



REPUBLIQUE ALGERIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR 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 : Architecture, environnement  
et Technologie.

**Impact des dispositifs de refroidissement passifs et de la végétation sur  
l'amélioration du confort hygrothermique**

**P.F.E : conception d'un parc oasien de loisirs culturels dans le  
climat aride de la ville de Laghouat**

**Présenté par :**

- HADJ MIHOUB SIDI MOUSSA Hind
- BOUAMRA-SOUNA Chahrazed

**Groupe : 01.**

**Encadré(e)(s) par :**

Mr. BOUKARTA Sofiane

Mr. ATIK Tarik

**Membres du jury :**

Mme. KHELIFI Lamia

Mme. DROUCHE Aicha

**Année universitaire : 2022/2023**

## **Remerciements**

*Nous tenons tout d'abord à exprimer notre gratitude envers Dieu le Tout-Puissant de nous avoir donné la force, la patience et la persévérance pour mener à bien notre travail de recherche. Nous souhaitons également remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Nous remercions vivement tout particulièrement messieurs Dr. BOUKARTA Sofiane et Dr. ATIK Tarek pour leur encadrement, leurs conseils avisés et leur disponibilité tout au long de ce travail. Nous remercions également tous les enseignants de l'université de Laghouat pour leur accueil, leur aide précieuse et leurs conseils éclairés. Nous n'oublions pas de remercier nos très chers parents pour leur soutien indéfectible et leur présence à nos côtés tout au long de cette aventure. Enfin, nous tenons à remercier l'ensemble des personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire et qui ont contribué à son succès.*

# Dédicace

*Je dédie ce travail à mes chers parents, mes piliers, mes exemples, mes premiers supporteurs et ma plus grande force. Votre présence, votre soutien, votre aide, et surtout votre amour, ont été des éléments clés de ma réussite. Grâce à votre éducation, votre encouragement et votre amour inconditionnel, j'ai pu atteindre mes objectifs et réaliser ce travail de recherche. Je vous suis infiniment reconnaissante pour tout ce que vous avez fait pour moi. Aucun mot sur cette page ne saurait exprimer ce que je vous dois, ni combien je vous aime. Mon plus grand souhait est que ce travail puisse être une source de fierté pour vous, tout comme vous l'êtes pour moi.*

*À travers cette dédicace, je veux également remercier du fond du cœur mon cher binôme Bouamra-Souna chahrazed pour tout ce qu'elle a apporté à ce travail de recherche et à ma vie. Elle a été un binôme extraordinaire, une amie précieuse et une source d'inspiration inépuisable. Notre collaboration restera l'un des moments forts de mon parcours académique, Que cette dédicace témoigne de ma reconnaissance éternelle et de mon admiration pour tout ce que tu es et tout ce que tu as accompli.*

*« Hadj mihoub sidi moussa hind »*

*A mes chers parents*

*Je tiens à vous exprimer toute ma gratitude et ma reconnaissance pour l'amour que vous m'avait témoigné tout au long de ma vie et le soutien inébranlable que vous m'avez apporté tout au long de mon parcours de recherche. En vous dédiant ce travail, je souhaite vous témoigner toute mon affection et ma reconnaissance éternelle. C'est toutefois un petit geste par rapport à tout ce que vous avez fait pour moi, mais il est chargé de considération et de piété filiale. J'espère que vous serez fiers de moi*

*Je dédie ce travail également à Hadj Mihoub Sidi Moussa Hind, mon binôme, pour son soutien, sa patience et sa bonne humeur tout au long de ce projet. Nous avons travaillé ensemble, nous avons appris et ensemble. Merci pour cette expérience inoubliable.*

*« Bouamra-Souna Chahrazed »*

### Résumé :

L'architecture bioclimatique est née de la quête incessante de l'homme du confort et amélioration de son environnement urbain et naturel de manière durable et respectueuse de l'écologie, répondant ainsi aux principes du développement durable.

Dans cette perspective, le présent mémoire de master s'intéresse à appliquer les dimensions de la durabilité dans le cadre d'un climat aride de la ville de Laghouat à travers la conception d'un parc de loisirs culturels. L'application de l'analyse urbaine croisée combinant à la fois l'analyse typo-morphologique, l'analyse sensorielle et un questionnaire nous a permis de comprendre la formation et transformation de l'architecture locale au gré de l'évolution de la ville ainsi que la dimension temporelle du vécu. Il en ressort de l'analyse urbaine que la ville de Laghouat a un besoin en termes de projet architectural représentant l'architecture locale qui s'adapte aux conditions climatiques locales. Le projet proposé s'intéresse à projeter un parc de loisirs culturels permettant de joindre la fonction et l'adaptation climatique à travers l'application de l'architecture locale obtenue de l'analyse urbaine et de l'état de l'art.

Une optimisation multi-objectif, basée sur une simulation thermique dynamique, sera appliquée à l'espace extérieur du projet dans le but d'améliorer le microclimat via le logiciel envi-met v.3.0. L'efficacité de cette approche sera évaluée en termes de réduction de la demande énergétique et des émissions de gaz à effet de serre de l'espace intérieur du projet.

Mot clés : confort/ environnement/ développement durable/ architecture locale/ adaptation climatique/ simulation thermique/ microclimat/ demande énergétique.

### ملخص:

ولدت العمارة البيئية من السعي الدائم للإنسان للعثور على الراحة وتحسين بيئته الحضرية والطبيعية بطريقة مستدامة ومحترمة للبيئة، وبالتالي الاستجابة لمبادئ التنمية المستدامة. في هذا السياق، يهتم هذا المشروع بتطبيق أبعاد الاستدامة في إطار مناخ جاف في مدينة الأغواط من خلال تصميم حديقة ترفيهية ثقافية. لقد سمح لنا تطبيق التحليل الحضري المتقاطع الذي يجمع بين التحليل النموذجي والحسي واستنباط فهم تشكيل وتحويل العمارة المحلية مع تطور المدينة والبعد الزمني للحياة. يتضح من التحليل الحضري أن مدينة الأغواط بحاجة إلى مشروع معماري يمثل العمارة المحلية التي تتكيف مع الظروف المناخية المحلية. يهتم المشروع المقترح بتصميم حديقة ترفيهية ثقافية تجمع بين الوظيفة والتكيف المناخي من خلال تطبيق العمارة المحلية المستمدة من التحليل الحضري والمعماري.

سيتم تطبيق تحسين متعدد الأهداف، والذي يعتمد على المحاكاة الحرارية الديناميكية، على المساحة الخارجية للمشروع بهدف تحسين المناخ المحيط وذلك عن طريق استخدام برنامج Envi-met.v3.0 وسيتم تقييم كفاءة هذه الطريقة من حيث تقليل الطلب على الطاقة وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري في المساحة الداخلية للمشروع

**الكلمات المفتاحية:** الراحة/ العمارة البيئية/ التنمية المستدامة/ للبيئة/ العمارة المحلية/ التكيف المناخي/ المحاكاة الحرارية/ المناخ المحيط/ الطلب على الطاقة

**Abstract :**

Bioclimatic architecture is born from the constant quest of humans to find comfort and improve their urban and natural environment in a sustainable and ecologically respectful way, thus responding to the principles of sustainable development. In this context, this master's thesis aims to apply the dimensions of sustainability in the context of an arid climate in the city of Laghouat through the design of a cultural leisure park. The application of cross-urban analysis combining both typological-morphological analysis, sensory analysis, and a questionnaire allowed us to understand the formation and transformation of local architecture according to the evolution of the city as well as the temporal dimension of experience. The urban analysis shows that the city of Laghouat needs an architectural project that represents local architecture adapted to local climatic conditions. The proposed project aims to design a cultural leisure park that combines function and climate adaptation through the application of local architecture obtained from urban analysis and state-of-the-art.

A multi-objective optimization based on dynamic thermal simulation will be applied to the outdoor space of the project to improve the microclimate via the envi-met v.3.0 software. The effectiveness of this approach will be evaluated in terms of reducing the energy demand and greenhouse gas emissions of the interior space of the project.

**Keywords :** comfort/ environment/ sustainable development/ local architecture/ climate adaptation/ thermal simulation/ microclimate/ ene

Table des matières

Remercîments.....	
Dédicace.....	
Résumé .....	
Glossaire :.....	
Chapitre introductif .....	
1.1 Introduction générale :.....	1
1.2 Problématique .....	2
1.3 Hypothèses :.....	3
1.4 Motivation sur le choix du thème : .....	3
1.5 Objectifs :.....	4
1.6 Méthodologie de recherche :.....	4
Chapitre II: état de l'art .....	1
2.1 Introduction :.....	6
2.2 Partie 1 : échelle environnementale :.....	6
2.3 Du climat au microclimat .....	6
2.3.1 Ilot de chaleur urbain :.....	6
2.3.2 Facteurs causant la formation de l'îlot de chaleur urbain :.....	7
2.3.3 Ilot de fraîcheur urbain comme stratégie de résilience urbaine.....	8
2.3.3.1 Stratégies adoptées pour la création de l'îlot de fraîcheur urbain :.....	9
2.3.3.2 Synthèse : .....	10
2.3.4 L'écosystème Oasien comme îlot de fraîcheur en zone aride .....	10
2.3.4.1 Caractéristique de l'environnement oasien : .....	11
2.3.4.2 La composition des oasis : .....	11
2.3.4.3 L'effet oasis.....	11
2.3.4.4 Les éléments clés des oasis et leurs rôles :.....	12
2.4 Partie 02: échelle architecturale :.....	15
2.4.1 Architecture bioclimatique : .....	15

2.4.2	Principes et paramètres de l'architecture bioclimatique :.....	16
2.4.2.1	Implantation et orientation .....	16
2.4.2.2	La forme et le facteur de compacité :.....	16
2.4.2.3	Le choix des matériaux et Couleurs .....	17
2.4.2.4	L'Organisation des espaces intérieurs.....	17
2.4.3	Les stratégies passives de l'architecture bioclimatique .....	17
2.4.3.1	Environnement : l'impact de l'orientation .....	18
2.4.3.2	Forme et capacité : .....	18
2.4.3.3	L'Enveloppe :.....	19
2.4.3.4	Inertie thermique .....	20
2.4.3.5	Isolation.....	21
2.4.3.6	Type de vitrage.....	21
2.4.3.7	Protection solaire.....	23
2.4.3.8	Ventilation.....	23
2.4.4	Le confort : .....	24
2.4.4.1	Type de confort : .....	24
2.4.4.2	Le confort hygrothermique.....	24
2.4.4.3	Les paramètres influents sur le confort hygrothermique :.....	25
2.4.5	Analyse bioclimatique (diagramme bioclimatique) .....	25
2.4.5.1	Différents outils de l'analyse bioclimatique.....	26
2.4.6	Amélioration du confort hygrothermique par des stratégies bioclimatiques passives .....	27
2.4.6.1	Stratégie du chaud .....	27
2.4.6.2	Stratégie du froid :.....	27
2.4.7	L'architecture vernaculaire locale de milieu aride .....	29
2.4.7.1	1-Définition des zones arides .....	29
2.4.7.2	Localisation des zones arides en Algérie .....	30
	.....	30

2.4.7.3	3-Les principes de conception de l'architecture vernaculaire dans les zones arides.....	30
2.4.8	Synthèse:.....	33
2.5	Partie 3 : recherche thématique.....	36
2.5.1	Introduction : .....	36
2.5.2	Les parcs et les jardins : .....	36
2.5.2.1	Définition du parc : .....	36
2.5.2.2	Type de parcs : .....	36
2.5.3	Les jardins : .....	37
2.5.3.1	Définition du jardin : .....	37
2.5.3.2	Les types de jardins : .....	37
2.5.4	Les différents apports de l'espace vert et jardins publics.....	38
2.5.4.1	Apport Ecologique Et Climatique : .....	38
2.5.4.2	Biodiversité et équilibres écologiques : .....	39
2.5.4.3	Apport architectural et urbanistique.....	39
2.5.4.4	Apport psychologique : .....	39
2.5.4.5	Apport sociologique : .....	40
2.5.4.6	Apport économique : .....	40
2.5.5	Analyse d'exemples.....	41
2.5.6	Synthèse : .....	42
2.5.7	La culture : .....	42
2.5.7.1	Les grandes activités culturelles:.....	43
2.5.7.2	Définition d'un équipement culturel .....	43
2.5.8	Loisir : .....	44
2.5.9	Analyse d'exemple .....	46
2.6	Conclusion du chapitre : .....	47
Chapitre III : projet .....		47
3.1	Analyse urbaine de la ville de Laghouat.....	48
3.1.1	Méthodologie de travail.....	48



3.1.2	Présentation de la ville de Laghouat.....	49
3.1.2.2	Situation géographique.....	49
3.1.2.3	Situation Régionale .....	49
3.1.2.4	Potentiel de la ville de Laghouat .....	50
3.1.2.5	Aperçu historique de la ville de Laghouat : .....	50
3.2	Analyse diachronique de la ville de Laghouat : sa Formation et Transformation	53
3.2.1	Synthèse analyse diachronique et réponses d’adaptation aux conditions climatiques l’EFE : .....	56
	Synthèse : .....	59
3.3	Analyse synchronique de la ville de Laghouat : .....	59
3.3.1	Quartier.....	59
3.3.2	Les limites .....	60
3.3.3	Qualite paysagère .....	61
3.3.4	système viaire .....	61
3.3.5	Système parcellaire : .....	65
3.3.6	Système bâti : .....	66
3.3.7	Espaces libres .....	73
3.3.8	Analyse séquentielle .....	74
3.3.9	Analyse SWOT : .....	75
3.4	Analyse climatique de la ville de Laghouat .....	77
3.5	Synthèse générale et recommandations .....	78
3.6	Idée de projet .....	80
3.7	Concepts liés au site.....	81
3.8	Concepts liés au programme .....	82
3.9	Concepts liés à l’architecture .....	83
3.9.1	Genèse de forme .....	84
3.9.2	Composition de la façade .....	86
3.10	Dispositifs actifs et passifs du projet .....	87
3.11	Système structurel et constructif.....	89

3.12 Simulation thermique dynamique : de l'espace extérieur du projet par Envi-met v3.0 92	
.....	93
3.12.1 Evaluation énergétique de projet .....	94
3.12.2 Synthèse de travail :.....	96
Chapitre V : conclusion .....	47
Sources bibliographiques .....	99
Liste des figures.....	<b>109</b>
Liste des abréviations .....	111
Annexe .....	97

**Glossaire :**

certification de construction :	La certification est réglementée par la loi et s'applique à des services, des produits ou des entreprises. Par exemple, elle peut attester qu'un bâtiment présente une qualité Supérieure aux normes réglementaires en vigueur. (groupe effy : 2023).
Développement durable	Le développement soutenable « durable » est un concept qui vise à répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs (Brundtland;1987).
<b>Environnement :</b>	ensemble, des agents physiques, chimiques, biologiques et des facteurs sociaux interagissent de manière à avoir un effet direct ou indirect, à court ou à long terme, sur les organismes vivants et les activités humaines (vocabulaire de l'environnement).
Energie :	L'énergie est une grandeur physique qui caractérise un changement d'état d'un système (Jean Marc Gancovici : 2011)
Energie renouvelable :	Les énergies renouvelables sont des sources d'énergie provenant de ressources naturelles qui se renouvellent à un rythme plus rapide que leur consommation (Jean Marc Gancovici : 2011).
efficacité énergétique :	L'efficacité énergétique ou l'efficience énergétique correspond à un état de fonctionnement optimal d'un bâtiment où la consommation d'énergie nécessaire pour fournir les services requis est réduite au minimum sans compromettre leur qualité. Cela implique une optimisation de la dépense énergétique du bâtiment (Organisation des Nations Unies : 2016)
écologie :	est la science qui étudie la relation des organismes entre eux ainsi qu'avec leur environnement, et décrit comment ces interactions créent des communautés et des écosystèmes auto-organisés. (Jaboury Ghazoul: 2022)
label :	Un label certifie les performances d'un matériau, d'un artisan ou d'un bâtiment. Bien qu'il ne soit pas réglementé par la loi, il peut être délivré par un organisme privé tel qu'une association (groupe effy : 2023)



# **Chapitre I : introduction**



## 1.1 Introduction générale :

Notre bien-être est toujours relié à l'état de notre environnement, qui est menacé par le phénomène du changement climatique et ses conséquences parfois irréversibles.

Le changement climatique est principalement causé par le réchauffement de la Terre en raison des émissions non contrôlées de gaz à effet de serre provenant principalement des secteurs Industriel, transport et également puis d'autres secteurs tels que agricole, le domaine du bâtiment qui génère près de 40% des émissions mondiales de carbone (PNUE : 2017).

Le changement climatique a des conséquences directes sur la santé humaine. Celles-ci sont dues à la malnutrition, au stress lié à la chaleur ainsi qu'à d'autres maladies. La crise sanitaire de la COVID en 2019 a aggravé cette situation.

Par conséquent, tout urbaniste ou architecte est tenu, sur les plans urbain ou architectural, de prendre des mesures d'adaptation à ce phénomène tout en garantissant un confort optimal aussi bien intérieur qu'extérieur. Ces mesures s'inscrivent dans le cadre du développement durable dont le but est, dans le respect de la nature et de l'homme, de garantir une croissance environnementale, sociale et économique (Brundtland : 1987)

L'architecture durable a toujours été présente dans la culture locale mais sous une autre appellation dite « architecture vernaculaire » qui était soucieuse du confort des utilisateurs et du respect de l'environnement. L'architecture durable d'aujourd'hui, outre son intérêt pour le confort des utilisateurs, accorde une importance considérable à la réduction des besoins énergétiques par des énergies renouvelables.

Selon une revue algérienne des études politiques (2021) intitulé « Contribution de l'Algérie aux efforts mondiaux de lutte contre les changements climatiques » l'Algérie a mis en œuvre diverses initiatives pour lutter contre le changement climatique, notamment l'adoption du Plan National Climat (PNC) pour la période 2020-2030, qui vise à réduire les émissions de gaz à effet de serre de 22% à titre d'engagement conditionnel et de 7% à titre d'engagement volontaire. Le PNC comprend 155 opérations et activités pour s'adapter aux effets du changement climatique et les limiter pour la prochaine décennie, notamment la réduction des émissions de gaz à effet de serre et l'intégration de la dimension climatique dans les différentes politiques publiques de développement. L'Algérie a également annoncé la relance et l'extension du projet Green Dam, couvrant une superficie de 4,7 millions d'hectares dans les années à venir. En outre, l'Algérie a développé un programme national de reboisement à travers l'initiative « Un arbre pour chaque citoyen » visant à planter au moins 43 millions d'arbres, ainsi qu'un programme de conversion de 150 000 véhicules au gaz de pétrole liquéfié (LPGC), et la création de structures nationales pour des projets stratégiques de production d'énergie propre comme l'hydrogène vert. L'engagement de l'Algérie dans la lutte

contre le changement climatique se reflète également dans sa participation à la réunion de Charm el-Cheikh, où elle a présenté ses efforts et ses stratégies de lutte contre le changement climatique.

Le présent mémoire s'insère dans cette problématique générale visant la réduction des émissions des gaz à effet de serre à travers la conception d'un projet architectural qui met l'accent sur le confort extérieur et intérieur et un parc de loisir culturel qui sert à renforcer les liens communautaires dans un environnement propice.

### **1.2 Problématique**

D'après Céline Guivarch (2022), directrice de recherche au CIRED, pour faire face au changement climatique et éviter le scénario du pire qui se manifeste à travers une augmentation de température de 4°C en 2100 (IPCC ; 2014), une politique publique doit être envisagée pour atténuer ce changement en réduisant l'émission des gaz à effets de serre ainsi qu'en s'y adaptant. L'enjeu est de limiter le réchauffement au-dessous de 2°C car chaque fraction de degré au-dessus de 1.5°C aura des conséquences irréversibles tels que « augmentation des décès due aux canicules, augmentation de la saison sèche qui favorise les feux de forêt », la perte de la biodiversité, etc. (IPCC ; 2014).

Plusieurs expérimentations montrent qu'il est possible de réduire de 2°C la température en ville en multipliant les espaces verts. (Le parisien : 2015)

Laghouat, une des villes sahariennes algériennes caractérisée par un climat aride où la température est un facteur très important non seulement dans la construction du cadre bâti mais aussi du cadre naturel dont la vie à l'extérieur est devenue plus inconfortable en raison des canicules qui empêchent les citoyens de s'adonner à des activités de loisirs pendant la journée. La ville de Laghouat a un patrimoine matériel et immatériel riche et remarquable mais la ville a connu plusieurs événements qui ont impacté sa qualité paysagère et environnementale depuis la création des Ksours sur des oasis « palmeraie » arrivant à une forte urbanisation sur ses anciennes palmeraie et donc contribuer à la dégradation de la qualité paysagère et l'identité architecturale de la ville. Avec l'arrivée de la dernière pandémie du COVID-19 qui a bouleversé le monde, l'intérêt pour les espaces verts et le confort extérieur sont considérés davantage dans les recherches scientifiques. Et le présent mémoire vise l'amélioration des espaces extérieurs et intérieurs en vue d'atténuer le changement climatique. Pour orienter notre réflexion on s'est posé les questions suivantes :

- Comment profiter des éléments naturels du site pour améliorer le confort hygrothermique à l'extérieur comme à l'intérieur du projet architectural ?
- Comment recréer l'histoire de lieu perdu après l'urbanisation sur une ancienne oasis de la ville ?

- Face à une architecture postcoloniale qui ne répond pas aux conditions climatiques de la région, comment remettre en valeur le patrimoine architectural local de la ville qui s'adapte mieux au climat de la région ?

Aussi, en septembre 2015, l'Assemblée générale des Nations Unies a adopté l'Agenda 2030 pour le développement durable, avec 17 objectifs universels ambitieux pour transformer notre monde (United Nations ; 2015). L'UNESCO veille à ce que le rôle de la culture soit reconnu par le biais d'une majorité des objectifs de développement durable (ODD). Du patrimoine culturel aux industries culturelles et créatives, la culture est à la fois un catalyseur et un vecteur de dimensions économiques, sociales et environnementales du développement durable. Le travail de promotion de la diversité culturelle par l'UNESCO, ainsi que les Conventions culturelles de l'UNESCO, sont fondamentaux pour la mise en œuvre de l'Agenda 2030 pour le développement durable (UNESCO.org). Cela nous mène à poser une autre question :

- Comment peut-on promouvoir la culture locale dans le cadre du développement durable ?

### **1.3 Hypothèses :**

En vue de répondre à la problématique posée, nous prenons en considérations les hypothèses suivantes :

- La caractérisation de l'architecture locale par l'analyse typo-morphologique, en vue de l'introduire dans les nouvelles conceptions architecturales, nous permettra une meilleure valorisation et promotion de ses vertus.
- L'intégration de l'architecture paysagère comme démarche résiliente permettrait d'améliorer le confort et l'usage des espaces ouverts.
- Opter pour des stratégies passives de l'architecture locale permettra d'améliorer la performance énergétique.
- L'approche conduite par les simulations numérique nous permettrait d'évaluer le potentiel des éléments naturels du site dans l'amélioration du confort hygrothermique à l'extérieur comme à l'intérieur du projet architectural.

### **1.4 Motivation sur le choix du thème :**

La culture contribue de façon importante au développement de notre pays que ce soit par la cohésion sociale qu'elle nourrit, l'identité algérienne qu'elle renforce ou l'activité économique qu'elle génère.

La culture algérienne est marquée par sa diversité et sa richesse grâce à ses différentes régions, aux emprunts à d'autres peuples ainsi que par sa diffusion à travers le monde. Chaque région, chaque ville ou chaque oasis constitue un espace culturel particulier. La

Kabylie, les Aurès, l'Algérois, les Hauts Plateaux, la vallée du M'zab, le Gourara, le Hoggar, la Saoura, l'Oranie sont des régions avec des particularités culturelles et parfois linguistiques (Amiri ;2021).

En s'appuyant sur les richesses de notre pays en termes d'éléments culturels, historique, paysagers, matériels et immatériels, nous voudrions concevoir un projet architectural dont la fonction est un centre de loisir culturel inscrit dans un paysage oasien. Notre motivation s'inscrit dans la volonté de participer dans la construction d'un écosystème permettant au tourisme local d'éclorre et de se développer davantage.

### **1.5 Objectifs :**

A travers ce mémoire, nous ciblons aux objectifs suivants:

- L'intégration de projet dans son environnement.
- L'Amélioration des confort extérieur et intérieur, du bien-être et de la qualité de vie des utilisateurs.
- Le renforcement et la préservation du sens d'appartenance à la collectivité grâce à la promotion de la culture locale.
- Evaluation de l'impact du microclimat sur le confort extérieur et sur la demande Énergétique liée à la climatisation.

### **1.6 Méthodologie de recherche :**

En s'appuyant sur une analyse urbaine croisée combinant à la fois l'analyse typo morphologique et l'analyse sensorielle de la ville dont le but est de comprendre la position de la ville, son importance, la chronologie de son développement spatial, nous avons pu établir un diagnostic de l'état actuel de la ville. Cette première étape nous a permis d'identifier la problématique que sous-tend la conception de notre projet et comment profité des atouts de la ville pour répondre à la problématique posée.

La seconde partie s'intéresse à identifier les jalons de la conception architecturale en termes d'exigences fonctionnelles et spatiale que requiert chaque fonction. Pour ce faire, nous avons dû analyser certains exemples sous une grille d'analyse orientée vers l'aspect formel, la qualité de l'enveloppe et les conditions environnementales. Pour être en mesure d'apprécier l'impact de l'aménagement extérieur sur la qualité du microclimat et sur la demande énergétique nécessaire pour la climatisation, nous avons passé en revue les références bibliographiques nous permettant d'appréhender la question soulevée supra.

Enfin, avec la troisième partie, nous avons appliqué les prérequis de la conception architectural d'un centre de loisir culturel avec une vérification du comportement thermique de l'environnement conçu et son impact sur la demande énergétique pour la climatisation à



travers une série de simulation thermique dynamique. Le schéma ci-dessous résume la méthode du travail.

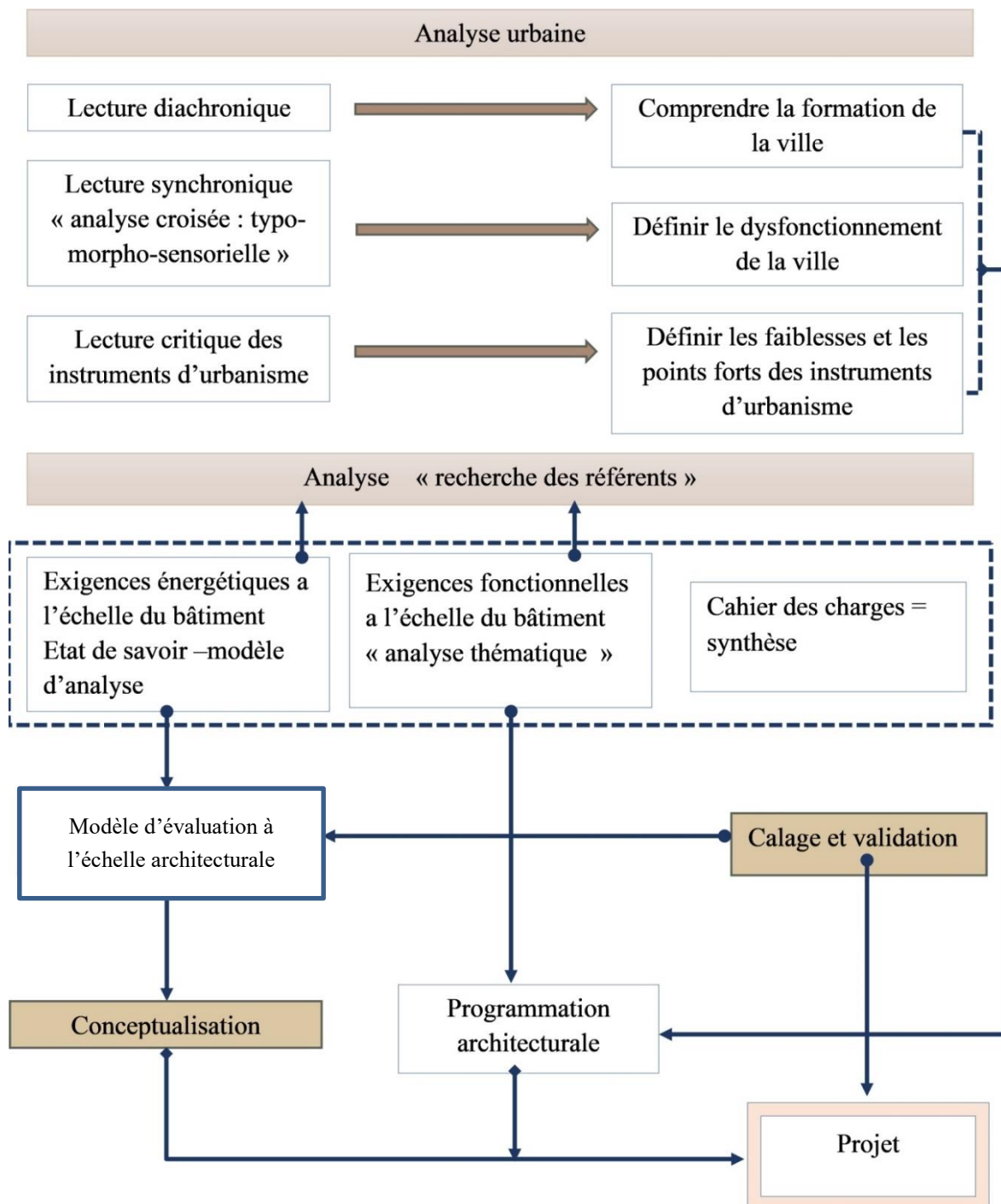


Figure 1 organigramme de la méthodologie du travail source auteur;2023



## **Chapitre II: état de l'art**



## 1.7 Introduction :

Dans la perspective de garantir un confort thermique optimal à la fois à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments tout en garantissant une efficacité énergétique notamment dans les zones arides, nous visons à travers ce chapitre explorer différentes stratégies et solutions architecturales et urbaines nous permettant d'optimiser le comportement thermique de notre projet. Le présent chapitre est divisé en trois parties, une partie dédiée à l'échelle environnementale, une deuxième partie orientée vers l'architectural et une troisième partie consacrée à l'analyse thématique.

## 1.8 Partie 1 : échelle environnementale :

L'examen de la littérature scientifique portant sur l'environnement nous a permis d'identifier la présence de plusieurs concepts couvrant la partie environnementale d'un projet. Nous citons à titre d'exemple, l'écologie, le développement durable, l'efficacité ou l'efficience énergétique, l'architecture bioclimatique. Tous ses concepts se croisent dans l'objectif recherché qui est de limiter la consommation des ressources naturelles à travers l'optimisation des éléments de la conception urbaine ou architecturale. Aussi, ces concepts propose de voir le phénomène environnemental selon une approche systémique, c'est-à-dire, un ensemble d'éléments composant un système et entretiennent entre eux une actions de dépendance et d'interdépendance. Tout lecteur désirant lire les concepts cités supra, trouveront ces définitions regroupées dans le glossaire du présent mémoire. pour être en mesure d'intégrer notre projet dans son environnement, il nous paraît essentiel d'aborder l'aspect environnemental à travers les deux échelle, environnementale (ou urbaine) et architecturale.

## 1.9 Du climat au microclimat

### 1.9.1 Ilot de chaleur urbain :

L'îlot de chaleur urbain (ICU) se manifeste par une différence de température entre les zones urbaines et rurales, et son intensité varie quotidiennement et saisonnièrement en fonction de divers paramètres météorologiques tels que la ventilation et l'ensoleillement, ainsi que des facteurs d'origine humaine. (boukarta.s, 2020)

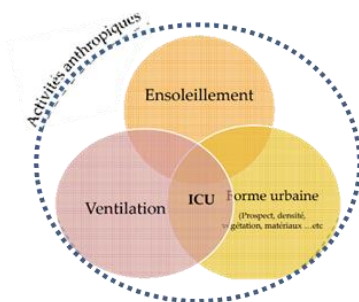


Figure 3 paramètres de l'UCU Source : Boukarta.S 2020

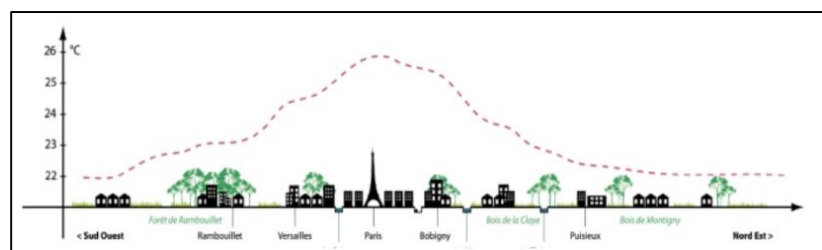


Figure 2 Schéma de l'îlot de chaleur au-dessus de l'agglomération parisienne Source : Descartes, 2009

1.9.2 Facteurs causant la formation de l'îlot de chaleur urbain :

- A. *Rétention de la chaleur par le tissu* : La cause principale des îlots de chaleur est le modèle d'urbanisation et de développement de la ville.
- B. *Rôle des propriétés thermiques et radiatives des matériaux (l'albédo) et l'exposition des surfaces au rayonnement solaire* : Le comportement des matériaux urbains fait qu'ils emmagasinent de la chaleur qu'ils restituent plus tard, une fois que la température de l'air est redescendue (Emmanuelle Valette, Erwan Cordeau : 2011).le tableau suivant montre les différents matériaux utilisés en espace public et leurs albédo retenu

Tableau 1 : matériaux et albédo correspondants source : le grand Lyon

Matériau	Couleur	Utilisation	Albédo retenu
Dalles, pavés	Gris clair - beige	Espaces publics	0,45
Bois	Marron-gris clair	Espaces publics	0,35
Gazon	Vert	Surfaces naturelles	0,3
Béton	Gris	Espaces publics	0,25
Sol nu, terre	Brun	Surfaces naturelles	0,2
Béton bitumineux	Gris-noir	Espaces publics	0,15
Sable	Brun clair	Espaces publics	0,15
Asphalte	Noir	Espaces publics	0,05
Enduits superficiels	Noir	Espaces publics	0,05

De manière générale, les matériaux de couleur claire sont très efficaces pour réduire les îlots de chaleur urbains, mais ils peuvent présenter l'inconvénient d'entraîner l'éblouissement des usagers (Emmanuelle Valette, Erwan Cordeau : 2011).



Figure 4 divers albédo de l'environnement urbain source : Colombert, 2008

- C. *Rôle de la géométrie des canyons urbains* : La forme urbaine joue sur le régime des vents.

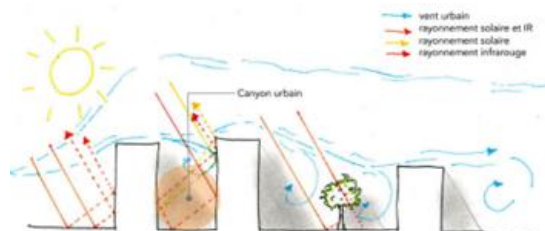


Figure 5 Piégeage radiatif des rayonnements : « effet canyon » de la forme urbaine - D'après IAU (2010) et Vivre en ville / Catherine Dubois (2014)

D. *Perturbation de la dynamique de la masse d'airs* : La rugosité urbaine fait obstacle aux écoulements d'air. Au niveau du sol, la vitesse du vent est sensiblement plus faible qu'au-dessus des bâtiments qui freinent la circulation de l'air, ce que l'on appelle la longueur de rugosité. Cette rugosité dépend de la surface sur laquelle s'écoule l'air : plus le milieu comporte des obstacles, plus il est (agence d'urbanisme de bordeaux aquitaine a-urba ; 2022).

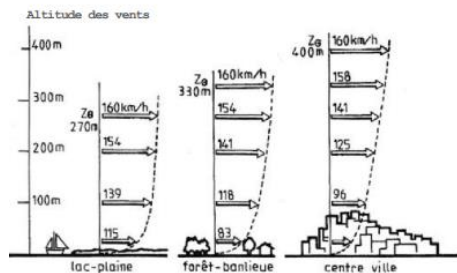


Figure 6 Profil de la vitesse de propagation du vent en milieu urbain Source : Chatelet et al. 1998, in Colombert, 2008

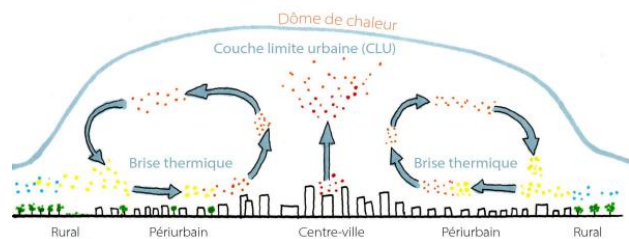


Figure 7 Phénomène de brise thermique en contexte urbain source : D'après IAU, 2010

Réduction de l'évapotranspiration : causé principalement par taux de minéralisation élever du sol ce qui dérègle le fonctionnement de l'évapotranspiration (Emmanuelle Valette, Erwan Cordeau : 2011).

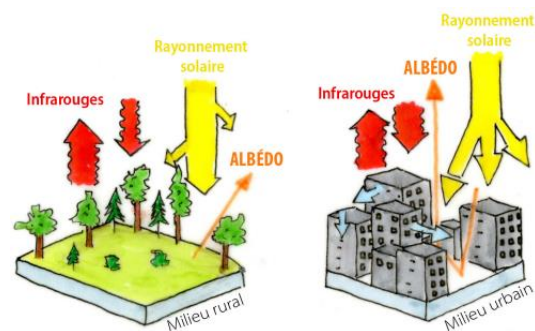


Figure 8 Comparaison des bilans radiatifs entre les milieux ruraux et urbains Adapté de Colombert, 2008 (simplifié)

F. Emission de la chaleur par les activités ai paramètres : les bâtiments, le transport et le métabolisme humain.(Emmanuelle Valette, Erwan Cordeau : 2011).

### 1.9.3 Ilot de fraîcheur urbain comme stratégie de résilience urbaine

La résilience se réfère à la capacité d'un système à surmonter les perturbations et à retrouver son état initial ou un fonctionnement normal. En urbanisme, la résilience urbaine consiste à concevoir les environnements urbains en tenant compte des perturbations potentielles. L'objectif est de développer une approche pluridisciplinaire pour permettre aux systèmes urbains de s'adapter et de résister aux crises écologiques, climatiques ou physiques. Le rafraîchissement des villes est devenu crucial pour atténuer les effets néfastes des fortes chaleurs, améliorer la qualité de vie urbaine et offrir des espaces extérieurs confortables et durables, tels que des "îlots de fraîcheur" qui agissent comme de véritables "oasis" en milieu urbain, constitue une solution efficace pour améliorer le confort estival. Ainsi, l'îlot de fraîcheur urbain se présente un espace réduisant la formation de l'îlot de chaleur urbain avec

une forte densité de la végétation, favorisant la formation de l'ombre, et parfois marqué par présence de surface d'eau (agence d'urbanisme de bordeaux aquitaine A-Urba ; 2022).

### 1.9.3.1 Stratégies adoptées pour la création de l'îlot de fraîcheur urbain :

Plusieurs études ont été menées afin de dégager les paramètres constitutifs des îlots de fraîcheur urbaine. Le tableau suivant montre quelques études (Boukarta.S :2020, Sonia .L; 2022)

Tableau 2: les paramètres étudiés par les chercheurs pour la création de l'îlot de fraîcheur urbain source : auteur

Paramètre	Auteur	Etude
végétation	Dimoudi et nikolopoulou, 2003	L'apport de végétation dans les milieux urbanisés peu végétalisés offre des gains importants de fraîcheur (une rangée d'arbres peut diminuer la température de 1°C)
	Liebard et deherde 2005	Une différence de température moyenne de 3°C est observable entre un centre-ville peu végétalisé et des quartiers longeant une bande de végétation d'une profondeur de 50 à 100m
	Lachanc et al 2006	Une zone végétalisée présentait une température de surface plus fraîche de 6°C
	Shashua bar et hoffman 2000	Des îlots de végétations urbains d'une largeur de 60m généraient un effet de fraîcheur sur un rayon de 100m
	Akbari <i>et al</i> 2001	Après avoir évalué après quelques mois la température de surface maximale des murs et des toits ombragés par les arbres sur 2 bâtiments situés en Californie la température de surface maximale mesurée est entre 11 et 25 °C
	Benchikh <i>ameur</i> 2012	La palmeraie présente une température inférieure de 5 à 10 °C par rapport aux autres configurations «(ksar et extensions)
Végétation eau et albédo	(Taleghani, <i>et al.</i> , 2014)	des simulations microclimatiques d'un campus universitaire à Portland aux Etats-Unis. par ENVI-met indiquent que le modèle avec végétation contribue à une diminution de 1.6 °C de la température de l'air alors que l'intégration du bassin d'eau provoque une diminution de 1.1 °C. Le changement de l'albédo des pavements de 0.37 à 0.91 permet de diminuer la température de l'air de 1.3 °C
Prospect et végétation	Benkhelkhal, bourbia pfe2016	Le ratio H/L des rues, la végétation et matériaux de construction peuvent améliorer la qualité du confort thermique dans une zone aride de (18% à 42% de confort)
La végétation et l'eau	Ballot amor 2016	La densité végétale (16.3%) et l'effet de l'eau (3.7%) de la surface du square ont réduit la température de 3.7°C

Pavé à haut albedo	Rosenfeld et al 1998	Etude a estimé que l'installation de pavé a haut albedo combiné a une stratégie de végétalisation pouvait réduire la température ambiante de la ville de los Angeles de 0.6°C
	(Peron, et al., 2015)	Une étude numérique menée à Venise, en Italie, en utilisant le logiciel ENVI-MET, révèle qu'en remplaçant les revêtements de sol classiques tels que l'asphalte et le béton par des pavés à haut albedo et perméables, ainsi que les toits traditionnels par des toits végétalisés, une baisse de la température d'environ 4 °C est observée.
Tissu urbain compact et éclaté (Souika et Koudiat Aty, et le Quartier boussof)	Yousfi, F. Bourbia, F & Ballout, A (2017)	La température moyenne radiante dans le tissu compact (46.5-54.15°C) est basse par rapport au nouveau quartier (70.9°C)

1.9.3.2 Synthèse :

Trois principaux facteurs contribuent à la fraîcheur dans l'espace public : l'ombrage, l'eau et la végétation. Chacun de ces éléments a un effet de rafraîchissement variable selon l'aménagement de l'espace. La combinaison de ces trois facteurs au même endroit permet d'atteindre un niveau de fraîcheur optimal. D'autres paramètres du microclimat urbain peuvent également être pris en compte, tels que la nature des revêtements de sol, la perméabilité des sols et la circulation de l'air entre les bâtiments. Ils jouent un rôle essentiel pour limiter les effets de surchauffe en milieu urbain.

1.9.4 L'écosystème Oasien comme îlot de fraîcheur en zone aride

Le terme "oasis" (ou "Waha"), qui trouve ses origines dans l'Égypte antique et est mentionné par Hérodote, désigne une communauté humaine rassemblée autour d'une source d'eau propice à l'agriculture. Il a souvent été associé à l'idée d'abondance et à la représentation d'un paradis (AREC - Agence régionale énergie-climat- Paris; 2009). Selon Mainguet L'oasis est un environnement bioclimatique artificiel créé à partir d'un site naturel préexistant, qui rompt avec l'aridité environnante en modifiant les conditions climatiques au niveau du sol et dans la basse atmosphère (Boudjellal.L: 2009)



Figure 9 L'oasis de Siwa Egypte source : tripadvisor.com

#### 1.9.4.1 Caractéristique de l'environnement oasien :

D'après le réseau associatif du développement des oasis (RADDO) l'environnement des oasis est caractérisé par :

- De faibles précipitations avec quelquefois moins de 50 mm par an en zone hyperaride. » Une forte évapotranspiration liée à de fortes chaleurs et un air très sec.
- Les températures connaissent une variation significative tout au long de la journée, allant de 30°C à 60°C, avec parfois des températures nocturnes proches de 0 °C.
- Des nappes d'eau souterraines qui permettent aux arbres de s'alimenter en eau par leurs racines profondes (raddo.org)

#### 1.9.4.2 La composition des oasis :

D'après le réseau associatif du développement des oasis (raddo) L'oasis traditionnelle se caractérise par la superposition de trois étages végétaux permettant de créer un environnement propice au développement des cultures. Cette superposition a pour conséquence de créer « l'effet oasis »

-La strate arborée : La « tête au soleil, les pieds dans l'eau », le palmier dattier s'élève de 15 à 30 m.

-La strate arbustive dans cette couche intermédiaire on trouve une variété de plantes, notamment les vignes accrochées aux palmiers, puis les fruitiers comme les pommiers, orangers, pêchers, grenadiers et enfin le henné

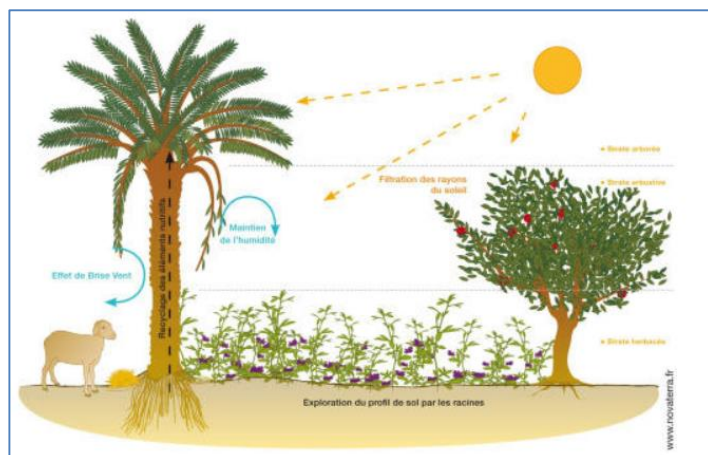


Figure 10 schéma de strates d'une oasis source : raddo » réseau associatif du développement des oasis

-La strate herbacée : On y trouve le maraîchage avec de nombreuses variétés oasiennes, les plantes aromatiques et médicinales et d'importantes surfaces de plantes fourragères qui alimentent les troupeaux dont le fumier permet de maintenir la fertilité des sols(raddo.org).

#### 1.9.4.3 L'effet oasis

L'effet oasis est un microclimat spécifique qui se forme à l'intérieur de l'oasis grâce à la filtration des rayons du soleil par les palmiers, à la présence d'humidité, de chaleur et de lumière. Ce microclimat offre des conditions idéales pour les systèmes de culture et



d'élevage, permettant d'optimiser l'utilisation de l'espace dans des régions où les terres fertiles sont rares (AREC - Agence régionale énergie-climat- Paris; 2009).

1.9.4.4 Les éléments clés des oasis et leurs rôles :

**A. L'eau :**

le concept d'oasis est étroitement lié à l'eau, comme le dit la tradition "l'oasis est fille de l'eau". Les palmeraies traditionnelles ont été établies grâce à l'abondance des ressources en eau facilement accessibles. Différentes techniques traditionnelles de captage des eaux sont utilisées dans les oasis, notamment le captage des eaux de surface provenant de sources ou de précipitations, ainsi que le captage des eaux souterraines réalisé à travers des forages profonds, des puits traditionnels ou des galeries souterraines (AREC - Agence régionale énergie-climat- Paris; 2009).

*Principe de la circulation de l'eau dans l'oasis :* La circulation de l'eau dans l'oasis se déroule à l'aide d'un réseau de canaux d'irrigation gravitaires, appelés "seguia"

et traditionnellement construits en terre, permet de transporter l'eau vers chaque parcelle. L'irrigation se réalise par submersion, c'est-à-dire que les parcelles sont inondées par l'eau provenant des canaux. (AREC - Agence régionale énergie-climat- Paris; 2009).



Figure 11 système de foggara Timimoune Algérie source : En vie d'oasis –03-2009

- Une gestion économe de l'eau d'irrigation : Étant donné que le sol des oasis se caractérise par sa perméabilité et sa faible rétention d'eau, des architectes paysagers ont collaboré avec des chercheurs en agronomie aux Émirats arabes unis

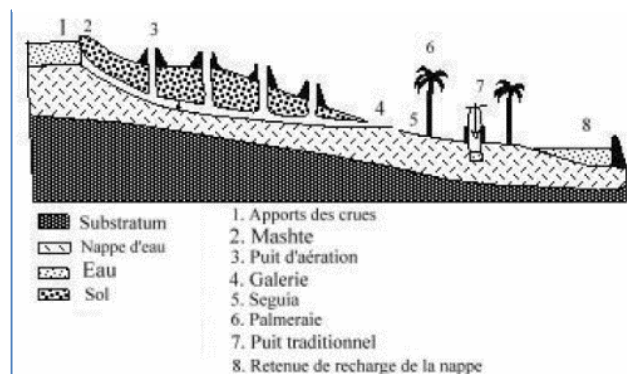


Figure 12 schéma de principe de circulation de l'eau source : En vie d'oasis –03-2009

pour développer une technique d'irrigation économe en eau. Cette technique repose sur l'utilisation d'un composant appelé "zeoplant" qui est un amendement de sol à rétention d'eau très efficace composé de composants minéraux et organiques entièrement naturels. (Damian Holmes ; 2021)

- *Principe de fonctionnement du Zeoplant :*

Le zeoplant vise à augmenter la capacité de rétention d'eau du sol de sorte que la vitesse d'infiltration de l'eau d'irrigation est réduite jusqu'à 85 %, laissant aux racines des plantes plus de temps pour absorber l'humidité nécessaire (Zeoplant L.L.C. : 2021) .

- *Caractéristique du zeoplant :*

- Zeoplant réduit les taux d'eau d'irrigation standard de 50% et au-delà
- **Le pH est réduit et la CE (conductivité électrique) augmentée**, ce qui affecte le taux de croissance en fournissant aux plantes plus de nutriments
- **Économie de 50 % d'électricité** pour le pompage de l'eau d'irrigation
- **Réduction des engrais chimiques** Réduction des coûts de stockage de l'eau d'irrigation (minimisation/élimination des réservoirs)
- **Réduction des coûts de stockage** de l'eau d'irrigation (minimisation/élimination des réservoirs)
- **Réduit l'empreinte carbone** (Zeoplant L.L.C. : 2021).

Chaque végétation nécessite un dosage spécifique de Zeoplant en fonction de sa profondeur et du volume de ses racines pour plus de détails voir l'annexe (02).

*B. Le sol :*

Selon Munier (1973) Le dattier est cultivé dans des régions chaudes, arides et semi-arides, sur une variété de sols allant des déserts aux régions subdésertiques. Il peut pousser sur des sols peu fertiles ainsi que sur des sols de qualité, allant des sables purs aux sols riches en argile. La perméabilité est une caractéristique essentielle des sols des palmeraies, surtout lorsqu'elles sont irriguées avec de l'eau salée. (boudjellal.L ;2009)

*C. Le couvert végétal :*

Les oasis sont principalement composées de palmiers dattiers et de jardins vergers. Les autres arbres fruitiers tels que les grenadiers, les figuiers, les oliviers, les amandiers et la vigne sont moins fréquents, car les palmiers dominent le paysage. Les cultures annuelles comme les fèves, les oignons, l'ail, les carottes, les navets ainsi que les cultures de blé et d'orge laissent place aux tomates et aux piments pendant l'été. La culture des oasis est intensive et nécessite un arrosage abondant, en particulier pendant l'été. Les palmiers dattiers ont un besoin en eau élevé, estimé entre 15 000 et 20 000 m<sup>3</sup> par hectare et par an, ce qui correspond à environ 5 000 litres par jour. Ils préfèrent les climats chauds, secs et ensoleillés, avec des températures allant de 7°C à 45°C. Ils sont capables de tolérer jusqu'à 30 g de sel par litre d'eau, ce qui est important car l'eau des zones arides contient souvent des minéraux,

tels que le sel, même si cela peut réduire leur production. Le palmier dattier se développe dans des régions où l'humidité est généralement inférieure à 40%, typique des zones sahariennes (AREC - Agence régionale énergie-climat- Paris; 2009).

#### 1.9.5.1 Le palmier :

##### - Les effets du palmier sur les paramètres climatiques :

Selon Gassim.A et al, 1986. Les palmiers ont plusieurs effets bénéfiques sur le climat :

1. Ils régulent la température en fournissant de l'ombre, ce qui crée des microclimats plus frais.
2. Ils réduisent l'évaporation grâce à leur système racinaire profond, préservant ainsi l'humidité des sols.
3. Ils captent le carbone de l'atmosphère, contribuant ainsi à atténuer les effets du changement climatique.
4. Ils augmentent l'humidité de l'air par la transpiration des feuilles, créant une atmosphère plus humide et rafraîchissante.
5. Ils réduisent l'érosion éolienne en agissant comme des barrières naturelles contre le vent et en piégeant les particules de sol, notamment dans les régions désertiques (boudjellal.L2009)

##### - Le palmier comme matériaux de construction :

Les éléments du palmier peuvent être utilisés comme matériaux de construction. L'usage des palmes : Elles servent à la vannerie, à la confection de toitures, de meubles de terrasse, à la litière des animaux.

L'usage des fibres du tronc : Elles servent à la fabrication de cordes.

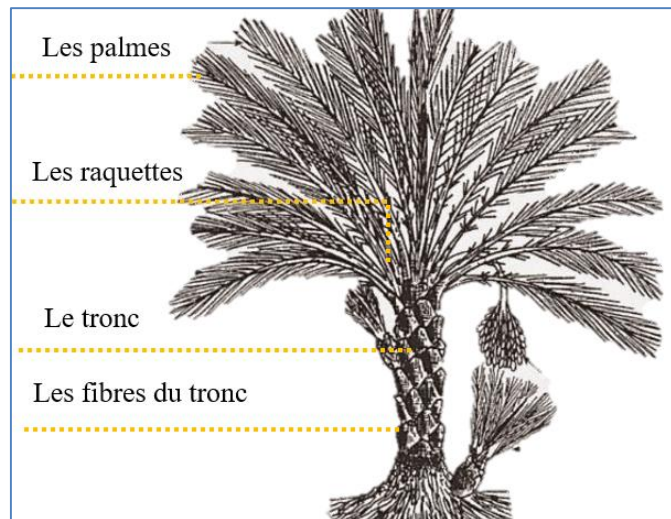


Figure 13 les composants du palmier source En vie d'oasis -03-2009

Le tronc ou « stipe » : Il sert à la confection de charpentes de toitures, à la fabrication de pontons au-dessus des séguias, de meubles, de portes (AREC - Agence régionale énergie-climat- Paris; 2009).

Afin d'utiliser le tronc de palmier comme matériaux de construction et de meuble ce bois doit passer par des techniques pour le mettre en œuvre, ces derniers dépendent des traditions

artisanales de chaque région. En Tunisie, les artisans utilisent le bois de vieux palmiers non productifs pour fabriquer des matériaux de construction et des meubles. Le bois est laissé à sécher pendant une longue période, puis il est trempé dans l'eau salée, afin d'éliminer toute trace d'eau douce et de prévenir les dommages causés par les vers (Lucie & Wahid ; 2018). Les stipes sont ensuite découpés en planches de différentes tailles, qui sont utilisées pour créer des poutres, des meubles et des objets. Les avantages du bois de palmier :

- Ses fibres lui donnent des **teintes de couleurs chaleureuses**
- Il présente une très **grande longévité**, comme en témoignent les portes et poutres centenaires des **médinas du sud tunisien**.
- Son artisanat s'inscrit aussi dans une **exploitation du bois respectueuse de l'environnement** (Lucie & Wahid ; 2018).



Figure 14 Bibliothèque Amani en Tanzanie. source : [www.fibra-award.org](http://www.fibra-award.org)



Figure 15 architecture en palmier Eglise à Toulouse



Figure 16 Architecture en palmier (oasis de Nefta, Tunisie - CARI)

## 1.10 Partie 02: échelle architecturale :

L'architecture bioclimatique est souvent citée comme une méthode permettant aux architectes de profiter de son environnement climatique en vue d'améliorer le confort hygrothermique tout en réduisant le recours aux énergies fossiles. Dans cette deuxième partie l'échelle architecturale est présentée en vue d'identifier les stratégies pouvant nous être utiles pour optimiser le potentiel bioclimatique de notre projet.

### 1.10.1 Architecture bioclimatique :

Selon De Herde, H. (2002), le concept de l'architecture bioclimatique en tant que réponse à la réduction de la consommation d'énergie et des émissions de CO<sub>2</sub>. L'architecture bioclimatique exploite les avantages de l'environnement, en particulier du soleil, en tant que source d'énergie inépuisable. Elle repose sur des techniques passives et ne nécessite pas de technologies spécifiques. Les architectes doivent être en mesure d'évaluer le potentiel bioclimatique de leur projet afin d'atteindre le confort ambiant souhaité de

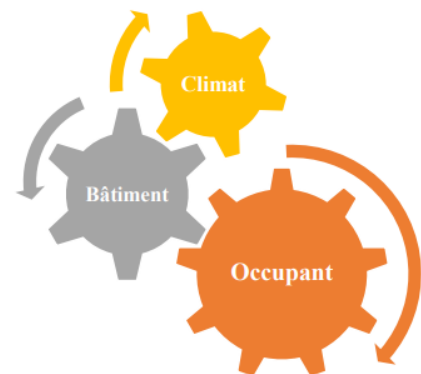


Figure 17 mécanisme de l'architecture bioclimatique source : (Baker et Steemers 2003)

manière naturelle en utilisant des moyens architecturaux et des énergies renouvelables, tout en minimisant l'utilisation de technologies mécanisées et d'énergies externes au site.

1.10.2 Principes et paramètres de l'architecture bioclimatique :

1.10.2.1 Implantation et orientation

Lors du processus de conception bioclimatique, l'intégration d'un bâtiment sur son site et dans son environnement immédiat constitue une étape initiale cruciale. Cela a une influence majeure sur le fonctionnement et les performances du bâtiment par la réduction de consommation d'énergie et l'amélioration du confort thermique des occupants : Il affecte sur la quantité du rayonnement solaire tombant sur les surfaces, l'éclairage naturel et la direction des vents. Une analyse approfondie des caractéristiques du site, telles que (Pierre Fernandez et Pierre Lavigne 2009)

- le climat (température, humidité, vent, etc.),
- le relief (topographie),
- le contexte (naturel ou urbain),
- la végétation (à feuillage caduc ou persistant).
- type du terrain (caractéristiques du sol, l'albédo, etc).

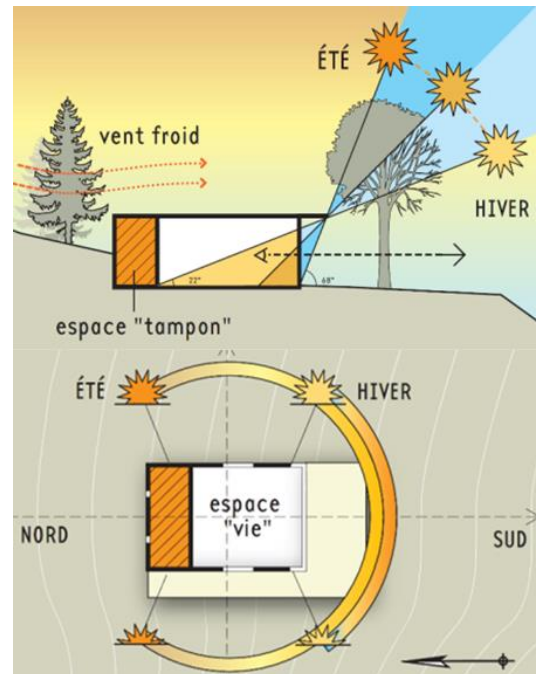


Figure 18 exemple des principaux paramètres de l'implantation et du choix de l'orientation (source : Misse, 2011)

1.10.2.2 La forme et le facteur de compacité :

La morphologie du bâtiment détermine les surfaces d'échange entre l'intérieur et l'extérieur ce qui influe sur la performance énergétique de la construction, plus précisément, la forme du bâtiment a un impact sur la surface d'échange tel qu'indiqué sur la figure ci-dessous.

Le facteur de compacité calculé par le rapport surface déperditive et le volume détermine l'importance de l'échange entre le bâtiment en

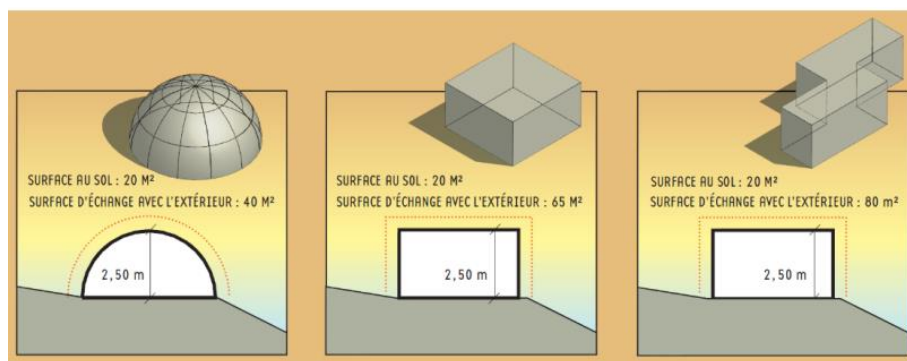


Figure 19 impact de la forme sur la surface d'échange (source : Misse, 2011)

question et son environnement. Moins le facteur de compacité est important moindre sera la consommation d'énergie. Ce facteur perd son importance dans les bâtiments bien isolés.

### 1.10.2.3 Le choix des matériaux et Couleurs

L'architecture bioclimatique vise à l'utilisation des matériaux locaux disponibles afin de réduire les coûts d'extraction et d'éviter le recours aux moyens de transport. Elle encourage l'utilisation de matériaux ayant un impact moindre sur l'environnement, tels que le bois, la pierre, la terre et l'argile.

Le choix des couleurs dépend du niveau d'absorption de chaleur souhaité. Certains matériaux présentent une meilleure capacité à absorber la chaleur, et ils sont classés selon leur indice SRI (Solar Reflectance Index), voir tableau ci-dessous. Cet indice permet de classer les revêtements en fonction de leur capacité à ne pas chauffer excessivement sous le rayonnement solaire. Un revêtement avec un indice proche de 0 aura tendance à capter la chaleur, tandis qu'un indice SRI proche de 100, aura tendance à refléter la chaleur (Jean-Pierre Monchau ,2020).

Tableau 3 coefficients d'absorption solaire de chaque matériau et leur couleur Source ; *bioclimatisme Dutriex 2010*

Matériau	couleur	Coefficients d'absorption solaire
ardoise	Noir	0.89
Bois	Foncé	0.85
	Clair	0.60
Granite	Foncé	0.8
	Clair	0.55
Grès, terre crue	Rouge	0.73
	Gris	0.62
	Beige	0.54
Béton	Sale	0.80
	Ancien	0.70
	Neuf	0.55
Brique	Rouge	0.73
	Clair	0.44
	Blanche	0.26
marbre	Sombre	0.66
	Clair	0.44
Calcaire	Sombre	0.50
	Clair	0.35
Paître	Blanc	0.07

### 1.10.2.4 L'Organisation des espaces intérieurs

Selon Liébard et De Herde (2005), la distribution des espaces intérieurs, ou le zonage thermique, a un impact significatif sur l'ambiance interne du bâtiment. Cette technique permet de créer des zones de protection thermique et de générer des conditions ambiantes adéquates dans le but d'optimiser les gains et à minimiser les pertes thermiques. Elle repose principalement sur l'utilisation d'espaces tampons ou de protection, ainsi que sur la disposition intelligente des espaces afin de maximiser l'absorption et le stockage des apports Solaires, ou de les protéger selon les besoins saisonniers et la fonction de l'espace

### 1.10.3 Les stratégies passives de l'architecture bioclimatique

Dans cette partie du chapitre, nous allons nous concentrer sur les paramètres et les stratégies dites " passives " de l'architecture bioclimatique qui visent à garantir un confort thermique optimal tout en optimisant la performance énergétique du bâtiment. Les stratégies clés sont organisées selon trois registres, l'environnement, la forme et l'enveloppe.

1.10.3.1 Environnement : l'impact de l'orientation

L'orientation des bâtiments joue un rôle important dans la conception bioclimatique tant pour offrir un bon niveau d'éclairage naturel que pour garantir un bon niveau de confort thermique à travers l'offre d'une bonne ventilation naturelle et maîtriser les consommations d'énergie du bâtiment, elle cherche à la disposition de bâtiment par rapport à une vue, aux points cardinaux et aux éléments naturels tel que les directions des vents dominantes et la trajectoire solaire.

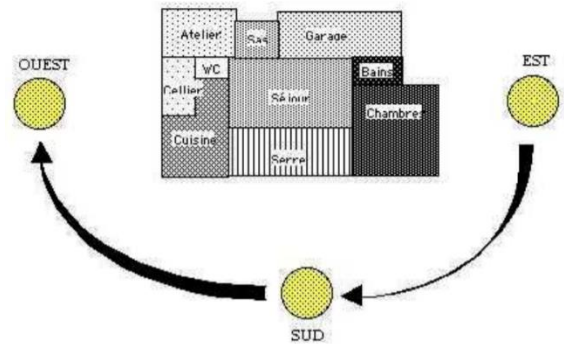


Figure 20 Répartir les différentes pièces selon les Orientations des façades (Salomon :2000)

Le tableau ci-dessous présente la synthèse de deux études expliquant le rôle de l'orientation sur la demande énergétique.

Tableau 4 synthèse d'étude d'orientation, source auteur 2023

Auteur	Etude	Synthèse
Givoni 1978	Etude de meilleure orientation pour un confort thermique optimale en zone aride	Le sud est l'orientation optimale avec déviation de 15° a ouest pour les zones de climats arides.
Mokhtari 2008 Cas d'étude bechar	Etude de confort thermique dans les zones aride sur une maison typique à l'aide de logiciel TRNSYS.	Le choix de l'orientation à un faible impact car la consommation totale est (chaud et froid) plus importante à l'est et l'ouest et est compensée par la consommation totale plus faible au nord et au sud.

1.10.3.2 Forme et capacité :

Le coefficient de compacité mesure le rapport de la surface d'enveloppe déperditive au volume habitable (m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>) cela permettre de qualifier le degré d'exposition des bâtiments à la condition climatiques ambiantes. Selon De Herde (2005), la compacité des volumes varie selon plusieurs facteurs

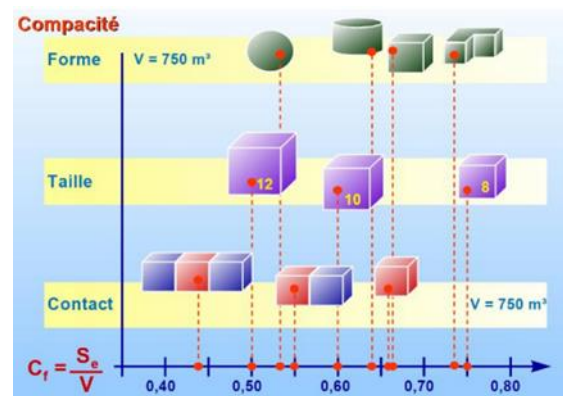


Figure 21 les variations de la compacité Source : De Herde,2005

Forme : la forme sphérique a une meilleure compacité

Taille : influe sur la surface de l'enveloppe, et donc une augmentation de taille entraîne une diminution de compacité

Mode de contact : la mitoyenneté offre une diminution des déperditions thermiques.

Le tableau ci-dessous présente la synthèse de quelques études démontrant l'impact de la compacité sur la demande énergétique.

Tableau 5 étude de compacité ; source : auteur

Auteur	Etude	Synthèse
A. Boursas et Z. Mehri (2012)	Etude comparative de l'impact de 3 formes de compacité du bâtiment sur la performance énergétique d'un bâtiment résidentiel à travers une simulation fait par le logiciel TRANSYS Cas d'étude Constantine	Le rôle de la compacité s'est révélée important car la forme 2 qui présente un rapport entre la surface des parois extérieures et la surface habitable plus élevé que celui de la Forme 1, a induit un besoin énergétique annuel supérieur de 7,81% alors que la forme 3 qui présente le rapport le plus élevé, enregistre une augmentation du besoin énergétique Annuel de l'ordre de 13% par rapport à la forme 1.

### 1.10.3.3 L'Enveloppe :

Le choix de l'enveloppe porte sur le choix des murs extérieurs et fenêtres. Pour ce faire, il est nécessaire caractéristiques thermiques, les besoins, le type du bâtiment, le système constructif et la nature du climat (Cristina et al : 2011), ces caractéristiques thermiques sont :

Conductivité thermique  $\lambda$  : C'est le « flux de chaleur » qui traverse 1 m<sup>2</sup> d'une paroi de 1 mètre d'épaisseur, lorsque la différence des températures entre les deux faces de cette paroi est de 1 degré.

Résistance thermique ( $R = e/\lambda$ ) : Le flux de chaleur traversant une paroi dépend de son épaisseur de sa conductivité thermique

Le Coefficient de transmission calorifique (coefficient U<sub>e</sub>) : c'est la quantité de chaleur traversant un m<sup>2</sup> de paroi pour une différence de température de 1 degré entre les 2 faces.

	sec	hum.	
Matériaux isolants	0,028		polyuréthane
	0,040		laine minérale, liège
	0,058		vermiculite
	0,065		perlite
Bois et dérivés	0,17	0,19	feuillus durs
	0,12	0,13	résineux
Maçonneries	0,27	0,41	briques 700-1000 kg/m <sup>3</sup>
	0,54	0,75	briques 1000-1600 kg/m <sup>3</sup>
	0,90	1,1	briques 1600-2100 kg/m <sup>3</sup>
Verre	1,0	1,0	
Béton armé	1,7	2,2	
Pierres naturelles	1,40	1,69	tuft, pierre tendre
	2,91	3,49	granit, marbres
Métaux	45		acier
	203		aluminium
	384		cuivre

Figure 22 classement des matériaux selon leurs conductivité thermique Source : énergie plus

L'inertie et l'isolation sont le résultat des caractéristiques thermiques de l'enveloppe.



Tableau 6 synthèse d'étude de type de matériau, source auteur

Auteur	Étude	Résultat et Synthèse
Mokhtari cas d'étude Béchar (2008)	Etude d'influence de type de matériau parpaing ou brique sur le confort thermique	La température intérieure observe : -Cas paroi en <u>brique rouge</u> : la température en hiver est marque environ 20-22°C avec une fluctuation journalière de 2°C par contre en été est environ 30-32°C avec une fluctuation journalière -Cas paroi en <u>parpaing</u> : la température en hiver environ 22-24°C et en été est environ 39° avec une fluctuation journalière de <b>8°C</b>  -Le parpaing est un mauvais isolant avec  -La brique rouge est un bon isolant dans les climats arides  -Le choix de matériaux à un impact important dans la construction au milieu aride.

#### 1.10.3.4 Inertie thermique

L'inertie thermique c'est la capacité d'un matériau à accumuler de la chaleur, puis à la restituer. Elle permet d'écarter les pics de température du jour, comme de nuit en créant un déphasage (Institut Bruxellois Pour La Gestion De L'environnement : 2016). Ce dernier se présente comme la différence temporelle entre les amplitudes des températures journalières, maximales ou minimales. Il représente le temps nécessaire pour le transfert thermique de l'extérieur vers l'intérieur. Il s'agit d'un concept crucial à considérer lors de l'étude du comportement dynamique de l'enveloppe et de la structure des bâtiments. Le tableau ci-dessous présente quelques études démontrant l'importance de l'inertie thermique.

Tableau 7 synthèse d'étude de l'inertie thermique, source auteur

Auteur	Étude	Synthèse
D. Medjelakh et S. Abdou (2008)	Impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation  Etude comparative entre 2 habitations coloniales construite <b>en pierre</b> et l'autre contemporaine	L'inertie thermique assure l'équilibre hygrothermique. En été, (une faible amplitude de 2,1 °C) elle permet de lisser les flux thermiques et les températures extrêmes. En hiver, elle évite les chutes trop brutales de la température et met bien en évidence la gestion optimale des apports de chaleur. Mais elle doit être combinée avec les moyens de chauffage et

	<p>dont les parois sont <b>en double paroi avec lame d'air 30 cm</b></p>	<p>de refroidissement naturel pour le bon comportement thermique.</p> <p>- Une faible consommation enregistrée par les deux maisons de l'époque coloniale<sup>1/3</sup> par rapport à la maison contemporaine.</p>
--	--	--

1.10.3.5 Isolation

L'objectif de l'isolation thermique est de réduire les pertes de chaleur avec l'environnement extérieur en limitant les ponts thermiques au niveau des parois et des structures. Le choix de l'isolant dépend de sa conductivité thermique, qui détermine son efficacité (plus la conductivité est faible, plus l'isolant est performant) et Cette conductivité est intégrée par des facteurs tels que la densité, l'humidité, la taille des pores d'air et la nature du matériau solide. Selon De Herde (2005), La position d'isolant modifie l'inertie de paroi soit d'isolation par l'extérieur, par l'intérieur ou dans l'épaisseur du mur.

Tableau 8 de types isolants traité par l'auteur source Energie plus

types	isolant	Conductivité thermique w/m.k
<b>Isolants minéraux</b>	Laine de roche	0.036
	Laine de verre	0.040
	Verre cellulaire	0.042
	Perlite expansée	0.050
<b>Isolants végétale</b>	chanvre	0.040
	Liège	0.042
	Paille	0.050
<b>Synthétique</b>	polyuréthane	0.025
	Polystyrène expansé	0.036
	Polystyrène extrudé	0.028

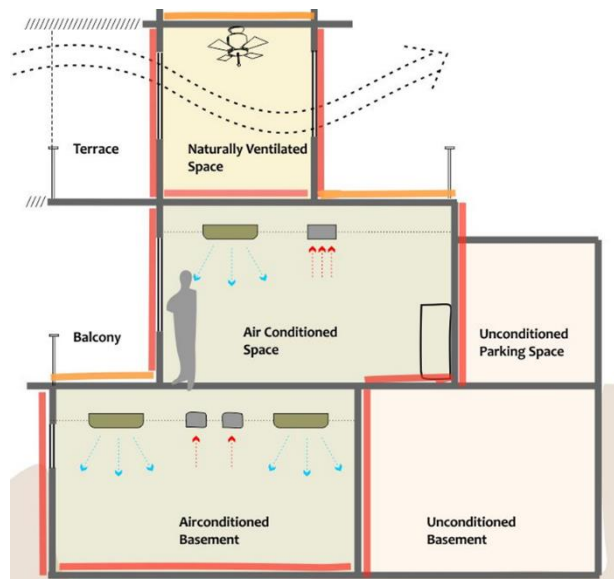


Figure 23 position d'isolant recommandé selon la situation Source: Net zéro Energie building <https://nzeb.in/about-us/>

1.10.3.6 Type de vitrage

Le choix de type de vitrage dépend de la valeur du coefficient de transmission thermique  $U_g$  ( $W/m^2K$ ) qui indique la quantité de chaleur que le vitrage laisse passer (Plus cette valeur est basse plus le vitre est isolant). Il y a aussi, le facteur solaire  $F_s$  et le facteur de transmission lumineuse, qui, à leur tour, gère le rayonnement solaire incident et l'éclairage naturel.

Le choix optimal du vitrage peut entraîner une réduction de la demande de chauffage et de refroidissement 8 à 16 % dans des climats chauds, (Yasmin Abdou et al 2022) ce dernier est influencé par :

- Type de vitrage.
- Pourcentage de la surface vitrée.
- Position et orientation des vitres.
- matériaux de la menuiserie de fenêtre.

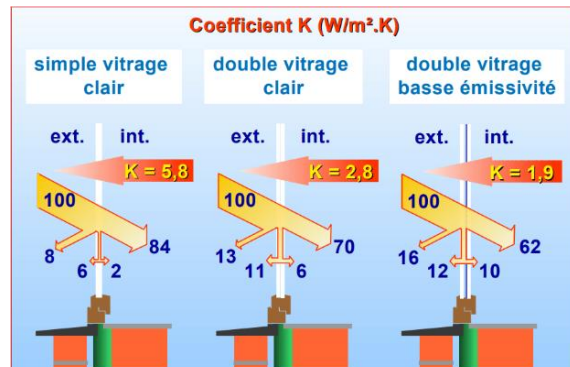


Figure 24 performance thermique et type de vitrage  
Source : traite de l'architecture et urbanisme bioclimatique

Tableau 9 de caractéristique de type de vitrage traité par l'auteur source Energie plus

Type de vitrage	Composition (mm)	Valeur U (W/m²K)
Simple vitrage	4	5,8
Double vitrage	6/12air/6	2,8
Vitrage basse émissivité	4/15argon/4	1,4
Vitrage haute rendement	6/12air/ revêtement métallique/6	1,1
Triple vitrage	4/16 gaz/4 /4	0,6

Le tableau ci-dessous résume l'impact des caractéristiques du vitrage sur la demande énergétique.

Tableau 10 de synthèses étude de taille de vitrage

Auteur	Étude	Résultat et Synthèse
Smail BENHADJIRA Abdeldjalil SADDOUKI (2019)	Étude d'effet de la taille, de l'orientation et des matériaux des fenêtres sur la consommation d'énergie d'un bâtiment.  Simulation sous TRNSYS d'une maison avec changement de la taille et l'orientation des fenêtres et le type de vitrage utilisé et calcul de la consommation d'énergie et comparaison avec le cas de base.	-L'utilisation du triple vitrage et de la faible émissivité permet une réduction significative de la consommation d'énergie  -L'augmentation du pourcentage de vitrage signifie l'augmentation de la consommation totale d'énergie,  -Le choix de l'orientation nord convient mieux à la climatisation, tandis que l'orientation sud pour le chauffage

### 1.10.3.7 Protection solaire

Dans les zones chaudes, les dispositifs de protection sont variables selon l'orientation de la surface à protéger. Ses types d'écrans permettent d'arrêter, de réfléchir ou de freiner les flux solaires<sup>1</sup>.

-En façade nord et sud, le débord de toiture et la conception d'espaces intermédiaires atténuent l'incidence des rayons solaires.

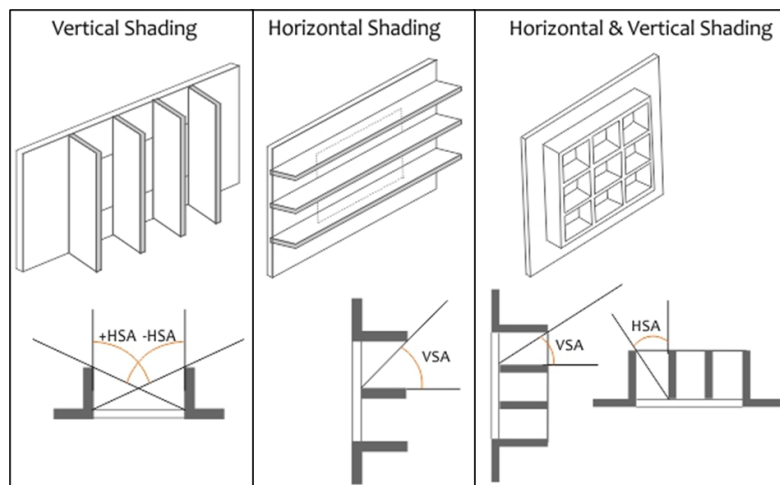


Figure 25 : type de brise solaire selon leur orientation Source Net zéro Energie building <https://nzeb.in/about-us/>

-A l'est et à l'ouest, les Avances verticales protègent du soleil bas (De Herde: 2002)

-De plus, le recours aux protections amovibles : volets, stores ou persiennes.

-La végétation extérieure à feuilles caduques participe également à la protection solaire.

### 1.10.3.8 Ventilation

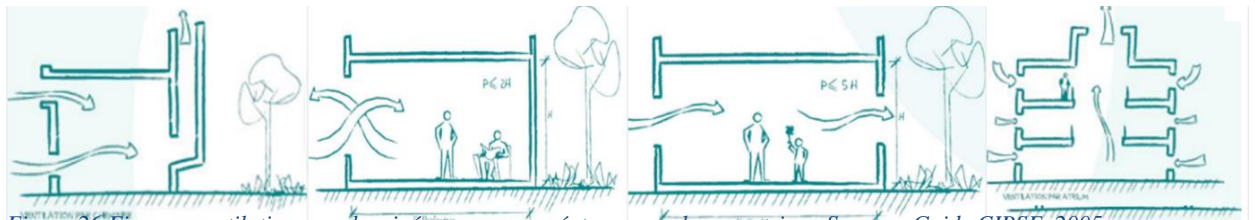


Figure 26 Figure : ventilation par cheminées, mon-exposé, transversale, par atrium Source : Guide CIBSE, 2005.

La ventilation naturelle est la principale technique de refroidissement passif. Afin de limiter la hausse de température, il est nécessaire de configurer les flux d'air qui évacuent les apports thermiques internes et les apports solaires.

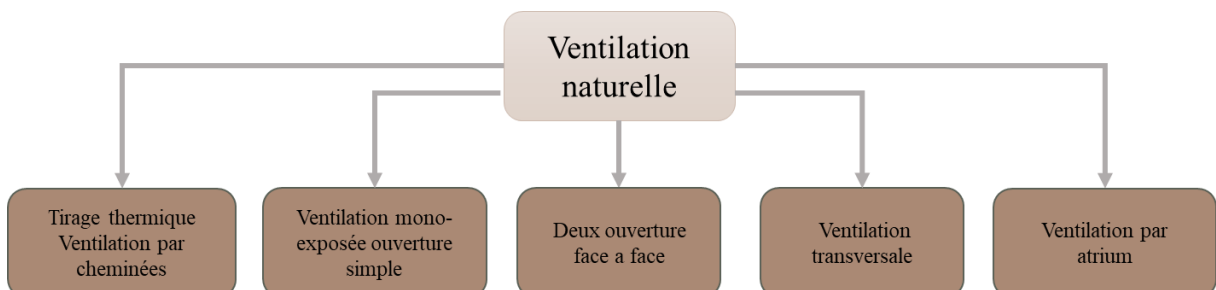


Figure 27 organigramme montre types de ventilation naturelle source : auteur a partir de Guide CIBSE, 2005

<sup>1</sup> Le facteur solaire est le rapport entre l'apport d'énergie solaire au travers de la baie protégée et l'apport d'énergie au travers de la baie non protégée

Selon De Herde, Pour optimiser la ventilation naturelle il faut :

- Évaluer le potentiel de ventilation en fonction du site.
- Exposer les façades aux vents dominants des mois les plus chauds.
- Éloigner le bâti des obstacles à l'écoulement du vent.
- Protéger l'abord et l'enveloppe du bâti des rayonnements solaires.
- Dimensionner les ouvertures et les dispositifs qui favorisent les écoulements d'air dans l'espace intérieurs.
- Anticiper l'aménagement intérieur afin que les circulations d'air soient canalisées avec un minimum de frottements.

#### 1.10.4 Le confort :

Selon le dictionnaire Larousse, le confort serait l'ensemble des commodités, des agréments qui produisent le bien-être matériel. Le confort peut être défini comme le degré de désagrément ou bien-être par la caractéristique de l'environnement intérieur d'un bâtiment, une telle définition considérée comme interaction entre l'individu et l'espace qui l'entoure, c'est-à-dire des conditions ambiantes physiquement mesurables et certaines conditions individuelles qui affectent notre perception » (Esteban.E, 2011) .

##### 1.10.4.1 2-Type de confort :

On distingue 4 types de confort :

- Le confort thermique.
- Le confort visuel.
- Le confort acoustique.
- Le confort olfactif

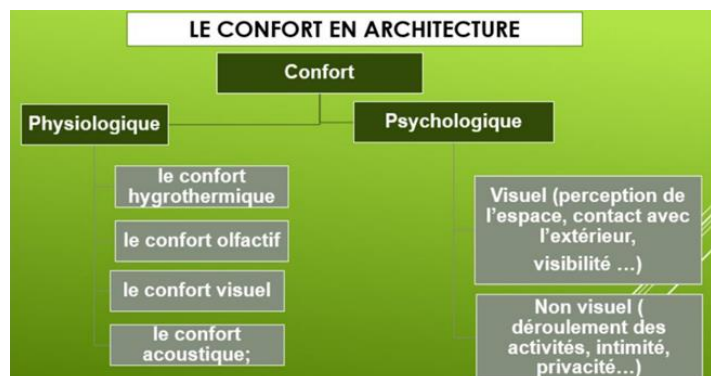


Figure 28 type de confort en architecture Source : cour évaluation de confort thermique. Khelifi , 2023

Dans le présent mémoire, notre étude ne portera que sur amélioration du confort hygrothermique.

##### 1.10.4.2 3-Le confort hygrothermique

Le confort thermique est défini comme un état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son

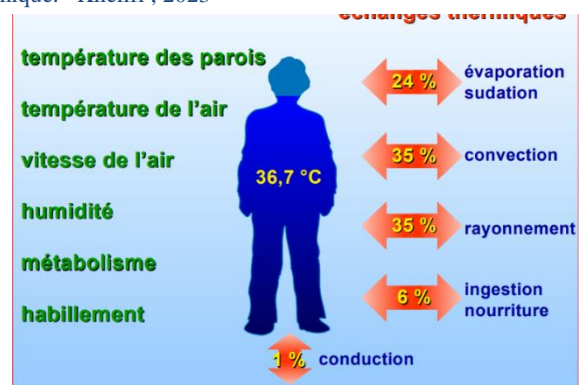


Figure 29 les paramètres influant sur le confort hygrothermique Source : traité de l'architecture et d'urbanisme bioclimatique

environnement. (Alain Liébard et André de Herde ; 2006)

#### 1.10.4.3 Les paramètres influents sur le confort hygrothermique :

Assurer un confort hygrothermique dépend de ces variantes que montre cet organigramme :

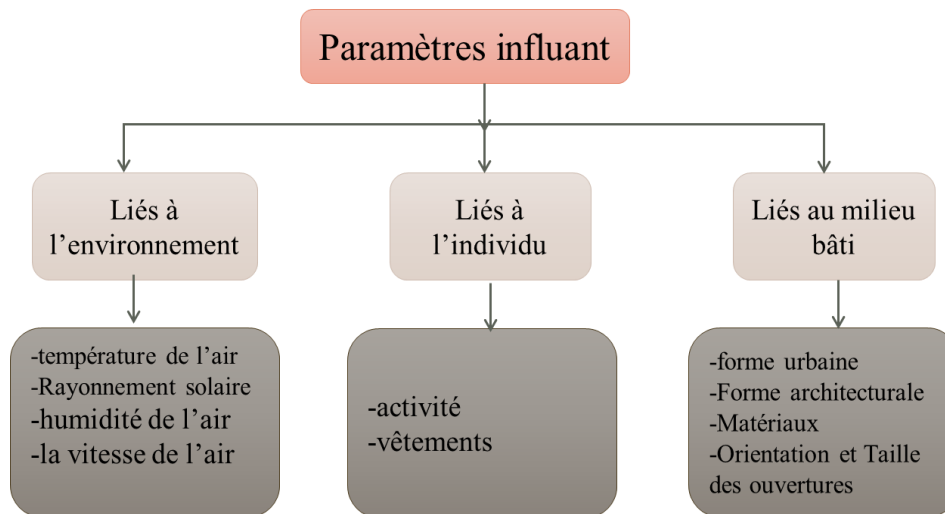


Figure 30 schéma des paramètres influant sur le confort hygrothermique Source : auteur de cours Khelifi , 2023

#### 1.10.5 Analyse bioclimatique (diagramme bioclimatique)

« Le diagramme bioclimatique du bâtiment est un outil d'aide à la décision globale du projet bioclimatique permettant d'établir le degré de nécessité de mise en œuvre de grandes options telles que l'inertie thermique, la ventilation généralisée, le refroidissement évaporatif, puis le chauffage ou la climatisation » (Jean-Louis IZARD Olivier Kaçala 2006). L'application des diagrammes psychométriques peut offrir aux concepteurs : (i) un outil simple pour effectuer une analyse climatique d'un site donné ; (ii) Proposer, selon les outils considérés, des stratégies de design bioclimatiques qui permettent au concepteur de mieux conceptualiser son projet ; (iii) Optimiser considérablement le temps, l'efficacité du travail et les ressources consacrées au développement de l'analyse climatique et bioclimatique d'un projet.

1.10.5.1 Différents outils de l'analyse bioclimatique

1) Le diagramme de Givoni C'est un diagramme psychométrique représentant les limites des ambiances confortables basées sur les étapes suivantes :

- l'analyse du climat, qui permet de préciser les aspects les plus restrictifs du climat, tels qu'une chaleur excessive.

-Le diagramme bioclimatique qui détermine les mesures à prendre lors de la conception. Givoni 1973 (Izard,1993), exprime sur un diagramme psychométrique les recommandations d'intervention permettant de répondre aux sollicitations du climat. Voir figure ci-dessus.

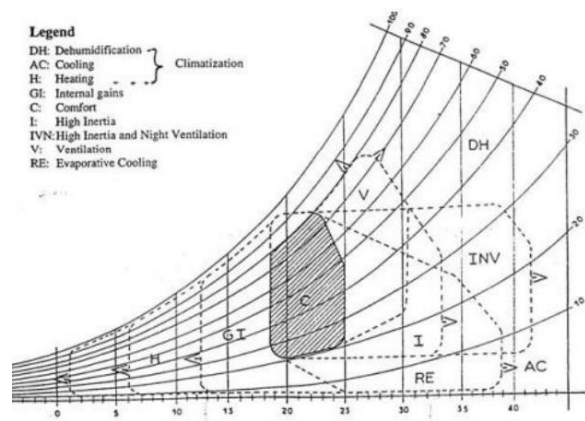


Figure 40 : diagramme psychométrique d'après Givoni (Izard, 1993)

Figure 31 diagramme psychométrique d'après Givoni (Izard,1993)

2) Le diagramme de Szokolay

Cette méthode consiste à développer une zone neutre et des zones de régulation passive et mécanique déterminées selon les données météorologiques de chaque région avec une grande précision applicable à toutes les latitudes. (Badeche, 2008)

Pour déterminer les zones du confort pour chaque saison en fonction du climat local, il identifie avec précision les zones de contrôle possibles pour les différentes interventions.

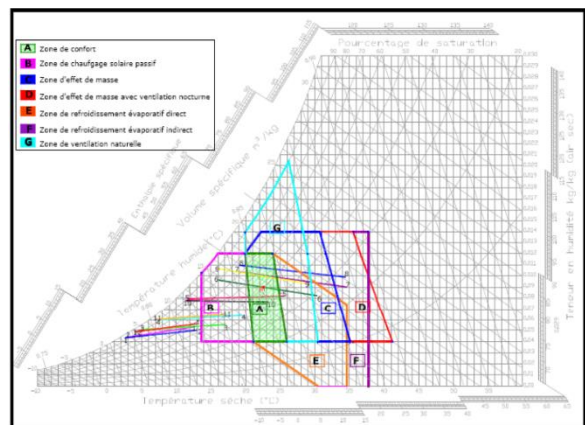


Figure 32 Diagramme Szokolay source cours confort thermique. 2023

En prenant en considération les stratégies de conception de bâtiments négatifs telles que l'inertie thermique, l'utilisation des systèmes de refroidissement par évaporation et la ventilation nocturne.

### 3) Les Tableaux de Mahoney

Le concept d'analyse climatique développé par Mahoney en 1968 a jeté les bases des Tableaux de Mahoney, ultérieurement développés par Koenigsberger. Ces chercheurs ont proposé une méthode d'analyse climatique basée sur les températures mensuelles, la température moyenne annuelle, l'humidité relative et les précipitations de la région étudiée. Ces Tables permettent ensuite de trouver les recommandations nécessaires pour atteindre le confort hygrothermique dans un bâtiment (Badeche, 2008)

TABLES DE MAHONEY - DIAGNOSTIC

TABLE 1 - TEMPERATURES

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temp. Moy. Max.												
Temp. Moy. Min.												
E.B.T.												

TABLE 2 - HUMIDITE, PLUIE, VENT

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Humidité Rel. Max.												
Humidité Rel. Min.												
Humidité Rel. Moy.												
Groupe G.H.I.												
Pluie (mm)												
Vent dominant												
Secundaire												

TABLE 3 - CONFORT

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Températures												
Moy. Mens. Max.												
Confort [Max]												
durée [Min]												
Moy. Mens. Mini												
Confort [Max]												
Secours [Mini]												
Stress thermique												
Jour												
Nuit												

TABLE 4 - INDICATEURS

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
HI Ventilation essentielle													
HI Ventilation double													
HI Protection pluie													
A1 Muris thermique													
A2 Densité dehors													
A3 Prob. Saison froide													

TABLE 5 - LIMITES DE CONFORT (A PARTIR DE TAM)

G.H.		TAM > 20		15 < TAM < 20		TAM < 15		G.H.	
Humidité	Groupe	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Groupe
0-30	1	26-34	17-25	23-32	14-23	21-30	21-30	12-21	
30-50	2	25-31	17-24	22-30	14-22	20-27	20-27	12-20	
50-70	3	23-29	17-23	21-28	14-21	19-26	19-26	12-19	
> 70	4	22-27	17-21	20-25	14-20	18-24	18-24	12-18	

Figure 33 Tableau de Mahoney ; Source : H.KHALISSA ,Cours de master Confort thermique Biskra.

#### 1.10.6 Amélioration du confort hygrothermique par des stratégies bioclimatiques passives

##### 1.10.6.1 Stratégie du chaud

Cette stratégie s'intéresse à capter le maximum du rayonnement solaire en vue de le restituer à l'intérieur du bâtiment en question (Mesli Houda ;2017).

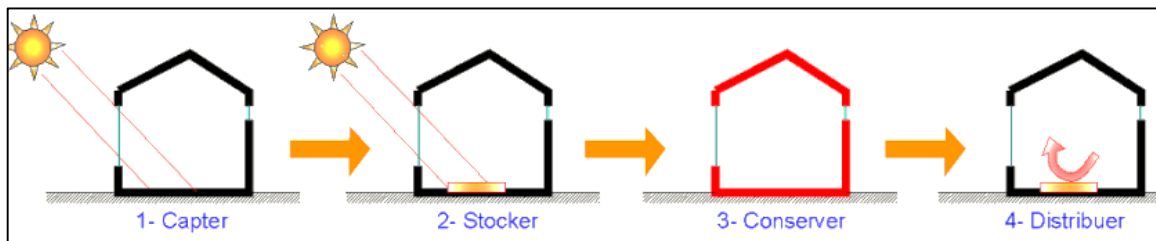


Figure 34 Concepts de la stratégie du chaud, source, DE HERDE André 2005

##### 1.10.6.2 Stratégie du froid :

La stratégie du froid s'appuie sur trois voies possibles, la réduction des gains de chaleurs, le déphasage thermique et la dissipation de la chaleur via un système de ventilation efficace (Mesli Houda ;2017) . Illustré dans la figure ci-dessous.

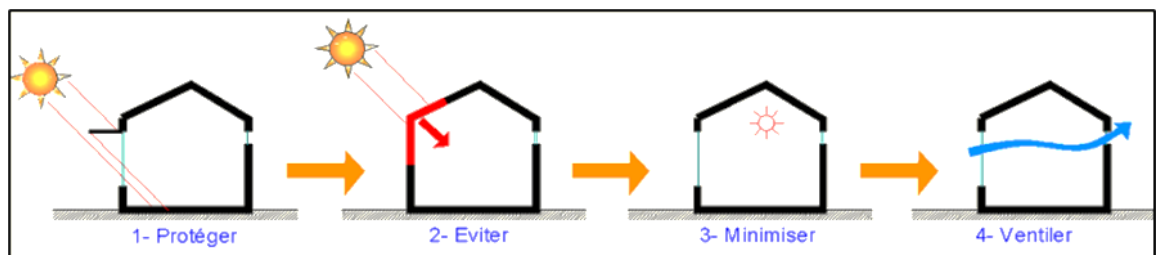


Figure 35 Concepts de la stratégie du froid, source, DE HERDE André 2005



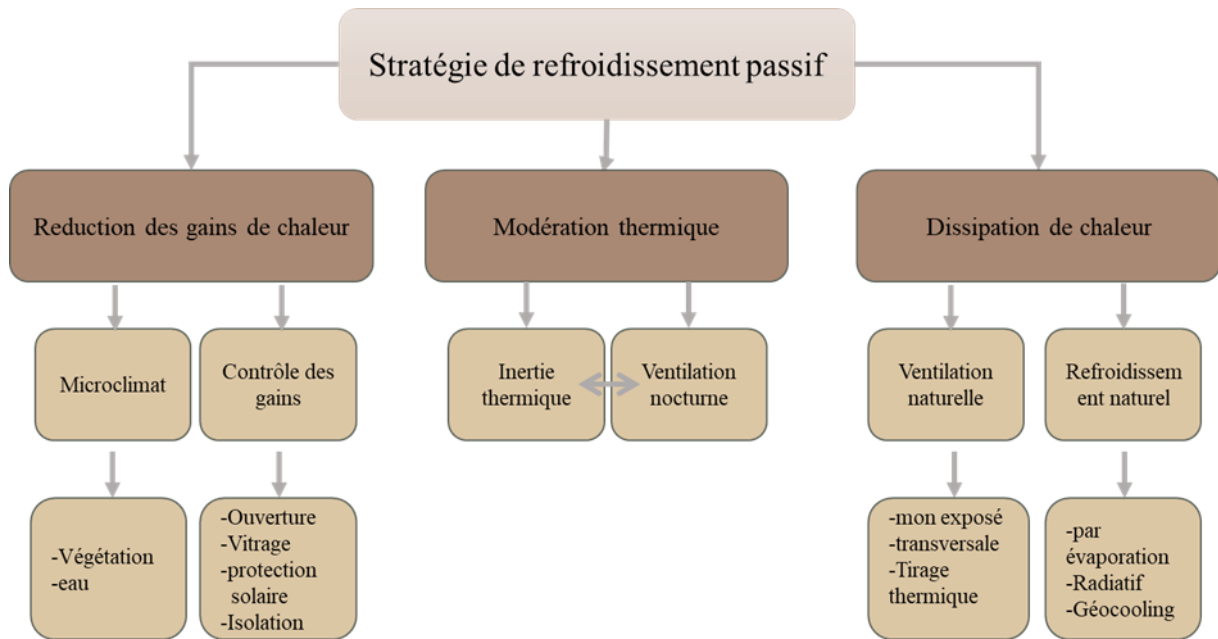



Figure 36 organigramme montre les stratégies de refroidissement passif source : auteur à partir Madi Kabore2015

Le tableau ci-dessous présente quelques techniques d'application des stratégies de rafraîchissement.

Tableau 11 Ce tableau résume les différentes stratégies de refroidissement appliquées dans le cas d'exemple Masdar city à Abu-Dhabi

Stratégie du refroidissement	Exemple	Illustration
<p><b>Par évaporation</b></p> <p>Méthode basée sur l'évaporation de l'eau selon le principe suivant : L'air chaud et sec qui passe à travers un échangeur humide se refroidit naturellement. L'énergie nécessaire à l'évaporation de l'eau est extraite de l'air qui en conséquence se refroidit.</p>	<p><b>Tour à refroidissement</b></p> <p>Ce système gagne en efficacité avec l'augmentation de la température extérieure au-delà de 30°C, l'air peut se refroidir de plus de 10°.</p>	 <p>Figure 37 Tour à vent Masdar City source <a href="https://www.tripadvisor.fr/">https://www.tripadvisor.fr/</a></p>

<p><b>Par radiation</b></p> <p>Méthode basée sur la perte de chaleur par émission de rayon de longue onde d'un corps vers un autre corps d'une température inférieure, dans le bâtiment, c'est l'enveloppe qui rayonne vers le ciel et se refroidit.</p>	<p><b>Peinture sableuse</b></p> <p>La couleur claire a un taux de réflexion élevé en réfléchissant le rayonnement solaire pendant le jour, la température du toit se refroidit par rayonnement pendant la nuit</p>	 <p>Figure 38 façade de bloc masdar city source <a href="https://www.gettyimages.fr/">https://www.gettyimages.fr/</a></p>
<p><b>Géocooling</b></p> <p>Consiste à l'utilisation directe de la température du sous-sol pour assurer le rafraîchissement d'un bâtiment, sans fonctionnement de la pompe à chaleur géothermique.</p>	<p><b>Puit canadien</b></p> <p>Le puit canadien permet de préchauffer (pré refroidir) l'air neuf d'un système de pulsion mécanique par l'intermédiaire d'un conduit d'amenée d'air enfoui dans le sol, en complément de la récupération de chaleur éventuelle.</p>	 <p>Figure 39 Les 4 principaux éléments d'un puits canadien/provençal source : guide pratique les puits canadien Centre Technique des Industries Aérialiques et Thermiques</p>

1.10.7 L'architecture vernaculaire locale de milieu aride

1.10.7.1 1-Définition des zones arides

Les climats chauds sont caractérisés par des températures moyennes annuelles comprises entre 20 et 35 °C et se répartissent en deux catégories principales en fonction de l'humidité, qui a un effet conséquent sur la proportion de radiations solaires directes ou diffuses

– sec, pour une humidité relative inférieure à 55% (climats tropical sec, désertique, chaud d'altitude).

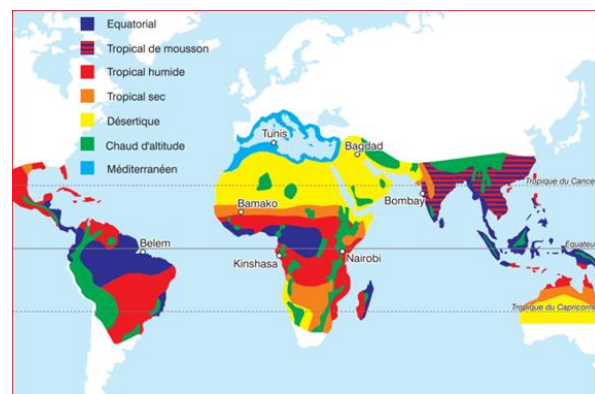


Figure 40 Carte du monde avec différents zones climatiques chaudes (construire avec le climat-groupe de recherche et de l'échanges technologiques – Gret)

– humide, pour une humidité relative supérieure à 55% (climats équatorial, tropical de mousson, tropical humide, méditerranéen).

Dans ces milieux, ce ne sont pas les températures moyennes journalières qui sont inconfortables, mais plutôt la fluctuation qui à la base de l'inconfort (Mokhtari et al : 2008).

### 1.10.7.2 Localisation des zones arides en Algérie

Plus de 85% de la surface totale de l'Algérie est caractérisée par un climat chaud et sec, subdivisé en trois zones climatiques d'été (E3, E4, E5) influencée par l'altitude.

La zone E3 Présaharienne et Tassili est caractérisé par un été chaud et très sec. ce tableau montre les variations saisonnières ainsi que leurs caractéristiques climatiques :

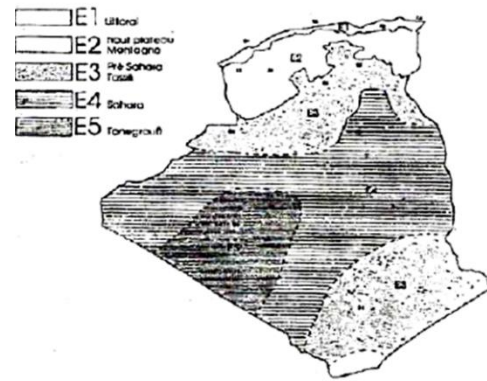


Figure 41 Extrait des caractéristiques de la zone D Source :(Mazouz. S. 2004)

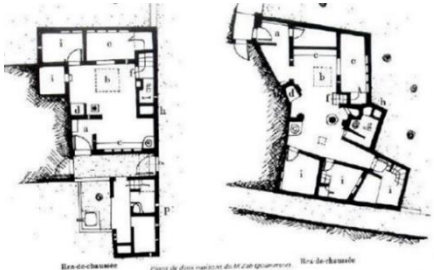
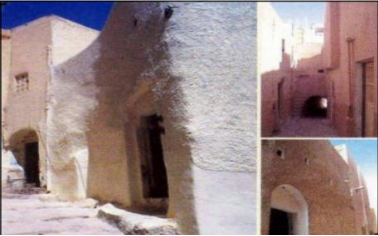
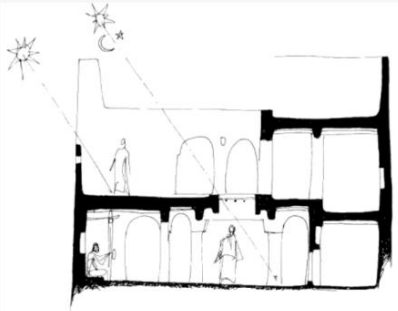
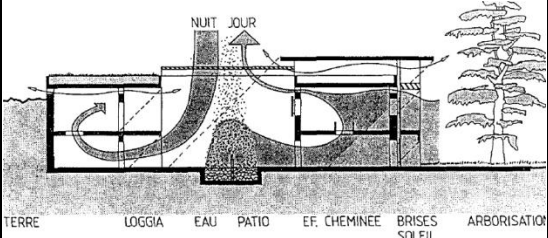
Tableau 12 des caractéristiques climatiques de la zone E3 source auteur a partir de (Mazouz. S. 2004)

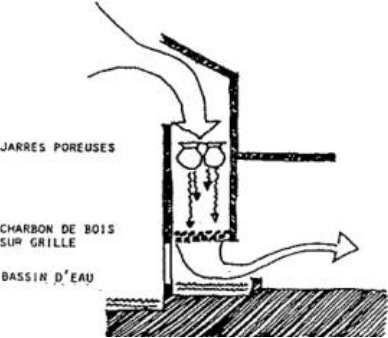
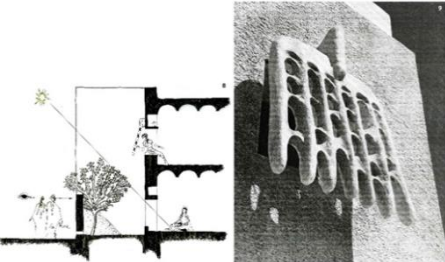
Zone E3: pré Sahara et Sahara	
Variations saisonnières	2saisons, chaude et froide
températures	T° moy max45° et entre 20-30° en hiver , variation saisonnière de 20° l'effet de la latitude hivers deviennent de plus en plus froids
précipitations	Pluies rares , torrentielles par moments
Humidité	Réduite moins de 20%après midi à plus de 40% la nuit
Conditions célestes et rayonnements	Ciel clair pour une grande partie de l'année , rayonnement solaire intense augmenté par les rayons réfléchis par sol
végétations	Extrêmement clairsemées
Vents	Généralement locaux, vents de sable et les tempêtes sont fréquents observé généralement pendant les après midi

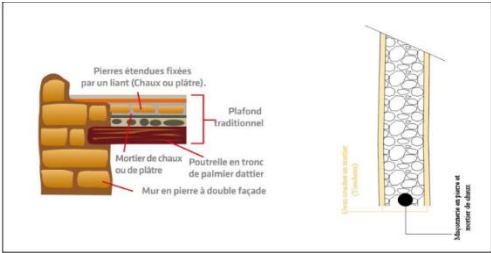
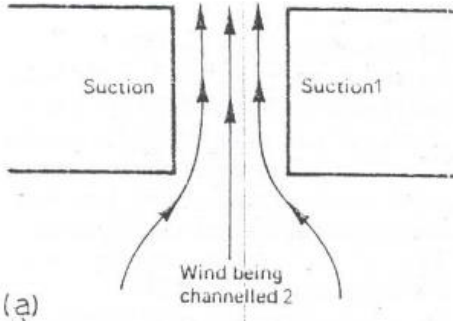
### 1.10.7.3 3-Les principes de conception de l'architecture vernaculaire dans les zones arides

L'architecture traditionnelle des régions arides utilise une combinaison de stratégies passives pour assurer le confort des occupants. Ces stratégies résultent d'une compréhension approfondie des conditions climatiques. Nous illustrons cela avec l'exemple de l'architecture traditionnelle de la vallée du Mزاب (Gueliane : 2015).

Tableau 13 principes de conception de l'architecture vernaculaire dans les zones arides. Auteur Gueliane : 2015

Stratégie	Fonctionnement
<p><b>Orientation</b></p>  <p><i>Figure 42 plan de deux maison source livre Andre Ravereau</i></p>	<p>Orientation suivant l'axe Sud-est, Nord-Ouest car c'est envers le Sud-est que la mosquée est orientée "vers la qibla" même les habitations.</p>
<p><b>Forme et enveloppe</b></p>  <p><i>Figure 43 facade a veugle dans la vallé de Mzab</i></p>	<p>Principe de <b>densification</b> avec une seule façade d'entrée ce qui limite les fluctuations du confort intérieur dû aux phénomènes extérieurs" M. CHABI.</p> <p>la mitoyenneté "permet un minimum de perte de chaleur en hiver et un minimum de gain en été".</p>
<p><b>Ouvertures</b></p>  <p><i>Figure 44 coupe dessinée par André Ravereau, source ; m'Zab une leçon d'architecture</i></p>	<p>Une typologie introvertie : Faible présence des ouvertures sur les façades concentre en bas pour réduire les apports solaires afin de minimiser la surface de contact avec l'environnement et d'assurer un "intérieur frais et sombre" (P. Donnadiou, H. Et J-M. Didillon ; 1995).</p> <p>La lumière naturelle donc est introduite par les puits de lumière d'une manière indirecte sans exposition excessive des rayons solaires</p>
<p><b>Ventilation naturelle</b></p>  <p><i>Figure 45 chéma de fonctionnement climatique d'un patio,( Palmenca Supic,2005)</i></p>	<p>Durant la journée, une disposition face-à-face des ouvertures permettraient une pénétration faible d'air que celle de sortie.</p> <p>Durant la nuit : une circulation de l'air par un effet de tirage thermique à travers le Chebeq du patio et les petites ouvertures percées dans les murs (La</p>

	<p>position du "Chebeq" dans le point le plus haut permet l'évacuation rapide de l'air chaud)</p> <p>Le patio est une Cour bordée de portiques ou d'arcades ou juste des cellules et des espaces.</p>
<p><b>Humidification</b></p>  <p>Figure 46 bagdir avec humidificateur Source : ,( Palmenca Supic,2005)</p>	<p><u>Jarre d'eau</u> : disposition des jarres d'eau poreuses devant des entrées d'air pour que l'eau absorbe une partie de la chaleur de l'air et la rafraîchit. L'évaporation de l'eau abaisse la Température ambiante tout en augmentant l'humidité de l'air.</p>
<p><b>Inertie thermique des parois</b></p>	<p>Les murs absorbent un maximum de chaleur durant la journée et la restitue la nuit puis puise la température interne de la terre à 15 °C en toute saison, cela dépend des matériaux de construction utilisés et de l'épaisseur des murs.</p>
<p><b>Protection contre le soleil</b></p>  <p>Figure 47 Le regard plongeant, Logements à Sidi-Abbaz Manuelle Roche/ADAGP. Paris, 2013. André Ravéreau</p>	<p>On trouve souvent ces éléments :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Le Moucharabieh</li> <li>-L'épaisseur des murs extérieurs (effet d'inertie)</li> <li>- La Compacité</li> </ul>
<p><b>Teintures utilisées</b></p>	<p>De l'extérieur : Les couleurs blanches, pastelées et claires avec une réflectance maximale des rayons solaires et un taux d'absorption minimal, ce qui fait que la paroi se réchauffe moins.</p> <p>De l'intérieur : Utilisation de couleur blanche aide à mieux répartir la lumière, vu le faible nombre d'ouvertures percées.</p>

<p><b>Matériaux de construction</b></p> 	<p>Les matériaux utilisés sont issus de l'environnement assurant une intégration de la forme du bâti dans son environnement et sont caractérisés par une inertie thermique. On peut citer des matériaux comme : La terre crue, renforcée par le bois de palmier, La pierre, Le Timchent Le bois Le toub La choux</p>
<p><b>Protection contre l'ensablement</b></p> 	<p>A travers les ruelles étroites par la création d'effet venturi</p>

1.10.8 Synthèse:

Le confort thermique joue un rôle essentiel tant à l'intérieur des bâtiments qu'à l'extérieur, en particulier dans les milieux arides comme nous l'avons exploré dans le présent chapitre. La sensation du bien-être thermique est déterminée par différents facteurs tels que la température, l'humidité, la circulation de l'air et l'exposition au soleil. Ce chapitre constitue ainsi une étape essentielle dans la compréhension des liens étroits entre le confort thermique, l'architecture bioclimatique et vernaculaire, et la durabilité.

L'architecture bioclimatique et vernaculaire se complètent et se nourrissent mutuellement notamment dans les milieux arides. L'approche bioclimatique intègre les principes de durabilité et d'efficacité énergétique dans la conception des bâtiments, tandis que l'architecture vernaculaire capitalise sur les connaissances ancestrales pour créer des espaces adaptés à l'environnement local. En associant ces connaissances aux technologies durables d'aujourd'hui, on peut offrir des solutions architecturales qui préservent le confort thermique des habitants, tout en respectant l'écosystème fragile des milieux arides.

Dans les milieux arides, la construction est fortement influencée par les fluctuations climatiques. Afin d'assurer un confort optimal tout en réduisant la consommation

énergétique, l'architecture bioclimatique devient essentielle. Cette approche doit prendre en considération les principes suivants:

Par rapport à l'environnement :

1. Densifier l'ombre, la végétation, et les surface d'eau pour créer un microclimat favorable pour le confort d'été à l'extérieur « agissant comme îlot de fraîcheur » comme à l'intérieur du bâtiment.
2. Exploitation de la ventilation naturelle pour favoriser une circulation d'air optimale et le rafraîchissement naturel des espaces, en faisant passer l'air à travers des surfaces humides, telles que des fontaines ou des bassins d'eau, et donc on peut bénéficier de l'effet de refroidissement par évaporation
3. Prévention des surchauffes estivales en protégeant les bâtiments avec une végétation adaptée au climat aride qui offre de l'ombre et facilite la régulation thermique. Ces plantes peuvent être placées stratégiquement autour des bâtiments pour fournir une protection solaire efficace.
4. Valorisation de l'énergie solaire en tant que source d'énergie renouvelable pour répondre aux besoins énergétiques des bâtiments.

Par rapport à la forme :

1. Favoriser les formes compactes pour réduire les déperditions thermiques.
2. Favoriser des prospects important pour contrôler au mieux le rayonnement solaire.
3. Utilisation du patio comme élément organisateur de l'espace et régulateur thermique.

Par rapport à l'enveloppe :

1. Utilisation de matériaux massifs pour augmenter l'inertie thermique et réguler les fluctuations de température.
2. L'élimination des ponts thermiques par une enveloppe du bâtiment plus étanche et mieux isolée, ce qui permet de réduire les pertes de chaleur en hiver et les gains de chaleur indésirables en été
3. Utilisation des vitrages isolants, tels que le double vitrage. Ces vitrages peuvent être complétés par l'ajout de brise soleil de volets, de casquettes, etc, permettant ainsi de contrôler l'apport de lumière naturelle tout en préservant l'isolation thermique. Cette combinaison intelligente permet d'optimiser l'éclairage naturel des espaces intérieurs tout en réduisant les pertes de chaleur ou les gains de chaleur excessifs.
4. Intégration de dispositifs architecturaux de protection solaire, comme les toitures opaques, les casquettes et les moucharabiehs, pour réduire l'apport direct de chaleur solaire.

En intégrant ces principes dans la conception architecturale, nous avons la capacité de concevoir des bâtiments qui s'adaptent aux conditions climatiques arides tout en étant respectueux de l'environnement. Cette approche répond à la fois aux conditions du confort des occupants et ceux de la durabilité.

La prochaine partie du présent chapitre portera sur l'identification des exigences fonctionnelles et programmatiques de notre projet à travers la revue de quelques exemples conçus et réalisés dans un étage climatique similaire au notre.



## 1.11 Partie 3 : recherche thématique

### 1.11.1 Introduction :

Le projet est axé sur trois thèmes majeurs, à savoir la culture, le divertissement et la nature. L'objectif est de créer un environnement naturel propice à la culture et au divertissement

### 1.11.2 Les parcs et les jardins :

#### 1.11.2.1 Définition du parc :

Terrain clos, en partie boisé, ménagé pour la promenade, l'agrément. (La rousse)

#### 1.11.2.2 Type de parcs :

*Il existe divers types de parcs, tels que les parcs d'attractions, zoologiques, aquatiques, etc. Dans notre contexte, nous nous concentrons sur les parcs à thème.*

Le terme "parc" Selon Thébaud P. et Camus A. (2007), trouve son origine dans le latin "parricus" et est utilisé en français depuis le 12<sup>ème</sup> siècle pour désigner un vaste terrain clôturé où l'on garde des animaux pour la chasse. Au 13<sup>e</sup> siècle, il est également employé pour décrire un espace clos planté d'arbres fruitiers. Selon Merlin P. et Choay F. (2010), un parc est défini comme un espace boisé de taille considérable destiné à la promenade et aux loisirs. Les premiers parcs d'agrément ont été créés en Italie sous diverses formes de parcs-jardins:

1. Jardins de parades avec terrasses architecturées.
2. Jardins iconographiques ayant des sculptures, statues, arbres et arbustes.
3. Jardins scénographiques où nous pouvons trouver les effets de perspective, jeux ou miroirs d'eau, cascade et point de vue sur la campagne environnante (Atik, 2022) .

#### 1.11.2.3 Définition du parc à thème :

Un parc à thèmes est un parc divisé en zones thématiques où les attractions sont en lien avec le thème de chaque zone. Il existe deux définitions distinctes : la définition "américaine" qui englobe les parcs d'attraction thématiques tels que Disneyland Park ou le Parc Astérix, et la définition française qui inclut des installations de vulgarisation culturelle ou scientifique centrées sur un thème spécifique (Johan Boittiaux ;2022)



Figure 49 parc à thème scientifique de la villette  
source : villette.com



Figure 48 terra botanica parc à thème végétal  
source : <https://www.terraboranica.fr/>

### 1.11.3 Les jardins :

#### 1.11.3.1 Définition du jardin :

D'après Thébaud P., Camus A., (2007) ; Saffi S.,(2004) Le mot "jardin" a une origine germanique, dérivé du terme "gard" qui signifie enclos . Une autre définition du dictionnaire Larousse concerne les espaces aménagés pour la détente et le plaisir. Elle décrit un jardin comme un espace aménagé pour la promenade et le repos, avec une préoccupation esthétique, comprenant des pelouses, des parterres, des bosquets et des plans.

#### 1.11.3.2 Les types de jardins :

Les jardins ont évolué au fil du temps sous l'influence de facteurs tels que la géographie, le climat et l'activité humaine. Leur conception a également été façonnée par des considérations sociales, religieuses et artistiques. Différents types d'aménagement de jardins ont été développés au fil du temps (Atik, 2022) dont on peut citer :

- Les jardins réguliers : aussi appelés formels, se distinguent par leurs conceptions symétriques et équilibrées. On retrouve ces aménagements dans diverses architectures, tels que les jardins à la française, les jardins italiens, les jardins persans, les jardins médiévaux chrétiens et les jardins islamiques, selon Larcher J.L. et Gelgon T. (2012). La conception du jardin régulier fait généralement appel aux caractéristiques suivantes :
  1. Formes géométrique reconnaissables (carré, rectangle, triangle, cercle, etc.).
  2. Intersections des chemins généralement à angle droit
  3. Le terrain nivelé.
  4. Les haies et les bords garnis.
  5. Les arbres et les plantes pouvant être sélectionnés en tant qu'entités individuelles.

Exemple de jardin français



Figure 51 jardin châteaux Versailles source : [www.ceetiz.fr/Chateau/Versailles](http://www.ceetiz.fr/Chateau/Versailles)

Exemple de jardin islamique

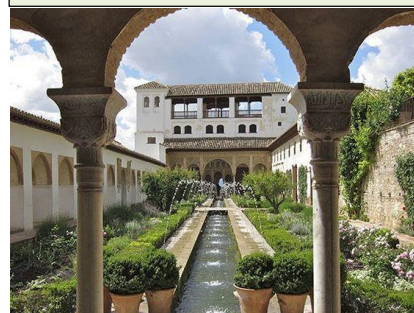


Figure 50 jardin l'Alhambra source : [www.alhambra.org](http://www.alhambra.org)

- Les jardins irréguliers (informels) : Ce type de jardin est reconnu par sa conception asymétrique ayant comme objectif de capturer un paysage naturel, et redécouvrir la nature. Les représentants de ce type de conception sont les jardins à l'anglaise, chinois, japonais, etc. Les jardins irréguliers suivent généralement les caractéristiques suivantes :

- Conceptions adaptées au terrain.
- Conception asymétrique non guidée par des principes géométriques.
- Les haies et les bords laissés dans un état naturel (Atik 2022).

Exemple de jardin chinois



Figure 53 jardin Zhuo Zheng Yuan source : <https://www.travelchinaguide.com>

Exemple de jardin anglais



Figure 52 wisley garden source: <https://www.rhs.org.uk>

#### 1.11.4 Les différents apports de l'espace vert et jardins publics

##### 1.11.4.1 Apport Ecologique Et Climatique :

- *La fixation des poussières par la végétation* : la présence de végétation dans un environnement peut aider à réduire la quantité de poussière en fixant les particules et en limitant leur propagation (Atik ;2022).
- *L'épuration chimique* : Les plantes absorbent du dioxyde de carbone et le convertissent en sucres pour leur croissance puis elle restitue le carbone dans le sol et l'atmosphère. Ce processus est appelé séquestration du carbone, et un arbre peut séquestrer entre 4,5 et 11 kg de carbone par an selon une étude réalisée par Akbari en 2002( boudjellal2009).
- *Régulation thermique* : L'interception des rayons solaire directs par effets d'écran à une incidence sur le rayonnement qui peut être absorbé au niveau du sol ou sur une façade grasse a l'ombre causée par la végétation.
- Selon les recherches de Coutts et al. (2015), il est évident que les arbres jouent un rôle crucial dans la réduction de la température ressentie. Leur présence, en particulier grâce à l'ombrage permet de diminuer le stress thermique de plus de 6° C (Sauderou et al : 2015),

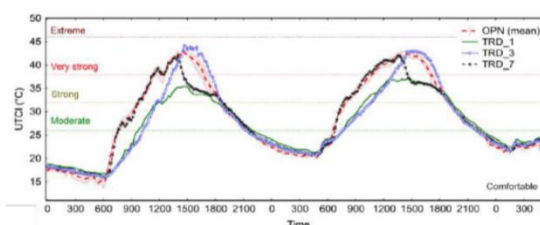


Figure 54 Dynamique journalière d'un index de confort thermique (UTCI) calculé dans deux situations différentes : rue avec très peu de végétation (OPN) et rue avec des arbres d'alignement adultes (TRD). Comparaison entre la moyenne du site OPN (4 capteurs) et 3 capteurs sur le site TRD (Coutts et al., 2015).

#### 1.11.4.2 Biodiversité et équilibres écologiques :

L'aménagement réfléchi d'espaces verts offre une opportunité de concilier la vie urbaine avec la préservation de la biodiversité cette dernière est fortement influencée par la taille, la densité et la qualité des espaces verts en milieu urbain. Il est désormais reconnu que pour maintenir la plupart des espèces d'oiseaux en milieu urbain, il faut prévoir entre 10 et 35 hectares d'espaces verts continus ou une multiplication de petites parcelles (idverde.fr). Dans ce contexte la France a établi en 2018 une loi pour la reconquête et la réduction à zéro de la perte nette de la biodiversité (ecologie.gouv.fr).

#### 1.11.4.3 Apport architectural et urbanistique

- *L'impact du végétal sur les ambiances phoniques :*

Dans un article portant sur l'impact du végétal sur la perception sonore dans les espaces publics, Plusieurs études citées de (Marquis-Favre, Premat et Aubrée (2005) ; Yasmashita et al ; (Milano, 1984 ; Pereira, 2003) ont

montré que la présence de végétation en milieu urbain a un impact positif sur la réduction de la gêne sonore perçue. Des scènes contenant de la végétation ou de l'eau abondante sont souvent plus appréciées par les individus et jugées comme plus plaisantes que celles sans Végétation. (boudjellal.L ;2009)

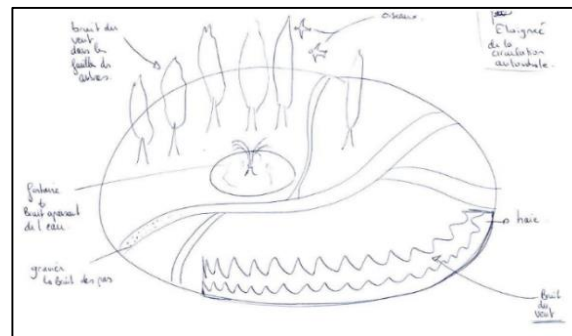


Figure 55 Exemple de carte mentale de l'ambiance sonore idéale d'une place (enquête 21 CRM) source : la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne]

- *L'esthétique :*

En milieu urbain, la végétation modifie significativement les ambiances physiques par son action sur la lumière, la chaleur, le vent, et l'humidité. Elle transforme également l'esthétique du paysage urbain en introduisant des variations de texture, de forme et de couleur. <sup>20</sup>

#### 1.11.4.4 Apport psychologique :

D'après de nombreux auteurs, la présence d'arbres procure un repos visuel et mental, apaise les tensions et favorise l'amélioration de la santé psychologique des individus (Westphal, L.M., 2003).Le tableau suivant montre un ensemble d'études menées par plusieurs chercheurs sur l'apport psychologique des espaces verts :

Tableau 14 études sur l'apport psychologique des espaces verts source : auteur

Auteurs	Résultat
Hipp J.A., Ogunseitan O.A. (2011)	L'environnement naturel est considéré réparateur de l'état psychologique en contribuant à réduire le stress
van den Berg A.E. et al., 2003 ; Karmanov D. et Hamel R., 2008)	L'environnement naturel améliore l'humeur et la concentration
Tyrväinen L. et al. (2007),	les sentiments positifs (concentration, empressement, vigueur) chez les citoyens sont plus importants lorsqu'ils fréquentent les espaces verts plus de cinq heures par mois.
(Chang C.Y. et al., 2008).	L'environnement naturel réduire le rythme cardiaque
Abraham A. et al. (2010)	restauration de l'attention, récupération du stress, évocation d'émotions positives, activités physiques de plein air dans et hors des villes, intégration sociale, expérience collective de la nature

#### 1.11.4.5 Apport sociologique :

Selon les études d'Armstrong D. (2000) et Leyden K.M. (2003), les parcs urbains et les espaces verts vont au-delà d'être simplement des lieux de détente et de loisirs prisés par les citoyens. En plus de cela, ils ont le potentiel de renforcer l'intégration sociale en facilitant les contacts sociaux, les échanges, le travail collectif, la construction de communautés, l'autonomisation, les réseaux sociaux et la confiance mutuelle. Cependant, pour atteindre ces objectifs, il est essentiel que ces espaces offrent un niveau de sécurité adéquat, une attractivité visuelle, une facilité de circulation piétonne et une abondance de végétation (Atik : 2022).

#### 1.11.4.6 Apport économique :

- *Valorisation du foncier* : selon (Crompton, 2001) La présence d'un espace vert à proximité entraîne une augmentation de la valeur immobilière. La possibilité d'admirer un paysage agréable ou une étendue d'eau ajoute une valeur significative au bien immobilier.

- *L'attractivité touristique du territoire* : Les parcs et les aménagements paysagers ont une grande attractivité touristique en raison de leur impact sur l'image et la beauté des villes. Ils jouent un rôle crucial dans le développement social et économique du territoire, et un parc prestigieux peut devenir une destination touristique à part entière. Le parc Güell, conçu par l'architecte catalan Antoni Gaudí en Espagne, en est un excellent exemple.



*Figure 56 Park guell source archdaily*

1.11.5 Analyse d'exemples

Tableau 15 Synthèse comparative d'impact des parcs sur le milieu urbain :

<p><b>El fay Park :Abu-Dhabi</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ilot de fraîcheur: dans une mégapole en cours d'urbanisation dense d'El fay Park constitue un ilot de fraîcheur</li> <li>• Le micro climat: matérialisé par :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- canalisation de la brise la plus fraîche du sud par une entrée en pente</li> <li>- Environnement forestier qui maximise le refroidissement naturel et offre l'ombre en circulant</li> <li>- Les jets d'eau: humidificateur de l'air ambiant</li> <li>- Des structures en forme de parapluie renversé pour offrir de l'ombre</li> </ul> </li> <li>• Irrigation économe : utilisation du Zeoplant qui minimise 50% le taux d'irrigation et 50% la dépense énergétique</li> <li>• type de végétation : 2000 arbres et arbustes indigènes résistante à la sécheresse « Ghaf »Favorisent la biodiversité, améliorent la fertilité du sol et constituent une barrière contre les vents de sable</li> </ul>	    <p>Figure 59 : les jets d'eau</p> <p>Figure 60 Vue sur le jardin</p> <p>Figure 57 la forêt du parc</p> <p>Figure 58 effet de l'arbre du ghaff sur la biodiversité locale</p>
<p><b>Masdar city Park :Abu-Dhabi</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ilot de fraîcheur : le parc étant une zone de rafraichissement</li> <li>• Le micro climat:</li> <li>• La ventilation : capter les vents dominants des directions nord-ouest, puis disperser les vents de refroidissement tout au long du parc</li> <li>• Ombrage: Offrant 90 % d'ombrage sur les terrains de jeux et 80 % sur les voies principales. Par des auvents d'ombrage polyvalent de panneaux photovoltaïques qui collectent l'énergie solaire pour éclairer le parc.</li> <li>• Irrigation économe : La <i>Fog Harvesting Tower</i> est dotée d'une technologie de pointe qui capture l'eau à travers un collecteur de brouillard qui est ensuite réutilisée pour l'irrigation « 40% eau recyclé » plus un système de détection de fuite</li> <li>• type de végétation ; l'inclusion de 70 % de plantes indigènes et adaptatives à la sécheresse et tolérantes au sel</li> </ul>	     <p>Figure 65 ombrage des parcours</p> <p>Figure 66 ombrages des places</p> <p>Figure 63 tour de captage du brouillard</p> <p>Figure 62 ombrage des aires de jeux</p> <p>Figure 64 stratégie paysagère tolérante au sel</p>
<p><b>Parc landon :biskra-algerie</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ilot de fraîcheur : dans un environnement de haute densité le parc Landon constitue un ilot de fraîcheur</li> <li>• Le micro climat: matérialisé par :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les point d'eau : le lac « mare aux canards » comme rafraichisseur et humidificateur de l'air</li> <li>- L'organisation de peuplement végétal des jardins dominés par la strate arborescente, engendre un microclimat plus sa disposition sur les allées offrant de l'ombre a la circulation</li> </ul> </li> <li>• Irrigation: système conventionnel de seguias qui joue un double rôle ; irrigation et humidificateur de l'air</li> <li>• type de végétation : 52 espèces dont la majorité est caractérisés par sa résistance à la sécheresse est donc s'adaptent au climat aride de Biskra et contribue à la biodiversité (espèce arthropode et aviennes)</li> </ul>	     <p>Figure 70 ombrage des parcours par l'alignement d'arbre</p> <p>Figure 71 typologie végétale du jardin</p> <p>Figure 67 l'étendu de l'ilot de fraîcheur sur le milieu urbain selon l'étude Shashua bar et hoffman</p> <p>Figure 69 lac des canards comme élément de rafraichissement</p> <p>Figure 68 système d'irrigation par sagia</p>

### 1.11.6 Synthèse :

Dans cette partie du chapitre, nous avons pu constater l'importance des parcs en tant qu'espaces verts en milieu urbain et les nombreux avantages significatifs et bénéfiques qu'ils offrent tant sur le plan écologique que social. Sur le plan écologique et environnemental, Les parcs urbains jouent un rôle essentiel dans la préservation de notre environnement en agissant comme des oasis de verdure et îlots de fraîcheur en absorbant la chaleur et donc en atténuant les effets des îlots de chaleur urbains.au cœur des villes. Ils contribuent à la biodiversité en fournissant un habitat à de nombreuses espèces végétales et animales, et participent à la purification de l'air en absorbant les polluants et en produisant de l'oxygène. Alors que sur le plan social, les parcs offrent un espace de détente et de loisirs pour les habitants des zones urbaines. Ils favorisent les rencontres et la cohésion sociale, les activités physiques et les moments de relaxation, contribuant ainsi à améliorer la qualité de vie et le bien-être mental des individus. Les parcs sont également des lieux propices à l'éducation environnementale, sensibilisant les gens à la nature et à la protection de l'environnement.

### 1.11.7 La culture :

Etymologiquement, la culture vient du latin *cultura*, culture, agriculture, dérivé du verbe colere, habiter, cultiver (Association Human-Hist,2023). Selon le Larousse, la culture est l'ensemble des manifestations artistiques religieuses et intellectuelles qui définissent un groupe ou une société par rapport à une autre Culture de masse. La culture traduite et diffusée à l'intérieur de l'ensemble du public par le moyen de communication de masse. La culture est un ensemble de connaissances acquises dans un ou plusieurs domaines. Selon Malek Bennabi (penseur algérien : 1949) : « La culture est l'expression de la société dans laquelle nous vivons elle est le résultat d'un acquis historique sur le plan de l'écriture de l'art, du dessin de la musique, etc.... ». Enfin, Selon l'Unesco, La culture est la production spirituelle (principes, idée et idéologie) et matérielle (science et art) d'une société dans un temps déterminé. De toutes ces acceptions, la culture se pose comme un marqueur spatio-temporel d'un groupe humain et dont l'expression pourrait être matérielle ou matérielle.

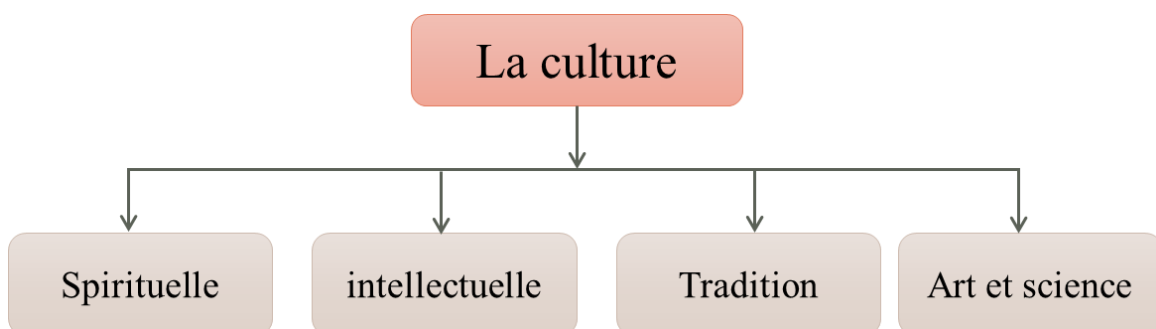


Figure 73 organigramme des aspects de la culture source auteur ,2023



La culture représente l'ensemble des connaissances, savoir-faire, traditions et coutumes propres à un groupe humain ou une civilisation. Elle se transmet socialement, de génération en génération, plutôt que par héritage génétique, et influe grandement sur le comportement individuel.

#### 1.11.7.1 Les grandes activités culturelles :

L'activité culturelle s'articule autour de six fonctions principales (Bettioui ; 2017): (i) La diffusion tendant à faire connaître au grand public des œuvres d'art ou de l'esprit dans des

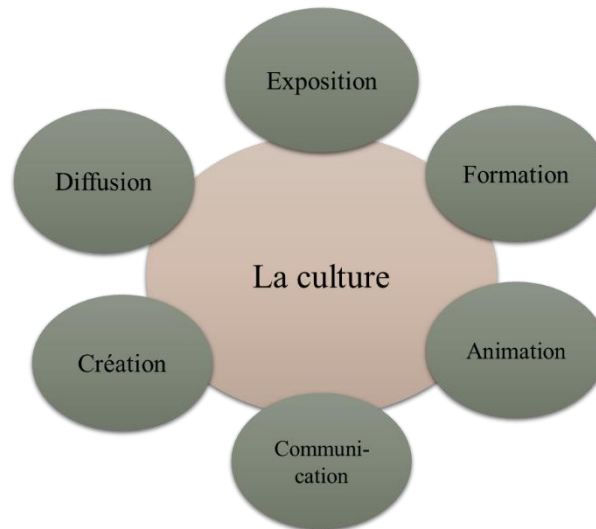


Figure 74 schéma résume les activités culturelles, source : auteur

espaces ou par des médias appropriés. (ii) L'exposition qui est l'action de placer sous le regard de public, des objets divers et des œuvres d'art, action de faire connaître ou d'expliquer à quelqu'un. (iii) La création qui est l'activité de conception et de production artistique. (iv) L'animation d'un groupe ou un lieu, activité tendant à créer ou à entretenir des relations entre des personnes au sein d'un groupe. (v) La formation dont l'objectif est d'éduquer, de façonner d'instruire quelqu'un intellectuellement ou moralement. (vi) La communication contribue à la production de la formation intellectuelle, renforce le contact et les échanges entre les différents groupes sociaux par des modes de communication qui représentent un outil très important pour rompre l'isolation. Voir figure ci-dessus.

#### 1.11.7.2 Définition d'un équipement culturel

Il s'agit d'une infrastructure à vocation non lucrative ou lucrative qui favorise les échanges culturels et la communication, génère et met à disposition des connaissances au service de la société. Il contribue à l'occupation du temps libre des adultes et assure une continuité éducative en dehors de l'école pour les enfants.

On peut classer les équipements culturels selon 3 critères :

1) Selon l'échelle d'appartenance, on distingue trois types : (i) Les équipements locaux qui sont destinés aux petites unités urbaines situées dans les villages, avec une portée d'action ne dépassant pas 0,5-1km. Étant donné la capacité limitée de ces unités, il est possible de les regrouper dans un seul bâtiment. Ce dernier peut accueillir un club scientifique local, une salle de réunion et de conférence, ainsi qu'une bibliothèque (Bettioui;2017); (ii) Equipements à fonction régionale ou nationale et qui sont destinés à servir la ville, les régions spécifiques ou même les pays entiers. Ils sont conçus en fonction de leur importance et de leur spécialisation. La plupart de ces équipements ont une vocation unique et sont situés soit en plein centre-ville, soit dans des lieux spécifiques tels que les centres de recherche, les centres culturels scientifiques, les centres de loisirs scientifiques, etc. (iii) Selon les activités, on trouve, (a) ceux qui concernent l'éducation et les activités littéraires tel que les auditoriums, centre de recherche, bibliothèque ; (b) ce qui est lié au divertissement et au spectacle : théâtre, cinéma, musée ; (c) Ceux qui est touchent les activités socioculturelles.

Et selon la durée de fréquentation, on distingue : (a) Des équipements d'accueil en plein temps ; (b) Des équipements d'accueil quotidien ; (c) et des équipements d'accueil occasionnels.

#### 1.11.8 *Loisir :*

Étymologiquement, le mot est dérivé du verbe latin *licere* (« être permis »), renvoie, au début du xiii<sup>e</sup> siècle, aux notions positives de « liberté », et d'« oisiveté ». Puis, à partir du xviii<sup>e</sup> siècle, il évolue vers le sens de « divertissement ». Selon le dictionnaire Larousse, loisir renvoie au temps libre dont on dispose en dehors des occupations imposées, obligatoires, et qu'on peut utiliser à son gré.

Le loisir est l'activité que l'on effectue durant le temps libre dont on peut disposer ; ce temps libre s'oppose au temps prescrit, c'est-à-dire contraint par les occupations habituelles (emploi, activité domestique, éducation des enfants, etc).

Les loisirs portent sur la pratique d'une activité libre ou encadrées dont l'objectif porte sur le plaisir, divertissement, la distraction, activité pratiquée en dehors du temps de travail. On en distingue plusieurs types de loisir (activités plein air .fr), sportifs, culturel, socio-éducatifs, scientifique, Loisir traditionnels, moderne, etc.

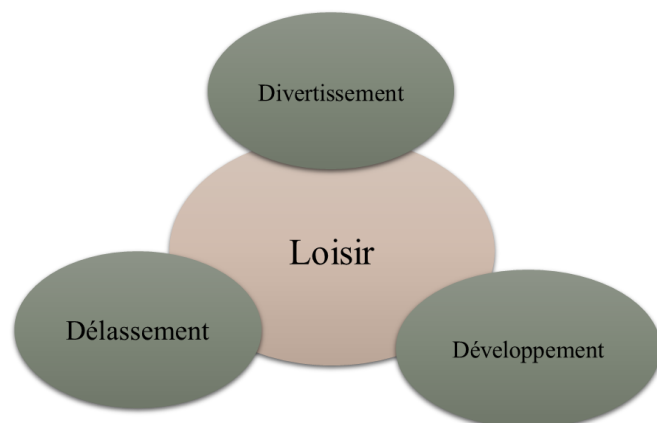


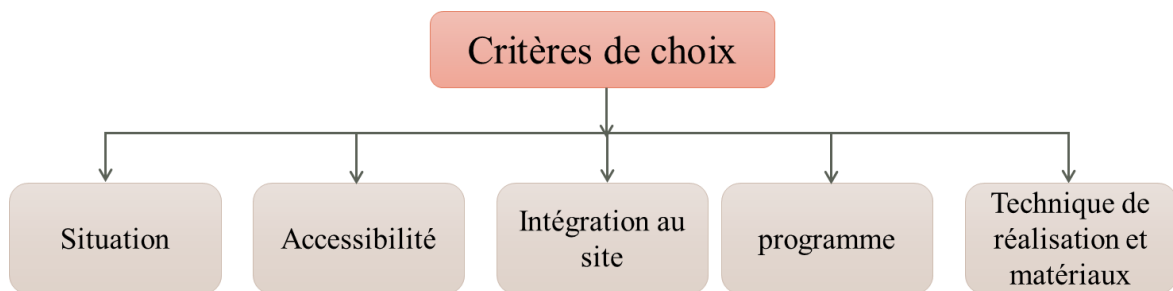
Figure 75 les fonctions majeures du loisir

Les loisirs s'articulent autour de trois fonctions majeures : (i) Le Délassement dont l'objectif serait de se libérer de la fatigue à travers le repos, silence, occupations sans objectif prédéfini. (ii) Le Divertissement vise le changement, l'évasion et aide à se libérer de l'ennui. (iii)

Développement qui aide à se libérer de l'automatisme, de la pensée et du conformisme de l'action quotidienne, du plaisir de la culture du corps et de l'esprit, du développement de la personnalité.


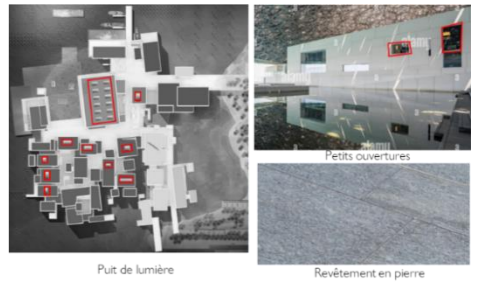

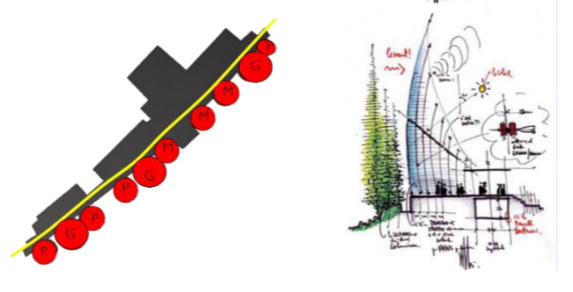
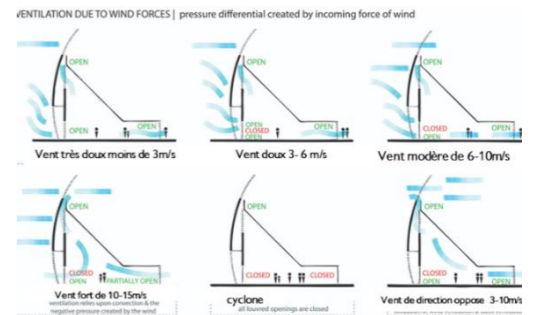

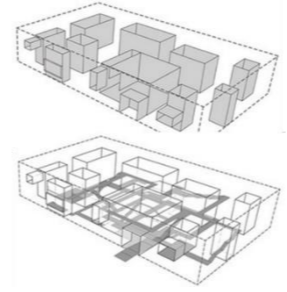


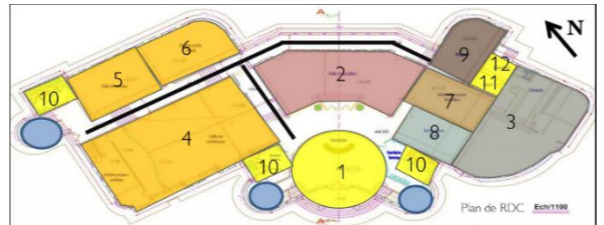

Le loisir culturel englobe un ensemble d'activités culturelles pratiquées de manière libre et plaisante, qui favorisent le développement, la formation, l'expression et la créativité individuelle et collective (Ministère de la Culture et des Communications du Québec, 2019).

*1.11.8.1 Analyse exemples : Critère de choix des exemples :*



*Figure 76 organigramme des critères de choix des exemples*

Nous avons sélectionné quatre exemples à analyser, chacun présentant des particularités à retenir, dans le but d'élaborer un programme en adéquation avec notre thématique : "parc de loisirs culturels", et de mettre en évidence les techniques passives utilisées par les architectes pour répondre aux conditions climatiques locales

Exemple	Environnement	Forme	Enveloppe
Musée de Louvre Abu Dhabi par Jean Nouvel	<p><b>Implantation et orientation :</b> le projet est orienté nord-est sud-ouest</p> <p><b>Compacité :</b> volume cube compacte de faible hauteur.</p> <p><b>Microclimat :</b> Le dôme perforé assure une protection solaire par l'ombrage.</p> <p>-un éclairage naturel sans chaleur ou flux d'air excessif.</p> <p>-Profiter des briser terre-mer.</p> 	<p><b>Organisation spatiale :</b> organisation hiérarchisée avec une esplanade à ciel ouvert permettant la circulation entre les différents bâtiments.</p> <p><b>Forme et volume :</b> groupement de petits bâtiments de forme carré avec une faible hauteur.</p> 	<p><b>Façade :</b> petites ouvertures avec l'utilisation des isolants de haute performance pour contrôle la température interne des galeries</p> <p><b>Matériaux :</b> la pierre pour esplanade car elle est caractérisée par L'inertie thermique, béton fibré ultra-performant (BFUP).</p> <p><b>Couleur :</b> blanc claire, réfléchissante avec une valeur de SRI élevé.</p> 
Centre culturel de Tjibaou , Nouvelle Calédonie	<p><b>Implantation et orientation :</b> au sommet de la colline avec une orientation nord-est/sud-ouest face au vent dominante permettre d'obtenir une ventilation maximale et pénétration d'éclairage naturelle.</p> <p><b>Compacité :</b> faible densité au niveau d'emprise du sol à travers une implantation linéaire des cases pour une construction légère et intégrant dans le paysage naturel.</p> <p><b>Microclimat :</b> le projet se situe au cœur du parc naturel, les arbre de pins, la mer et la topographie.</p> 	<p><b>Organisation spatiale :</b> une organisation linéaire suivant un axe structurant pour bénéficier de la ventilation passive avec implantation des cours à l'intérieur</p> <p><b>Forme et volume :</b> la forme ondulée diminue le contact brutal aux vents dominants et permet la circulation de l'air vers intérieur</p> 	<p><b>Façade :</b> Structure a doublé peau équipée d'un système de circulation d'air qui contrôle le flux d'air et circule librement entre deux couches de bois lamellé-collé.</p> <p>La ventilation : est assure par deux grands systèmes de ventilation : <b>La ventilation par cheminée et la ventilation due aux forces du vent.</b></p> <p><b>Matériaux :</b> le bois iroko et l'acier galvanisé.</p> <p><b>Couleur :</b> couleur de bois.</p> 
Centre culturel du comté de Shou , Chine	<p><b>Implantation et orientation :</b> implantation centrale et orientation nord –sud.</p> <p><b>Compacité :</b> volume parallélépipédique compacte limitant les surfaces déperditives.</p> <p><b>Microclimat :</b> Les bassins d'eau pour rôle de rafraîchissement.</p> <p>-La végétation : Les paysages naturels « végétation ».</p> <p>-Les forêts du bambou qui régule la chaleur.</p> 	<p><b>Organisation spatiale :</b> une typologie introvertie en double organisations : organisation linéaire entre les différentes entités et dans tous les sens et organisation centralisé de chaque entité autour d'une cour.</p> <p><b>Forme et volume :</b> forme rectangulaire et volume parallélépipédique à plusieurs soustractions constituant les cours du projet.</p> 	<p><b>Façade :</b> avec très peu d'ouverture à l'extérieur « typologie introvertie ».</p> <p><b>Matériaux :</b> béton-verre-bois « matériau local ».</p> <p><b>Couleur :</b> blanche « qui s'adapte mieux au vague de chaleur.</p> 
Centre de loisir scientifique Ghardaïa	<p><b>Implantation et orientation :</b> projet est orienté nord-sud légèrement incliné ver nord-ouest – sud est.</p> <p><b>Compacité :</b> un seul bloc.</p> <p>Microclimat : géré par la projection d'un jardin.</p> 	<p><b>Organisation spatiale :</b> hiérarchie dans la disposition des espaces.</p> <p><b>Forme et volume :</b> forme monobloc résulte d'emboîtement des formes présente un volume écrasé.</p> 	<p><b>Façade :</b> Le plein est ponctué avec des petits fenêtres et des éléments architectoniques tels que les arcades.</p> <p><b>Matériaux :</b> béton.</p> <p><b>Couleur</b> claire de la terre (beige et le marron).</p> 

### **1.12 Conclusion du chapitre :**

Dans le présent chapitre, nous avons passé en revue la littérature scientifique pour étayer nos hypothèses et être en mesure de répondre à notre problématique à travers la conception de notre projet architectural. Pour ce faire, nous nous sommes appuyées sur trois parties ; (i) une première partie dédiée à explorer comment profiter de l'environnement pour optimiser et orienter le microclimat pour booster le confort dans les espaces extérieurs et réduire la consommation d'énergie dans le bâtiment ; (ii) une deuxième partie orientée vers la conception bioclimatique et qui vise l'identification des stratégies nous permettant de réduire la consommation d'énergie à travers le recours à des stratégies passives tout en gardant un niveau acceptable de confort hygrothermique. Dans cette même partie, nous avons revu aussi l'architecture vernaculaire dont les principes se posent toujours comme appui en vogue pour améliorer le confort à l'extérieur comme à l'intérieur des projets ; (iii) enfin de ce chapitre, une recherche thématique suivie par une analyse de quelques exemples nous a permis d'identifier les jalons de la conception architecturale de notre projet ainsi que les orientations de l'aménagement extérieur sous forme de jardins ou de parcs. Aussi, et à travers l'analyse des exemples nous avons élaboré le programme surfacique que pourrait contenir notre projet architectural et dont l'objectif serait de déployer la culture local via l'architecture même du projet ainsi que par les fonctions et les activités que le projet propose.

Une fois, tous les éléments nécessaires à la conception de notre projet architectural fixés, le troisième chapitre portera sur la présentation de notre processus de conception d'un projet architectural d'un centre de loisir culturel dans la ville de Laghouat, ville riche de par patrimoine culturel matériel et immatériel.



## **Chapitre III : projet**



### 1.13 Analyse urbaine de la ville de Laghouat

#### 1.13.1 Méthodologie de travail

Le présent chapitre comprend l'aboutissement de notre travail. Il s'appuie sur les revues de littérature scientifique, les analyses, urbaine, climatique, du site ainsi que sur le questionnaire. La synthèse de cette approche nous a permis d'élaborer la conception de notre projet architectural qui sera aussi présentée dans ce même chapitre. En vue de la validation des stratégies adoptées afin de répondre aux hypothèses émises au chapitre 1, qui sera présenté en fin du présent chapitre, la conception sera appuyée de simulations conduites sous logiciels Envi-met et DesignBuilder. La figure ci-dessous résume la démarche suivie.

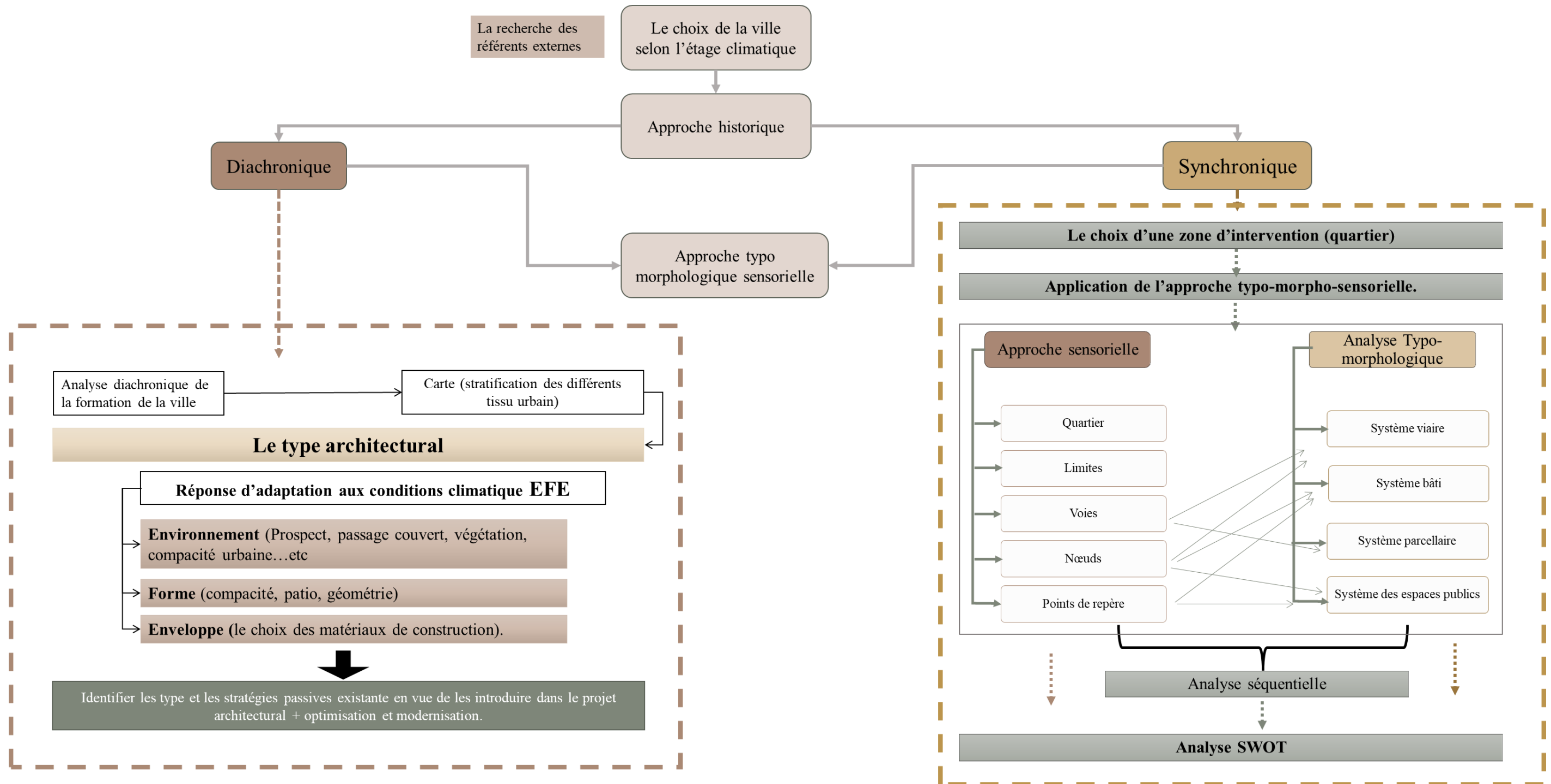


Figure 77 schéma explicatif d'objectif de l'analyse diachronique et

### 1.13.2 Présentation de la ville de Laghouat

La wilaya de Laghouat est une région algérienne dont la ville éponyme en est le chef-lieu. Elle se situe à la jonction entre des régions montagneuses et les plaines, joue un rôle de liaison et de zone tampon entre le nord et le sud du pays, faisant office de porte d'entrée vers le Sahara. Il convient également de souligner qu'elle abrite le plus important gisement de gaz naturel d'Afrique, situé à Hassi R'mel.

#### 1.13.2.1 Origine de mot « Laghouat »

Etymologie :

**Dictionnaire arabe :** Le mot de « Laghouat » viendrait du mot **ghaout** mot arabe qui signifie « espace où se trouvent l'eau et les arbres » ou « maison entourées de jardins » d'où le pluriel « el-aghout ». Ibn **Khaldoun**, dans son « histoire des dynasties berbères et arabes » **donne, quant à lui une** origine berbère au mot « Laghouat » qui signifie « montagnes en dents de scie ». Une autre interprétation, qui est celle Dr Hichem Hannachi (2011) lui trouve une origine espagnole confortée par la présence de puits d'eau souterrains qui abondent dans le bas de la ville, le mot Aguadas, qui signifie un lieu riche en nappe phréatique, en rapport avec les puits d'eau, qui faisaient germer **prairies et jardins**

#### 1.13.2.2 Situation géographique

Laghouat est une ville algérienne située dans le nord du Sahara, au pied de l'Atlas saharien. Elle se trouve à 400 km au sud de la capitale Alger et à une altitude de 750 mètres. Elle s'étend sur une superficie de 25 052 km<sup>2</sup>.

#### 1.13.2.3 Situation Régionale

La wilaya de Laghouat a été créée lors du découpage administratif de 1974 et a subi une modification supplémentaire en 1984. Sur le plan administratif, elle est divisée en 10 Daïras et compte 24 communes.

**La commune de Laghouat est limitée**

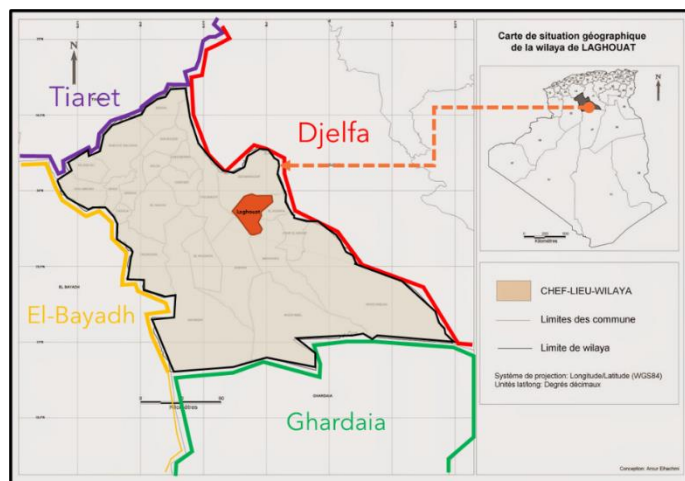


Figure 78 Carte de situation de la wilaya de Laghouat source:

- Au Nord-Ouest par la commune de Tadjmout.
- Au Sud-Ouest par la commune d'El Kheneg.



- Á l'est par la commune d'el Assafia.
- Au sud est par la commune de Ben Naceur- Ben Chohra.

**2. Accessibilité routière et aérienne**

- La route nationale N° 01
- La route nationale N° 23 ,47
- Il y a un aéroport à 14 KM au sud de la ville de Laghouat



**1.13.2.4 Potentiel de la ville de Laghouat**

Figure 79 Carte du réseau routier de la wilaya de Laghouat traité par l'auteur source : [cartereseauroutierLAGHOUAT.html](http://cartereseauroutierLAGHOUAT.html)

**Héritage patrimonial important**



**L'agriculture et la biodiversité**



**Traditions**



**Artisanal**



**Gastronomie**



**Ressources naturelle**



Figure 80 : la carte montre les sites historiques de la wilaya de Laghouat ; source auteur

**1.13.2.5 Aperçu historique de la ville de Laghouat :**

La présence d'agglomérations dans la région de Laghouat remonte à des périodes préhistoriques, comme en témoignent les découvertes archéologiques d'art rupestre comprenant des gravures et des peintures.

## L'arrivée de l'islam

Selon Ibn Khaldoun, la ville de Laghouat trouve ses origines dans l'arrivée des Arabes hilaliens vers 1045. À cette époque, il existait des ksour satellites entourés de palmeraies.

Par la suite, la région voit l'établissement de deux grandes tribus qui auront chacune leur propre ksar : à l'ouest se trouvent les Oulad Serghine, et à l'est les Oulad Ahlaf. Ces ksour sont regroupés sous un seul ksar appelé Ben Bouta grâce à l'action de Si El Hadj Aïssa, arrivé depuis Tlemcen en 1698 ; reconnu comme le fondateur de la ville.

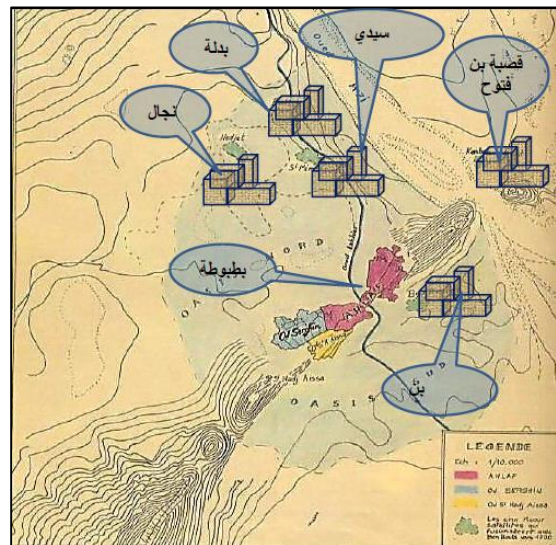


Figure 81 Laghouat ou El Arouat au 17e siècle d'après Georges Hirtz. L'Algérie nomade et ksourienne Source : ppsmvss 2015

## Période coloniale

Laghouat était considérée par les colonisateurs comme le point de départ pour l'occupation du sud de l'Algérie. Comme l'a déclaré le général DU BARAIL à l'époque : "Nous avons déblayé tant bien que mal les ruines de la ville primitive après les combats qui nous ont amenés à prendre possession de ce point stratégique, qui devait servir de base pour aller plus loin vers le Sud".

Laghouat a été officiellement conquise par les Français le 4 décembre 1852<sup>2</sup>, passant en deux phases :

1<sup>ère</sup> phase « militaire » de 1852 à 1924 où le génie militaire, l'église, et l'architecture militaire sont mis en valeur.

2<sup>ème</sup> phase « civile » de 1924 jusqu'à l'Indépendance 1962

## Période post indépendance

Entre 1962 et 1975, après l'indépendance, la ville de Laghouat a connu une augmentation démographique considérable, ce qui a entraîné son développement au niveau des oasis nord et sud (jusqu'à la RN1 vers le nord). En 1975, suite à la promotion de la ville en tant que chef-lieu de wilaya. Cela s'est traduit par un développement urbain significatif, avec le

<sup>2</sup> UN ETE DANS LE SAHARA – EUGENE FROMENTIN / VISITE A LAGHOUAT – CAPITAINE DURAND DELACRE

lancement de grands programmes de construction, y compris les Zones d'Habitat Urbain Nouveau (ZHUN).

L'année 1990 marque le début de l'ouverture économique du pays et de l'encouragement de l'initiative privée dans le domaine de l'urbanisme, cela a engendré la mise en place des

instruments d'urbanisme (PDAU). En conséquence, la ville a connu les développements suivants :

Une croissance démographique importante due à l'exode massif de la population rurale vers la ville en raison de la dégradation des conditions de sécurité à la campagne.

En 1994, des opérations de restructuration urbaine ont été entreprises dans la palmeraie pour des raisons de sécurité, Ces opérations ont permis une valorisation du fonc

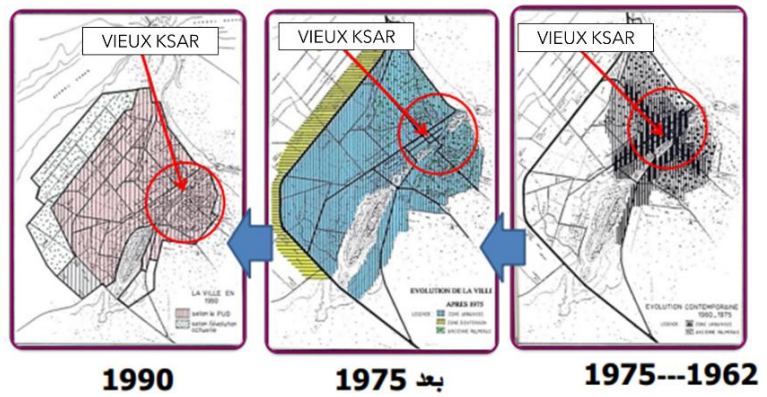


Figure 82 évolution urbaine de la ville de Laghouat entre 1990-1962 ; source PPSMVSS 2015

### 1.14 Analyse diachronique de la ville de Laghouat : sa Formation et Transformation

#### Période préislamique

##### Période romaine :

- A l'époque romaine, la région de Laghouat faisait partie du pays des Gétules se trouvant dans la partie sud de l'Empire numide (Afrique du Nord).

- L'existence d'un barrage romain sur l'Oued Djedi, à l'est de Laghouat

##### Vestiges berbères : (Maghraouas)

- Des découvertes épigraphiques à Messaad
- Des tombes ont été trouvées au Kheneg à 50 km
- Des ruines de villages berbères dans les environs de la ville de Laghouat



Figure 85 "l'éléphante protégeant son éléphanton", El Ghicha ayant servi à un moment donné de slogan de l'UNICEF 1986 Source: ppsmvss ksar Laghouat

##### Synthèse :

Tout cela nous porte à croire qu'il existait une population organisée de villages dans la région de Laghouat avant l'arrivée des Arabes musulmans.

#### Période arabo-musulman

Cette période est organisée autour de trois phases caractérisées par la création des ksours

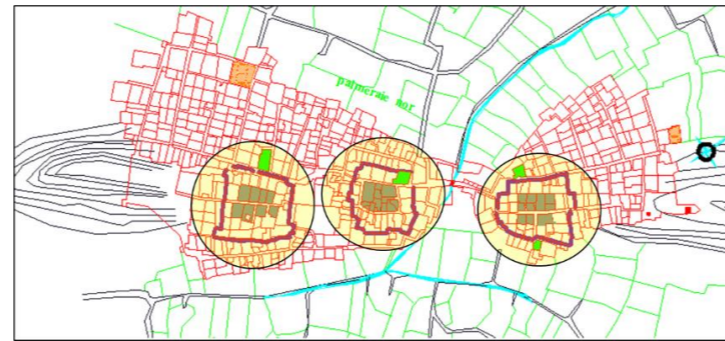


Figure 83 La première phases avant 1852 Source: ppsmvss ksar Laghouat



Figure 84 La deuxième phases avant 1852 Source: ppsmvss ksar Laghouat

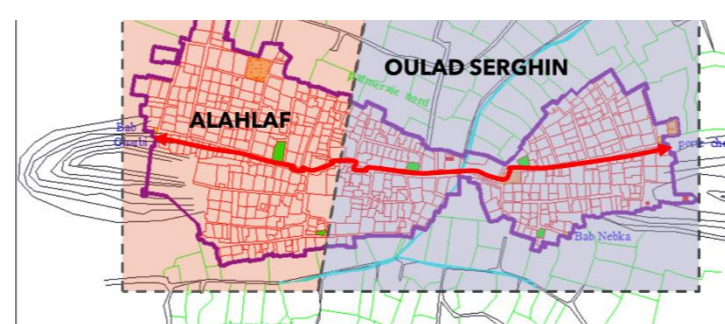


Figure 86 La troisième phases avant 1852 Source: ppsmvss, traite par l'auteur

##### Synthèse :

Cette formation a eu pour objectif d'un lieu de vie, de refuge, et un lieu d'échanges sociaux entre les habitants et aussi comme un point de passage et repos et qui a été le résultat de plusieurs facteurs :

##### ➤ Facteurs naturels :

- Sa position géographique "une porte de Sahara".
- La présence des palmeraies et les cours d'eau venant de l'oued M'zi

➤ **Facteurs sécuritaires :** Sa topographie est bâtie sur deux mamelons pour des raisons de sécurité et défense.

- Le ksar était divisé en trois petits rassemblements résidentiels isolés
- Chaque rassemblement autonome était entouré d'un rempart
- Le rassemblement contenait une mosquée, une place et un cimetière
- La trame était une trame agricole suivant le cours d'eau

-Les rassemblements résidentiels ont commencé à s'étendre au-delà de leurs murs, où il y avait une route importante reliant ces rassemblements à l'axe ce qui **Renforce la vocation commerciale de la ville**

- Les communautés résidentielles ont été fusionnées en deux sections
- Le Ksar était entouré de remparts de briques jusqu'à 4 mètres de haut, soutenues par quatre tours.
- Un tissu compact et irrégulier présentant le résultat des conditions physiques dictées par l'environnement.

##### ➤ Facteurs économiques et commerciaux :

- Un point de passage entre le sud et le nord
- Les présences des terres fertiles

**-Impact :** Une texture compacte avec des formes irrégulières où le rapprochement de la construction est le résultat d'intégration au site en termes de facteurs topographiques et climatiques qui symbolise aussi la cohésion sociale.

**Période coloniale**

La ville de Laghouat est passée par deux grands faits pendant la période coloniale

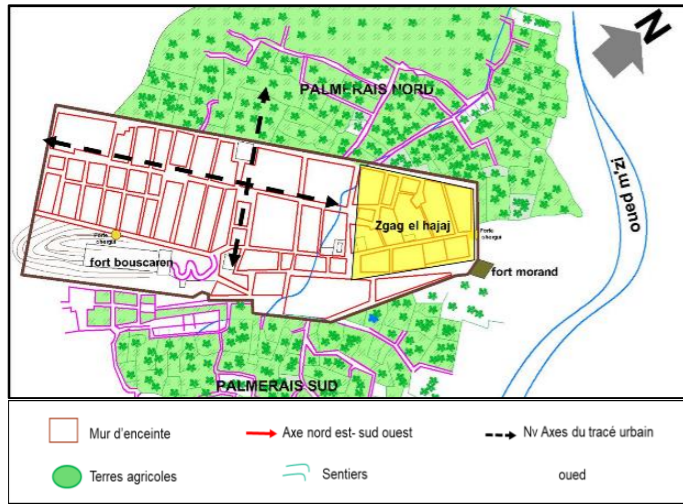


Figure 88 Carte de la première phase de l'intervention coloniale sur le tissu de l'ancien ksar source : ppsmvss redessiné et traité par l'auteur 2023

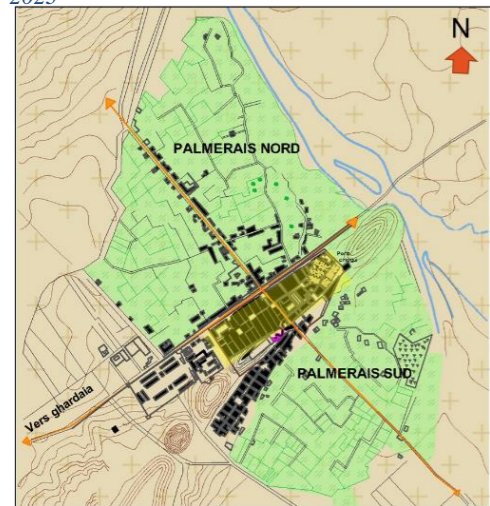


Figure 90 Carte de la 2ème phase de l'intervention coloniale Source : ppsmvss redessiné et traité par l'auteur 2023

**Facteur militaire :** La transformation de l'ancien tissu arborescent du ksar en un tissu en damier est due aux besoins militaires de contrôle des colons afin de le convertir en une base militaire comme première étape pour développer son extension à la profondeur du Sahara algérien.

**Facteur naturel :** cette occupation est un développement « Naturel » de la ville vue que l'extension du côté Nord-Est est empêchée par l'OUED-M'ZI ,

**Facteur militaire :** la caserne avec son vaste périmètre, empêche toute extension du côté Sud-Ouest,

- Première phase (destruction/élargissement de voies-fortification) : 1852 à 1924 :
- Cette étape est caractérisée par la planification de la ville de nouveau après le bombardement de l'ancien ksar pour but purement militaire.

-Construction des forts et caserne

Deuxième phase caractérisée par la construction de la ville civile : 1924 à 1962

-La ville a rencontré des travaux de constructions de places publiques et équipements, commerciaux administratifs ...etc.

**Période post indépendance : 1962/1990**

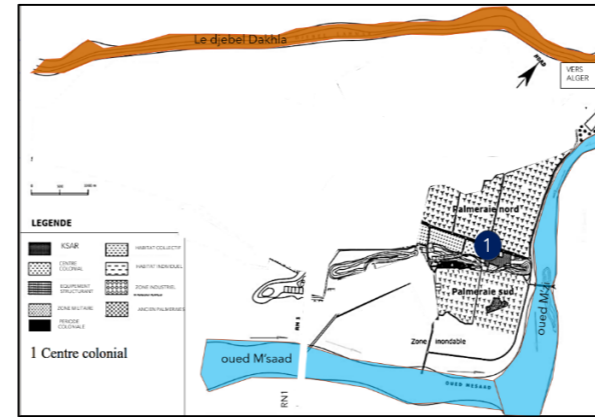


Figure 87 carte de première centre urbain ; source auteur

**Le centre 2 des années 80 :** Situé l'ouest de centre 1, dans le quartier Mamourah.

- Implantation de toutes les institutions financières
- Réalisation de la 1er ZHUN (Zone d'Habitat Urbaine Nouvelle) en 1976 de 1584 logements collectifs.
- La création de lotissement d'habitat individuel de 560

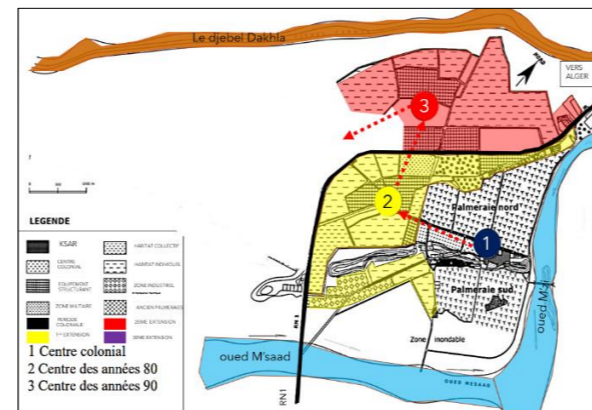


Figure 91 carte de 3ème centre urbain ; source auteur

**Le centre 4 actuel :** Développé sur une superficie de 600 ha avec une forme trapézoïdale dans la zone d'extension ouest après épuisement de tous les terrains urbanisables dans le territoire de la commune de Laghouat pour faire face au développement démographique

**Le centre 1 :** C'est le noyau initial où le développement urbain de la ville est limité à cause de la surface importante occupée par les installations militaires.

- Constitué du vieux ksar et du centre colonial à vocation commerciale active
- Présence des agglomérations spontanées au niveau des palmeraies nord et sud

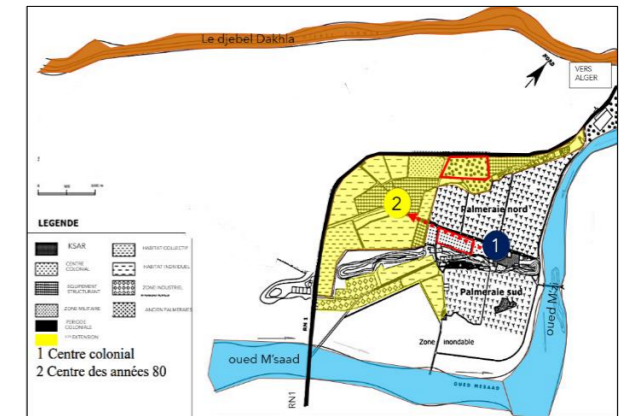


Figure 89 carte de 2ème centre urbain ; source auteur

**Le centre 3 des années 1990 :** est implanté sur la rive nord de la route nationale 1 pour le but que la ville se développera de part et d'autre de cet axe routier important

- Implantation des équipements structurants à l'échelle de la ville (l'université, l'hôpital...)
- Structuration 2ème ZHUN avec un programme de 1280

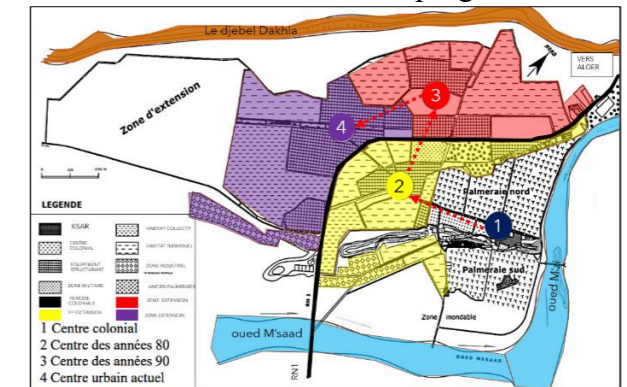


Figure 92 carte de 4ème centre urbain ; source auteur

**Période post indépendance : 1962/1990**

**Synthèse :**

**1. Contrainte naturelle** La ville de Laghouat s'est développée linéairement dans le sens Est-Ouest à cause des contraintes naturelles d'urbanisation :

- Le djebel Dakhla du côté Nord.
- L'oued M'saad du côté Sud.
- L'oued M'zi du côté Est.

**2. L'existence de RN°1 constitue** un véritable obstacle dans le développement tissu urbain : une fragmentation et incohérence.

**3. Facteur militaire :** la préoccupation militaire des terrains (casernes et jardin botanique influent sur le mode de croissance de la ville

**4. La structure concentrique**

- Développement en tache d'huile non maîtrisable. (Othmani-Marabout Z. 2014)
- Présence des éléments permanents (naturels et artificiels) qui jouent un rôle d'ordonnement de la structure de la ville.

**5. La croissance démographique :** La création des nouveaux centres ville et le transfert des activités urbaines a pour but de soulager la pression sur le noyau historique face au développement démographique et de réduire l'effet de linéarité du tissu urbain

**Stratification des différents tissus urbains (état actuel)**

**SYNTHESE :**

D'après cette lecture diachronique de la ville de Laghouat nous pouvons identifier les différents tissus urbains

1. Noyau historique : l'ancienne ville qui est constituée de deux tissus (Ancien et colonial)
2. Palmeraies nord et sud : extension spontanée
3. La 1<sup>ère</sup> extension les lotissements et les Z.H.U.N 01 Après le dédoublement de la ville par un axe structurant RN01.
4. Extension nouvelle palmeraie du nord : l'implantation d'un nouveau quartier par l'intégration des concepts de la ville ancienne
5. Zone d'extension : consacrée aux implantations programmes de l'habitat par PDAU

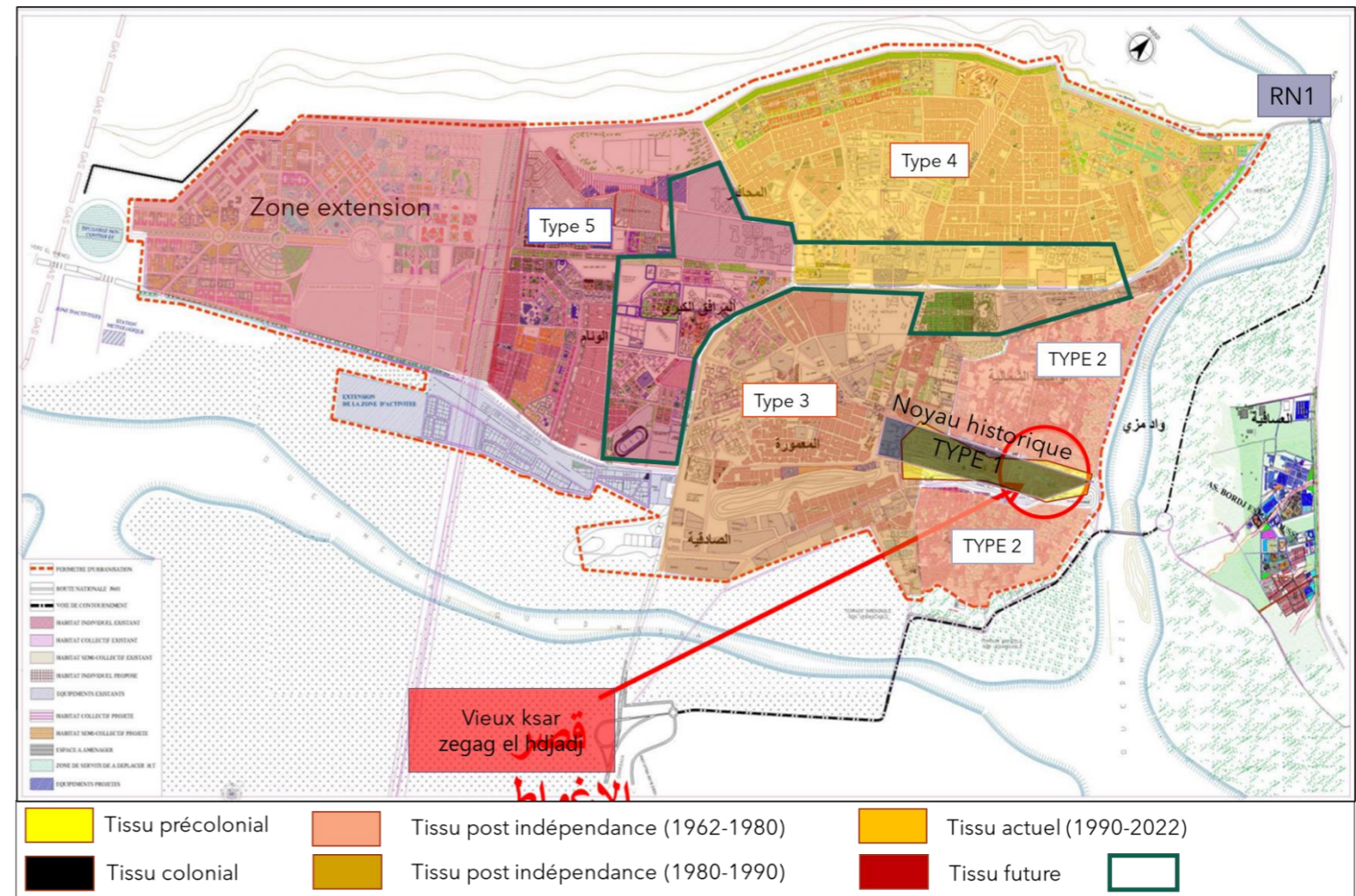

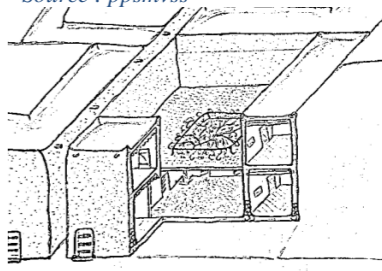



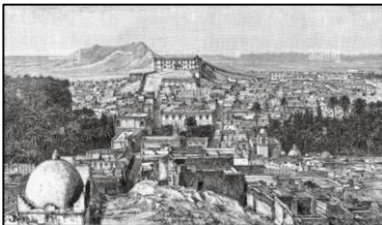
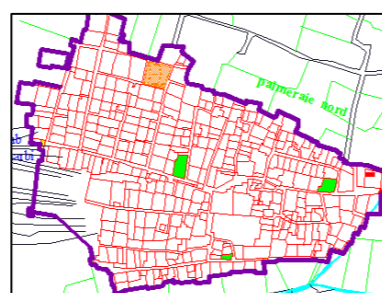
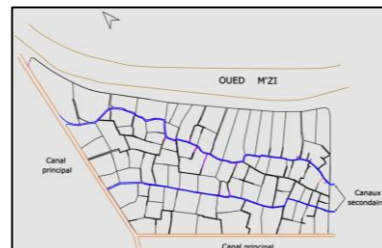
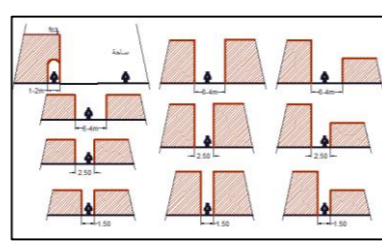



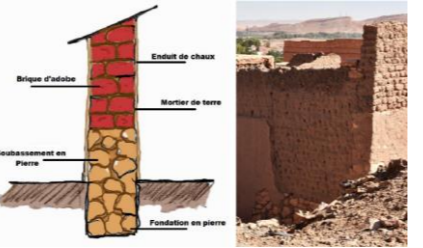
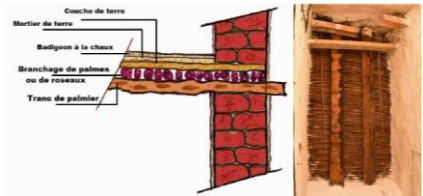


Figure 93 carte de stratification des différents tissu urbains ; source PDEAU traité par l'auteur 2023

1.14.1 Synthèse analyse diachronique et réponses d'adaptation aux conditions climatiques l'EFE : période arabo-musulmane :

Environnement	1 Stratégie	2 Illustration	Forme et fonction	 <p>Figure 98 Vue sur l'îlot précolonial Source : ppsmvss</p>  <p>Figure 97 3D de l'habitat ksourienne Source: mémoire revalorisation d'un ancien quartier à Laghouat, Takhi.B</p>  <p>Figure 96 Vue sur le patio de la maison ksourienne Source: Efficacité énergétique des matériaux de l'architecture vernaculaire, Bencheikh Darda, 2021, pg169</p>  <p>Figure 95 vue sur le patio</p>  <p>Figure 94 Vue sur les ouvertures ver le patio dans la maison</p>
	<p>1. <b>Palmeraie</b> à un rôle de régulateur thermique par la création d'un microclimat en été et la protège des aléas climatiques</p> <p>2. <b>Ksours</b> construites près de Oued Lkheir (faciliter les activités d'agriculture et de construction – sol argileux)</p> <p>3. <b>Le relief</b> accidenté des 2 palmeraies favorise une irrigation améliorée grâce aux seguias (canaux d'irrigation)</p> <p>4. <b>Trame agricole</b> de 120x140m, suivant le cours d'eau, ce qui a permet de mieux rationaliser l'exploitation de l'eau en réalisant des canaux.</p> <p>5. <b>Tissu compact perforé construit en hauteur</b>, adoptant une forme trapézoïdale irrégulière selon la topographie</p> <p>6. <b>Système viaire</b> : repose sur 2 principes : l'intimité, et l'intégration au site, système arborescent avec des voies sinueuses afin d'assurer une protection contre la radiation solaire intensive et les vents dominants.</p> <p>7. <b>Décalage et rétrécissement des ruelles</b> : renforce la ventilation naturelle par la création des coupe-vent variant la pression de l'air autour des bâtiments et par palmeraie.(effet venturi)</p> <p>8. <b>Seguia</b> qui joue 2 rôles : assurer l'irrigation de la ville et comme un élément de rafraichissement</p> <p>9. <b>Prospect</b> : distance minimale pour diminuer la chaleur et pour éviter l'incursion des vents de sables.</p>	<p>Figure 99 Laghouat. Ancienne illustration de gravure du livre Nueva Geografia Universal par Eliseo Reclus 1889</p>  <p>Figure 101 Le tissu compact de côté ouest de Laghouat Source: ppsmvss</p>  <p>Figure 100 Le réseau d'irrigation dans la palmeraie nord de Laghouat. Source: Développement urbain et préservation de la palmeraie Cas de Laghouat, Benarfa Kamel, 2018, pg 83</p>  <p>Figure 102 Dimensionnement des rues dans le quartier précolonial, Source: PPSMVSS</p> 		



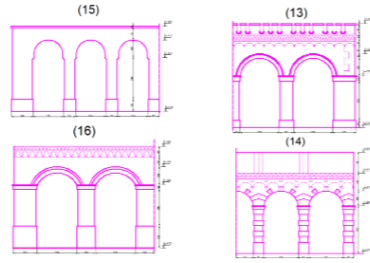

- Compacité** : tissu compact par la mitoyenneté pour réduire les surfaces exposées aux conditions climatiques
- Organisation spatiale** : Maison introvertie vers un espace central ouvert "Haouch, Rahba " ou patio. joue un rôle de régulateur thermique (présence d'eau et végétation surtout persistante) et comme un espace solaire qui éclaire les autres cellules.
- Ventilation** : provoque une circulation d'air par entrer l'air frais à travers le patio et l'entrée principale et faire sortir l'air chaud dans les différentes pièces.
- La hauteur des pièces** : 2.5 a 2.8 m qui renforce la vitesse de ventilation.
- S'Tah (terrasse)** comme un espace de séchage pendant la journée, et un espace de refroidissement pendant la nuit. Elle est abordée de murs de 3m pour l'intimité et protection des planchers inférieures des rayonnements solaire.
- El-Ateba (le seuil)** : est une petite marche de 20 cm, utile contre le vent de sable les animaux nuisibles et la pénétration des eaux pluviale.
- Taka (meurtrières)** : petite ouverture située au-dessus des portes pour permettre l'aération des planchers, et les trouve au niveau des terrasses aussi.
- Les Mizabs** : gargouille par laquelle s'écoule l'eau pluviale, construite avec le bois de palmier, genévrier
- La pergola** : utilisée dans le patio ou le skifa pour supporter les plantes (karma) et assurer du l'ombrage.
- Géométrie et volume** : Cube et parallélépipède qui comprend une entrée en chicane pour préserver l'intimité.
- Les espaces de service** comme isolation thermique
- Affectation** : résidentielle avec des commerces d'artisanat en RDC


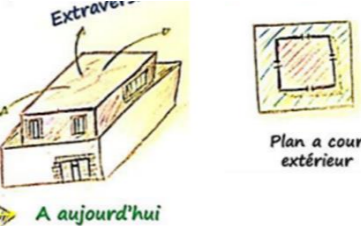





Synthèse analyse diachronique et réponses d'adaptation aux conditions climatiques l'EFE : période coloniale :

	9 Stratégie	10 Illustration
8 Enveloppe	<p>1. <b>Module de construction</b> : Prismes rectangulaires en terre argilo-sableuse délayée dans l'eau et séchée au soleil. (30x16x11cm)</p> <p>2. <b>Façade</b> : aveugle, lisse, alignée avec des petites ouvertures, en nombre réduit, pour l'intimité et la protection contre la chaleur.</p> <p>3. <b>Structure</b> : de murs porteurs d'épaisseur 40 et 50 cm qui donne aux murs une forte inertie thermique \ fondation en pierre calcaire épaisseur 80 \ poutre est faite de troncs de palmier</p> <p>4. <b>Fondation</b> : 1m de hauteur pour une protection contre des ruissellements d'eau pluviale.</p> <p>11 Dans le cas d'une assise rocheuse, le mur commence directement sans fondation. Dans le cas de son utilisation, ont utilisé les pierres calcaires liées avec un mortier à chaux, enterrée et plus large que le mur, sert à assurer la stabilité.</p> <p>5. <b>Plancher</b> : tronc de palmier, branchage de palmes ou de roseaux, badigeon à la chaux, mortier de terre, couche de terre.</p> <p>6. <b>Mur</b> : Composé de 3 parties :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Soubassement : réalisé en pierre calcaire (moellons) pour protéger le mur contre l'effondrement causé par le remonté-capillaire.</li> <li>- Le corps : réalisé en adobe, avec un liant d'argile.</li> <li>- Le couronnement : un chapeau en pierre pour protéger le mur des eaux pluviales et de relier ses parements.</li> </ul> <p>8. <b>Revêtement de sol</b> : un pavage en brique de terre cuite est posé sur un mortier de terre 5cm. Ce mortier dispose sur une couche de sable.</p> <p>9. <b>Décoration</b> : extension de tronc de palmier du plancher, claustras en brique pleine,</p> <p>10. <b>Couleur</b> claire pour un minimum de captage et de stockage des rayons solaires.</p>	<p>12</p>  <p>Figure 113 Préparation de brique de terre. Source: <a href="http://lilasjade.l.i.pic.centerblog.net/o/78c5a76d.jpg">http://lilasjade.l.i.pic.centerblog.net/o/78c5a76d.jpg</a></p>  <p>Figure 112 Detail de mur d'adobe. Source: <i>Efficacité énergétique des matériaux de l'architecture vernaculaire</i>, Bencheikh Darda, 2021, pg173</p>  <p>Figure 111 Detail de plancher</p>  <p>Figure 110 Détail de revêtement de sol</p>  <p>Figure 109 Vue sur la façade. Source : PPSMVSS</p>

6 Forme et fonction	<p>1. <b>Compacité</b> : un tissu hybride entre la typologie coloniale (centralisation de place publique) et précoloniale (mitoyenneté).</p> <p>4 Centralisation des places publiques offrant du microclimat</p> <p>2. <b>Prospect</b> : un prospect qui assure une bonne accessibilité solaire dans les voies principales prospect de 0.6 dans les voies secondaires le prospect 1.2</p> <p>4. <b>Gabarits</b> : très réduit qui atteint à R+1 dans les rues principales et de RCD dans les rues secondaires</p> <p>5. <b>Le système viaire</b> : les voies principales d'une largeur de 14m, forte exposition au rayonnement solaire. Les voies secondaires de 8 mètres de largeur, exposition favorable.</p> <p>6. <b>L'orientation des rues</b> : avec un tracé rectiligne sont orientées Nord-ouest Sud-est, orientation défavorable.</p> <p>7. <b>Les arcades</b> : bordure des rues larges principales ou sur les places publiques par des arcades afin de se protéger de rayonnement solaire</p>	<p>5</p>  <p>Figure 106 carte tissu coloniale <a href="http://roughibachir.overblog.com/2017/01/quelques-detais-historiques-sur-les-fortifications-de-laghouat-jusqu-en-1852.html">http://roughibachir.overblog.com/2017/01/quelques-detais-historiques-sur-les-fortifications-de-laghouat-jusqu-en-1852.html</a></p>  <p>Figure 104 place rondon, Dimensionnement des rues dans le quartier colonial, Source: PPSMVSS</p>  <p>Figure 105 Quartier el sefah construite durant la période coloniale Source ppsmvss</p>  <p>Figure 103 Plusieurs formes d'ilots</p> <p>7</p>  <p>Figure 108 Maison de type colonial Source ppsmvss</p>  <p>Figure 107 Maison de type mixte entre ksourien et type colonial</p>
	<p>1. <b>Affectation</b> : 2 types d'organisation spatiale. 1. colonial qui ne correspond pas aux conditions climatiques. 2. Hybride qui s'adapte mieux au climat de la ville.</p> <p>2. <b>Typologie architecturale</b> : Extraversion des maisons arcades et l'absence de cour intérieure dans la plupart des maisons et de grandes ouvertures à l'extérieur par l'exploitation de la façade principale comme cas commercial.</p> <p>3. <b>L'aération</b> : se fait par les grandes fenêtres sur les façades extérieurs</p> <p>4. <b>Volume</b> : aspect cube et parallélépipède limite les déperditions thermiques</p>	



		Stratégie	Illustration
Enveloppe		<p><b>1. Matériaux de construction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>La brique de la terre</b> séchée au soleil dans les arcades et les murs de remplissage de formes diverses</li> <li>• <b>Pierre taillée</b> dans les murs porteurs pour renforcer les maisons en tobe</li> <li>• <b>Brique séchée au soleil</b></li> </ul> <p>Ces matériaux sont caractérisés par l'inertie thermique en gardant longtemps la chaleur et en la restituant en fin de journée</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Enduit à base de terre</b> : possède une très bonne performance isolatrice thermique, acoustique et phonique et Il a l'avantage de canaliser l'humidité naturellement</li> <li>• <b>Mortier chaux et sable</b> pour le revêtement des murs : ce type a pratiquement les mêmes caractéristiques que l'enduit à base de terre</li> </ul> <p><b>2. Façade extraverti</b> Fenêtres (faux balcon) et de portes Des ornements des corniches et des ouvertures en brique cuite et la tuile pour Diminuer accessibilité solaire</p> <p><b>3, Introduction</b> du béton comme matériau de construction moderne</p>	 <p>Figure 114 fort morand</p>  <p>Figure 117 éléments architectonique coloniale</p>  <p>Figure 115 Types des arcades Source ppsmvss</p>  <p>Figure 116 détail façade coloniale</p>

		Stratégie	Illustration
Environnement		<p><b>1- style architecturale</b> : variation de style qui ne caractérise pas le style local avec placage des éléments architectonique traditionnel et moderne (balcons)</p> <p><b>2. Typologie architecturale</b> : Importation de prototypes architecturaux intrus dans les cités d'habitat collectif Extravection :La perte du patio central distributeur de l'éclairage et de l'aération, remplacé par un couloir et une cour latérale qui assure le stationnement de voiture ou débarra.</p> <p><b>3-La ventilation et l'éclairage</b> : se fait par des grandes fenêtres</p> <p><b>4. Volume</b> : pure cube ou composite avec des décrochements afin de crée effet d'ombre</p> <p><b>5. Affectation</b> : habitat individuel, collectif et des équipements</p>	 <p>Figure 118 Construction en barre Source : auteur</p>  <p>Figure 119 et utilisation des mur de clôture Source: mémoire revalorisation d'un ancien quartier a Laghouat, Takhi.B</p>
		<p><b>Matériaux</b> : l'utilisation de béton et de brique, des grands vitrages -Béton Un matériau conducteur 1.5w/m,K -Brique c'est un matériau mauvais conducteur (0,1-1 w/m.c°)</p> <p><b>2-Couleurs et texture</b> : variation de couleurs qui ne s'adapte pas au climat aride</p> <p><b>3- Fenêtres</b> : -fixées en recul afin de profite de l'ombre crée, utilisation des persiennes -inspiration de l'architecture locale par la réutilisation des petites fenêtres</p> <p>4. Façades : -des équipements lisse avec des grands ouvertures, utilisation de mur rideaux en dimensions inadéquates avec le climat de la ville.</p> <p>-Utilisation des matériaux modernes (métal) pour les moucharabiehs et pergolas. - utilisation de PVC pour entourer le haouch dans les maisons traditionnelles afin de contrôler l'aération et de se protéger des vents dominant.</p>	 <p>Figure 121 Immeuble de rectorat d'université Source : google maps</p>  <p>Figure 120 Utilisation des moucharabiehs dans des balcons orientes sud Source : prise par l'auteur</p>  <p>Figure 122 Enferment de galerie pour se protégé des vents Source : auteur</p>
Enveloppe		<p><b>1-Trame urbaine</b> : dysfonctionnement dans le tissu urbain : dédoublement avec une forme irrégulière non homogène.</p> <p><b>2-Compacité</b> : des constructions dispersées L'absence du patio et la présence des grandes fenêtres (surface de déperdition) -Construction en bloc et en barre de Gabarit : r+1-r+4</p> <p><b>3-Prospect</b>=0,4 /0,7 qui ne s'adapte pas avec le climat de la région et donc un inconfort thermique et visuel</p> <p><b>4-Orientation et occupation des ilots</b> : une orientation optimale suivant l'axe de développement sud-ouest avec une occupation centrale</p>	 <p>Figure 124 Structure urbain de tissu post coloniale</p>  <p>Figure 123 Dimension d'une voie principale Source : l'auteur</p>

Synthèse analyse diachronique et réponses d'adaptation aux conditions climatiques l'EFE : période postcoloniale :

## Synthèse :

Les stratégies passives adaptées dans la période précoloniale, en termes de choix des matériaux de construction et des typologies architecturales, se sont révélés les plus appropriés aux conditions climatiques. Avec l'avènement de la période coloniale, bien que les colons aient manifesté le désir d'appropriation de la ville et de dissociation de son patrimoine architectural, les conditions climatiques ont finalement conduit à l'adoption ultérieure de la typologie ksourienne, favorisant ainsi une meilleure intégration dans un environnement aride.

-De nos jours, nous observons un éloignement des anciennes stratégies passives au profit de l'architecture moderne, ce qui entraîne une négligence du confort hygrothermique. Cette tendance est influencée par la croissance démographique et ses exigences en termes de construction rapide et économique, au détriment de la qualité architecturale et du bien-être des occupants face aux conditions climatiques.

### 1.15 Analyse synchronique de la ville de Laghouat :

#### 1.15.1 Quartier

##### 1-Choix de quartier

##### d'intervention et le terrain

Notre périmètre d'étude se situe dans la partie nord-est de la commune de Laghouat.

Il est délimité au nord par la route nationale 01 et au sud par la montagne Tizegirine. L'est par la voie 1er novembre et l'ouest par une voie secondaire.

##### Critères de choix de Terrain1 :

- Situation : le terrain occupe une situation stratégique sur la route nationale 1 qui relie le nord au sud algérien
- Une situation entre les deux extensions de la ville.
- Sur le plan Historique : le terrain se trouve au niveau de l'ancienne palmeraie.

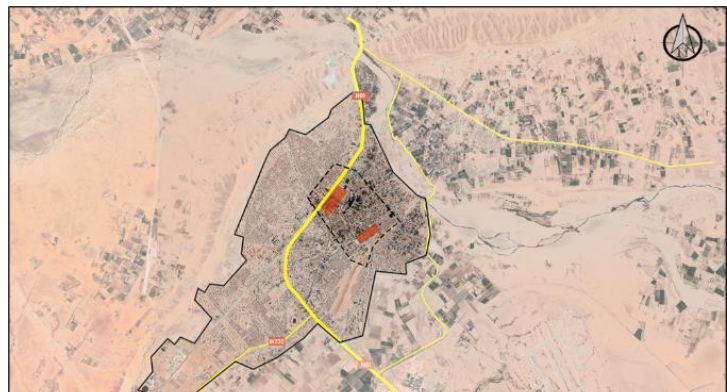


Figure 125 Le périmètre d'étude par rapport la ville. Source : google earth traite par l'auteur

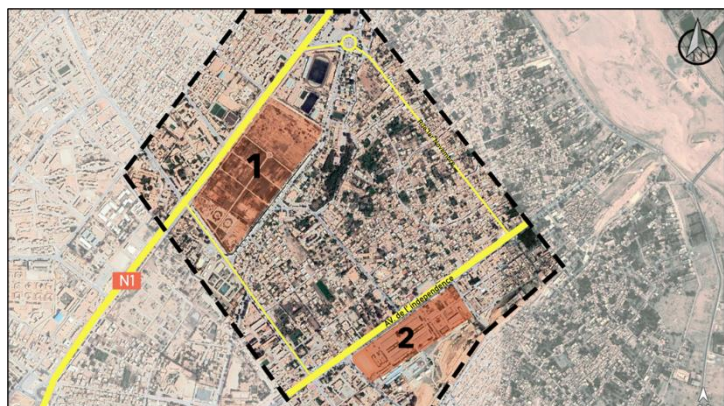


Figure 126 Le périmètre d'étude. Source : Google earth traite par l'auteur

- Sur le plan Naturel : le terrain possède un vaste espace dédié à un jardin botanique oasien.

*Rôle de périmètre d'étude à échelle de la ville*

le perimetre d'étude rassemble les cinq principaux quartiers de la ville : le noyau historique , les 3 quartiers poste independance et la nouvelle extension .

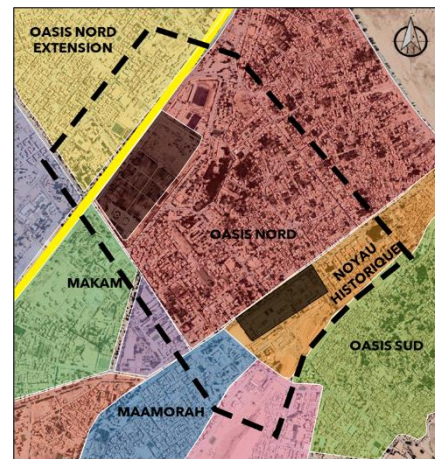


Figure 127 carte des quartiers de périmètre d'étude ; source auteur 2023

*1.15.2 Les limites*

*À l'échelle de la ville*

La commune de Laghouat est limitée au nord et nord ouest par Djbel Lahmar, au nord et par Oued M'zi ( qui peut causer des inondations ) alors à l'est par des terres agricoles et dayas. Donc la ville se développe linéairement vers le sud ou il n'y a pas d'obstacle.

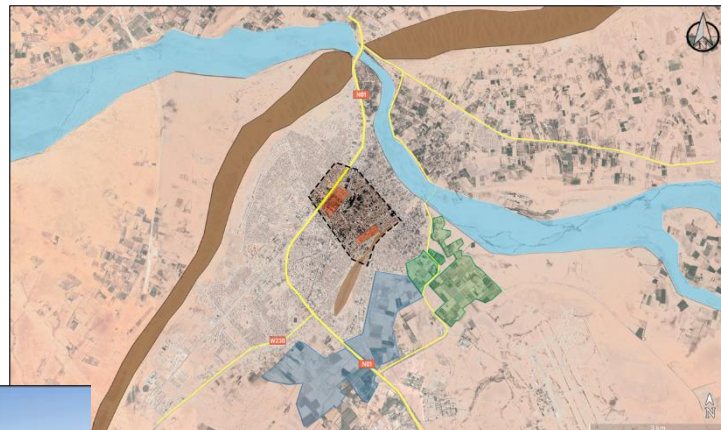


Figure 128 carte des limites de la ville ; source auteur 2023



Oued m'zi

Djbel Lahmar

*À l'échelle du perimetre d'étude*

Le périmètre d'étude est délimité au sud par un obstacle naturel qui est Tizegrarine, au nord par la route nationale 1, à l'est par la voie 1er novembre et à l'ouest par une voie secondaire .



Figure 129 carte des limite a échelle de périmètre d'étude; source auteur 2023

*Les limites a l'échelle de la ville source : Auteur*

### 1.15.3 Qualité paysagère

Le noyau historique est considéré comme une qualité patrimoniale dans la ville comprenant le Vieux Ksar, tissu colonial et une vaste caserne.

-Ce noyau qui se dégrade continuellement

souffre Du manque d'entretien. De plus, il y'a risque d'inondation et par conséquence la perte de l'identité historique de la ville .

-le djbal tizerarine presente une qualité paysagère panoramique.

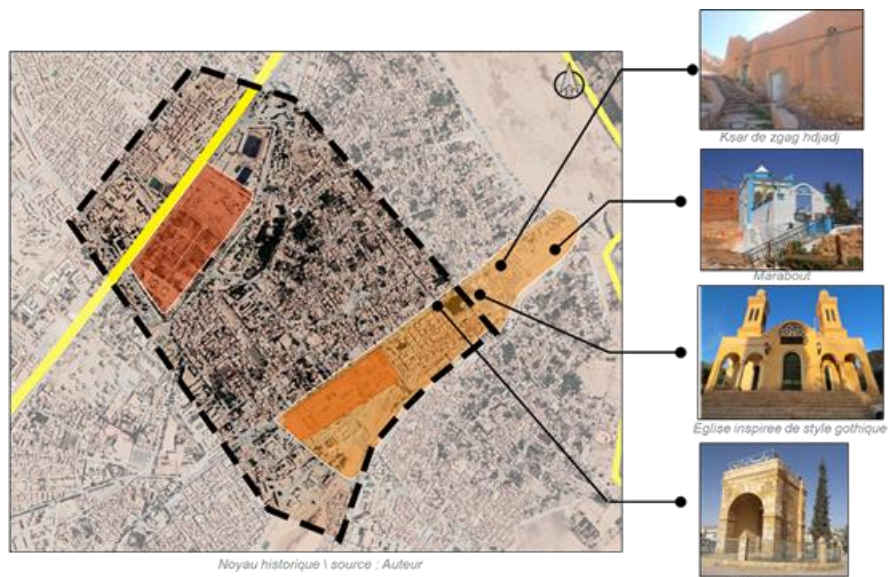


Figure 130 carte de qualité paysagère historique ; source auteur 2023



Figure 131 coupe de profil de périmètre d'étude ; source auteur2023

### 1.15.4 système viaire

#### Réseau viaire

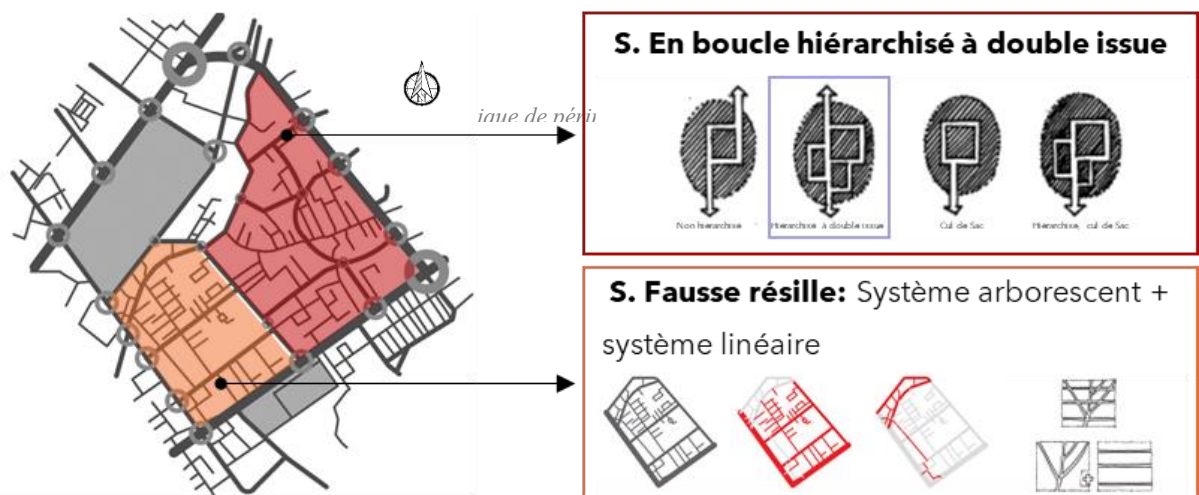




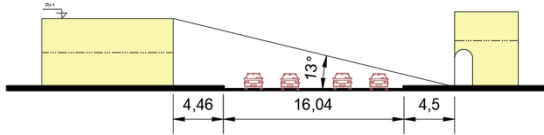


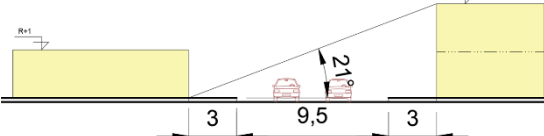


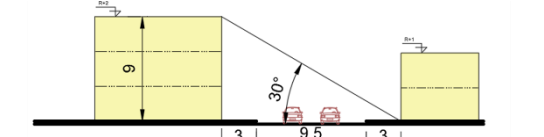



Figure 132 Hiérarchisation sensorielle du système

1- Type de système en boucle /2- type de système fausse résille

Voie	Coupe	Illustration												
<p><b>Route nationale 1</b> Voie principale</p> 	<table border="1" data-bbox="528 322 1074 448"> <thead> <tr> <th>Voie</th> <th>Dimension (m)</th> <th>Tracé</th> <th>Direction</th> <th>Activité</th> <th>Gabarit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RN1</td> <td>17</td> <td>Curviligne</td> <td>Double</td> <td>Différents équipements + logements</td> <td>R+1 - R+2</td> </tr> </tbody> </table>  <p style="text-align: center;"><small>Coupe sur la route nationale N1 Source: Auteur</small></p>	Voie	Dimension (m)	Tracé	Direction	Activité	Gabarit	RN1	17	Curviligne	Double	Différents équipements + logements	R+1 - R+2	 <p><i>Figure 133 Vue sur la route nationale</i></p>
Voie	Dimension (m)	Tracé	Direction	Activité	Gabarit									
RN1	17	Curviligne	Double	Différents équipements + logements	R+1 - R+2									
<p><b>Avenue d'indépendance</b> Voie principale</p> 	<table border="1" data-bbox="528 703 1074 828"> <thead> <tr> <th>Voie</th> <th>Dimension (m)</th> <th>Tracé</th> <th>Direction</th> <th>Activité</th> <th>Gabarit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Avenue de l'indépendance</td> <td>18</td> <td>Rectiligne</td> <td>Double</td> <td>Commerce, habitat et d'autres équipements</td> <td>RDC - R+1</td> </tr> </tbody> </table> 	Voie	Dimension (m)	Tracé	Direction	Activité	Gabarit	Avenue de l'indépendance	18	Rectiligne	Double	Commerce, habitat et d'autres équipements	RDC - R+1	 <p><i>Figure 134 vue sur l'avenue d'indépendance ; source auteur 2023</i></p>
Voie	Dimension (m)	Tracé	Direction	Activité	Gabarit									
Avenue de l'indépendance	18	Rectiligne	Double	Commerce, habitat et d'autres équipements	RDC - R+1									
<p><b>Boulevard Sellis</b> Voie principale</p> 	<table border="1" data-bbox="528 1173 1074 1299"> <thead> <tr> <th>Voie</th> <th>Dimension (m)</th> <th>Tracé</th> <th>Direction</th> <th>Activité</th> <th>Gabarit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Voie N.O-S.E</td> <td>10</td> <td>Rectiligne</td> <td>Double</td> <td>Commerce et habitat</td> <td>R+2 - R+3</td> </tr> </tbody> </table> 	Voie	Dimension (m)	Tracé	Direction	Activité	Gabarit	Voie N.O-S.E	10	Rectiligne	Double	Commerce et habitat	R+2 - R+3	 <p><i>Figure 135 vue sur boulevard Sellis; source auteur 2023</i></p>
Voie	Dimension (m)	Tracé	Direction	Activité	Gabarit									
Voie N.O-S.E	10	Rectiligne	Double	Commerce et habitat	R+2 - R+3									
<p><b>Avenue 1er novembre</b> Voie secondaire</p> 	<table border="1" data-bbox="528 1563 1074 1688"> <thead> <tr> <th>Voie</th> <th>Dimension (m)</th> <th>Tracé</th> <th>Direction</th> <th>Activité</th> <th>Gabarit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Avenue 1er Novembre</td> <td>11</td> <td>Rectiligne</td> <td>Double</td> <td>Commerce et habitat</td> <td>R+1 - R+2</td> </tr> </tbody> </table> 	Voie	Dimension (m)	Tracé	Direction	Activité	Gabarit	Avenue 1er Novembre	11	Rectiligne	Double	Commerce et habitat	R+1 - R+2	 <p><i>Figure 136 vue sur l'avenue 1er novembre ; source auteur 2023</i></p>
Voie	Dimension (m)	Tracé	Direction	Activité	Gabarit									
Avenue 1er Novembre	11	Rectiligne	Double	Commerce et habitat	R+1 - R+2									

*Hiéarchisation des voies et des nœuds: physique et sensoriel*



Figure 137 Hiérarchisation physique du système voirie du site d'intervention / Hiérarchisation sensorielle du système voirie du Site d'intervention Source : Auteur

Selon l'analyse physique, la hiérarchisation de la voie prend mise en valeur:

- Dimension de la voie,
- Valeur historique et urbaine,
- Activités au long de la voie,
- Type - direction
- Gabarits.

Selon l'analyse sensorielle de Kevin Lynch, on remarque une mal-hiérarchisation viaire.

**Avenue 1<sup>er</sup> Novembre** – Valeur historique, flux moins important

**Boulevard Sellis** - Flux important ressenti dans la visite



Figure 138 Les types de nœuds principaux selon analyse sensorielle Source : Auteur 2023

Les nœuds

La Hiérarchisation du nœud prend en compte la hiérarchisation des voies qui le marquent.

1.15.4.1 Synthèse

- La ville est hiérarchisée en fonction de l'importance historique, urbaine, de sa dimension et de le flux de chaque voie.
- L'idée de la modernisation de la ville en élargissant les voies (surtout primaires) ne fonctionne pas dans la ville de Laghouat à cause de son climat chaud (Prospect ↑ confort↓)
- La hiérarchisation des voies (principales et secondaires) qui mènent aux sites permis une accessibilité aux futurs projets.

Accessibilité :

**Carte de transport**

- Système de transport similaire par bus et par taxi qui touche toutes les extensions de la ville.
- Gare routière de bus et de taxi, dans le centre le plus important de la ville (RN1), pour le transport au niveau de la ville et inter-communal.
- Nouvelle gare routière au sud presque inopérant ceci est due à son localisation (loin du centre-ville).

**Offre de mobilité**

- Concentration des arrêts des bus dans des cercles de 300m.
- Emplacement des arrêts donne une schématisation des différentes extensions de la ville de Laghouat (Maamoura, Oasis Nord, El Wia'am).

**2-6- Sécurité routière**

On peut dire que le site a un taux de sécurité élevé lié à la sécurité des voies

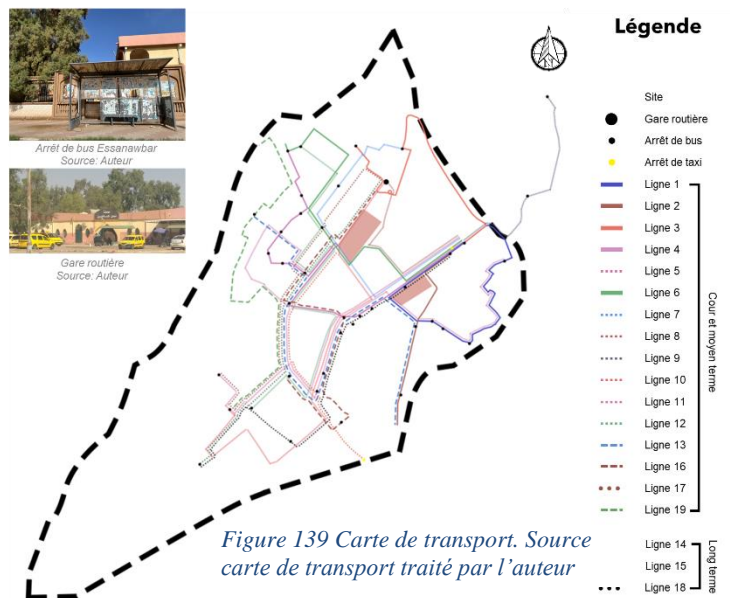


Figure 139 Carte de transport. Source carte de transport traité par l'auteur

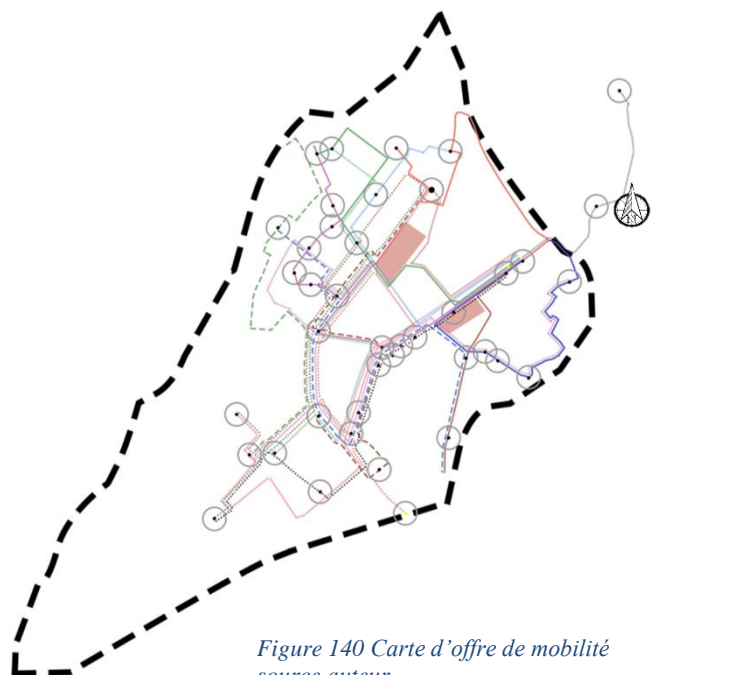


Figure 140 Carte d'offre de mobilité source auteur

limitantes (Route nationale 1, Avenue d'indépendance et Boulevard Sellis), grâce à :

- Accessibilité sécurisée avec une visibilité claire qui assure un flux mécanique et piéton important avec une diversité de catégorie socio-économique
- Zone urbanisée, de densité équilibrée attrayante qui suit des règles d'usage grâce à son territorialité publique.

1.15.5 *Système parcellaire :*

Le système parcellaire résulte du découpage du territoire, en général par lotissement. Les lots, qui peuvent aussi être appelés « propriétés foncières », « unités foncières » ou « parcelles », se caractérisent notamment par leurs dimensions, leurs proportions et leur orientation.

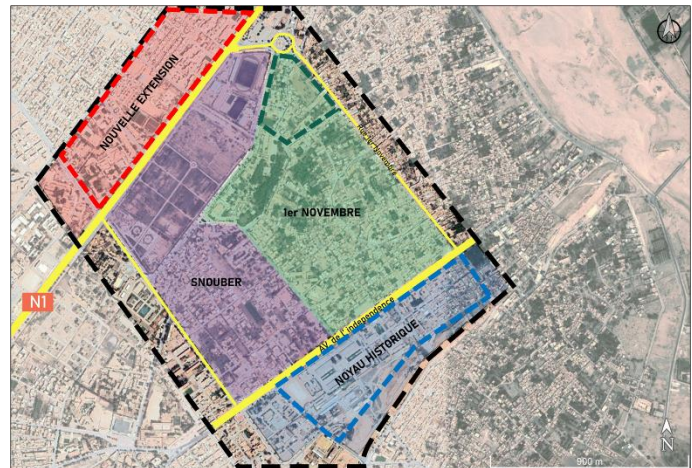
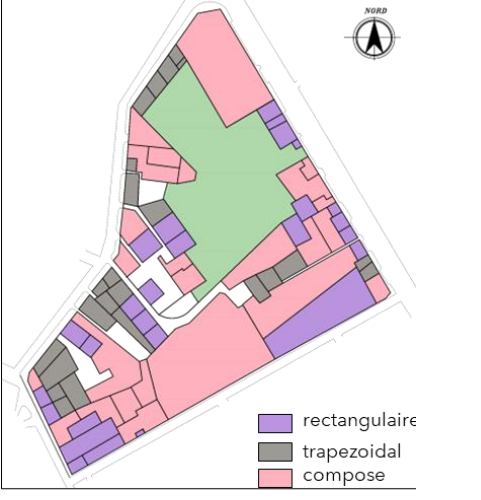



Figure 141 Les 3 tissus de périmètre d'étude ; source auteur

Notre périmètre d'étude est composé de 3 tissus, chacun ayant un système différent .

<b>Noyau historique</b>		<p><b>Rectangulaire</b> : structure en damier (colonisation).</p> <p><b>Trapézoïdale</b> : adaptation de la forme rectangulaire aux courbes.</p> <p><b>Forme composée</b> : densification des parcelles (l'héritage).</p> <p><b>Dimension</b> : petit et moyen.</p> <p><b>Orientation</b> : dominance d'orientation unique</p> <p><b>Synthèse</b> : La superposition de la trame coloniale sur la trame précoloniale vieux ksar ce qui résulte des îlots rectangulaires avec des parcelles composées.</p> <p>-Densité déséquilibrée entre les deux parties.</p>
-------------------------	--	---



<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>Oaisis du nord</b></p>		<p><b>Forme</b> : composé (héritage, urbanisation spontanée et anarchique).</p> <p><b>Dimension</b> : petit et moyen.</p> <p><b>Orientation</b> : dominance d'orientation unique.</p> <p><b>Synthèse</b> : Une interdépendance entre trame viaire et trame parcellaire : Le plein qui détermine le vide.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>Nouvelle extension</b></p>		<p><b>Forme</b> : rectangulaire (urbanisation planifiée).</p> <p><b>Dimension</b> : moyen et grand (îlot parcelle).</p> <p><b>Orientation</b> : dominance d'orientation double et triple.</p> <p><b>Synthèse</b> : Le vide « les voies » qui déterminent le plein.</p> <p>2- parcellaire en lanière non déformé.</p>

*Synthèse* : notre terrain d'intervention se situe entre la partie planifiée plus au moins régulière au niveau de quartier « snawber », et en face de la nouvelle extension qui se caractérise par des formes régulières. Donc, il y a une possibilité de prolonger les lignes de la trame régulière dans le terrain.

### 1.15.6 Système bâti :

#### Points de repère

Sont des éléments ponctuels de paysage urbain, visible, reconnus par l'ensemble de la population urbaine

Les points de repères à l'échelle de la ville sont des équipements à grand

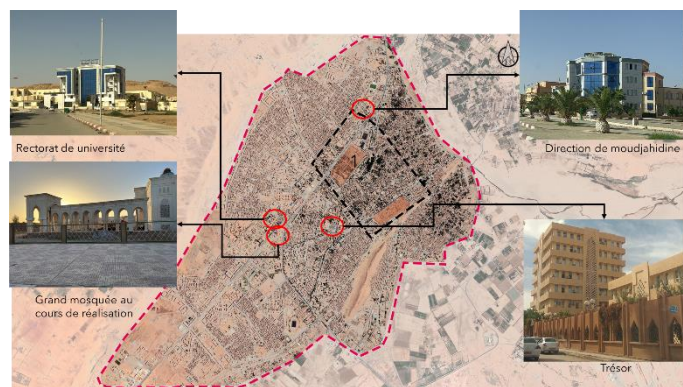


Figure 142 carte point de repère à échelle de la ville ; source auteur

échelle et présentent deux types d'architectures différentes locale et moderne, cette Variation et concentration des points de repères marquent la valeur de cette zone.

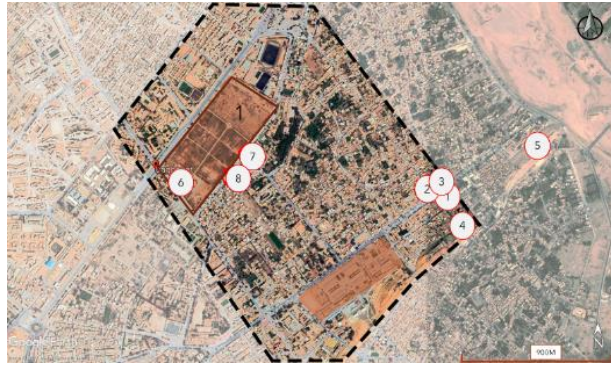


Figure 143 carte emplacement de points de repère ; source auteur

Equipements remarquables

Tableau 17 points de repère a échelle de périmètre d'étude

<p>Point de repère naturel jardin bailek : crée depuis la période coloniale</p>		<p>5- Fort de bouskaren et Mausole sidi Aïssa :un point de repère historique</p>	
<p>Galerie des magasins remarquable par son style architectural : répétition des arcs</p>		<p>6-Point de repère naturel jardin botanique un lieu de loisir et détente a échelle de la ville</p>	
<p>Porte d'Alger un monument remarquable de la période musulmane</p>		<p>7-Coupole de résidence de wilaya une architecture remarquable</p>	
<p>Minaret de mosquée sefah un point de repère visible hors périmètre d'étude</p>		<p>8-Minaret de mosquée bilal ben rebah</p>	

D'après cette analyse et la lecture de PDAU, la ville de Laghouat présente deux pôles importants

- Un pôle universitaire et éducatif sur la voie RN1
- Un pôle touristique et patrimonial dans le noyau historique

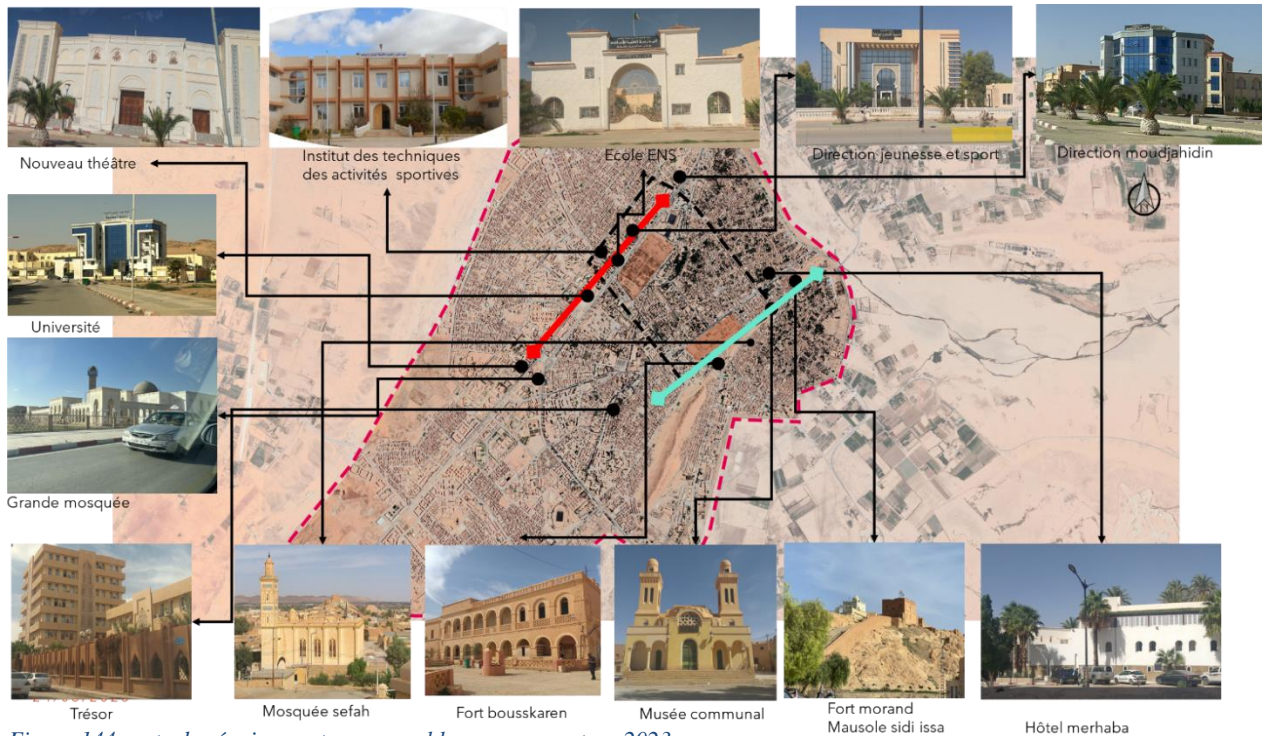


Figure 144 carte des équipements remarquables ; source auteur 2023

Carte d'équipements et activités

-Dominance d'habitation au niveau de périmètre étude entre l'habitat individuel et collectif.  
 -une certaine homogénéité de présence des fonctions par contre on remarque une Répartition déséquilibrée de ces derniers.

-Concentration des équipements dans deux pôles nord-ouest et sud-est.

-Une occupation monofonctionnelle des grandes surfaces à vocation éducative, sportive sur la RN1.

-selon le PDAU et le questionnaire (voir annexes) : Faible présence d'infrastructure culturelle, loisir et attractive

- Une vocation touristique patrimoniale qui caractérise le noyau historique

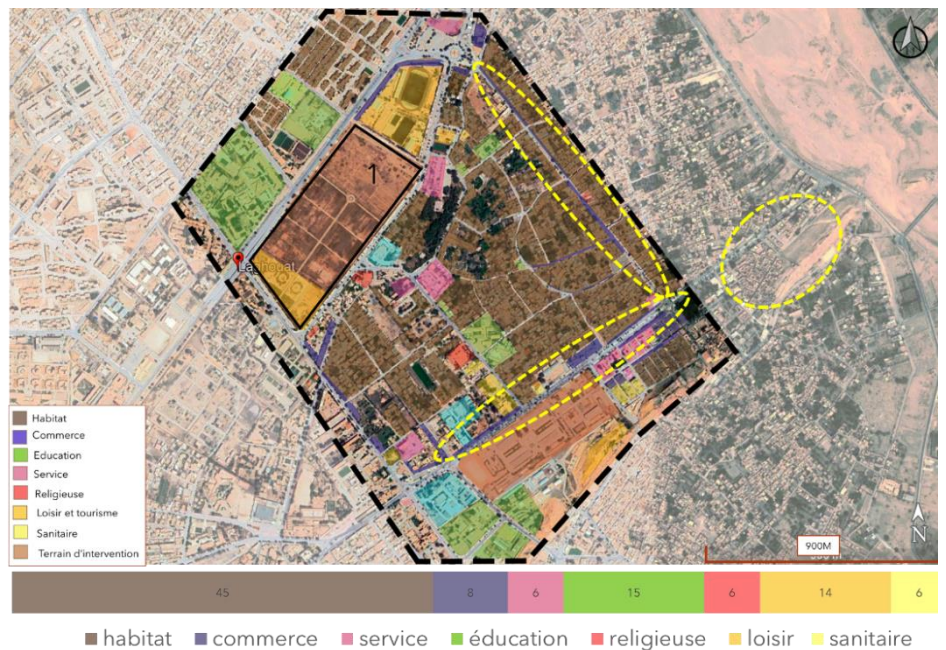


Figure 145 carte d'équipements et activités ; source auteur2023

-Notre terrain d'intervention se situe entre la nouvelle extension dédiée aux grands équipements et à l'ancienne extension.

*Densité*

-une densité déséquilibrée entre la partie nord-ouest et sud-est de notre aire d'étude et concentration de l'espace libre sous forme un grand jardin

-Une chute au niveau de type emprise du sol entre ancien extension et la nouvelle extension selon la fonction occupe (entre habitats collectifs et individuels)

-adaptation de maison à patio et de murs mitoyens réduisant des coefficients de compacité et limitant les surfaces exposées aux conditions climatiques

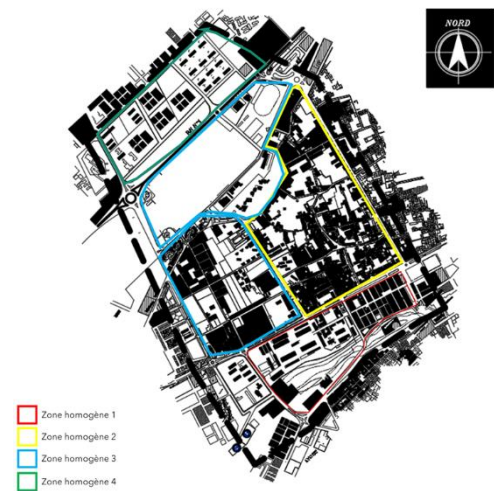


Figure 146 Carte de densité et zones homogènes traitée par l'auteur 2023

Tableau 18 densité dans chaque zone homogène

	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CES</th> <th>COS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.8</td> <td>2.4</td> </tr> </tbody> </table>	CES	COS	0.8	2.4	<p>Forte densité</p> <p>Présence de deux formes bâti planaire de type maison a patio et bâti en plot en cube ou parfois allonge verticalement</p>
CES	COS					
0.8	2.4					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CES</th> <th>COS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.25</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	CES	COS	0.25	1	<p>Densification concentrée</p> <p>bâti planaire et linéaire de deux types maison a patio et maison moderne avec un occupation en arrière de espace extérieur prive</p>
CES	COS					
0.25	1					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CES</th> <th>COS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.76</td> <td>1.52</td> </tr> </tbody> </table>	CES	COS	0.76	1.52	<p>Faible densité</p> <p>Bâti ponctuel de type linéaire en barre isole les uns des autres représente habitat collectif de la nouvelle extension</p>
CES	COS					
0.76	1.52					

Etat de bâti

La classification de l'état du bâtiment se fait en fonction de la propreté, de l'entretien et de la sécurité.

Présence de trois états de bâti selon leur période de construction, le bâti moyennement dégradé pour le tissu colonial, un bâti de bon état au niveau de l'extension et en très bon état dans la nouvelle extension

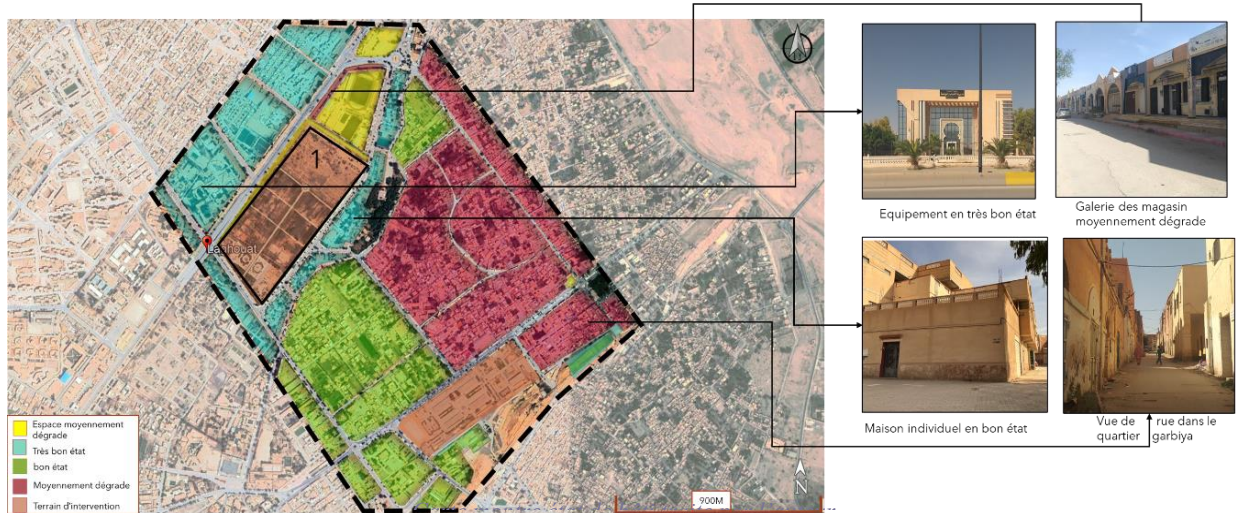


Figure 147 répartition de l'état de bâti ; source auteur 2023

Etude de gabarits et accessibilité solaire

-Une hiérarchie au niveau de répartition de gabarits dans notre périmètre d'étude avec la dominance de gabarits R+1 et R+2 dont le plus haut gabarit est reparti au niveau de la RN1

1.15.6.1 Synthèse :

-Présence de prospect au niveau de l'ancien tissu qui s'adapte au climat de la ville

Utilisation des galeries en arcades pour se protéger du rayonnement solaire

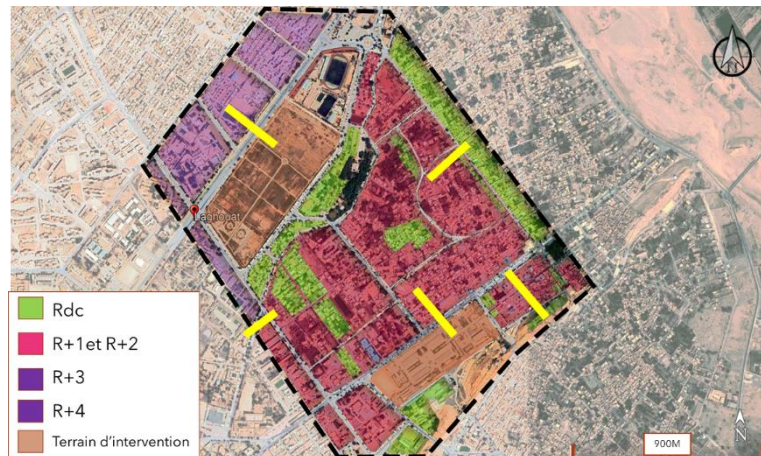
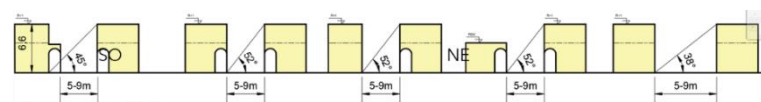
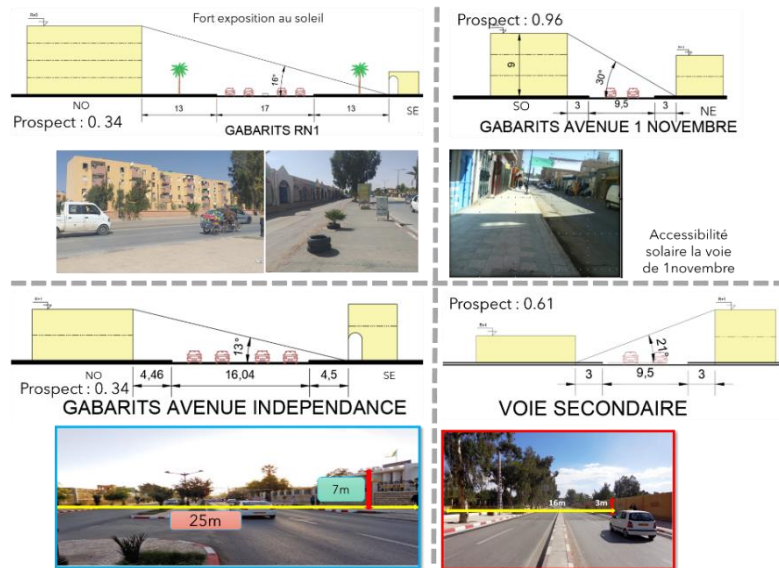


Figure 148 Carte répartition des gabarits Traité par l'auteur 2023



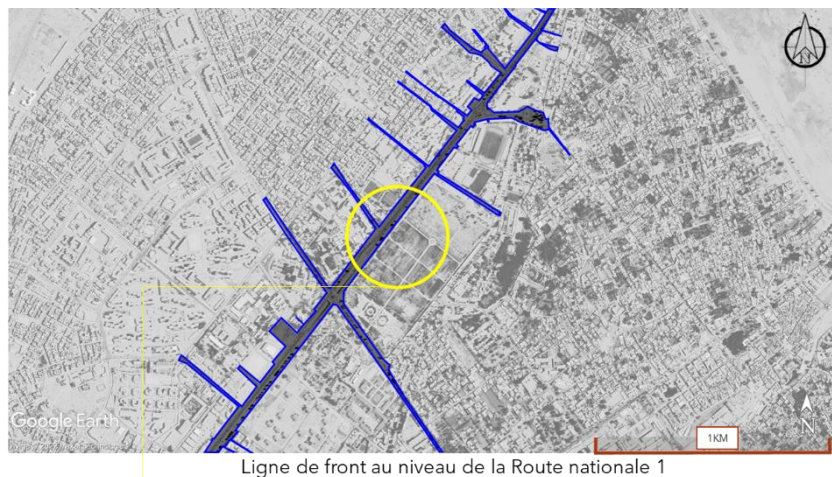
Forte exposition au soleil par la présence de faible prospect ce qui ne correspond pas au climat de la ville et orientation sud des façades



Alignement

L'alignement est le processus par lequel l'autorité administrative fixe la frontière entre la voie publique et les propriétés adjacentes. Il permet à l'autorité responsable de la voirie d'agrandir et de moderniser cette dernière, tout en protégeant contre les intrusions des propriétés voisines.

Au niveau de la RN1, l'alignement est assuré par les murs de clôture ornés, ce qui empêche l'ouverture de jardin vers la ville, même s'il y a une continuité visuelle. Cette mesure est à des fins de sécurité.



Ligne de front au niveau de la Route nationale 1

**Les nœuds** sont marqués par des reculs et des formes arrondies de mur de clôture



Figure 149 étude ligne de front de RN1 ; source auteur 2023

Couleur et texture

Notre site intervention situe entre une incohérence de style :

Au niveau de la nouvelle extension

**Couleurs** : combinaison de couleurs avec introduction de couleur qui ne s'adapte pas au climat local gris

**Texture** : peinture lisse, introduction de nouvelle texture tel que le vitrage qui engendre Une rupture d'harmonie entre le noyau historique et la nouvelle l'extension.

Au niveau du centre historique

**Couleur** : présente une zone cohérente de couleur de terre et des dégradés qui résistent au rayonnement solaire.

**Texture** : la pierre (conductivité thermique entre 0,15- 3,5 W m<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>), le crépissage (12mm épaisseur) minimisent les déperditions thermiques

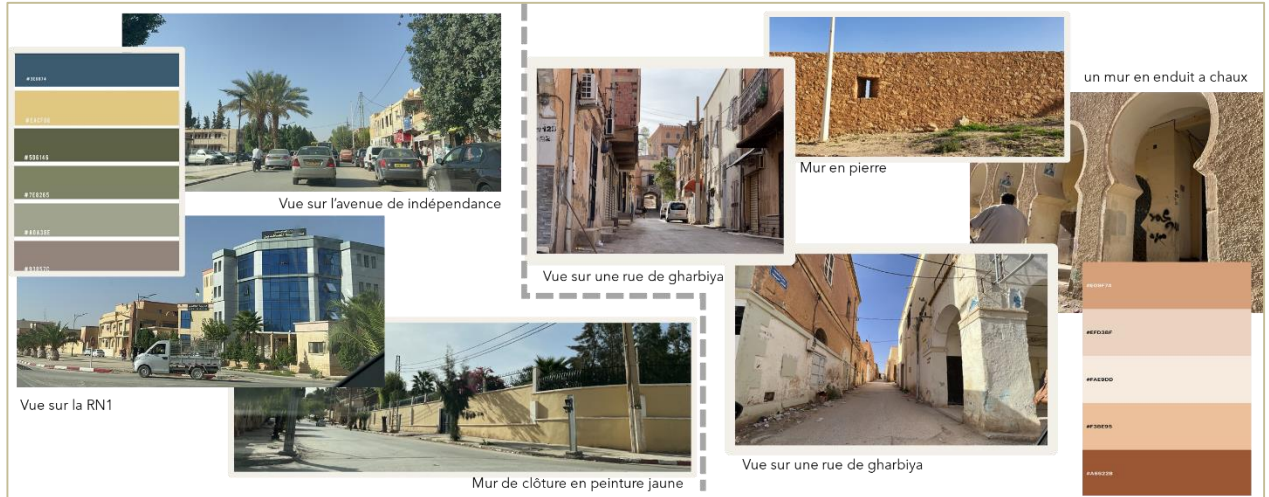


Figure 151 étude de couleur et texture au niveau de périmètre d'étude Source: Auteur 2023

*Façades et éléments architectonique*

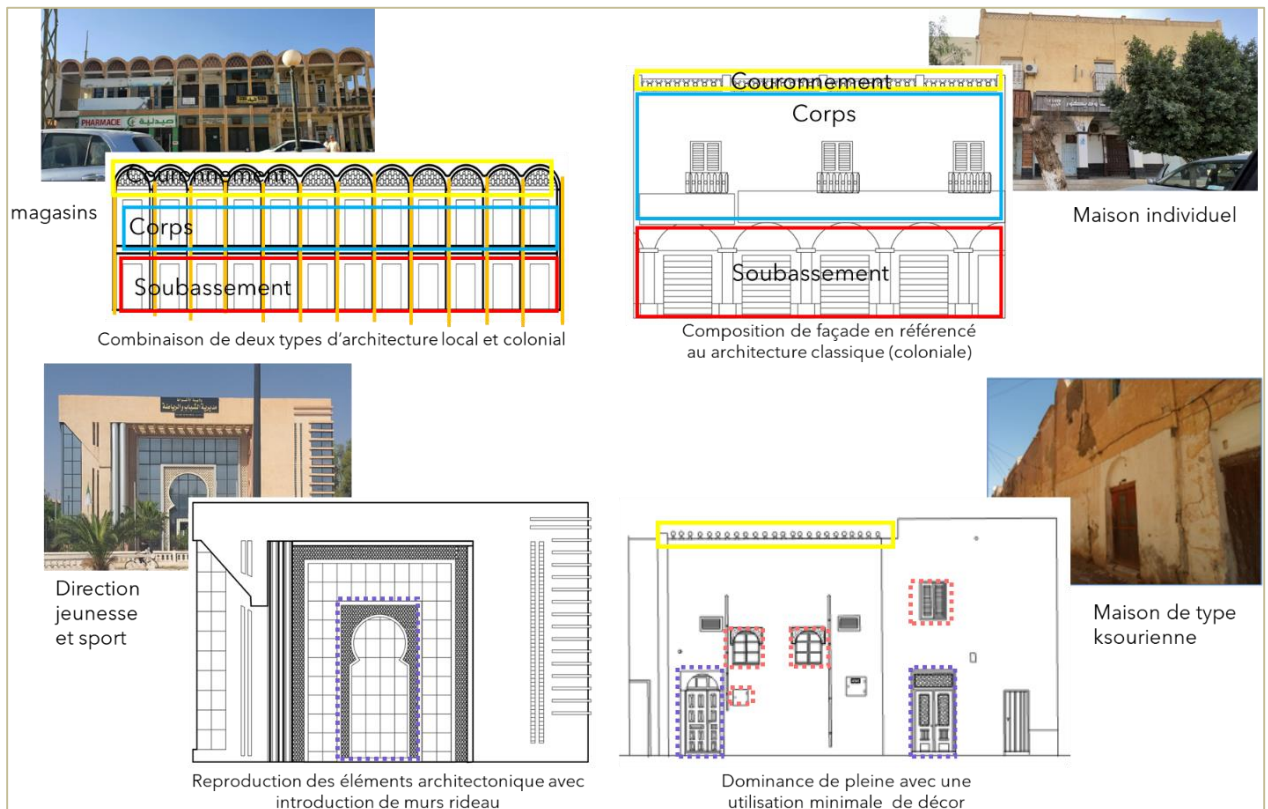


Figure 150 étude de façades ; source auteur 2023

Allure générale de composition

Le traitement de façade est le résultat d'organisation spatiale de construction où on remarque la dominance de plein par rapport au vide dans les habitations traditionnelles introverties avec des petites ouvertures pour assurer l'aération avec le respect du rythme et la répétition voir fig ci-dessous

Les éléments architectoniques

Utilisation des arcades (Des espaces couverts / ouverts), orientés généralement sud, au niveau des magasins pour profiter de la chaleur ambiante en hiver et se protéger des rayons solaires presque verticaux en été.

Arc plein centre -Claustra –moucharabiya-Faux balcon – coupole.

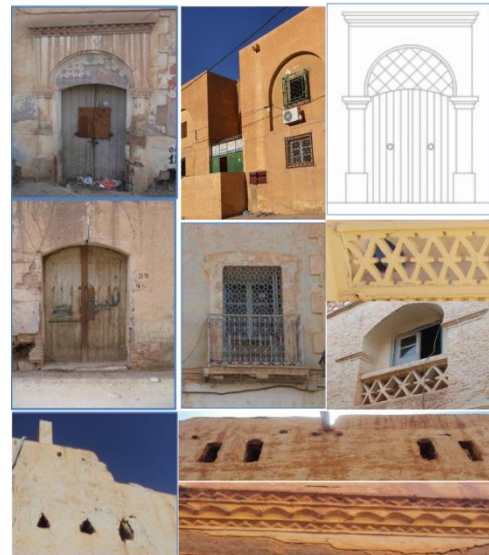


Figure 152 différents éléments architectonique; source auteur 2023

*1.15.7 Espaces libres*

L'analyse des espaces libres est l'un des outils de l'analyse de l'espace urbain qui permet de repérer tout espace libre en définissant sa vocation dans l'objectif d'identifier le réseau des espaces publics et voir s'il y a lieu d'intégrer une partie du projet comme espace public

La ville contient peu d'espace verts. Les plus importants se situent dans notre périmètre d'étude « jardin public et jardin botanique » et quelque plantation d'arbres au niveau des axes structurants

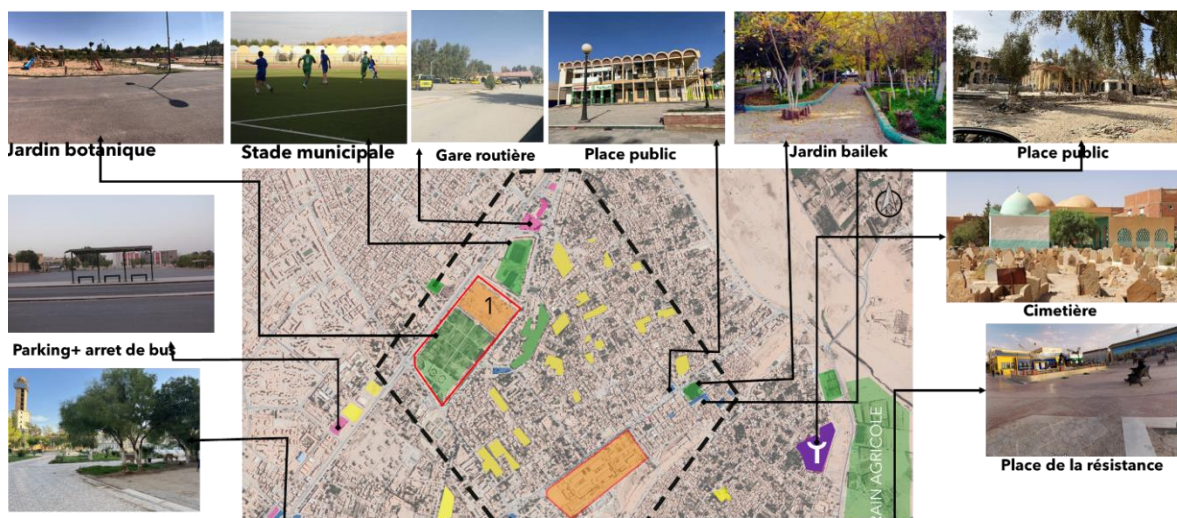


Figure 153 carte espaces libres ;source auteur 2023





-par rapport au climat de la ville et son histoire « ancienne palmeraie » ce dernier manque d'espaces verts et de cours d'eau « régulateur thermique et humidificateur de l'air » ce qui affecte la qualité de vie en ville

#### 1.15.8 Analyse séquentielle

D'après l'analyse, nous avons ressorti les séquences suivantes :

**Séquence « jeunesse » :** Une zone à caractère scolaire, culturel et sportif en plus de l'habitat, Séquence fondamentale au niveau du nœud important qui prend son statut des équipements qui l'entourent « mosquée et l'université » ; Le bâtiment du rectorat et le minaret de la mosquée constituent des éléments de repère

-la prédominance des équipements dédiés à la jeunesse impact sur le public cible du projet qui sera un équipement de convergence sociale « pour toute les tranches d'âges »

-Le potentiel de la RN1 qui relie le sud et le nord du pays offre au projet une dimension nationale en visant l'aspect touristique

-le potentiel du jardin botanique existant qui constitue le poumon vert de la ville et permet au futur projet de s'intégrer au sein de la nature « en recréant la mémoire du lieu ancienne palmerais.



Figure 154 carte des séquences de la RN1

1.15.9 Analyse SWOT :

Tableau 19 analyse SWOT

ATOUTS		OPPORTUNITES	
<b>A1: Quartier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Richesse patrimoniale architectural et urbaine</li> <li>- Proximité de centre historique qui a une valeur touristique culturel</li> <li>- Proximité de la route national RN1</li> <li>- L'intersection de plusieurs quartiers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situation stratégique de la ville en tant que porte du désert algérien.</li> <li>- La qualité paysagère de Tizigeranine</li> <li>- Création d'un centre vibrant dans la ville</li> </ul>	<b>O1: Quartier</b>
<b>A2: Système viaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitation des terrains par des voies principales attirante de grand public par son importance et son taux de sécurité élevé (RN1, Avenue de l'indépendance et Bd de Sellis).</li> <li>- Visibilité et forte accessibilité aux terrains d'interventions.</li> <li>- Concentration des arrêts de bus près de site d'intervention qui facilite l'attraction du public de différents partie de la ville.</li> <li>- Présence de mobilier urbain.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilité d'intégrer un projet qui cible un grand nombre de public</li> <li>- Possibilité d'utiliser at d'améliorer mobilier urbain</li> </ul>	<b>O2: Système viaire</b>
<b>A3: Système parcellaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les deux terrains ont une forme régulière rectangulaire</li> <li>- Les 2 terrains bénéficient de 4 façades</li> <li>- Présence de 2 types de tissu urbain dans le noyau historique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Des grandes parcelles</li> </ul>	<b>O3: Système parcellaire</b>
<b>A4: Système bâti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concentration des activités dans les deux pôles (pole éducatif "RN1" et pole patrimonial culturel "av indépendance)</li> <li>- Richesse de l'architecture locale ainsi que des éléments architectoniques locaux</li> <li>- L'alignement du cadre bâti est au règlement d'urbanisme</li> <li>- Prospect important dans le centre historique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equilibre de Skyline dans l'avenue de l'indépendance et déséquilibre dans les de rives de la RN1</li> <li>- Des projets de modernisation, de remise à niveau globale et des grands évènements culturels à la ville de Laghouat</li> </ul>	<b>O4: Système bâti</b>
<b>A5: Espace libres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence de jardin botanique et jardin publique comme espace vert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilité de réaménager des espace publiques</li> <li>- Possibilité de réseautage entre les espaces publiques</li> </ul>	<b>O5: Espace libres</b>
<b>A6: Analyse séquentielle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fort ressenti historique et d'appartenance dans la partie sud de périmètre d'étude</li> <li>- Sentiment de sécurité assure grâce a la visibilité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dominance fonctionnel</li> </ul>	<b>O6: Analyse séquentielle</b>
FAIBLESSES		MENACES	
<b>F1: Quartier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Noyau historique qui manque d'entretien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Densification de certain quartier qui peut être une source de nuisance sonore et circulation mécanique.</li> </ul>	<b>M1: Quartier</b>
<b>F2: Système viaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Source de nuisance sonore</li> <li>- Prospect qui dépasse les limite impacte le flux piéton et le non-utilisation de mobilier urbain</li> <li>- Manque des aires de stationnement et l'utilisation du stationnement linéaire centrale et latérale au niveau des voies.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le risque d'avoir des voies désertique et de non pas profiter d'aménagement</li> <li>- Apparaître des zones d'occupation de stationnement au trottoir</li> </ul>	<b>M2: Système viaire</b>
<b>F3: Système parcellaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manque d'aspect juridique non étudier</li> <li>- Construction anarchique au niveau de l'oasis de nord</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risque de détournement fonctionnel de certain parcelle non occupe ce qui engendre l'insécurité</li> <li>- Densification des parcelles</li> </ul>	<b>M3: Système parcellaire</b>
<b>F4: Système bâti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manque d'entretient dans la partie historique</li> <li>- Absence de caché local dans l'extension nouvelle (extravertie)</li> <li>- Forte accessibilité solaire dans la nouvelle extension</li> <li>- Utilisation des éléments architectoniques dans les nouvelles façades de façon éclectique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risque de la perte des monuments patrimoniale de la ville</li> <li>- Urbanisation anarchique au niveau de palmeraie du nord</li> <li>- Risque de non adaptation aux conditions climatiques</li> <li>- Risque d'avoir de zoning</li> <li>- L'oubli de mémoire et la perte de sa vocation à cause de l'absence des équipements touristiques et culturels.</li> </ul>	<b>M4: Système bâti</b>
<b>F5: Espace libres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manque de réseau des espace libres</li> <li>- Minéralisation des espaces libres</li> <li>- L'absence de Microclimat tel que la fraîcheur de l'eau, de la verdure et de l'ombre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absence d'orientation des visiteurs a cause de manque des espaces publics</li> <li>- Risque d'inondation au niveau la ville</li> </ul>	<b>M5: Espace libres</b>
<b>F6: Analyse séquentielle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nuisance sonores créés par la RN1 et l'avenue de l'indépendance.</li> <li>- Manque des espaces d'échange et inter- généralisation</li> <li>- La rupture séquentielle</li> <li>- Manque de gestion des déchets et faible gestion d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Occupation Monofonctionnel des grands parcelle dans RN1</li> <li>- Risque de transformation de suigia comme un lieu de déchets et qui attire les moustiques</li> </ul>	<b>M6: Analyse séquentielle</b>

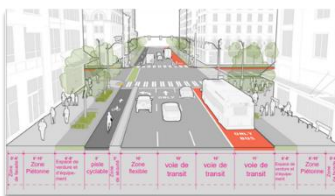
1.15.10 Synthèse analyse SWOT :

Tableau 20 : l'analyse swot source auteur :2023

	OPPORTUNITES	MENACES
ATOUS	<p style="text-align: center;"><u>Maximiser les opportunités</u></p> <p><b>AO1:</b> Profiter de la localisation stratégique de site pour projeter un projet qui va accentuer le quartier et la ville.</p> <p><b>AO2:</b> Accentuer la visibilité par un projet qui attire les gens.</p> <p><b>AO4:</b> Proposer des équipements visibles facile d'accessibilité qui valorise le piéton (piétonisation).</p> <p><b>AO4:</b> Possibilité d'équilibrer le Skyline au niveau de jardin botanique.</p> <p><b>AO5:</b> Intégrer dans le projet des espaces libres et de divertissement pour le développement des relations sociales et la création des ambiances différents.</p> <p><b>AO6:</b> Un projet qui ajout séquence a l'alignement.</p>	<p style="text-align: center;"><u>Minimiser les menaces</u></p> <p><b>AM2:</b> Encourager la piétonisation par l'installation des mobiliers urbains qui s'adapte aux conditions climatiques.</p> <p><b>AM4:</b> Valoriser la patrimoine de la ville a travers un projet inspire de l'architecture locale</p> <p><b>AM5:</b> Valoriser les écosystèmes oasiens pour un développement durable</p> <p><b>AM5:</b> Valoriser l'espace public ( jardin botanique) a travers le réaménagement afin de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• recréer la vocation oasienne (palmeraie du nord) .</li> <li>• renforce le microclimat .</li> <li>• Assure une orientation optimal des visiteurs .</li> </ul>
FAIBLESSES	<p style="text-align: center;"><u>Corriger les faiblesses en tirant partie des opportunités</u></p> <p><b>FO1:</b> Promouvoir de l'architecture locale a fin de mise en valeur cette richesse architecturale</p> <p><b>FO5:</b> Intégrer la végétation dans le projet pour:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimiser la nuisance sonore a cause des voies mécaniques</li> <li>- Créer un microclimat</li> </ul> <p><b>FO4:</b> Utilisation des éléments architectoniques pour une meilleure adaptation au condition climatique</p>	<p style="text-align: center;"><u>Minimiser les faiblesses et les menaces</u></p> <p><b>FM3:</b> Résoudre le problème de parcellaire en valorisant par des fonctions adéquates.</p> <p><b>FM4:</b> Utiliser les éléments architectoniques selon sa fonction d'origine.</p> <p><b>FM5:</b> Des espaces composés de réseautage des espaces libres.</p> <p><b>FM5:</b> Prendre en considération de l'aspect microclimatique au niveau de l'espace libre.</p> <p><b>FM6</b> Densification et multi- fonconnalisation des quartier (PDAU).</p> <p><b>FM6:</b> Eviter la rupture séquentielle a travers une injection des activités multifonctionnels.</p>

Stratégies d'intervention urbaine

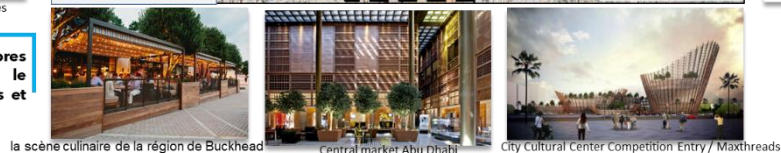
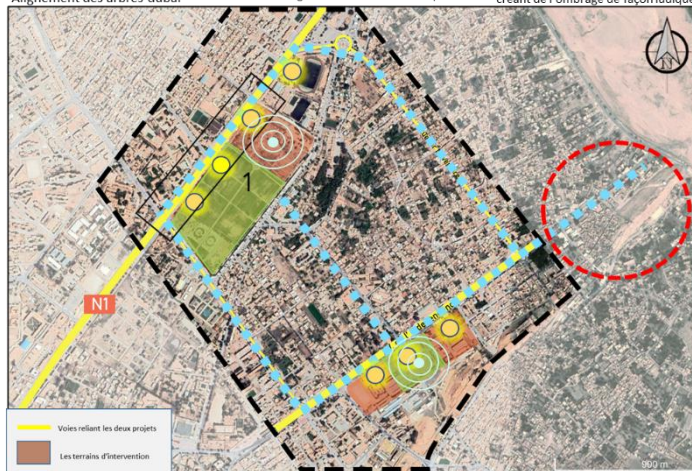
**A2:** Encourager La piétonisation par l'installation des mobiliers urbains qui s'adapte aux conditions climatiques  
Accentuer la visibilité entre les deux projets



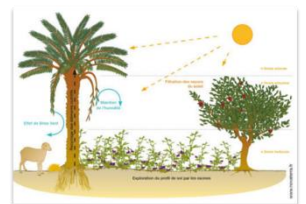
Eviter la rupture séquentielle a travers une injection des activités multifonctionnels.



Intégrer dans le projet des espaces libres et de divertissement pour le développement des relations sociales et la création des ambiances différents.



**AM3 Réaménagement et proposition de jardin public a un parc oasienne pour améliorer le microclimat**  
L'oasis traditionnelle se caractérise par la superposition de trois étages : La strate arborée ,La strate arbustive , La strate herbacée source:RADD0



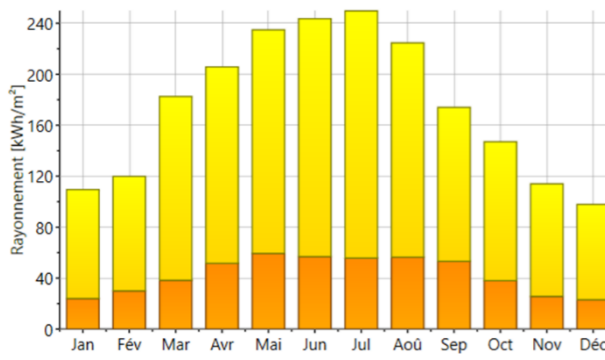
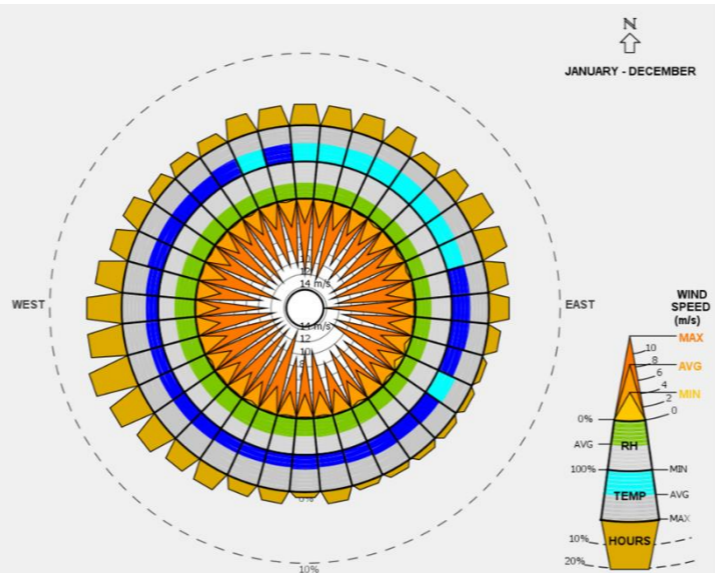
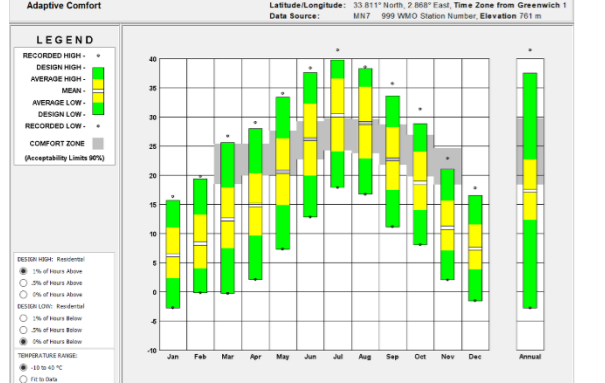
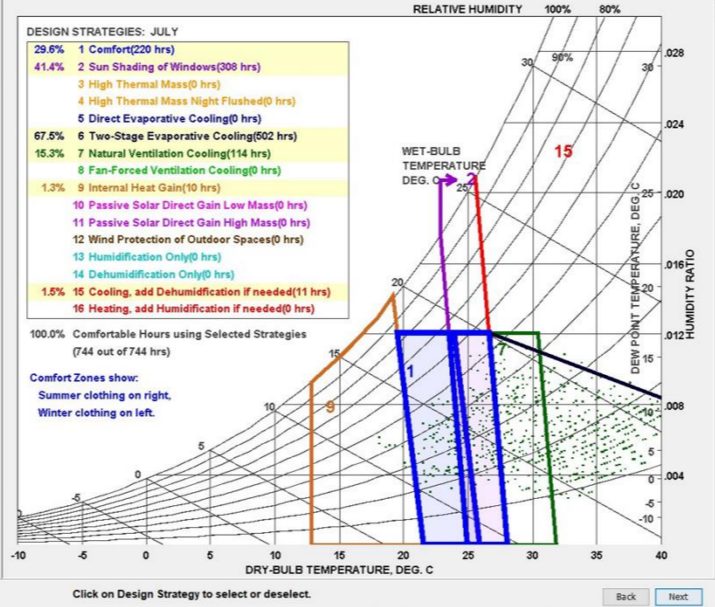
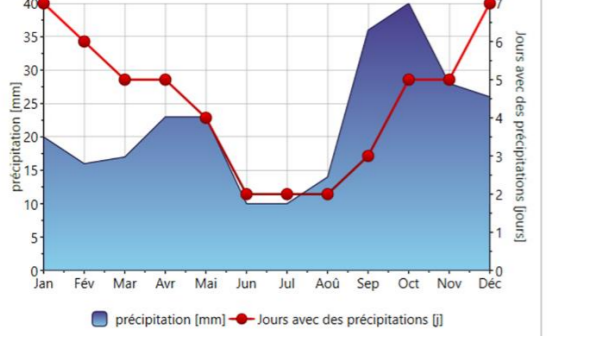
Promouvoir de l'architecture locale Restauration de vieux ksar

Possibilité d'équilibre le Skyline entre les deux rives de la RN1



**AO/Accentuer la visibilité par un projet qui attire les gens**  
**FM/Proposition de projet multifonctionnel**

1.16 Analyse climatique de la ville de Laghouat :

Rayonnement	Recommandations	Les vents	Recommandation
 <p>Figure 155 durée d'ensoleillement a Laghouat source météo norme</p>	<p>Vu la température élevée de Laghouat qui atteint 42°C il est recommandé de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se baser sur le système de rafraîchissement naturel : prévoyant des plans d'eau, et de la végétation pour humidifier l'air et assurer l'ombre afin de créer un micro climat</li> <li>Eviter les gains de chaleurs direct par des brise soleil, moucharabieh</li> <li>Réduire le nombre et la taille de l'ouverture</li> <li>Profiter de la température sous terrain pour le refroidissement naturel « puit canadien »</li> <li>Profiter du rayonnement solaire en intégrant les panneaux photovoltaïques</li> </ul>	 <p>Figure 156 : direction des vents dominants source climat consultant</p>	<p>Les vents dominants sont de direction ouest, avec le Sirocco soufflant environ 65 à 70 jours par an .Le vent du Chehili, venant du sud-ouest, est fréquent et violent, avec une vitesse variant de 15 à 30 m/s (58 à 108 km/h). Il provoque des dégâts et des dessèchements. Donc il est recommandé de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir des barrières végétales qui dispersent et ralentissent les vents</li> <li>Réduire l'impact direct par les cours intérieurs ou patio</li> <li>Mur d'enveloppe courbé qui dirigent le vent autour de la structure plutôt de le laisser s'engouffrer directement</li> <li>Jouer sur le prospect pour créer des canaux qui dirigent le flux d'air de manière à ralentir sa vitesse</li> </ul>
<p>Temperature mensuelle</p>		<p>Diagramme de szokolay</p>	
 <p>Figure 157 : variation de température mensuelle de Laghouat source :climat consultant</p>		 <p>Figure 159 : diagramme psychrométrique de Laghouat pour le mois de Juillet source climat consultant</p>	<p>La lecture du diagramme psychométrique nous montre que pendant le mois de juillet, le climat n'est confortable que pendant 29.8% à cause des températures élevées que connaît la ville de Laghouat et qui peut dépasser les 42°C. Avec la gestion de la ventilation, le confort peut être amélioré de 15.3% et le besoin en climatisation reste important avec 67.5%. Les stratégies passives proposées par le modèle s'articulent principalement autour de la protection solaire (de 41.4%) et de rafraîchissement par évaporation (près de 70%).</p> <p>Il est recommandé également de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Usage du patio comme régulateur thermique agissant sur la ventilation et la protection solaire.</li> <li>Améliorer le microclimat « eau et végétation »</li> <li>Améliorer l'enveloppe par des matériaux à forte inertie thermique de Minimiser les espaces de déperditions thermiques</li> <li>Utilisation de type de vitrage performant</li> </ul>
<p>Precipitation</p>	<p>Pluies rares, torrentielles par moments</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Il est recommander de choisir les types de vegetations adaptées au climat aride</li> <li>Preserver et économiser l'eau</li> </ul>		
 <p>Figure 160 les précipitation a Laghouat source météo norme</p>			

### 1.17 Synthèse générale et recommandations

Nous avons ressorti les recommandations suivantes pour notre futur projet d'après l'analyse diachronique, synchronique et analyse d'exemple

<p><b>Analyse diachronique</b></p>	<p><b>Se référer de l'architecture locale :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Typologie</b> introvertie du <b>patio haouche</b></li> <li>• <b>Gabarit</b> ne dépasse pas r+3</li> <li>• <b>Tissu urbain arborescent</b> : circulation selon des parcours étroits ombragé</li> <li>• <b>Fenêtre</b> : des petites fenêtres</li> <li>• <b>Orientation</b> : nord-est sud-ouest de vieux ksar</li> <li>• <b>Forme</b> : carré avec une compacité optimale</li> </ul> <p><b>Couleur</b> : claire qui s'adapte au climat local pour un minimum de captage et de stockage des rayons solaires</p>
<p><b>Analyse urbain et orientation de PDAU</b></p>	<p><b>Implantation</b> : une implantation centrale du projet pour l'insertion dans un environnement naturel et en s'éloignant de la nuisance sonore de la rn1</p> <p><b>Emprise du sol</b> : 0.25 avec cos 1</p> <p><b>Prospect</b> : distance minimale pour diminuer la chaleur et l'incursion des vents de sables.</p> <p><b>Création de séquences</b> sur la voie rn1 en projetant plusieurs activités d'ambiance</p> <p><b>Réaménager</b> le trottoir par des aires de repos de rencontre qui assurer la connectivité entre les habitants de la ville</p>
<p><b>Analyse SWOT</b></p>	<p><b>Analyse swot:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Valoriser l'espace public à travers le <b>Réaménagement</b> de jardin public a un parc oasien pour améliorer le microclimat</li> <li>-<b>Promouvoir l'architecture locale par</b> une architecture représentative</li> <li>-<b>Accentuer la visibilité</b> par un projet qui assure une attractivité a traves la richesse fonctionnelle</li> </ul>
<p><b>Questionnaire</b></p>	<p><b>Créer des espaces de divertissement de rencontre et de loisir :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaménager le jardin botanique créant un parc à thème « oasis » qui convient à la culture locale oasienne</li> <li>• Centre de loisir culturel</li> </ul>
<p><b>Analyse des exemples</b></p>	<p><b>Les parcs :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimiser la consommation d'eau dans l'irrigation : par la plantation d'espèce végétaux qui s'adaptent au climat local aride tel que : <b>Washigtonia filefera / cyprée de tassili...</b>)</li> <li>• Introduction de l'eau qui contribue au microclimat</li> <li>• Système d'irrigation basé sur l'utilisation du zeoplant</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Multiplicité des accès</li><li>• Ouverture vers l'environnement</li><li>• Diversité d'activités « sociale , sportive ,,)</li></ul> <p><b>Des centres culturels</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>L'orientation</b> nord-est sud-ouest des bâtiments pour minimiser la pénétration solaire, d'optimiser l'ombrage, profite de l'éclairage naturel et dans le sens du vent pour assurer une aération passive</li><li>• <b>Compacité et forme</b> : carré avec une faible hauteur maxi R+3 et un prospect élevé</li><li>• <b>La circulation</b> : Valoriser la promenade architecturale à travers un système de circulation basé sur la découverte et la surprise</li><li>• <b>Organisation</b> : regroupement des différentes fonctions dans la notion des ksour</li><li>• <b>Matériaux locaux écologiques</b> : la pierre, le bois</li><li>• <b>Couleur</b> : clair avec une valeur de SRI moyenne pour éviter la réflexion ou l'absorption excessive des rayons solaires au niveau des murs</li><li>• <b>Fenêtre</b> : petite ouverture</li><li>• <b>Ventilation</b> naturelle passive par introduction de tour a vent</li><li>• Réinterprétation des éléments architectoniques locale pour une meilleure adaptation aux conditions climatiques</li><li>• <b>Enveloppe</b> ; une enveloppe poreuse ce qui permet une protection solaire inspirée du moucharabieh</li></ul>
--	---

### 1.18 Idée de projet

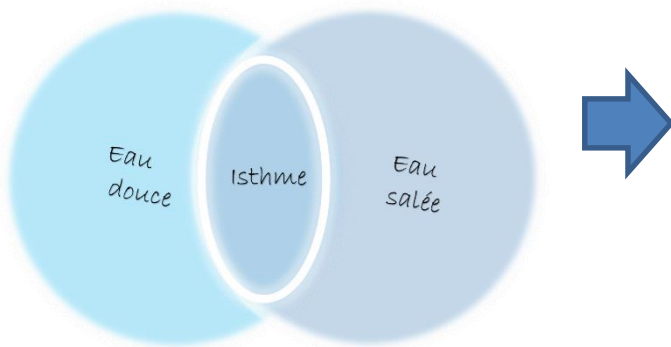


Figure 161: croquis montrant le phénomène de l'isthme

La situation stratégique du terrain, agissant comme une charnière entre le vieux ksar et la nouvelle extension, nous a évoqué le phénomène de l'isthme. Dans ce contexte, l'eau douce et l'eau salée se rencontrent, assurant une connectivité malgré leurs caractéristiques distinctes.

-Les circonstances vécues par la ville depuis sa formation jusqu'à nos jours nous poussent à envisager un projet résilient qui ravive toutes les potentialités culturelles, l'identité architecturale et paysagère de la ville. Nous avons réalisé que la clé de cette résilience réside dans la source même de toute vie sur terre : l'eau. « A partir de l'eau nous avons constitué toute chose vivante » Surat Al-Anbiya : verset 30

Et avec l'existence d'un forage d'eau au niveau du terrain d'intervention tout le projet prend naissance de cette source vitale

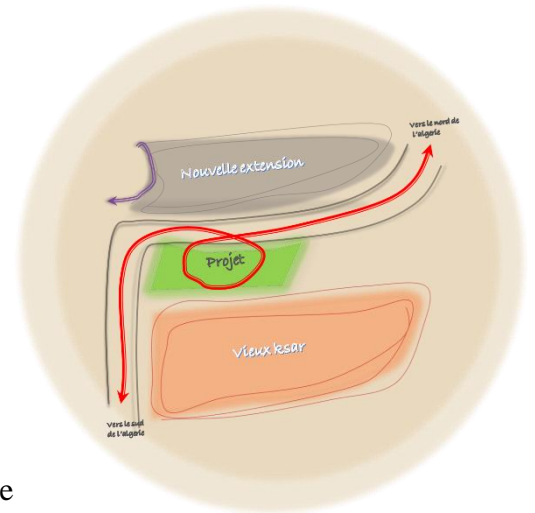


Figure 162 croquis montrant la situation stratégique du terrain source auteur

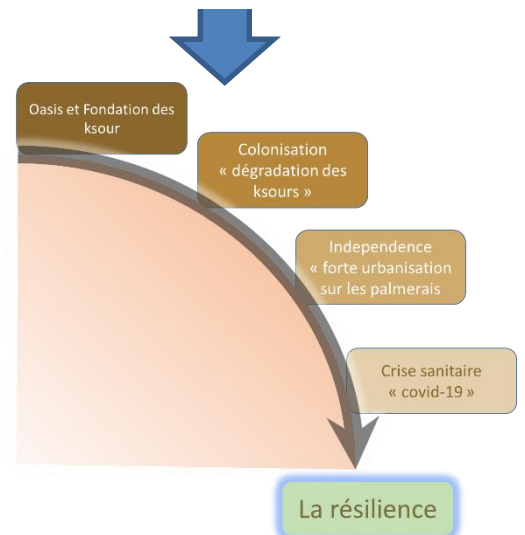


Figure 163: schéma de circonstances de la ville de Laghouat source: auteur

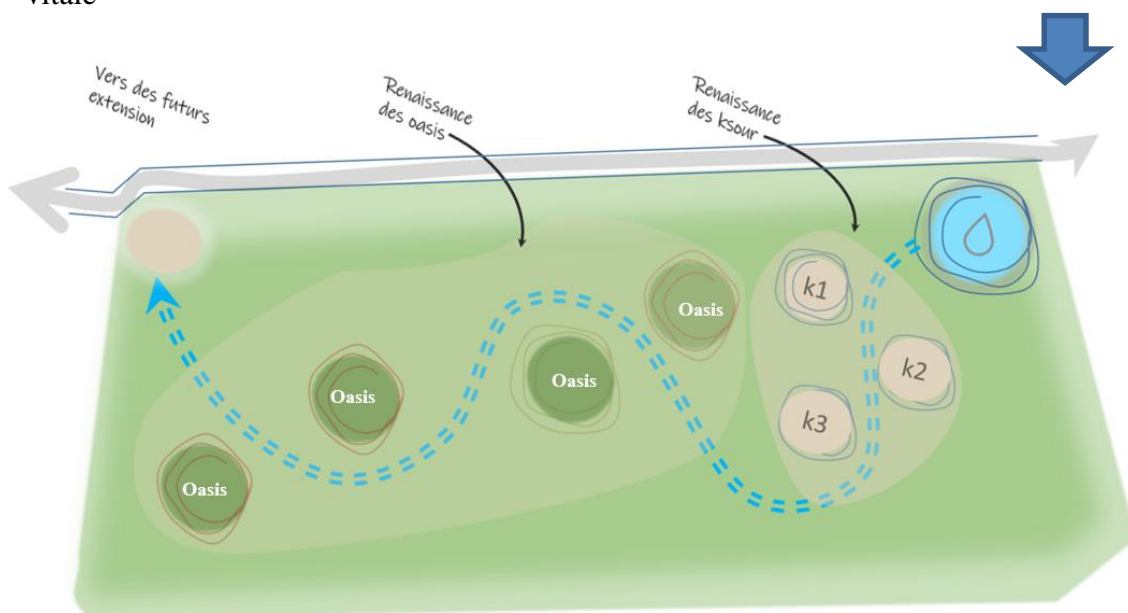
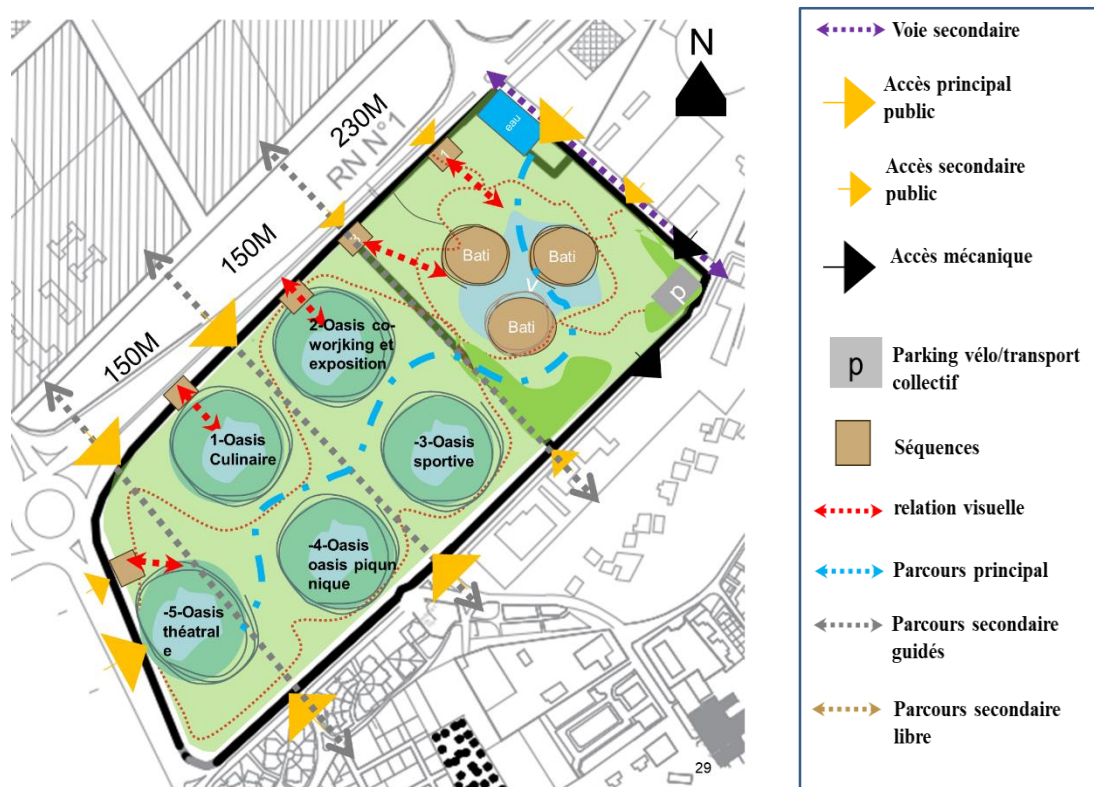


Figure 164: schéma le l'idée de projet source : auteur

### 1.19 Concepts liés au site



1. *Ouverture et perméabilité* : Accès multiples pour assurer la perméabilité et ainsi renforcer la relation entre le projet et la ville.

Des parcours guidés qui relient la partie sud ancien noyau de la ville et la nouvelle extension

Élargissement de la voie secondaire pour assurer l'attractivité du projet

2. *La hiérarchie* Hiérarchisation des accès : principale public, /secondaire public/accès mécanique

3. *Alignement* : Animation séquentielle par implantation des points d'exposition et des scènes culinaires, ces points sont implantés aux niveaux des accès offre une attractivité et de la sécurité pas besoin des points de contrôle

4. *La promenade paysagère* : un parcours qui prend son départ de l'accès principal permettant la déambulation, et la découverte de l'ensemble du projet et assurant la connectivité entre le village et les oasis et entre les oasis elles-mêmes dont ces dernières constituent des séquences le long du parcours

5. *La permanence* : conservation et exploitation de la source d'eau existe sur le terrain d'où le projet entier prend son départ

6. *La dispersion* : l'organisation des 5 oasis projetées est basée sur le concept de dispersion issu de l'organisation des anciens ksour périphérique de la ville



1.20 Concepts liés au programme

<b>Fonction mère</b>	Loisir	Dans le but d'assurer l'attractivité du projet cette fonction vient renforcer l'ensemble des fonctions mère de projet et compléter les activités environnante (complexes sportive). Elle implique les activités de détente, de sport, de jeux, et de récréation. Elle augmente la qualité des services proposés sur place	<b>Fonction secondaire</b>	Animation et exposition	C'est une fonction d'intérêt attractif, d'exposition et de découverte des différents domaines culturels
	Formation et création	Dans le but d'enrichir les compétences de publique spécialisé et l'acquisition des initiations et des savoir-faire notamment les femmes au foyer, ce qui leur permet de créer leurs propre projets (start-up) dans le but de préserver et promouvoir le patrimoine matériel de la région		Documentation	L'espace où les individus trouvent par eux même les moyens d' étoffer leurs connaissances acquises dans les différents domaines
	Echange et communication	Constitue la fonction majeure du centre, pouvant accueillir des activités culturelles dédiées aux spectacles sur scène		Restauration et commerce	Des espaces de restauration et consommation aménagés en espace de repos et pour rendre l'équipement rentable on trouve les locaux commerciaux qui proposent des produits en relation avec l'art de scène.
		Gestion		Cette fonction assure la gestion, l'organisation et la direction des différentes structures qui constituent l'équipement	
		Gestion technique		Elle englobe les travaux de maintenance, stockage, les locaux de climatisation et de chauffage.	

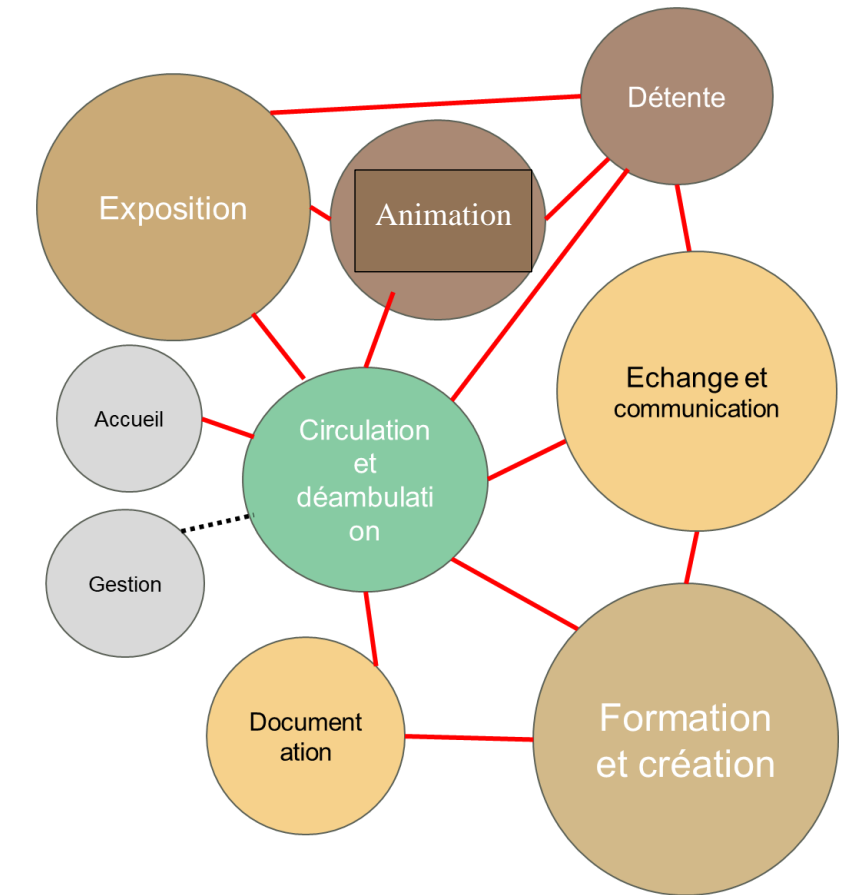


Figure 166: organigramme fonctionnel source : auteur

- Distinction** : Une organisation fonctionnelle qui se distingue par sa structure en trois regroupements distincts. Chaque regroupement fonctionnel constitue un ensemble d'activités diverses liées à la même fonction mère.  
Les 3 regroupements sont :  
Regroupement de festivité : ksar El Dakhla  
Regroupement de loisir : ksar El Tarouiha  
Regroupement culturel : ksar Ben Kerriw
- Union** : Pour garantir le dynamisme et l'interaction sociale tout au long du projet, les trois regroupements sont unifiés par l'activité de l'exposition, qui servira également d'activité interactive. Ainsi, l'exposition deviendra le point central où les différentes activités se rejoignent, favorisant ainsi l'engagement et la participation des participants et visiteurs.
- Hiérarchie** : Les fonctions du projet sont hiérarchisées en fonction du public cible afin de répondre au mieux à leurs besoins spécifiques.

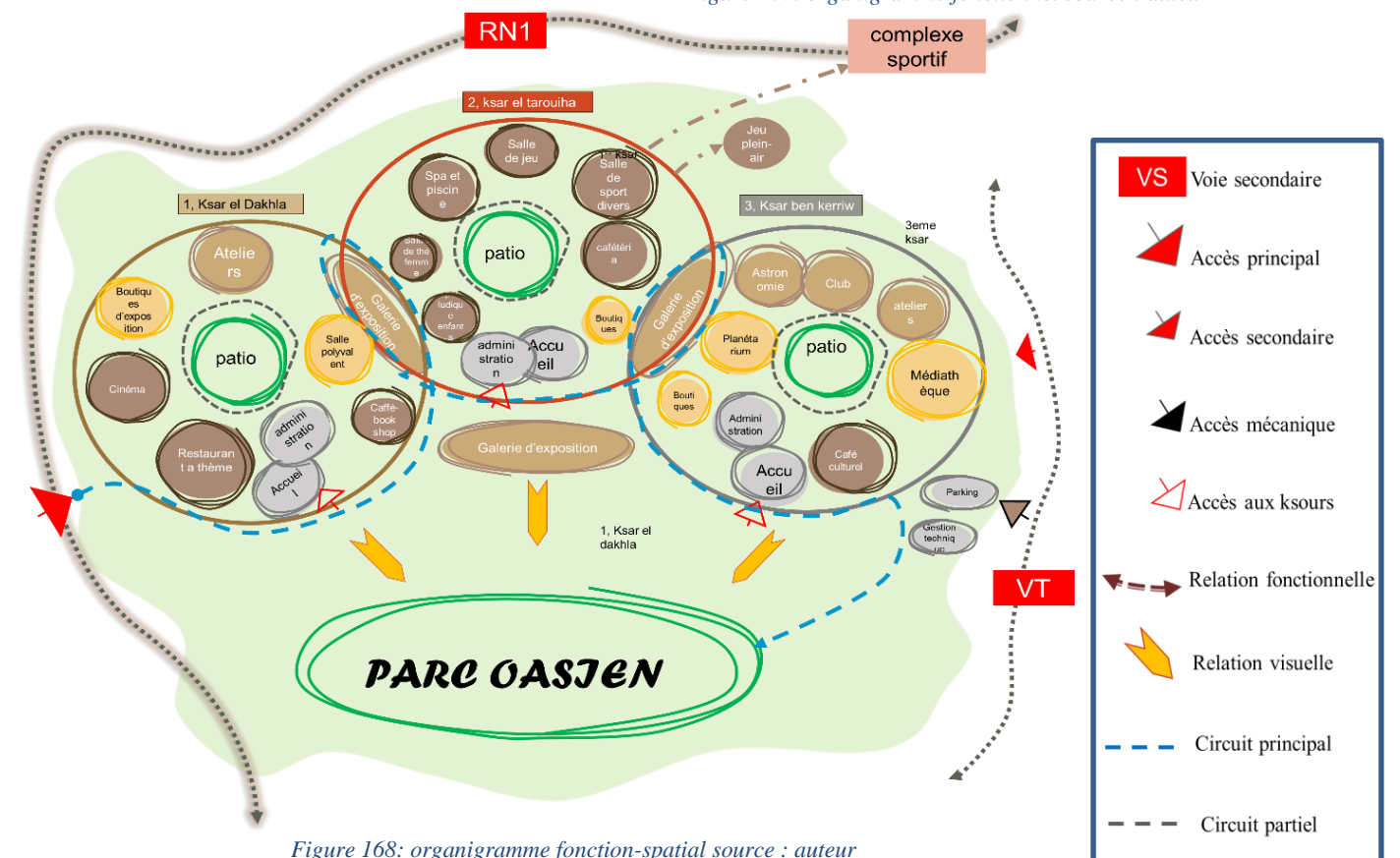


Figure 168: organigramme fonction-spatial source : auteur

**Organisation spatiale**

- *Organisation spatiale* : Chaque ksar est organisé de manière centralisée autour d'un patio, favorisant l'interaction, la continuité spatiale et visuelle, ainsi que les échanges sociaux.

- *Mode de circulation* : Le mode de circulation comprend un parcours principal linéaire qui relie les trois ksour, assurant l'interaction et l'unité de l'ensemble du projet. Il y a également des parcours secondaires autour du patio pour la circulation à l'intérieur de chaque ksar, et des ruelles qui relient les espaces publics et les patios « semi-publics ».

Circulation verticale : Chaque entité (ksar) dispose de sa propre circulation verticale assurée par des escaliers et des ascenseurs dédiés.

- *Hierarchisation des espaces* : Les espaces sont hiérarchisés en fonction du public ciblé, tant horizontalement que verticalement. Les espaces publics accueillants sont situés au rez-de-chaussée et donnent sur le patio ou le parcours principal, tandis que les espaces spécialisés, tels que les bureaux d'administration ou d'association, se trouvent aux étages supérieurs.

Espace d'accueil et d'orientation : Chaque ksar dispose d'un espace d'accueil et d'orientation qui est accessible depuis le parcours principal, assurant ainsi le bon fonctionnement de l'ensemble du projet.

**Illustrations**

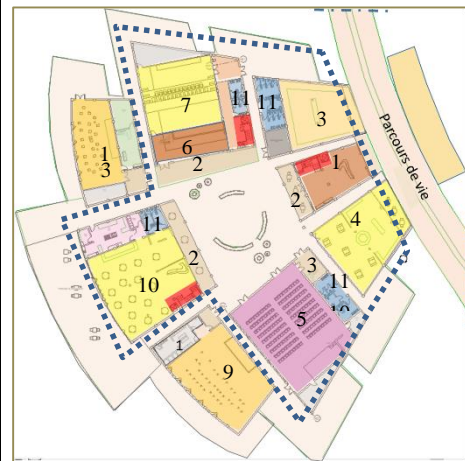


Figure 170: organigramme spatial du réez de chaussée ksar Al-Dakhla source : auteur

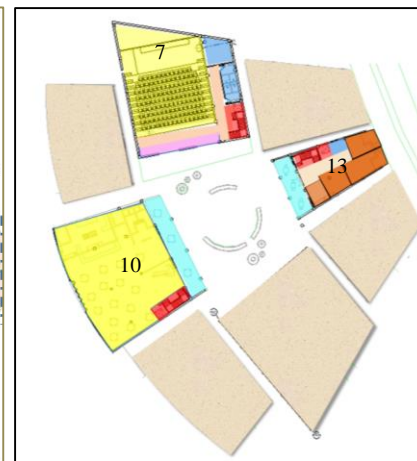


Figure 169: organigramme spatial 1er étage ksar Al-Dakhla source : auteur



Figure 173: organigramme spatial reez de chaussée ksar Al-Tarouiha source : auteur

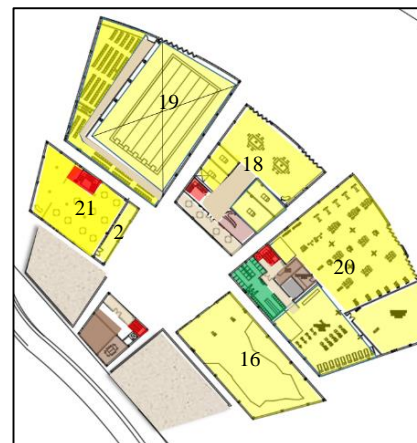


Figure 172: organigramme spatial 1er étage ksar Al-Tarouiha source : auteur



Figure 175 organigramme spatial du réez de chaussée ksar Ben-Kerriw source : auteur

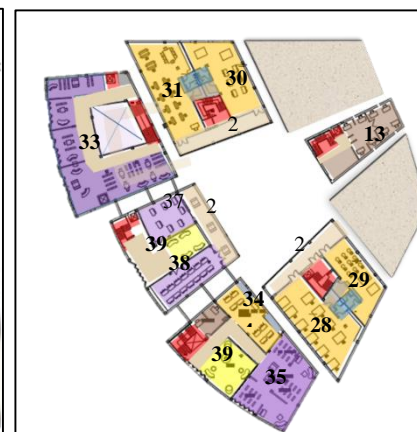
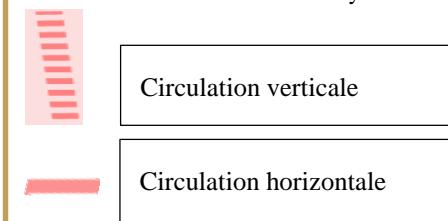


Figure 174 organigramme spatial du 1er étage ksar Ben-Kerriw source : auteur

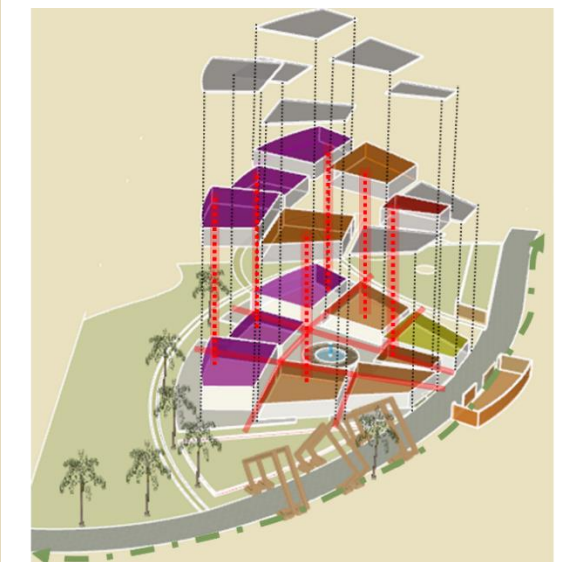
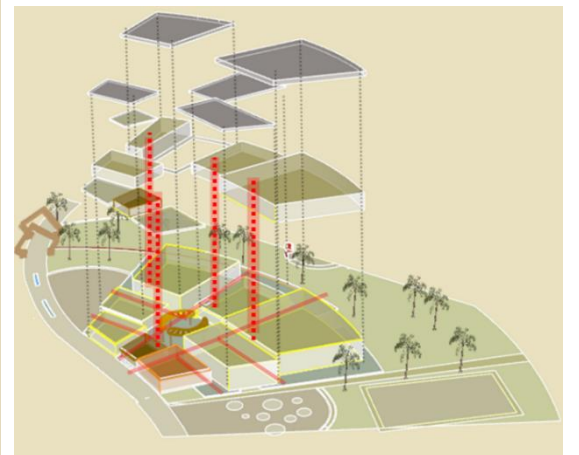
- |   |  |
|---|--|
| 1-accueil et orientation                    | 21-Cafeteria                           |
| 2-galerie                                   | 22-Salle Café-culturel                 |
| 3-SAS d'entrée                              | 23-Boutique et 24-                     |
| 3-salle d'exposition                        | exposition artisanale                  |
| d'instruments musicaux                      | 24-Atelier d'épicerie local            |
| 4-café-book-shop                            | 25-Atelier de cuisine traditionnelle   |
| 5-salle polyvalente                         | 26-Atelier de poterie                  |
| 6-accueil cinéma                            | 27-Atelier dessin et peinture          |
| 7-salle de cinéma                           | 28-Atelier de broderie                 |
| 8-salle de musique                          | 29-Atelier de couture                  |
| 9-salle de danse                            | 30-Atelier de tissage                  |
| 10-restaurant                               | 31-Atelier de calligraphie             |
| 11-sanitaire                                | 32-Atelier de biodiversité             |
| 12-stockage                                 | 33-Bibliothèque section adulte         |
| 13-bureaux d'administration                 | 34-Bibliothèque section enfant         |
| 14-jeux ludique enfant                      | 35-Salle de lecture section adolescent |
| 15-boutique et exposition d'outils sportifs | 36-Salle de travail en groupe          |
| 16-salle d'escalade                         | 37-Vidéotheque                         |
| 17-salle de jeux « bowling +jeux vidéo »    | 38-Cyber espace                        |
| 18-Spa                                      | 39-foyer                               |
| 19-Piscine                                  |  |
| 20-Salles de sport                          |  |



Circulation verticale

Circulation horizontale

**LEGENDE**



## 1.21 Concepts liés à l'architecture

### 1. La résilience :

redonner à la ville sa résilience perdue au fil des années pour s'adapter au mieux au changement climatique Redonner vie à l'histoire architecturale du lieu qui a perdu son essence au cours du temps et de circonstances difficiles par un projet sous forme de 3 villages de typologie architecturale ksourienne locale unifiés par une promenade ombragée, au sein des jardins oasiens mettant en évidence l'aspect naturel qui existait autrefois dans les villes arides.

### 2. La métaphore :

Une structure légère en bois de feuilles de palmier comme un couvert poreux de parcourir à ciel ouvert, suit un mouvement dynamique de djebel el dakhla

### 3. L'expérimentation :

Un espace doit d'être expérimenté contrairement à une belle sculpture qui ne peut qu'être vue par une conception d'un parcours inspiré des ruelles du vieux ksar offrant une sensation de découverte

### 4. La régularité

Partant d'une forme et volumétrie de géométrie régulière

### 5. Le raisonnement par essence :

Partant de la définition d'un ksar qui signifie le développement d'un village au sein d'une palmeraie « oasis » autrement dit Ksar: Le "ksar" désigne le village fortifié qui historiquement regroupait des communautés, que l'on retrouve généralement à côté des jardins oasiens Arrivant à un Projet : "projet" qui désigne des villages qui regroupent des activités dédiées aux communautés publiques « de loisir culturel », que l'on retrouve à côté des jardins oasiens.

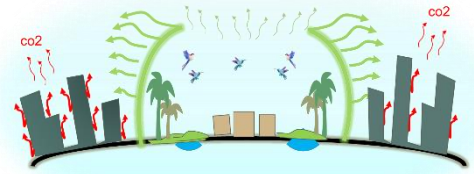


Figure 1806: schéma de la résilience de la ville source auteur : 2023

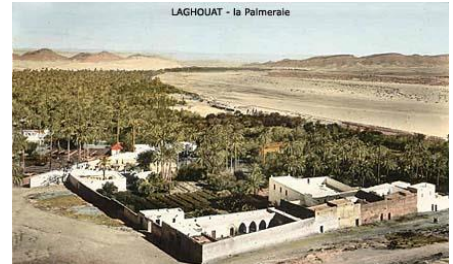


Figure 1797: les palmerais perdues de Laghouat

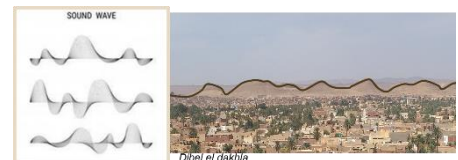


Figure 1788 djebel al-Dakhla

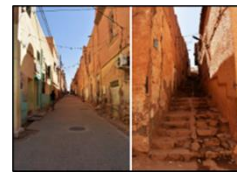


Figure 1779 ruelle du vieux ksar



Figure 180 patio d'une habitation à Laghouat

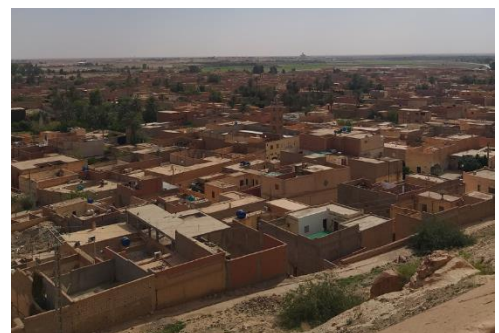


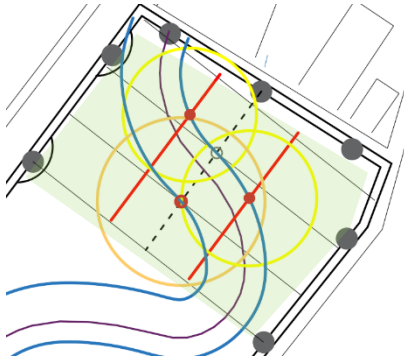
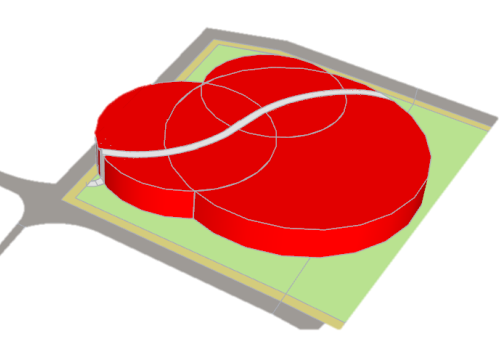

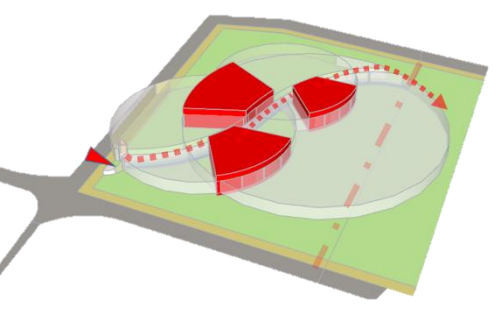
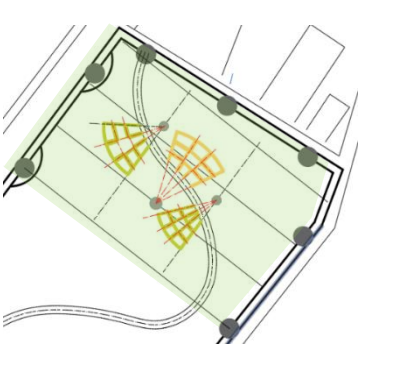
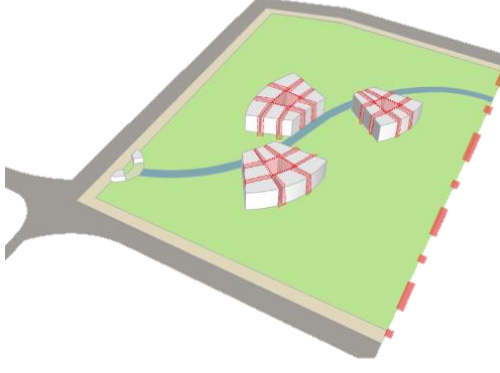
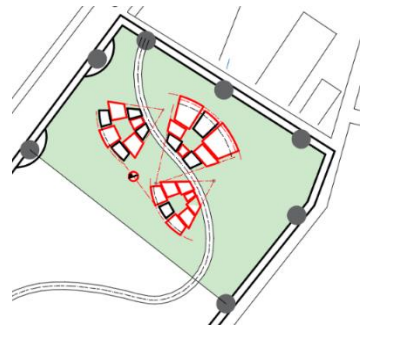
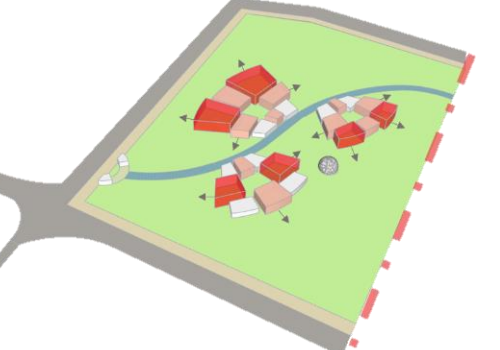

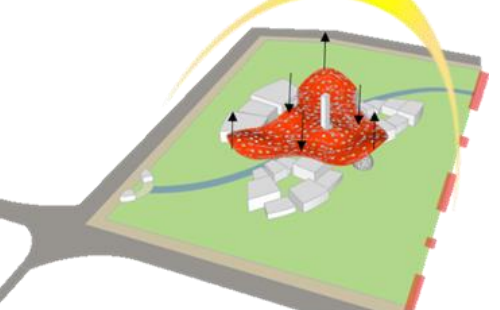
Figure 1761 vue panoramique sur les maisons à patio de Laghouat

Tentatives de la genèse de forme :



1.21.1 Genèse de forme

			<p><b>Etape finale</b></p>
<p><b>Etape 1 : le trajet de vie :</b> Structuration du projet selon une trajectoire « bleu » de forme fluide qui prend son départ du forage d'eau existant suivant un tracé formé de 4 ellipses de diamètres 120m*140m (référence aux dimensions des terres agricoles des anciennes palmeraies)</p>	<p><b>Etape 2 : agglomération au cœur d'une oasis</b> - Prolongement des axes de voies existantes pour créer les accès principaux et les parcours guidés reliant le nord et le sud de la ville et qui traversent le parc oasis. -Division du terrain en 3 en référence aux 3 ksour existés autrefois, pour déterminer les centres géométriques de chaque Ksar projeté. -alignement des centres géométrique des ksour le long d'un axe fictif, en référence à l'axe commercial qui structurait les ksour</p>	<p><b>Etape 3 : promenade autour d'oasis</b> Superposition de plusieurs cercles de différents diamètres afin d'obtenir des formes organiques réservées aux parcours de promenade rapemelant une oasis naturel</p>	

	<p><b>Etape 1 : ancrage historique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Division de terrain en 3 dans sa longueur</li> <li>- Glissement des centres géométriques vers les intersections entre la trame bleu et les lignes de divisions</li> <li>- Les diamètres de base 120m et 140m</li> </ul>		<p><b>Etape 1</b></p> <p>Emboitement de 3 volumes cylindriques constituant les volumes de base des ksours</p>
	<p><b>Etape 2 : la formation des ksours</b></p> <p>-Une pré-délimitation de la zone de chaque ksar sur la même trajectoire de vie au sein d'une oasis suivant un tracé en éventail</p>		<p><b>Etape 2</b></p> <p>Soustraction de cylindres afin d'obtenir une composition détachée et structurée traversés par un espace vide</p>
	<p><b>Etape 3 : expérimentation de l'espace</b></p> <p>Division de la forme en 3 parties de chaque cotés selon la trame en éventail projetant des évidements qui constitue des ruelles</p> <p>Soustraction de l'entité centrale pour un évidement rappelant à l'organisation urbaine autour des places « rahba »</p>		<p><b>Etape 3 : Perméabilité</b></p> <p>Soustraction de l'entité centrale de chaque volume pour obtenir un évidement central « patio »</p> <p>Soustraction des volumes constituant les ruelles afin d'assurer la perméabilité vers l'espace extérieur tout en assurant l'introversion</p>
	<p><b>Etape 4 : l'extension adaptative</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformation dimensionnelle distincte de chaque sous entités pour une forme éclatée à base du besoin fonctionnel et donc spatial (concept ksourien)</li> </ul>		<p><b>Etape4 : la distinction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eclatement de chaque sous entité selon un besoin adaptatif ce qui aboutit à des compositions volumétriques distinctes</li> <li>- Création de 3 niveaux de hauteur pour créer un Sky-line dynamique.</li> <li>- Intégration d'un volume sphérique comme touche futuriste pour évoquer l'avenir et symbolisant la forme de la terre et la fonctionnalité du planétarium à l'intérieur</li> </ul>
	<p><b>Etape 5 : la promenade sous l'ombre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Création des segments reliant les ruelles qui représente les diamètres des cercles</li> <li>- La ligne courbe s'étend au-dessus de l'espace extérieur et se rétrécit au-dessus des bâtiments (concept dualité)</li> <li>- Ou son centre de gravité est la tour à vent, faisant référence aux mâts des tentes ou "kheima" traditionnelle.</li> </ul>		<p><b>Etape 5</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unification de la composition par une structure d'ombrage courbée se fondant avec le sky-line des volumes créant ainsi des espaces de regroupement à la fois ouverts et ombragés</li> <li>- Dualité entre le dynamisme des lignes courbées de l'ombrière et la stabilité des volumes des bâtiments</li> </ul>

1.21.2 Composition de la façade

Dans la conception de la façade, notre vision était d'allier le patrimoine architectural local à la contemporanéité, en l'intégrant dans un environnement chaud et aride. Offrant ainsi une solution architecturale durable et cohérente.

**Géométrie :** La façade présente une symétrie dans sa conception, avec des éléments verticaux équilibrant les volumes horizontaux. Les ouvertures sont réduites, suivant le concept d'introversion

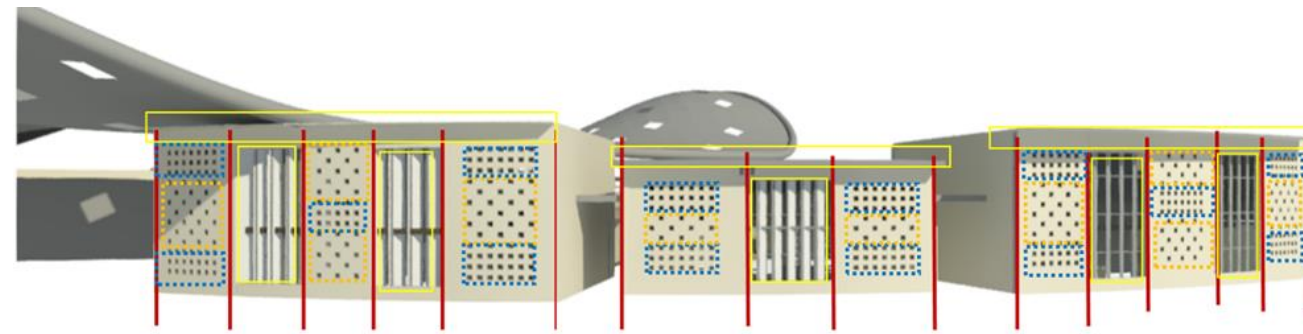


Figure 182: façade extérieure source: auteur

**Fusion :** La façade est conçue pour créer une perception d'espace continu, renforçant l'unité architecturale et l'identité globale du bâtiment.

**Modénature:** Les ouvertures en biais et la toiture en casquette marquent la façade et offrent une protection solaire contre les rayons directs, agissant comme un brise-soleil horizontal.

**Dynamisme :** Le motif de moucharabieh est intégré à la façade, créant une dynamique grâce à l'espacement, au rapprochement et à l'alternance des motifs. Il joue également un rôle bioclimatique en filtrant les rayonnements solaires.

**Chromatique :** La teinte beige de la façade est choisie pour se fondre dans le paysage aride environnant et pour refléter davantage de rayonnement solaire.

Les façades intérieures se caractérisent par leur transparence grâce à de grandes ouvertures, assurant une continuité visuelle avec le patio. Tout en assurant une isolation thermique efficace par un double vitrage en combinaison avec les murs en moucharabieh comme élément architecturale traditionnel

**Géométrie :** le tracé de la façade est basé sur le principe de symétrie

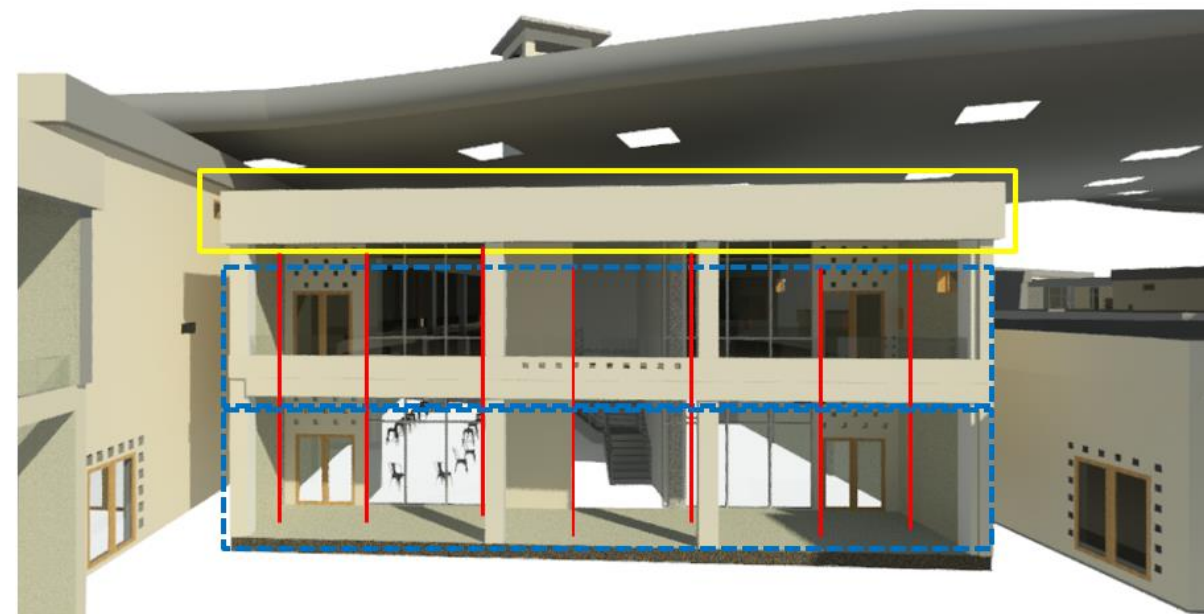



Figure 183: façade intérieure source: auteur

**Fusion :** la transparence de la façade favorise la fusion en créant une connexion visuelle entre l'intérieur et l'extérieur

**Modénature :** La galerie constitue une structure architecturale qui s'étend en saillie depuis la façade elle ajoute également de la profondeur et de la dimension à l'apparence générale du bâtiment.





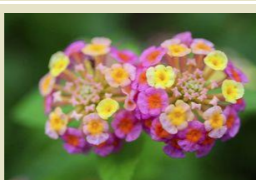



**Dynamisme :** L'utilisation alternative des murs en moucharabieh et de bais vitrées contribue au dynamisme de la façade. (jeux de plein et de vide )

1.22 Dispositifs actifs et passif du projet :

Forme	Ombrière	Matériaux	Eléments de la façade
<p>Utilisation du patio comme régulateur thermique et de micro climat Les ruelles qui assurent l'ombre en circulant avec un prospect de : 0.25</p> <p>Mur d'enveloppe courbé qui dirige le vent autour de la structure plutôt de le laisser s'engouffrer directement</p>  <p>Figure 185 vue de façade extérieure de ksar ben kerriw</p>  <p>Figure 184 vue sur le patio "rahbat al-tarouiha"</p>	<p>Une structure d'ombrage afin de créer des espaces extérieurs à la fois ouverts et ombragés, ce qui permettra d'améliorer le microclimat et de favoriser les regroupements."</p>  <p>Figure 186: vue sous ombrière</p>  <p>Figure 187vue de l'ombrière depuis l'espace extérieur</p>	<p>-utilisation du bois de palmier pour la structure de l'ombrière</p> <p>-utilisation de la brique de terre crue pour les murs extérieurs et la pierre pour le pavement du patio pour leur inertie thermique</p> <p>-utilisation du double vitrage</p>  <p>Figure 188 schéma de principe du double vitrage source <a href="https://contrastearquitectonico.com/">https://contrastearquitectonico.com/</a></p> 	<p>-Utilisation de moucharabieh comme brise soleil</p> <p>-le vide entre les briques et la cavité d'air ventilée entre la maçonnerie et le double vitrage assurent qu'il y a très peu de chaleur directe transférée de l'extérieur à l'intérieur</p> <p>-utilisation des ouvertures en baies pour contrer les rayons de soleil direct</p>  <p>Figure 189 ombrage des ouvertures du projet source: auteur Figure</p>  <p>190 rôle bioclimatique De la moucharabieh</p>
<p>Tour à vent</p> <p>offre la possibilité de rafraîchir à la fois l'espace extérieur ombragé et les patios de chaque ksar en favorisant la circulation de l'air à travers les ruelles.</p>  <p>Figure 191 principe de fonctionnement de la tour à vent</p>  <p>Figure 192 tour à vent du projet</p>	<p>Puits canadien</p> <p>Comme système de ventilation passif qui tire parti de la température constante du sol pour climatiser naturellement l'air intérieur.</p>  <p>Figure 1 Les 4 principaux éléments d'un puits canadien/provençal source : guide pratique les puits canadien Centre Technique des Industries Aéronautiques et Thermiques</p>	<p>Gestion économe de l'eau</p> <p>Utilisation du Zeoplant pour économiser l'eau d'irrigation de 50 %, améliorer la qualité du sol et favoriser la croissance des plantes.</p>   	

Végétations adaptées au climat aride :

Tableau 21 liste de végétation adaptée au climat aride source : programme d'identification de végétations « PictureThis V3.43 »

La famille	Espec	Photos	Type de feuille	Besoin en eau	Hauteur à maturité	Largeur à maturité	Type d sol	Caractéristique thermique	Production
arécasees	Washigtoni a filefera : arbre palmier		Persistant	Moyen	20 a 25m	4a7m	Il s'adaptent a tout les sols surtout calcaire Humidité du sol: drainé ou sec	Résistant a la sécheresse	/
Fabacézs	Prosopis glandulosa		Persistant	Tolérant a la sècheresse Faible arrosage	14 m		Argile 7 acide/ neutre/alcalin	Résiste a la sécheresse à la température extrême de l'été 40 a 45 c il résiste aussi au froid 'gel' « - 22 c »	Fleur : Epis jaune légumes ; mesquite sucré
paluire	Paliurus spinachristi « lical »		Persistant	Tolérant a la sècheresse Faible arrosage	3a4m	5m	Sable /limon/crayeux/argile /acidee /neutre/alcalin	Résiste a la sècheresse 30 c	Fruitier
Verbénacés	Duranta plumieri Arbuste a fleur		Persistant	Faible arrosage	0,6 a 2	1,5 a 2m	Neutre ou acide / drainé ou sec	Résistant a a la chaleur et a la sécheresse Faible résistance au froid	Fleur bleu lilas et violette « attire les papillons »
Verbénacés	Lantana		Semi persistant	Moyen arrosage »garder humide mais pas d'accumulation d'eau	0,15 a 2m	0,2a 0,6	Sable/ limon/argile/crayeux / acide/neutre/alcalin	Résistance moyenne au froid »-1 »	Jaune orange rouge et mauve
cupressac eae	Cupressus dupreziana Le cypres de tassili		Persistant	Faible : nécessité d'arrosage seulement en période de croissance une fois par semaine capacité de capter l'eau en profondeur	3.5 à 11m		Tout type de sol tres bien drainé	Adaptatif pour tout type de climat	
Paulownia tomentosa	Paulownia	 	Caduc	Gardé humide mais pas d'accumulation d'eau	10 a 12m	Largeur de la feuille dépasse 50.cm générateur d'ombre par excellence	Sable, argile, limon, acide , neutre, alcalin	Résistant a la sécheresse et au froid	Fleur de couleur : violet ,rose, blau,blanc , lavande Fruit : marron et vert



## 1.23 Système structurel et constructif

### Système structurel des blocs

En raison de la composition formelle de projet, et afin d'obtenir de grandes surfaces libres, nous avons choisi une approche où chaque bloc fonctionne de manière autonome. Pour ce faire, nous avons mis en place deux types de structures :

- Système en poteaux poutre en béton (45\*45) cm pour la portée moins de 8m.
- Système mixte poteau béton (60\*45) m et poutre métallique en treillis pour les portées supérieures à 12m avec planche collaborant

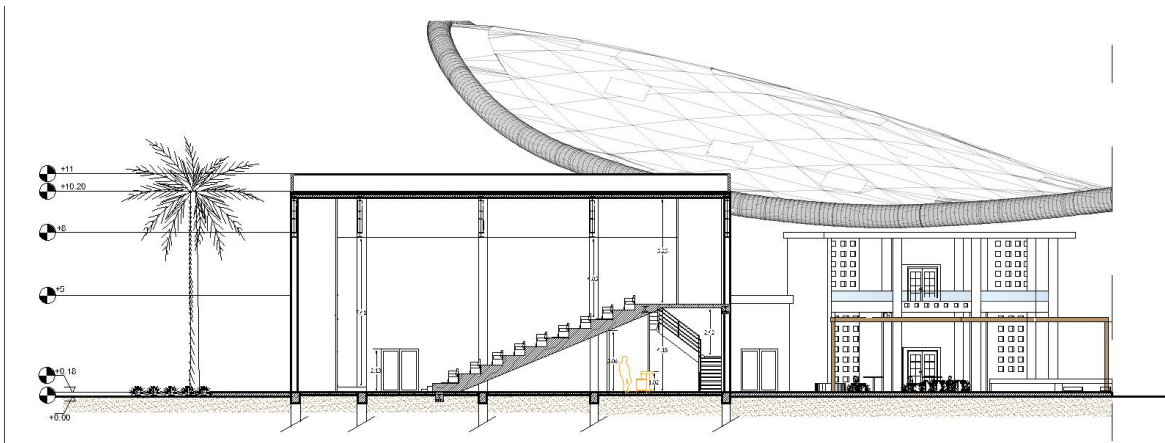


Figure 193 coupe du projet source auteur:2023

### Système structurel de l'ombrière

La structure de L'ombrière s'inscrit dans le type de grande portée en coque parabolique hyperbolique en bois lamellé collé soutenu par le noyau central en béton renforcé par des piliers en bois, le bois utilisé est recyclé de tronc de palmier

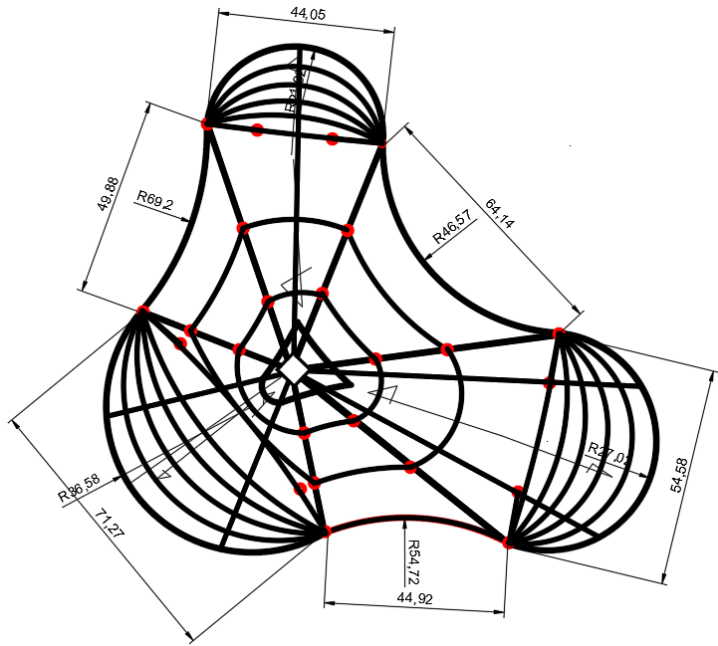
Avantage de structure en lamellé collé :

- Grande portance et grande rentabilité
- Liberté des formes et de l'architecture
- Un choix respectueux pour l'environnement avec un Faible coût énergétique
- Résistance élevée au feu :
- Résistance élevée à la déformation
- Une charpente esthétique



Figure 194 exemple structure en lamelle collé Le complexe culturel de Reyrieux. Source : <https://arborescence-concept.com/projet/complexe-culturel-le-galet/>

Ce plan schématique présente une proposition de structure avec l'emplacement des points d'appui, les poutres principales en forme d'arc, ainsi que les poutres transversales qui partent du noyau central.



### Puits canadien

GAEA est un logiciel développé par le département de physique et d'énergie solaire appliqué aux bâtiments de l'université de Siegen en Allemagne. Son objectif principal est de simuler les effets d'un puits canadien en fonction des paramètres de prédimensionnement tels que la longueur des conduits, le nombre de lignes, le diamètre, ainsi que des caractéristiques de la ventilation, comme la VMC simple ou double, et les coûts énergétiques associés.

Les paramètres intégrés :

- les données climatiques de Laghouat
- caractéristique de sol
- volume de l'espace à simulé : 1000m<sup>3</sup>

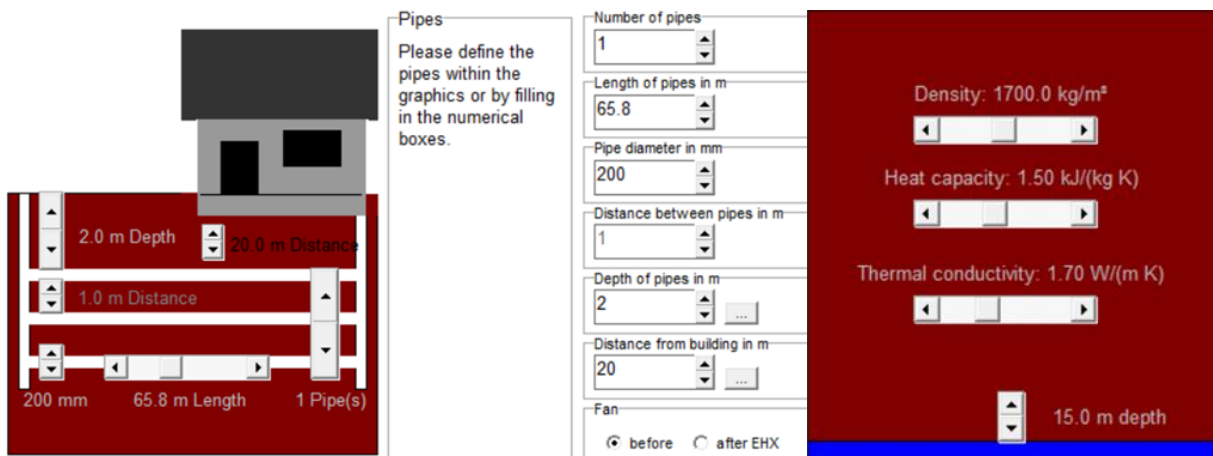


Figure 195 intégrée les paramètres de prédimensionnement dans GAEA. source auteur 2023

*Etude de comportement de puits :*

-Variation de la température de sortie durant l'année

Variation de la température de sortie durant l'année

Ce graphe montre que le puits assure du refroidissement dans les mois chauds et froids avec une température de sortie inférieure ou supérieure à celle de l'extérieur dont la différence est de 5° à 7°c.

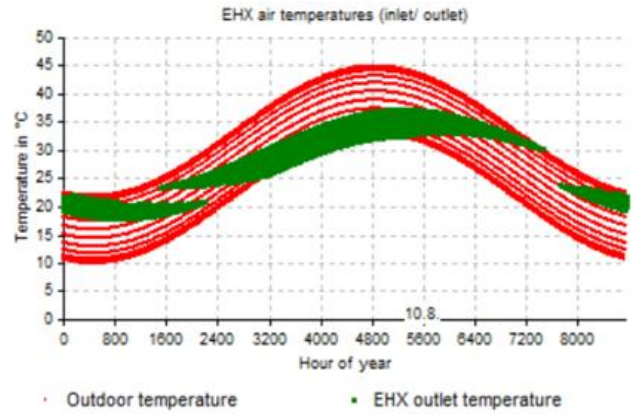


Figure 196 Graph de la variation de la température de sortie durant l'année ; source auteur2023

Évolution de la température à l'intérieur de l'échangeur

Nous constatons que la température de sol reste constante tandis qu'à l'intérieur et à la surface de tube, la température diminue.

Nous remarquons que la température à la surface de la conduite est inférieure à celle de l'intérieur. Avec 35°c à l'intérieur et 33°C à l'extérieur de la conduite pour la journée la plus chaude

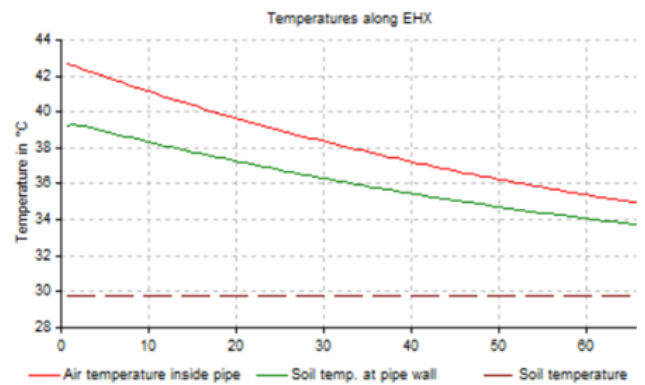


Figure 197 d'évolution de la température à l'intérieur de l'échangeur ; source auteur2023

*Calcul les paramètres optimaux de dimensionnement du puits canadien pour refroidir ou préchauffer*

Afin d'augmenter l'efficacité de puits, nous avons exécuté une simulation de calcul pour obtenir le meilleur résultat de prédimensionnement des paramètres et selon le rapport gain énergie/coûts. Les résultats sont illustrés dans le tableau ci-dessous

Tableau 22 prédimensionnement des paramètre optimale de puits canadien calculé par GAEA;source auteur 2023

Nombre de puits	Longueur de tube	Diamètre de tube	Distance entre 2 tubes	Profondeur	Gain Energie
4	75m	200mm	7.5m	5m	6618kwh/an

**1.24 Simulation thermique dynamique : de l'espace extérieur du projet par Envi-met v3.0**

Présentation de l'outil de simulation : Envi-Met est un outil de simulation environnementale largement employé dans les domaines de la conception urbaine Durable, de l'aménagement paysager, de l'architecture et de l'évaluation de l'impact environnemental. Cet outil permet de modéliser et d'analyser les conditions Climatiques et environnementales à une échelle microclimatique précise.

**Protocole de simulation :** La zone de simulation est celle de rhabat ben Kerriw pour sa symbolique culturelle

Cas 1 simulation microclimatique au niveau du patio

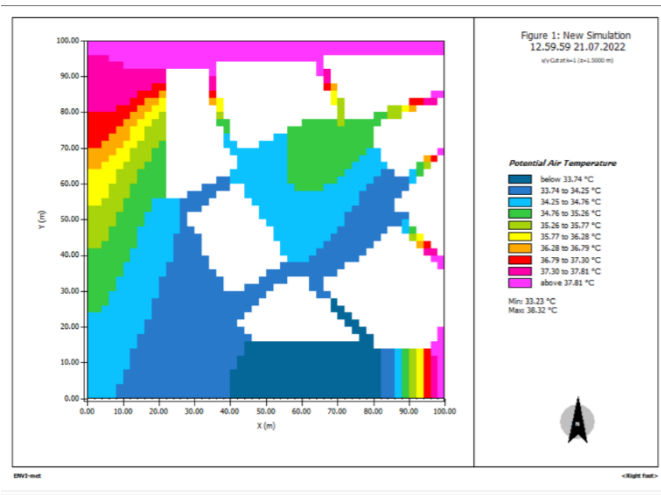
Scénario	Taille du patio	Prospect	Matériaux de mur extérieur «albedo »	Type de sol	Taux de l'eau	Taux de vegetation
A	S 496m2 15% de surface totale	0.25	Brique de terre albedo= 0.3	Pierre	/	/
B	S 496m2 15% de surface totale	0.25	Brique de terre albedo= 0.3	Pierre	Surface d'eau : 60m2 12% de la surface du patio	Dans le patio: LAD=0,18m2/m3=4,2% En espace ext est supérieur a 0,27m2/m3

Date de simulation	21.07.2022
Heure de simulation	6.00.00h
Durée de simulation	24h

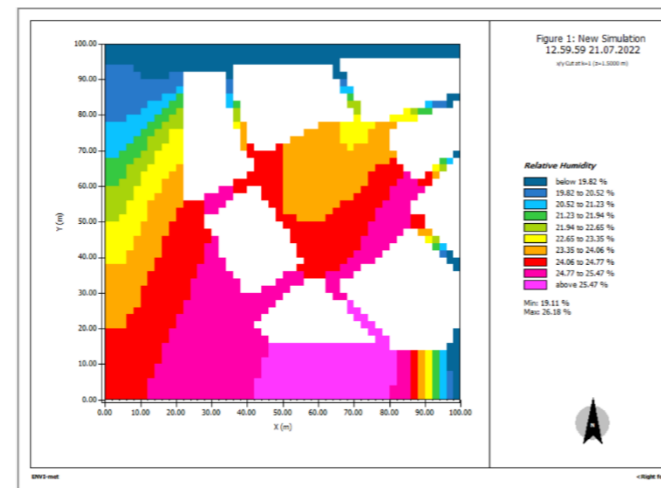


Scenario 1 : patio seulement sans végétation et l'eau

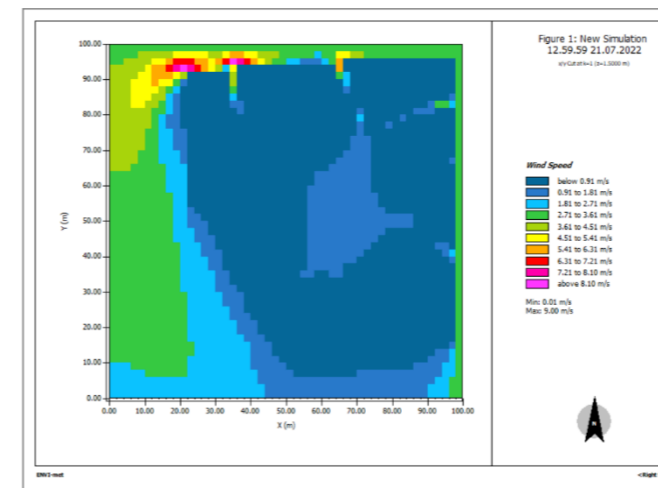
Température potentielle



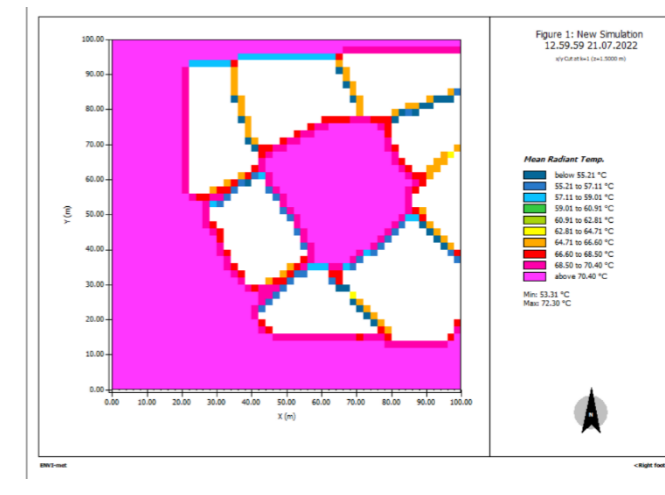
humidité relative



vitesse du vent



température moyenne radiante



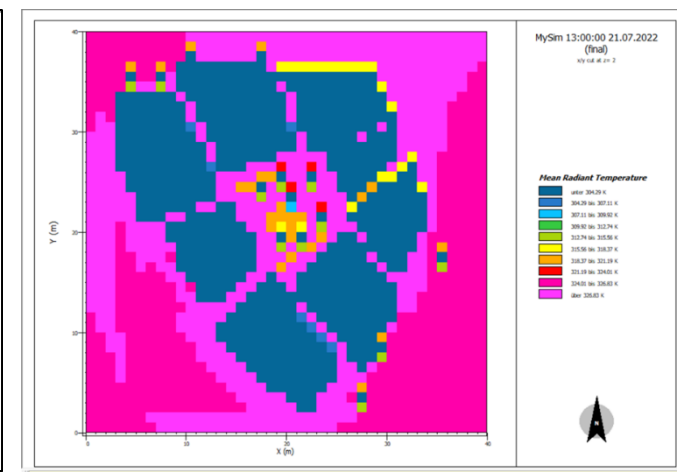
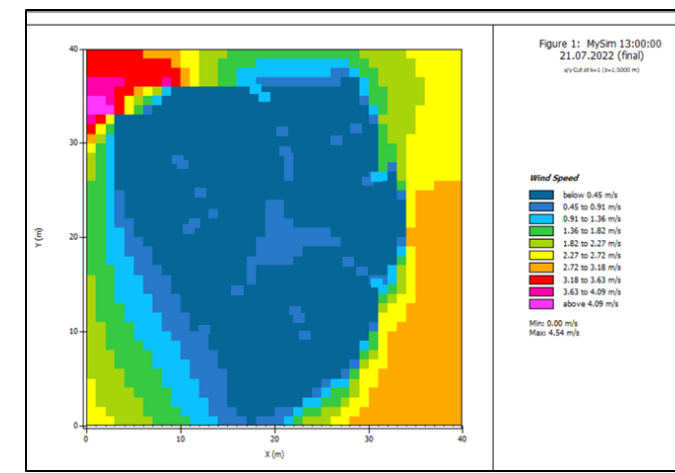
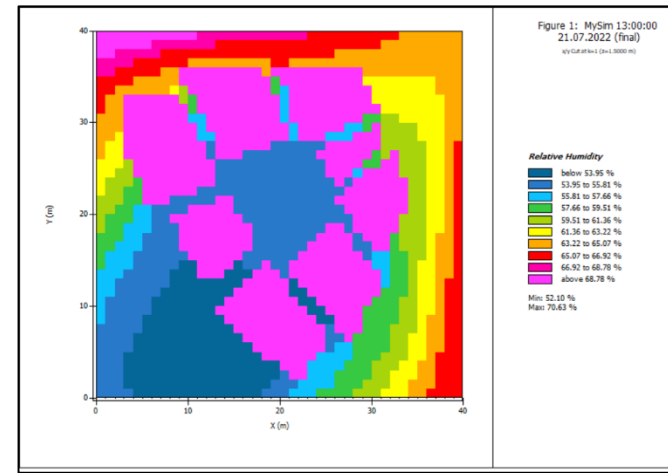
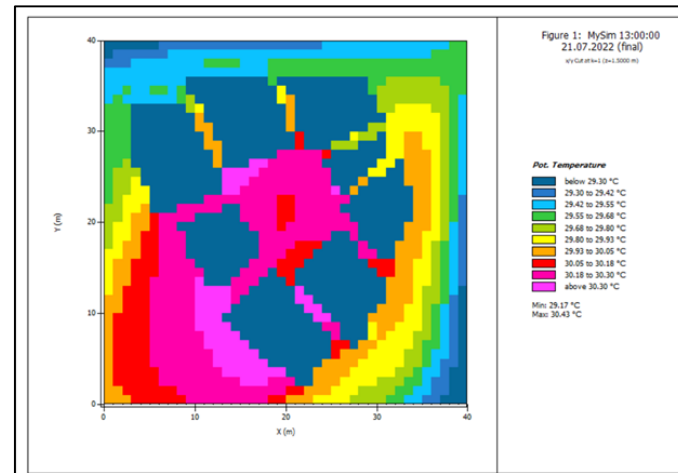
La température de l'air en présence du patio varie entre 33 et 35 °C, tandis qu'à l'extérieur du patio, elle peut atteindre 38 °C. Cela indique que cette configuration du patio peut réduire la température de l'air jusqu'à 4 °C. La température dans les ruelles est relativement supérieure à celle à l'intérieur du patio en raison des effets de piégeage de la chaleur, mais elle reste inférieure à la température de l'air à l'extérieur du projet, variant entre 36 et 37 °C

Avec seulement le patio l'humidité a augmenté jusqu'à 25% due au blocage de la ventilation : puisque le patio est entouré de murs, qui bloquent relativement le mouvement de l'air, ce qui a entraîné une accumulation d'humidité et une augmentation de l'humidité relative.  
  
Sachant que l'humidité hors patio est inférieure à 19.82 %

Au niveau du patio, brise d'air soufflant à 1.81ms m/s crée un sentiment de confort. Cette vitesse de vent se situe dans la plage de confort généralement recommandée, qui varie entre 0,5 et 2 m/s dans les espaces extérieurs.

En général, pour maintenir un niveau de confort, il est recommandé de ne pas dépasser une température radiante de 60°C à l'extérieur.  
  
La température moyenne radiante au niveau du patio varie entre 66C et 72C ce qui est inconfortable

*scenario2 : Présence de végétation et de l'eau au niveau du patio*



Cette configuration permet de réduire la température d'environ 9 degrés Celsius grâce à la présence d'arbres qui offrent à la fois de l'ombre et rafraîchissent l'air par leur évapotranspiration. De plus, la présence de bassins d'eau contribue également au rafraîchissement de l'air ambiant.

La présence des arbres et de bassin d'eau a augmenté l'humidité relative jusqu'à 55,81%, ceci est due à la libération de l'humidité par la transpiration végétale et la Surface de l'eau, ce qui est considéré confortable par rapport aux normes (plage d'humidité relative extérieur entre 30% et 70% )

Au niveau du patio, une douce brise d'air soufflant à 0,91 m/s crée un sentiment de confort. Cette vitesse de vent se situe dans la plage de confort généralement recommandée, qui varie entre 0,5 et 2 m/s.

En général, pour maintenir un niveau de confort, il est recommandé de ne pas dépasser une température radiante de 60°C à l'extérieur. La température moyenne radiante au niveau du patio varie entre 39.59c et 52C est plus basse par rapport au scenario A due à la présence d'arbres les surfaces d'eau

Tableau 23 Tableau de synthèse de simulation microclimatique des deux scenarios

Parametre du confort a 13.00.00h	Conditions climatique	Resultat micro-climatique		Diffrence moyenne du microclimat
		Scenario A	scenarioB	
Temperature de l'air °C	40	33 a 35	30.05a 30.30	4
Humidité relative %	19	24	53.59 a 66.92	36
Vitesse du vent (m/s)	5	1.81	0.91	0.9
MRT temperature radiante		66 a 72	39.59 a 52	47

Après cette étude, nous parviendrons à conclure que le patio et le prospect à eux seuls ont un effet considérable sur le microclimat. En les associant à des éléments naturels tels que l'eau et la végétation, les résultats sont nettement plus satisfaisants.

1.24.1 Evaluation énergétique de projet

Nous avons élaboré cette étude afin d'identifier les indicateurs les plus influents et de vérifier leur impact sur la demande énergétique pour la climatisation, pour ce faire, nous avons utilisé « DesignBuilder », qui est un logiciel de modélisation énergétique et de simulation de bâtiments pour évaluer et optimiser la performance énergétique des bâtiments.

Recherche des indicateurs les plus influents sur efficacité énergétique

Les paramètres fixés pour le protocole de simulation :

- Forme : parallélépipède
- Dimension : 10\*10\*4m 3
- Ouverture : une ouverture

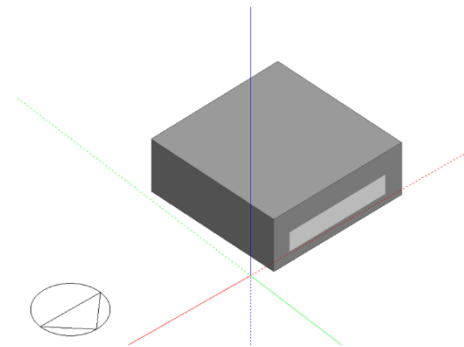


Figure 198 volume de simulation dans DesignBuilder ; source : auteur 2023

Protocole de simulation :

Nous avons effectué la simulation pour une journée la plus chaude de l'année (21juil)

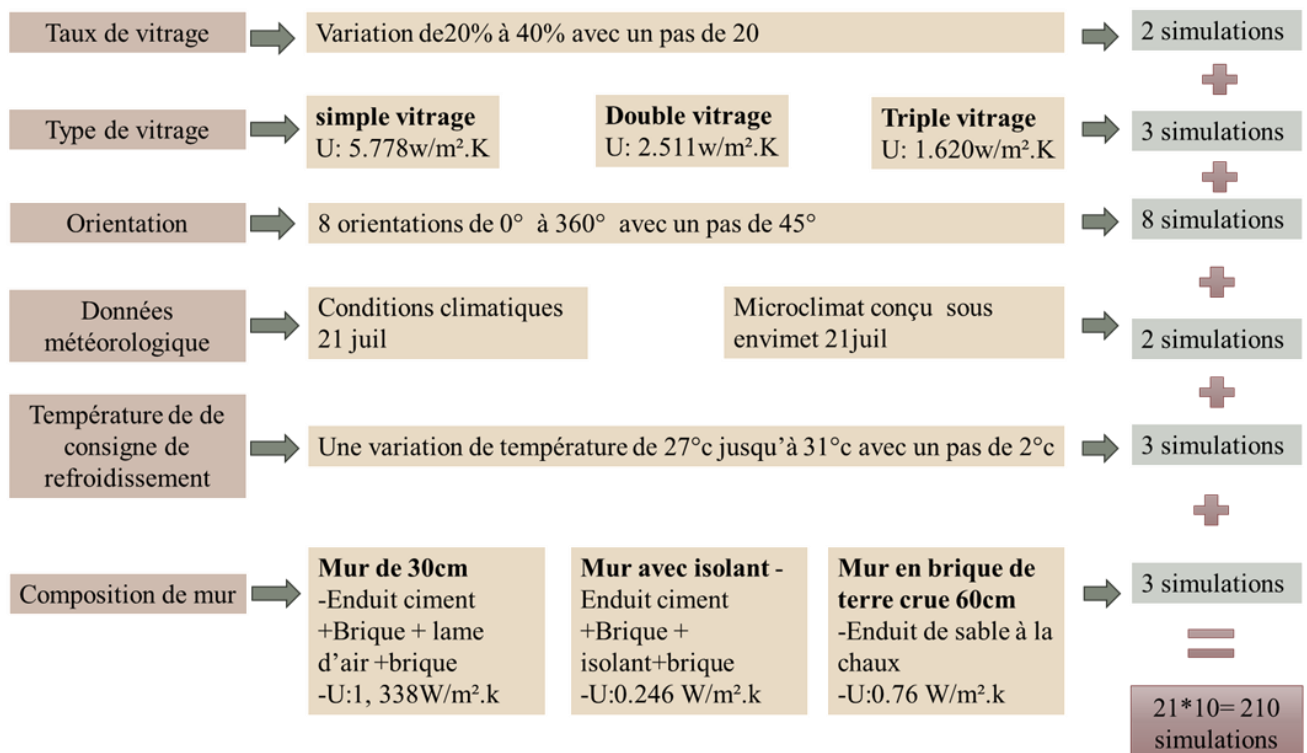


Figure 199 protocole de simulation ; source auteur 2

Classification des indicateurs

Le graphe ci-contre montre le classement les indicateurs selon leur importance dans l'explication des besoin en froid : En 1<sup>ère</sup> position on trouve les données climatiques -et microclimatiques (94%) suivies par le taux vitrage avec 11% et le type de mur par 8%, l'importance de l'orientation est en 3<sup>ème</sup> position avec 6%, en dernier lieu la température de consignée est négligeable car l'effet microclimatique ramène automatiquement la température extérieures aux limites de la température de consigne fixées

Afin d'obtenir des résultats précis sur l'influence de ces indicateurs sur la demande énergétique pour la climatisation, nous avons considéré un archétype de 100m<sup>2</sup> de surface, nous avons lancé des simulations tout en fixant l'indicateur de l'orientation et nous avons classés les résultats de simulations en classes énergétiques et les combinaisons qui leur sont associées. Voir le tableau ci-dessous

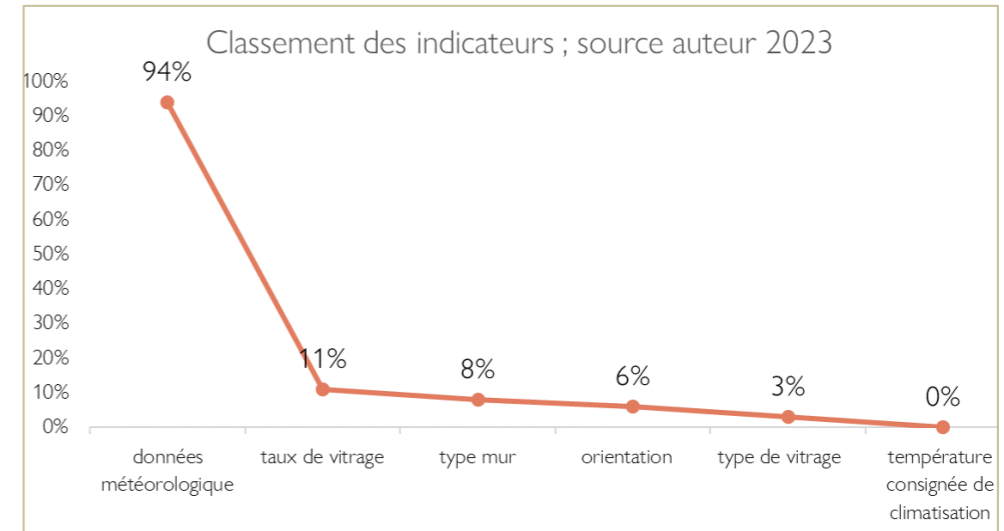


Tableau 25 résultats de simulation dans microclimat par DesignBuilder; source auteur 2023

classe	Données météorologique	Besoin en climatisation Kwh	scenario	Taux de vitrage		Type de vitrage			Composition du mur			Fréquence200
				20%	40%	Simple vitrage	double vitrage	Triple vitrage	Brique crue	Mur 30cm	Mur avec isolant	
A	microclimat	0 ≤ C ≤ 8,138	A1	X		X			X			5.7%
			A2	X		X				X		5.2%
			A3	X		X					X	3.3%
			A4	X			X		X			4.3%
			A5	X			X			X		1.9%
			A6	X			X				X	1.9%
			A7	X					X	X		3.3%
			A8	X					X		X	1%
			A9	X					X		X	2.4%
			A10		X	X			X			5.2%
			A11		X	X				X		2.9%
			A12		X	X					X	2.4%
			A13		X		X		X			4.3%
			A14		X		X			X		1.5%
			A15		X		X				X	2.8%
			A16		X			X	X			1%
			A17		X			X		X		2.4%
			A18		X			X			X	1.9%

-Nous constatons que le microclimat a une grande influence sur la réduction de la demande énergétique pour la climatisation avec 52,9%, cette influence impact le choix de taux et type de vitrage ainsi que sur le choix de matériaux de construction.

Le choix de type de vitrage est lié au taux d'ouverture et au type de mur : utilisation d'un vitrage performant permet d'augmenter le taux d'ouverture, cela donne les mêmes résultats (exemple scénario A2 et A10).

Tableau 24 résultats de simulation dans condition climatique par DesignBuilder; source auteur 2023

classe	Données météorologique	Besoin en climatisation Kwh	scenario	Taux de vitrage		Type de vitrage			Composition du mur			Fréquence200
				20%	40%	Simple vitrage	double vitrage	Triple vitrage	Brique crue	Mur 30cm	Mur avec isolant	
A'	Condition climatique	16,123 ≤ C ≤ 45,356	A'1	X		X			X			2.9%
			A'2	X		X				X		1.4%
			A'3	X		X					X	4.7%
			A'4	X			X		X	X		3.3%
			A'5	X			X			X	X	1.4%
			A'6	X			X				X	4.3%
			A'7	X					X	X		1%
			A'8	X					X		X	1.9%
			A'9	X					X		X	1.4%
			A'10		X	X			X			2.4%
			A'11		X	X				X		2.4%
			A'12		X	X					X	1.9%
			A'13		X		X		X	X		3.8%
			A'14		X		X				X	1.4%
			A'15		X		X				X	2.9%
			A'16		X			X	X			1.4%
			A'17		X			X		X	X	3.8%
			A'18		X			X			X	4.3%

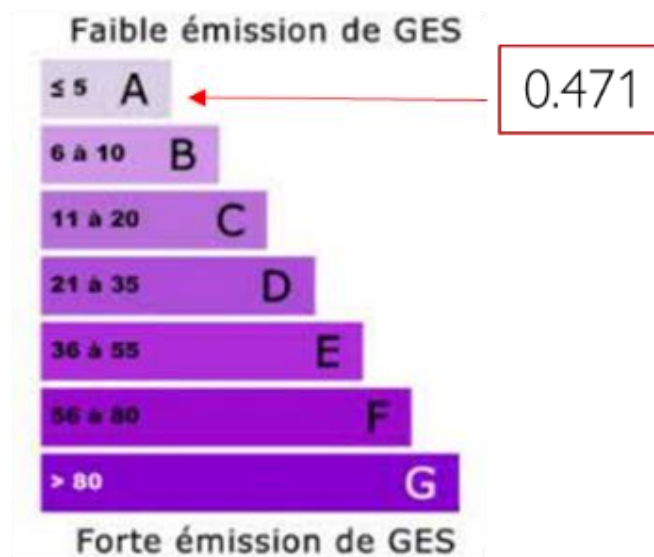
Le choix de matériau avec une bonne inertie thermique offre des résultats favorables en termes de consommation d'énergie comme la brique de terre crue. Cependant, Nous remarquons un effet inverse, c'est-à-dire une augmentation de la demande énergétique, lors de la combinaison d'un mur en brique de terre avec un triple vitrage (exA16). Ce cas de figure peut être expliqué par l'effet de thermos, une concentration de la chaleur difficile à dissiper.

1.24.2 Synthèse de travail :

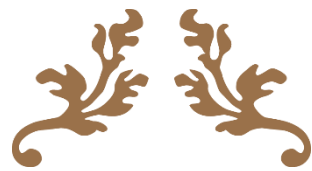
La meilleure configuration des indicateurs (voir tableau ci-dessous) permettant une réduction de la demande énergétique pour la climatisation jusqu'à 0kwh (un bâtiment à énergie quasi nulle) dans la région aride de la ville de Laghouat est obtenu sous les conditions microclimatique, un simple vitrage à 20% de ratio et un mur extérieur en brique de terre. Le microclimat obtenu par notre projet permet de réduire 50% par rapport aux conditions climatiques sans microclimat. Les émissions CO2 sont réduites de façon significative et s'insère dans la classe A selon l'étiquetage européen.

Tableau 26 La combinaison la plus optimale des indicateurs ; source auteur 2023

Besoin en climatisation Kw/h	Emission co2 kg	Données météorologique	Taux de vitrage	Type de vitrage	Composition de mur	orientation (°)	température de consigne de refroidissement
0	0,471	microclimat	20%	Simple vitrage U: 5.778w/m².K	Brique crue+ enduit à la chaux	0°-40° nord	31°c







# **Chapitre V : conclusion**



## Conclusion générale

Au cours de la dernière année universitaire, nous avons consacré nos efforts à des travaux de recherche visant à explorer la relation entre l'architecture, l'environnement et l'efficacité énergétique. Ces recherches ont abouti à la réalisation d'un projet conçu spécifiquement pour une zone chaude et aride.

Tout d'abord, nous avons abordé une problématique mettant en question la perte de l'identité architecturale locale de Laghouat qui s'adapte aux conditions climatiques de la ville. Cette problématique a été examinée en analysant la formation et la transformation de la ville, ainsi que les besoins des habitants qui se sont avérés considérables en termes d'espaces verts ombragés et propices. Ces besoins ont été constatés grâce à un questionnaire en ligne.

Dans la première phase de notre travail, nous avons réfléchi à la relation entre l'efficacité énergétique et le confort en effectuant une recherche approfondie sur les concepts de l'architecture bioclimatique. Nous avons constaté que cette approche est basée sur l'adoption des stratégies de l'architecture vernaculaire qui s'adaptent à l'environnement aride. Nous nous sommes concentrées sur l'utilisation de ces stratégies qui assurent le confort thermique à l'extérieur grâce à la création d'un microclimat qui a un impact sur l'optimisation du confort thermique intérieur.

Pour répondre à la problématique posée précédemment, nous avons formulé une hypothèse qui implique l'intégration de stratégies passives dans la conception d'un projet résilient. Notre objectif est de recréer la mémoire du lieu de l'environnement oasien en utilisant des éléments naturels tels que l'eau et la végétation. Dans ce contexte, nous sommes confrontées à un défi majeur : préserver l'eau en tant que ressource naturelle précieuse.

Pour relever ce défi, nous avons envisagé une solution qui vise à maximiser l'économie d'eau en utilisant le Zeoplant, un matériau capable de réduire la consommation d'eau jusqu'à 50%.

Parallèlement, nous avons accordé une importance particulière à la mise en valeur de l'architecture ksourienne locale. Nous avons utilisé le prospect et le patio comme régulateurs thermiques, tout en les associant à une approche architecturale contemporaine.

Par la suite, nous avons pu confirmer cette hypothèse grâce à des simulations thermiques dynamiques par l'outil envi-met réalisées au niveau de l'espace extérieur du projet, plus précisément le patio. Nous avons constaté que la conception de cet espace, avec la présence d'eau et de végétation en tant qu'éléments de rafraîchissement et d'ombrage, a entraîné une diminution de la température de l'air de 9°C. Cette constatation nous a ensuite conduites à évaluer l'impact de ce microclimat sur le confort intérieur du projet, qui s'est avéré significatif, ayant un impact significatif sur la consommation énergétique.

Nous aurions souhaité que notre travail de simulation s'applique à une surface plus étendue ceci est due à l'impossibilité d'accès à la version la plus performante du logiciel de simulation Envi-met et l'indisponibilité d'un ordinateur plus performant.

De nombreuses questions ont émergé au fur et à mesure de l'avancement de notre travail, ouvrant de nouvelles perspectives de recherche vers des domaines inexplorés où l'énergie se déploie. Ces horizons de recherche visent à élargir la notion de la maîtrise de l'énergie dans les systèmes urbains et architecturaux.

## Bibliographie

### Ouvrage :

- **Alain Liébard et André de Herde**, Traité de l'architecture et d'urbanisme bioclimatique,
- **E. Mangin** ; Notes Sur L'Histoire de Laghouat (1895) ; Kessinger Publishing, 2010  
- 234 pages
- **Eugène Fromentin**, Un été dans le Sahara, Anne-Marie Christin, 2010, 386p
- **Jaboury Ghazoul** (2022) l'écologie, Edition EDP Science Vocabulaire De l'environnement Edition Hachette, 1972,
- **Le Moniteur 2006**, ,768p
- **Liebard. A et De Herde, A**, Guide de l'architecture bioclimatique ; Tome4 ; Cours fondamental : Construire avec le développement durable, 2002.
- **Mainguet M** (2003) Les Pays Secs (Environnement Et Développement), Edition Ellipses
- **Odette Petit** ; essai d'histoire sociale ; collège de France, paris,1976 ; 171p
- **Pierre Fernandez Et Pierre Lavigne**, Concevoir Des Bâtiments Bioclimatiques 430 Pages, Parution Le 01/02/2019 .Edition, Le Moniteur
- **Raphaël Bobeda, Armand Dutreix** BIOCLIMATISME ET PERFORMANCES ENERGETIQUES DES BATIMENTS, EYROLLES 2010
- **RAVEREAU**, le M'Zab une leçon d'architecture, Sindbad, mars 2003

### Articles, Revues Et Divers Publications :

- **Amiri Soraya**( 2021) 10 choses qui manquent à l'Algérie pour devenir une destination touristique
- **BENNEDJOUE Ines** (2021) Contribution de l'Algérie aux efforts mondiaux de lutte contre les Changements Climatiques Vol.08/N°01 P649-668
- **D. Medjelakh\* et S. Abdou**, (2008) Impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment,
- **Damian Holmes** Al Fay Park, The Middle East's First Urban Biodiversity Park  
Publié Le : 12, 05.2021 Consulté Le 05.01.2023
- **Groupe Idverd**, Biodiversité En Ville Ou l'importance Des Espaces Verts, Idverde  
Publié Le 10/03/2022 URL : <https://idverde.fr/actualites/biodiversite-en-ville-ou-limportance-des-espaces-verts>
- **IPCC** Rapport de synthèse AR5 : Changement climatique 2014
- **Juristourisme** , N°152/2013 - Avril/2013
- **Le Groupe Effy** Consulté Le 28/03/2023  
<https://www.quelleenergie.fr/magazine/les-labels-certifications-du-batiment>

- **Le parisien (2015)** 5 Le parisien . « Des espaces verts contre le réchauffement climatique en ville ». L'UNEP ;Union Nationale des Entrepreneurs du Paysage
- **Lucie & Wahid SAMAK** « Coup De Cœur Pour l'artisanat Et Le Bois Du Palmier » Publié Le 8/11/2018(En Ligne) <https://Samak-Deco.Fr/Blog/2-Coup-De-Coeur-Pour-Lartisanat-Du-Bois-De-Palmier>
- **Ministère De La Transition Ecologique Et De La Cohésion Des Territoires** Plan Biodiversité Publié 29/09/2021 Consulté : 4/4/2023 URL : <https://Www.Ecologie.Gouv.Fr/Plan-Biodiversite>
- **Moukhtari , K. Brahimi et R. Benziada** (2008,) architecture et confort thermique dans les zones arides application au cas de la ville de Béchar .
- **Nora Gueliane ; Karima Haddouche**, Séminaire International Sur Le Génie Climatique Et L'énergétique, Sigcle'2015, Revisiter Un Heritage Millenaire : Performances Energetiques De L'habitat Traditionnel Mozabite
- **Rapport Brundtland 1987** Transféré Par **Fbel Xnon** Le 25oct, 2013 Format Pdf Et Txt En Ligne Sur Scribd .
- **Saudreau M. Kastendeuch P. Ngao J., Najjar G. Et Améglio T** Innovations Agronomiques 45 (2015), 23-34 Régulation Du Climat Thermique Urbain Par Les Arbres « PDF »: Ombrage Et Température Du Couvert
- **Sonia LE MENTEC (2022)** Impact de la végétalisation sur l'îlot de chaleur urbain et la pollution d'ozone : quantification par une approche de modélisation à l'échelle d'un quartier l'université Paris-Saclay.
- **Westphal, L.M.,** (2003), Urban Greening And Social Benefits: A Study Of Empowerment Outcomes. SO - Journal Of Arboriculture, P137-147
- **Yasmin Abdou 1 , YOUNG KI KIM , Alaa Abdou and Rim Anabtawi** (2022) Energy Optimization for Fenestration Design: Evidence-Based Retrofitting Solution for Office Buildings in the UAE
- **Z.Othmani Maranout Et D.Rouag-Saffidine** (2011) ; Le Renouveau Urbain: Une Strategie De Developpement Coherent De La Ville De Laghouat .

#### **Documents En Version Electronique PDF :**

- **A'urba /** Regard sur l'espace public / De l'îlot de chaleur urbain à l'îlot de fraîcheur - septembre 2020
- Agence d'Urbanisme, région nîmoise et alésienne / Avril 2022
- **En vie d'oasis** –découverte de mondes et modes de vie menaces NovaTerra • Montpellier-France • 03-2009
- **Guide Bâtiment Durable** Institut Bruxellois Pour La Gestion De L'environnement, , Version 2016
- **Guide pour l'action locale « La culture dans les objectifs du développement durable »** (pdf) –mai 2018

- **IAU îdF** – Les îlots de chaleur urbains - Répertoire de fiches connaissance, Novembre 2010
- Ministère de la Culture et des Communications du Québec, 2019
- PLAN DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET D'URBANISME (PDAU) 2011
- plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur du secteur sauvegardé(PPSMVSS)

**Site web :**

- **Mémoire, Documentation et Archives de Laghouat** <http://rouighibachir.over-blog.com/2017/01/quelques-detais-historiques-sur-les-fortifications-de-laghouat-jusqu-en-1852.html>
- Site web officiel de l'entreprise Zeoplant : <https://www.zeoplant.com>
- Net zéro Energie building <https://nzeb.in/about-us/>
- <https://www.helloasso.com/blog/pratiquer-une-activite-culturelle-et-artistique/>
- <https://www.activites-plein-air.fr/differents-types-de-loisirs>
- <https://www.archdaily.com/>

**Thèses et mémoires :**

- **Atik .T** (2022) Thèse de Doctorat en Sciences : « Architecture et Environnement » Apports de l'expérience multi-sensorielle de l'Architecture des jardins en Psychologie positive Cas du Jardin d'Essai du Hamma en période estivale
- **Bettioui Mohammed Rabie** 2017, Complexe Culturel À Vocation Touristique À Tiout-Naama
- **Boudjellal lezhar** (2009) Mémoire de magister, architecture bioclimatique, rôle de l'oasis dans la création de l'îlot de fraîcheur dans les zones chaudes et arides.
- **Esteban.E**,(2011 ): Impact de la configuration des bâtiments scolaires sur leur performance lumineuse, thermique et énergétique, thèse de doctorat, université Laval, Canada,
- **Johan Boittiaux** (2022) L'expérience des parcs à thème. Une approche sémiopragmatique des rapports entre proximité et évasion 603pages.
- **Khedraoui mouhamed amine** (2019) ; Etude Et Optimisation De La Façade Pour Un Confort Thermique Et Une Efficacité Energétique
- **Madi Kaboré**, (2015) Enjeux de la simulation pour l'étude des performances énergétiques des bâtiments en Afrique sub-saharienne
- **Mesli Houda**,(2017) Mémoire Construire Une Architecture Bioclimatique Par Le Retour Aux Origines Traditionnelles (Cas De Taghit)

**Cours :**

- **Dr. S .Boukarta** (2020) de l'îlot de chaleur urbain et l'îlot de fraîcheur master 02 architecture environnement et technologie Institut D'architecture Et D'urbanisme Université Saad Dahleb Blida
- **Dr.s.boukarta** (2020) Développement durable master 2 architecture environnement et technologie Institut D'architecture Et D'urbanisme Université Saad Dahleb Blida
- **Plemenka Supic** ; L'aspect bioclimatique de [l'habitat vernaculaire Département d'Architecture Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne C.P. 555 CH-1001 Lausanne Suisse

Figure 1 organigramme de la méthodologie du travail source auteur;2023 .....	5
Figure 2 Schéma de l'îlot de chaleur au-dessus de l'agglomération parisienne Source : Descartes, 2009.....	6
Figure 3 paramètres de l'UCU Source : Boukarta.S 2020 .....	6
Figure 4 divers albédo de l'environnement urbain source : Colombert, 2008 .....	7
Figure 5 Piégeage radiatif des rayonnements : « effet canyon » de la forme urbaine - D'après IAU (2010) et Vivre en ville / Catherine Dubois (2014).....	7
Figure 6 Profil de la vitesse de propagation du vent en milieu urbain Source : Chatelet et al. 1998, in Colombert, 2008.....	8
Figure 7 Phénomène de brise thermique en contexte urbain source : D'après IAU, 2010 ...	8
Figure 8 Comparaison des bilans radiatifs entre les milieux ruraux et urbains Adapté de Colombert, 2008 (simplifié) .....	8
Figure 9 L'oasis de Siwa Egypte source : tripadvisor.com .....	10
Figure 10 schéma de strates d'une oasis source : raddo » réseau associatif du développement des oasis .....	11
Figure 11 système de foggara Timimoune Algérie source : En vie d'oasis –03-2009.....	12
Figure 12 schéma de principe de circulation de l'eau source : En vie d'oasis –03-2009.....	12
Figure 13 les composants du palmier source En vie d'oasis –03-2009.....	14
Figure 14 Bibliothèque Amani en Tanzanie.source : www.fibra-award.org.....	15
Figure 15 architecture en palmier Eglise à Toulouse .....	15
Figure 16 Architecture en palmier (oasis de Nefta, Tunisie - CARI).....	15
Figure 17 mécanisme de l'architecture bioclimatique source :(Baker et Steemers : 2003)	15
Figure 18 exemple des principaux paramètres de l'implantation et du choix de l'orientation (source : Misse, 2011) .....	16
Figure 19 impact de la forme sur la surface d'échange (source : Misse , 2011).....	16
Figure 20 Répartir les différentes pièces selon les .....	18
Figure 21 les variations de la compacité Source : De Herde,2005.....	18
Figure 22 classement des matériaux selon leurs conductivité thermique Source : énergie plus .....	19
Figure 23 position d'isolant recommandé selon la situation .....	21
Figure 24 performance thermique et type de vitrage.....	22
Figure 25 : type de brise solaire selon leur orientation Source Net zéro Energie building <a href="https://nzeb.in/about-us/">https://nzeb.in/about-us/</a> .....	23
Figure 26 Figure : ventilation par cheminées, non-exposé, transversale, par atrium Source : Guide CIBSE, 2005. ....	23
Figure 27 organigramme montre types de ventilation naturelle source : auteur a partir de Guide CIBSE, 2005 .....	23



Figure 28 type de confort en architecture Source : cour évaluation de confort thermique. Khelifi , 2023 .....	24
Figure 29 les paramètres influant sur le confort hygrothermique Source : traité de l'architecture et d'urbanisme bioclimatique .....	24
Figure 30 schéma des paramètres influant sur le confort hygrothermique Source : auteur de cours Khelifi , 2023 .....	25
Figure 31 diagramme psychométrique d'après Givoni (Izard,1993) .....	26
Figure 32 Diagramme Szokolay source cours confort thermique. 2023 .....	26
Figure 33Tableau de Mahoney ; Source : H.KHALISSA ,Cours de master Confort thermique Biskra. ....	27
Figure 34 Concepts de la stratégie du chaud, source, DE HERDE André 2005 .....	27
Figure 35 Concepts de la stratégie du froid, source, DE HERDE André 2005.....	27
Figure 36 organigramme montre les stratégies de refroidissement passif source : auteur à partir Madi Kaboré2015 .....	28
Figure 37 Tour a vent masdar city source <a href="https://www.tripadvisor.fr/">https://www.tripadvisor.fr/</a> .....	28
Figure 38 façade de bloc masdar city source <a href="https://www.gettyimages.fr/">https://www.gettyimages.fr/</a> .....	29
Figure 39 Les 4 principaux éléments d'un puits canadien/provençal source : guide pratique les puites canadien Centre Technique des Industries Aérauliques et Thermiques .....	29
Figure 40 Carte du monde avec différents zones climatiques chaudes (construire avec le climat-groupe de recherche et de l'échanges technologiques – Gret) .....	29
Figure 41 Extrait des caractéristiques de la zone D Source :(Mazouz. S. 2004).....	30
Figure 42 plan de deux maison source livre Andre Ravereau .....	31
Figure 43 facade a veugle dans la vallé de Mzab .....	31
Figure 44 coupe dessinée par André Ravéreau, source ; m'Zab une leçon d'architecture..	31
Figure 45 chéma de fonctionnement climatique d'un patio,( Palmenca Supic,2005) .....	31
Figure 46 bagdir avec humidificateur Source : ,( Palmenca Supic,2005) .....	32
Figure 47 Le regard plongeant,Logements à Sidi-Abbaz Manuelle Roche/ADAGP. Paris, 2013. André Ravéreau .....	32
Figure 48 terra botanica parc a thème végétal source : <a href="https://www.terraboranica.fr/">https://www.terraboranica.fr/</a> .....	36
Figure 49parc a thème scientifique de la villette source : villette.com .....	36
Figure 50 jardin l'Alhambra source : <a href="http://www.alhambra.org">www.alhambra.org</a> .....	37
Figure 51 jardin châteaux Versailles source : <a href="http://www.ceetiz.fr/Chateau/Versailles">www.ceetiz.fr/Chateau/Versailles</a> .....	37
Figure 52 wisley garden source: <a href="https://www.rhs.org.uk">https://www.rhs.org.uk</a> .....	38
Figure 53 jardin Zhuo Zheng Yuan source : <a href="https://www.travelchinaguide.com">https://www.travelchinaguide.com</a> .....	38
Figure 54 Dynamique journalière d'un index de confort thermique (UTCI) calculé dans deux situations différentes : rue avec très peu de végétation (OPN) et rue avec des arbres d'alignement adultes (TRD). Comparaison entre la moyenne du site OPN (4 capteurs) et 3 capteurs sur le site TRD (Coutts et al., 2015). .....	38

Figure 55 Exemple de carte mentale de l’ambiance sonore idéale d’une place (enquête 21 CRM) source : la revue électronique en sciences de l’environnement [En ligne] .....	39
Figure 56 Park guell source archdaily .....	41
Figure 57 la foret du parc .....	41
Figure 58 effet de l’arbre du ghaff sur la biodiversité locale .....	41
Figure 59 : les jets d’eau.....	41
Figure 60 Vue sur le jardin source: .....	41
Figure 61 la brise de vent .....	41
Figure 62 ombrage des aires de jeux .....	41
Figure 63 tour de captage du brouillard.....	41
Figure 64stratégie paysagère tolérante au sel .....	41
Figure 65 ombrage des parcours.....	41
Figure 66 ombrages des places .....	41
Figure 67 l’étendu de l’ilot de fraîcheur sur le milieu urbain selon l’étude Shashua bar et hoffman 2000.....	41
Figure 68 système d’irrigation par sagia .....	41
Figure 69 lac des canards comme élément de rafraichissement .....	41
Figure 70 ombrage des parcours par l’alignement d’arbre.....	41
Figure 71 typologie végétale du jardin .....	41
Figure 73 organigramme des aspects de la culture source auteur ,2023 .....	42
Figure 74 schéma résume les activités culturelles, source : auteur .....	43
Figure 75 les fonctions majeures du loisir.....	44
Figure 76 organigramme des critères de choix des exemples .....	45
<i>Figure 77 schéma explicatif d’objectif de l’analyse diachronique et</i> .....	48
Figure 78 Carte de situation de la wilaya de Laghouat source:.....	49
Figure 79 Carte du réseau routier de la wilaya de Laghouat traité par l’auteur source : cartereseauroutierLAGHOUAT.html .....	50
Figure 80 : la carte montre les sites historiques de la wilaya de Laghouat ; source auteur. 50	
Figure 81 Laghouat ou El Arouat au 17e siècle d’après Georges Hirtz. L’Algérie nomade et ksourienne Source : ppsmvss 2015.....	51
Figure 82 évolution urbaine de la ville de laghouat entre 1990-1962 ; source PPSMVSS 2015 .....	52
Figure 83 La première phases avant 1852 Source: ppsmvss ksar Laghouat .....	53
Figure 84 La deuxième phases avant 1852 Source: ppsmvss ksar Laghouat.....	53
Figure 85 "l’éléphante protégeant son éléphantéau", El Ghicha ayant servi à un moment donné de slogan de l’UNICEF 1986 Source: ppsmvss ksar Laghouat.....	53
Figure 86 La troisième phases avant 1852Source: ppsmvss, traite par l’auteur.....	53

Figure 87 carte de première centre urbain ; source auteur .....	54
Figure 88 Carte de la première phase de l'intervention coloniale sur le tissu de l'ancien ksar source : ppsmvss redessiné et traité par l'auteur 2023 .....	54
Figure 89 carte de 2ème centre urbain ; source auteur .....	54
Figure 90 Carte de la 2eme phase de l'intervention coloniale Source : ppsmvss redessiné et traité par l'auteur2023 .....	54
Figure 91 carte de 3ème centre urbain ; source auteur .....	54
Figure 92 carte de 4ème centre urbain ; source auteur .....	54
Figure 93 carte de stratification des différents tissu urbains ; source PDEAU traité par l'auteur 2023 .....	55
Figure 94 Vue sur les ouvertures ver le patio dans la maison .....	56
Figure 95 vue sur le patio .....	56
Figure 96 Vue sur le patio de la maison ksourienne Source: Efficacité energetique des matériaux de l'architecture vernaculaire, Bencheikh Darda,2021, pg169 .....	56
Figure 97 3D de l'habitat ksourienne Source: mémoire revalorisation d'un ancien quartier a Laghouat, Takhi.B .....	56
Figure 98 Vue sur l'ilot précolonial Source : ppsmvss .....	56
Figure 99 Laghouat. Ancienne illustration de gravure du livre Nueva Geografia Universal par Eliseo Reclus 1889 .....	56
Figure 100 Le réseau d'irrigation dans la palmeraie nord de Laghouat. Source: Développement urbain et préservation de la palmeraie Cas de Laghouat, Benarfa Kamel, 2018, pg 83 .....	56
Figure 101 Le tissu compacte de côte ouest de Laghouat Source: ppsmvss .....	56
Figure 102 Dimensionnement des rues dans le quartier précolonial, Source: PPSMVSS ..	56
Figure 103 Plusieurs formes d'ilots.....	57
Figure 104 place rondon, Dimensionnement des rues dans le quartier colonial, Source: PPSMVSS.....	57
Figure 105 Quartier el sefah construite durant la période coloniale Source ppsmvss.....	57
Figure 106 carte tissu coloniale <a href="http://rouighibachir.overblog.com/2017/01/quelques-detaills-historiques-sur-les-fortifications-de-laghouat-jusqu-en-1852.html">http://rouighibachir.overblog.com/2017/01/quelques-detaills-historiques-sur-les-fortifications-de-laghouat-jusqu-en-1852.html</a> .....	57
Figure 107 Maison de type mixte entre ksourien et type colonial.....	57
Figure 108 Maison de type colonial Source ppsmvss .....	57
Figure 109 Vue sur la façade. Source : PPSMVSS .....	57
Figure 110 Détail de revêtement de sol .....	57
Figure 111 Detail de plancher .....	57
Figure 112 Detail de mur d'adobe. Source: Efficacité energetique des matériaux de l'architecture vernaculaire, Bencheikh Darda, 2021, pg173 .....	57
Figure 113 Préparation de brique de terre. Source: <a href="http://lilasjade.l.i.pic.centerblog.net/o/78c5a76d.jpg">http://lilasjade.l.i.pic.centerblog.net/o/78c5a76d.jpg</a> .....	57

Figure 114 fort morand.....	58
Figure 115 Types des arcades Source ppsmvss.....	58
Figure 116 détail façade coloniale.....	58
Figure 117 éléments architectonique coloniale .....	58
Figure 118 Construction en barre Source : auteur.....	58
Figure 119 et utilisation des mur de clôture Source: mémoire revalorisation d'un ancien quartier a Laghouat, Takhi.B.....	58
Figure 120 Utilisation des moucharabieh dans des balcons orientes sud Source : prise par l'auteur.....	58
Figure 121 Immeuble de rectorat d'université Source : google maps.....	58
Figure 122 Enferment de galerie pour se protèg des vents Source : auteur .....	58
Figure 123 Dimension d'une voie principale Source : l'auteur.....	58
Figure 124 Structure urbain de tissu post coloniale .....	58
Figure 125 Le périmètre d'étude par rapport la ville. Source : google earth traite par l'auteur.....	59
Figure 126 Le périmètre d'étude. Source : Google earth traite par l'auteur .....	59
Figure 127 carte des quartiers de périmètre d'étude ; source auteur 2023 .....	60
Figure 128 carte des limites de la ville ; source auteur 2023 .....	60
Figure 129 carte des limite a échelle de périmètre d'étude; source auteur 2023 .....	60
Figure 130 carte de qualité paysagère historique ; source auteur 2023.....	61
Figure 131 coupe de profil de périmètre d'étude ; source auteur2023 .....	61
Figure 132 Hiérarchisation sensorielle du système boucle /2- type de système fausse résille.....	61
Figure 133 Vue sur la route nationale .....	62
Figure 134 vue sur l'avenue d'indépendance ; source auteur 2023 .....	62
Figure 135 vue sur boulevard Sellis; source auteur 2023.....	62
<i>Figure 136 vue sur l'avenue 1er novembre ; source auteur 2023 .....</i>	<i>62</i>
Figure 137 Hiérarchisation physique du système voirie du site d'intervention Hiérarchisation sensorielle du système voirie du .....	63
<i>Figure 138 Les types de nœuds principaux selon analyse sensorielle Source : Auteur 2023 .....</i>	<i>63</i>
Figure 139 Carte de transport. Source carte de transport traité par l'auteur .....	64
Figure 140 Carte d'offre de mobilité source auteur .....	64
Figure 141 Les 3 tissues de périmètre d'étude ; source auteur.....	65
Figure 142 carte point de repère a échelle de la ville ; source auteur.....	66
Figure 143 carte emplacement de points de repère ; source auteur.....	67
Figure 144 carte des équipement remarquables ; source auteur 2023.....	68

Figure 145 carte d'équipements et activités ; source auteur2023.....	68
Figure 146 Carte de densité et zones homogènes traite par l'auteur 2023 .....	69
Figure 147repartition de l'état de bâti ; source auteur 2023 .....	70
Figure 148 Carte répartition des gabarits Traité par l'auteur 2023 .....	70
Figure 149 étude ligne de front de RN1 ; source auteur 2023.....	71
Figure 150 étude de façades ; source auteur 2023.....	72
Figure 151 étude de couleur et texture au niveau de périmètre d'étude Source: Auteur 2023 .....	72
Figure 152 differents éléments architectonique; source auteur 2023 .....	73
Figure 153 carte espaces libres ;source auteur 2023 .....	73
Figure 154 carte des séquences de la RN1 .....	74
<i>Figure 155 durée d'ensoleillement a Laghouat source météo norme .....</i>	<i>77</i>
<i>Figure 156 : direction des vents dominants source climat consultant .....</i>	<i>77</i>
<i>Figure 157 : variation de température mensuelle de Laghouat source :climat consultant 77</i>	<i>77</i>
Figure 158 diagramme psychométrique de Laghouat pour le mois de Juillet.source : climatconsultant.....	77
<i>Figure 159 : diagramme psychométrique de Laghouat pour le mois de Juillet source climat consultant .....</i>	<i>77</i>
<i>Figure 160 les précipitation a Laghouat source météo norme .....</i>	<i>77</i>
Figure 161: croquis montrant le phénomène de l'isthme.....	80
Figure 162 croquis montrant la situation stratégique du terrain source auteur .....	80
Figure 163: schéma de circonstances de la ville de Laghouat source: auteur .....	80
Figure 164: schéma le l'idée de projet source : auteur.....	80
Figure 165 schéma de matérialisation des concepts liés au site source: auteur .....	81
Figure 166: organigramme fonctionnel source : auteur.....	82
Figure 167: organigramme fonction-spatial source: auteur.....	82
Figure 168: organigramme fonction-spatial source : auteur.....	82
Figure 169: organigramme spatial 1er étage ksar Al-Dakhla source auteur .....	83
Figure 170: organigramme spatial du réez de chaussée ksar Al-Dakhla source : auteur ....	83
Figure 171dffds .....	83
Figure 172: organigramme spatial 1er étage ksar Al-Tarouiha source: auteur .....	83
Figure 173: organigramme spatial reez de chaussée ksar Al-Tarouiha source: auteur .....	83
Figure 174 organigramme spatial du 1er étage ksar Ben-Kerriw source: auteur .....	83
Figure 175 organigramme spatial du réez de chaussée ksar Ben-Kerriw source : auteur ...	83
Figure 1761vue panoramique sur les maisons a patio de Laghouat .....	83
Figure 1779 ruelle du vieux ksar .....	83

Figure 1788 djebel al-Dakhla .....	83
Figure 1797: les palmerais perdues de Laghouat .....	83
Figure 1806: schéma de la résilience de la ville source auteur : 2023 .....	83
Figure 181 djbel al-dakhla source auteur :2023 .....	83
Figure 182: façade extérieure source: auteur.....	86
Figure 183: façade intérieure source: auteur .....	86
Figure 184 vue sur le patio "rahbat al-tarouiha" .....	87
Figure 185 vue de façade extérieure de ksar ben kerriw .....	87
Figure 186: vue sous ombrière .....	87
Figure 187vue de l'ombrière depuis l'espace extérieur.....	87
<i>Figure 188 schéma de principe du double vitrage .....</i>	<i>87</i>
<i>Figure 189 ombrage des ouvertures</i> <i>190 rôle bioclimatique .....</i>	<i>87</i>
Figure 191principe de fonctionnement de la tour à vent .....	87
Figure 192 tour à vent du projet .....	87
Figure 193 exemple structure en lamelle collé Le complexe culturel de Reyrieux. Source : <a href="https://arborescence-concept.com/projet/complexe-culturel-le-galet/">https://arborescence-concept.com/projet/complexe-culturel-le-galet/</a> .....	89
Figure 194 intégrée les paramètres de prédimensionnement dans GAEA. source auteur 2023 .....	90
Figure 195Graph de la variation de la température de sortie durant l'année ; source auteur2023 .....	91
<i>Figure 196 d'évolution de la température à l'intérieur de l'changeur ; source auteur2023 .....</i>	<i>91</i>
Figure 197 volume de simulation dans DesignBuilder ; source : auteur 2023.....	94
<i>Figure 198 protocole de simulation ; source auteur .....</i>	<i>94</i>
Figure 199 classement des indicateurs ; source auteur 2023.....	95

**Liste des tableaux :**

Tableau 1 : matériaux et albédo correspondants source : le grand Lyon .....	7
Tableau 2: les paramètres étudiés par les chercheurs pour la création de l'îlot de chaleur urbain source : auteur .....	9
Tableau 3coefficients d'absorption solaire de chaque matériau et leur couleur Source ; blioclimatisme Dutriex 2010 .....	17
Tableau 4 synthèse d'étude d'orientation, source auteur 2023 .....	18
Tableau 5 synthèse d'étude de compacité ; source : auteur.....	19
Tableau 6 synthèse d'étude de type de matériau, source auteur.....	20
Tableau 7 synthèse d'étude de l'inertie thermique, source auteur .....	20
Tableau 8 de types isolants traité par l'auteur source Energie plus.....	21

Tableau 9 de caractéristique de type de vitrage traité par l’auteur source Energie plus .....	22
Tableau 10 de synthèses étude de taille de vitrage .....	22
Tableau 11 Ce tableau résume les diffèrent stratégies de refroidissement appliqué dans le cas d’exemple Masdar city a Abu-Dhabi .....	28
Tableau 12 des caractéristiques climatiques de la zone E3 source auteur a partir de (Mazouz. S. 2004) .....	30
Tableau 13 principes de conception de l'architecture vernaculaire dans les zones arides. Auteur Gueliane : 2015.....	31
Tableau 14 études sur l’apport psychologique des espaces verts source : auteur .....	39
Tableau 15 Synthèse comparative d’impact des parcs sur le milieu urbain :.....	41
Tableau 16 Synthèse comparative d’adaptation climatique EFE de l’analyse exemples :..	46
Tableau 17 points de repère a échelle de périmètre d’étude .....	67
<i>Tableau 18 densité dans chaque zone homogène .....</i>	<i>69</i>
Tableau 19 analyse SWOT .....	75
Tableau 20 : l’analyse swot source auteur :2023.....	76
<i>Tableau 21 liste de végétation adaptée au climat aride source : programme d’identification de végétations « PictureThis V3.43 » .....</i>	<i>88</i>
<i>Tableau 22 prédimensionnement des paramètre optimale de puits canadien calculé par GAEA;source auteur 2023 .....</i>	<i>91</i>
Tableau 23Tableau de synthèse de simulation microclimatique des deux scenarios .....	93
Tableau 24 résultats de simulation dans condition climatique par DesignBuilder; source auteur 2023 .....	95
Tableau 25 résultats de simulation dans microclimat par DesignBuilder; source auteur 2023 .....	95
<i>Tableau 26 La combinaison la plus optimale des indicateurs ; source auteur 2023.....</i>	<i>96</i>

**Liste des abréviations**

PPSMVSS	Plan permanent de mise en valeur des secteurs sauvegardés
RADDO	Réseau associatif de développement durable des oasis
UNESCO	organisation fondée sur le partage des savoirs et de la connaissance
PDAU	Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme
IPCC	The Intergovernmental Panel on Climate Change
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
ICU	Ilot de chaleur urbain
CIBSE	Chartered Institution of Building Services Engineers
APS	Algérie presse service
GES	Gaz a effet de serre





# **Annexe**

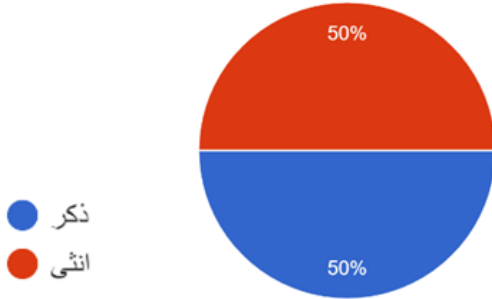
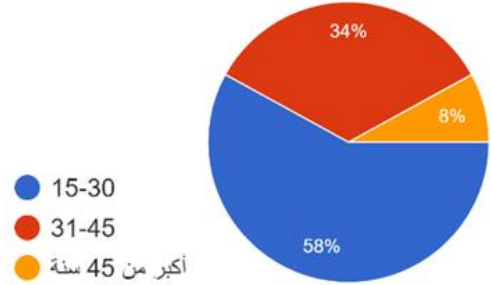
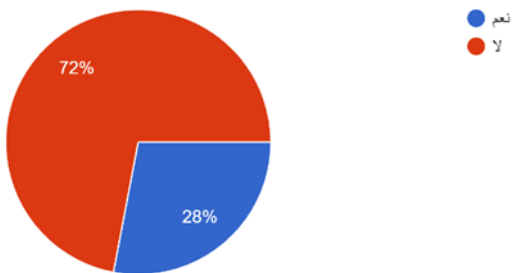
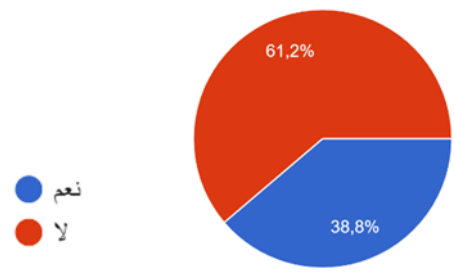
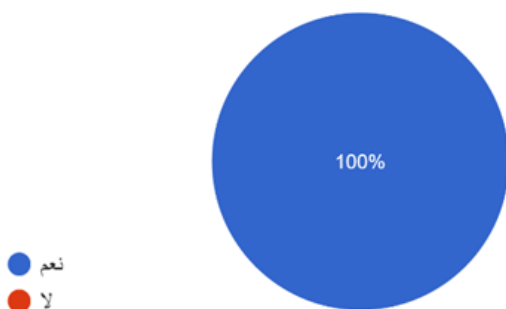
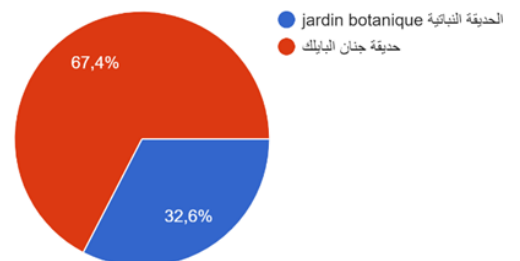


## Programme quantitatif du projet

fonctions	Activités mères	Activités secondaires	Espaces	Sous espaces	Surface	Pr%
Pôle culturel	Formation et création		Atelier culinaire	Dépôt	150	19.63
			Borderie	//	100	
			Atelier Couture	//	150	
			Atelier Tissage	//	150	
			Atelier	//	150	
			Calligraphie	//	120	
			salle de musique	Dépôt/sas/studio	220	
			atelier poterie	Terrasse/dépôt	120	
			atelier	Tour observation		
			dessin/peinture	jardin/ serre	150	
Épicerie local	botanique	100				
Atelier Astronomie	Sanitaire	170				
Atelier de biodiversité		70				
Exposition		Galerie art	Stockage	800		
Pole loisir	Divertissement		Salle de jeux « adolescent »	Salle bolwling+jeux vidéos	1000	43.84
			cinéma	Sanitaire/dépôt/ Réception/jauge	380	
	Développement	Loisir sportif	Salle de sport divers (fit/mus/z		1000	
			Sport ludique pour enfant		190	
	Détente et détente	remis en forme et bien être	Spa	Réception/tisanerie	530	
			Piscine		900	
Restauration		Restaurant à thème		400		
		Café culturel		210		
		Salon de thé femme « spa »		280		
		Cafeteria « jeux »		200		

Fonctions	Activités mères	Activités secondaires	Espaces	Sous espaces	Surface	Pr%
Pôle échange et communication	Documentation		Médiathèque.	Bibliothèque	600	12.10
				Espace travail groupe	150	
Pôle échange et communication	Animation		Salle polyvalente	Sanitaire/dépôt	420	3*80
				3-Boutiques	100	
Pôle échange et communication			Planétarium			
Gestion	Administration		Bureau directeur	Bureau secrétaire	20	4.40
				Salle de réunion	15	
				Archive	30	
Gestion	Accueil et réception		4 bureaux d'association		10	15*4
Gestion	Accueil et réception		3 salles d'accueil et d'orientation		100*3	
Gestion	Gestion technique		Panneau v +climatisation		20	20
				Bureau maintenance	30	
				Réparation matériel	20	
Gestion			Groupe électrogène		50	30
				Tour de vent	30	
Circulation			ruelles			
			Patio		2495	20
			galerie			
			Hall			
Surface totale du projet					12475	100

## : annexe 01 : résultat du questionnaire

الجنس  
50 réponsesالسن  
50 réponsesمكان الإقامة  
37 réponsesهل انتم  
50 réponsesهل تعاني المدينة من أي مشاكل أمنية  
50 réponsesهل تعاني من مشاكل ركن السيارة؟  
49 réponsesهل تفتقر المدينة لأماكن التنزه و الترفيه؟  
50 réponsesأي حديقة هي الأكثر زيارة؟  
46 réponses

## Annexe 02 : besoin en zeoplant pour chaque plante :

Tableau 1 : besoin et methodologie de mise en place du zeoplant selon les plantes

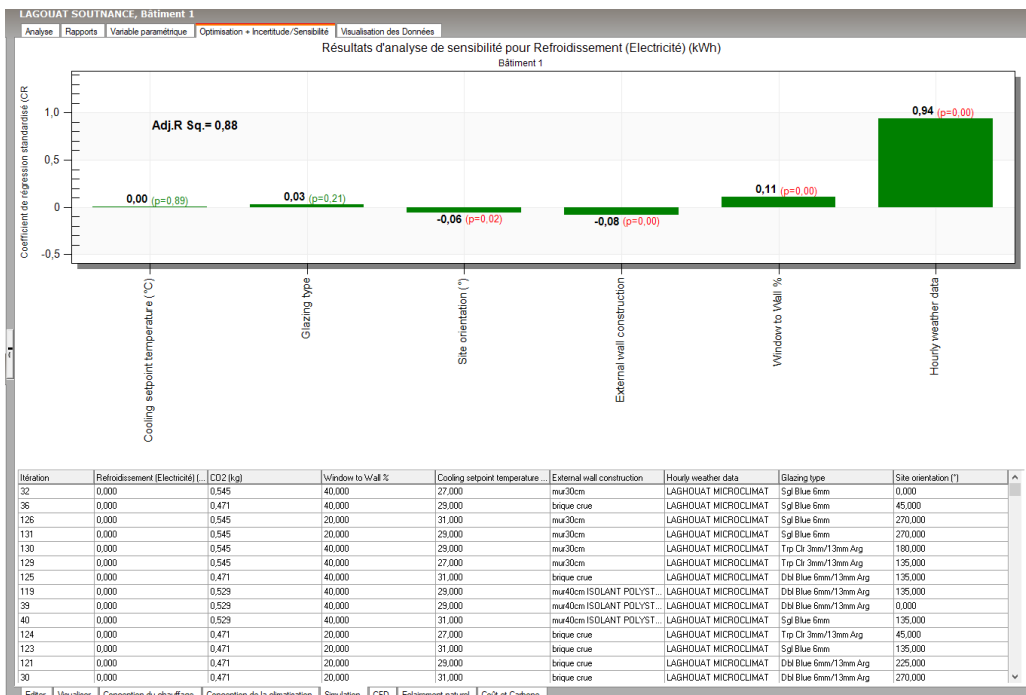
Plante	Unité	Dosage Kg/unité	Méthodologie mixte
Palmiers	pièce	30-150	En fonction de la profondeur des racines et de la taille de la fosse pour atteindre un rapport de 3 % en volume
Des arbres	pièce	20-120	En fonction de la profondeur des racines et de la taille de la fosse pour atteindre un rapport de 3 % en volume
Arbustes	pièce	1-2	En fonction de la profondeur/du volume de la racine
Arbustes	m <sup>2</sup> lit	5	Mélangé dans les 20 cm supérieurs de la couche arable
Herbe	m <sup>2</sup>	3	Mélangé dans les 8 à 10 cm supérieurs de la couche arable
Couverture de sol	m <sup>2</sup>	3-4	Mélangé dans les 8 à 10 cm supérieurs de la couche arable
Graminée ornementale	pièce	1	Mélangé dans la fosse à herbe
Parterre de fleurs	m <sup>2</sup>	3	Mélangé dans les 8 à 10 cm supérieurs de la couche arable

Le rapport idéal de Zeoplant devrait être de 3 à 4 % de mélange par rapport au sol sucré au niveau des racines.

## Annexe 03 : identifications des indicateurs de simulation

Editer Paramètres d'Analyse paramétrique, d'Optimisation, d'Incertitude/Sensibilité

Paramètres d'Analyse paramétrique, d'Optimisation, d'Incertitude/Sensibilité					
Type d'Analyse	Sorties	Variables de Conception			
Nom	Type variable	Catégorie Distribution	Courbe de distribution	Résumé de Distribution	Objets ciblés
Window to Wall %	Window to wall %	1-Discret	20-Uniforme (Discrète)	Val. Min.: 20.00; Taille Pas: 20.00; Nb. Pas: 2	2 cibles retenues
Cooling setpoint temperature	Cooling set-point temperature	1-Discret	20-Uniforme (Discrète)	Val. Min.: 27.00; Taille Pas: 2.00; Nb. Pas: 3	1 cible sélectionnée
External wall construction	External wall construction	1-Discret	20-Uniforme (Discrète)	Prob.: 0.500; Options: 2	4 cibles retenues
Hourly weather data	Hourly weather data	1-Discret	20-Uniforme (Discrète)	Prob.: 0.500; Options: 2	1 cible sélectionnée
Glazing type	Glazing type	1-Discret	20-Uniforme (Discrète)	Prob.: 0.333; Options: 3	2 cibles retenues
Site orientation	Site orientation	1-Discret	20-Uniforme (Discrète)	Val. Min.: 0.00; Taille Pas: 45.00; Nb. Pas: 8	Building



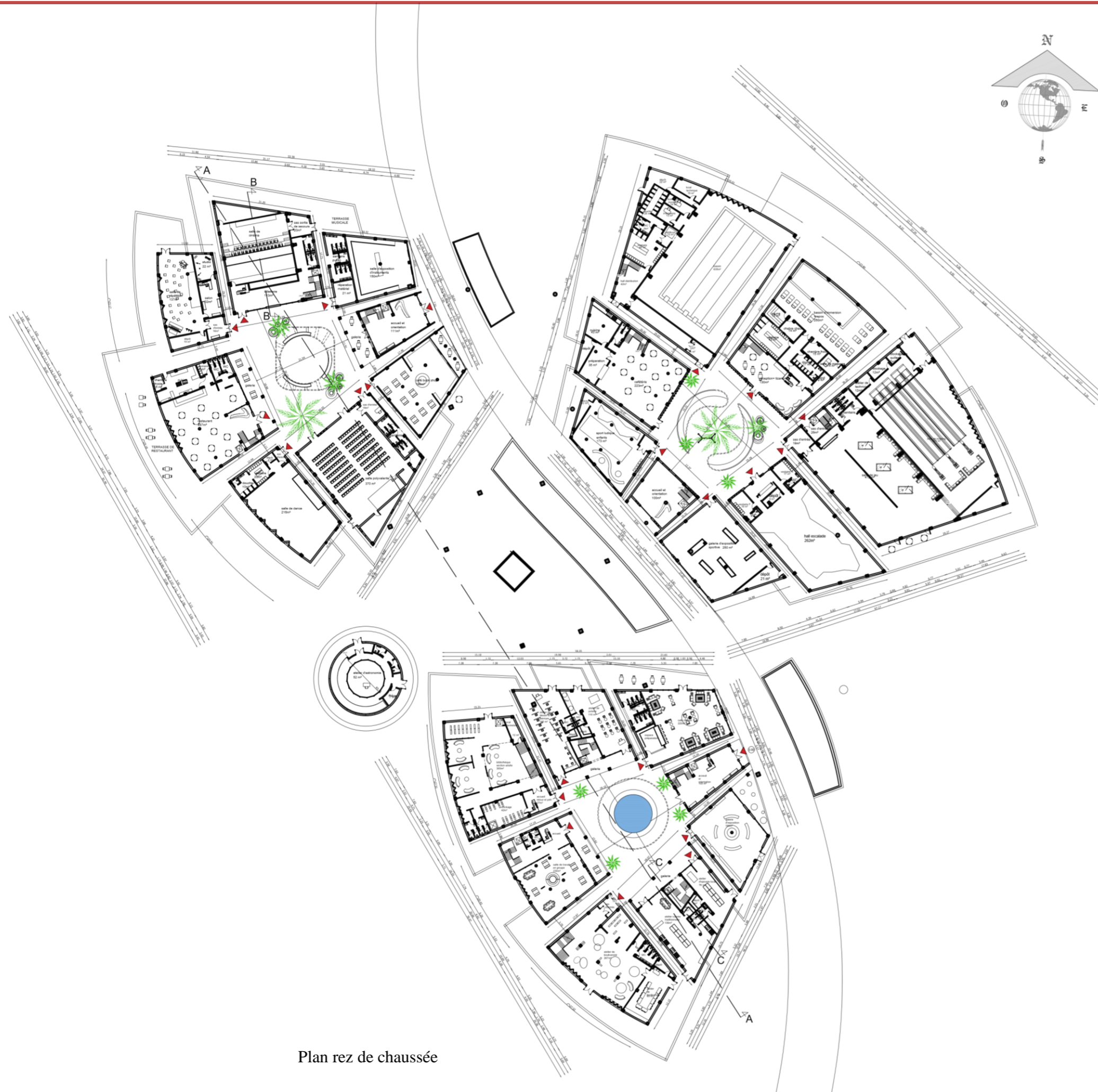
Annexe04 : Dossier graphique



Plan d'aménagement du parc



Plan de masse

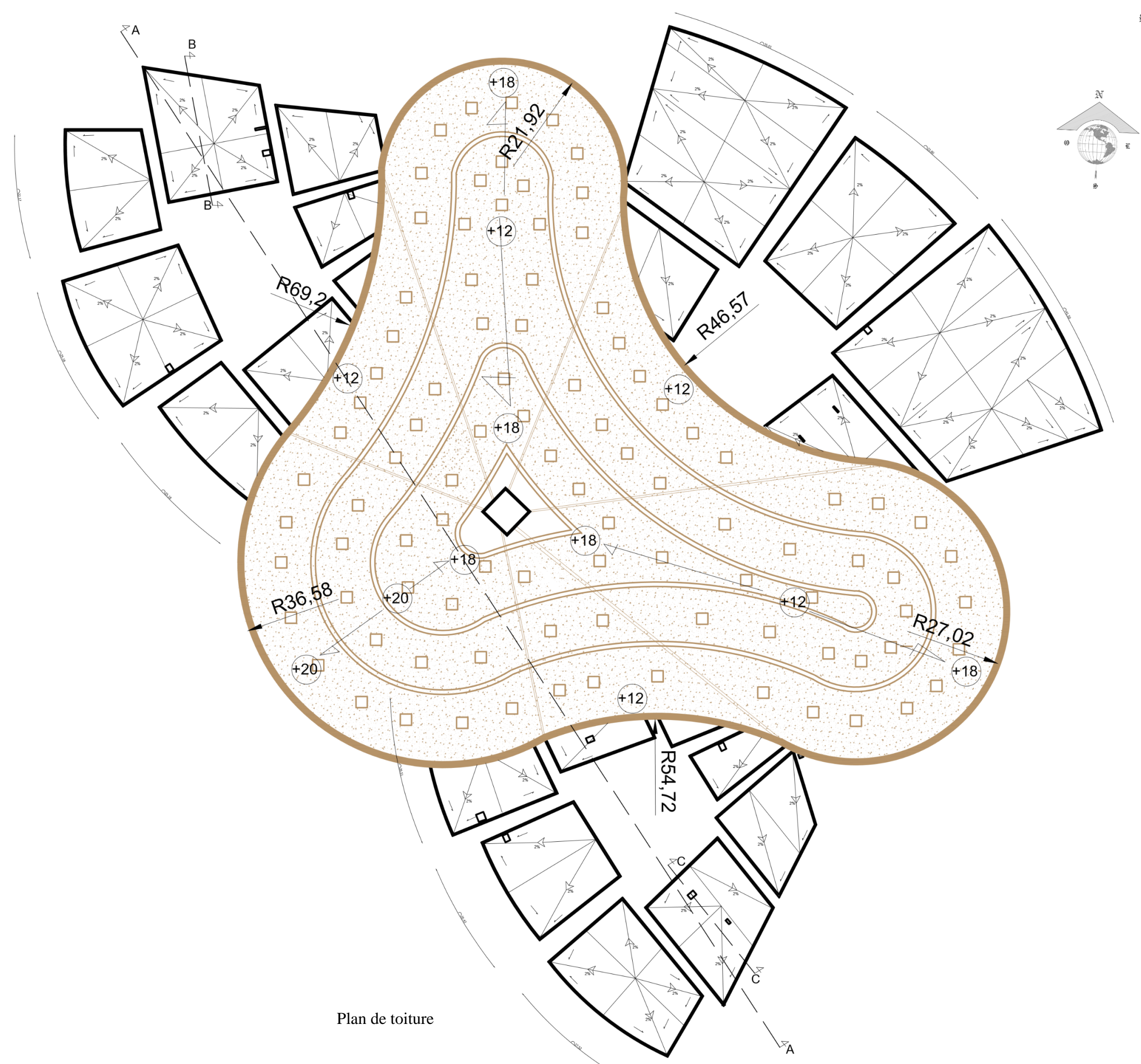


Plan rez de chaussée

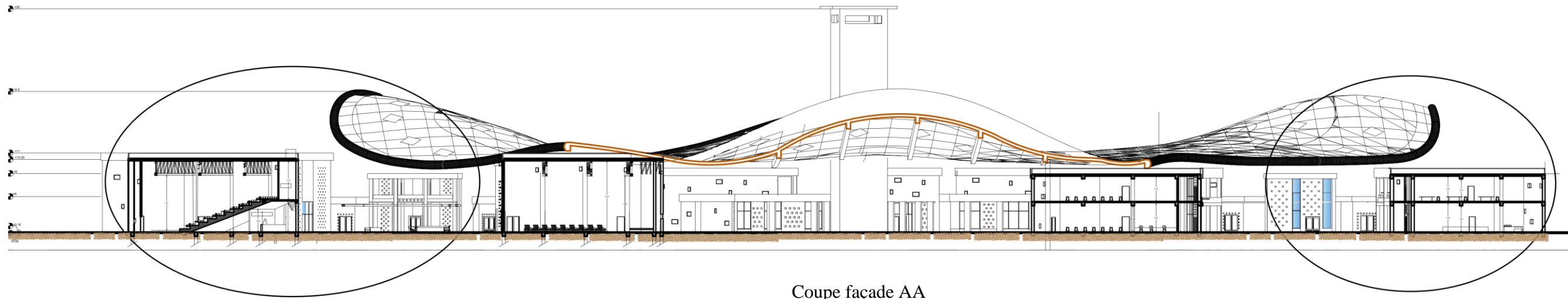


Plan de 1<sup>ère</sup> étage

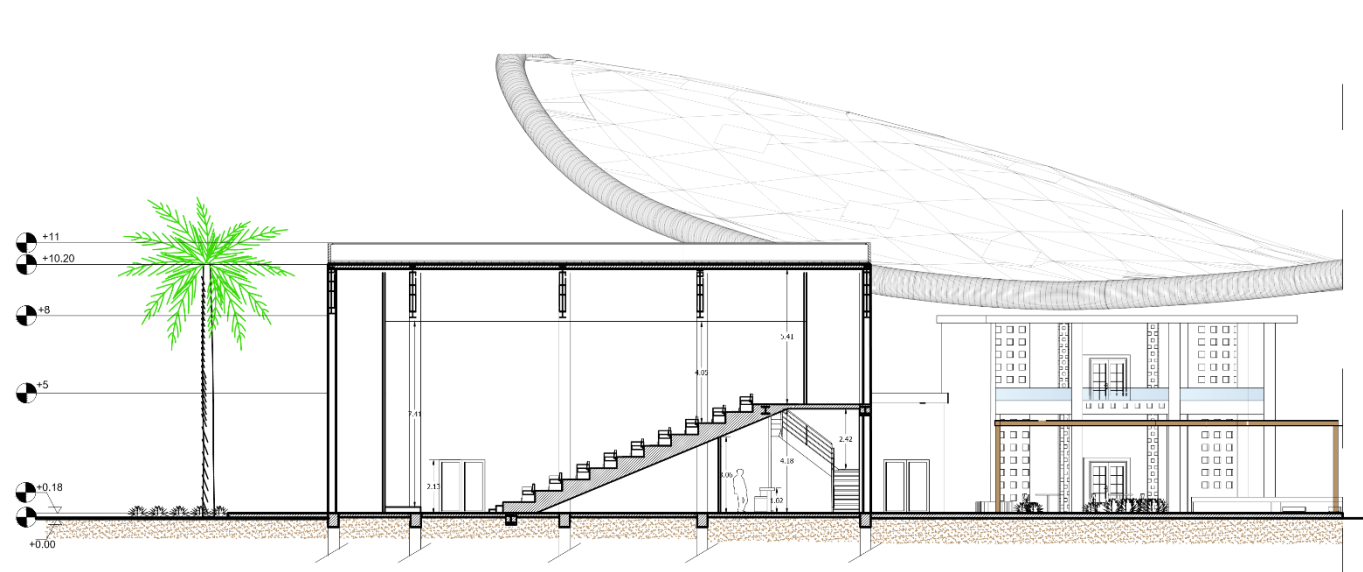




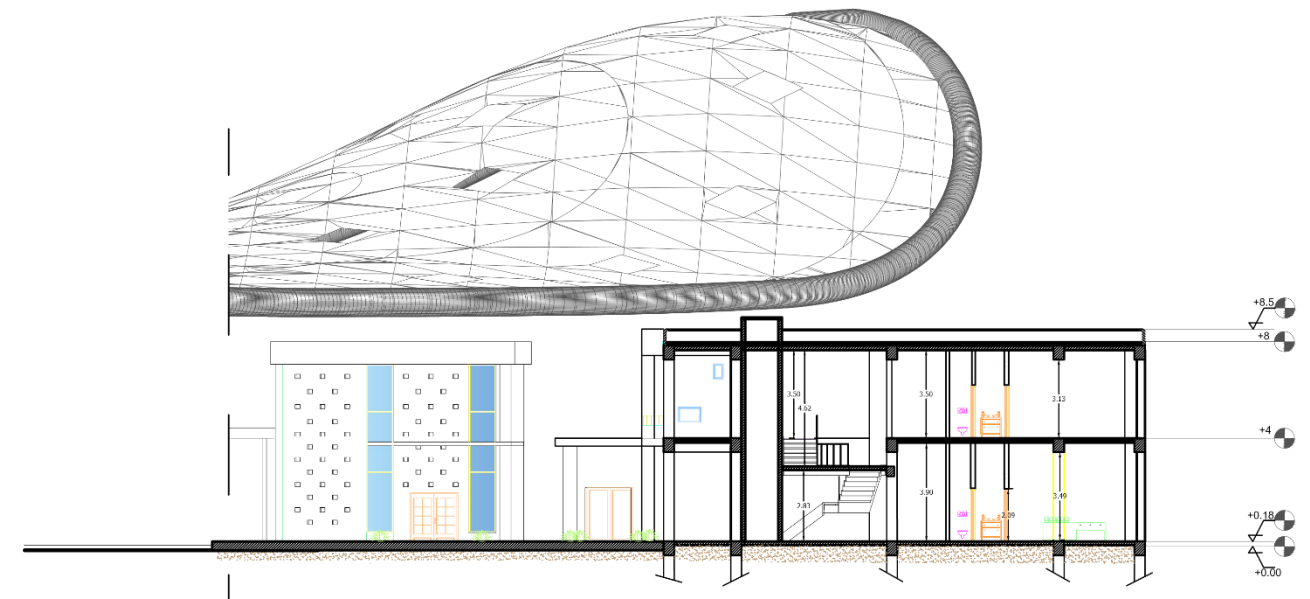
Plan de toiture



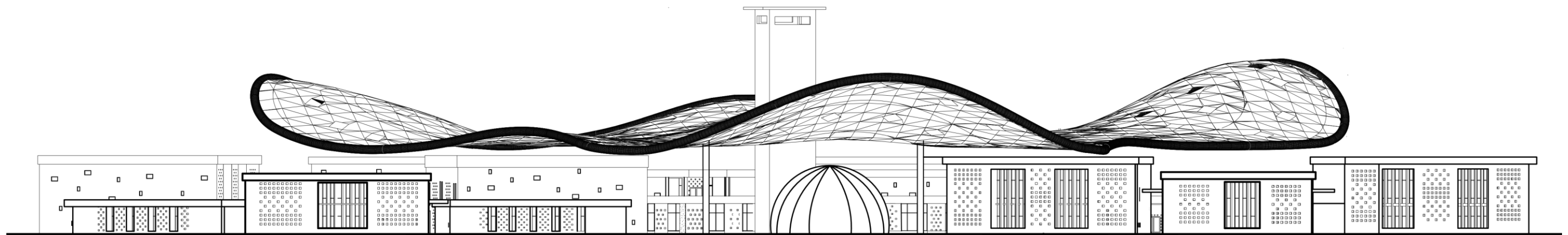
Coupe façade AA



Coupe façade BB



Coupe façade CC



Coupe façade SUD-OUEST

annexe 05 : Vues 3d :



