



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA -01-
INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME
Département d'Architecture

Mémoire de Master en Architecture

Thème de l'atelier : Technologie et environnement.

**L'amélioration du confort thermique dans l'espace intérieur
par la densité végétale.**

Conception d'un centre multifonctionnel à Cherchell, Tipaza.

Présenté par :

ALLICHE Fatma. Z.

GHERSI Achouak.

Encadré(e)(s) par :

DR. ATIK Tarik.

DR. BOUKARTA Sofiane.

Membres du jury :

Président : Dr. BENKAHOUL Leila..

Examineur : DR. ALLIOUCHE Sihem.

2022/2023

REMERCIEMENTS

كَانَ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِذَا أَتَاهُ الْأَمْرُ يَسْرُهُ، قَالَ: ((الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي بِنِعْمَتِهِ تَتِمُّ الصَّالِحَاتُ))

Premièrement et surtout, nous remercions Dieu, le tout-puissant ; pour nous avoir fourni cette opportunité et nous avoir donné la force, la patience et la capacité de la compléter.

Nous remercions notre promotrice Mr **BOUKARTA** et Mr. **ATIK** Sans ses conseils, son soutien et sa bonne humeur, cette thèse n'aurait pas vu le jour.

Nos plus sincères remerciements vont à tous les enseignants qui nous ont encadrés tout au long de notre parcours académique. Votre soutien et vos conseils précieux ont contribué à notre développement intellectuel, à l'acquisition de connaissances et à l'épanouissement de notre créativité. Nous sommes reconnaissants de l'impact positif que vous avez eu sur nous et de l'héritage de sagesse que vous nous avez transmis.

Nous remercions également les membres de jury d'avoir consacré leur temps pour lire et à évaluer ce travail.

Pour tous les professeurs de notre département et toute l'équipe pédagogique ; nous vous remercions pour votre accueil, votre patience et votre gentillesse.

Enfin et surtout, Merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Dédicace 01

Avant tout je tiens à remercier le bon dieu tout puissant qui m'a donné la force, courage et patience pour élaborer, préparer et présenter ce modeste travail.

Du fond du cœur, je tiens de remercier

Ma mère, La bougie qui fond pour illuminer notre chemin par son amour, maman chérie tu présenteras toujours pour moi le symbole de la force et de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour me voir dans ce jour-là, de voir dans tes yeux les larmes de joie et de fierté, et de voir ta petite FATIMA une Architecte diplômée

Mon père « Mon héros » Qui était toujours à mes côtés, Mes mots sont trop petits pour exprimer toute la gratitude que mon cœur contient pour toi J'espère que tu trouves ici le résultat des longues années de sacrifices et de privation pour m'aider à avancer dans la vie.

A notre chère docteur **Ikram**, mes sœurs **Yousra, Rihab, Asmaa et Yasmine**, et mon unique frère **Amine**, qui m'a soutenue tout au long de mon cursus, que dieu te garde pour moi, je t'aime tellement fort.

A ma **binôme GHERSI Achouak**, aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous le support que tu n'as cessé de me donner depuis les 5ans et surtout cette année. Je t'aime bêtise tu es toujours dans mon cœur.

A l'équipe, ; mes amis depuis 5ans **Yasmine, Nawel et Damia**, Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et des amies sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble.

A tous la famille **GHERSI**, ma tante et mon oncle.

A tous les enseignants qui m'ont encadré durant mon cursus, principalement : **Mr BOUKARTA, Mr ATIK, Mr. DAHMANE, Mme ALLIOUCHE, Mme KHETTAB, et Mr DJAZAIRI.**

A mes amis **Nermine, Fatima, Achouak, Feriel Abir, Hadil**, mes collègues de **groupe 03**, les membres de **club ibdaa**, avec qui j'ai partagé les joies et les peines de mes études en Architecture, je vous aime énormément.

Et à tous ceux qui par leurs présences ou leur soutien, leur apport, leur aide de près ou de loin ont participé à l'élaboration de ce travail.

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers le Tout-Puissant, qui m'a accordé la force, le courage et la patience nécessaires pour élaborer, préparer et présenter ce modeste travail.

Dédicace 02

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers le Tout-Puissant, qui m'a accordé la force, le courage et la patience nécessaires pour élaborer, préparer et présenter ce modeste travail.

Je dédie ce travail à **Ma chère mère**, La bougie qui fond pour illuminer notre chemin par son amour, maman chérie tu présenteras toujours pour moi une source inépuisable d'amour, de soutien et d'inspiration. Tes encouragements pendant les cinq ans et ta bienveillance infinie ont été les piliers de ma réussite. Ce travail est le fruit de ton amour inconditionnel et de ta confiance en moi. Je t'exprime ma reconnaissance éternelle pour tout ce que tu as fait et continue de faire pour moi. Tu es et resteras ma plus grande source de motivation.

A **Mon père**, mon héros tu m'as montré l'exemple du travail acharné et de la persévérance. Grâce à tes enseignements et à tes encouragements, j'ai acquis les compétences et la détermination nécessaires pour relever tous les défis qui se sont présentés à moi. Je suis fière de pouvoir te considérer comme mon modèle et je suis infiniment reconnaissante pour tout ce que tu as fait et continues de faire pour moi. Cette dédicace est un témoignage de ma reconnaissance éternelle envers toi, mon cher père.

À mon binôme **ALLICHE Fatima**, aucune dédicace ne peut véritablement traduire l'étendue de ma gratitude pour tout le soutien que tu m'as accordé au cours de ces 5 années, et particulièrement cette année. Je t'aime plus que les mots ne pourraient l'exprimer. Ta présence, ton soutien constant ont été essentiels à ma réussite, nous avons traversé ensemble des moments de joie, de rire, de doute et de dépassement de soi, et je suis infiniment reconnaissante d'avoir pu compter sur toi à chaque étape de notre parcours. Ta compagnie et ta camaraderie ont fait de notre binôme une véritable source de force et de motivation. Que cette dédicace témoigne de l'amour et de l'appréciation que je ressens envers toi, Fatima, mon cher binôme.

À mon équipe extraordinaire, à mes amies **Yasmine, Nawel et Damia**, qui ont été à mes côtés pendant ces 5 merveilleuses années, je me sens incapable de trouver les mots exacts et sincères pour exprimer tout l'amour et les pensées que je vous porte. Vous êtes bien plus que des amies, vous êtes mes sœurs, des âmes sur lesquelles je peux toujours compter. Cette dédicace est un témoignage de l'amitié profonde qui nous unit et des souvenirs précieux que nous avons construits ensemble, au fil des jours et des nuits blanches partagés. Vous avez été là dans les moments de rire, de larmes, de succès et de défis. Votre présence a été une

source inépuisable de réconfort, de soutien et de motivation. Je suis tellement reconnaissante d'avoir eu la chance de vous avoir à mes côtés et d'appeler chacune de vous une amie. Que cette dédicace soit le symbole de notre amitié éternelle, ancrée dans nos cœurs et prête à braver tous les vents contraires de la vie, comme nous le disons toujours « Toujours plus loin, Toujours plus haut, Toujours plus fort ».

A tous la famille **Alliche**, ma tante et mon oncle et sa sœur docteur Ikram.

A tous les enseignants qui m'ont encadré durant mon cursus, principalement : **Mr BOUKARTA, Mr ATIK, Mr DAHMEN, Mme ALLIOUCHE, Mme KHETTAB**, et **Mr DJAZAIRI**.

A mes amis **Nermine, kaouther, Fatima, Achouak, Ferial, Abir**, mes collègues de **groupe 03**, les membres de **club ibdaa**, avec qui j'ai partagé les joies et les peines de mes études en Architecture, je vous aime énormément.

Et à tous ceux qui par leurs présences ou leur soutien, leur apport, leur aide de près ou de loin ont participé à l'élaboration de ce travail.

Résumé

Le bâtiment consomme plus 46% de l'énergie finale et des émissions des gaz effet de serre. La conception architecturale réfléchie pourrait contribuer dans la réduction de l'empreinte écologique des bâtiments. Pour appliquer les principes du confort et l'améliorer, nous avons choisi la ville de Cherchell comme zone d'intervention, ou nous avons mené notre étude en combinant l'analyse sensorielle avec l'analyse typo morphologique. Ce qui nous a permis de constater une rupture entre la ville et la mer, et ainsi que le manque de plusieurs équipements. Comme réponse à cette situation problématique soulevée, nous avons choisi le site de Cap Tizirine comme espace d'intervention et élément de réponse. Parmi les projets proposés dans ce site, nous focalisons notre attention sur la conception écologique d'un centre multifonctionnel qui se veut comme un espace de loisirs et de consommation tout en véhiculant les principes de confort thermique tel que l'éco-responsabilité dans un modèle social basé sur la consommation.

MOTS CLES : centre multifonctionnel ; Cherchell ; confort thermique ; végétation ; conception écologique ; ville mer.

Abstract

Buildings consume more than 46% of final energy and greenhouse gas emissions. Thoughtful architectural design could help reduce the ecological footprint of buildings. To apply the principles of comfort and improve it, we chose the town of Cherchell as our area of intervention, and through analysis combining sensory analysis with typo-morphological analysis, we identified a rupture between the town and its periphery and between the town and the sea, as well as a lack of several facilities. As a response to this problematic situation, we chose the Cap Tizirine site as a space for intervention and a response to the issues raised. Among the projects proposed for this site, we are focusing our attention on the ecological design of a multifunctional center intended as a leisure and consumer space, while conveying the principles of thermal comfort and eco-responsibility in a social model based on consumption.

Keywords: multifunctional center; Cherchell; thermal comfort; vegetation; ecological conception; city sea.

ملخص

الطاقة النهائية للمبنى وانبعثات غازات الاحتباس الحراري يمكن أن يساهم يستهلك المبنى أكثر من 46 % من التصميم المعماري المدروس في تقليل البصمة البيئية للمباني وأثرها على المحيط الخارجي والطبيعي. لتطبيق مبادئ الراحة وتحسينها، اخترنا مدينة شرشال كمنطقة تدخل وموضع اهتمام دراستنا ومن خلال التحليل الذي يجمع بين التحليل الحسي والتحليل التشكيلي المورفولوجي، حددنا وجود فاصل بين المدينة وأطرافها وبين المدينة والبحر ونقص المرافق والمراكز العمومية. وعلى إثر هذا الموقف الإشكالي، اخترنا موقع كاب تيزيرين كمساحة للتدخل وكعنصر استجابة للمشكلة التي أثرت. من بين المشاريع المقترحة في هذا الموقع، نركز اهتمامنا على التصميم البيئي لمركز متعدد الوظائف الذي سوف يكون مساحة تجمع بين الترفيه والاسترخاء والاستهلاك مع نقل مبادئ الراحة الحرارية. مثل المسؤولية البيئية في نموذج اجتماعي قائم على الاستهلاك

الكلمات الرئيسية: مركز متعدد الوظائف؛ شرشال؛ راحة حرارية؛ نباتات؛ تصميم بيئي؛ مدينة بحرية

I. Table des matières

I.	Introduction générale	16
II.	Problématique générale	17
III.	Problématique spécifique	18
IV.	HYPOTHESE.....	18
VI.	Objectifs	19
VII.	Méthodologie de travail.....	20
VIII.	STRUCTURATION DU MEMOIRE	21
	CHAPITRE II : Etat de savoir	18
I.	Approche énergétique.....	23
I.1	les concepts	23
I. 1. 1	confort thermique	23
1.1.2	Les exigences thermiques du corps humain	24
I.1.3	Confort et habitat.....	25
`I.1.5.	Conception passive	31
I.1.6	Analyse bioclimatique.....	32
I.2	Recherche des paramètres d'optimisation d'énergie à l'échelle architecturale	33
I.2.1	Recherche liée à la forme	33
I.2.2	Recherche liée à l'enveloppe.....	37
I.2.2.1	Isolation thermique.....	37
I.2.2.2	Vitrage.....	39
I.2.2.3	Les matériaux d'isolation	40
I.2.3	Recherche liée à l'environnement	42
II.	Recherche thématique	58
II.1	la mixite fonctionnel	58
II.2	analyses d'exemple	62

II.2.1.1 the GATE.....	62
II.2.1.2 Le centre écoresponsable « Orchidées en bois »	63
Synthèse :	64
CHAPITRE III : Phase conceptuelle	65
I. Analyse de la ville	66
I.1 Présentation de la ville	66
I.1.1 Choix du cas d'étude.....	66
I.1.2 situation de cas d'étude	66
I.2 Analyse urbaine.....	69
I.2.1Analyse diachronique.....	69
I.2.2 Analyse synchronique	72
I.2.2.1 Analyse synchronique	72
a. situation du quartier	72
I.2.2.2 Analyse typo-morphologique	72
a. système viare	72
b. système parcellaire	74
c. système bati	74
d. système espace libre	75
.....	75
I.2.2.3 Analyse séquentielle	76
a. les séquences	76
b. l'acoustique	76
I.3 Synthèse (les atouts ; les stratégies)	77
II. Projet architecturale.....	79
II.1 Analyse de site	79
II.1.1 Situation de site d'intervention	79

II.1.2	Accessibilité.....	79
II.1.3	Gabarit.....	79
II.1.4	Caractéristiques géométriques	80
II.2	Les étapes du schéma d'organisation :.....	80
II.3	Présentation de projet :	82
II.3 .1	Le programme :.....	83
II.3 .2	L'enveloppe de projet :	87
II. 4.	Simulation.....	90
III.	Conclusion :	97

Références bibliographiques

Annexe

Liste des figures

Figure 1 Méthodologie du travail Source : Mr Boukarta, adapté par auteur	20
Figure 2 échanges thermiques du corps humaine avec son environnement /	24
Figure 3 les facteurs du sa climat intervenant dans la régulation thermiques de l'habitat / source auteur	25
Figure 4 température confortable de l'air ambient / source ergonomie des ambiances thermique iso 7730,2005	26
Figure.5 temperature de rayonnement et température ressentie/ source batitherm.....	26
Figure 6 réparation des puissances reçues du soleil suivants les orientations des façades/ source Jean Louis-archibio 1979.....	26
Figure 7 les effets de l'humidité de l'air.....	27
Figure 8 diagramme de Mollier / source dom system.....	28
Figure 9 les différentes causes d'humidité / source universimmo	29
Figure 10.11 effets de l'humidité interne / source murprtec.....	30
Figure 11 zone de confort thermique en fonction de la vitesse de l'air / source Liebard. A 2005	32
Figure 12 diagramme psychométrique d'après givoni / source Izard 1993.....	32
Figure 13 variation de coefficient de la forme.....	34
Figure 14 compacités de différentes formes géométriques	34
Figure 15 l'impact de la forme, la taille et le contact sur la compacité de formes simples / source Liebard 2006.....	35
Figure 16 isolation des murs interior/ source isolation-france.fr	38
Figure 17 isolation de mur par l'extérieur/ source .bis renovation.com/isolation par l 'extérieur.....	38
Figure 18 Jardin suspendu de Babylone, Maeren Van Heemskerck gravure du XVIe siècle / source www.flickr.com.....	43
Figure 19 La Hundertxasserhau, Vienne, Autriche,2007 (http://urbangreens.tumblr.com , s.d.)	43
Figure 20 Influence de la vegetation sur plusieurs échelles Adaptée par (Auteur)	44
Figure 21 : différents stades de développement des arbres Source spécifiée non valide.	45
Figure 22 Influence de la hauteur et de la forme du houppier sur l'efficacité de l'ombrage, la géométrie de l'arbre de droite est plus avantageuse à la fois en hiver et en été. (BOUYER, 2009)	45

Figure 23 Moyennes mensuelles des états de feuillaison, en pourcentage du maximum annuel par espèce. Sites du Ranch de Niono et du Gourma 1979-1992 Source spécifiée non valide.	46
Figure 24: sur ce graphique, les meilleurs super-arbres identifiés par les chercheurs de l'université Rice. Qu'ils sont capables d'aider à lutter contre le changement climatiqueSource spécifiée non valide.....	46
Figure 25 Schéma des composants de la toiture végétalisée.....	50
Figure 26 Représentation schématique de l'îlot de chaleur urbain(dailymotion, s.d.).....	52
Figure 27 Les facteurs influant les l'ilot de chaleur (notre-planete.info, s.d.)	53
Figure 28: Les paramètres influençant la température urbaine Source spécifiée non valide.	55
Figure 29 vue sur la ville de Cherchell /source google earth.....	66
Figure 30 situation de la ville Cherchell/ source google retouchée par auteurs	66
Figure 31 schéma d'analyse urbaine / source auteur	69
Figure 32 les cartes qui montrée la situation / source auteur	72
Figure 33 les points de repere / source auteur.....	72
Figure 34 les neouds / source auteur	73
Figure 35 la carte de sécurité routière et flux / source auteur	73
Figure 36 la composition des parcellaires / source auteur	74
Figure 37 carte de bâti / source auteur	74
Figure 38 schéma detat de bâti / source auteur	75
Figure 39 carte d'espaces vides / source auteur	75
Figure 40 les séquences sur le site d'intervention / source auteur	76
Figure 41 l'acoustique du quartier / source auteur.....	76
Figure 42 la carte des actions de synthèse / source auteur.....	78
Figure 43: la situation géographique du terrain par rapport au centre historique de la ville Source spécifiée non valide. éditer par l'auteur.	79
Figure 44: Analyse de site / source auteur	79
Figure 45 les dimensions de site intervention / source auteur	80
Figure 47 coupe B B / source auteur.....	80
Figure 48 coupe longitudinale / source google earth	80
Figure 49 coupe AA / source auteur	80
Figure 50 : plan de masse / source auteur	82

Figure 6 Modèle 3D de la boutique, source : Design Builder	90
Figure 7 Visualisation de la boutique avec une fenêtre, Source : Design Builder	90
Figure 8 Classes énergétiques en Algérie.....	90
Figure 5 Modèle 3D de la boutique, source : Design Builder	91
Figure 4 Visualisation de la boutique, source : Design Builder	91
Figure 8 Classes énergétiques en Algérie.....	91

Liste des Tableaux

Tableau 1 les facteurs de confort thermique / source auteur	26
Tableau 2 classification climatique en Algérie / source guide pour une construction écoénergétique en Algérie.	31
Tableau 3 la compacité du bâtiment / source guide pratique pour la construction et la rénovation durable	34
Tableau 4 les critères de variation / source guide pratique pour la construction et la rénovation durable ces bâtiments	35
Tableau 5 les techniques de l’inertie thermiques / source auteur	36
Tableau 6 Isolation des murs et des planchers/ Source : Guide pour une construction éco-énergétique en Algérie.....	38
Tableau 7 Type de vitrage ses avantages et inconvénients / Source : Guide de l’éco construction	39
Tableau 8 les matériaux d’isolation / Source : Guide de l’éco construction	40
Tableau 9 analyse climatique de la ville de Cherchell / source auteur	67
Tableau 10 analyse bioclimatique en utilisant le diagramme psychométrique Szokolay \ source auteur	68
Tableau 11 schema d'organisation / source auteur	81
Tableau 12: Le protocole de simulation	89
Tableau 13: Tableau résumant la première simulation (designbuilder, s.d.).....	90
Tableau 14 Tableau résumant les résultats de la première simulation, source : auteur.....	90
Tableau 15:Tableau résumant la deuxième simulation (designbuilder, s.d.)	91
Tableau 16 Tableau résumant les résultats de la première simulation, source : auteur.....	91

CHAPITRE I : Introduction

I. Introduction générale

Depuis l'aube de l'humanité, l'homme a toujours essayé de se protéger des aléas du climat (comme les fortes chaleurs estivales, les vents, les pluies, etc.), afin de créer des conditions de vie favorables. En l'absence des sources d'énergie actuelles, il était obligé de construire un habitat qui offre le confort durant toute l'année. Le climat a toujours été un facteur crucial qui a influencé la conception des structures bâties.

Au fil des temps, l'homme a essayé d'adapter son bâtiment au climat de son environnement, développant des techniques et des systèmes pour concevoir un abri qui le protège des intempéries (chaleur/ froid), et qui l'intègre dans son environnement. La réalisation de cet objectif a consisté en la réflexion sur les propriétés primordiales qui soient à la fois esthétiques et protectrices, et c'est là que l'architecture bioclimatique entre en jeu.

L'architecture bioclimatique intègre des éléments naturels tels que la ventilation naturelle, l'utilisation optimale de la lumière solaire, la gestion efficace de l'énergie, et l'harmonisation de végétation avec le bâtiment, créant ainsi des bâtiments plus durables et respectueux de l'environnement.

Les espaces verts sont connus depuis l'Antiquité et ont joué un rôle important dans différentes cultures à travers le monde ; en fait Les jardins d'Eden, mentionnés dans le Coran sont souvent associés à des lieux paradisiaques luxuriants. Ils sont le symbole de la beauté et richesse de la nature. Les jardins suspendus de Babylone de l'ancienne Mésopotamie étaient renommés pour leur conception exceptionnelle et leur splendeur. Ils se composaient de plusieurs terrasses et plateformes où poussaient une grande variété de plantes et d'arbres et même pendant la période romaine, les espaces verts étaient associés à la présence d'eau. Les Romains ont créé des jardins et parcs, avec des fontaines, des canaux et des piscines. L'eau était considérée comme un élément vital pour créer des environnements verdoyants.

De nos jours, la végétation joue un rôle de plus en plus important, elle contribue à améliorer la qualité de l'air en filtrant les polluants atmosphériques et en libérant de l'oxygène. Elle aide également à réguler la température en fournissant de l'ombre et en réduisant l'effet d'îlot de chaleur urbain. De plus, elle contribue également à l'amélioration du bien-être des individus en offrant des espaces verts favorable à la détente, à l'exercice

physique et à la réduction du stress. Ainsi, la végétation est devenue une composante essentielle de nos espaces urbains, tant dans la conception des bâtiments que dans l'aménagement des espaces publics, pour créer des environnements plus durables, sains et agréables à vivre. En effet, la végétation est considérée comme un nouveau matériau de construction qui intégrée de différentes manières dans les structures architecturales, que ce soit à travers des murs végétaux, des toits verts, des façades végétalisées ou des jardins suspendus.

Ces dernières années en Algérie, malgré la réalisation de nombreux projets de bâtiments publics, on constate malheureusement un manque considérable d'espaces verts. De plus, ces projets ne tiennent souvent pas compte des aspects thermiques et énergétiques, se focalisant essentiellement sur des critères fonctionnels et architecturaux. En conséquence, les bâtiments construits souffrent d'un manque de confort thermique et sont énergivores. Il est donc nécessaire de prendre des mesures réglementaires pour promouvoir la performance énergétique et le confort thermique dans la conception des bâtiments publics. En parallèle, il est primordial de développer davantage d'espaces verts en Algérie, car ils jouent un rôle essentiel dans la création d'environnements plus agréables et durables, offrant des avantages tels que la régulation thermique, l'amélioration de la qualité de l'air et la promotion du bien-être des citoyens.

II. Problématique générale

L'effet de la végétation dans le monde est largement reconnu pour ses nombreux avantages, tant sur le plan esthétique que sur celui de l'environnement et du bien-être humain. Ils contribuent à la régulation thermique, en fournissant de l'ombre et en atténuant les effets de l'îlot de chaleur urbain. De plus, ils améliorent la qualité de l'air en absorbant le dioxyde de carbone et en libérant de l'oxygène, et ils favorisent la biodiversité en offrant un habitat aux espèces végétales et animales.

Cependant, malgré ces bienfaits évidents, de nombreux bâtiments ont été construits sans prendre en compte cet effet bénéfique de la végétation. Les concepteurs et architectes ont souvent négligé l'importance de l'intégration de l'espace vert dans la conception architecturale, se concentrant davantage sur des considérations fonctionnelles et esthétiques. En conséquence, nous observons des bâtiments qui ne maximisent pas l'utilisation de la végétation pour améliorer le confort thermique et l'efficacité énergétique.

En tant qu'architectes, nous avons la responsabilité de concevoir des bâtiments qui respectent et tirent parti de l'effet bénéfique de la végétation. En intégrant des espaces verts et en adoptant des approches bioclimatiques, nous pouvons contribuer à créer des environnements bâtis durables, sains et agréables, tout en répondant aux défis environnementaux actuels.

III. Problématique spécifique

La ville de Cherchell, connue pour son riche patrimoine historique et culturel, fait face à une problématique majeure liée à son manque d'équipements et d'espaces de loisirs fonctionnels. Cette dysfonctionnalité urbaine constitue un défi important pour les habitants et les visiteurs de la ville qui cherchent des lieux de détente, de divertissement et de rencontres. Cette situation a un impact négatif sur la qualité de vie des habitants et limite les activités de loisirs disponibles dans la ville.

D'autre part, Cherchell est confrontée à un défi écologique majeur. La ville, bien qu'offrant un patrimoine naturel magnifique, a besoin d'un développement plus respectueux de l'environnement. Les infrastructures existantes sont souvent énergivores, génèrent des déchets et ne sont pas adaptées à une utilisation durable des ressources naturelles.

La combinaison de ces deux problématiques, le manque d'équipements et d'espaces de loisirs ainsi que le besoin d'un développement écologique, soulève la question de la conception d'un centre multifonctionnel écologique à Cherchell. Comment peut-on concevoir un tel centre qui répondrait aux besoins de la population en matière d'équipements et d'espaces de loisirs tout en intégrant des principes de durabilité et de respect de l'environnement ?

IV. HYPOTHESE

Afin de réaliser les objectifs du projet et bien mener l'étude, nous avons formulé les hypothèses suivantes :

- Concevoir un centre multifonctionnel à la façade maritime de la ville de Cherchell comme un espace de loisir et de détente avec l'aménagement d'une placette et pour répondre au manque des espaces publics.
- Intégrer la végétation à la conception du centre pour assurer le bien-être et le confort thermique.

introduction

- Préserver les arbres d'une manière qui nous permettra de respecter l'identité de la ville de Cherchell.
- L'utilisation des toitures végétalisés est une forme d'intégration de la végétation

V. Objectifs

L'objectif de notre travail est de concevoir un projet environnemental à travers l'intégration de la végétation et ses qualités environnementales dans le projet, et l'adoption d'une technologie appropriée à notre intervention, pour arriver à concevoir un centre multifonctionnel au niveau de cap tizirine à Cherchell.

VII. STRUCTURATION DU MEMOIRE

Afin de trouver des réponses à la problématique et aux questions soulevées, nous avons opté pour la méthodologie suivante :

Chapitre 01 : Introduction

Au cours de ce chapitre introductif, nous présentons les fondements de notre étude et expliquons la pertinence de notre sujet de recherche dans le contexte global et territoriale. Nous mettons en évidence les enjeux environnementaux actuels qui nécessitent une réflexion approfondie et des actions concrètes. De plus, nous identifions les problématiques spécifiques et décrivons la méthodologie que nous avons adoptée pour mener notre recherche.

Chapitre 02 : état de savoir

Ce chapitre est divisé en deux parties principales : une partie consacrée à l'aspect énergétique et une partie thématique. Dans chacune de ces parties, nous avons recueilli et examiné des études bibliographiques et des données paramétriques afin d'approfondir notre compréhension du sujet de recherche. Nous avons ainsi pu identifier les concepts et les outils qui seront utiles dans la phase de conception architecturale, en appuyant sur l'analyse des exemples.

Chapitre 03 : Phase conceptuelle

Ce chapitre est structuré en trois parties principales, La première partie de ce chapitre est dédiée à une analyse urbaine approfondie de la ville de Cherchell. Nous examinons les caractéristiques urbaines, l'organisation spatiale, les infrastructures existantes et les contraintes spécifiques de la ville et sur la base de cette analyse, nous formulons des recommandations et des stratégies d'intégration, ensuite dans la deuxième partie, nous entrons dans la phase conceptuelle du projet architectural, Enfin, dans la troisième partie, nous passons à la phase de simulation. Nous utilisons des outils de modélisation et de simulation et nous testons différents scénarios et stratégies pour évaluer et optimiser les performances énergétiques du projet

CHAPITRE II Etat de l'art

Introduction

Nous abordons dans ce chapitre la notion de la mixité fonctionnelle et quelques concepts de base qui ont un rapport avec la thématique, tel que le confort thermique et la végétation urbaine. Ce chapitre va nous permettre également de bien comprendre la notion du confort thermique et des possibilités pouvant être réalisées pour l'améliorer dans les espaces extérieurs, en prenant comme solution passive la densité végétale en vue de l'adopter et de profiter de ses apports dans notre projet.

I. Approche énergétique

I.1 les concepts

I. 1. 1 confort thermique

1.1.1 définition de confort thermique :

Selon (ASHRAE, 2004) le confort thermique exprime la satisfaction de l'environnement thermique, qui est estimée par une évaluation subjective, parce qu'il existe de grandes variations, à la fois physiologiques, d'une personne à l'autre il est difficile de satisfaire tout le monde dans un espace. Les conditions environnementales requises pour le confort ne sont pas les mêmes pour tout le monde. Cependant de nombreuses données de laboratoire et de terrain ont été collectées et fournissent les données statistiques nécessaires pour définir les conditions qu'un pourcentage spécifique d'occupants trouvera thermiquement confortables.

La zone du confort est définie comme la gamme de conditions climatiques dans lesquelles la majorité des gens ne ressentiraient pas l'inconfort thermique que ce soit de chaleur ou de froid. (Savignat A, 1988)

Une autre approche, définie par Slater consiste à considérer le confort comme « *un état plaisant d'harmonie physiologique, psychologique et physique entre un être humain et son environnement* ». Cette définition permet d'introduire le critère psychologique qui est, selon l'auteur, des critères indispensables pour se différencier de l'état de neutralité. (Gallissot, 2012).

Le corps échange en permanence de la chaleur avec son environnement immédiat, ces échanges se font suivant 3 mécanismes distincts :

a. Par convection

Ils'agitdeséchangesdechaleurliésaumouvementdel'airautourducorps.

b Par rayonnement

Il s'agit des échanges infrarouges avec les parois qui peuvent être chaudes ou froides.

c Par conduction

Il s'agit de séchages thermiques qui on lieu quand le corps est en contact avec une surface.

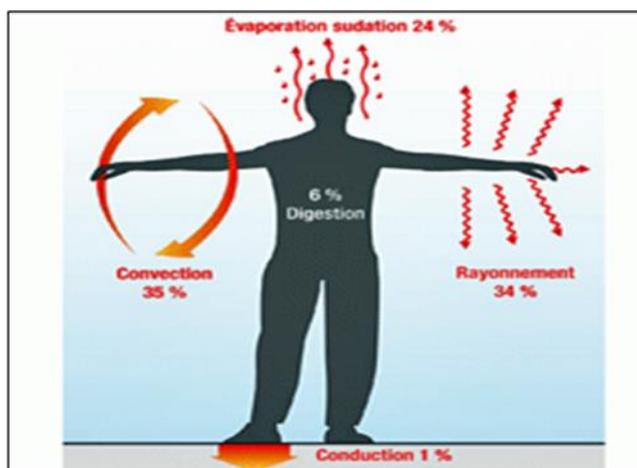


Figure 2 échanges thermiques du corps humaine avec son environnement /

Source : les confort thermique

1.1.2 Les exigences thermiques du corps humain

« L'homme est un être homéotherme et dispose d'une stratégie métabolique efficace lui permettant de déclencher tout un processus de régulation qui facilite son adaptation à un milieu. » (J-C, 1984). Il s'agit d'un noyau central homéotherme et une écorce poïkilotherme, (Teller)

« Le maintien de l'équilibre thermique entre le corps humain et l'environnement est l'une des principales exigences pour la santé, le bien-être et le confort » (Givoni, 1978)

Pour assurer son équilibre thermique, l'homme dispose d'un système de régulation qui lui permet de lutter contre le froid et la chaleur par des réactions appropriées (frissons, sudation, vasomotricité).

Le confort n'est pas possible que si ces réactions d'échanges avec l'air ambiant sont minimisées, l'habillement et principalement l'habitat sont un moyen pour assurer cet état d'équilibre thermique entre les variations climatiques et le sujet selon qu'il soit vêtu ou non, au repos ou en action.

I.1.3 Confort et habitat

Les facteurs du sa climat et intervenant dans la régulation thermique de l'habitat sont :

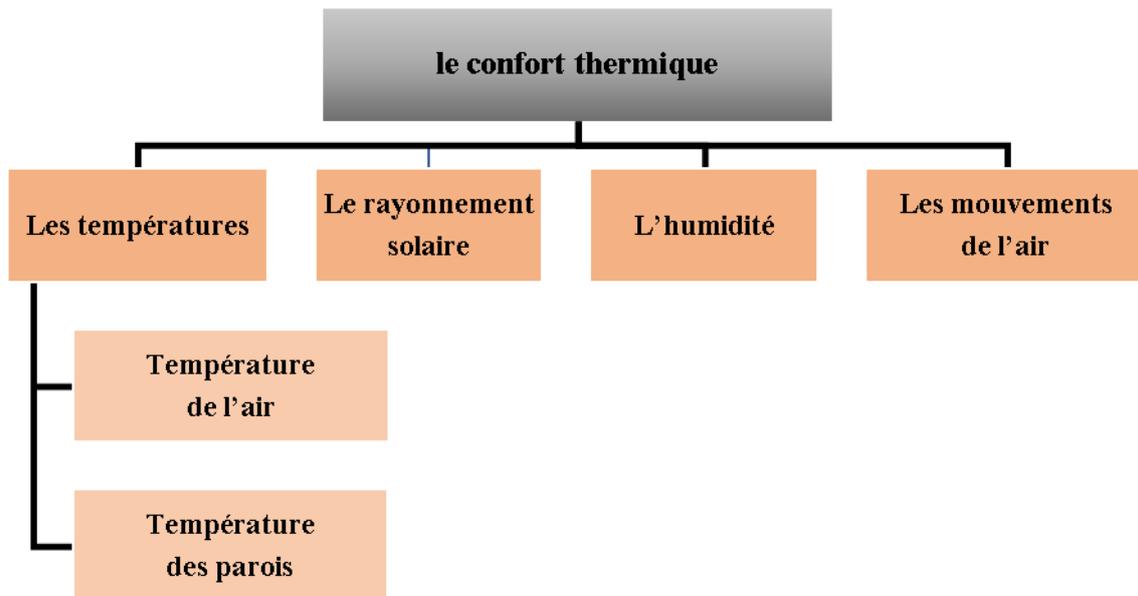
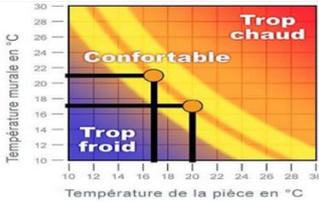
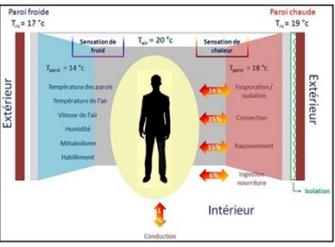
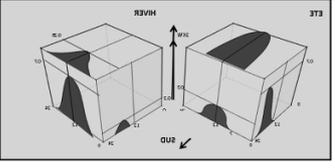


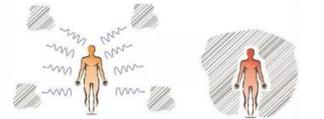
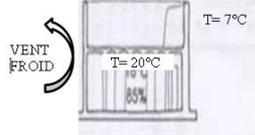
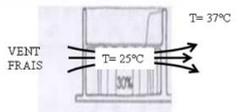
Figure 3 les facteurs du sa climat intervenant dans la régulation thermiques de l'habitat / **source** auteur

L'intervention sur les actions combinées (physiologiques et climatiques) de ces différents facteurs permet d'assurer les conditions optimales du confort à l'intérieur de l'habitat.

Pour cela, il est utile de prendre en considération les exemples ci-après, comme cas de figures rencontrés dans l'appréciation du confort thermique.

Tableau 1 les facteurs de confort thermique / source auteur

Le confort thermique		
Les Facteurs	Définition	Illustration
Les températures	<p>De l'air</p> <p>La température de l'air ambiant d'une pièce est mesurée au centre et à un mètre du sol.</p> <p>La température au niveau du sol est plus basse que la température au niveau du plafond. L'air chaud léger s'élève alors que l'air froid dense descend. La température diminue aux abords des parois, fenêtres et portes en hiver. En été, celle-ci augmente. (LIEBARD A , DEHERDE Andre, mars 2006).</p>	 <p>Figure 4 température confortable de l'air ambiant /source ergonomie des ambiances thermique iso 7730,2005</p>
	<p>Des parois</p> <p>Il s'agit de la température des parois avec lesquelles le corps échange de la chaleur par rayonnement (une vitre aura une température rayonnante faible en hiver) Une sensation différente est éprouvée que l'on se trouve :</p> <p>Pour la sensation froide : la sensation d'inconfort (frissons) pousse l'utilisateur à chauffer plus, donc à surchauffer, assécher l'air et consommer plus.</p> <p>Pour la sensation de chaleur : la température ambiante est mieux tolérée par l'utilisateur</p>	 <p>Figure.5température de rayonnement et température ressentie/source batitherm</p>
Le rayonnement solaire	<p>Le rayonnement solaire décompose les matériaux avec lesquels nous construisons, nous brûle la peau, et favorise le cancer de la peau. Le soleil peut être à la fois source de vie et cause de destruction de celle-ci (Edward, 2005).</p> <p>En été, bien que la température ambiante soit la même (37°), la zone ombragée sera appréciée car plus fraîche que la zone soumise aux effets thermiques du rayonnement solaire.</p> <p>En hiver, c'est l'inverse qui se produit. Pour une même température ambiante extérieure (- 2°C°, la zone réchauffée par les rayons du soleil sera plus agréable que la zone à l'ombre.</p>	 <p>Figure 6réparation des puissances reçues du soleil suivants les orientations des façades/source Jean Louis-archibio 1979</p> <p>L'hiver c'est la façade sud qui reçoit le plus, l'horizontale et la façade ouest reçoivent très peu. En été, c'est l'horizontale qui est plus éclairée, suivie de la façade ouest et de la façade sud. A noter la différence des heures ou la puissance reçues sont maximale.</p>

	<p>L'humidité de l'air, qui représente la quantité d'eau sous formes gazeuse présente dans l'air, est généralement exprimée en termes d' « humidité relative ».</p> <p>L'humidité relative est définie comme le rapport de la masse de vapeur d'eau dans un certain volume d'air humide à une température donnée, à la masse de la vapeur d'eau dans le même volume d'air saturé à la même température. Elle est normalement exprimée en pourcentage. (Ahmed, 2013).</p>	 <p>Figure 7 les effets de l'humidité de l'air</p> <p>Les effets de l'humidité de l'air ; à gauche une humidité relative et température élevée (HR>90%) qui rend l'évaporation de la transpiration très difficile et donc le refroidissement ; à droite une humidité relative faible qui permet à la sueur de s'évaporer et refroidir le corps.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Les mouvements de l' air</p>	<p>-La vitesse de l'air est un paramètre important qui influence les échanges de chaleur par convection et l'évaporation de la peau. Lorsque la vitesse de l'air dépasse 0,2 m/s , les occupants commencent à ressentir le mouvement de l'air à l'intérieur d'un bâtiment. (Belmaaziz.M, 2012).</p> <p>-Un mouvement d'air plus important accélère l'échange de chaleur par convection avec l'air ambiant, ce qui peut être recherché en été mais évité en hiver pour éviter les infiltrations et les courants d'air. Il existe une valeur optimale de vitesse de l'air qui assure un refroidissement efficace, et au-dessus ou en dessous de cette valeur, un inconfort peut être ressenti. Cette valeur dépend de la température et de l'humidité environnantes. (LIEBARD A , DEHERDE Andre, mars 2006).</p>	 <p>HIVER : dévier vents froids et curant d'air.</p>  <p>ETE : rafraichissement par ventilation</p>

1.1.4 Le confort thermique et l'humidité

1.1.4.1 Influence de l'humidité ambiante

La sensation d'inconfort liée à l'humidité provient de l'importance de la transpiration qui se fait d'autant plus difficilement que le milieu ambiant a une humidité relative plus grande. En effet, plus il y a d'humidité dans l'air, plus il est difficile d'évaporer la sueur et donc d'évacuer la chaleur dégagée par le métabolisme. Cette sensation d'inconfort est aussi fonction de la température ambiante T_a puisque la puissance échangée sous forme la tente

Etat de l art

croît avec T_a . Si le progrès des sciences et des techniques de la construction permet d'améliorer le confort des occupants, il faut bien admettre que le gêne provoqué par l'humidité est encore bien existant de nos jours. L'eau sous ses différentes formes dans les bâtiments constitue à la fois un danger potentiel pour la santé et le confort et une source de dommages réels : esthétiques et matériels.

On ne peut sous-estimer les effets l'humidité sur les matériaux de construction. Si ces effets n'existaient pas, la construction de bâtiments durables seraient grandement simplifiée ainsi que la tâche des architectes.

(LATTA JK, BEACHA R, 2006) Ont déclaré :« on a dit que, les recherches en construction, ne seraient pas nécessaires s'il n'y avait pas l'effet de l'eau sur les matériaux de construction ».

L'humidité dans un logement est déterminée par :

- Les paramètres extérieurs : températures, humidité, ventilation et l'ensoleillement.
- Les caractéristiques du bâtiment : présence de fuites, de ponts thermiques, capillarité des matériaux, etc.
- Le comportement de l'habitant : fréquence de l'aération, températures intérieures, production de vapeur d'eau

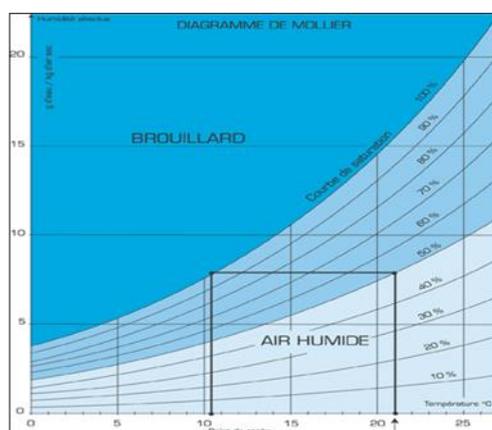


Figure 8 diagramme de Mollier /source dom system

L'humidité relative de l'air s'exprime en pourcentage, on mesure la quantité d'eau par un taux d'humidité qui peut varier de 0% à 100%, L'hygrométrie idéale est comprise entre 30 et 60% mais elle est très variable selon les saisons et la situation géographique. Exemple, pour une température d'air de 22° avec humidité relative comprise entre 40 et 65

% la majorité des personnes ne percevront aucune gêne à l'inverse à une température de 24° mais avec une humidité relative de 82% la transpiration sera abondante.

Lorsqu'un mélange d'air et de vapeur est chauffé ou refroidi, le processus qui en résulte peut-être représenté par une ligne horizontale sur la courbe. Le développement ABC représente l'air d'une pièce à 21°C et 50% d'humidité relative qui est refroidi au contact d'une paroi froide. Quand il est refroidi à 10,3°C, le mélange devient saturé. S'il est refroidi davantage, de l'humidité sera formée au moyen d'une condensation sur la paroi froide.

L'humidité de l'air peut s'exprimer de plusieurs manières (S, 1980) : teneur en eau (en volume ou en poids), pression de vapeur, humidité relative et point de rosée. La teneur en eau peut s'exprimer de plusieurs façons :

- Le rapport de mélange, x , est le rapport de la masse de la vapeur d'eau à la masse d'air sec contenu dans un volume d'air ;
- La concentration en eau, g , est le rapport de la masse de vapeur d'eau à la masse totale d'un volume d'air, en kg/m^3 .
- L'humidité absolue, ϕ , représente la masse d'eau par unité de volume d'air, en kg/m^3 .

La pression partielle de vapeur d'eau, p , s'obtient en supposant que la vapeur d'eau occupe à elle seule le volume à disposition. Cette pression s'exprime en pascals [Pa].

La pression atmosphérique est égale à la somme des pressions partielles de tous les composants de l'air (azote, oxygène, vapeur d'eau, gaz carbonique, argon, etc).

À chaque température correspond une pression partielle de vapeur d'eau maximum, appelée pression de vapeur saturante.

L'augmentation de la vitesse de l'air compense les effets de l'humidité.

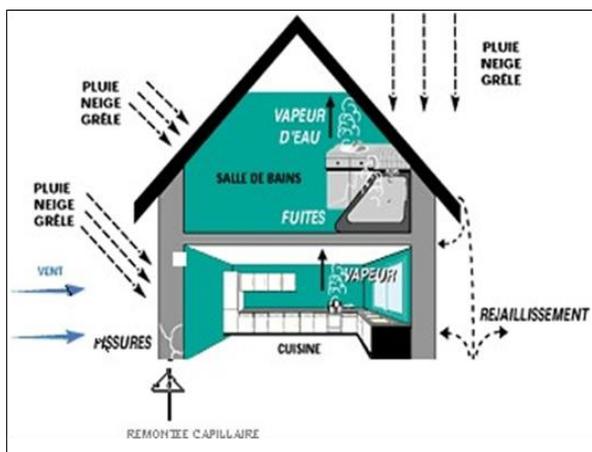


Figure 9 les différentes causes d'humidité / source universimmo

1.1.4.2 Les dégâts causés par l'humidité

L'humidité est particulièrement nocive à la santé des résidents. Pour les personnes sensibles, les risques de maladies O.R.L(Oto-Rhino-Laryngologie) ou respiratoire sont grands.

Ce méfait porte également atteinte au bâtiment, à commencer par les petits détails tels que la peinture, le décollement des papiers peints, les tâches sur les supports, les mauvaises odeurs ainsi que les moisissures. L'humidité dégrade considérablement l'état de la maison au fil du temps, si elle n'est pas traitée elle peut aboutir à de sérieux problèmes.

Un des problèmes les plus fréquents dû à l'humidité est la condensation qui se traduit par la présence d'eau dans les fenêtres et murs. La buée sur les fenêtres le matin et la présence de champignons révèlent la condensation. L'origine des ennuis est un intérieur trop chauffé et humide en contact avec des murs extérieurs froids.

Autre problème courant, les remontées capillaires sont une remontée d'humidité dans les murs du logement. L'apparition de salpêtres (dépôt blanchâtre) et de champignons à la basedesmursetlerefroidissementdesmurssontdessignesannonciateursderemontéescapillaires. Pour lutter contre ce mal, l'intervention d'un professionnel est indispensable. Le problème nécessite un diagnostic précis et les traitements peuvent être dangereux.

L'infiltration d'eau va se diagnostiquer grâce aux fissures et auréoles sur les murs, à la présence de salpêtre, et la présence d'odeurs et moisissures. Comme pour les remontées capillaires, l'intervention d'un professionnel est indispensable, l'infiltration d'eau étant un problème grave.

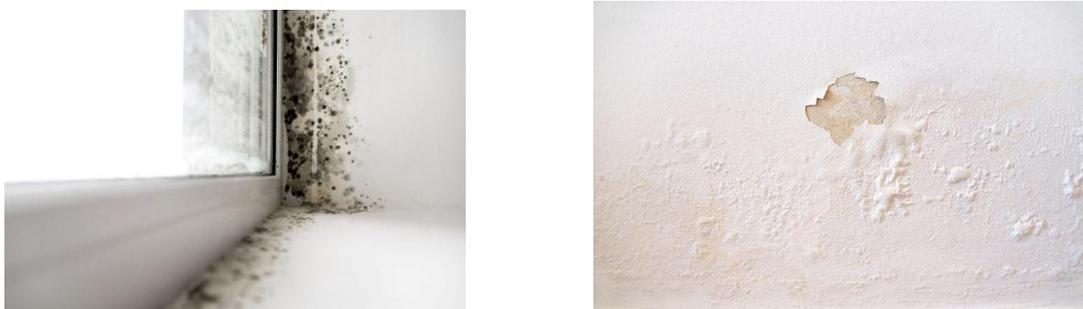


Figure 10.11 effets de l'humidité interne / source murprtec

1.1.5. Conception passive

Une conception architecturale vise à utiliser les éléments favorables du climat et de l'environnement, en vue de la satisfaction des exigences du confort thermique.

A cet effet la conception du bâtiment à faible consommation constitue une relation optimale entre l'habitat et le climat en vue de créer une ambiance confortable par des outils architecturaux.

Le but de cette architecture est d'exploiter les effets bénéfiques du climat (captage du soleil en hiver, ventilation en été) tout en offrant une protection contre les effets négatifs (trop de soleil en été, expositions aux vents dominants), une conception qui intègre les mesures d'efficacité énergétique ; et qui place l'occupant et son confort au centre de ses préoccupations. La classification climatique en Algérie permet de distinguer quatre zones principales littoral marin, arrière littoral montagne, semi-aride et aride.

Tableau 2 classification climatique en Algérie / **source** guide pour une construction écoénergétique en Algérie.

Zone	Recommandations	
Climat littoral marin	-Les pertes de chaleur doivent être minimisées en prévoyant	-Une bonne organisation des espaces. -une bonne isolation des murs et des toitures. -une ventilation contrôlée. -des fenêtres à faible coefficient de déperdition thermique au moins sur les façades ouest, nord et est.
	-les apports solaires doivent être maximisés grâce à	-façade orientée au sud. -des vitrages sud permettant de capter les apports solaires et de préchauffer l'air neuf. -un stockage de ses apports par l'inertie thermique des parements.
Climat arrière littoral montagne	Il faut prévoir la même conception que pour le climat littoral marin sauf qu'il faut – réduire la compacité et minimiser la forme. -une isolation renforcée de l'enveloppe du bâtiment. -une masse thermique plus importante des murs et des planchers. -une diminution des surfaces de parois vitrées et des ouvertures côté sud.	
Climat aride et	Dans ses milieux on trouve les températures et la fluctuation qui sont à la base de l'inconfort, pour atténuer cet effet il est recommandé -une orientation de bâtisse.	

semi-aride	-un ombrage (protections solaires horizontales et verticales).
------------	--

I.1.6 Analyse bioclimatique

Les analyses bioclimatiques ont pour mission de donner une synthèse de l’environnement climatique de la ville en question tout en donnant les dispositifs climatiques à choisir pour réduire le recours au chauffage et climatisation conventionnels.

a- Le diagramme d’olgay

Olgay définit d'abord une « zone de confort » en termes de température (axe vertical) et d'humidité relative (axe horizontal). La méthode Olgay, basée sur un diagramme bioclimatique fonde sur la température sèche et l’humidité relative. et son objectif principal, évaluer les critères de confort pour les environnements extérieurs et intérieurs, la méthode d'Olgay a prouvé son application majeure pour les environnements extérieurs. (KHELIFI, evaluation du confort dans les batiments).

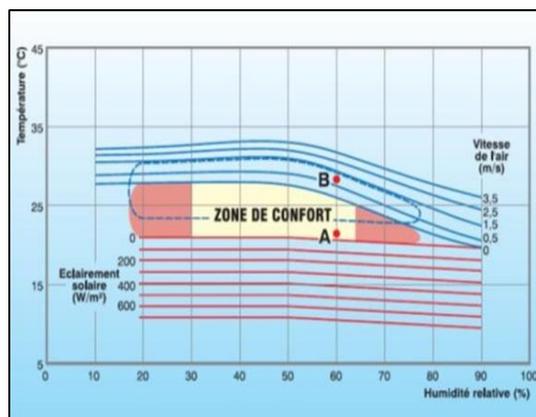


Figure 11 zone de confort thermique en fonction de la vitesse de l’air / source Liebard. A 2005

B- Le diagramme de Givoni

La méthode Givoni consiste à définir une zone de confort sur la carte psychrométrique. Cette zone de confort représente la gamme des conditions climatiques extérieures dans lesquelles une personne se sentirait à l'aise. Il délimite les plages acceptables de température et d'humidité relative pour chaque zone. Les caractéristiques climatiques des conditions climatiques extérieures inconfortables sont également indiquées sur le graphique (UNDP, 2005).

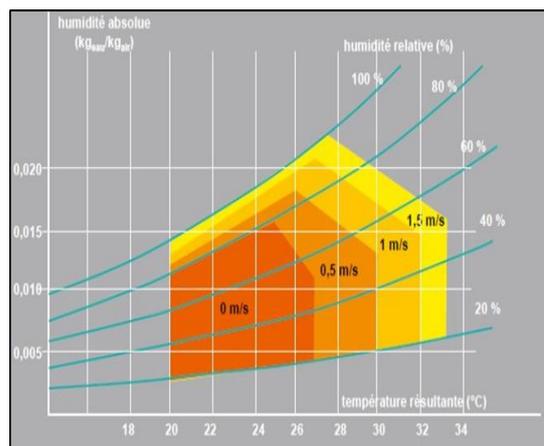


Figure 12 diagramme psychrométrique d’après givoni / source Izard 1993

C-Le diagramme de szokolay

Cette méthode consiste à élaborer une zone neutre et des zones de contrôle passif et mécanique est déterminée selon les données météorologiques de chaque région et avec plus d'exactitude. . (KHELIFI, evaluation du confort dans les batiments)

D-les tableaux de Mahoney

Les tableaux se basant sur les températures mensuelles, la température moyenne annuelle, les humidités relatives et la pluviométrie de la région considère.

Alors on trouve les recommandations nécessaires à la réalisation du confort hygrothermique dans un bâtiment. . (KHELIFI, evaluation du confort dans les batiments)

I.2 Recherche des paramètres d'optimisation d'énergie à l'échelle architecturale

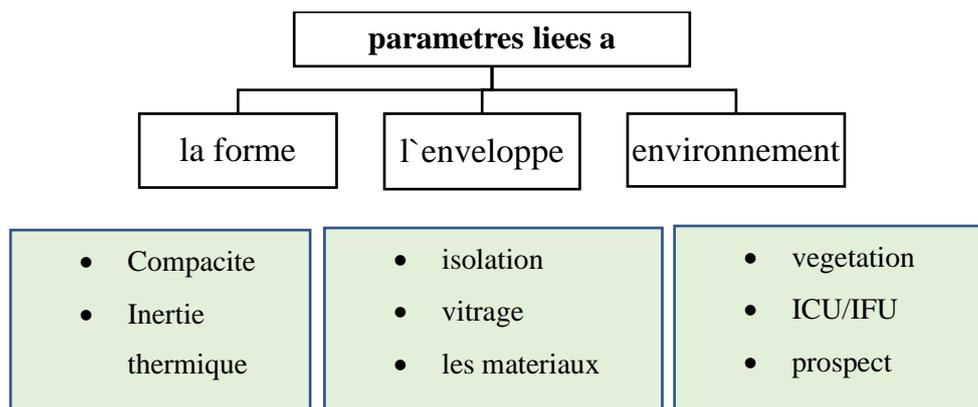


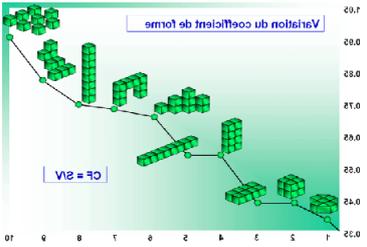
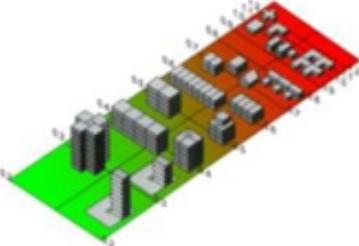
Schéma 1 la structuration de l'approche énergétique/ source auteur

I.2.1 Recherche liée à la forme

La forme d'un bâtiment joue un rôle essentiel dans la création d'un bâtiment compact, favorisant ainsi une utilisation efficace de l'espace et une meilleure performance énergétique.

I.2.1.1 La compacité du bâtiment

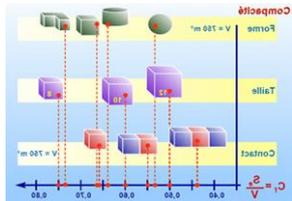
Tableau 3 la compacité du bâtiment / **source** guide pratique pour la construction et la rénovation durable

	Évaluation	Illustration
Définition	<p>1-Un bâtiment compact est un bâtiment qui a un rapport faible entre la surface des parois extérieures et la surface habitable. Sans brider la conception architecturale, il est plus économique et bénéfique pour l'efficacité énergétique de retenir des formes plutôt compactes. (Boursas.A, Mehri Z).</p> <p>2-Privilégier une forte compacité revient, pour un volume habitable fixé, à limiter la surface de déperdition du bâtiment, et donc, d'une part, sa demande de chauffage, et d'autre part la quantité de matériaux à mettre en œuvre pour construire son enveloppe. Ces 2 points ont une influence directe sur l'impact environnemental du bâtiment et sur son coût.</p>	/
Objectifs	<p>La compacité dépendant directement de l'architecture du bâtiment, il est difficile de lui donner des limites chiffrées. Pour tous types de bâtiment, on cherchera la compacité maximale. Les trois objectifs minima ci-dessous doivent être lus comme des pistes de réflexion lors de l'élaboration du projet d'architecture :</p> <p>Minimum :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Privilégier une forme simple -Privilégier les mitoyennetés -Privilégier les bâtiments de grande taille 	 <p>Figure 13 variation de coefficient de la forme</p> <p>Plus la compacité augmente plus le bâtiment est performant énergétiquement.</p>
Calcul	<p>La compacité est supérieure à 0,2 et généralement inférieure à 1,2 pour des configurations standards. La surface d'enveloppe est constituée des façades verticales exposées aux conditions extérieures, de l'emprise au sol et des toitures</p> $C = \frac{\text{Surface cumulée de l'enveloppe des bâtiments (m}^2\text{)}}{\text{Surface cumulée des planchers (m}^2\text{)}}$	 <p>Figure 14 compacités de différentes formes géométriques</p> <p>Plus C est faible, plus les constructions sont compactes et donc moins elles subissent les effets externes.</p>

I.2.1.2 Les critères de variation de la compacité

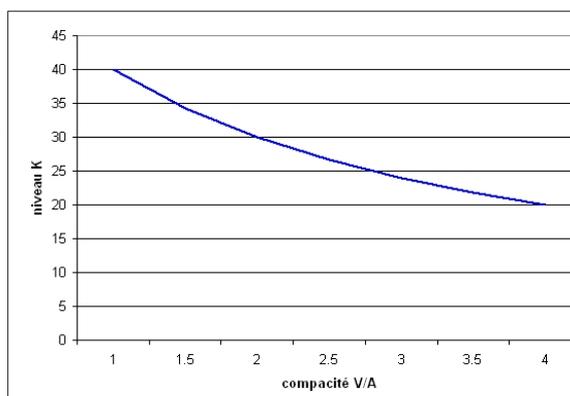
a. Aspects techniques

Tableau 4 les critères de variation /source guide pratique pour la construction et la rénovation durable ces bâtiments

Les critères	Évaluation	Illustration
La forme	-La forme (à volume constant) : les formes sphériques, cylindriques et cubiques sont les plus compactes. L'intérêt des formes sphériques a largement suscité l'imagination des architectes dans les années 70 : dômes, demi-sphères, structures polygonales complexes, etc. -L'architecture vernaculaire, elle aussi, a toujours cherché à optimiser le rapport surface / volume, notamment par le travail de la toiture (à brisis, à deux ou quatre pans, etc.).	 <p>Figure 15 l'impact de la forme, la taille et le contact sur la compacité de formes simples /source Liebard 2006</p>
La taille	Une augmentation de la taille entraîne une augmentation de la compacité donc une augmentation de l'Energie	
Le mode de contact	Pour le même volume, la compacité de maisons mitoyennes est inférieure à celle d'un pavillon car les murs mitoyens sont disposés entre deux espaces chauffés et ne seront pas comptés comme déperditifs. C'est pourquoi, la législation de nombreux pays encourage certaines typologies urbaines (rangées de maisons mitoyennes, immeubles collectifs) en abaissant les niveaux d'isolation globale requis si la compacité du bâtiment est inférieure à un niveau de référence.	

b. Aspects environnementaux

Pour une même composition de paroi, une variation de la compacité modifie considérablement la demande d'énergie. Par exemple, passer d'une compacité de 1 à 1.5 signifie que pour un même volume, l'enveloppe de déperdition a été diminuée de 1/3.



Les pertes de chaleur par l'enveloppe auront diminué d'autant relative ment à l'ensemble du bâtiment, les économies de matériaux à mettre en œuvre permises par une meilleure compacité sont bien évidemment moins importantes, puisque l'enveloppe ne représente

qu'une partie des parois. Cette diminution de l'impact environnemental de l'immeuble reste cependant appréciable, d'autant qu'elle s'accompagne d'une diminution de son coût. Le coût relatif à une bonne isolation de l'enveloppe est également diminué.

I.2.1.2 l'inertie thermique

L'inertie thermique fait référence à la capacité d'un matériau ou d'un système a résisté aux changements de température. Il s'agit de la propriété qui décrit le délai avec lequel un matériau absorbe, stocke et restitue la chaleur.

L'inertie thermique d'un bâtiment est recherchée afin de minimiser les apports thermiques à lui apporter pour maintenir une température constante. L'inertie thermique est importante pour assurer une ambiance climatique confortable pour ses occupants.). (SergeSalat and LoeizBourdic, 2012)

Le déphasage thermique désigne la capacité d'un matériau à différer les variations de température. Il s'agit donc du décalage dans le temps de la restitution du flux thermique, par rapport à la période de stockage.

Le déphasage est très variable, de quelques minutes à plusieurs heures et il permet de maintenir une températures intérieure acceptable en journée lors des fortes chaleurs estivales car les murs auront stocké de la fraîcheur pendant la nuit pour la libérer progressivement. (SergeSalat and LoeizBourdic, 2012)

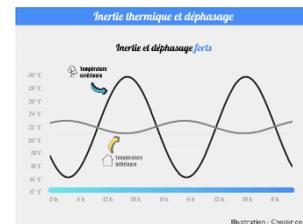
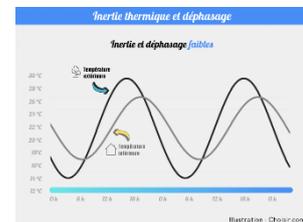


Tableau 5 les techniques de l'inertie thermiques / **source** auteur

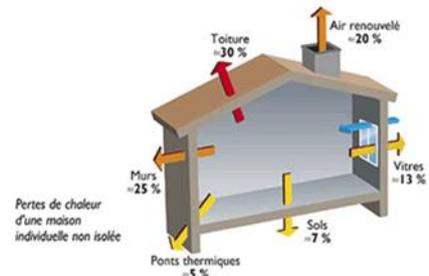
Les techniques	Évaluation
Les matériaux lourds	<p>-Les matériaux lourds de la construction tels que béton, brique, pierre, etc. ont une grande capacité à stocker de la chaleur.</p> <p>Le rayonnement solaire irradiant une paroi de brique ou de béton est, en partie, absorbé par celui-ci, transformé en chaleur et accumulé en son sein.</p> <p>-Tous les matériaux ne possèdent pas les mêmes capacités thermiques. Un matériau léger sera plus isolant mais présentera une faible capacité thermique. Pour un apport égal d'énergie dans un temps donné, ils ne vont donc pas tous emmagasiner la même quantité de chaleur. Cette capacité thermique s'exprime en joules, rapporté au volume du matériau (ce volume est important dans le phénomène d'inertie) pour une variation de température d'un degré Kelvin.</p> <p>Inertie thermique du béton : 2400 à 2610 kJ/m³.K</p>

	<p>Inertie thermique de la pierre : 2520 à 2790 kJ/m³.K</p> <p>Inertie thermique du bois de charpente : 960 kJ/m³.K</p> <p>Inertie thermique de la terre cuite : 630 à 1800 kJ/m³.K</p> <p>Inertie thermique de la brique alvéolée : 586 kJ/m³.K</p>
<p>Une isolation des murs par l'extérieur</p>	<p>Une isolation par l'extérieur est le choix idéal pour tirer au maximum profit de l'inertie des murs et d'un déphasage important.</p> <p>Ceci est particulièrement le cas pour les maisons en pierre, qui bénéficient d'une inertie naturelle importante. Observons les schémas ci-dessous, présentant les conséquences d'une isolation par l'intérieur et par l'extérieur, par temps froid :</p> <p>Dans ce cas, le froid est stoppé par l'isolant extérieur et pénètre peu dans le mur en pierre. En outre, la chaleur intérieure émise par le système de chauffage est absorbée par le mur en pierre et restituée ultérieurement, offrant ainsi un confort thermique stable et durable.</p> <div data-bbox="1066 562 1353 734" style="text-align: right;"> </div>

I.2.2 Recherche liée à l'enveloppe

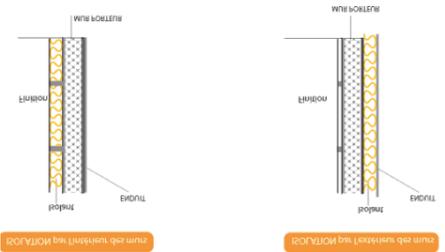
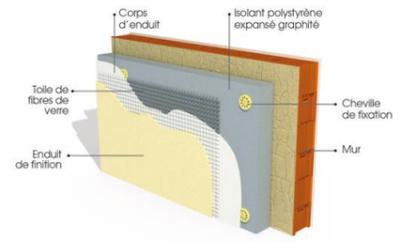
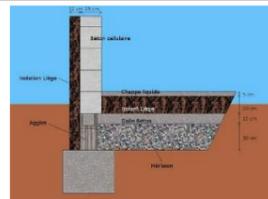
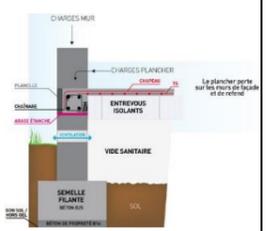
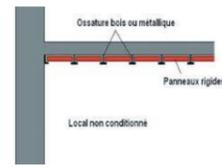
I.2.2.1 Isolation thermique

L'isolation thermique, avec ses performances mesurables, est un élément essentiel de l'architecture contemporaine. En effet, selon diverses études, jusqu'à 25 % de la chaleur dans un bâtiment peut être perdue à travers des murs mal isolés, tandis que près de 35 % de la chaleur indésirable peut pénétrer à travers des surfaces mal isolées.



Grâce à des techniques d'isolation efficaces, il est possible de réduire considérablement ces pertes et gains de chaleur indésirables.

Tableau 6 Isolation des murs et des planchers/Source : Guide pour une construction éco-énergétique en Algérie

Isolation des murs						
	Isolation par l'intérieur		Isolation par l'extérieur		Synthèse	
Schéma	 <p>Figure 16 isolation des murs interior/source isolation-france.fr</p>		 <p>Figure 17 isolation de mur par l'extérieur/source.bis.renovation.com/isolation par l'extérieur</p>		Critères	
Avantages	Aspect extérieur du mur conservé Mise en œuvre sans échafaudage Chantier à l'abri de la pluie Possibilité de procéder pièce par pièce Sans permis d'urbanisme Coût moindre		Pas ou peu de ponts thermiques Etanchéité du mur renforcé Risques de condensation limités Diminution de la surface vitrée (retours de baies isolés) Bon confort d'été Sans perte de surface habitable		Performances en hiver	Ponts thermiques inévitables
					Performance en été	Faible
Inconvénients	Diminution de la surface habitable Travaux intérieurs requis (peinture...) Ponts thermiques inévitables Nécessité pour les occupants de quitter la pièce Confort d'été faible Risques de condensation dans le mur plus élevés		Recours à une entreprise spécialisée avec échafaudage Dépose des gouttières, volets... Nouvelle façade Modification de la façade = permis d'urbanisme Coût plus élevé		Protection des murs	Mur côté froid = plus de risques
Solutions techniques	-Panneaux simples d'isolants protégés par une cloison de doublage -Panneaux composites constitués d'un parement de plâtre et d'un isolant -Panneaux sandwich où l'isolant est placé entre deux plaques de plâtre. Préconisés pour les murs humides ou irréguliers.		- Enduit mince sur isolant : collage sur le mur puis couverture avec un enduit spécifique armé de fibres de verre puis d'un enduit de finition - Enduit hydraulique sur isolant en remplacement d'un enduit mince, projeté sous forme de mortier - Parements sur isolant : isolant collé sur un support puis revêtements de carrelages, pierres minces ou panneaux de bardage - Vêtures : éléments préfabriqués comprenant un isolant et une plaque de parement.		Impact pour les occupants	Nuisance pendant travaux Perte de surface habitable
					Impact architectural	Façade extérieure préservée Sans autorisation
Isolation des planchers						
Type	Plancher sur terre-plein		Planchers sur vide sanitaire		Planchers sur local	
Définition	Il s'agit de planchers bas, constitués à partir d'une dalle de béton. Le plancher repose à même le sol ou sur l'épaisseur de graviers et sable appelée « hérisson » comme précisé ci-dessus. Il est préconisé d'isoler la fondation sur son pourtour en longeant les murs. 		Isoler le mur par l'extérieur : Prolonger l'isolation des murs le long du soubassement jusque dans le sol à une profondeur de 30 cm environ -isoler au pourtour intérieur si la hauteur du vide sanitaire le permet (> 80 cm) -placer un isolant sous le plancher comme dans le cas d'un plancher sur local non conditionné. 		Isolation en sous face de plancher par panneaux Manufacturé - isolation par projection de mousse : Il faut dépoussiérer le support et préparé au besoin ; le plancher faiblement sollicité mécaniquement ; aucune barrière de vapeur n'est nécessaire. 	

I.2.2.2 Vitrage

Vivre dans une pièce à bonne température apporte un grand confort dans l'habitation. Cette qualité de vie appréciable n'est possible qu'avec une bonne isolation thermique qui se situe principalement au niveau des vitrages. Seul un vitrage avec isolation thermique permet la maîtrise de la température ambiante, sans déperdition de chaleur.

Les fenêtres sont une source importante de déperditions thermiques.

La performance thermique des parois vitrées dépend :

- De la nature du bâti,
- Des performances du vitrage,
- De la menuiserie.

Tableau 7 Type de vitrage ses avantages et inconvénients / **Source** : Guide de l'éco construction

La performance thermique des parois vitrées dépend				
Au niveau de menuiserie				
Type de matériau	Bois	Pvc	Aluminium	
Avantages	Naturel, recyclable, fabrication peu gourmande en énergie. Très bonnes performances en termes d'isolation thermique. Coût : à partir de 130 € TTC pour une fenêtre 125 X 120 cm double vitrage 4/16/4 standard	Très bonnes performances thermiques. Coût : à partir de 140 € TTC pour une fenêtre 125 X 120 cm double vitrage 4/16/4 standard	Durable et esthétique. Adaptés à de grands vitrages et aux menuiseries coulissantes. Prix : à partir de 300 € TTC pour une baie vitrée 215 X 240 cm	
Inconvénients	Entretien régulier et nécessaire.	Peu écologique. Additifs toxiques pour certains. Emanation d'acide chlorhydrique et de dioxines en cas d'incendie.	Fabrication très gourmande en énergie : 5 tonnes équivalent pétrole pour fabriquer 1 tonne d'aluminium.	
Synthèse	Le meilleur compromis efficacité – coût est le bois. Il existe également des solutions mixtes où la structure est en aluminium et le parement en bois regroupant les qualités des deux matériaux. Les menuiseries en aluminium sans rupture de ponts thermiques sont certes trois fois moins chères mais engendrent de fortes déperditions de chaleur en raison de la forte conductivité thermique du matériau.			
Au niveau du vitrage				
Type de vitrage	Caractéristiques	K (W/m2. °C)	Avantages	Inconvénients
Simple vitrage	Pertes de chaleur très importantes	5,7	-Poids limité -Épaisseur limitée -Apports solaires élevés -Compatibilité avec la rénovation	-Pas d'isolation thermique -Performances thermiques très Faibles.

Etat de l art

				-Problème de condensation -Inconfort dû aux parois froides.
Double vitrage standard	Les pertes de chaleur sont réduites de 40 % par rapport au simple vitrage.	2,8	-une bonne isolation thermique et phonique -Bon rapport qualité/prix	/
Double vitrage peu émissif	Il piège l'infrarouge à l'intérieur de la pièce ce qui réduit les pertes de chaleur de 30 % par rapport au double vitrage standard	1,8		
Triple vitrage a gaz	Comporte 3 panneaux de verre entre lesquels sont intercalées des lames de gaz.il a une valeur isolante et insonorisant plus élevée que le double vitrage	0,5	- Bonne isolation thermique.	-Poids important -Épaisseur plus importante -Coût élevé -mise en œuvre difficile, Inadaptation à la Rénovation.
Synthèse	Le double vitrage est préférable au simple vitrage : il réduit l'effet de paroi froide, diminue les condensations et les lieux de déperditions thermiques et améliore l'isolation acoustique			

I.2.2.3 Les matériaux d'isolation

Les matériaux d'isolation sont de différentes natures les isolants synthétiques minéraux et végétaux.

Tableau 8 les matériaux d'isolation / **Source** : Guide de l'éco construction

Les matériaux d'isolation synthétiques					
Type	Définition	Illustration	Donnes techniques		
			Isolant	Densité	(W/m.K)
Les polyuréthanes	-Les polyuréthanes se trouvent sous forme de panneaux nus et composites, d'éléments Préfabriqués et moulés spéciaux et de mousse. -Ils sont imputrescibles mais dégradables par les rongeurs, instables aux solvants, à la chaleur et au temps et sont imperméables à la vapeur d'eau.		Polystyrène expansé	20 à 30 kg/m ³	0,039
			Polystyrène extrudé	20 à 30 kg/m ³	0,031
			Polyuréthane	40 kg/m ³ pour les panneaux 30 kg/m ³ pour les mousses	0,025 pour les panneaux 0,030 pour les mousses

Etat de l art

Le polystyrène	C'est un matériau imputrescible mais instable aux solvants, au temps et à la chaleur. Il est dégradable par les rongeurs et sa perméabilité à l'eau est nulle ce qui empêche les parois de respirer		/		
Les matériaux d'isolation minéraux					
Les laines minérales	Deux types de laines minérales : les laines de verre, obtenues à partir de sable siliceux et de verre de récupération, et les laines de roches obtenues à partir de roches volcaniques Comme le basalte.		Laine de verre	25	0,035
			Laine de roche	40	0,04
La perlite et la vermiculite	La perlite est une roche volcanique siliceuse. La vermiculite est une roche micacée fabriquée de la même manière. Elles se trouvent sous forme de vrac, panneaux, mortiers et enduits pour isoler les combles, insuffler dans les parois, dans les bétons et les mortiers allégés		Perlite	90	0,045 à 0,05
			Vermiculite	75 à 130	0,06 à 0,08
Les matériaux d'isolation végétaux					
Le bois feutre	Le bois feutré se présente sous la forme de panneaux mous, mi-durs et composites et peut être utilisé comme isolation complémentaire ou isolation principale.		160 pour panneaux mous	0,042	
			270 pour panneaux durs	0,07	
La laine de cellulose	Le papier est débarrassé de ses fibres, réduit en flocons et additionné d'agents de texture et d'agents ignifugeants. Les panneaux d'agencement sont utilisés pour l'isolation phonique sous dalle. La cellulose est difficilement		35 à 45	0,035 à 0,040	

Etat de l art

	inflammable, perméable à l'eau, imputrescible et non consommable par les rongeurs			
Le liège expansé	Le liège est une écorce récoltée sur le chêne-liège. Cette écorce est réduite en granules et expansée à la vapeur à haute température (300°C).		80 à 120	0,032 à 0,045
Le chanvre	Le chanvre est une plante annuelle, Cannabis sativa, dont on récupère la tige centrale (la chènevotte) entourée de fibres longues (la filasse) pour en faire un matériau isolant.		110	0,048
La laine de lin	Le lin est une plante dont les fibres courtes, non utilisées dans l'industrie textile, présentent de bonnes qualités isolantes. Elles sont traitées avec des sels minéraux, cardées puis therm liées avec des fibres de polyester pour former la ouate.		400 à 500 pour panneaux agglomérés	0,065 à 0,09

I.2.3 Recherche liée à l'environnement

I.2.3.1 La végétation comme une pratique énergétique

Introduction

L'intégration de la végétation dans l'architecture est une approche qui va bien au-delà de la simple décoration de bâtiments avec des plantes en pots. Elle implique une réflexion plus approfondie sur la manière dont la nature peut être intégrée de manière fonctionnelle et esthétique dans les structures architecturales.

A-L 'architecture végétalisée, une idée ancienne

Les premiers exemples d'architecture végétalisée proviennent de la préhistoire, où une épaisse couche de terre couverte d'herbe était utilisée pour créer des toits et des façades vertes, à la fois étanches à l'air et à l'eau et résistants au feu. Ces constructions ont été observées sur le site archéologique de Skara Brae, dans les îles Orcades, au nord de l'Ecosse. Les jardins sur les toits et les façades sont apparus pour la première fois dans l'Antiquité,

Etat de l art

avec les jardins suspendus de Babylone de Nabuchodonosor II au VI^e siècle avant J.-C., pour des besoins purement esthétiques. Nabuchodonosor, pour recréer les paradis de l'enfance de sa reine, a voulu installer des jardins hors de la terre (Figure :0). Il a arraché la végétation du sol naturel pour aménager des jardins en terrasses. A Pompéi, les commerçants faisaient déjà pousser des plants de raisin sur leurs murs et le sommet des mausolées romains était planté d'arbres.**Source spécifiée non valide.**



Figure 18 Jardin suspendu de Babylone, Maeren Van Heemskerck gravure du XVI^e siècle / **source** www.flickr.com

Les Vikings couvraient leurs longères avec de la tourbe. On retrouve cette technique en Scandinavie à partir de l'an 1000. Au Moyen Âge et à la Renaissance, les jardins étaient plantés sur les toits des familles les plus riches, et on trouve des exemples de jardins verticaux dans la France du XVIII^e siècle. **Source spécifiée non valide.**

Au XX^e siècle, des architectes modernes tels que Le Corbusier, Frank Lloyd Wright et Roberto Burle Marx ont intégré des jardins, particulièrement sur les toits, dans leurs projets. Roberto Burle Marx a intégré des jardins, en particulier sur les toits, dans leurs projets, malgré le refus des revêtements formels typiques de l'époque. Roberto Burle Marx est même allé jusqu'à doter son architecture de plantes épiphytes indigènes dans ses projets au Brésil.

Ces bâtiments étaient essentiellement des immeubles d'habitation et des villas de luxe. Le progrès des techniques de construction ont conduit à la valorisation des toits plats. Dans les années 1970, des projets et des recherches allemandes développent la technique du toit vert. Les études portent sur les membranes d'étanchéité, les systèmes de drainage, les substrats de culture et les plantes légères et de faible poids.**Source spécifiée non valide.**



Figure 19 La Hundertwasserhaus, Vienne, Autriche, 2007 (<http://urbangreens.tumblr.com>, s.d.)

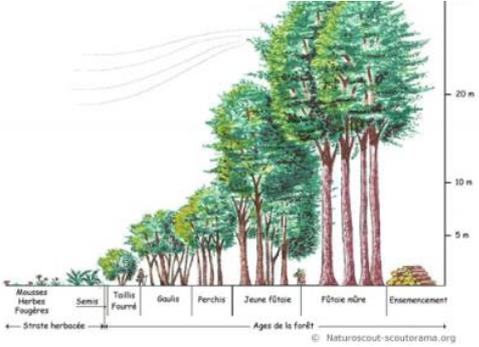
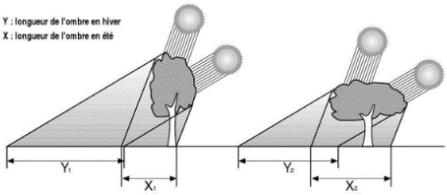
Dans les années 1980, l'architecture écologique du peintre et architecte Hundertwasser intègre des éléments végétaux dans ses façades (figure). L'architecte défend une architecture naturaliste génératrice de beauté universelle, alors que l'écologie urbaine de l'époque prône la végétation dans un but d'amélioration de l'environnement urbain **Source spécifiée non valide.**

b- Apports de la végétation :**Figure 20** Influence de la végétation sur plusieurs échelles Adaptée par (Auteur)

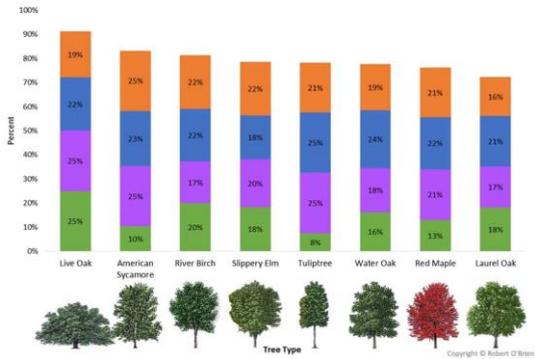
	L'influence de la végétation	Explication
Mary Honeyman 1992	<u>Végétation et pratique social :</u> « L'exclusion de la végétation dans des zones urbaines suscite véritablement des réactions psychologiques négatives chez l'Homme qui augmentent le stress » et que « l'implantation du végétal dans l'environnement urbain a une incidence psychologique positive »	Les espaces végétalisés urbains : les parcs, les squares, les jardins, répondent à une demande sociale très forte de nature dans la ville, sont des lieux propices et recherchés pour les pratiques sociales, de par leur fréquentation et les activités qui s'y déroulent, elles renforcent localement la cohésion sociale et créent des opportunités de contact entre les usagers de milieux sociaux. Ces interactions sont autant de moyens de participer à la vie de la communauté et développer un sentiment de convivialité et permettent la mixité sociale. Source spécifiée non valide.
Heloise & Marie-Eve 2013	<u>Végétation santé et moral :</u> La perte du couvert végétal contribue à l'augmentation de la chaleur en milieu urbain, la conservation et la création d'espaces verts, ainsi que le verdissement (toitures vertes, plantation d'arbres de rue), sont essentiels pour améliorer la qualité de vie des citoyens et leur santé.	Le végétal a la capacité de filtrer jusqu'à 85 % des particules en suspension dans l'air, cela contribue à améliorer la qualité de l'air respiré par les populations et à diminuer l'incidence de certaines maladies. De plus, la présence de végétation a des effets positifs sur la gestion du stress, la fatigue mentale et l'état d'esprit, améliorant ainsi la qualité de vie des citoyens. La beauté et les commodités associées à ces milieux incitent à la pratique d'activités physiques, telles que la marche.
Titi & Hafsaoui 2018	<u>Dimension symbolique et esthétique :</u> Une masse végétale joue un rôle psychologique ou esthétique cachant les éléments désagréables, et mettant en valeur la lumière, en créant un jeu d'ombre et en assurant des transitions entre différentes zones. Les qualités esthétiques des végétaux dépassent alors leurs simples fonctions car la dynamique induite par ce jeu est teintée de référence aussi bien à la nature qu'au temps par leur évolution formelle et chromatique à travers les saisons.	Le végétal a toujours été d'une grande richesse symbolique. C'est en effet, le symbole du cycle des saisons et donc de la vie. Les variations de couleurs, de formes, de textures et de densités sont autant d'éléments qui enrichissent le cadre de vie urbain et renvoient aux notions de paysage et de nature.

c- Les caractéristiques qui influentes la création d’un espace végétalisé

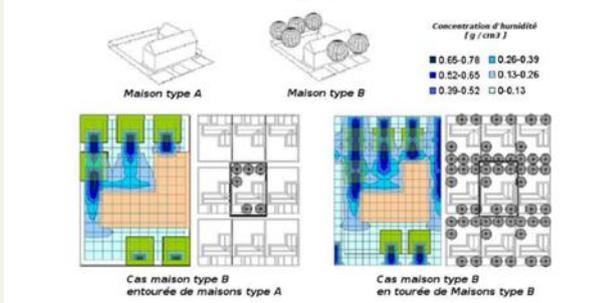
Tout d’abord il faut savoir que la création d'un espace végétalisé nécessite de prendre en compte le choix des espèces végétales, leur mode de croissance et leur emplacement. Chaque espèce végétale possède des capacités distinctes en termes d'absorption du rayonnement solaire. Les caractéristiques essentielles les plus importantes qui influencent cet aspect sont les suivantes :

	Évaluation	Illustration
<p>L'évolution de la croissance</p>	<p>Le temps nécessaire pour une taille suffisante pour apporter à la fois l’ombre et l’avantages de refroidissement.</p>	<p>Figure 21 : différents stades de développement des arbres Source spécifiée non valide.</p> 
<p>La morphologie (forme, diamètre et hauteur du houppier)</p>	<p>Lorsque le concepteur envisage la plantation d’arbres à proximité des bâtiments, il doit s’intéresser au diamètre de la couronne et à sa hauteur par rapport à l’emplacement des ouvertures (entrées, vitrages...) et des capteurs solaires sur les bâtiments à proximité.</p>	<p>Figure 22 Influence de la hauteur et de la forme du houppier sur l’efficacité de l’ombrage, la géométrie de l’arbre de droite est plus avantageuse à la fois en hiver et en été (BOUYER 2000).</p> 

Etat de l art

<p>La durée de foliation</p>	<p>Relatif aux périodes de chauffage et de refroidissement.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <thead> <tr> <th>Espèces</th> <th>Janv.</th> <th>Févr.</th> <th>Mars</th> <th>Avr.</th> <th>Mai</th> <th>Juin</th> <th>Juil.</th> <th>Août</th> <th>Sept.</th> <th>Oct.</th> <th>Nov.</th> <th>Déc.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td><i>Acacia albida</i>*</td><td>100,0</td><td>92,7</td><td>78,0</td><td>73,4</td><td>54,4</td><td>41,4</td><td>21,5</td><td>10,1</td><td>33,0</td><td>63,9</td><td>77,1</td><td>83,5</td></tr> <tr><td><i>Acacia ethonbergiana</i></td><td>73,0</td><td>50,0</td><td>37,3</td><td>63,7</td><td>—</td><td>44,6</td><td>61,1</td><td>87,6</td><td>82,3</td><td>69,2</td><td>100,0</td><td>—</td></tr> <tr><td><i>Acacia laeta</i></td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>1,2</td><td>—</td><td>33,9</td><td>37,0</td><td>100,0</td><td>85,0</td><td>78,8</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td><i>Acacia nilotica</i>**</td><td>86,5</td><td>100,0</td><td>85,8</td><td>73,4</td><td>64,8</td><td>47,9</td><td>67,6</td><td>89,2</td><td>96,0</td><td>94,6</td><td>87,5</td><td>84,8</td></tr> <tr><td><i>Acacia radliana</i></td><td>2,0</td><td>6,1</td><td>17,2</td><td>63,3</td><td>36,8</td><td>43,3</td><td>70,6</td><td>100,0</td><td>90,0</td><td>85,1</td><td>42,4</td><td>39,5</td></tr> <tr><td><i>Acacia senegal</i>**</td><td>19,8</td><td>14,3</td><td>9,9</td><td>31,7</td><td>13,9</td><td>34,8</td><td>75,9</td><td>100,0</td><td>99,2</td><td>91,6</td><td>38,1</td><td>33,0</td></tr> <tr><td><i>Acacia seyal</i>**</td><td>7,7</td><td>5,3</td><td>6,3</td><td>8,5</td><td>3,9</td><td>16,3</td><td>51,7</td><td>100,0</td><td>94,5</td><td>62,2</td><td>17,8</td><td>6,6</td></tr> <tr><td><i>Acogeisus leioarpus</i>*</td><td>32,5</td><td>24,9</td><td>13,5</td><td>—</td><td>—</td><td>7,1</td><td>—</td><td>39,9</td><td>73,7</td><td>90,9</td><td>100,0</td><td>46,3</td></tr> <tr><td><i>Balanites aegyptiaca</i>**</td><td>73,0</td><td>46,1</td><td>25,5</td><td>22,1</td><td>33,8</td><td>30,3</td><td>49,4</td><td>70,7</td><td>96,8</td><td>75,5</td><td>100,0</td><td>89,1</td></tr> <tr><td><i>Boscia senegalensis</i>**</td><td>81,6</td><td>74,5</td><td>93,6</td><td>72,7</td><td>100,0</td><td>96,0</td><td>81,2</td><td>82,3</td><td>78,6</td><td>94,6</td><td>60,1</td><td>69,7</td></tr> <tr><td><i>Cadaba farinosa</i>*</td><td>51,2</td><td>71,9</td><td>49,5</td><td>45,9</td><td>45,9</td><td>33,7</td><td>48,9</td><td>80,3</td><td>100,0</td><td>61,2</td><td>55,6</td><td>61,6</td></tr> <tr><td><i>Combretum aculeatum</i>**</td><td>16,1</td><td>10,3</td><td>4,6</td><td>0,0</td><td>7,2</td><td>16,6</td><td>59,9</td><td>100,0</td><td>98,7</td><td>72,0</td><td>46,7</td><td>36,7</td></tr> <tr><td><i>Combretum glutinosum</i></td><td>21,1</td><td>20,6</td><td>25,4</td><td>24,5</td><td>49,3</td><td>49,7</td><td>71,8</td><td>96,6</td><td>98,4</td><td>83,2</td><td>100,0</td><td>87,3</td></tr> <tr><td><i>Combretum micranthum</i></td><td>6,1</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>16,0</td><td>—</td><td>52,7</td><td>100,0</td><td>94,6</td><td>77,8</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td><i>Commiphora africana</i>**</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>1,9</td><td>16,0</td><td>56,0</td><td>100,0</td><td>73,0</td><td>23,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td><i>Euphorbia balsamifera</i></td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>—</td><td>19,7</td><td>66,7</td><td>100,0</td><td>83,8</td><td>50,5</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td><i>Feretia apodanthera</i>*</td><td>41,0</td><td>21,1</td><td>12,7</td><td>1,4</td><td>0,7</td><td>12,0</td><td>23,4</td><td>71,1</td><td>100,0</td><td>78,7</td><td>48,9</td><td>41,6</td></tr> <tr><td><i>Grewia bicolor</i>**</td><td>22,9</td><td>9,7</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>1,3</td><td>17,0</td><td>31,4</td><td>83,5</td><td>100,0</td><td>70,6</td><td>45,8</td><td>31,0</td></tr> <tr><td><i>Guera senegalensis</i>**</td><td>49,6</td><td>28,1</td><td>30,3</td><td>16,7</td><td>32,9</td><td>36,0</td><td>39,2</td><td>82,0</td><td>100,0</td><td>91,1</td><td>73,1</td><td>42,1</td></tr> <tr><td><i>Mesua crassifolia</i></td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>73,1</td><td>94,9</td><td>70,1</td><td>82,3</td><td>86,9</td><td>99,9</td><td>100,0</td><td>—</td></tr> <tr><td><i>Moyrius senegalensis</i></td><td>27,1</td><td>18,6</td><td>11,9</td><td>31,4</td><td>18,6</td><td>41,5</td><td>51,1</td><td>96,3</td><td>78,4</td><td>89,5</td><td>88,1</td><td>100,0</td></tr> <tr><td><i>Ptilostigma reticulatum</i>*</td><td>70,8</td><td>63,0</td><td>54,1</td><td>40,9</td><td>37,9</td><td>73,2</td><td>86,1</td><td>67,9</td><td>100,0</td><td>92,8</td><td>86,7</td><td>67,5</td></tr> <tr><td></td><td>10,7</td><td>2,0</td><td>2,3</td><td>0,0</td><td>1,7</td><td>10,4</td><td>43,2</td><td>100,0</td><td>70,5</td><td>75,7</td><td>36,5</td><td>25,3</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Figure 23 Moyennes mensuelles des états de feuillaison, en pourcentage du maximum annuel par espèce. Sites du Ranch de Niono et du Gourma 1979-1992 Source spécifiée non valide.</p>	Espèces	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	<i>Acacia albida</i> *	100,0	92,7	78,0	73,4	54,4	41,4	21,5	10,1	33,0	63,9	77,1	83,5	<i>Acacia ethonbergiana</i>	73,0	50,0	37,3	63,7	—	44,6	61,1	87,6	82,3	69,2	100,0	—	<i>Acacia laeta</i>	—	—	—	1,2	—	33,9	37,0	100,0	85,0	78,8	—	—	<i>Acacia nilotica</i> **	86,5	100,0	85,8	73,4	64,8	47,9	67,6	89,2	96,0	94,6	87,5	84,8	<i>Acacia radliana</i>	2,0	6,1	17,2	63,3	36,8	43,3	70,6	100,0	90,0	85,1	42,4	39,5	<i>Acacia senegal</i> **	19,8	14,3	9,9	31,7	13,9	34,8	75,9	100,0	99,2	91,6	38,1	33,0	<i>Acacia seyal</i> **	7,7	5,3	6,3	8,5	3,9	16,3	51,7	100,0	94,5	62,2	17,8	6,6	<i>Acogeisus leioarpus</i> *	32,5	24,9	13,5	—	—	7,1	—	39,9	73,7	90,9	100,0	46,3	<i>Balanites aegyptiaca</i> **	73,0	46,1	25,5	22,1	33,8	30,3	49,4	70,7	96,8	75,5	100,0	89,1	<i>Boscia senegalensis</i> **	81,6	74,5	93,6	72,7	100,0	96,0	81,2	82,3	78,6	94,6	60,1	69,7	<i>Cadaba farinosa</i> *	51,2	71,9	49,5	45,9	45,9	33,7	48,9	80,3	100,0	61,2	55,6	61,6	<i>Combretum aculeatum</i> **	16,1	10,3	4,6	0,0	7,2	16,6	59,9	100,0	98,7	72,0	46,7	36,7	<i>Combretum glutinosum</i>	21,1	20,6	25,4	24,5	49,3	49,7	71,8	96,6	98,4	83,2	100,0	87,3	<i>Combretum micranthum</i>	6,1	—	—	—	16,0	—	52,7	100,0	94,6	77,8	—	—	<i>Commiphora africana</i> **	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	16,0	56,0	100,0	73,0	23,0	0,0	0,0	<i>Euphorbia balsamifera</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	—	19,7	66,7	100,0	83,8	50,5	—	—	<i>Feretia apodanthera</i> *	41,0	21,1	12,7	1,4	0,7	12,0	23,4	71,1	100,0	78,7	48,9	41,6	<i>Grewia bicolor</i> **	22,9	9,7	0,0	0,0	1,3	17,0	31,4	83,5	100,0	70,6	45,8	31,0	<i>Guera senegalensis</i> **	49,6	28,1	30,3	16,7	32,9	36,0	39,2	82,0	100,0	91,1	73,1	42,1	<i>Mesua crassifolia</i>	—	—	—	—	73,1	94,9	70,1	82,3	86,9	99,9	100,0	—	<i>Moyrius senegalensis</i>	27,1	18,6	11,9	31,4	18,6	41,5	51,1	96,3	78,4	89,5	88,1	100,0	<i>Ptilostigma reticulatum</i> *	70,8	63,0	54,1	40,9	37,9	73,2	86,1	67,9	100,0	92,8	86,7	67,5		10,7	2,0	2,3	0,0	1,7	10,4	43,2	100,0	70,5	75,7	36,5	25,3
Espèces	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Acacia albida</i> *	100,0	92,7	78,0	73,4	54,4	41,4	21,5	10,1	33,0	63,9	77,1	83,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Acacia ethonbergiana</i>	73,0	50,0	37,3	63,7	—	44,6	61,1	87,6	82,3	69,2	100,0	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Acacia laeta</i>	—	—	—	1,2	—	33,9	37,0	100,0	85,0	78,8	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Acacia nilotica</i> **	86,5	100,0	85,8	73,4	64,8	47,9	67,6	89,2	96,0	94,6	87,5	84,8																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Acacia radliana</i>	2,0	6,1	17,2	63,3	36,8	43,3	70,6	100,0	90,0	85,1	42,4	39,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Acacia senegal</i> **	19,8	14,3	9,9	31,7	13,9	34,8	75,9	100,0	99,2	91,6	38,1	33,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Acacia seyal</i> **	7,7	5,3	6,3	8,5	3,9	16,3	51,7	100,0	94,5	62,2	17,8	6,6																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Acogeisus leioarpus</i> *	32,5	24,9	13,5	—	—	7,1	—	39,9	73,7	90,9	100,0	46,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Balanites aegyptiaca</i> **	73,0	46,1	25,5	22,1	33,8	30,3	49,4	70,7	96,8	75,5	100,0	89,1																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Boscia senegalensis</i> **	81,6	74,5	93,6	72,7	100,0	96,0	81,2	82,3	78,6	94,6	60,1	69,7																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Cadaba farinosa</i> *	51,2	71,9	49,5	45,9	45,9	33,7	48,9	80,3	100,0	61,2	55,6	61,6																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Combretum aculeatum</i> **	16,1	10,3	4,6	0,0	7,2	16,6	59,9	100,0	98,7	72,0	46,7	36,7																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Combretum glutinosum</i>	21,1	20,6	25,4	24,5	49,3	49,7	71,8	96,6	98,4	83,2	100,0	87,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Combretum micranthum</i>	6,1	—	—	—	16,0	—	52,7	100,0	94,6	77,8	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Commiphora africana</i> **	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	16,0	56,0	100,0	73,0	23,0	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Euphorbia balsamifera</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	—	19,7	66,7	100,0	83,8	50,5	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Feretia apodanthera</i> *	41,0	21,1	12,7	1,4	0,7	12,0	23,4	71,1	100,0	78,7	48,9	41,6																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Grewia bicolor</i> **	22,9	9,7	0,0	0,0	1,3	17,0	31,4	83,5	100,0	70,6	45,8	31,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Guera senegalensis</i> **	49,6	28,1	30,3	16,7	32,9	36,0	39,2	82,0	100,0	91,1	73,1	42,1																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Mesua crassifolia</i>	—	—	—	—	73,1	94,9	70,1	82,3	86,9	99,9	100,0	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Moyrius senegalensis</i>	27,1	18,6	11,9	31,4	18,6	41,5	51,1	96,3	78,4	89,5	88,1	100,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>Ptilostigma reticulatum</i> *	70,8	63,0	54,1	40,9	37,9	73,2	86,1	67,9	100,0	92,8	86,7	67,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	10,7	2,0	2,3	0,0	1,7	10,4	43,2	100,0	70,5	75,7	36,5	25,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<p>La résistance à la pollution</p>	<p>Des espèces durables sont nécessaires dans les zones urbaines ; les espèces locales ont généralement une plus forte résistance aux pesticides et conditions climatiques locales, exigeant moins d'entretien que les espèces exotiques.</p>	<p>Figure 24: sur ce graphique, les meilleurs super-arbres identifiés par les chercheurs de l'université Rice. Qu'ils sont capables d'aider à lutter contre le changement climatique Source spécifiée non valide.</p> 																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

d-Synthèse des études sur La végétation

Chercheurs	Etudes	Résultats
<p>Saxena 2002</p>	<p>Développé un modèle et une méthodologie pour quantifier l'effet de climatisation naturelle de l'air dû aux arbres à l'échelle d'une habitation ou d'un quartier résidentiel. Une étude de mise en situation est réalisée sur un quartier résidentiel de 144 parcelles individuelles</p>	<p>Respectivement pour les deux un abaissement de 0,6°C et de 0,75°C par rapport à la température météorologique de l'air.</p> 

	similaires où sont implantées une maison de type A, sans arbres, ou bien une maison de type B, avec 6 arbres dans le jardin individuel (figure A), il compare deux maisons type B, l'une entourée de type A et l'autre entourée de type B	
Sailor	Simulations effectuées à Los Angeles, par la mise en œuvre d'une augmentation de 14% de la couverture végétale.	Un potentiel de réduction de pic de température supérieur à 1,3°C en été. Il a indiqué que l'augmentation de la couverture végétale de 15% à proximité des bâtiments dans les quartiers résidentiels, permettait de réduire le nombre de degrés-jours de refroidissement de 2 à 5% et d'augmenter le nombre de degrés-jours de chauffage de 0,5 à 3,5%.
L'académie nationale des sciences des États-Unis	A plantation de 100 millions d'arbres combinée à la mise en œuvre de surfaces de revêtements urbains clairs.	Réduire la consommation d'électricité de 50 milliards de kW h par an. Ceci est équivalent à 2% de la production annuelle d'électricité des États-Unis.
[Yu et Hien, 2006]	L'influence des parcs sur la consommation énergétique des bâtiments à Singapour.	-10% d'économie de climatisation entre un bâtiment dans le parc et un bâtiment de référence situé à 400m à l'extérieur du parc. - Et 9%, 7% et 4% d'économie entre respectivement un bâtiment situé à 100m, 200m et 300m à l'extérieur.
Akbari et al, 1992	Des simulations mettent en évidence l'effet combiné de l'ombrage et de l'évapotranspiration de la végétation sur la demande d'énergie des bâtiments dans plusieurs villes des États-Unis.	Pour l'addition d'un arbre par maison, les économies d'énergie pour la climatisation vont de 12 à 24%, et que l'addition de trois arbres par maison peut réduire la charge de climatisation de 17 à 57%.

Simpson et McPherson	Ils ont calculé la valeur de l'ombrage des arbres dans 254 propriétés résidentielles à Sacramento, en Californie	Une valeur moyenne de 3,1 arbres doit être utilisée dans ces résidences pour réduire le pic annuel de climatisation de 153 kW h (7,1%).
----------------------	--	---

E -Mécanisme d'intégration de la végétation :

Afin de déterminer les mécanismes qui contribuent à l'intégration de la végétation, nous avons établi une matrice qui met en relation la végétation et l'habitat dans le tableau suivant

	ELEMENT DE PROTECTION	SOLUTION TECHNIQUE	ESTHETIQUE
PLAN DE MASSE	<p>« Centre culturel de Meudon » -Architecte :Serero Architectes -Situation : France</p>   <p>Implantation des arbres comme une barrière acoustique naturelle.</p>	<p>« Central Park de New York » Architecte : Frederick Law Olmsted et Calvert Vaux Situation : les Etats-Unis</p>  <p>Création d'un parc (microclimat) au cœur de la métropole de Manhattan.</p>	<p>« Le jardin Montréal » Architecte : Henry Teuscher. Situation : Canada La réalisation d'un jardin botanique.</p>  
ORGANISATION INTERIEURE	<p>« Temple EkouinNenbutsudo » Architecte : Yutaka Kawahara. Situation : Japon.</p>  <p>Implantations des plantes de Bambou pour la protection contre la pollution et le bruit de la rue.</p>	<p>« Ingolstadt Sparkasse » Architecte : Herzog De Meuron. Situation : Allemagne.</p>  <p>Création d'un mur végétale intérieur pour l'amélioration de la qualité de l'air.</p>	<p>« FunfHofe » Architecte : Herzog De Meuron. Situation : Allemagne. Création d'un jardin suspendu pour l'aspect esthétique.</p> 
ARCHITECTURE	<p>« Green Screen House » Architecte : Hideo kumaki. Situation : Le Japon.</p>	<p>« Sky Garden House » Architecte :Guz Architects. Situation : Singapour.</p>	<p>« ARBORICOLE » Architecte : Vincent Callebaut. Situation : France.</p>

Etat de l art



D'après le tableau rétabli, on constate que l'intégration de la végétation dans l'habitat peut être exprimée par les formes suivantes :

- Création d'un écran végétal comme une barrière naturelle contrôle vent, le bruit, et les rayons solaires.
- Utilisation des toitures végétales, et des murs végétaux extérieurs et intérieurs.
- Implantation des forêts, parcs, et jardins pour créer un micro climat frais et sain.

Création des terrasses jardins pour l'aspect esthétique du projet.

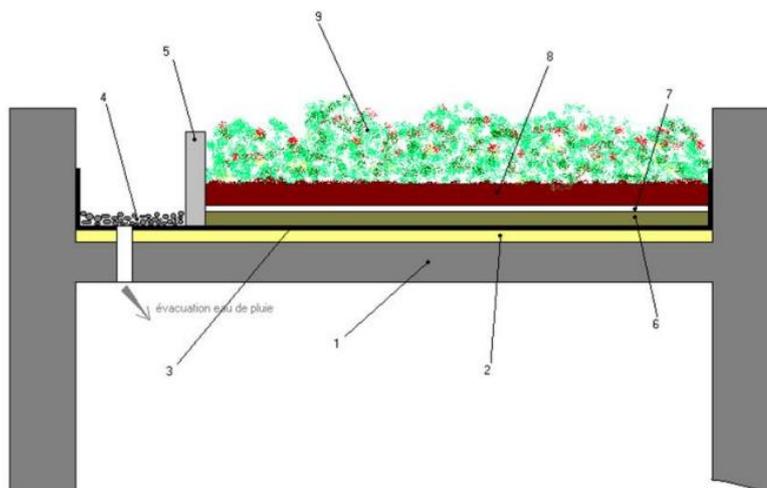
c-Les toitures végétales

Une toiture végétalisée est un espace vert créé en installant plusieurs couches de substrat de croissance et des plantes sur une couverture traditionnelle. Alors que les villes s'étendent toujours un peu plus, accompagnées de leurs lots de bitume et de béton imperméabilisant la surface et supprimant des espaces naturels, le concept de la végétalisation de toiture véhicule une image écologique et esthétique qui masque des intérêts loin d'être négligeables.

L'été, les plantes d'un toit vert protègent l'immeuble contre les rayons solaires et, grâce au phénomène d'évapotranspiration, peuvent atténuer voire éliminer les gains thermiques, ce qui contribue à rafraîchir et à réduire les besoins énergétiques en climatisation du bâtiment. L'hiver, l'isolation supplémentaire fournie par le substrat contribue à réduire les besoins énergétiques en chauffage de l'immeuble.

d- Composition de toiture végétale :

Figure 25 Schéma des composants de la toiture végétalisée



1 - L'élément porteur : Tout type d'élément (béton, bois, acier) à condition que la surcharge admissible soit adaptée au poids de l'installation végétale. Pour la végétalisation intensive, seul le support béton est autorisé.

2 - Le complexe isolant : Tout type d'isolant peut être admis (verre cellulaire, perlite expansée, polystyrène) à condition que sa résistance à la compression soit compatible avec les surcharges prévues.

3 - Le système d'étanchéité : Membrane conçue pour résister à la pénétration des racines. Il est également possible d'utiliser des matériaux liquides qui vont se solidifier en séchant (asphalte) ou à base de résines de polyuréthane.

4 - La bande de pourtour : Une protection non végétalisée (d'une largeur d'environ 40 cm) doit être prévue. Cette bande, pourvue d'une protection de type gravier ou dalles, permet l'accessibilité aux installations d'évacuation d'eau de pluie et de drainage ainsi qu'aux zones les plus sensibles du système d'étanchéité.

5 - La protection : Bordure ou bande métallique séparant la bande de pourtour de la partie végétalisée.

6 - Le drainage : Pour l'évacuation des eaux de gravité vers les dispositifs d'évacuation des eaux pluviales. Il pourra se faire à l'aide de géotextiles de drainage, de plaques en polystyrène alvéolé ou en mousse alvéolée ou encore de granulats meubles.

7 - La filtration : Il s'agit d'empêcher les particules fines de substrat de colmater la couche de drainage et d'entraver son bon fonctionnement. Elle est souvent réalisée par des nappes de fibres synthétiques (polypropylène ou polyester non-tissés) imputrescibles.

8 - Le substrat : Les substrats assurent des caractéristiques optimales constantes pour la végétation des toitures : la capacité de rétention en eau, la limitation de l'évaporation, la densité, l'aération, la stabilité structurale (résistance à l'érosion), la capacité d'échange en actions et le pH.

9 - La végétation : Elle est sélectionnée pour répondre aux contraintes de l'installation et de son lieu d'implantation : végétalisation extensive ou intensive, climat, ensoleillement, pente... Elle pourra être implantée suivant diverses techniques :

Mode de mise en œuvre	Description	Délai d'installation de la végétation	
		Mise en œuvre de printemps	Mise en œuvre d'automne
Plantation	Mode de mise en œuvre classique (micro-mottes, godets ou conteneurs) Incontournable pour certaines espèces	6 à 18 mois	6 à 18 mois
Rouleaux pré-cultivés	La végétation est déjà implantée sur un substrat puis est roulée. Pas de possibilité de choix des espèces.	Immédiat	Immédiat
Caissettes et plaques pré-cultivées	Végétation présentée dans des caissettes biodégradables ou dans des éléments rigides en PVC recyclé. Possibilité de choix sélectif des espèces.	Immédiat	Immédiat

e-Avantages et contraintes d'une toiture végétalisée

- Amélioration de l'isolation des habitations autant pour le froid l'hiver que pour le chaud l'été.
- Prolongement de la durée de vie de la toiture en servant d'écran contre les rayons ultra-violets, en la protégeant des intempéries et des grands écarts de températures.
- Participation au contrôle des eaux de ruissellement, réduisant ainsi les débordements et l'engorgement des stations de traitement des eaux lors de violents orages
- Possibilité d'offrir des espaces de vie supplémentaires.
- Accroissement de la diversité animale (insectes, sauterelles, oiseaux, ...).
- Épuration de l'air en captant les particules et poussières volatiles en suspension.

f-Le mur végétalisé

Un mur végétalisé est une façade recouverte de plantes à la verticale par différents procédés. Décoratifs, les murs végétalisés peuvent remplir différentes fonctions. Ils peuvent se trouver aussi bien à l'intérieur, qu'en extérieur. Il est ainsi possible de distinguer trois types de mur végétalisé différents :

Les murs recouverts de plantes grimpantes fixées directement sur le mur ou poussant sur un support, comme une treille, proche de celui-ci. Il s'agit du type de mur végétalisé le plus courant,

Les murs recouverts par des plantes dont le support est écarté de la paroi ou de la fenêtre comme une pergola végétalisée ou des dispositifs verticaux avec pots. On appelle ce type de mur un brise-soleil végétalisé.

Les murs végétaux, aussi appelés murs vivants, qui consistent à créer un sol artificiel vertical comportant un substrat humide pour la végétation, intégrant un système d'arrosage et de distribution de nutriments automatiques.

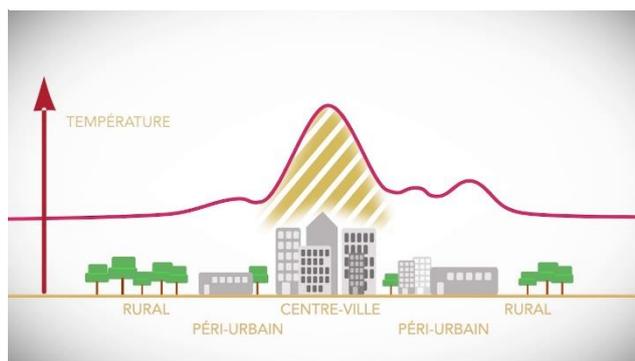
Végétation et microclimat :

Les îlots de chaleur urbains ont des impacts significatifs à la fois sur l'environnement et la santé publique, ce qui rend crucial de les aborder avant d'adopter le point de la végétation et le microclimat.

I.2.3.2 L'îlot de chaleur :

L'ICU est un Phénomène causé par l'augmentation excessive des températures en zones urbaines par rapport aux températures ambiantes en zones rurales. Avec des différences de températures qui varient de 5 C à 10 C et parfois plus pour les grandes agglomérations.

Figure 26 Représentation schématique de l'îlot de chaleur urbain(dailymotion, s.d.)



a-Prédiction morpho métrique de l'intensité de l'ICU :

L'ouverture ou la fermeture d'un tissu urbain affecte l'îlot de chaleur urbain. Oke (1988) propose une corrélation empirique permettant de caractériser en termes d'îlot de chaleur d'un

tissu urbain de type rue canyon en fonction de leur rapport d'aspect H/W par l'équation (Boukarta.S, 2016).

$$\Delta T_{ur_max} = 7.54 - 3.97 \ln(H/W)$$



b-Causes de l’îlot de chaleur urbain :

Plusieurs causes de source anthropique favorisent l'émergence et l'intensification des îlots de chaleurs urbains. Parmi ces causes GIGUERE, M. (2009) souligne :

- Émissions de gaz à effet de serre.
- Perte progressive de la végétation en milieu urbain.
- Imperméabilité des matériaux.
- Propriétés thermiques des matériaux.
- La morphologie urbaine et la taille des villes.
- Chaleur anthropique.

c-Facteur influant sur l’îlot de chaleur urbain :

Figure 27 Les facteurs influant les l'îlot de chaleur (notre-planete.info, s.d.)

La cause	Explication
Le moment de la journée	L'îlot de chaleur est tout d'abord dépendant du moment de la journée. Comme Howard l'avait déjà remarqué, l'îlot de chaleur urbain est surtout marqué la nuit lors des minima de températures. "En général, l'îlot de chaleur urbain commence à croître en fin d'après-midi et augmente au coucher du soleil pour atteindre son maximum au milieu de la nuit.
L'occupation du sol et son albédo	<p>Le bâti, selon son albédo (indice de réfléchissement d'une surface) absorbe ou réfléchit l'énergie solaire. Ainsi, la ville absorbe pendant la journée 15 à 30 % d'énergie de plus qu'une aire urbaine. Cette énergie est ensuite restituée lentement la nuit sous forme d'infrarouge (chaleur). Or, la géométrie du bâti piège cette énergie thermique.</p>
	L'îlot de chaleur urbain dépend également des vents. Un vent fort va favoriser la circulation de l'air et donc diminuer le réchauffement du substratum urbain par un air chaud. A l'inverse, un vent faible entraîne une stagnation des masses d'air qui ont alors le temps de réchauffer le bâti : ainsi, plus le temps est calme et dégagé, plus l'îlot de chaleur urbain est intense. De plus, la forme urbaine joue sur le régime des vents : une

Etat de l art

La circulation d'air	rue étroite et encaissée, formant un canyon, empêchent les vents de circuler et fait alors stagner les masses d'air.
Les activités humaines	<p>Il est important de noter ici l'importance de la chaleur anthropique, notamment en hiver : chauffage, climatisation, industries, circulation automobile, éclairage, etc. sont autant de facteurs qui font augmenter les températures et la pollution (qui elle aussi indirectement par effet de serre réchauffe l'atmosphère au niveau mondial) et donc favorisent l'apparition d'un îlot de chaleur, mais aussi plus simplement réchauffe la ville, même en l'absence d'îlot de chaleur urbain.</p> <p>Par exemple, une route éclairée aura une température d'1°C supérieure par rapport à une route non éclairée</p>
Ville étendue ou ville compacte	L'îlot de chaleur urbain est peu influencé par l'expansion urbaine. Toutefois, le confort thermique des habitants est dégradé en ville compacte, du fait de la concentration de population dans le centre de l'agglomération, indiquent les résultats du projet MUSCADE. Plus une ville est organisée, comme la plupart des villes nord-américaines, plus l'effet des îlots de chaleur urbains est important et plus la chaleur reste piégée, et inversement pour les villes « désorganisées », dont les cœurs de villes historiques où la chaleur s'évacue facilement montre l'étude publiée dans Physical Review Letters en mars 2018.

d-Définition du microclimat :

Le microclimat fait généralement référence à des conditions climatiques limitées à une zone géographique très restreinte, qui se distinguent clairement du climat général de la région dans laquelle cette zone est située. Un microclimat est le climat particulier d'une zone à petite échelle, telle qu'un parc, un jardin, une vallée ou une zone d'une ville. Les variables météorologiques d'un microclimat, telles que la température, les précipitations, le vent ou l'humidité, peuvent légèrement être différentes des conditions prévalant dans l'ensemble de la zone. **Source spécifiée non valide.**

d.1 Types de microclimat :

- Le climat d'une étendue limitée résultant de la modification du climat général sous l'effet de différences locales d'altitude et/ou d'exposition (exemple : pente ou ombres portées), d'albédo ou de végétation, de présence/absence d'eau ou de vent, etc.
- Une série de variations climatiques à l'intérieur d'une très petite région.
- Une modification du climat liée à la proximité d'une source de chaleur (terril en combustion, source hydrothermale, magma, etc.).

- Le climat régnant au voisinage d'un organisme vivant. Ce microclimat peut être très différent du climat général lorsque, par exemple, il s'agit du climat d'une grotte, beaucoup plus stable que le climat local.
- Sous un arbre, ou sous la canopée, le climat est très différent de ce qu'il est en l'absence d'arbre, en raison notamment de l'évapotranspiration et de l'ombre portée au sol. **Source spécifiée non valide.**

d.2 L'impact de la végétation sur le microclimat :

Les végétaux sont capables de filtrer ou de fixer les poussières, et d'absorber ou de produire de la vapeur d'eau, et de régénèrent l'air en produisant de l'oxygène, empêchant ainsi l'augmentation des températures du sol. Ce phénomène sera permanent ou saisonnier selon qu'il s'agira d'espèces à feuillage caduc ou persistant.

La végétation en ville a plusieurs effets peut donc influencer le microclimat urbain, cependant, évaluer la réduction de température de l'air par les végétaux reste importante, ceci dépend à la fois de la surface végétalisée et des surfaces environnantes

La végétation ne peut pas seule réguler le microclimat urbain. D'autres facteurs entrent en jeu, tels que la disposition et l'encaissement des rues, la taille, la forme et la densité des bâtiments, mais aussi le pouvoir réfléchissant (ou albédo) des surfaces.

Les solutions, qui semblent les plus efficaces pour diminuer les températures, sont celles qui associent une augmentation de la surface urbaine végétalisée (au sol et sur les bâtiments) à une augmentation de l'albédo des matériaux de revêtement (Bâtiments et rues).

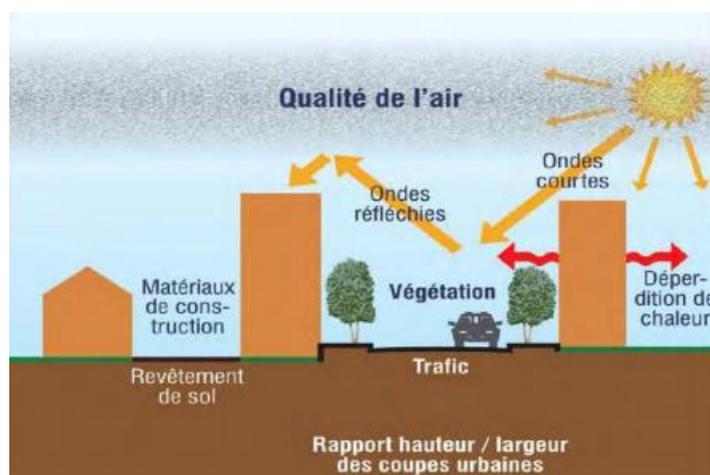


Figure 28: Les paramètres influençant la température urbaine *Source spécifiée non valide.*

L'impact de la végétation peut être direct mais il peut aussi apparaître de manière indirecte et à une échelle plus importante spécifique du champ d'urbanisme, par le biais du microclimat urbain, où le végétal joue un rôle très important.

Le végétal permet de réguler la température à travers plusieurs façons, elle absorbe une partie du rayonnement solaire (ombrage) l'évaporation de l'eau contenue dans le sol. Afin de s'évaporer, cette eau absorbe la chaleur de l'air, causant ainsi un refroidissement localisé. Et aussi de dissiper la chaleur par évapotranspiration qui se produit naturellement par la transpiration des plantes qui, après avoir absorbé l'eau du sol pour en capter les éléments nutritifs, en relâchent une partie par leurs feuilles, parmi ces effets on va citer :

d.3 Effet de l'évapotranspiration :

L'évapotranspiration est le phénomène qui combine la perte en eau par évaporation directe et par transpiration. Est un processus par lequel l'eau de surfaces, des trottoirs, du sol et la végétation humide est convertie en vapeur d'eau (vaporisation) et enlevée à la surface. Quand la transpiration, elle comprend la vaporisation de l'eau contenue dans les tissus végétaux et l'extraction de vapeur vers l'atmosphère. Cependant, l'évapotranspiration de la végétation herbacée exerce une influence complémentaire en abaissant les températures dans les espaces verts non ombragés.

Les paramètres qui affectent les débits d'évapotranspiration sont le rayonnement solaire, la surface des plans d'eau, la vitesse du vent, la densité et le type du couvert végétal, la disposition de l'eau dans le sol, l'albédo de la surface du sol, et les saisons. (LEHTIHET, 2018)

d.4 Effet d'oxygénation de l'air :

Les végétaux agissent sur le cycle de carbone à la fois par la photosynthèse utilisant le gaz carbonique et rejetant l'oxygène, et la respiration : consommant l'oxygène et rejetant les gaz carboniques, mais la quantité de carbone mobilisée par la photosynthèse est 15 fois supérieure à celle rejetée par la respiration. Le gaz carbonique produit par les activités urbaines (circulation, chauffage domestiques...etc.) est en partie absorbé par la masse foliaire pendant que l'oxygène est rejeté. **Source spécifiée non valide.**

d.5 Effet d'ombrage :

C'est l'effet principal, recherché lorsque on plante la végétation tel que les arbres ou lorsque l'on fait pousser des plantes grimpantes sur treille ou pergola. L'ombre des arbres et des végétaux n'a pas un effet très remarquable sur la température de l'air, par contre cette ombre réduit considérablement le flux solaire en limitant les échauffements des surfaces qui normalement devrait être ensoleillées. L'ombre des plantes est unieusement reconnue comme les plus agréable, elle participe sans doute aux raisons de son succès ; fraîche sans être froide, elle reste lumineuse à condition que la taille n'ait pas contenue à l'excès son volume folié. **Source spécifiée non valide.**

d.6 L'effet de rafraîchissement de la végétation (îlots de fraîcheur urbain)

Un îlot de fraîcheur urbain est défini par un périmètre urbain dont l'action rafraîchissante permet d'éviter ou de contrer directement ou indirectement les effets des îlots de chaleur. L'existence d'un îlot de fraîcheur découle directement de : la présence de végétation qui contribue, par l'ombrage et/ou l'évapotranspiration, à rafraîchir l'air ; et de l'utilisation de matériaux généralement pâles, donc présentant un albédo élevé, lesquels contribuent à réfléchir la chaleur ambiante.

La végétation en ville contribue à atténuer localement les îlots de chaleur urbains principalement grâce à l'ombre des arbres qui réduit la température au sol et à la surface.

De plus, l'eau perdue par les végétaux par évapotranspiration et transférée du sol vers l'air, permet de le rafraîchir. L'intensité et la portée de l'effet rafraîchissant varient selon le type et la superficie de la végétation. La diversité et la disposition des végétaux influencent la circulation de l'air rafraîchi. Les toitures et murs végétalisés peuvent jouer un rôle complémentaire en diminuant la température de surface du sol et de l'air environnant.

Source spécifiée non valide..

Conclusion :

L'étude sur la végétation est interdisciplinaire, pour le coté qualitatif, il a été constaté que la végétation a un rôle très important au niveau des espaces extérieurs. La présence de la végétation en ville s'est aujourd'hui imposée comme un élément important pour l'amélioration de la qualité de vie urbaine. Elle constitue un élément bénéfique pour notre environnement par la satisfaction des usagers par ses fonctions sociale, psychologique, paysagère ...etc. Pour le coté quantitatif les végétaux contribuent à rafraîchir l'air en milieu

urbain en combinant les effets liés à leur ombre qui permet de réduire la température de surface du sol. L'évapotranspiration permet de rafraîchir l'air via l'évaporation de l'eau présente dans le sol et les végétaux ainsi que la transpiration au niveau des feuilles, et de manière indirecte, la végétation permet également d'atténuer l'effet d'îlot de chaleur urbain. A travers cette étude, nous avons essayé de montrer l'importance de la présence de la végétation en milieu urbain.

II. Recherche thématique

II.1 la mixite fonctionnel

II.1.1 définitions d'un centre multifonctionnel

Le mot se compose de : « Centre » point de convergence, de rayonnement de diverses forces. Siège, lieu principal ou notable d'une activité.

Multi - fonctionnel : « Multi : plusieurs »

« Fonctionnel : qui répond à une fonction déterminée. »

Un centre multi - fonctionnel :

Est un équipement remplissant à lui seul des multiples et diverses fonctions, qui sont propre à un programme bien réfléchis sur une assiette bien choisis de sorte que toutes en tirent des avantages mutuels, ou chaque fonction trouve son espace spécialisé avec ses caractéristiques propres qui peuvent être d'ailleurs des caractéristiques de polyvalence ou de flexibilité.

II.1.2 Définition des composantes du thème

Etat de l art

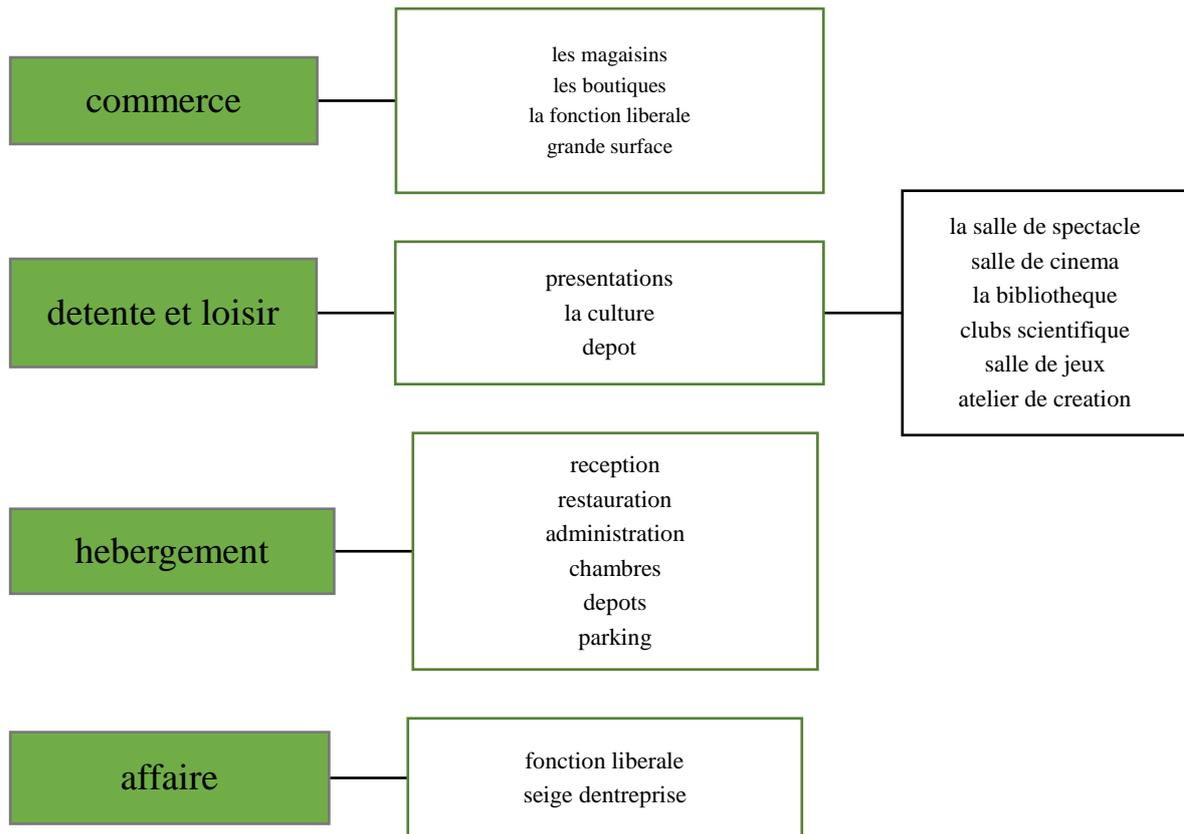


Schéma 1 composants du thème/source auteur

1 Le commerce

Sous forme d'espaces dotés d'une variété de magasins et boutiques et de grandes surfaces. Ces espaces représentent une nécessité vis-à-vis des exigences urbaines et les stimulations sociales des différentes catégories.

Ce type d'activité doit être exposé au grand public.

Le commerce pourra s'organiser autour d'un espace à caractère public en relation directe avec les activités qui favorisent l'interactionnelle tel que la détente (restaurant, café).

Boutique : lien d'étage et dente au détail

-Magasin : lien de dépôt, lien où l'on conserve et range des marchandises, des provisions magasins (établissement un peu plus grand que les boutiques).

2 La culture

La culture est une ambiance, un milieu où chaque détail et un indice d'une société qui marche vers le même distinct. C'est une doctrine de comportement général d'un peuple dans

toute sa gamme sociale. La culture est aussi une préparation d'une partie du passé un débat présent et une aspiration future.

3 Le loisir et détente :

Loisir signifie liberté et choix, il signifie encore dépassement et cela développe les capacités du corps et de l'esprit.

Détente : «activité ou situation permettant de se délasser par une activité agréable, un passe temps ou une distraction ».

4 Hébergement :

Tout établissement qui loue à la clientèle un espace privatif pour l'utilisation personnel pendant un temps limité est un hôtel...

- L'Hôtel est un établissement commercial et d'hébergement classé qui offre des chambres ou des appartements meublés en location soit à une clientèle qui effectue un séjour caractérisé par une location à la semaine, soit à une clientèle de passage....

5 L'administration :

L'immeuble de bureaux et administration, agences comptant les tâches importantes.

II.2.3 Aperçu Historique :

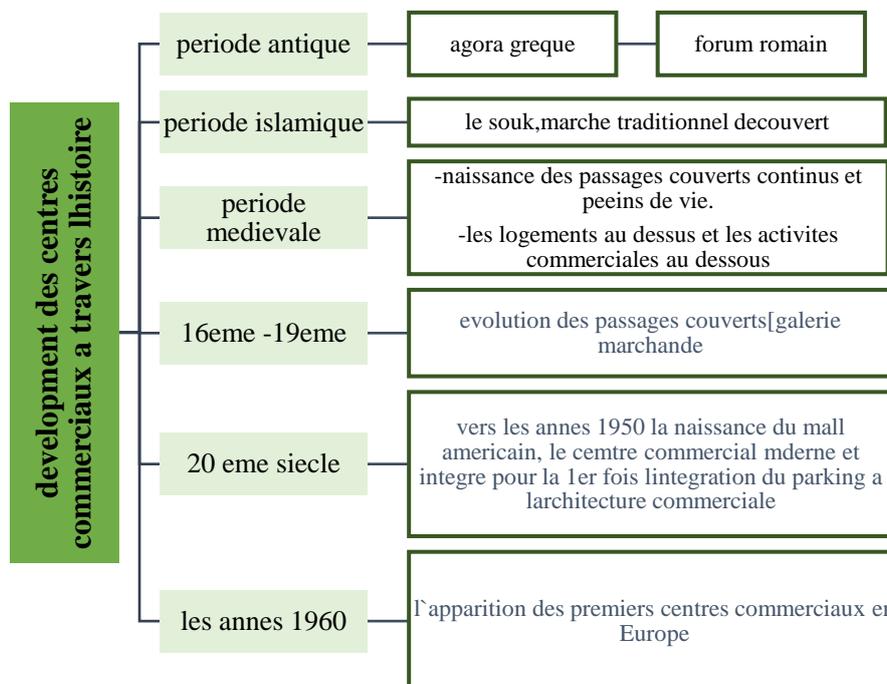


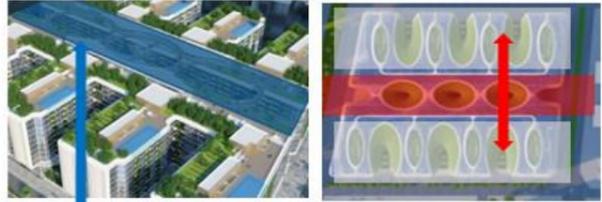
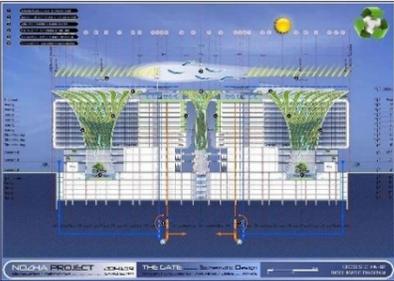
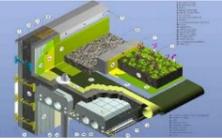
Schéma 03 développement des centres commerciaux à travers l'histoire/ source auteur

II.2.4 Le rôle d'un centre multifonctionnel

- Rendre l'espace urbain plus agréable et diversifiant l'utilisation.
- Contribuer à l'intégration de plusieurs fonctions urbaines liées à la diversité de l'activité humaine : résidence, commerces, culture, services, loisir, détente.
- Répondre aux besoins essentiellement urbain (rencontres, détente, achats, hébergement.)
- Contribuer à la requalification du quartier et à la revalorisation de la façade urbaine.
- Un centre comme outil de développement durable, économique, social, culturel du quartier.
- Un Centre multifonctionnel est un équipement à service multiples regroupant de nombreux services de fonction tertiaires, capables d'attirer et de satisfaire les investisseurs étrangers ou nationaux.

II.2 analyses dexample

II.2.1.1 the GATE

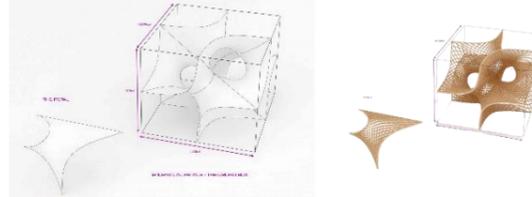
Le projet	La forme	L'enveloppe et enivrement	Les techniques
<p style="text-align: center;">The Gâte Complexe multifonctionnel durable au Caire</p> 	<p>The Gate a une forme régulière, Il s'organise autour d'une rue centrale appelée "le boulevard" qui constitue pratiquement la colonne vertébrale du projet d'habitation et le divisée en deux parties. Bâtiments rectangulaires réguliers, en forme de "U",</p>  <p style="text-align: center;">Fig 01,02: Le boulevard qui divise le projet</p>  <p style="text-align: center;">Fig 03: bâtiment en forme U</p>  <p style="text-align: center;">Fig 04: bâtiment rectangulaire régulière</p>	<ul style="list-style-type: none"> Le centre multifonctionnel de Caire est implanté dans un terrain régulier plat, dans un tissu urbain dense. Les arbres géants sont inspirés de la technologie traditionnelle des tours à vents (Malqaf). Ils fonctionnent comme un système de refroidissement passif. Différents types de façades, dépendant de la fonction des murs végétalisés alternent avec des façades transparentes.  	<p>1-WIND CATCHER (CAPTEUR DE VENT) : Les capteurs de vent sont connus dans l'architecture égyptienne traditionnelle de l'Égypte ancienne, la maison pharonique de Neb- Ammun, Egypte.</p>  <p>2-PHOTOVOLTAÏQUE SOLAIRE : Le photovoltaïque intégré au bâtiment (BIPV) est un matériau photovoltaïque utilisé pour remplacer la convention des matériaux de construction dans certaines parties de l'enveloppe du bâtiment telles que le toit, les lucarnes ou les façades Ils sont de plus en plus incorporés dans la construction.</p> <p>3-JARDIN COMMUNAUTAIRE SUR LE TOIT : Les jardins communautaires encouragent la sécurité alimentaire d'une communauté urbaine, permettant aux citoyens de cultiver leur propre nourriture ou à d'autres de faire don de ce qu'ils ont cultivé.</p>  

II.2.1.2 Le centre écoresponsable « Orchidées en bois »

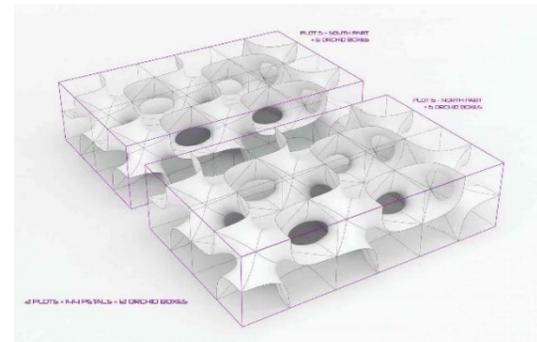
**Le centre écoresponsable
« Orchidées en bois »**



Le « thème de la fleur » est la considération clé du design de Molewa. Basée sur le biomimétisme, l'architecture du centre commercial s'inspire directement des pétales d'orchidées traduits en surface mathématique.



Cette « boîte à orchidées en bois » mesure 30 mètres de haut, 40 mètres de long et 37,5 mètres de large. Chaque parcelle du complexe commercial est créée par 6 répétitions symétriques.



Les 12 modules assemblés forment l'ensemble du projet relié par des passerelles au-dessus de la rue Est-Ouest. A partir de cette logique géométrique et structurelle basée sur la « boîte à orchidées », les 2 parcelles sont conçues de deux manières différentes : additive ou soustractive.

- Sur le toit des « Orchidées en bois », l'objectif est de transformer le toit en un nouveau lieu d'innovation pour la vie sociale de tous. Les visiteurs Ce grand jardin dans le ciel intégrera des aires de jeux pour les enfants, des terrains de sport, des potagers et des vergers. Ce toit vert sera une couche d'isolation parfaite au-dessus des niveaux résidentiels pour réduire le réchauffement urbain.



- Les deux parcelles dédiées aux usages commerciaux et culturels développent des architectures additives et soustractives. Cette complémentarité représente le juste équilibre entre plein et vide, entre ombre et lumière, entre Ying et Yang.

1-MOBILITÉ BAS CARBONE :

Dans ce nouvel environnement, les piétons et les cyclistes auront la priorité et la vitesse réduite des véhicules fournira un espace plus sûr pour marcher ou faire du vélo.



2-RÉCUPÉRATION DES EAUX URBAINES PAR LES JARDINS DE PLUIE :

Les paysages de rue, les places et les parkings contribueront à capter, filtrer et collecter l'eau de pluie à travers une série de « jardins de pluie ». Dans la mesure du possible, les fosses d'arbres et les plates-bandes seront conçues pour capter l'eau de surface à faible débit des surfaces pavées dures.

3-ECHNOLOGIES DES VILLES INTELLIGENTES :

Les interfaces utilisateur permettent de contrôler les différentes zones / pièces : contrôle de la température (chauffage et refroidissement) / contrôle de l'éclairage / contrôle de la ventilation. Les multi-capteurs sont utilisés pour détecter la quantité de personnes dans la pièce, le mouvement, la température et le niveau de luminosité (jour/nuit).

Synthèse :

À la suite de recherches approfondies et synthèses réalisées sur le confort thermique et l'impact de l'intégration de la végétation dans la conception, nous avons formulé des recommandations pour assurer un confort thermique optimal, réduire la consommation d'énergie et créer des espaces de vie agréables et durables et cela comprend des stratégies bioclimatiques telles que l'utilisation de matériaux isolants, la maximisation de l'efficacité énergétique, ainsi que l'intégration de la végétation pour créer des microclimats favorables. Et elles serviront de base pour la conception architecturale du projet.

La recherche thématique et l'analyse des exemples ont permis d'approfondir nos connaissances et de mieux appréhender le sujet, ainsi que déterminer les exigences quantitatives et qualitatives du projet. Cette partie théorique nous fournit des fondements et des bases solides qui guideront notre démarche dans la conception.

En résumé, cette partie théorique nous fournit une compréhension approfondie des enjeux liés au confort thermique et à l'intégration de la végétation. Elle nous permet de formuler des recommandations spécifiques pour la conception architecturale du projet, en veillant à ce que les exigences quantitatives et qualitatives soient pleinement prises en compte.

CHAPITRE III : Phase conceptuelle

I. Analyse de la ville

I.1 Présentation de la ville

I.1.1 Choix du cas d'étude

Notre choix de cas d'étude captivant en raison de sa valeur historique et de son héritage riche. Aussi il se concentre sur le climat méditerranéen auquel Cherchell appartient, caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides. De plus, la diversité de son paysage naturel, avec ses forêts, ses montagnes et ses sites archéologiques, offre un cadre unique qui influence la vie quotidienne de ses habitants. Aussi une de nous habite à Cherchell, donc elle connaît bien la ville et ses problèmes.



Figure 29 vue sur la ville de Cherchell /source google earth

En choisissant une ville côtière telle que Cherchell, nous espérons explorer les liens complexes entre l'histoire, la géographie, la nature et la vie urbaine, afin de mieux comprendre les enjeux et les opportunités du développement urbain dans ce contexte particulier.

I.1.2 situation de cas d'étude

Cherchell se situe dans la région nord centre de l'Algérie sur le littoral entre Tipaza Son chef-lieu de wilaya et la ville de Ténès à 100Km environ d'Alger côté ouest.

Elle est limitée :

- Au Nord : par la Mer Méditerranée.
- A l'Ouest : par la commune de Sidi-Ghiles.
- Au Sud : par la commune de Menacer et Sidi Amar.
- A l'Est : par la commune de Tipaza et Nado



Figure 30 situation de la ville Cherchell/ source google retouchée par auteurs

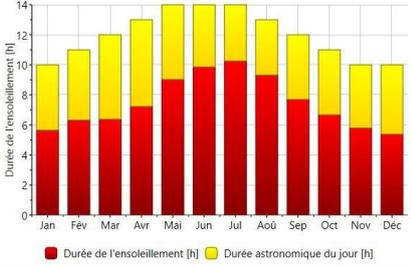
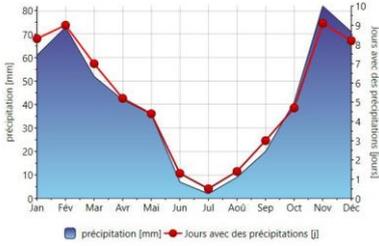
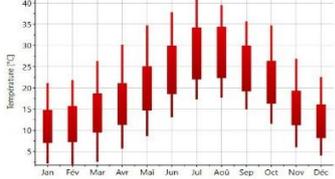
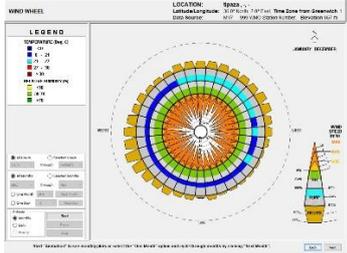
I.1.3. Accessibilité

Cherchell est traversée d'Est en Ouest par un axe routier d'importance régionale la RN 11 qui est une voie de liaison touristique de toute la frange côtière de la wilaya.

Phase conceptuelle

I.1.4. L'analyse climatique de la ville de Cherchell

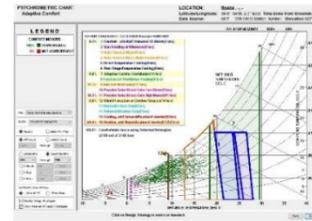
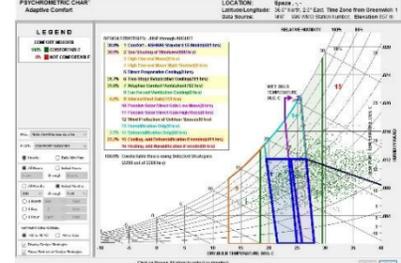
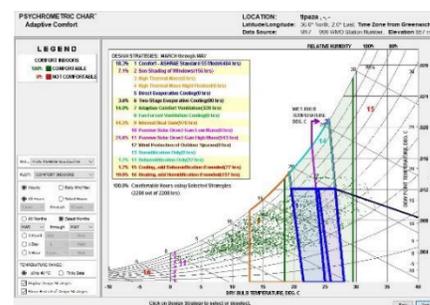
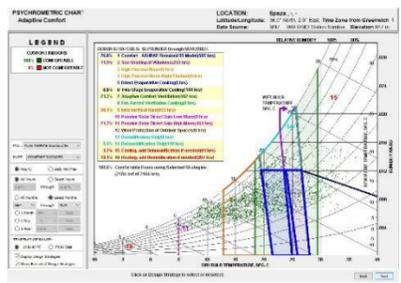
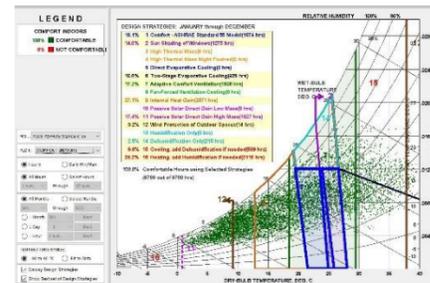
Tableau 9 analyse climatique de la ville de Cherchell / **source** auteur

Les données	Evaluation	Illustration
Dure d'isolation	En moyenne, la ville bénéficie d'environ 9 heures d'ensoleillement par jour tout au long de l'année. L'été les mois les plus ensoleillés sont juin à août avec environ 14 jusqu'à 16 heures d'ensoleillement par jour. La saison d'hiver les moins plus moins ensoleillés sont de novembre à janvier, avec environ 6 heures d'ensoleillement par jour.	 <p style="text-align: center;">Graphe 1 durée d'insolation/ source meteonorme</p>
Précipitations	La ville de Cherchell reçoit des précipitations modérées tout au long de l'année, avec une moyenne annuelle d'environ 550 millimètres. Les mois les plus pluvieux sont de novembre à janvier, avec des précipitations moyennes mensuelles d'environ 80 à 90 millimètres. Les mois les plus secs sont de juin à août, où les précipitations sont généralement inférieures à 10 millimètres par mois.	 <p style="text-align: center;">Graphe 2 précipitations / source meteonorme</p>
Température mensuelle	La température varie entre le maximum 40 C° en mois de juillet et le minimum de 0 C° en mois de Janvier.	 <p style="text-align: center;">Graphe 3 température mensuelle / source : météonorm</p>
Vents	La ville de Cherchell est située en bord de mer, ce qui signifie qu'elle est soumise à des vents modérés tout au long de l'année. Les vents sont généralement d'ouest en été et de nord-ouest en hiver avec une vitesse max= 15m/s ; min=8m/s caractérisé par une humidité supérieure à 70%.	 <p style="text-align: center;">Graphe 4 rose des vents de la ville de cherchell / source climate consultant</p>
Synthèse	L'analyse climatique nous a permis de déduire que la ville se trouve dans l'étage bioclimatique Subhumide avec un climat méditerranéen caractérisé par un climat chaud sec en été, humide et froid en hiver.	

I.1.5. L'analyse bioclimatique de la ville de Cherchell

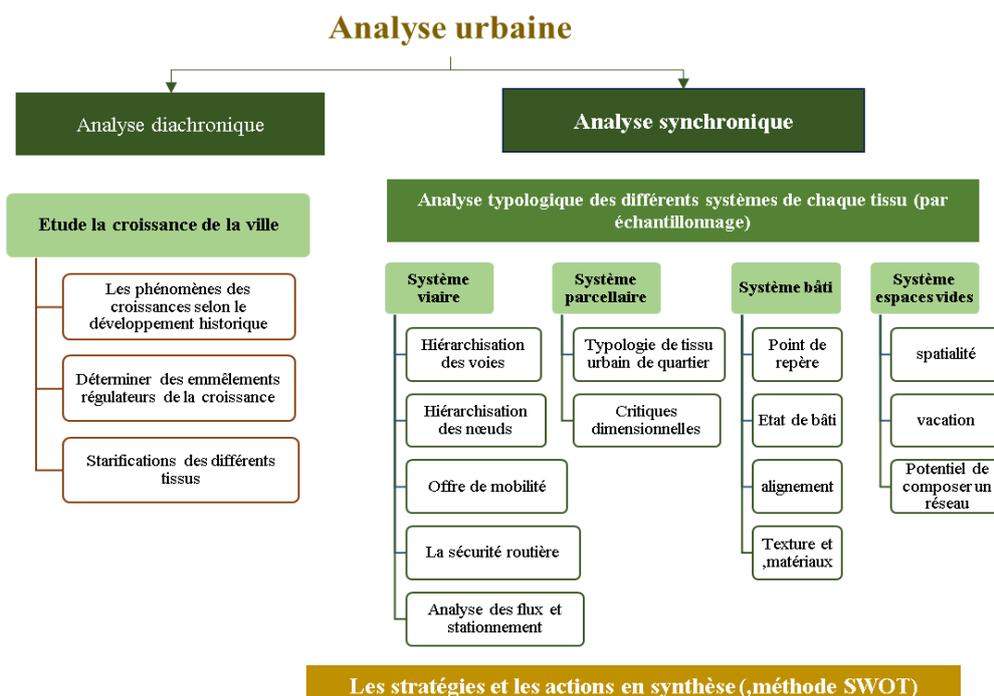
Les données climatiques utilisées pour les simulations couvrent la période de 2007 à 2021 de la ville de Cherchell obtenues du site web climate.onebuilding.org. L'analyse bioclimatique est conduite sous le diagramme psychométrique de **Climate Consultant V6** développé par l'université de Californie. Voici le tableau en dessous. En appliquant le modèle de confort thermique adaptatif.

Tableau 10 analyse bioclimatique en utilisant le diagramme psychométrique Szokolay\ source auteur

Analyse bioclimatique en utilisant le diagramme psychométrique szokolay	
L'hiver	L'été
<p>Pendant les mois d'hiver, diverses techniques passives sont utilisées pour le confort thermique, notamment la ventilation adaptative naturelle, les gains solaires directs à faible masse, les gains de chaleur interne et la protection contre les vents extérieurs. Ces techniques offrent un niveau de confort de 37%. Pour atteindre un confort total de 100%, des solutions actives supplémentaires, telles qu'un système de chauffage, sont nécessaires, représentant 63% du temps total. Cela permet d'assurer 1358 heures de chauffage et un confort thermique optimal.</p> 	<p>Durant les trois mois d'été, des techniques passives telles que l'ombrage des fenêtres, l'effet de masse thermique et la ventilation adaptative sont utilisées pour réduire la surchauffe et assurer le confort thermique, représentant 76% du temps total. Cependant, pour atteindre un confort total de 100%, des solutions actives telles que le système de refroidissement sont nécessaires, représentant 24% du temps total et offrant 537 heures de confort.</p> 
Printemps	Automne
<p>Pendant les trois mois de printemps, des techniques passives telles que la ventilation adaptative, les gains solaires directs et le gain de chaleur interne sont utilisées pour assurer le confort thermique. Elles représentent 73% du temps total, offrant un niveau de confort appréciable. Cependant, pour atteindre un confort total de 100%, des solutions actives telles que le chauffage et la climatisation sont nécessaires, représentant 27% du temps total.</p> 	<p>Durant les mois d'automne, différentes techniques passives telles que l'ombrage des fenêtres, l'effet de masse thermique et la ventilation adaptative naturelle sont utilisées, représentant 81% du temps total pour assurer le confort. Cependant, pour atteindre un confort total de 100%, des solutions actives sont nécessaires, représentant 19% du temps total, incluant un système de chauffage offrant 247 heures de confort (11.3%) et un système de climatisation offrant 163 heures de confort (7.5%).</p> 
Annuel	Synthèse
<p>Sur une base annuelle, les besoins en termes de confort sont répartis entre les techniques passives et actives. Les techniques passives, telles que l'ombrage des fenêtres, l'effet de masse thermique, la ventilation adaptative naturelle, les gains solaires directs, le gain de chaleur interne et la déshumidification seule, représentent 66% du temps total, offrant un niveau de confort appréciable. Cependant, pour atteindre un confort total de 100%, des solutions actives sont nécessaires, représentant 34% du temps total. Cela inclut un système de chauffage offrant 2211 heures de confort (25.2%) et un système de refroidissement offrant 744 heures de confort (8.5%).</p> 	<p>Le confort thermique tout au long de l'année est principalement assuré par des techniques passives, à l'exception de l'hiver où des stratégies actives sont nécessaires. Pendant cette saison, les principales techniques passives comprennent une ventilation adaptative pour le confort, la protection contre les vents extérieurs, l'utilisation de gain solaire direct avec une masse thermique importante, et le gain de chaleur interne. En complément, des stratégies actives, telles que le chauffage, sont utilisées pour assurer un confort optimal, représentant la majorité des besoins énergétiques pendant cette période (64,4%)</p>

I.2 Analyse urbaine

Figure 31 schéma d'analyse urbaine / source auteur



I.2.1 Analyse diachronique

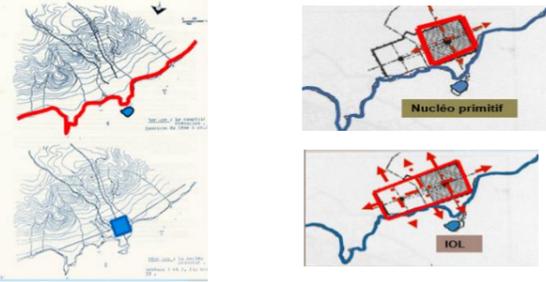
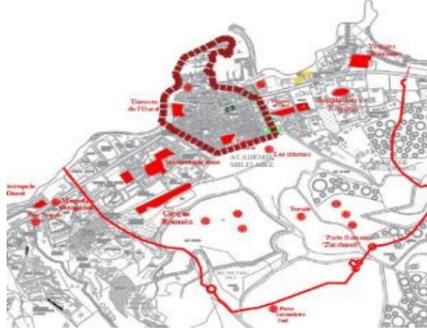
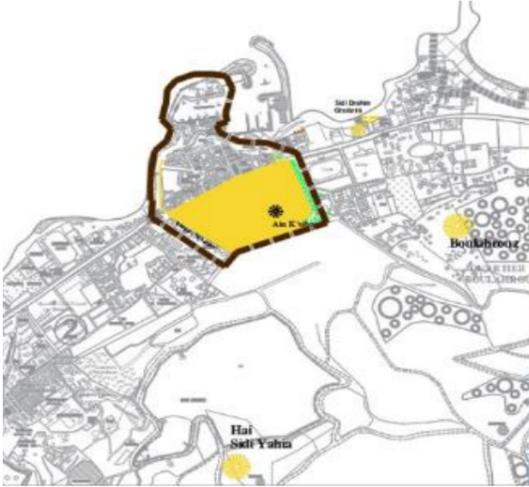
L'objectif principal de cette analyse est de :

- Comprendre l'impact de chaque civilisation historique sur le maillage de la ville et la typologie du bâti
- Prendre en considération les techniques anciennes utilisées dans la construction, ainsi que les matériaux de construction utilisés pour s'adapter au climat méditerranéen.

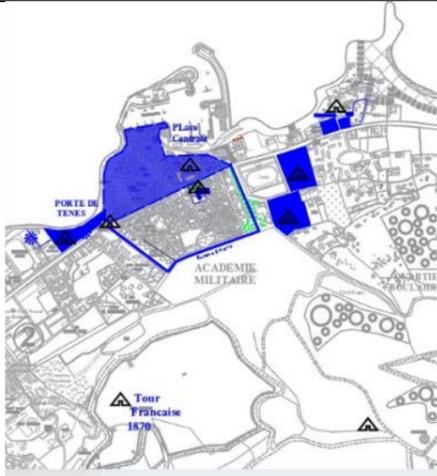
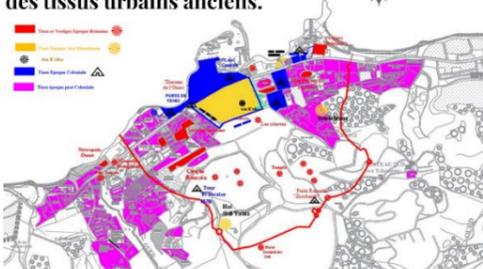
I.2.1.1 chronologique de la ville



Organigramme 1 la chronologie des plus grands périodes historiques de Cherchell\ source auteur

La période historique	Description	Illustration	Les caractéristiques selon		
			L'environnement	La forme	L'enveloppe
Phénicienne	<ul style="list-style-type: none"> • Dans le 1er age, les phéniciens avaient l'intérêt de développer leur commerce maritime et aucun intérêt d'urbanisation, c'est pour ça, ils se sont installés autour du port, et ont établi un îlot très proche de la terre « l'îlot joinville » . • le 2ème age, le nucleo urbain primitif a été dupliqué. • Durant le 3ème age, Après la chute de Carthage, IOL tomba au pouvoir des princes africains. Un roi Maure « Bocchus » et allié de César en fit sa capitale. 		/		
Romaine	<p>Le plan de la ville, fondée en 25 av. J.C par Juba II obéit au plan type romain appelé « CAESAREA » caractérisé par</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enceinte périphérique. • Un forum central. • Axes structurants (le Cardo et le Decumanus). • Des portes urbaines aux extrémités de la ville. • Un tracé en damier. • La permanence du quadrillage urbain antique avec son réseau de voirie. • Les richesses réexportées vers la métropole Romaine et utilisées pour l'urbanisation. 		<ul style="list-style-type: none"> -Systèmes hydrauliques -Systèmes collecte d'eaux pluviales 	<ul style="list-style-type: none"> -Quadrillage urbain orthogonal suivant les deux axes decumanus et cardo. -Maillage des parcelles 35,52m ,35,52metres 	<ul style="list-style-type: none"> Les matériaux de construction -La pierre. -les briques. -les bois de coffrage et d'échafaudage. -Le mortier.
Vandale et byzantine	<ul style="list-style-type: none"> • Cette période constitue pour Cherchell une phase de recul et d'abandon. Au 6ème siècle, Caesarea fut rasée par les vandales venus d'Espagne. Malgré la reprise de la ville par les byzantins (du 7ème au 10ème siècle) et la réutilisation temporaire des structures romaines, la ville n'a pas pu avoir la prospérité qu'elle possédait auparavant. • Dans cette période, Cherchell a connu la stagnation, et surtout, la dégradation provoquée essentiellement par un fort séisme au 10ème siècle, et c'est pour cette raison que certains appellent cette période « Période oubliée ». 				
Andalou ottomane	<ul style="list-style-type: none"> • Pendant la période des Andalous de 1492 à 1516, Cherchell a connu des développements urbains significatifs. Les quartiers nouvellement construits ont intégré des éléments de l'ère romaine, tels que les colonnes et les pierres récupérées. La trame urbaine romaine a été réutilisée dans la planification des quartiers. Les maisons de cette époque étaient généralement de plain-pied et horizontales. • Avec l'arrivée des Ottomans en 1516, la ville de Cherchell a connu un agrandissement de son tissu urbain, adoptant une architecture qui reflétait les influences des civilisations arabo-andalouse et ottomane. L'établissement de cette nouvelle architecture était principalement motivé par la présence du port. Les habitations construites pendant cette période ont été caractérisées par des niveaux superposés et une structure verticale 		<ul style="list-style-type: none"> -La réinterprétation des matériaux de construction romaine. -Suivre la trame romaine. -La réutilisation des systèmes et des structures hydrauliques romaines dans les maisons. Andalou-ottomanes et certains équipements publics. -La construction des systèmes hydrauliques. 	<ul style="list-style-type: none"> -La géométrie du patio suit la forme de la parcelle. - La position du patio est souvent au milieu de la maison. - La forme compacte du bâti. -Les rues sont étroites et hiérarchisées (publics-privées). 	<ul style="list-style-type: none"> -Utilisation du style musulman

Phase conceptuelle

<p>Coloniale</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Durant cette période, plusieurs aménagements ont été réalisés à Cherchell. Les principales caractéristiques comprennent la mise en place de deux rues carrossables, le Cardo et le Decumanus. Les fortifications turques ont été consolidées avec une muraille entourant la ville, percée par trois portes principales : la porte d'Alger à l'est, la porte de Ténès à l'ouest et la porte de Miliana au sud. Des casernes militaires ont été érigées pour assurer la protection de l'arrière-ville. Les voies ont été élargies et régularisées, et des impasses ont été ouvertes pour faciliter la circulation. Un plan régulier a été établi dans la partie nord de la ville, avec une continuité et une complémentarité par rapport à la ville médiévale existante. Ces développements ont contribué à l'organisation et à l'embellissement de Cherchell à l'époque des Ottomans, témoignant de l'importance stratégique de la ville et de son influence architecturale. 		<ul style="list-style-type: none"> -La construction d'un nouveau port La permanence du quadrillage urbain antique avec son réseau de voirie -Des transformations substantielles sur le bâti anciens afin de l'aligner à l'ordre politico- culturelle. 	<ul style="list-style-type: none"> -le bâti occupe la totalité de parcelle et prends sa forme. - Le centre coloniale comporte différente types d'habitations et d'équipements avec un gabarit différent alignée sur la rue - Le système parcellaire du centre-ville est relativement régulier orthogonal. 	<ul style="list-style-type: none"> Les grandes ouvertures dans La présence de la tuile dans Les toitures en pentes L'usage de l'acier dans les bardage ornementes La présence de balcons Les matériaux de construction ; la pierre, la brique, le bois pour les menuiseries et le marbre plus le plâtre et le vitrag
<p>Post coloniale</p>	<p>Après l'indépendance, l'extension de la ville a été inévitable.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En effet, l'extension au-delà de l'enceinte a été forcée par une démographie croissante et une demande en logements de plus en plus importante qui a engendré un besoin pressant de construire. • La saturation du noyau historique ne permettait plus d'y construire davantage. • Les extensions vers l'Est et l'Ouest structurés par la RN11 étaient évidentes (la zone militaire au Sud et la mer au Nord). • Les plans d'urbanisme proposés pour l'aménagement de la ville étaient de simples propositions de zoning en rupture avec la continuité historique au point de vue morphologique (elle ne s'intègre pas au tracé urbain de la ville ni au gabarit) 			<p>Aucune typologie suivie Parcellaire irrégulier, donc des formes de bat irrégulières</p>	<p>Absence d'un style architectural su Matériaux béton Omentations extérieurs varient</p>
<p>Synthèse</p>	<p>La forme urbaine de la médina de Cherchell, dérive de la superposition et de la stratification des différents éléments constitutifs de son corps. Ce sont en effet, des systèmes de conformation, des modes d'utilisation du sol et des ordres urbanistiques de cultures urbaines différentes ; qui ensemble ou d'une manière conflictuelle, ont contribué et participé à sa formalisation spatiale.</p>		<p>La carte palimpseste de stratification des tissus urbains anciens.</p> 		

I.2.2 Analyse synchronique

I.2.2.1 Analyse synchronique

a. situation du quartier

Le quartier se situe à l'entrée est de la ville de Cherchell, limité par la mer méditerranéenne au nord, dans une zone urbaine (des habitations collectifs et individuelles à l'ouest et au sud).



Figure 32 les cartes qui montrée la situation / source auteur

b. le choix du quartier

- La situation stratégique du cap Tizirine

-D'après notre problématique générale « la ville tourne son dos au front de mer », nous avons choisi le site car il fait la relation ville- mer à cause de sa façade maritime important et son background historique.



Figure 33 les points de repère / source auteur

-Le terrain est une zone de rupture remarquable entre le noyau historique et l'extension est de la ville.

-Le quartier joue un rôle de transition.

- La présence des sites et monuments archéologique
- La bonne accessibilité

I.2.2.2 Analyse typo-morphologique

a. système viare

➤ la hiérarchisation des voies

Le quartier bénéficie d'un fort flux de circulation à la fois mécanique et piétonne en raison de sa proximité avec la RN 11 et de la présence d'une gare routière, ce qui en fait un

Phase conceptuelle

lieu de transit important. Cependant, une problématique se pose concernant l'absence d'espaces de stationnement, ce qui peut entraîner des difficultés pour les résidents et les visiteurs à trouver un emplacement adéquat pour leurs véhicules. Les rues qui connaissent un flux intense de circulation sont généralement plus fréquentées et offrent une meilleure sécurité

grâce à

la présence constante de personnes. En revanche, les rues entourant les sites d'intervention ou de travaux peuvent présenter des problèmes de sécurité, nécessitant une attention particulière pour assurer la sécurité des piétons et des travailleurs. Il est donc essentiel de prendre en compte ces facteurs lors de l'aménagement et de la planification urbaine afin d'optimiser la circulation, la sécurité et le confort dans ce quartier.

➤ Les nœuds

Sur la RN11, nous observons trois nœuds majeurs dont la configuration diffère et qui présentent des nœuds à faible potentiel visuel, tandis que le manque d'animation se fait ressentir, à l'exception du nœud n°1.



Figure 34 les nœuds / source auteur

➤ La sécurité routière et flux et stationnement

La RN 11 est un axe de circulation majeur, reliant les extensions de la ville à son centre, ce qui entraîne un flux important de véhicules. Cependant, les ruelles entourant le site d'intervention ne sont pas sécurisées, à l'exception de la RN 11. De plus, le littoral du cap Tizirine présente des problèmes de sécurité et son accessibilité est quelque peu difficile

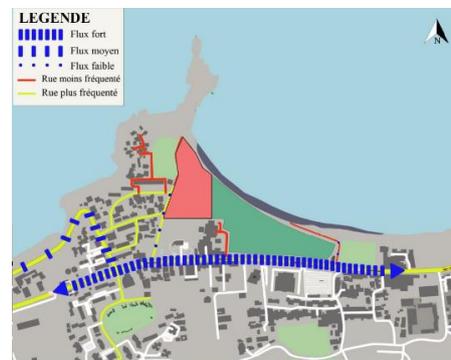


Figure 35 la carte de sécurité routière et flux / source auteur

b. système parcellaire

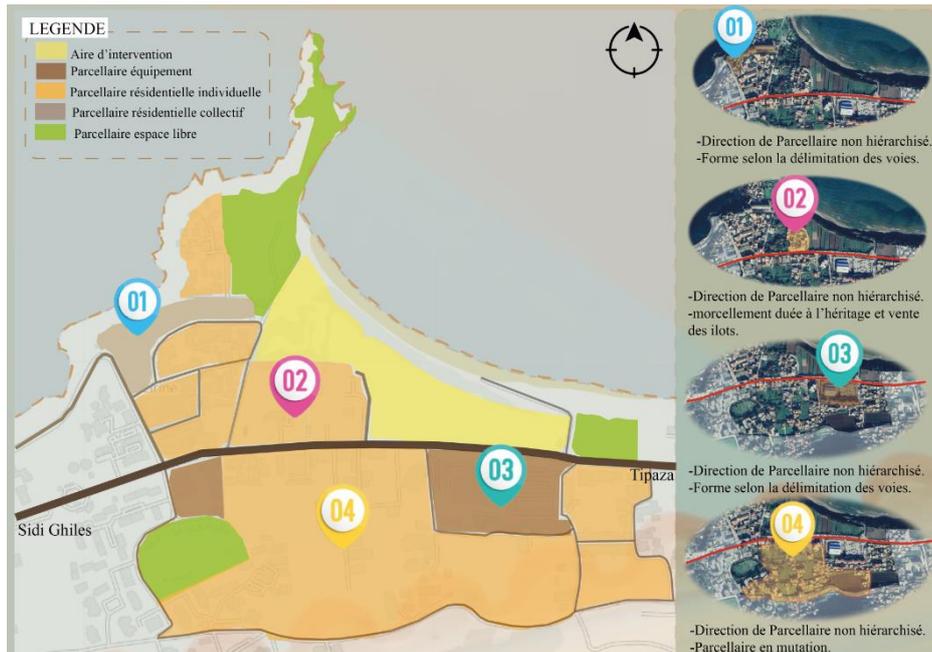


Figure 36 la composition des parcelles / source auteur

Le quartier est principalement caractérisé par des tissus résidentiels composés de maisons individuelles. Il se distingue par la présence de vastes parcelles, mais la lecture du bâti dans ces derniers est difficile, probablement en raison de la division d'héritage. De plus, les parcelles ne suivent pas une trame régulière, ce qui engendre des formes de parcelles irrégulières.

c. système bâti

Le quartier se caractérise par une densité de construction relativement faible, avec principalement des maisons en bon état. Les larges voiries permettent une bonne accessibilité solaire, favorisant l'entrée de la lumière naturelle. Les bâtiments varient en hauteur, allant jusqu'à quatre étages maximums. Une variété de textures et de façades est observée, et une cohérence



Figure 37 carte de bâti / source auteur

Phase conceptuelle

visuelle est créée le long de la route nationale 11 grâce à l'alignement des bâtiments et des murs de clôture.



Figure 38 schéma de l'état de bâti / source auteur

d. système espace libre

Le quartier se caractérise par la présence de nombreux espaces libres, notamment des terrains offrant un fort potentiel paysager. Cependant, il est à noter l'absence d'espaces libres publics aménagés. Afin d'améliorer la qualité de vie dans le quartier, il serait pertinent d'ajouter au programme des espaces de détente et de loisirs pour les résidents.



Figure 39 carte d'espaces vides / source auteur

I.2.2.3 Analyse séquentielle

a. les séquences

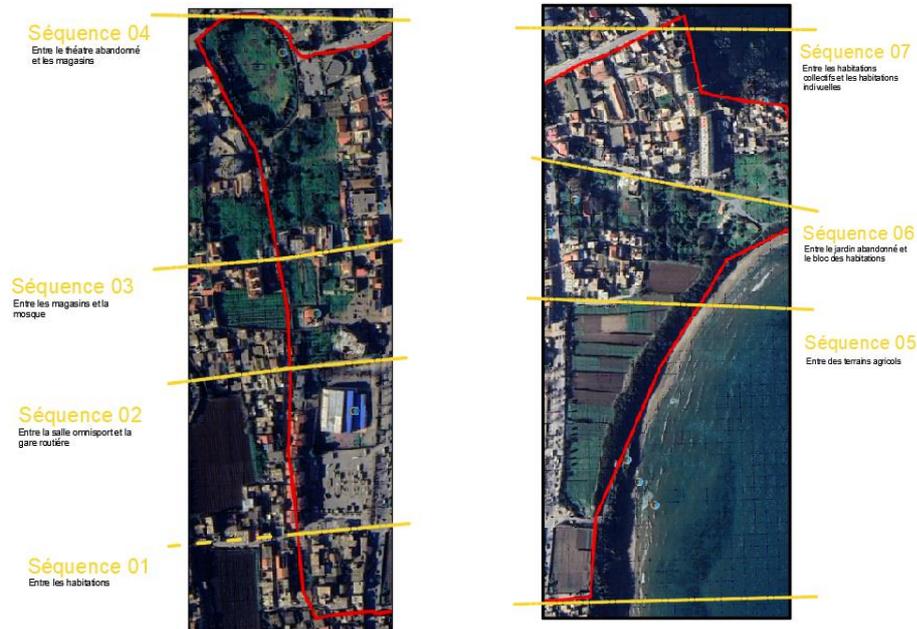


Figure 40 les séquences sur le site d'intervention / source auteur

Le quartier le long de la route nationale 11 présente différentes séquences, certaines étant animées en raison de la présence d'activités commerciales, tandis que d'autres sont moins dynamiques en raison de la prédominance des habitations. La séquence où se trouve le terrain d'intervention se distingue par son étendue, mais est également marquée par le bruit provenant de la gare routière et un manque d'animation.

b. l'acoustique

Le quartier le long de la route nationale 11 est exposé à un niveau élevé de bruit en raison de la circulation intense et de la présence de commerces. Cependant, à mesure que l'on s'éloigne de la route, le bruit diminue progressivement (à côté du site d'intervention). Les odeurs dans le quartier sont généralement négatives, à l'exception de l'odeur agréable émanant d'une boulangerie sur la RN11 et de l'odeur de la mer due à la proximité de la plage.



Figure 41 l'acoustique du quartier / source auteur

I.3 Synthèse (les atouts ; les stratégies)

		Opportunité				Menace					
		Système viaire	Système parcellaire	Système bâti	Système des espaces libre	Système viaire	Système parcellaire	Système bâti	Système des espaces libre		
A T O U T	Système viaire	-L'accès principal du site d'intervention se fait par une rue secondaire qui relie directement à la route nationale 11. - traitement de l'angle au niveau de nœud				L'insécurité sur les voies tertiaires vers les espaces cloturés					Système viaire
	Système parcellaire	-La forme des parcelles dépendent de l'orientation des voies. - Grandes parcelles. - La juxtaposition des parcelles des sites d'intervention permet de créer un espace libre commun.									Système parcellaire
	Système bâti	- Le projet ne doit pas dépasser les R+4. - Les projets doivent s'aligner aussi soit avec le bâti ou bien un mur de clôture									Système bâti
	Système des espaces libres					-Le manque des espaces public augmente l'insécurité au niveau des voies .					Système des espaces libre
F A I B L A I S E	Système viaire	- Renforcer la walkability dans la rue secondaire qui mène vers la plage et la reconvertir vers un parcours piétonne uniquement. - Requalification de la rue secondaire. - Aménager des espaces de stationnements.				-Le manque de la sécurité conduit à une carence au flux piétonnière et mécanique au niveau des voies secondaire .					Système viaire
	Système parcellaire										Système parcellaire
	Système bâti	- La densité est faible, donc la nécessité de densifier l'aire d'étude. -concevoir un projet qui sera un point de repère dans le quartier étudié. - Les projets à concevoir doivent être des équipements. - Le choix de texture reste le notre. - Il n'existe pas un style architectural suivi dans les façades du quartier.				-Le risque sur la forme et la morphologie urbaine à cause de la complexité des parcelles . -Le rapport entre le plein et le vide urbain					Système bâti
	Système des espaces libre	- Aménagement du littoral du cap tizzirine pour le rendre un espace public et commun entre les 3 sites d'intervention. - Réaménager et revivifier le jardin abandonné.				-Le risque sur les espaces libre patrimoniales					Système des espaces libre

I.4 Actions :

En utilisant la méthode SWOT, nous avons identifié les points faibles et les points forts, ainsi que les erreurs et les fautes à éviter. En nous appuyant sur les résultats de l'analyse synchronique, nous avons développé des stratégies et des actions concrètes pour guider l'implantation du projet. Ces actions comprennent :

- Amélioration de la route secondaire afin de faciliter l'accessibilité au projet.
- Aménagement de la falaise pour créer un espace extérieur commun entre le site d'intervention et les 2 sites voisins.
- Réaménagement du jardin abandonné afin d'améliorer la sécurité dans le cap.
- Implantation des tours célestes avec aménagement d'un jardin pour offrir une vue sur la mer depuis la ville.
- Réaménagement de la gare routière pour servir comme un espace de stationnement.
- Aménagement d'espaces dédiés aux piétons.
- Aménagement d'un chemin en bord de mer, pour relier le port à l'aire d'intervention. « Chemin Mer et Soleil »
- Création de nœuds et de ruelles piétonnes au cœur des sites.
- Elargissement du trottoir le long de l'aire d'intervention.
- Création d'une façade littorale en raison de l'emplacement des terrains d'intervention sur une large parcelle en front de mer.
- Le gabarit maximal est de R+4.

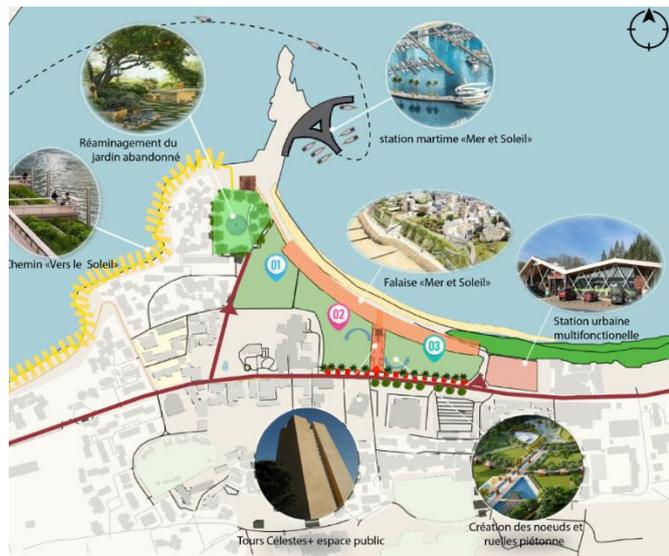


Figure 42 la carte des actions de synthèse / source auteur

II. Projet architecturale

II.1 Analyse de site

II.1.1 Situation de site d'intervention

Le site d'intervention bénéficie d'une situation géographique privilégiée, avec une relation directe à la fois avec la mer et le centre historique. Il est entouré de :

- Au nord : La mer méditerranéenne.
- Au sud : Propriété privé
- A l'est : Terrain vide.
- A l'ouest : Habitat individuel et collectifs et un

II.1.2 Accessibilité

L'accessibilité du terrain se fait par les deux cotés longitudinales par la voie qui part de la RN11 (permet tous type de circulation mécanique et piétonne), comme on peut y accéder par la mer à travers des accès maritimes (par la plage CAP TIZIRINE).

II.1.3 Gabarit

Le gabarit autour de notre terrain ne dépasse pas les R+5 par rapport les habitations collectifs du côté ouest, et R+2 et R+1 par rapport les habitats individuels au sud-est.



Figure 43: la situation géographique du terrain par rapport au centre historique de la ville Source spécifiée non valide.

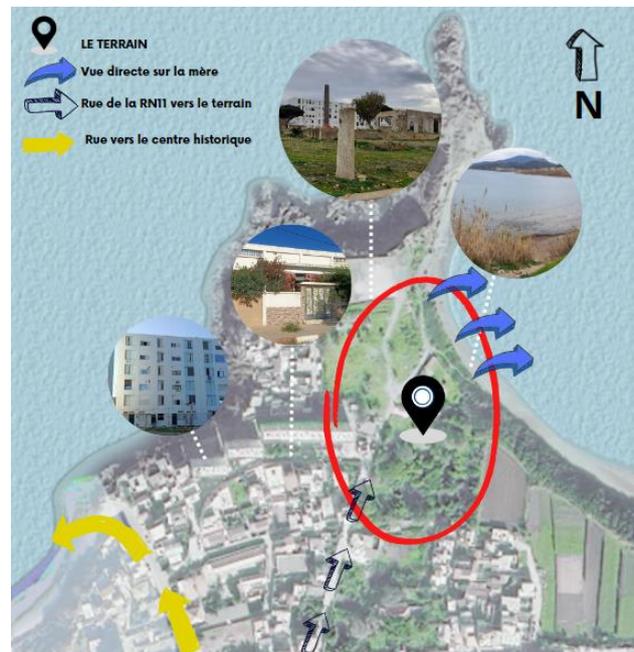


Figure 44: Analyse de site / source auteur

II.1.4 Caractéristiques géométriques

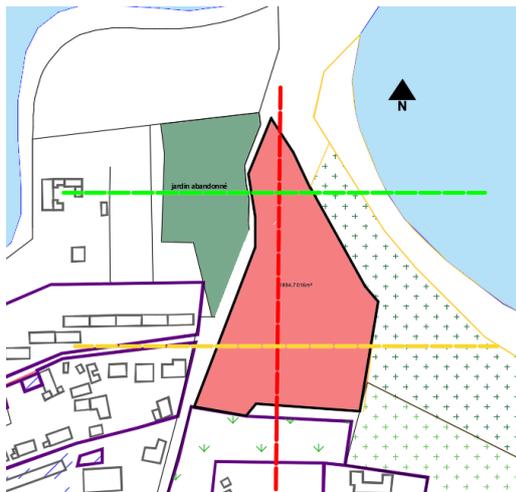
Le site possède une forme irrégulière qui s'étale en longueur vers le sud de superficie de : de **11894.7m²**.



Figure 45 les dimensions de site intervention / source auteur

a. Profils topographiques

Le site d'intervention présente un relief doux, avec une topographie essentiellement plane. Les suivants profils montrent d'une façon plus détaillée la topographie du terrain.



- : Coupe Longitudinale
- : Coupe AA
- : Coupe BB



Figure 47 coupe longitudinale / source google earth



Figure 46 coupe B B / source auteur



Figure 48 coupe AA / source auteur

II.2 Les étapes du schéma d'organisation :

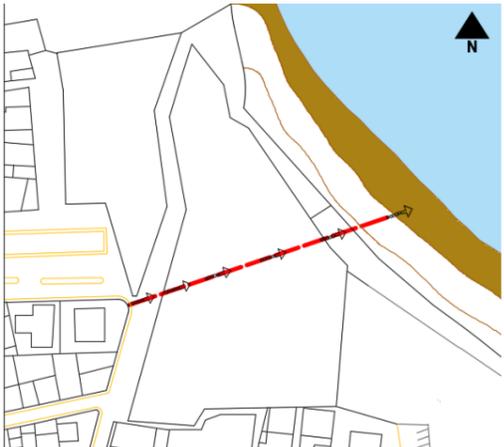
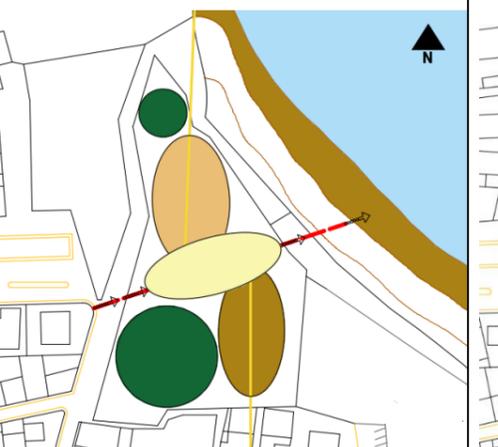
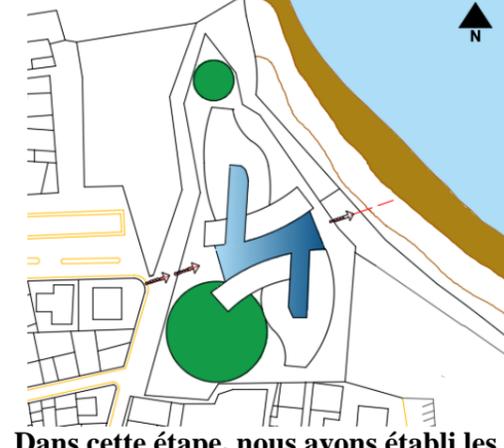
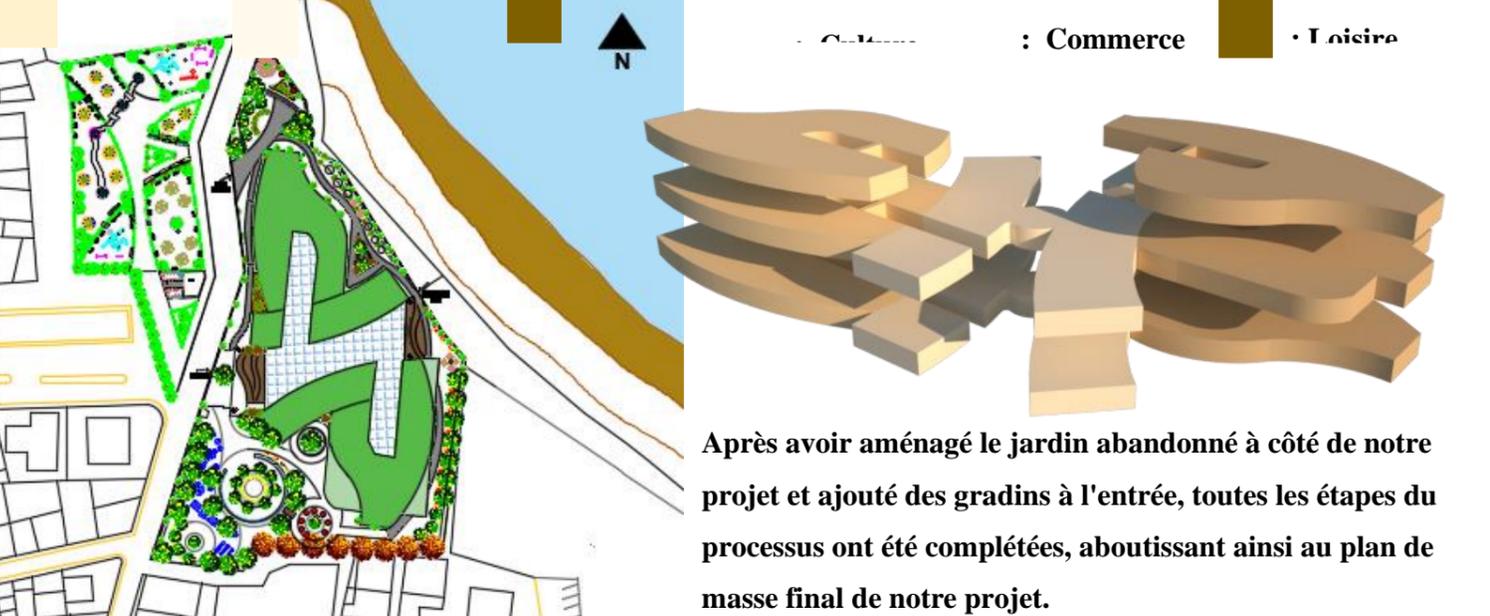
<p>Etape 01</p>  <p>La première chose que nous avons faite est de créer un axe direct vers la mère, divisant ainsi le terrain presque en deux parties égales.</p>	<p>Etape 02</p>  <p>Ensuite, nous avons créé deux autres axes secondaires à partir de l'axe principal rouge, l'un allant vers le nord et l'autre vers le sud en direction de la RN11.</p>	<p>Etape 03</p>  <p>Ensuite, nous avons tenté de répartir les trois fonctions principales du centre selon les trois zones et regroupé les arbres existants dans des zones spécifiques.</p>	<p>Etape 04</p>  <p>Dans cette étape, les contours initiaux de la forme ont été dessinés avec fluidité tout en respectant les espaces verts.</p>	<p>Etape 05</p>  <p>Nous avons procédé à la création d'une galerie principale qui suit l'axe rouge ainsi deux autres galeries secondaires plus petites suit les axes jaunes.</p>
<p>Etape 06</p>  <p>Dans cette étape, nous avons établi les limites de la galerie en définissant les contours qui délimitent son périmètre de manière à relier les deux bâtiments.</p>	<p>Etape 07</p>  <p>Nous avons ensuite aménagé l'extérieur et les zones vertes en créant des parcours fluides qui suivent la forme, en ajoutant des jardins et une aire de jeu.</p>	<p>Etape 08</p>  <p>Après avoir aménagé le jardin abandonné à côté de notre projet et ajouté des gradins à l'entrée, toutes les étapes du processus ont été complétées, aboutissant ainsi au plan de masse final de notre projet.</p> <p> ■ : Commerce ■ : Loisirs </p>		

Tableau 11 schema d'organisation / source auteur

II.3 Présentation de projet :

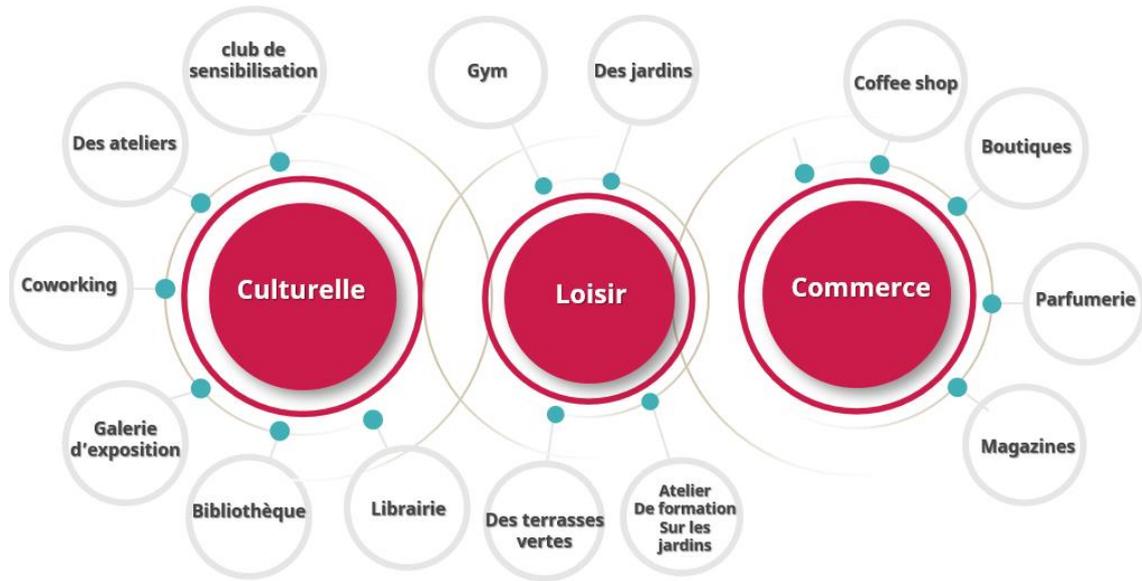
Notre objectif est de concevoir un centre multifonctionnel qui fusionne harmonieusement les fonctions commerciales, de loisirs et culturelles, afin de créer un lieu attrayant et polyvalent pour les habitants et les visiteurs. Notre centre accueillera une variété de boutiques, de magasins et de commerces, créant ainsi une destination de shopping à Cherrhell. Nous mettrons l'accent sur les installations de loisirs pour offrir aux résidents et aux visiteurs des moments de détente et de divertissement. Des espaces de divertissement tels que des aires de jeux, des centres de bowling ou de jeux d'arcade, seront aménagés pour répondre aux besoins de toutes les tranches d'âge et garantir des expériences divertissantes et il sera également un centre culturel dynamique, mettant en valeur l'art, le théâtre et d'autres formes d'expression culturelle. Des espaces dédiés aux expositions, des ateliers de dessin et de poterie pour encourager l'échange interculturel et enrichir la vie culturelle de la communauté.



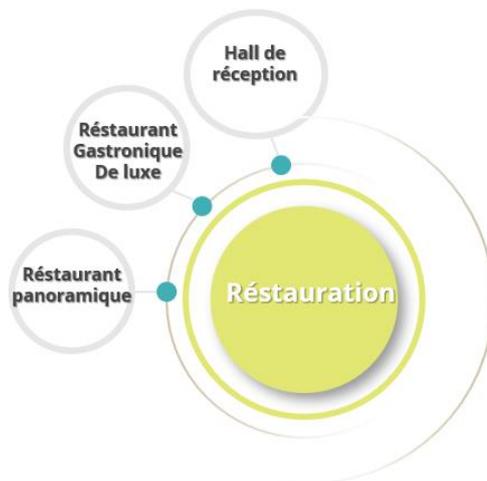
Figure 49 : plan de masse / source auteur

II.3 .1 Le programme :

- Les trois fonctions Méré :



- La fonction secondaire :



Phase conceptuelle

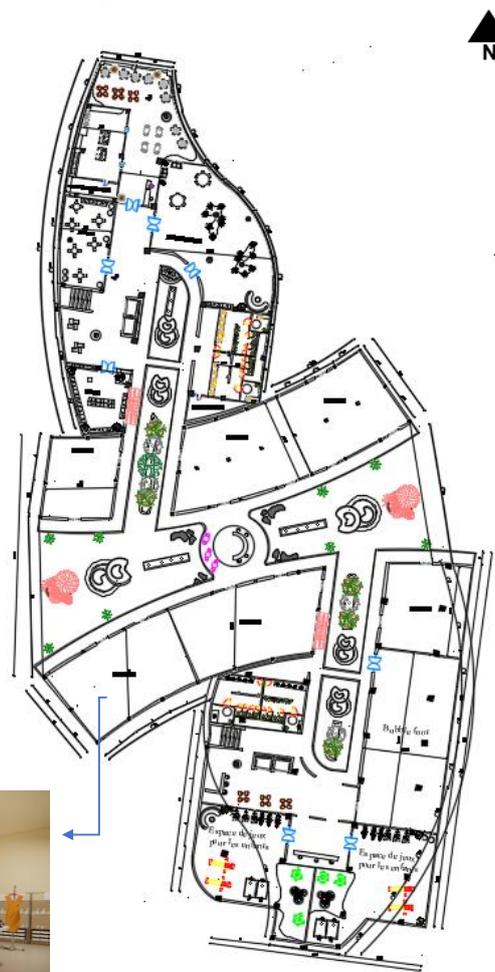
Les plans et le fonctionnement intérieure :



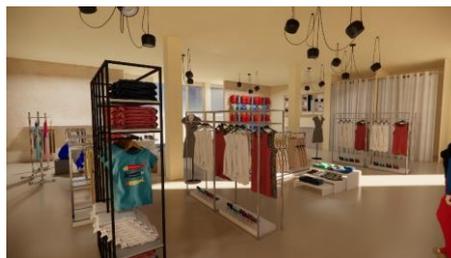
Plan RDC



Rendus intérieurs de la salle d'exposition

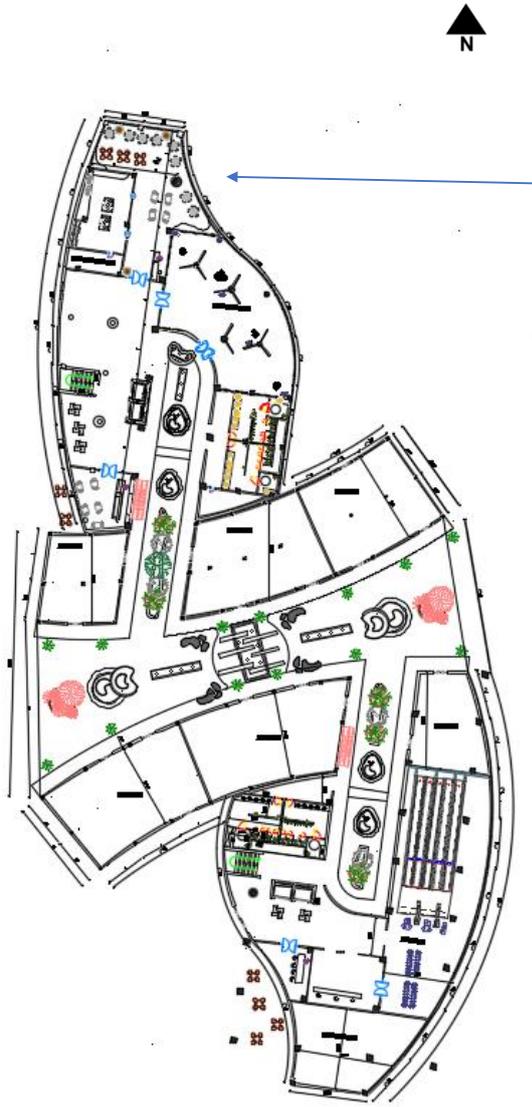


Plan RDC + 1



Rendus intérieurs d'un magasin.

Phase conceptuelle



Plan RDC



Rendus intérieurs du restaurant.

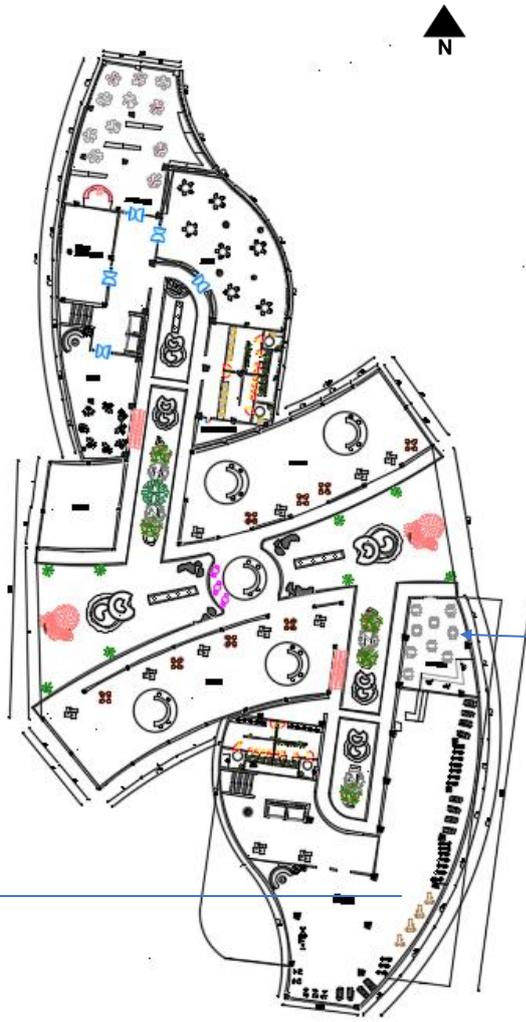


Rendus intérieurs du coworking.



Plan RDC + 1

Phase conceptuelle



Plan RDC + 2



Rendus intérieurs du coffee-shop



Rendus intérieurs du GYM

II.3 .2 L'enveloppe de projet :

L'enveloppe de notre projet incarne l'essence de la transparence, de la légèreté et pour offrir une vue panoramique sur son environnement et pour créer un lien harmonieux entre l'intérieur et l'extérieur, tout en permettant une immersion totale dans le paysage environnant. Notre objectif était de créer une expérience visuelle unique, où les visiteurs pourraient se sentir connectés à la nature environnante et profiter pleinement des vues panoramiques.



Les formes fluides et organiques de l'enveloppe créent une esthétique fluide qui s'intègre harmonieusement à son environnement. Ces courbes élégantes et gracieuses sont inspirées de la nature elle-même, évoquant une sensation de légèreté et d'harmonie. Les matériaux



Phase conceptuelle

utilisés, tels que le verre et les panneaux translucides, permettent également de jouer avec la lumière, créant des effets visuels captivants et changeants au fil de la journée.

La galerie qui relie les deux bâtiments du centre multifonctionnel est une caractéristique architecturale remarquable qui combine esthétique, fonctionnalité et connexion. Elle crée un lien visuel et émotionnel entre les espaces intérieurs et extérieurs. Construite avec des matériaux, tels que le verre et les structures légères, qui permette une pénétration abondante de la lumière naturelle, créant ainsi une atmosphère lumineuse et accueillante.

4. Simulation

4.1. Introduction

Afin de concevoir un centre multifonctionnel, il est nécessaire de tester et de vérifier les stratégies et techniques que nous avons appliquées dans ce projet, ainsi que d'identifier le principal facteur influençant la consommation d'énergie dans la région de Cherchell.

Pour atteindre cet objectif, nous envisageons de réaliser une simulation comparative en utilisant le logiciel DesignBuilder, sur une boutique du projet avec une seule fenêtre et une autre avec deux fenêtres.

Nous baserons nos données climatiques sur celles extraites du site climate.onebuilding.org, qui fournit des informations climatiques actualisées pour les villes du monde entier.

4. 2. Présentation du logiciel

Design Builder est un logiciel de simulation dynamique doté d'une interface graphique riche en fonctionnalités. Il permet la simulation énergétique grâce au moteur Energy Plus, la simulation CFD intégrée et couplée à la simulation thermique, ainsi que l'analyse de l'éclairage naturel. De plus, il offre la fonctionnalité de l'optimisation, la sensibilité et l'analyse d'incertitude que nous allons effectuer. (Batisim.net, s.d.)

4. 3. Protocole suivie :

Pour atteindre notre objectif, nous avons réalisé un protocole de simulation qui est résumé dans le tableau suivant :

Phase conceptuelle

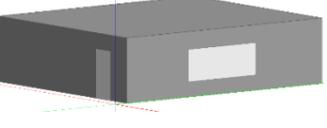
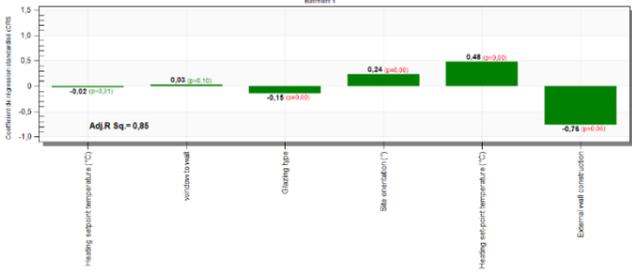
Paramètre	Les variables de conception	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6	Scénario 7	Scénario 8
Envir	Orientation	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
Enveloppe	Mur extérieur	Mur conventionnel	Mur avec isolant (laine de roche)	Monomur en béton léger alléger	/				
	Vitrage	Simple (Sgl Clr 6mm) U=5.77	Double vitrage (Dbl Clr 3mm/13mm Arg) U=2.556	Double vitrage (Dbl LoE Spec Sel Clr 6mm/13mm Arg) U= 1.338	/				
	Plancher haut	Sans isolation	Avec isolation	Isolation + étanchéité	/				
	Thermostat	26	27	28	/				
Occupant	Température de consigne du chauffage	18	19	20	/				

Tableau 12: Le protocole de simulation

Donc, le nombre de simulations nécessaires à lancer sont $(8 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3) = 1944$ simulations.

Les simulations ont été réalisées en prenant en considération la période hivernale uniquement (une 1 jan 7 jan), en raison de la demande de chauffage que nous avons observée d'après les diagrammes psychrométriques de Szokolay

Tableau 13: Tableau résumant la première simulation (designbuilder, s.d.)

Simulation 1			
<p>Chambre avec une seule fenêtre</p> <p>Nous avons réalisé une simulation sur une boutique d'une superficie de 11,2×13,2 mètres carrés et d'une hauteur de 4mètres</p>			<p>Lecture globale</p> <p>D'après la lecture globale des résultats obtenus, nous constatons que la température de consigne du chauffage a le plus grand impact sur la demande énergétique du chauffage à Cherchell. Ensuite, viennent le mur extérieur, tandis que le type de vitrage et l'orientation ont un impact négligeable.</p>
			
			<p>Graphe 5 Graphe des résultats de la simulation. source : Designbuilder</p>

Lecture approfondie

Dans le tableau suivant, nous avons détaillé les résultats de simulation :

Tableau 14 Tableau résumant les résultats de la première simulation, source : auteur

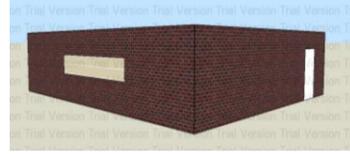
IPE (KWh/m ² , an)	Classe énergétique				
	Type de vitrage	Orientation	Température de consigne du chauffage	Mur extérieur	
De 4 à 10	Tous les types de vitrage simulés.	Toutes les directions.	16	Variation de : -Mur conventionnel avec isolant. -mono mûr. - Mur conventionnel.	Classe A < 50 A 51 à 90 B 91 à 150 C 151 à 230 D 231 à 330 E 331 à 450 F > 450 G

Figure 52 Classes énergétiques en Algérie

Synthèse

- Nous avons confirmé que le type du vitrage et l'orientation du bâtiment ont un impact négligeable sur la demande du chauffage et que la température de consigne du chauffage est le facteur le plus important et le plus influent.
- Le meilleur scénario qui possède un IPE= 3,45 KWh/m², an, a les caractéristiques suivantes : double vitrage (Dbl Clr 3mm/13mm Arg), une orientation de 242°, une température de consigne de chauffage qui égale à 16, un mur conventionnel avec isolant.

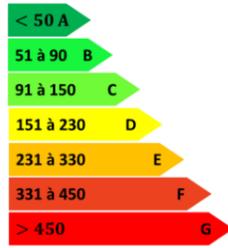
Tableau 15:Tableau résumant la deuxième simulation (designbuilder, s.d.)

Simulation 1			
<p>Chambre sans balcon</p> <p>Dans la deuxième simulation nous avons gardé les mêmes dimensions pour la boutique, mais nous avons ajouté une autre fenêtre afin de tester l'influence de celui-ci sur le confort intérieur.</p>			<p>Lecture globale</p> <p>D'après la lecture globale, les résultats sont pratiquement les mêmes avec la première simulation avec de légères variations. Cependant, la température de consigne du chauffage reste toujours le premier facteur le plus influent sur la demande du chauffage.</p>
			<p>Graphe 2 Graphe des résultats de la simulation. source : Designbuilder</p> 

Lecture approfondie

Dans le tableau suivant, nous avons détaillé les résultats de simulation :

Tableau 16 Tableau résumant les résultats de la première simulation, source : auteur

IPE (KWh/m ² , an)	Classe énergétique				
	Type de vitrage	Orientation	Température de consigne du chauffage	Mur extérieur	
De 4 à 10	Tous les types de vitrage simulés.	Toutes les directions.	16	Variation de : -Mur conventionnel avec isolant. -mono mûr. - Mur conventionnel.	<p>Figure 55 Classes énergétiques en Algérie</p> <p>Classe A</p> <p>< 50</p> 

Synthèse

- D'après ces résultats, nous constatons qu'il y a une toute petite différence entre la première simulation et la deuxième.
- La classe énergétique de l'espace reste toujours de classe A, ce qui représente de bons résultats.
- Nous concluons que le nombre de fenêtres n'a aucun impact sur la demande énergétique du chauffage, et que la température de consigne reste toujours le facteur le plus important.
- Le meilleur scénario qui possède un IPE= 4,76 KWh, a les caractéristiques suivantes : double vitrage (Dbl Clr 3mm/13mm Arg), une orientation de 180°, une température de consigne de chauffage qui égale à 16, un mur conventionnel avec isolant.

III. Conclusion :

Ce projet de centre multifonctionnel représente une vision audacieuse et novatrice pour la ville de Cherchell. À travers des recherches approfondies, des concepts d'optimisation énergétique et une intégration soignée de la végétation, nous avons développé une proposition qui incarne l'harmonie entre l'architecture, la durabilité et l'expérience utilisateur.

Ce centre multifonctionnel va offrir une diversité d'espaces et de services, allant du commerce aux loisirs en passant par la culture, créant ainsi un lieu de rencontre et d'épanouissement pour les résidents et les visiteurs. Les choix architecturaux, tels que l'utilisation de matériaux transparents, de formes fluides et d'espaces ouverts, favorisent une connexion avec l'environnement et permettent de profiter pleinement des vues panoramiques.

L'intégration de l'optimisation énergétique garantit une performance énergétique optimale, réduisant ainsi l'empreinte carbone et assurant un confort thermique tout au long de l'année. De plus, l'intégration de la végétation dans les espaces intérieurs et extérieurs ajoute une dimension naturelle et apaisante, créant des environnements sains et propices au bien-être des utilisateurs.

Bibliographie

IV. Références

(s.d.). Récupéré sur ethik-and-trips.com.

(s.d.). Consulté le 06 20, 2023, sur Nations Unies: <https://www.un.org/fr/>

(s.d.). Consulté le 2023, sur Batisim.net.

(2022). Consulté le 06 20, 2023, sur Ministère de l'Environnement et des Energies
Renouvelables: <https://www.me.gov.dz/fr/>

(2023). Récupéré sur OMT.

(2023). Récupéré sur tourisme durable.org.

(2023). Récupéré sur bio hotel .

ADEME, A. (2008). *Guide de l'éco construction*.

Ahmed, E. H. (2013). *le traitement des espaces urbains dans les villes au climat chaud et
sec pour diminuer leurs problemes climatiques*.

Aprue. (2011).

APRUE. (2014).

APRUE. (2014). *Guide pour une construction éco-énergétique en Algérie*.

aprue. (2017).

archdaily.com. (2023).

archdaily.com. (2023).

ASHRAE. (2004).

Awbi. (2003).

Belmaaziz.M. (2012). *le confort thermique et strategie thermiques des etrs humains*.

BOUDJEMAI Lydia, H. H. (2017). *Conception d'une Tour mixte à basse consommation
énergétique à Beb Ezzouar .*

Boukarta. (2020).

BOUKARTA. (2020).

BOUKARTA. (2023).

Boukarta.S. (2016). *Bilan énergétique et contexte urbain, cours master AEE.*

Boursas.A, Mehri Z. (s.d.). *etude de l'impact de la compacité du bâtiment sur la performance énergétique d'un bâtiment résidentiel.*

Caciolo. (2010).

Charlier, R. H., & Chainoux, M.-C. P. (2009). *The Healing Sea: A Sustainable Coastal Ocean Resource: Thalassotherapy.*

chateaudemassillan.fr. (2023).

De Alain MESPLIER, P. B.-D. (2004). *Le tourisme dans le monde.*

Debizet. (2012).

designbuilder, L. d. (s.d.).

designbuilder, L. d. (s.d.).

Edward, A. (2005). *how buildings work, the natural order of architecture.*

Gallissot. (2012). *modéliser le concept du confort dans l'habitat intelligent.* france: université de grenoble.

Gaubain, S. (2016).

Givoni. (1978). *L'homme, l'architecture et le climat .* paris.

Gobain, S. (2016).

Guide Bâtiment Durable. (2016).

Guide Bio-Tech. (2012).

[http://lecourrier-dalgerie.com.](http://lecourrier-dalgerie.com) (2023).

Izard. (1994).

J-C, D. (1984). *le confort thermique en climat tempéré.* laboratoire deco thermique solaire.

Journal officiel. (s.d.).

Khalissa, H. (2013). *Comportement thermique du bâtiment .*

- KHELIFI. (2022).
- khelifi. (2023).
- KHELIFI. (2023).
- KHELIFI. (s.d.). *evaluation du confort dans les batiments.*
- Laliberté, M. (2005). Le tourisme durable, équitable, solidaire, responsable, social... : un brin de compréhension. *openedition.*
- LATTA JK, BEACHA R. (2006). *diffusin de la vapeur et condensation.* Récupéré sur www.irc.com.
- l'auteur, p. (2023).
- Lezrag Lina, K. S. (2017). *Conception d'un complexe touristique (GREEN TOWER) .*
- LIEBARD A , DEHERDE Andre. (mars 2006). *concevoir,edifier et amanager le debveloppement durable.* universite darchitecture et urbanismebioclimatique.
- MEBARKI S, K. S. (2017). *L'attractivité du loisir comme levier de la culture énergétique.*
- Ministère de l'Environnement, e. d. (2019). *Plan National Climat.*
- OMT. (2008). *Recommandations internationales sur les statistiques du tourisme.*
- ooreka. (2023). Récupéré sur <https://thalasso.ooreka.fr/comprendre/cure-thalassotherapie>.
- Proulx, L. (2005). *Tourisme, santé et bien-être. openedition.*
- Ratti. (2005).
- S, B. (1980). *chauffage et climatisation,techniques et vulgarisation.* paris.
- Samuel Courgey, J.-P. O. (2008). *La conception bioclimatique .*
- savigh A, H. A. (1988).
- Semahi. (2013).
- SergeSalat and LoeizBourdic. (2012). *Urban Complexity, Efficiency and Resilience, Urban Morphology Lab, CSTB France.*
- SIOUANE. (2017).

Soley, M. C. (2011). *Architecture écologique pour maison d'aujourd'hui*.

Teller. (s.d.). *notions de confort thermique*.

thalassotherapie.dz. (2023).

Tringali. (2010).

tripadvisor.fr. (2023).

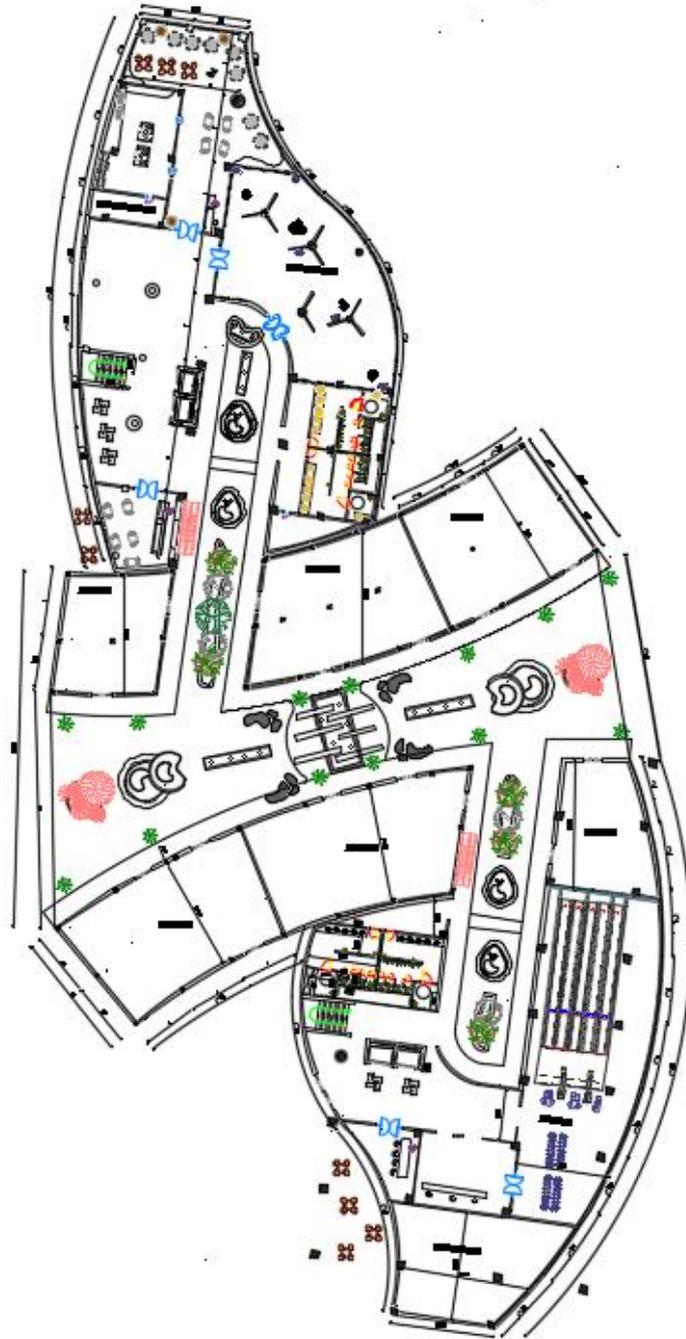
UNDP. (2005). *climate and comfort passive design strategies for lebanon*.

weekendesk.f. (2023).

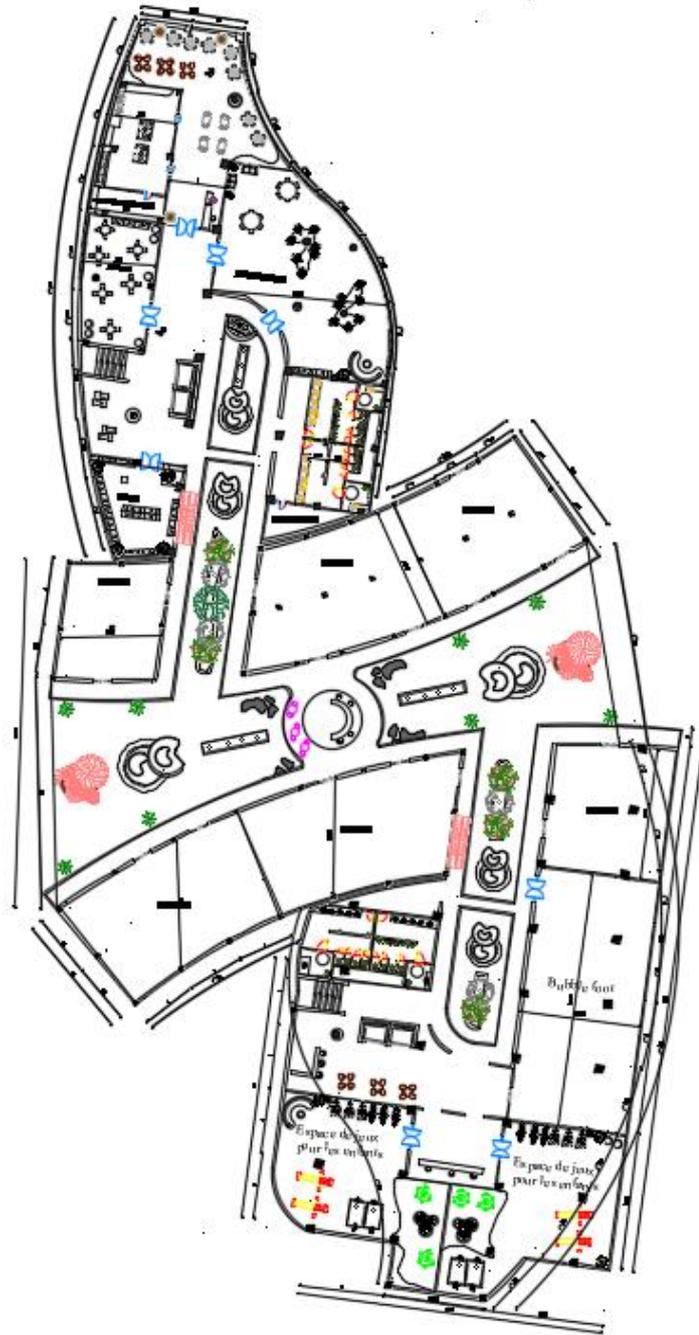
William Browning. (2014). 14 PATTERNS OF BIOPHILIC DESIGN.

Annex :

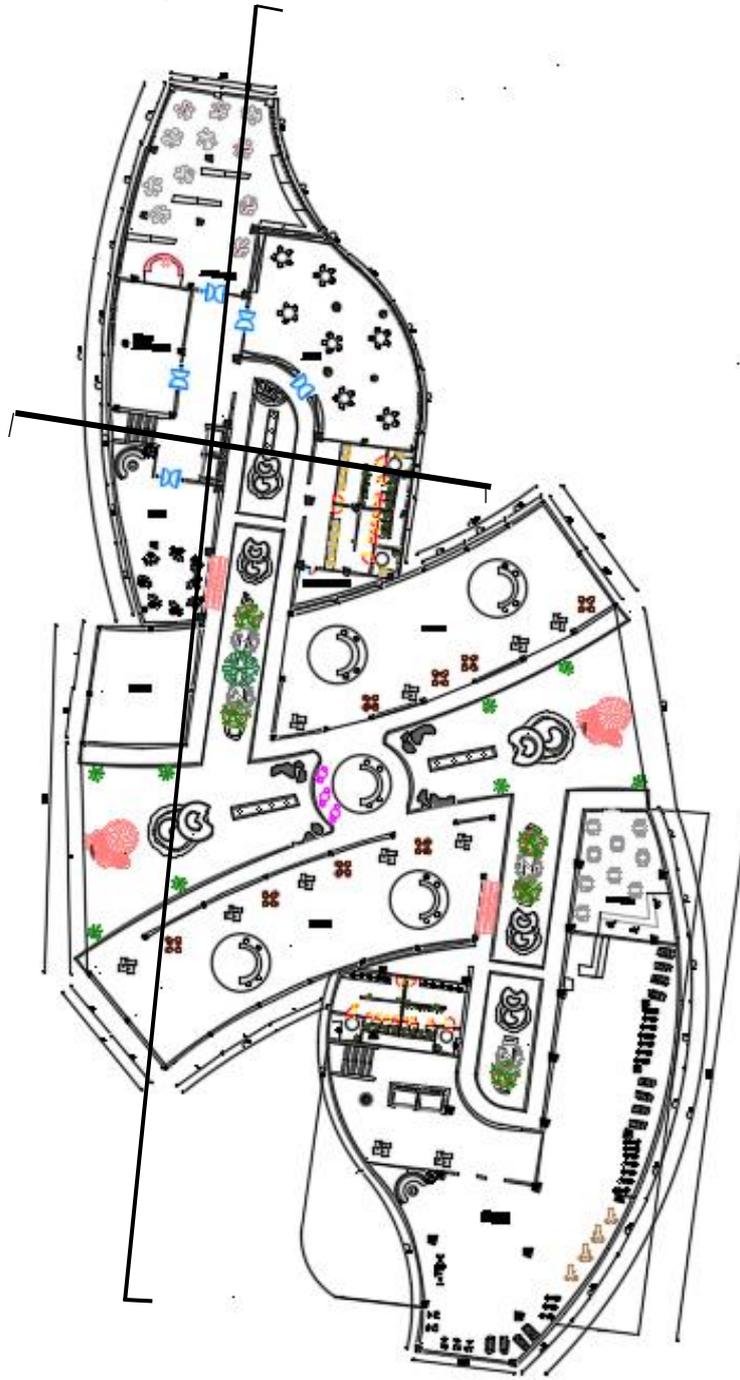
LES PLANS :



Plan RDC



Plan RDC + 1



Plan RDC + 2

Les coupes :

Coupe AA



Coupe BB



Les rendus extérieurs :





Les rendus intérieurs :

Salle d'exposition :







Boutique:



Restaurant :





coworking:





Coffee shop:



