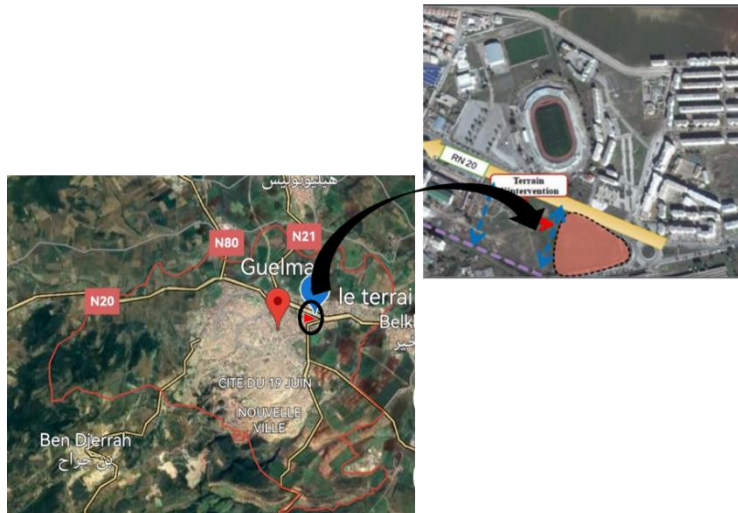


Figure 82 : la situation du site

Source : google earth

1.2.2 Les critères de choix du site :

- L'enjeu principal c'est la centralité car le terrain c'est un point de liaison entre le centre-ville et le pôle nord « péricentre »
- Les deuxièmes enjeux c'est l'emplacement stratégique à l'entrée de la ville, RN20 qui est l'axe principale des visiteurs de la wilaya de Souk Ahras et Annaba et Skikda

Et d'autres critères :

- La facilité d'accessibilité au terrain.
- Les conditions climatiques les plus favorables (ensoleillement, vent, température...).
- Une surface importante du terrain.
- La présence du réseau de voiries



Figure 83 : la situation du site

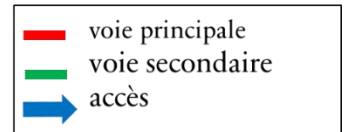
Source : thèse Hannachi 2018

1.2.3 Accessibilité : Le terrain est limité par des voies mécaniques et piétonnes des deux côtés nord et sud et deux accès importants



Figure 84 : plan de masse

Source : google earth



1.2.4 Environnement immédiat : Il est limité comme suit :

- Au Nord : complexe sportif + bâtiments collectifs
- Au Sud : zone industrielle.
- A l'Ouest : Sora sucre spa.

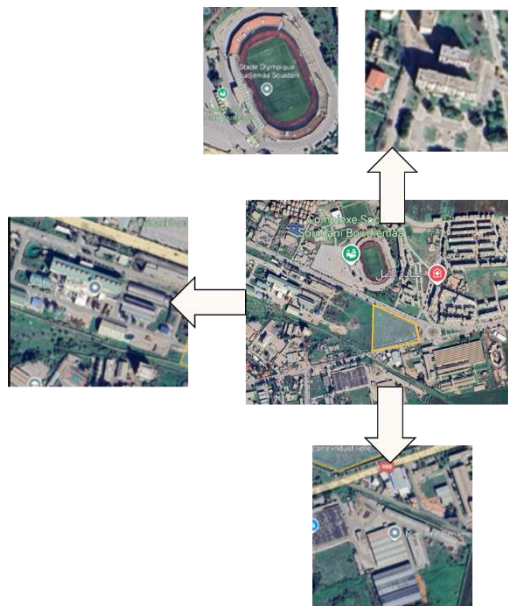


Figure 85 : environnement immédiat

Source : google earth

1.2.5 Étude morphologique :

La forme du terrain : le terrain à une forme irrégulière et la surface totale du terrain est de 18200 m²

Les profils topographiques : Avec l'aide de Google Arth Pro, nous avons pu effectuer les profils topographiques avec précision.

Selon les 02 coupes topographiques notre terrain contient une pente moyenne de 02 % , le terrain est presque plat (Favorable a construire) ne posent aucun problème pour l'implantation des constructions

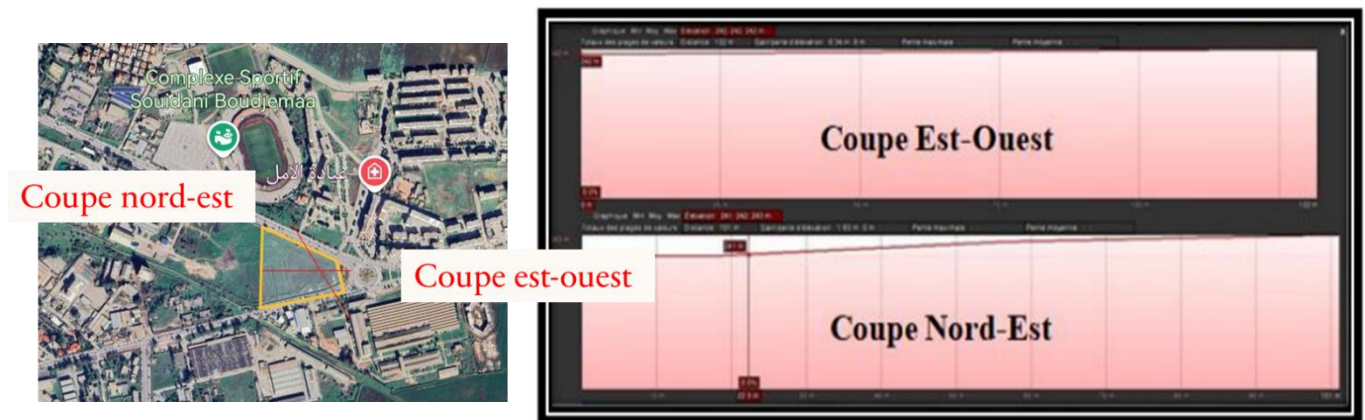


Figure 86 : la coupe du terrain

Source : google earth

1.2.6 L'ensoleillement : Le site a une très bonne ensoleillement grâce à sa position géographique et l'absence des écrans qui peuvent bloquer les rayons du soleil. Le terrain profitera d'un bon ensoleillement en été et en printemps, moyen et assez bon en hiver en automne. Le site est exposé au soleil avec une absence des masques Manque d'arbres pour permettre la fraîcheur. Le site est exposé au soleil toute la journée ; il doit donc être protégé contre la surchauffe



Figure 87 : l'ensoleillement

Source : google earth

1.2.7 Les Vents Dominants : La ville de Guelma se caractérise par un climat Sub humide c'est un subtropical que se caractérise par des étés chauds et sec et des hivers doux et humide On a les vents dominant en hiver sur la partie Nord/Ouest Les vents dans la période estivale dans la partie Sud/Est Et une brise d'été dans la partie Nord/Est Le site bien exposé au soleil car l'environnement ne projette aucun ombre sur le site.

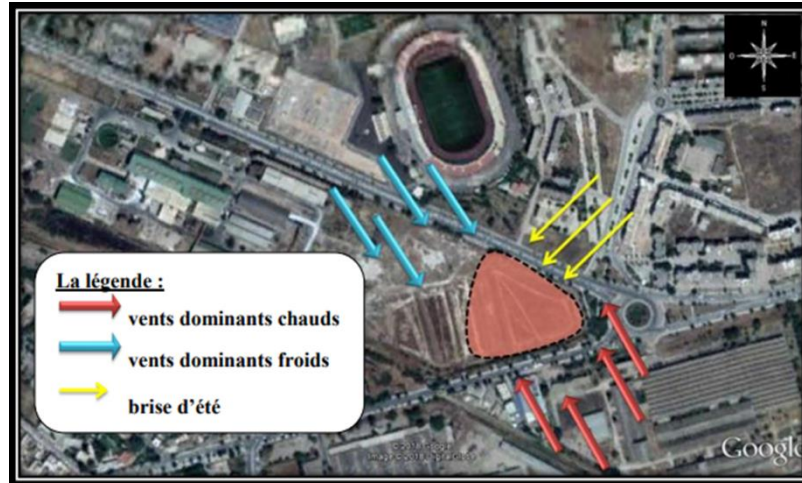


Figure 88 : les vents dominants

Source : google earth

Synthèse :

Les points forts :

- Le terrain a une situation stratégique
- Le terrain est entouré d'une moyenne de circulation mécanique et piétonne il n'y a pas un problème d'accès
- Le bon ensoleillement et la ventilation
- Diversité des équipements environnantes

Les points faibles :

- Encombrement mécanique au niveau des routes qui entourent le terrain
- Un aménagement peut qualitatif des rues
- Manque Des masques végétaux

Les recommandations Du terrain :

- Exploiter les vents dominants pour assurer une ventilation naturelle efficace
- La protection du rayonnement solaire
- Intégrer la végétation pour améliorer le confort thermique et créer un microclimat favorable
- L'orientation optimale du bâtiment selon un axe nord-sud
- Protéger les ouvertures sud en été pour éviter la surchauffe

2. PROGRAMMATION :

D'après la connaissance du terrain et son environnement on peut mettre une programmation définitive qui marche avec ce dernier, sachant que cette zone ne contient aucun centre culturel ni un autre équipement équivalent

2.1 Tableau récapitulatif :

entité	Exemple 01	Exemple 02	Exemple 03
administration			
exposition			
bibliothèque	//	Salle de lecture Salle polyvalente Laboratoire pour faire des recherches	Salle de lecture Salle de prêt
Espace pédagogique et de médiation culturelle	Salle de musique Salles d'activités Salles des cours Studios de répétition	Bâtiment de musique	Atelier chorégraphie Atelier peinture Activité scientifique Atelier porterie Atelier spécialisé Atelier de musique
Loisirs et détente	//	//	Cyber café
Bâtiment de conférence	//	//	Salle de cinéma Salle de conférence Salle polyvalente Salle d'éducation

Tableau 12 : Tableau récapitulatif

Source : auteur

2.2 Programme retenu pour un centre de culture :

Entité	Espace	surface	Nombre
accueil (305m ²)	Hall d'accueil	250	1
	réception	15	1
	Bureau d'orientation	20	1
	Bureau de sécurité	20	1
Administration (137m ²)	Bureau de directeur	20	1
	Bureau de secrétaire	15	1
	Bureau comptabilité	20	1
	Salle de réunion	40	1
	archive	30	1
	sanitaire	12	1
Exposition (640m ²)	Galerie d'exposition temporaire	200	1
	Galerie d'exposition permanente	400	1
	Dépôt	40	1
Animation et spectacle (874m ²)	Salle de spectacle (gradin)	500	1
	scène	30	1

Entité	Espace	surface	Nombre
Animation et spectacle (874m ²)	Arrière scène	50	1
	Loges d'artiste individuelle	12	5
	Loges en groupe	30	2
	Chambre VIP	30	2
	Salle de costumes	15	1
	Salon de maquillage	15	1
	Salle de répétition	30	1
	Régies son	15	1
	Régies projection	15	1
	sanitaire	12	2
Espace pédagogique et de médiation culturelle (549m ²)	Atelier de peinture et dessin	60	1
	Atelier de sculpture	60	1
	Salle d'informatique	60	1
	Salle de musique et chant	60	1
	Atelier de tissage et tapisserie	60	1

Entité	Espace	surface	Nombre
	Atelier de couture	60	1
	Atelier de tricotage et crochet	60	1
	Salle des cours théoriques	60	1
	Dépôt	30	1
	vestiaire	15	1
	sanitaire	12	2
Recherche et documentation (929m ²)	Espace de lecture adultes	300	1
	Espace de lecture enfants	120	1
	Salle périodique	80	1
	audiothèque	100	1
	vidéothèque	100	1
	Bureau de responsable	15	1
	magasin	40	1
	Espace de prête et retour	30	1
	Salle des cours ordinaires	60	2
	sanitaire	12	2

Entité	Espace	surface	Nombre
Commerce (275m ²)	journaux	15	1
	librairie	20	1
	Magasin vidéo	50	1
	Magasin audio	50	1
	Labo photos	20	1
	Magasin artisanat	30	4
Loisirs et détente (300m ²)	cafétéria	100	1
	Salon de thé	100	1
	Jeux de société et d'échecs	40	1
	Jeux électronique	60	1
Locaux techniques	Climatisation	30	1
	Groupe électrogène	25	1
	Chauffage	30	1
	Dépôt matériel	20	1
	Bache à eau	30	1
Surface totale	4144m ²		

Tableau 13 : programme retenue

Source : auteur

CHAPITRE 04 : L'APPROCHE CONCEPTUEL ET TECHNIQUE

1. L'approche Conceptuel :

La genèse du projet doit passer par plusieurs étapes, et ses étapes sont établies en prenant en compte les contraintes du site et les besoins fonctionnels et esthétiques du projet. « Un projet est un espace vivant tel qu'un corps humain ce qui induit que les espaces qui le constituent doivent être complémentaires et fonctionnels tel que les organes vitaux » Louis Khan.

Le projet est l'ensemble de trois pièces :

Le site : comme cadre physique qui accueille le projet

Le programme et ses exigences comme base de projection

L'idée comme émergence du génie du lieu aux exigences contextuelles et symboliques.



Figure 89 : Les 3 pièces du projet

Source : google image

1.1 Schéma De principe :

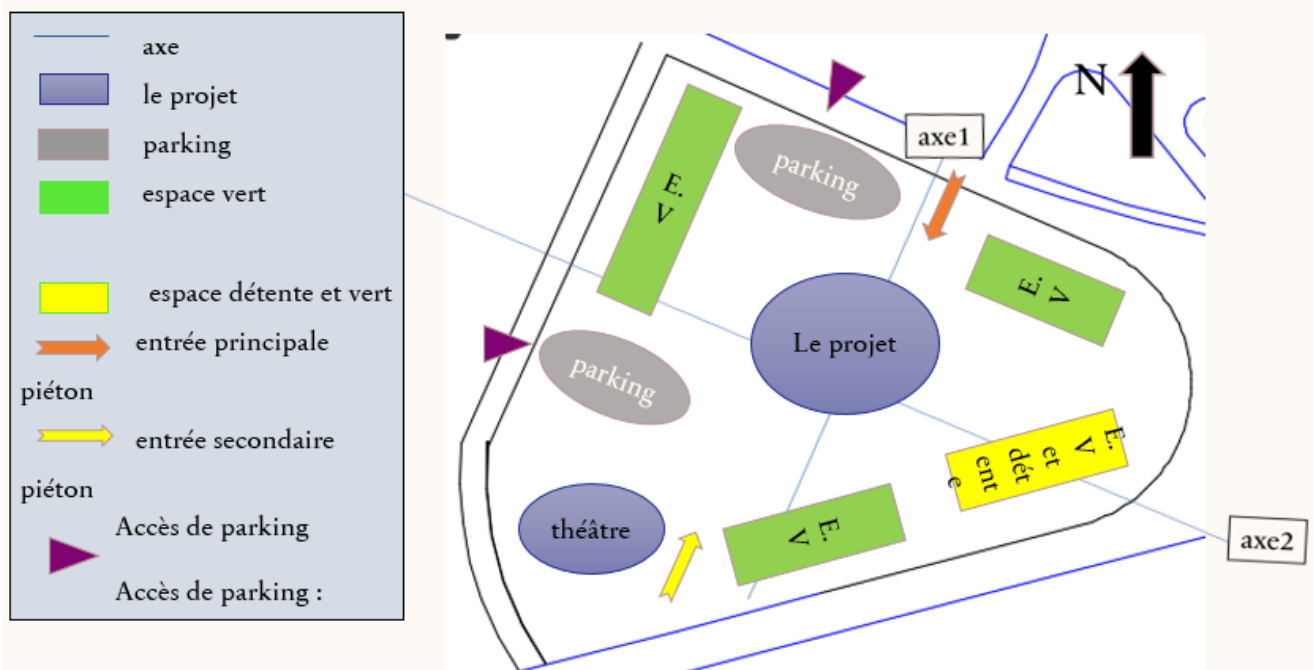


Figure 90 : schéma de principe

Source : auteur

1.2 La genèse de la forme :

La forme finale du projet résulte d'un processus de conception en plusieurs étapes. Tout d'abord, une forme irrégulière a été adoptée, suivant la forme du terrain. Ensuite, certaines parties ont été soustraites afin de générer des vides, favorisant l'éclairage naturel et la

ventilation. Des volumes ont ensuite été ajoutés pour accueillir différentes fonctions selon les besoins du programme. Ces éléments ont été reliés entre eux à l'aide d'un rectangle afin d'assurer une cohérence spatiale et une fluidité dans la circulation. L'ensemble de ces opérations a permis d'aboutir à la forme architecturale finale du projet.

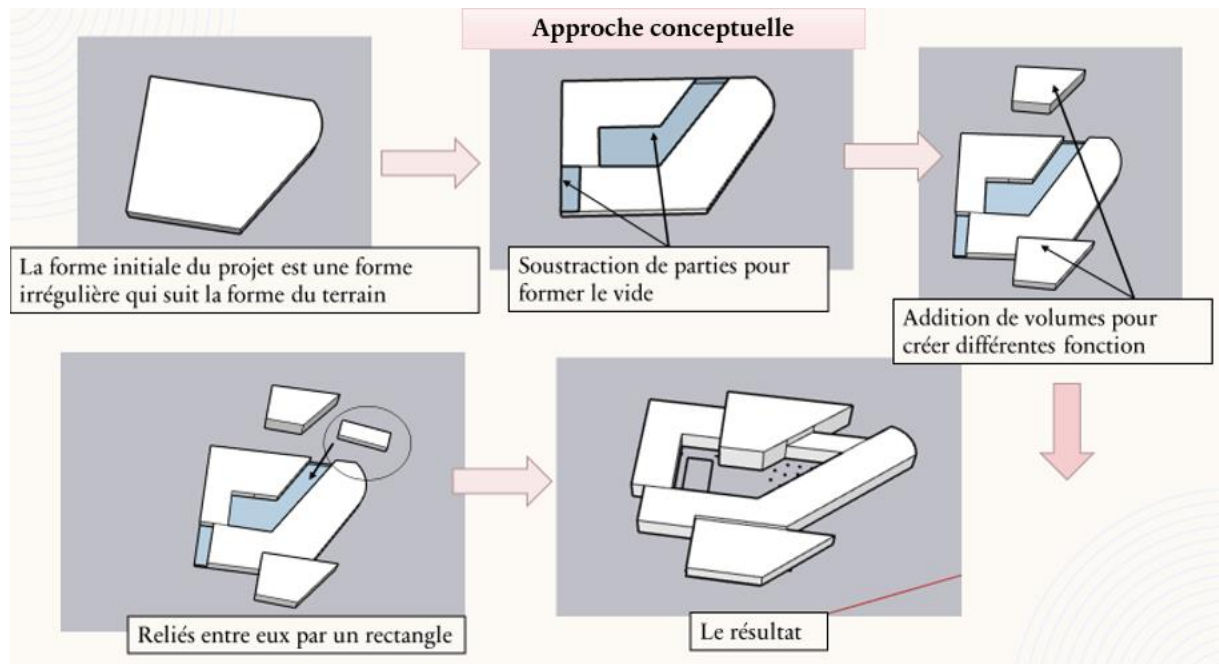


Figure 91 : approche conceptuelle

Source : auteur

2. L'Approche Technique :

Ce plan de masse a été proposé afin de réaliser la simulation



Figure 92 : plan de masse

Source : auteur

3. La simulation : un outil d'aide à une conception écologique :

3.1 Définition de la simulation :

La simulation est une représentation modélisée d'un phénomène réel (physique, biologique, économique, etc.) à l'aide d'un modèle, souvent informatique. Elle permet de comparer les données issues de la réalité avec celles générées par le logiciel, offrant ainsi une grande flexibilité pour modifier ou dupliquer un projet. En architecture bioclimatique, la simulation est un outil essentiel, notamment grâce à la possibilité d'ajuster facilement la période d'étude (jour, mois, année). Selon Chatelet et al. (1998), elle aide l'architecte à valider rapidement des choix fondamentaux comme l'implantation, la structure ou les ouvertures, et à optimiser les décisions dès les premières étapes du projet.

3.2 Simulation des ambiances extérieures : utilisation du logiciel Envi_Met :

3.2.1 Introduction :

Dans un contexte où les enjeux environnementaux deviennent de plus en plus pressants, la question de l'efficacité énergétique dans l'architecture prend une dimension cruciale. Le projet intitulé « Centre culturel à haute qualité environnementale à Guelma » s'inscrit pleinement dans le thème de l'optimisation durable de la conception architecturale pour une meilleure efficacité énergétique dans les équipements culturels.

Face aux défis du réchauffement climatique et de la raréfaction des ressources, ce projet vise à concevoir un espace culturel exemplaire qui conjugue architecture bioclimatique, sobriété énergétique et intégration paysagère. Il s'agit de créer un lieu adapté aux besoins de la population locale, tout en réduisant son empreinte écologique et en valorisant le patrimoine socioculturel de la région de Guelma.

Ce rapport présente la démarche méthodologique suivie pour simuler et évaluer l'impact environnemental du projet à l'aide du logiciel ENVI-met, spécialisé dans la modélisation microclimatique urbaine. À travers cette simulation, nous analysons les performances thermiques et énergétiques du site afin d'orienter les choix architecturaux vers des solutions durables, adaptées au contexte climatique local.

3.2.2 Présentation du logiciel ENVI-met :

ENVI-met est un logiciel de simulation microclimatique 3D conçu pour analyser les interactions entre les éléments urbains (bâtiments, végétation, surfaces, air) et le climat local. Il permet de modéliser les échanges thermiques et hydriques, d'évaluer le confort thermique extérieur et de visualiser les paramètres climatiques (température, humidité, vent, ensoleillement). Contrairement à d'autres outils qui se limitent à un seul aspect du microclimat, ENVI-met offre une approche globale, intégrant les effets thermodynamiques, aérodynamiques et ceux de la végétation. Il se distingue aussi par sa capacité à simuler à l'échelle

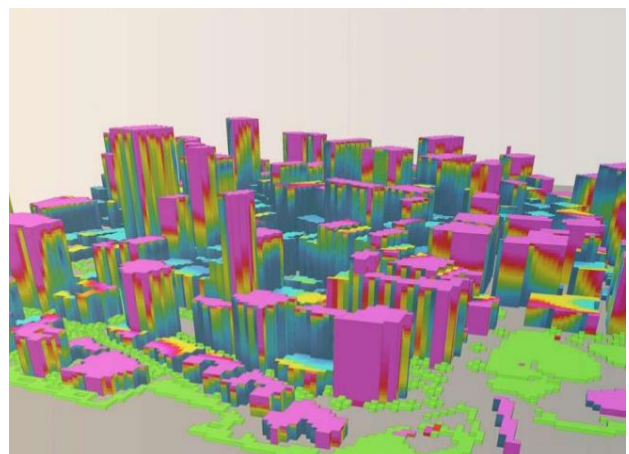


Figure 93 : simulation par envi-met

Source : google image

du quartier, ce qui en fait un outil de référence dans les domaines de l'urbanisme, de l'architecture durable et de la climatologie urbaine.

3.2.3 Principes généraux :

Le logiciel de pronostic climatique en trois dimensions, ENVI-met5 apparaît actuellement comme le plus complet dans sa catégorie (thermo aéraulique). Il permet l'étude et la comparaison, à une échelle microclimatique, des surfaces artificielles (bâtiments) et de la végétation dans des rues, dans des cours privées ou dans des espaces verts publics. Ce modèle tridimensionnel résout les équations classiques en fonction du temps, et simule les modifications « fortes » du vent (limites solides), comme celles dues aux murs, et les modifications plus « faibles » (barrières poreuses), comme celles dues à la végétation. Il est composé d'un modèle atmosphérique (équations de NavierStokes en condition non-hydrostatiques et incompressibles, approximation de Boussinesq, modèle de clôture de turbulence d'ordre 1.5), d'un modèle de sol (température, humidité, eau), d'un modèle de surface (bâtiments) et d'un modèle de végétation. Le modèle sol permet le calcul du transfert de la chaleur surfacique à l'intérieur du sol et vice-versa. La partie hydrologique permet le calcul de l'eau disponible dans le sol.

3.2.4 Fonctionnalités principales d'ENVI-met :

Le logiciel propose plusieurs modules complémentaires permettant une simulation fine :

- Spaces : création du modèle 3D du site (plan de masse, bâtiments, végétation, etc.),
- ENVI-guide : paramétrage des conditions météorologiques (température, vent, humidité),
- ENVI-core : moteur de simulation thermique et climatique,
- LEONARDO : visualisation et analyse graphique des résultats obtenus.

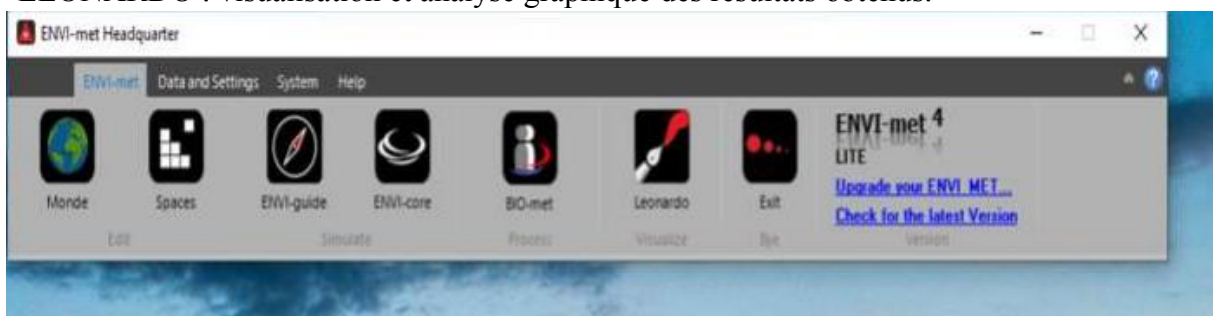


Figure 94 : Fonctionnalités principales d'ENVI-met

Source : auteur

3.2.5 Démarche de simulation environnementale avec ENVI-met :

- **Préparation du plan de masse** Avant toute simulation dans ENVI-met, il est essentiel de préparer un plan de masse précis du site d'étude. Ce plan servira de base à la modélisation du site dans le logiciel.

Étape 1 : Création du plan sur AutoCAD Le plan de masse est dessiné sur AutoCAD au format DWG ou DXF, en respectant une échelle adaptée. Les éléments à inclure sont : les bâtiments, les espaces verts, les zones minérales, les voies d'accès.



Figure 95 : plan de masse

Source : auteur

➤ Modélisation du site dans ENVI-met Spaces

La modélisation débute par la définition de la zone d'intervention, située à **Guelma**, une ville du nord-est algérien. Le contexte climatique, marqué par des étés chauds et secs, une forte exposition solaire et une ventilation naturelle modérée, constitue un paramètre clé dans l'analyse environnementale.

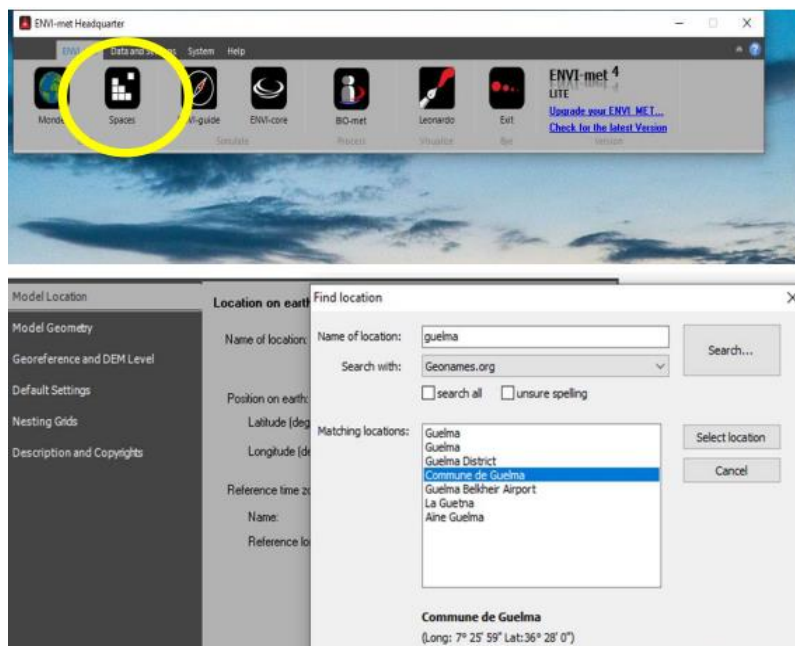


Figure 96 : Modélisation du site dans ENVI-met Spaces

Source : auteur

L'environnement urbain de Guelma, mêlant surfaces bâties, végétation et sols minéraux, offre un cadre idéal pour étudier l'impact microclimatique d'un équipement culturel intégré durablement dans son site.

➤ **Définition des paramètres météorologiques :**

Afin de garantir la fiabilité des résultats de simulation, l'intégration de données climatiques représentatives du site est une étape essentielle. Ces paramètres permettent de simuler les conditions microclimatiques réelles, influencées par l'environnement naturel et urbain de Guelma.

Pour ce projet, les données météorologiques ont été renseignées directement dans l'outil ENVI-met Guide, en se basant sur des moyennes saisonnières observées pour la région :

- Température maximale : environ 38°C en période estivale
- Température minimale : environ 20°C
- Humidité relative maximale : proche de 65%
- Humidité relative minimale : environ 25%
- Vitesse du vent : moyenne de 2,5 m/s
- Direction dominante du vent : nord-ouest (NW)

Ces valeurs ont été utilisées pour configurer le fichier INX, nécessaire à la simulation, en prenant soin de choisir une journée type d'été, période où les effets de surchauffe urbaine et les besoins en confort thermique sont les plus importants.

L'introduction de ces données dans ENVI-met permet de générer un environnement simulé réaliste, prenant en compte les interactions entre le climat local et la morphologie du projet.

Cette configuration constitue ainsi la base du scénario climatique utilisé dans l'analyse.

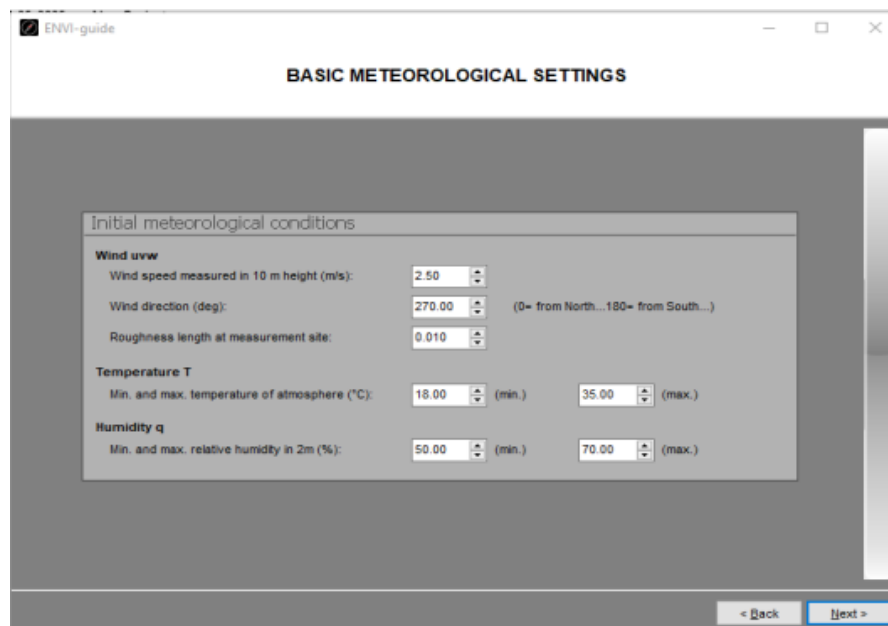


Figure 97 : la base du scénario climatique utilisé dans l'analyse

Source : auteur

➤ Modélisation du plan de masse

Une fois les données météorologiques intégrées, la modélisation précise du plan de masse peut débuter dans ENVI-met Spaces. Cette étape vise à reproduire fidèlement l'implantation du projet sur le site, en tenant compte des dimensions réelles, des matériaux utilisés et des types d'aménagements prévus.

Le plan de masse importé sous forme d'image bitmap sert de repère pour dessiner les différentes entités : bâtiments, voiries, espaces verts, zones minérales ou encore les éléments paysagers. Chaque objet est attribué à une catégorie spécifique : "building", "soil", "vegetation", etc., avec des propriétés physiques détaillées comme l'albédo, la rugosité ou la conductivité thermique.

Les volumes bâtis sont modélisés selon leur hauteur, leur emprise et leur orientation. La végétation, élément essentiel dans un projet HQE, est intégrée sous forme de zones plantées ou d'arbres individuels, chacun défini par son type, sa densité et sa capacité d'évapotranspiration. Le sol est également différencié entre surfaces imperméables, perméables, naturelles ou artificielles.

Cette représentation spatiale du projet permet d'anticiper l'impact thermique de chaque composant, en interaction avec le climat local. Le modèle final constitue ainsi un outil

d'analyse visuel et dynamique, prêt à être simulé dans ENVI-met afin d'en évaluer les performances environnementales.



Figure 98 : la Modélisation du plan de masse

Source : auteur

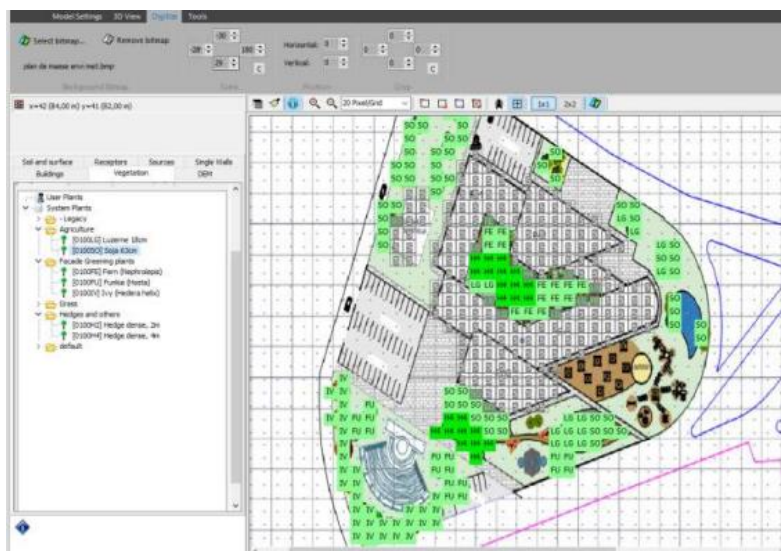


Figure 99 : la Modélisation du plan de masse

Source : auteur

➤ Visualisation 3D du modèle urbain simulé

La représentation tridimensionnelle du site constitue une étape clé dans l'analyse microclimatique. Elle permet non seulement de valider la fidélité du modèle numérique par rapport à la réalité physique du terrain, mais aussi de simuler avec précision les interactions entre les bâtiments, la végétation, les matériaux et les flux climatiques.

À travers les vues 3D générées dans ENVI-met Spaces, on distingue clairement la hiérarchisation des éléments architecturaux et paysagers. L'échelle des volumes bâtis, les différences de hauteur, les zones d'ombre et les espaces de pleine terre sont mis en évidence, apportant une lecture claire de l'impact spatial du projet.

Ces images démontrent l'effort d'intégration du projet culturel dans son environnement immédiat, dans une logique de conception bioclimatique. On observe une distribution réfléchie des masses bâties et des espaces verts, visant à favoriser la ventilation naturelle, limiter l'effet d'îlot de chaleur urbain, et optimiser le confort thermique extérieur. L'approche 3D permet ainsi d'anticiper les performances environnementales du projet avant même sa mise en œuvre, dans une logique de maîtrise énergétique dès la phase de conception.

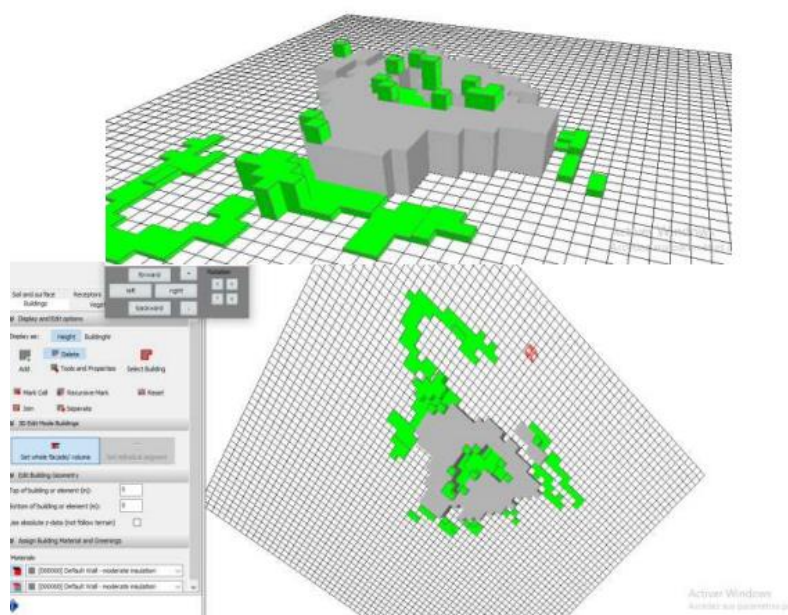


Figure 100 : la Visualisation 3D du modèle urbain simulé

Source : auteur

➤ Paramétrage et lancement de la simulation dans ENVI-met Guide

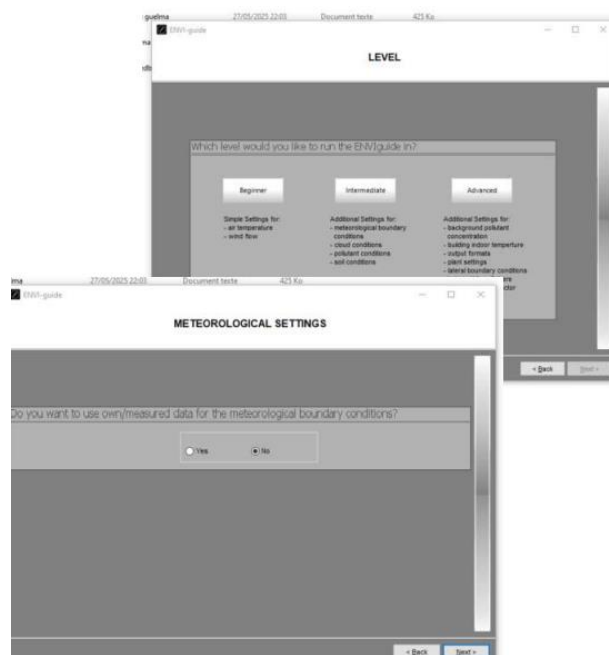
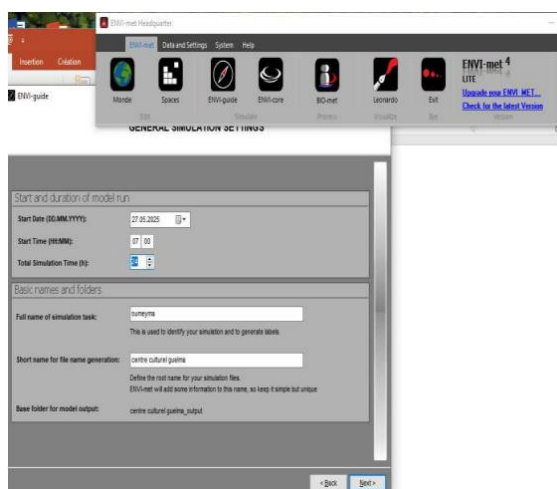
Une fois la modélisation du site achevée dans ENVI-met Spaces, la simulation microclimatique peut être préparée et lancée via l'interface ENVI-met Guide, qui sert de pont entre la modélisation spatiale et les calculs physiques.

Cette étape consiste à configurer les paramètres climatiques, temporels et techniques qui régiront la simulation. Le fichier du modèle 3D (extension .INX) est d'abord chargé dans ENVI Guide, puis les réglages suivants sont définis :

- Durée de la simulation : généralement sur 24 heures pour capter les variations diurnes et nocturnes.
- Date et heure de démarrage : choisies en fonction des conditions météorologiques locales les plus critiques (ex. une journée estivale chaude).
- Conditions météorologiques initiales : intégration des données de température, humidité, vitesse et direction du vent spécifiques à Guelma, en cohérence avec les tendances climatiques régionales.
- Type de simulation : sélection du modèle de base "Full Forcing" pour inclure toutes les interactions climatiques possibles.

ENVI-met Guide permet aussi de spécifier des options avancées telles que l'activation de l'analyse de confort thermique, l'export de données pour le post-traitement, ou encore la précision de calculs selon la taille du domaine étudié.

Ce paramétrage méticuleux est fondamental pour garantir une simulation fiable et représentative des conditions réelles. Il constitue le socle des résultats analysés dans les étapes suivantes.



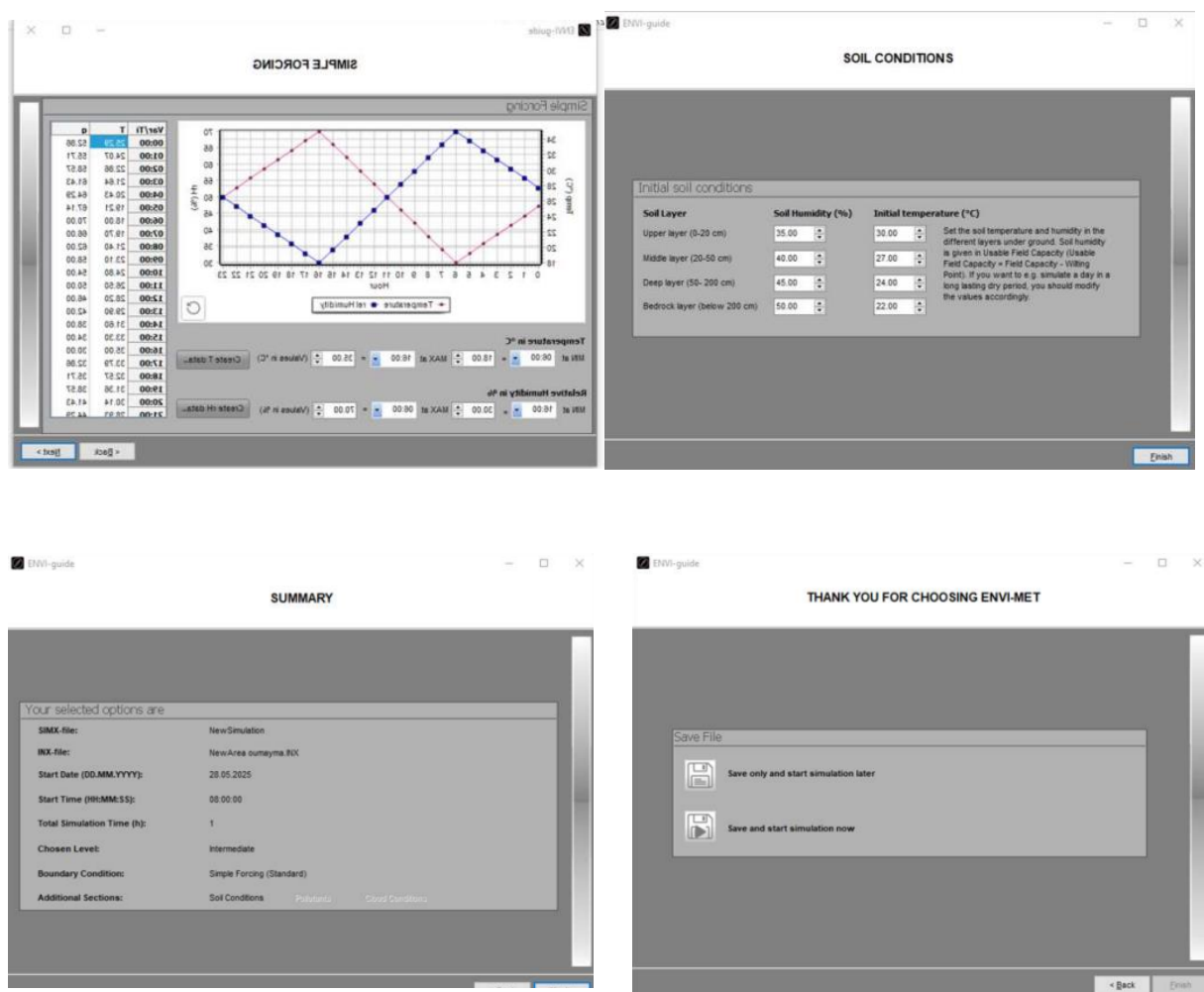


Figure 101 : les étapes de la simulation

Source : auteur

➤ Visualisation et interprétation des résultats avec ENVI-met Leonardo

Après l'exécution de la simulation dans ENVI-met, l'interprétation des résultats se fait via ENVI-met Leonardo, un outil puissant dédié à l'analyse visuelle des données climatiques générées. Il permet d'explorer avec précision les variations spatiales et temporelles des paramètres simulés, en les représentant sous forme de cartes colorées et dynamiques.

Parmi les indicateurs clés analysés avec Leonardo :

- Température de l'air (Air Température) : pour identifier les zones de surchauffe ou de confort thermique.
- Vitesse et direction du vent : permettant de visualiser les corridors de ventilation naturelle.
- Indice de confort thermique (PET - Physiologique Equivalent Température) : un indicateur crucial pour évaluer le bien-être thermique des usagers dans les espaces extérieurs.
- Humidité relative et température radiante moyenne, utiles pour comprendre le microclimat local.

L'interface intuitive de Leonardo permet d'explorer l'évolution des conditions climatiques heure par heure, de comparer plusieurs scénarios, et d'exporter des captures d'écran haute résolution pour une documentation scientifique ou technique.

En utilisant Leonardo, le projet ne se limite pas à une modélisation théorique : il entre dans une démarche analytique concrète, capable de valider les choix architecturaux à travers des données objectives et visuelles.

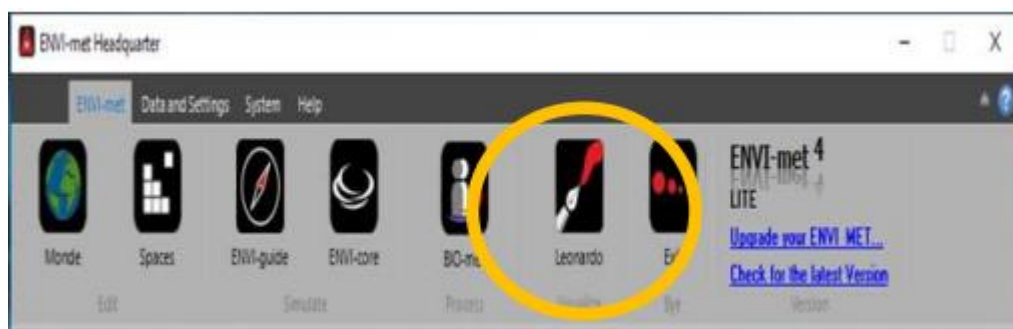


Figure 102 : Visualisation et interprétation des résultats avec ENVI-met Leonardo

Source : auteur

3.2.6 Analyse et interprétation des résultats :

- Analyse de la carte de l'humidité relative

La carte ci-dessus représente la distribution spatiale de l'humidité relative (%) au niveau du site simulé, à une hauteur de 0.2 mètre (niveau du sol), à 14h00 le 27 mai 2025. Cette

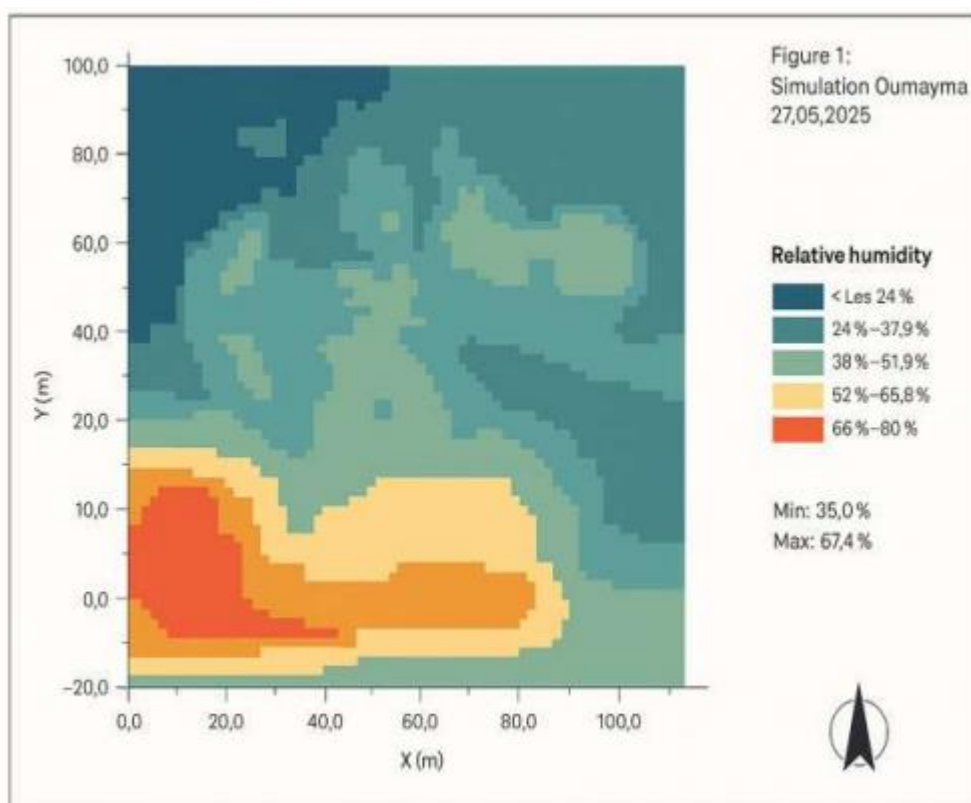


Figure 103 : carte d'humidité relative

Source : auteur

simulation a été réalisée via ENVI-met dans le but d'évaluer le confort microclimatique autour du futur Centre Culturel.

Répartition de l'humidité

- Les valeurs minimales enregistrées atteignent 58.82 %, principalement localisées en périphérie nord du site, zones exposées et peu végétalisées.
- Les valeurs maximales atteignent 67.64 %, concentrées au sud-ouest du site, une zone potentiellement dense en végétation ou ombragée.

Lecture des couleurs

- Les teintes bleues (zones nord et est) traduisent une faible humidité, typique des surfaces minérales ou fortement exposées au rayonnement solaire.
- Les zones vertes à jaunes indiquent une humidité modérée, souvent autour des espaces mixtes (semi-végétalisés).
- Les rouges, roses et fuchsias dans la zone sud-ouest signalent des niveaux d'humidité élevés, reflétant probablement la présence de végétation dense, de murs ombragés, ou de surfaces à forte capacité de rétention d'humidité.

Impacts sur la conception du centre culturel

1. Confort hygrothermique : Ces données sont essentielles pour orienter les espaces de repos extérieurs et optimiser la position des zones végétalisées, pergolas ou bassins.
2. Implantation : La zone sud-ouest semble propice à accueillir des espaces d'interaction sociale ou de détente, grâce à son humidité plus élevée, favorisant un microclimat agréable.
3. Stratégie de rafraîchissement : En combinant les données d'humidité avec celles de température et de vitesse du vent, des solutions comme la végétation stratégique, les revêtements perméables, et les fontaines pourront être intégrées dans le projet.

Type de simulation : Température potentielle de l'air à 0,2 m au-dessus du sol (x/y Cut at k=0, z=0.200 m).

Cette carte ENVI-met montre clairement les effets positifs d'un aménagement bioclimatique dans les espaces extérieurs d'un centre culturel.

Elle constitue une base solide pour affiner la conception du projet et améliorer le confort thermique des usagers.

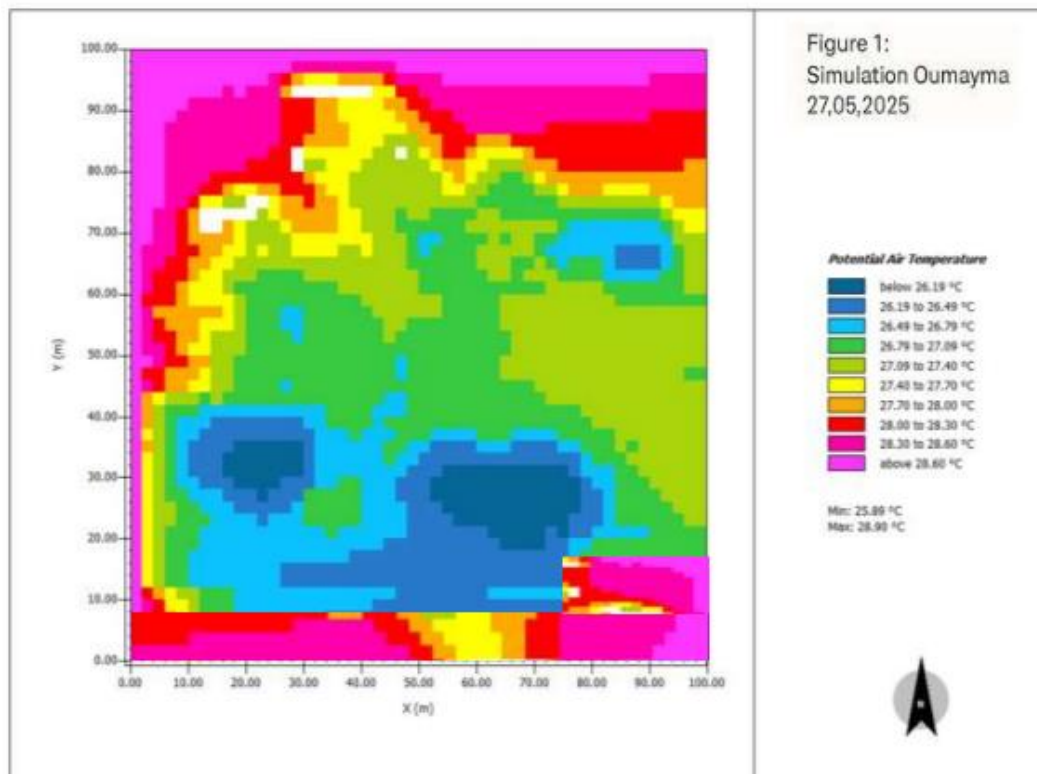


Figure 104 : carte de la température de l'air simulée dans le site urbain

Source : auteur

- **Analyse de la température de l'air simulée dans le site urbain**

L'étude de la répartition de la température de l'air à l'échelle du site permet d'évaluer l'impact de l'aménagement et des choix architecturaux sur le confort thermique extérieur. Sur la carte issue de la simulation, on remarque que les zones les plus exposées au soleil et peu végétalisées affichent des températures plus élevées, atteignant localement des pics thermiques. À l'inverse, l'implantation du centre culturel, avec ses espaces ombragés, ses matériaux à inertie thermique optimisée, et la présence ponctuelle de végétation, contribue à abaisser la température ambiante dans son environnement proche. Cette régulation thermique naturelle améliore significativement le confort des usagers dans les espaces extérieurs immédiats, en particulier durant les périodes estivales.

- **Analyse du rayonnement solaire et des échanges radiatifs**

Le rayonnement solaire direct est l'un des facteurs principaux de surchauffe urbaine. La simulation du rayonnement à ondes courtes permet de visualiser les zones les plus exposées à l'ensoleillement tout au long de la journée. Dans le cas du projet, l'orientation du bâtiment, combinée à des dispositifs de protection solaire (casquettes, débords de toitures, végétation), permet de limiter l'absorption excessive de chaleur sur les façades et les sols.

De plus, la configuration architecturale du centre culturel génère des zones d'ombres bien réparties, réduisant l'effet d'îlot de chaleur urbain. La gestion du rayonnement est ici un levier essentiel pour améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment, mais également pour favoriser la résilience thermique du site face aux fortes chaleurs.

- **Analyse de la répartition et de la vitesse des vents dans le site d'étude**

L'analyse du champ de vent simulé permet de mieux comprendre l'effet du tissu urbain sur les flux d'air dans le périmètre du projet. En milieu urbain, les vents sont influencés par la morphologie des bâtiments, la densité du bâti, les ouvertures entre les volumes construits et la présence d'éléments naturels tels que la végétation.

Dans le cas du centre culturel étudié, on observe une réduction notable de la vitesse des vents dans la zone centrale du site, correspondant à l'emplacement du projet. Cette atténuation naturelle du vent est due à l'effet brise-vent des masses bâties et à la disposition stratégique des volumes, qui limitent les courants d'air directs. Ce phénomène contribue à créer des espaces extérieurs plus confortables pour les usagers, notamment autour des zones de repos, d'accès, ou de déambulation.

Cependant, certaines zones périphériques montrent des accélérations ponctuelles du vent, généralement à proximité des ouvertures entre les blocs ou à l'interface avec des espaces non bâtis. Ces flux doivent être pris en compte dans la conception paysagère, notamment par l'introduction de végétation dense ou de structures filtrantes, afin de contrôler l'effet de couloir et d'augmenter la qualité microclimatique des abords du centre culturel.

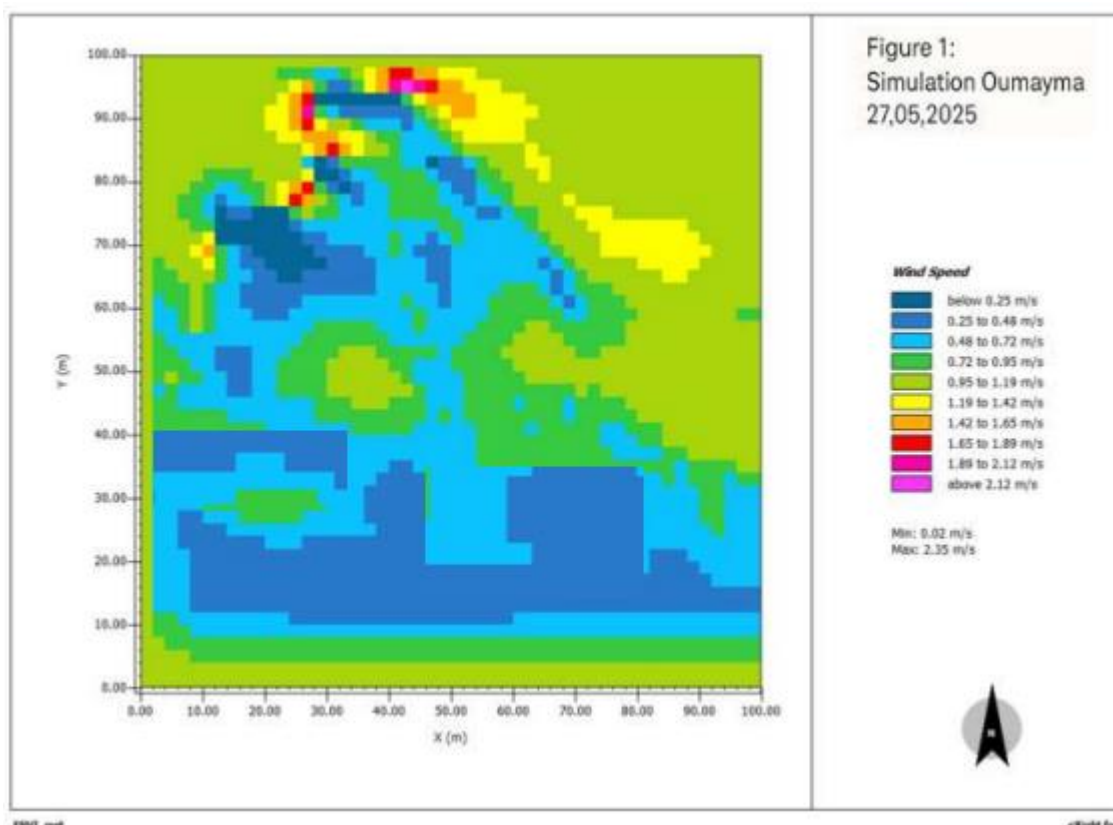


Figure 105 : de la répartition et de la vitesse des vents dans le site d'étude

Source : auteur

3.2.7 Synthèse des résultats de simulation microclimatique :

À l'issue de cette simulation microclimatique réalisée à l'aide du logiciel ENVI-met, plusieurs observations et constats majeurs ont émergé, mettant en lumière l'impact significatif des conditions climatiques sur la qualité architecturale et environnementale d'un projet urbain, en particulier lorsqu'il s'agit d'un équipement culturel à haute fréquentation et forte valeur sociale, comme le Centre culturel de Guelma.

Cette simulation a permis une analyse détaillée du site à travers différents paramètres climatiques essentiels : humidité relative, température, circulation des vents, flux thermiques, distribution solaire, etc. Ces données ont été visualisées à travers des cartes 2D explicites et comparées à la configuration architecturale proposée.

3.2.8 Lecture microclimatique du site :

Les résultats obtenus révèlent que :

- Le flux des vents dominants est modérément actif dans la zone d'étude, avec des zones de turbulences dues à l'environnement bâti environnant. La forme et l'orientation du centre culturel permettent de minimiser l'exposition directe aux vents froids, tout en facilitant la ventilation naturelle dans les zones de déambulation extérieure.
- Le taux d'humidité, bien que variable, reste globalement stable, sauf dans certaines poches urbaines où le manque de végétalisation crée des zones de stagnation. L'introduction de jardins et d'espaces verts autour du centre culturel joue un rôle régulateur et permet d'améliorer localement le confort hygrométrique.
- Le flux de température montre une réduction des îlots de chaleur dans la zone d'intervention grâce à la compacité du bâti, l'usage de matériaux à forte inertie thermique, et la gestion intelligente des ombrages.

3.2.9 Apport stratégique de la simulation dans la conception :

Au-delà de la simple observation, cette simulation a permis une vérification des hypothèses de conception durable émises en phase initiale du projet. Elle a servi à :

- Adapter les volumes architecturaux au contexte réel, évitant les formes ou orientations trop exposées.
- Renforcer les principes bioclimatiques, comme l'orientation sud pour les espaces de vie, la protection solaire naturelle, et la ventilation transversale.
- Réduire les besoins énergétiques passifs, notamment en climatisation et chauffage, tout en garantissant une excellente qualité de l'air intérieur et un confort optimal pour les usagers.

Le logiciel ENVI-met, en intégrant les phénomènes physiques, biologiques et climatiques, a démontré sa pertinence dans les projets d'architecture durable. Sa précision permet de modéliser finement le comportement climatique d'un site en interaction avec l'environnement bâti.

3.2.10 Une vision intégrée : architecture, climat et culture :

Dans le cadre spécifique du Centre culturel de Guelma, les enjeux sont doubles :

1. Offrir à la population un espace culturel ouvert, vivant, agréable, accessible, qui reflète l'identité du territoire.
2. Concevoir un bâtiment écologique, durable et exemplaire, s'inscrivant dans une logique de transition énergétique et environnementale.

Cette simulation confirme que la qualité architecturale ne peut plus être dissociée des enjeux climatiques locaux. Le confort thermique, la santé des usagers, la consommation énergétique, et même l'ambiance du lieu sont tous directement liés à ces paramètres.

3.2.11 Synthèse finale :

Pourquoi simuler est indispensable ?

La simulation microclimatique devient un outil de conception stratégique dans les mains de l'architecte, non seulement pour prédire les comportements climatiques, mais aussi pour :

- Éviter les erreurs de conception irréversibles,
- Anticiper les effets environnementaux à long terme,
- Réduire les coûts d'exploitation énergétique,
- Et assurer un confort optimal dans le respect des normes HQE.

Elle ouvre la voie à une architecture sensible, intelligente et engagée, où chaque décision est fondée sur une lecture scientifique du réel.

Le projet du Centre culturel de Guelma illustre parfaitement cette synergie entre création architecturale et performance environnementale, démontrant que l'innovation durable est possible et nécessaire dans tous les territoires.

Conclusion générale

À travers ce mémoire, nous avons exploré l'importance de l'optimisation durable dans la conception architecturale des équipements culturels, en mettant l'accent sur l'amélioration de leur efficacité énergétique. Notre démarche s'inscrit dans une perspective écologique et responsable, répondant aux enjeux environnementaux actuels et à la nécessité de réduire la consommation énergétique dans le secteur du bâtiment.

La première partie de notre travail s'est appuyée sur une étude théorique approfondie, permettant de cerner les concepts clés liés à la conception des équipements culturels, à la conception bioclimatique, et à l'efficacité énergétique. Cette base nous a permis d'identifier les leviers architecturaux susceptibles d'agir sur les performances thermiques des équipements culturels, tout en assurant le confort des usagers.

L'étude de cas appliquée à un centre culturel à Guelma nous a offert l'opportunité de traduire ces principes dans une situation concrète. À travers une simulation microclimatique réalisée avec l'outil ENVI-met, nous avons pu évaluer l'impact de certains choix architecturaux sur l'environnement immédiat du bâtiment. Cette simulation a révélé l'importance des éléments passifs comme l'orientation, l'intégration des espaces verts, les protections solaires et les matériaux à inertie thermique, dans l'amélioration du confort microclimatique et la réduction des besoins énergétiques.

Ainsi, l'architecture des équipements culturels, lorsqu'elle est pensée selon une logique durable et bioclimatique, peut réellement contribuer à une meilleure gestion énergétique, tout en valorisant le patrimoine culturel et en répondant aux besoins des usagers. Ce mémoire met en évidence qu'une conception intelligente et respectueuse du contexte environnemental est non seulement possible, mais surtout indispensable face aux défis climatiques actuels.

Références Bibliographique :

- **Ouvrages / Livres**

Dictionnaire Hachette. (1996). Éd. Hachette.

GIVONI, B. (1978). L'homme, l'architecture et le climat. Paris : Éditions du Moniteur.

OLIVA, J. & COURGEY, S. (2008). La conception bioclimatique. Paris : Éditions Terre Vivante.

THIERRY, G. & FEDULLO, D. (2011). Le grand livre de l'isolation. Paris : Eyrolles.

ROGER, C. (s.d.). La performance énergétique (PDF).

Alain, H. et al. (2004). Choix d'un site pour l'élevage de volaille.

- **Thèses**

ANDRES MORENO, S. (2012, décembre). Intégration des aspects énergétiques dans la conception du projet architectural : une approche méthodologique.

ARANTES, L. (2013, janvier). L'intégration des données énergétiques dans la conception architecturale située.

HAMMOU, A. (2013, septembre). À propos de la conception architecturale.

MAZOUZ, S. (2011). Théorie du projet architectural et urbain. Le processus de conception architecturale.

MAZARI, M. (2012, septembre). Étude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public.

SEOUD, S. (s.d.). Audit énergétique de bâtiments tertiaires - Cas de trois bâtiments existants à Alger.

BENMRARA, A. & CHENNOUF, A. (2015, septembre). Étude et évaluation de l'efficacité énergétique dans les bâtiments publics : cas du nouveau rectorat à TASSOUST-Jijel.

HACIB-FERKHA, N. (2015). Exploitation des énergies renouvelables en industrie.

BOURSAS, A. (2013). Étude d'efficacité énergétique d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation.

KABOUCHE, A. (2012, juin). Architecture et efficacité énergétique des panneaux solaires : simulation sous TRNSYS 16.1.

KESKAS, I. (s.d.). Le rôle de l'architecte algérien dans l'exploitation de l'énergie solaire passive dans le bâtiment.

CHERIGUENE, O. (2015, septembre). Architecture solaire : cas d'une unité de recherche en énergies renouvelables à Tlemcen.

MAZRI-BENARIOUA, M. (s.d.). La culture en tant que fait urbain : cas du secteur sauvegardé de Constantine.

GERAZ, H. (2017). Évaluation de la qualité architecturale dans les centres culturels. Mémoire de Master 2, Univ. OEB.

GHECHI, I. (2018). Thèse de Doctorat en architecture, Univ. de Constantine.

- **Sources en ligne :**

UNESCO. Définition de la culture.

Le Nord. Politique culturelle. Disponible sur : <https://lenord.fr/nos-politiques/culture>

Dexma. Efficacité énergétique dans les centres culturels – Étude CCCB.

<https://www.dexma.com/fr/blog-fr/efficacite-energetique-dans-les-centres-culturels-etude-de-cas-cccb/>

www.grenelle-batiment-certified.fr

www.infoenergie-bourgogne.org

www.fieec.fr

www.climamaison.com

www.enertech.fr

www.e-novelec.fr

<http://cregen.free.fr>

www.ecoconstruction-seineaval.com

<https://plancher-chauffant.ooreka.fr>

<http://ww2.ac-poitiers.fr>

<http://energie.wallonie.be>

www.mamrot.gouv.qc.ca

www.infomysteres.com ou www.mysteres-de-la-vie.com

