



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA -01-
INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME

Département d'Architecture

Mémoire de Master en Architecture.

Atelier : Architecture, Environnement et Technologies

**Mémoire : Exploration du potentiel de l'architecture biophilique
dans l'amélioration du confort hygrothermique**

**P.F.E : CONCEPTION D'UN CENTRE CULTUREL BIOPHILIQUE A AIN
BENIAN : une approche alliant nature et architecture**

Présenté par :

TATAI, NOUR EL HOUDA

BEN KEBAILI, OMAIMA

Encadrées par :

DR. BOUKARTA Sofiane.

DR. ATIK Tarik.

Membres du jury

Président : Dr BELMEZITI.A

Examineur : Dr Amri.K

2024/2025

REMERCIEMENT

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu, le tout puissant, de nous avoir aidé et de nous avoir donné la foi et la force pour achever ce modeste travail.

Nous tenons beaucoup à remercier nos encadreurs **Mr BOUKARTA Sofiane** et **Mr ATIK Tarik** pour leurs nombreux conseils, critiques constructives et pour leur suivi durant toute l'année même sous ces conditions inhabituelles. Qui ont été une véritable source d'inspiration et de motivation. Leur bienveillance et leur exigence ont largement contribué à enrichir notre travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs, enseignants et toutes les personnes qui ont assuré notre formation durant les cinq années d'étude. Ainsi que tous nos enseignants du cycle primaire au cycle universitaire.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à **Mr Belmeziti**, **Mr Bouzina** et **Mr Ouled Zmirli**, qui ont marqué notre parcours universitaire. Leurs enseignements, leur exigence académique et leur passion pour l'architecture ont nourri notre réflexion et éveillé en nous un réel intérêt pour les approches durables. Leur influence a indéniablement contribué à la construction de ce projet et à notre évolution personnelle et professionnelle.

Un grand remerciement à nos parents qui nous ont encouragé et soutenu tout au long de nos études, à tous nos camarades d'atelier et nos amies à travers tous les cycles d'études. Nous tenons également à remercier toute personne ayant contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.

DEDICACE 1

A celle qui n'a pas abandonné...

A celle qui a trouvé la force d'avancer...

A celle qui croyait en ses capacités...

A celle qui a fait de ses échecs des leçons de motivation...

Je dédie ce travail à la petite "houda" qui sera très fière de ce travail et succès, merci à moi pour la patience et le courage.

*A mes parents, **Kamel** et **Wahiba** les bougies de ma vie, dont leur amour et leurs sacrifices m'ont portée jusque-là, Je dédie cette réussite à eux car elle est l'empreinte de leur bienveillance.*

Que dieu les garde pour moi

*A mes frères **Mohammed Islem** et **Abderraouf**, Je leurs souhaite une vie pleine de joie et de réussite.*

A ma famille TATAI et MERAZGA.

*A mes amies : **Oumaïma**, **Aya**, **Cérine**, **Rania**, **Hind**, **Ayat**, **Dikra**, **Nesrine**, d'être à côté de moi dans les bons moments et les mauvais, et de m'aider d'avoir la bonne version de moi.*

A mes enseignants d'être confiants de moi, pour leur aide, patience et savoir qui a nourri ma vie et ma vision.

*A mon binôme **oumy** , qui n'était pas juste un binôme mais plutôt une sœur qui a partagé avec moi mes inquiétudes et les difficultés de ce parcours, et voilà maintenant on est entraîné de partager notre succès ensemble, Je suis très contente d'avoir une telle amie.*

Nour el houda

DEDICACE 2

"Last but not least, I wanna thank me.

I wanna thank me for believing in me.

I wanna thank me for doing all this hard work.

I wanna thank me for having no days off.

I wanna thank me for never quitting."

First, I want to thank me for believing in myself, for never giving up, for showing up every single day, even when things were tough.

*To my beloved parents, **Mohamed** and **Lamia** ♥ your unconditional love, endless support, and countless sacrifices have shaped who I am today. You are the light of my life, and this achievement is a reflection of your kindness and devotion. May God protect you always.*

*To my dear brothers, **Abd Kader** and **Ilyes** I wish you a life filled with happiness, success, and everything your hearts desire. Thank you for being a source of joy and strength.*

*To my **grandmothers**, who has been like a second mother to me your tenderness, your strength, and your prayers have been a silent pillar in my life. Your presence is a blessing I will always cherish.*

*To the entire **Benkebaïli family** thank you for your support, your encouragement, and for being a solid and loving foundation throughout this journey.*

*To my cousin **Fifi**, and my cherished friends **Aya, Céline, Rania, Hind and Ayat** thank you for standing by me in every chapter, for your laughter, your love, and your belief in me.*

*To all my **professors** thank you for your trust, for sharing your knowledge, and for your patience. You have deeply influenced my growth and shaped my architectural vision.*

*And finally, to my partner in crime, **Houda** more than a teammate, you were a sister throughout this journey. You stood by me during the most stressful moments and helped turn them into memories of growth and achievement. I'm truly grateful to have shared this path with you and now, this success.*

Oumaïma

RESUME

Les villes aujourd'hui sont responsables des trois quarts de la consommation des énergies fossiles et sont pointées du doigt comme étant l'un des principaux acteurs de l'accélération du phénomène du changement climatique. Le présent mémoire s'inscrit dans cette grande problématique de lutte contre le changement climatique. Nous avons choisi la ville d'Aïn Benian comme terrain de réflexion.

Dans un premier temps, et en s'appuyant sur une analyse urbaine croisée, combinant à la fois l'analyse typo-morphologique, sensorielle et l'analyse stratégique SWOT, nous avons pu comprendre la dynamique urbaine qui règne à Aïn Benian ainsi que la stratégie urbaine que les projets architecturaux devraient suivre pour améliorer la quotidienneté des habitants de la ville. Une programmation urbaine adéquate a été développée, via laquelle nous avons proposé de projeter un centre culturel attenant au jardin public.

Pour la conception architecturale, une analyse fine du site, combinée à une analyse climatique ainsi qu'à l'examen de la littérature scientifique, nous ont permis de définir les principes de la conception, principalement centrés autour de l'architecture biophilique afin d'améliorer le confort hygrothermique à l'intérieur du bâtiment. En examinant de manière approfondie ce sujet, nous avons découvert diverses stratégies passives et éléments naturels pouvant être utilisés pour optimiser les conditions intérieures. Parmi les stratégies passives identifiées, le patio s'est imposé comme un élément de composition architecturale existant depuis des siècles, et dont l'usage s'est affaibli avec le temps. Grâce à une campagne de simulation thermique dynamique, le rôle du patio s'est avéré pertinent et a permis de réduire la demande énergétique de notre bâtiment ainsi que les émissions de gaz à effet de serre qui en découlent.

En conclusion, le présent mémoire met en exergue une approche contextuelle allant de l'urbain jusqu'à l'architectural, tout en explorant le rôle de l'architecture biophilique et celui du patio dans l'amélioration du confort thermique et du bien-être des usagers.

Mots-clés :

Changement climatique, Aïn Benian, architecture biophilique, Patio, confort hygrothermique, végétation.

ABSTARCT

Today's cities are responsible for three quarters of fossil fuel consumption and have been singled out as one of the main contributors to the acceleration of climate change. This thesis is part of the broader issue of tackling climate change. We have chosen the city of Aïn Benian as our focus.

Initially, based on a cross urban analysis combining typo-morphological, sensory and strategic SWOT analysis, we were able to understand the urban dynamics that prevail in Aïn Benian and the urban strategy that architectural projects should follow to improve the daily lives of the city's residents. An appropriate urban programme was developed, through which we proposed to plan a cultural centre adjoining the public garden.

For the architectural design, a detailed analysis of the site, combined with a climatic analysis and a review of the scientific literature, enabled us to define the design principles, mainly centred around biophilic architecture to improve hygrothermal comfort inside the building. By examining this subject in depth, we discovered various passive strategies and natural elements that can be used to optimise indoor conditions. Among the passive strategies identified, the patio has emerged as an architectural compositional element that has existed for centuries, and whose use has diminished over time. Thanks to a dynamic thermal simulation campaign, the role of the patio was shown to be relevant, enabling us to reduce the building's energy demand and the associated greenhouse gas emissions.

In conclusion, this thesis highlights a contextual approach ranging from the urban to the architectural, while exploring the role of biophilic architecture and that of the patio in improving thermal comfort and the well-being of users.

Keywords:

Climate change, biophilic architecture, hygrothermal comfort, Courtyard, vegetation.

ملخص

فالمدن اليوم مسؤولة عن ثلاثة أرباع استهلاك الوقود الأحفوري، وقد تم تحديدها كأحد المساهمين الرئيسيين في تسريع وتيرة التغير المناخي. تتدرج هذه الأطروحة في إطار القضية الأوسع نطاقاً المتمثلة في معالجة التغير المناخي. وقد اخترنا مدينة عين البنيان كمحور تركيزنا.

في البداية، واستناداً إلى تحليل حضري شامل يجمع بين التحليل الطباعي والحسي والاستراتيجي، تمكنا من فهم الديناميكيات الحضرية السائدة في عين بنيان والاستراتيجية الحضرية التي يجب أن تتبعها المشاريع المعمارية لتحسين الحياة اليومية لسكان المدينة. تم وضع برنامج حضري مناسب، اقترحنا من خلاله تخطيط مركز ثقافي مجاور للحديقة العامة.

بالنسبة للتصميم المعماري، تمكنا التحليل التفصيلي للموقع، بالإضافة إلى التحليل المناخي ومراجعة الأدبيات العلمية، من تحديد مبادئ التصميم، والتي تتمحور بشكل أساسي حول العمارة الحيوية لتحسين الراحة الحرارية الرطبة داخل المبنى. من خلال دراسة هذا الموضوع بعمق، اكتشفنا العديد من الاستراتيجيات السلبية والعناصر الطبيعية التي يمكن استخدامها لتحسين الظروف الداخلية. من بين الاستراتيجيات السلبية التي تم تحديدها، برز الفناء كعنصر معماري تكميلي موجود منذ قرون، وتضاءل استخدامه مع مرور الوقت. وبفضل حملة المحاكاة الحرارية الديناميكية، تبين أن دور الفناء مناسب، مما تمكنا من تقليل الطلب على الطاقة في المبنى وما يرتبط به من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

في الختام، تسلط هذه الأطروحة الضوء على نهج سياقي يتراوح بين الحضري والمعماري، مع استكشاف دور العمارة الحيوية وفناء الفناء في تحسين الراحة الحرارية ورفاهية المستخدمين.

الكلمات المفتاحية:

تغير المناخ، العمارة البيوفيلية، الراحة الحرارية، الرفاهية، الفناء، الغطاء النباتي.

TABLE DE MATIERES :

Remerciement

Dédicaces

Résumé

Abstract

ملخص

CHAPITRE 01 : Introduction générale	11
1.1 Introduction générale :	14
1.2 Problématiques :	15
1.3 Hypothèses :	15
1.4 Les objectifs de la recherche :	16
1.5 Méthodologie de travail :	16
1.6 Structure du mémoire :	17
CHAPITRE 02 : Etat de l'art	18
Introduction :	19
2.1 l'architecture biophilique	19
2.2 les bienfaits de l'architecture biophilique	19
2.3 les principes de l'architecture biophilique :	21
2.4 la végétation :	21
2.4.1 les Surfaces vertes 2D :	23
2.4.1.1 Les toits végétalisés :	23
2.4.1.2 Les murs/ façades végétalisé :	24
2.4.2 Espaces verts 3D (Poches vertes) :	25
2.4.2.1 « Sky Garden » ou le jardin suspendu	25
2.4.2.2 « Green balconies » les balcons verts :	26
2.4.2.3 Jardin intérieur, ou jardin d'atrium	27
2.4.3 La végétation et le climat humide :	28
2.5 Ventilation naturelle :	29
2.5.1 Stratégies passives d'application de la ventilation naturelle :	29
2.5.1.1 Ouvertures :	30
2.5.1.2 Patio/ Atrium :	31
2.5.1.3 Atrium :	32
2.5.2 Principe de ventilation naturelle dans un patio / atrium :	33
2.6 Recommandations :	35
2.7 Le confort et les acceptions possibles :	36
2.7.1 Le confort hygrothermique :	36
2.7.2 Les paramètres du confort hygrothermique :	36

2.7.3	Causes et impacts d'une hygrométrie non contrôlée :	37
2.7.4	Les stratégies passives pour assurer le confort hygrothermique :	38
2.7.5	Evaluation du confort :	41
2.7.6	Les outils graphiques d'aide à la conception bioclimatique :	42
2.7.7	La réglementation thermique algérienne :	43
2.8	Recherche thématique :	44
2.8.1	Choix du projet :	44
2.8.2	Définition d'un équipement culturel :	45
2.8.3	Objectifs d'un centre culturel :	45
2.8.4	Type des usagers d'un centre culturel :	46
2.9	Analyse d'exemples :	47
	Synthèse :	51
CHAPITRE 03 : Elaboration du projet		52
3.1	Analyse de la commune :	53
	Introduction :	53
3.1.1	présentations de la commune :	53
3.1.1.1	choix de la commune :	53
3.1.1.2	Origines du nom 'AIN BENIAN' :	53
3.1.1.3	Situation de la commune :	54
3.1.1.4	Accessibilité :	55
3.1.1.5	Transport :	56
3.1.1.6	vocations de la commune :	57
3.1.2	Analyse typo morphologique :	59
3.1.2.1	Analyse diachronique de la commune :	59
3.1.2.2	Analyse synchronique :	62
3.1.2.3	Analyse séquentielle :	69
3.2	Analyse SWOT :	69
3.3	Synthèse analyse SWOT :	70
3.4	Les actions :	71
3.5	Les recommandations :	71
3.6	Notre intervention urbaine :	72
3.7	Analyse de site :	73
3.7.1	Situation de site d'intervention :	73
3.7.2	Accessibilité de site d'intervention :	73
3.7.3	Caractéristiques géométriques du site d'intervention :	73
3.7.4	Profils topographiques :	74
3.7.5	Ensoleillement et vents dominants :	74
3.7.7	Environnement immédiat :	74
3.7.6	Gabarit :	74

3.8 Concepts architecturaux :	75
3.9 La genèse de projet :	77
3.10 Concepts du programme :	79
3.10.1 Diagramme des fonctions	79
3.10.2 Organigramme fonctionnel et spatial :	80
3.10.3 Programme qualitatif :	81
3.10.4 Circulation des espaces :	82
3.11 Structure :	83
3.12 Détails techniques :	84
3.13 Traitement de Façades :	85
3.14 Stratégies bioclimatiques :	86
Synthèse :	85
CHAPITRE 04 : Simulation	88
Introduction :	89
4.1 Présentation du logiciel Design Builder	89
4.2 Protocole de simulation :	90
4.3 Résultats et interprétations :	91
4.4 Discussion des résultats :	92
Synthèse :	94
Conclusion générale	97
Bibliographie :	96
ANNEXES	105

L'approche pédagogique de l'atelier « Architecture et Environnement »

L'atelier « architecture et environnement » s'est donné comme objectif de sensibiliser les étudiants à une approche contextuelle et intégrée, alliant d'une manière harmonieuse l'échelle urbaine et architecturale tout en respectant les principes de la durabilité. Cette démarche vise à répondre aux défis majeurs du XXI^e siècle, notamment le changement climatique qui constitue la problématique écologique la plus urgente à laquelle l'humanité est confrontée. Aussi, et sous l'effet d'une mondialisation écrasante, l'identité architecturale s'est affaiblie. C'est bien dans ce cadre et contexte que l'atelier s'insère pour essayer de trouver des éléments de réponse à un équilibre entre exigences urbaines, architecturales, identitaires et environnementales.

Pour atteindre cet objectif, une analyse urbaine croisée a été mise en place, combinant à la fois l'analyse typomorphologique, sensorielle et SWOT. L'analyse typomorphologique s'intéresse à la lecture de la forme urbaine à travers deux temporalités, diachronique via laquelle, une lecture territoriale ainsi que la formation et transformation de la ville sont étudiées, et une analyse synchronique nous permettant d'identifier par la logique du tissu les types ainsi que les dysfonctionnements existants dans le secteur d'intervention. À travers cette approche, les étudiants seront appelés à trouver les réponses climatiques que chaque partie du tissu porte en elle. Puis l'analyse sensorielle vient enrichir la lecture spatiale par la perception et l'expérience des usagers dans l'espace urbain, ceci permettrait d'identifier l'image urbaine ou l'imagibilité de la ville en question. Enfin, l'analyse stratégique SWOT est considérée comme une approche de synthèse permettant aux étudiants de revenir sur l'analyse urbaine et d'en identifier les forces, faiblesses, risques et opportunités de leur aire d'étude et de proposer des solutions visant une stratégie urbaine que les étudiants auraient également identifiée. Cette approche nous a paru essentielle pour comprendre la dynamique urbaine, identifier les dysfonctionnements existants et proposer des solutions permettant d'améliorer la quotidienneté des habitants.

En réponse aux problématiques identifiées, les étudiants auront à proposer une programmation urbaine cohérente et adaptée et qui s'inscrit dans la stratégie urbaine préalablement définie. Cette approche vise à résoudre les dysfonctionnements et à renforcer les atouts du territoire en favorisant un développement urbain durable. Et c'est dans ce cadre contextuel précis que les étudiants auront à choisir et développer leurs projets de fin d'étude en lien direct avec les enjeux spécifiques à leur aire d'étude.

En s'appuyant sur les spécificités contextuelles de leurs projets ainsi que sur une revue de la littérature scientifique et technique, les étudiants pourront identifier le secteur de consommation le plus significatif de leurs projets. Cette étape leur permettra de cibler les stratégies passives pour améliorer la performance environnementale de leurs projets, en focalisant leur attention sur un seul aspect environnemental, tel que le confort hygrothermique, visuel et le confort thermique intérieur et extérieur en évaluant l'impact de l'aménagement extérieur. Par ailleurs, les étudiants auront à intégrer des stratégies passives telles que l'orientation, l'isolation, la composition, la végétation, la ventilation naturelle, etc. pour améliorer le confort et l'efficacité énergétique de leurs projets.

En parallèle, une recherche et analyse thématique ont été menées pour concevoir un espace cohérent sur le plan fonctionnel et environnemental. L'analyse thématique a porté sur des aspects variés, environnementaux, formels, fonctionnels et structurels, ainsi que d'autres paramètres tels que la biodiversité, les matériaux, ainsi que l'intégration paysagère.

Enfin, les étudiants se sont consacrés à la conception architecturale proprement dite, en cherchant à concilier les exigences architecturales et la performance environnementale. Pour cela, plusieurs outils, méthodes et logiciels spécialisés ont été mis à la disposition des étudiants pour les aider à affiner leurs propositions et à évaluer l'impact environnemental de leurs projets. Cette approche pédagogique vise, nous le souhaitons, à former des architectes capables de concevoir des projets architecturaux respectueux de leur environnement, « parfois » innovants et adaptés aux défis climatiques actuels.

Chargé d'atelier : Dr.Boukarta Soufiane

CHAPITRE 01
INTRODUCTION GENERALE

1.1 Introduction générale :

Le changement climatique est aujourd'hui l'un des plus grands défis environnementaux auxquels l'humanité est confrontée. L'augmentation des températures, les variations climatiques extrêmes et la raréfaction des ressources naturelles impactent directement nos modes de vie et nos environnements bâtis. Les émissions de gaz à effet de serre enveloppant la Terre, elles retiennent la chaleur du soleil. Cela entraîne un réchauffement climatique et un changement climatique. Le monde se réchauffe désormais à une vitesse jamais observée dans l'histoire documentée. Au fil du temps, les températures plus élevées entraînent des variations climatiques et déstabilisent l'équilibre habituel de la nature. Cette situation pose de nombreux risques pour les êtres humains et toute autre forme de vie sur Terre. Les combustibles fossiles, à savoir le charbon, le pétrole et le gaz, sont de loin les plus grands contributeurs au changement climatique mondial et ils sont responsables de plus de 75 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre et de près de 90 % de toutes les émissions de dioxyde de carbone (GIEC,2021).

Les impacts du changement climatique vont s'accroître au fur et à mesure avec un rythme certain de $0.1^{\circ}\text{C} \pm 0.03$ chaque décennie (IPCC,2007) avec des endroits où la moyenne risque de dépasser les 3 voire 4°C ce qui se pose comme une situation alarmante. Aussi, les précipitations seront perturbées avec des endroits qui risquent de voir leurs précipitations baisser de 20 à 30% tel que c'est le cas dans la zone méditerranéenne (Idem). Ces variations climatiques ne passeront pas sans impact sur les écosystèmes qu'ils soient marins ou terrestres, désormais plusieurs espèces ont disparu et d'autres risquent de disparaître les années à venir. Le développement durable apparaît une solution de lutte face aux effets du changement climatique en proposant une approche intégrée proposant de joindre l'économique à l'environnemental et au social et propose une approche indiciaire (Boutaud,2005) afin d'être en mesure d'évaluer les situations et en proposer des améliorations potentielles pour réduire l'impact des projets sur l'environnement tout en assurant aux générations futures un environnement sain. Localement, et en matière d'atténuation du changement climatique l'Algérie s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 7% d'ici 2030 par des efforts nationaux et qui peuvent aller jusqu'à 20% avec des aides internationales (PNC, 2019).

Intégrer les principes du développement durable dans la conception architecturale permettrait de réduire l'impact des bâtiments sur l'environnement et atténuer la vitesse

avec laquelle le changement climatique s'installe. Le présent mémoire s'insère dans cette problématique générale qui nous pousse à réfléchir les approches qui nous permettent de concevoir des bâtiments fonctionnels respectueux de l'environnement et qui s'intègre dans leur environnement.

1.2 Problématiques :

Face aux défis du changement climatique et l'urbanisation croissante, la question du confort hygrothermique dans les bâtiments devient un enjeu majeur, notamment dans les zones côtières où les conditions climatiques sont particulières. Dans le présent mémoire, nous avons choisi la ville côtière de Ain Banian qui connaît une dynamique urbaine à prendre en en considération dans la programmation urbaine. A ce stade de développement, un questionnement nous interpelle : **comment il nous sera possible de comprendre la dynamique urbaine que connaît la ville de Ain Benian et quelle serait l'orientation stratégique vers laquelle la ville de Ain Benian, devrait tendre ?**

Aussi, à travers nos premières visites de la ville, on s'est rendu compte de cette dynamique urbaine et la nécessaire restructuration du centre-ville et vu la situation côtière de la ville qui est déjà caractérisée par des forts taux d'humidité, la contrôler à travers la conception architecturale devient un élément important à prendre en considération. Ce qui nous mène à poser notre deuxième questionnement :

Comment concevoir un bâtiment tout en assurant un niveau de confort hygrothermique acceptable ?

1.3 Hypothèses :

Pour être en mesure de répondre à nos questionnements posés, nous pensons que :

- Une approche croisant l'analyse typo-morphologique, considérant le développement morphologique de la ville et sa qualité fonctionnelle à travers l'analyse diachronique et synchronique, avec l'approche sensorielle qui permet d'identifier l'imagibilité, le potentiel d'orientation et d'identification spatiales des habitants en ville, nous permettrait de comprendre la dynamique urbaine et en proposer une stratégie globale et une programmation urbaine adéquate.
- L'architecture biophilique reflète de la nécessité humaine à se connecter avec la nature et dont les bienfaits se font ressentir sur le bien-être de l'humain. Nous pensons alors qu'une approche biophilique pourrait non seulement améliorer le bien-être des occupants des espaces mais aussi assurer le confort hygrothermique à travers les principes mêmes de l'architecture biophilique, tel que l'intégration de la végétation.

Cette deuxième orientation nous permettra de tester les améliorations potentielles généralisables par les éléments de l'architecture biophilique tel que l'intégration de la végétation et la ventilation naturelle.

1.4 Les objectifs de la recherche :

Le présent mémoire vise plusieurs objectifs pédagogiques, nous en citerons principalement :

- Comprendre comment comprendre la dynamique urbaine et en proposer une stratégie globale ainsi que la proposition d'une programmation urbaine adéquate.
- Être en mesure d'établir un état de l'art nous permettant de trouver les éléments de réponses adéquat à nos questionnements et hypothèses posés.
- Être en mesure d'évaluer le confort hygrothermique d'un bâtiment tout en proposant des améliorations basées sur les stratégies passives et dans le cas de notre mémoire, l'intégration de l'architecture biophilique dans le projet.

1.5 Méthodologie de travail :

Pour répondre aux objectifs visés supra, nous avons organisé le travail tel que présenté sur la figure ci-dessous.

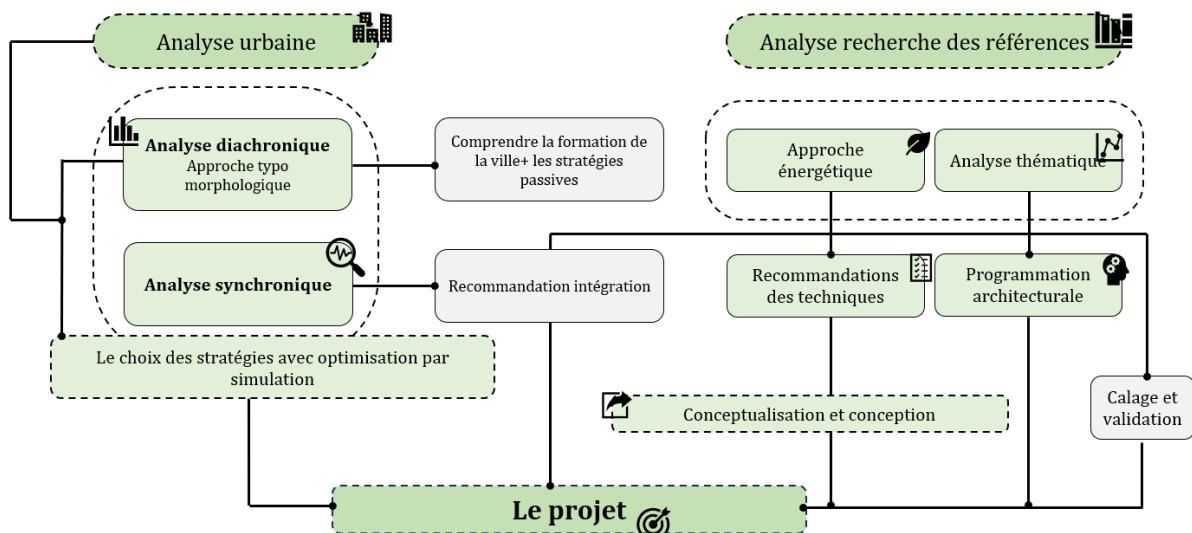


Figure 1 Méthodologie de travail Source : Mr BOUKARTA adaptée par auteur

1.6 Structure du mémoire :

Notre mémoire est composé de quatre chapitres principaux dont nous résumons les points essentiels comme suit.

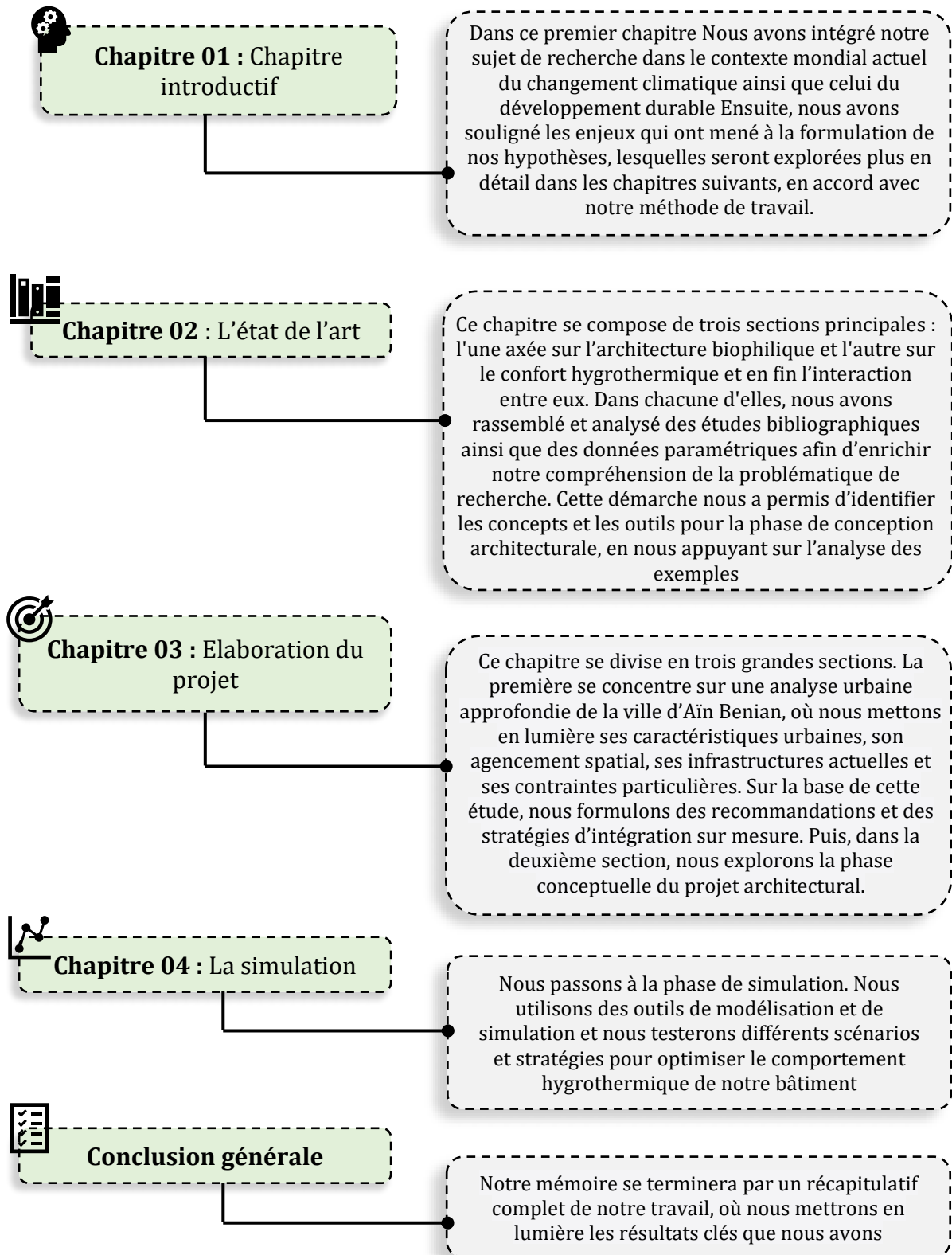


Figure 2 : Structure du mémoire Source : auteur

CHAPITRE 02
ETAT DE L'ART

Introduction :

Ce chapitre établit le cadre théorique de notre étude en explorant en profondeur les concepts clés liés à l'efficacité énergétique dans les bâtiments ainsi qu'à la conception biophilique. Notre objectif est de comprendre comment l'intégration de la nature dans la conception architecturale peut contribuer à la création d'environnements bâtis plus durables et plus sains. En analysant ces concepts, nous visons à fournir une base solide pour notre étude, en identifiant les principes théoriques sous-jacents. Ces fondements théoriques nous serviront de guide alors que nous explorons les opportunités offertes par l'optimisation de la performance énergétique à travers une approche biophilique. Nous mettrons en lumière les avantages potentiels pour les occupants, les propriétaires de bâtiments et l'environnement dans son ensemble. De plus, nous avons conduit une analyse approfondie des exemples concrets pour observer de quelle manière l'intégration de la nature dans la conception architecturale peut influencer les résultats pratiques.

2.1 l'architecture biophilique

L'architecture biophilique est une méthode de conception visant à incorporer des éléments naturels dans les constructions afin d'optimiser la santé et le bien-être de ceux qui y résident. Cette théorie est fondée sur la conviction que les êtres humains possèdent un lien naturel avec l'environnement et que l'exposition à des éléments naturels comme le soleil, l'eau et la flore peut bénéficier à notre santé physique et psychologique, d'où une influence positive sur notre bien-être social. Source (Minguet, A, 2024)

2.2 les bienfaits de l'architecture biophilique

- **Bienfaits Physiologiques**

Les études montrent que l'architecture biophilique réduit significativement les marqueurs de stress physiologique. L'exposition à des environnements intégrant des éléments naturels diminue la tension artérielle, le rythme cardiaque et l'activité des glandes sudoripares. (Yin et al. 2019) ont démontré une récupération physiologique accélérée face au stress chez les individus exposés à des éléments biophiliques.

Dans les établissements de santé, la biophilie produit des effets particulièrement remarquables. Une revue systématique publiée dans (*Frontiers in Built Environment*, 2024) révèle que l'intégration d'éléments biophiliques dans les hôpitaux réduit le temps d'hospitalisation, la mortalité des patients et les niveaux de douleur.

- **Bienfaits Psychologiques et Cognitifs**

La Stress Reduction Theory (SRT) d'Ulrich et Jimenez explique que notre affinité naturelle avec le monde naturel permet une réduction significative du stress dans ces environnements. Les espaces biophiliques diminuent l'anxiété et améliorent l'humeur générale.

Sur le plan cognitif, les recherches indiquent une amélioration notable de la concentration, de la mémoire et de la créativité en présence d'éléments naturels. L'étude "Human Spaces" sur l'impact du design biophilique en milieu professionnel rapporte une augmentation de 6% de la productivité et de 15% de la créativité.

- **Bienfaits Environnementaux et Sociaux**

L'architecture biophilique contribue significativement à la durabilité environnementale en améliorant la qualité de l'air, en réduisant la pollution et en atténuant l'effet d'îlot de chaleur urbain. Plusieurs hypothèses testées par Agboola et al. Confirment que l'incorporation de principes biophiliques améliore la durabilité environnementale des bâtiments ($\beta=0,230$, $p=0,005$) et influence positivement les comportements de réduction des déchets ($\beta=0,604$, $p=0,001$).

Sur le plan social, les espaces biophiliques favorisent les interactions et renforcent le sentiment d'appartenance, créant des environnements plus cohésifs.

Tableau 1:Tableau de Synthèse des Études sur les Bienfaits de la Biophilie en Architecture

Étude	Auteur(s)	Méthode	Résultats
Impacts des éléments biophiliques (2019)	Yin et al.	Mesures physiologiques	Réduction du stress, baisse du rythme cardiaque et de l'anxiété
Revue systématique du design biophilique thérapeutique (2024)	Frontiers in Built Environment	Analyse littérature 2010-2023	Réduction temps d'hospitalisation, mortalité, douleur et stress
Design biophilique dans les hôpitaux	Muhamad et al. (2022)	Études de cas	Amélioration de la santé physique et mentale, récupération accélérée
Human Spaces	Non précisé	Étude en milieu professionnel	+6% productivité, +15% créativité et bien-être
Effets du bois sur la santé	David Fell	Mesures physiologiques	Diminution tension artérielle, rythme cardiaque et stress
Impacts environnementaux	Agboola et al.	Analyse statistique	Atténuation îlot chaleur urbain ($\beta=0,567$, $p<0,001$)

2.3 les principes de l'architecture biophilique :

Selon les recherches antérieures, l'architecture biophilique repose sur 24 principes, répartis entre des éléments quantifiables et non quantifiables, établissant une relation directe ou indirecte avec la nature, pour plus de détails, voir annexe 1, En tenant compte des caractéristiques climatiques de la ville, identifiée comme appartenant à un climat méditerranéen humide. Nous avons orienté notre conception vers une architecture adaptée à ce contexte. Ainsi, l'air a été sélectionné comme un élément clé pour le développement d'un système de ventilation naturelle, tandis que la végétation a été intégrée en tant que régulateur thermique, deux aspects pouvant être évalués de manière objective dans notre démarche de simulation. Par ailleurs, bien que notre étude se focalise sur les dimensions quantifiables, nous n'avons pas omis d'intégrer également certains piliers biophiliques non quantifiables dans la conception architecturale, contribuant ainsi à renforcer l'approche sensible et immersive de notre projet. Nous présenterons dans ce qui suit, les applications possibles de l'architecture biophilique, voir figure ci-dessous.

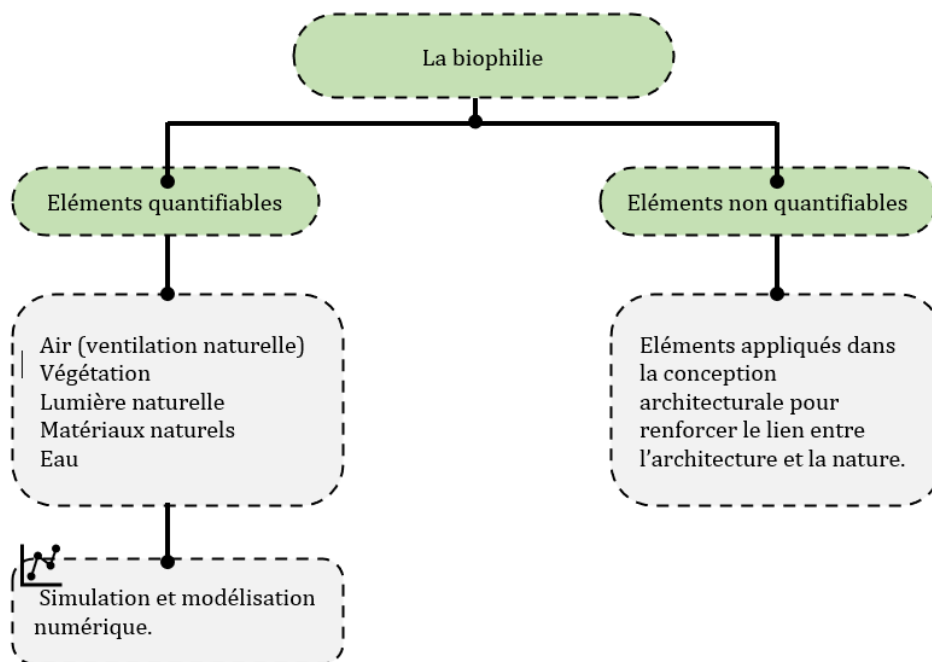


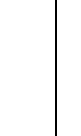
Figure 3: L'architecture biophilique, entre le quantifiable et le non quantifiable. Source Stephen R. Kellert, Elizabeth F. Calabrese 2008, *The Practice of Biophilic Design* traité par, auteur

2.4 la végétation :

Hundertwasser a marqué dans son livre (Restany, P. 1998). *Hundertwasser : The Power of Art* le début du XXe siècle en luttant pour la notion que l'art devait toucher toutes les facettes

de notre vie, y compris nos constructions. Ses convictions écologiques le conduisent à envisager la fusion de l'art et des plantes, pas sur de petites peintures comme d'autres de ses contemporains, mais sur des murs, des toits ou des constructions de grande envergure. Il tente de fusionner le beau, l'utile et le naturel. Parmi les applications possibles de la végétation en architecture nous notons ce qui suit : les poches vertes (*green-pockets*) qui étaient initialement définies comme des poumons verts (*green lungs*) dans les grandes villes industrielles du 19^e et 20^e siècle et qui aujourd'hui sont devenues des zones végétales en 3D présentes dans des édifices, qui peuvent être présentes dans une multitude de formes et d'aménagements spatiaux. Le concept de « poche verte » a été créé pour trois principales raisons (Boeri, S, 2015). L'intégration végétale de surface, cette approche est la plus répandue car s'intégrant sur une des surfaces du bâtiment, qu'il soit horizontal ou vertical. Voir tableau ci-dessous. Dans ce qui suit, nous passerons en revue les solutions végétales en 2d et 3d.

Tableau 2: Comparaison des surfaces 2D et des espaces verts 3D dans les bâtiments, Source Zhong W, Schroeder T, Bekkering J ; 2023 ; *Designing with nature*

	Surfaces vertes 2D		Espaces verts 3D (Poches vertes)			
Schéma						
Forme	Toiture végétale extensive/semi-extensive	Mur végétal, façade végétale, mur végétalisé ou système de verdure verticale	Jardin sur le toit, jardin du ciel ou toit végétalisé intensif	Balcon végétalisé, ou façade végétale tridimensionnelle	Jardin intérieur en plein air, paysage surélevé ou toit de serre	Jardin intérieur, ou jardin d'atrium,
Des espaces conçus	Surfaces (dessus)	Surfaces (façades) et murs intérieurs	Espaces extérieurs (volumes)		Espaces internes (volumes)	
Profondeur du substrat	≤25 cm		> 25 cm			
Végétation	Mousses, sedums, herbes, graminées, petits arbustes rampants et plantes grimpantes		Arbres, petits et grands arbustes, plantes couvre-sol (par exemple, mousses, sedums, herbes et graminées) et plantes grimpantes			
Conception créative	Potentiel faible à moyen		Gros potentiel			
Complexité technique	Faible à moyen		Elevé			
Entretien	Faible ou périodique		Régulièrement et périodiquement			

2.4.1 les Surfaces vertes 2D :

2.4.1.1 Les toits végétalisés :

La toiture végétalisée, aussi connue sous le nom de toit végétal ou toiture verte, est une toiture qui est recouverte de matériaux de culture et de végétaux contribuant à améliorer le confort intérieur des résidents. On en distingue trois types selon l'épaisseur de la couche végétale et les espèces cultivées, l'intensif dont l'épaisseur est supérieure à 30 cm, semi-intensif entre 10 et 30 cm et extensif dont l'épaisseur est inférieure à 10 cm (Boukarta : 2024, le cour performance énergétique)

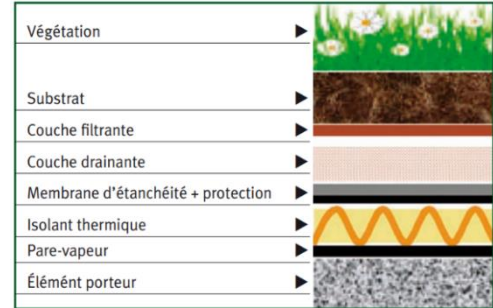


Figure 4:Toits végétalisés Source : <https://jardinessinfronteras.com>

Le tableau ci-dessous résume avec quelques études l'impact de la toiture végétale sur le comportement thermique des bâtiments.

Tableau 3:Synthèse bibliographique des toits végétalisés Source : auteur

Auteur / année	Titre	Objectifs	Résultat
Elmira Jalali Saeid Avril 2011	Effect of Green Roof in Thermal Performance of the Building An Environmental Assessment in Hot and Humid Climate	Evaluation des impacts environnementaux du toit vert sur la performance thermique du bâtiment résidentiel dans le climat chaud et humide de Dubaï, aux Emirats Arabes Unis.	L'étude des toitures végétales a confirmé leur contribution à l'efficacité thermique des bâtiments en zone climatique chaude humide. Elle diminue les apports solaires intérieurs, accroît l'isolation thermique, favorise l'évapotranspiration servant à rafraîchir l'air et baisse la nécessité de la climatisation. Ces avantages sont maximisés en fonction de l'épaisseur du substrat et des types de plantes utilisées
Manaa Souha Mahira 2021	L'impact de la toiture végétalisée sur le confort thermique dans l'habitat collectif Haut standing	Analyse de l'impact de la toiture végétalisée sur le confort thermique des habitations à Constantine, en tenant compte des conditions climatiques locales	Les toitures végétalisées contribuent ainsi à améliorer le confort thermique des habitats collectifs haut de gamme à Constantine en Algérie. Elles reconstituent des espaces verts perdus, favorisent des microclimats et permettant de diminuer les besoins en climatisation. En outre, cette approche répond aux attentes socioculturelles tout en s'inscrivant dans une logique d'efficacité énergétique des bâtiments.

2.4.1.2 Les murs/ façades végétalisé :

Les murs verts ou façades végétalisées sont caractérisées par l'utilisation de plantes grimpantes (caduques ou persistantes), soit en s'attachant directement à la façade du bâtiment (dans l'architecture traditionnelle), soit en étant soutenues indirectement par des câbles en acier, des treillis ou des treillis. Façade végétalisée diffère du mur végétalisé de par l'origine des racines, sur un mur végétalisé, les racines sont posées directement sur le mur tandis que sur une façade végétalisée, les racines prennent source du sol et c'est la plante qui grimpe et occupe la verticalité tout en ayant les sources en bas (K. Perini and P. Rosasco ,2013). Voir figure ci-dessous

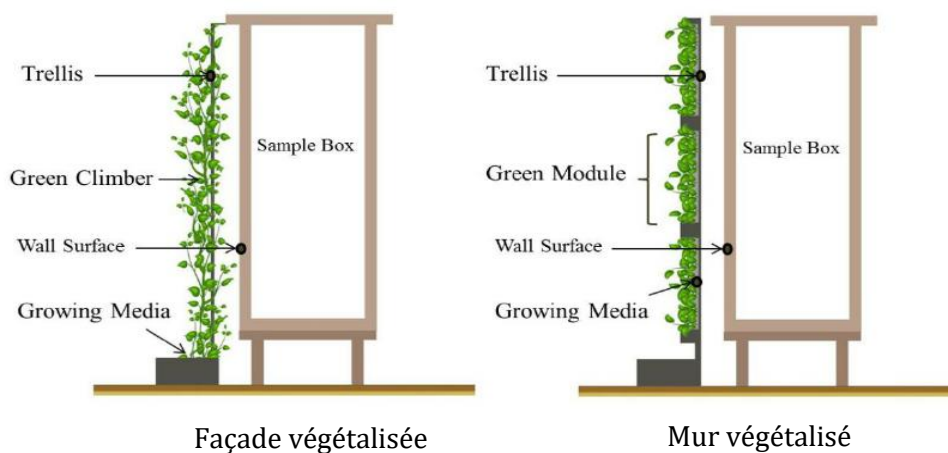


Figure 5: Façades et murs verts ,Source Safikhani T, Baharvand M, tuzuhariah A Megat A, Ossen R, Thermal Impacts of Vertical Greenery Systems

Le tableau ci-dessous résume l'impact du mur et de la façade végétalisée sur le comportement thermique du bâtiment.

Tableau 4 : Synthèse bibliographique des façades et murs végétalisées Source : auteur

Auteur / année	Titre	Objectifs	Résultat
BENHALILOU KARIMA 2021	L'ENVELOPPE VEGETALE : UNE ALTERNATIVE AU RAFRAICHISSEMENT PASSIF CAS DE LA FACADE VEGETALE	Prédire le comportement thermique et énergétique des façades végétalisées afin de réduire le transfert de chaleur à travers l'enveloppe du bâtiment et limiter la consommation énergétique liée à la climatisation.	Les façades végétalisées permettent d'optimiser le confort thermique. En effet, les plantes en raison de l'ombrage et de l'évaporation abaissent la température à l'intérieur ainsi que la chaleur des murs. Par conséquent, ceci est un excellent système de refroidissement passif qui élimine le besoin des climatiseurs et favorise les conceptions énergétiquement efficaces
OULED ABDELLAH FATMA 2017	L'influence d'un mur végétal sur Le comportement thermique d'un habitat	L'évaluation de l'impact d'un mur végétal sur le comportement thermique d'un habitat en analysant son rôle dans l'isolation thermique, la régulation des températures intérieures et la réduction de la consommation énergétique.	Les murs végétalisés améliorent le confort thermique des logements en diminuant le recours à la climatisation. En plus de l'isolation, l'évapotranspiration des plantes réduit la température à l'intérieur des habitations, de sorte que ces murs de façade sont idéalement utilisés pour une consommation réduite d'énergie. Ainsi, ces solutions passives s'inscrivent dans une logique de développement durable de la

			performance thermique des bâtiments.
DJEDJIG Rabah 2013	Impacts des enveloppes végétales à l'interface bâtiment microclimat urbain	La modélisation et l'expérimentation de toitures et de façades végétales en vue de l'évaluation de leurs impacts hygrothermiques sur les bâtiments et sur les microclimats urbains.	Les enveloppes végétalisées sont également responsables de l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments et de la diminution de l'effet des îlots de chaleur urbains. Leurs capacités thermiques réduisent les échanges de chaleur autant en hiver qu'en été tout en dépendant l'humidité du substrat. En effet, elles permettent d'améliorer l'habitat humain, mais aussi de réguler le microclimat urbain.

2.4.2 Espaces verts 3D (Poches vertes) :

La revue de la littérature nous a permis d'identifier trois types de poches verte ou espace verts tridimensionnel, les jardins suspendus et les balcons verts et les atriums verts.

2.4.2.1 « Sky Garden » ou le jardin suspendu

Le jardin suspendu est un espace vert créé en superposant des strates de végétation sur un système de toiture et sur les niveaux intermédiaires des bâtiments de grande hauteur. On le connaît aussi sous l'appellation de jardin podium. (Mullai .J ,SKY GARDEN ; 2020). Voir figure ci-dessous.

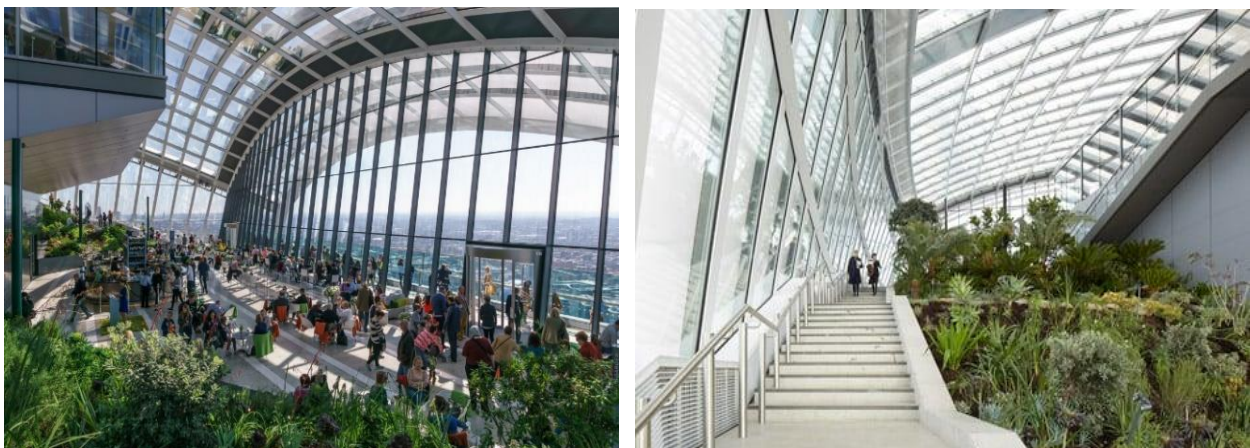


Figure 6 : London's Highest sky Garden » Walkie-Talkie building Source : <https://www.tripadvisor.com>

Le tableau ci-dessous résume l'impact des podium sur le comportement thermique intérieur des bâtiments.

Tableau 5 : Synthèse bibliographique des jardins suspendues Source : auteur

Auteur / année	Titre	Objectifs	Les résultats
BENYOUCEF Hosna CHATER Meriem 2018	Intégration de la végétation dans l'architecture de l'habitat	L'intégration de la végétation et ses qualités environnementales dans la conception architecturale en explorant son impact sur l'organisation des espaces, la relation entre les volumes bâties et la nature, tout en adoptant des technologies appropriées pour un projet durable.	- Grâce à la végétation intégrée, la température ambiante est réduite de 2- 3°C. - L'isolation thermique des bâtiments est améliorée de 10-15%. - La consommation énergétique est réduite de 12-20% (climatisation). - Grâce à la végétation intégrée, la température ambiante est réduite de 2-3°C.

2.4.2.2 « Green balconies » les balcons verts :

Selon Gilles Clément (2004) Les balcons végétaux représentent une prolongation du jardin dans l'espace urbain vertical. Ils offrent l'occasion de « récupérer des portions de nature en milieu urbain », tout en encourageant la biodiversité, le bien-être climatique et la connexion émotionnelle entre les résidents et le monde vivant.

Voir figure ci-dessous.



Figure 7 : Forêt verticale « Bosco Verticale » source : <https://www.archdaily.cl>

Le tableau ci-dessous résume l'impact des balcon végétalisés sur le comportement thermique des bâtiments.

Tableau 6 : Synthèse bibliographique des balcons verts Source : auteur

Auteur / année	Titre	Objectifs	Résultats
Jinkun Sun, Jing Liu, Feng Wu, Hongfen Nian 2015	Research on High-efficient Balcony Greening Based on the Concept of Low-carbon Green Buildings	Analyser l'impact des balcons végétalisés sur le climat intérieur des bâtiments et l'environnement, en proposant des solutions optimales pour leur conception et leur développement dans une approche de bâtiments verts à faible empreinte carbone.	L'étude montre que la végétalisation des balcons réduit l'empreinte carbone des bâtiments, régulant la température et atténuant l'effet îlot de chaleur urbain. Elle propose des stratégies pour optimiser la végétalisation, en utilisant des exemples pratiques pour démontrer les avantages écologiques et énergétiques.
Farhana Ahmed, Sarder Mohammad Hafijur Rahman 2024	Thermal performance of green balconies of residential buildings: A Case Study in Wari, Dhaka	Étudier l'impact des balcons végétalisés sur la performance thermique et la qualité de l'environnement intérieur dans un climat chaud-humide.	Les balcons verts réduisent les températures intérieures jusqu'à 6,5 °C, améliorent le confort thermique, et permettent des économies d'énergie allant jusqu'à 20 %, grâce à l'ombrage et l'évapotranspiration.

2.4.2.3 Jardin intérieur, ou jardin d'atrium

Un atrium végétalisé est bien plus qu'un simple passage dans un édifice : c'est un véritable « poumon vert » intérieur. Cet endroit clair et planté permet aux utilisateurs de se détendre et de se ressourcer, tout en améliorant le confort visuel et la qualité environnementale de l'édifice. Selon Plassart, S. (2015).

Selon l'emplacement des atriums et leur forme, on en recense 5 types, fermé, ouvert, linéaire, latéral et latéral multiple Voir figure ci-dessous.

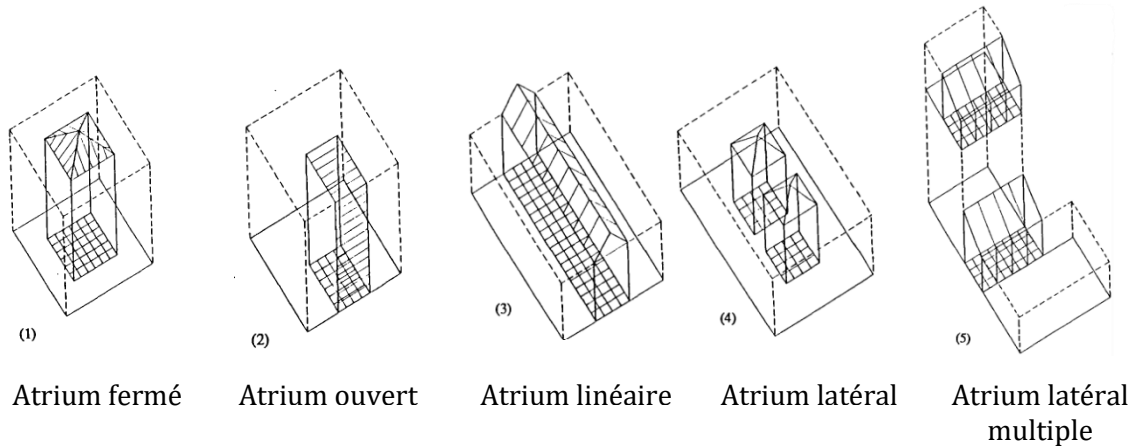


Figure 8 : Les types d'atriums intérieurs Source : Bensalem R 1991 Wind-driven Natural Ventilation in Courtyard and atrium-type buildings, Ph.D Thesis

Le tableau ci-dessous résume l'impact des atriums végétalisés sur le comportement thermique des bâtiments.

Tableau 7 : Synthèse bibliographique des jardins d'atriums Source : auteur

Auteur / année	Titre	Objectifs	Résultat
Solenne PLASSART 2015	L'ATRIUM CENTRAL DANS LES BÂTIMENTS TERTIAIRES CONTEMPORAINS	Examinez comment l'atrium central affecte le design intérieur, l'utilisation et l'atmosphère dans les bâtiments tertiaires contemporains aux climats humides.	L'atrium améliore la ventilation naturelle, réduit la consommation d'énergie grâce à l'éclairage naturel et favorise le confort thermique et spatial des occupants. Il joue un rôle essentiel dans la durabilité architecturale.
Kamel Achour 2018	L'amélioration du système hygrothermique en réduisant la consommation énergétique à travers l'utilisation de l'atrium	Concevoir un hôtel touristique dans un écoquartier à Tipaza en intégrant un atrium pour améliorer le confort hygrothermique et réduire la consommation énergétique	L'ajout de l'atrium a contribué à améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment, en encourageant la ventilation naturelle et en rehaussant le bien-être des résidents, tout en adhérant aux principes du développement soutenable.
Khaoul a Fekkous, Yasmin a Bouchahm 2017	L'influence de l'atrium ventilé des centres commerciaux sur le comportement thermoaéraulique, cas de la ville nouvelle Ali Mendjli à Constantine	Évaluer l'impact de l'atrium ventilé sur le confort thermique dans un centre commercial en comparant des mesures avec et sans ouverture du toit.	- Réduction de la température intérieure de 3°C lors de l'ouverture du toit. - Amélioration du confort thermique de 25% pendant l'été, mesuré par l'indice PMV. - Les simulations numériques ont confirmé une amélioration de la ventilation naturelle de 30%.

2.4.3 La végétation et le climat humide :

Les plantes jouent un rôle essentiel dans la régulation de l'humidité et la purification de l'air et la gestion de l'humidité et la purification atmosphérique, surtout dans les contextes humides ou les lieux exposés à l'humidité excessive. Parmi les espèces les plus appropriées, on peut en citer quelques-unes, voir figure ci-dessous.



Figure 9 : Spathiphyllum Source : Pinterest



Figure 10 : Lierre anglais Source : Pinterest



Figure 11 : Ficus pumila (Figuier rampant) Source : Pinterest



Figure 12 : Philodendron Source : Pinterest



Figure 13 : Fougères Source : Pinterest



Figure 14 : Chlorophytum Source : Pinterest

2.5 Ventilation naturelle :

Un autre moyen efficace contre l'humidité est la ventilation naturelle, elle peut être définie comme le déplacement des masses d'air d'une zone en surpression vers une autre en dépression, et cette configuration est provoquée par le renouvellement d'air, grâce aux ouvertures et on peut qualifier la ventilation de naturelle lorsque on note l'absence de dispositifs mécaniques. (Caciolo M, 2010). La ventilation pourrait être renforcée par l'effet du tirage thermique. Les deux figures ci-dessous résument les deux situations.

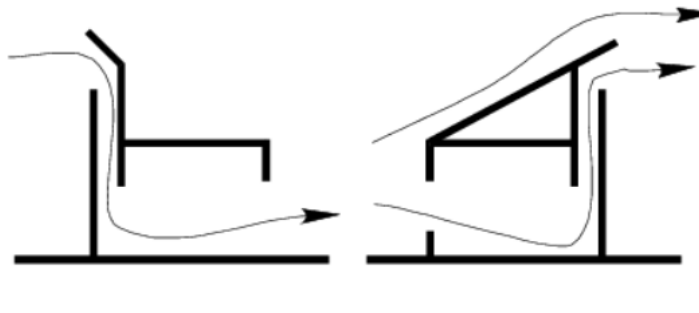


Figure 15 : Effet du vent Source : <https://www.researchgate.net>, Claude-Alain Roulet 2016

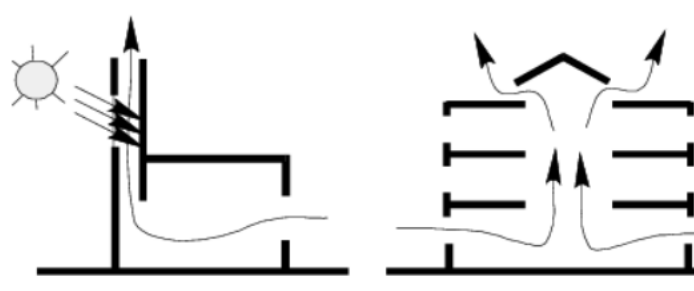


Figure 16 : Effet du tirage thermique Source : <https://www.researchgate.net>, Claude-Alain Roulet 2016

Le recours à la ventilation naturelle permet :

- D'assurer un confort thermique et un environnement intérieur sain. (Federico M, Rajendra A, 2014).
- De réduire 30% de la consommation d'énergie est rapportée dans les bâtiments ventilés naturellement par rapport aux bâtiments ventilés mécaniquement. (OMRANI. S, CAPRA. B et al, 2017)

2.5.1 Stratégies passives d'application de la ventilation naturelle :

Parmi les dispositifs passifs favorisant la ventilation naturelle, on en recense, les ouvertures, le patio et l'atrium. Nous examinerons dans ce qui suit la caractérisation de chaque dispositif afin d'orienter son usage dans le cadre de notre projet.

2.5.1.1 Ouvertures :

La ventilation naturelle par les ouvertures (fenêtres, portes) permettant d'améliorer le confort thermique et la qualité de l'air intérieur sans besoin d'un système mécanique, elle favorise le déplacement d'air par deux modes :

- a) **Ventilation mono-sens** se réalise par l'ouverture de fenêtres sur une seule façade.
- b) **Ventilation transversale** se réalise par l'ouverture des fenêtres sur des façades différentes.

L'importance de la ventilation en termes de débit peut être influencée par l'orientation, la position des ouvertures et le ration fenêtre/mur.

- **La taille des ouvertures** : En absence de données plus précises, les ouvertures nécessaires à une bonne ventilation naturelle devraient représenter de 5 à 10% de la surface de plancher d'un local. Une ventilation favorable pour les périodes chaudes et humides nécessite des ouvertures dont la surface représente de 10 à 20% de la surface du plancher d'un local. (BENAMANI N, KHEYAR N, 2016). En règle simple, une ouverture de 1m^2 et dans les conditions normales de pression pourrait générer un débit d'air de $36\text{m}^3/\text{s}$ ce qui représente le volume nécessaire d'air pour 2 personnes (BOUKARTA.S, 2024, cours PE). Le dimensionnement des ouvertures dépend du volume total du bâtiment et du taux souhaité de renouvellement d'air (généralement 0.5 et 3 fois/heure).

- **Le Window – To- Wall Ratio (WWR):**

Le WWR est un paramètre crucial dans la conception des bâtiments, il représente le rapport entre la surface de la fenêtre et la surface de mur, qui nous aide dans l'analyse de l'éclairage, la ventilation naturelle et la performance énergétique. (Firstgreen, 2023).

Le tableau ci-dessous présente une synthèse de quelques études portant sur l'impact des ouvertures sur le comportement énergétique et sur la ventilation naturelle des bâtiments.

Tableau 8 : Synthèse bibliographique des ouvertures Source : auteur

Auteur/ Année	Titre	Objectifs	Résultats
ROMERO.P MIRANDA.M et al 2025	Thermal comfort and sustainability in university classrooms.	Evaluation du confort thermique dans les salles de classes au Portugal, en comparant la ventilation naturelle et la climatisation.	La ventilation naturelle crée des gradients thermiques importants, soulignant l'importance de la disposition des ouvertures pour améliorer la ventilation.

BRANGEON.B BASTIDE.A JOUBERT.P PONS.M, 2011	Etude numérique de la ventilation transversante naturelle dans une cavité ouverte. Application au rafraîchissement passif.	Evaluer l'écoulement d'air dans une pièce équipée de deux ouvertures opposées qui créent une circulation d'air transversante.	Les résultats montrent que la ventilation naturelle transversante peut contribuer au rafraîchissement passif des locaux, mais que les débits d'air obtenus restent faibles.
PEREZ.M, GUILLIN.I, AMPARO.P et al 2016	Natural Ventilation Building Design Approach in Mediterranean Regions—A Case Study at the Valencian Coastal Regional Scale (Spain)	Explorer comment la répartition des ouvertures en façade influence l'efficacité de la ventilation naturelle dans un bâtiment situé sur la côte de Valence, en Espagne, en s'appuyant sur des simulations de dynamique des fluides (CFD).	Les simulations ont montré qu'une disposition stratégique des ouvertures peut améliorer la performance énergétique du bâtiment jusqu'à 9,7 %, comparé à une conception initiale qui ne tirait pas parti de la ventilation naturelle.

2.5.1.2 Patio/ Atrium :

Un patio est une cour intérieure à ciel ouvert, souvent entourée d'une galerie, servant de lieu de vie et de régulation climatique dans les architectures traditionnelles méditerranéennes. (Selon un groupe d'architectes spécialistes d'habitat, 1966)

On peut distinguer 6 types de patios, centralisé, intégré, adjacent, en coin, en L et linéaire. Voir figure ci-dessous.

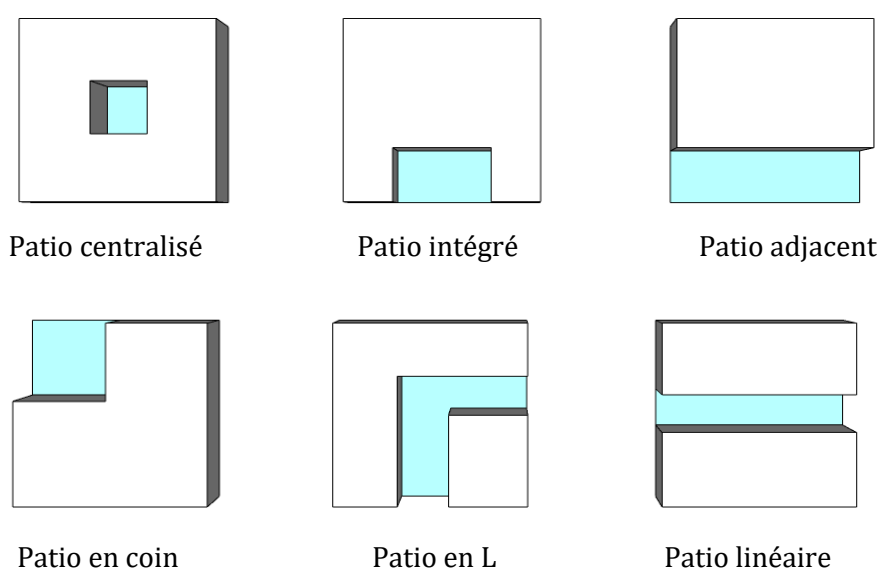


Figure 17 : Types de patio Source : auteur

La taille du patio par rapport au volume bâti a un impact important sur son efficacité, dont la relation interne et externe est influencée par l'enveloppe de patio. Il existe de nombreux types de patio en fonction de leur taille ; (taille grande, moyenne et petite). Les principaux paramètres des patios sont liés à la longueur, la largeur et la hauteur. « Bednar » a utilisé (SAR : Section aspect ratio) et (PAR : Plan aspect ratio), tandis que « Baker » a utilisé (WI : Well index), (RI : Room index) et (AR : Aspect ratio) afin de caractériser la géométrie des patios, ces paramètres sont définis comme suit (CHAMMA M, KHERROUB O, 2021) :

- Section al aspect ratio (SAR) = $\frac{\text{hauteur}}{\text{largeur}}$
- Plan aspect ratio (PAR) = $\frac{\text{largeur}}{\text{longueur}}$
- Well index (WI) = $\text{hauteur} \frac{(\text{largeur} + \text{longueur})}{(2 - \text{longueur} - \text{largeur})}$
- Room index (RI) = $\frac{(\text{longueur} - \text{largeur})}{\text{hauteur}(\text{longueur} + \text{largeur})}$
- Aspect ratio (AR) = $\frac{\text{longueur} - \text{largeur}}{\text{taille}^2}$

Selon les paramètres géométriques décrit ci-dessus, on peut identifier les types tel que présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9 : Classification des patios Source : Thèse master CHAMMA M, KHERROUB O, 2021

Classification patio	SAR Section aspect ratio	PAR Plan aspect ratio
Linéaire	/	PAR < 0.4
Rectangulaire	/	0.4 < PAR < 0.9
Carré	/	0.9 < PAR = 1
Peu profond	SAR < 1	/
Grand	SAR < 2	/

2.5.1.3 Atrium :

L'atrium est un espace ouvert sur plusieurs étages, baigné de la lumière grâce à de grandes surfaces vitrées et des puits de lumière, on le retrouve souvent dans à l'entrée de bâtiment et dans les zones de passage, plus qu'un simple espace architectural, c'est un endroit où la lumière naturelle crée une atmosphère accueillante, idéale pour se retrouver, échanger et célébrer des moments importants. (GEMI. A, 2006). En d'autres termes, un atrium peut être considéré comme un patio couvert.

2.5.2 Principe de ventilation naturelle dans un patio / atrium :

Le principe du patio est comme avantage d'avoir un microclimat, et de créer un contact avec le milieu naturel.

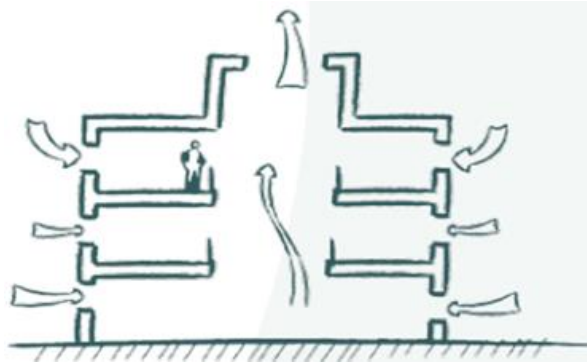


Figure 18 : Ventilation naturelle par atrium Source : Guide CIBSE

Comme illustré sur la figure ci-dessus, le patio travaille l'effet de pression et de tirage thermique à la fois.

En plus de l'effet de tirage thermique, un atrium provoque l'effet de cheminée par la géométrie, les gains internes et solaires d'un atrium permette une meilleure ventilation naturelle pour les espaces adjacents. (DERMES C, POTVIN A, 2005). Voir figure ci-dessous.

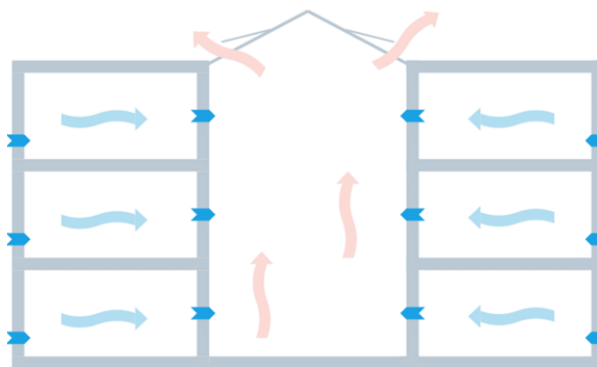


Figure 19 : effet de cheminée dans l'atrium. Source :

Eolios ingénierie. <https://eolios.fr/genie-climatique/quest-ce-que-la-ventilation-naturelle/>

Le tableau ci-dessus présente une synthèse de quelques travaux de recherche portant sur l'impact des patios et atrium comme régulateur thermique dans le bâtiment.

Tableau 10 : Synthèse bibliographique de la ventilation patio/atrium Source : auteur

Auteur/ Année	Titre	Objectifs	Résultats
NAJAFABADI.F ; 2013	Effect of atrium on thermal comfort.	Analyser la performance thermique d'un bâtiment éducatif doté d'un atrium dans un climat chaud et humide.	Les simulations ont montré que plusieurs facteurs influencent directement le confort thermique intérieur, notamment la hauteur de l'atrium, la qualité de la ventilation et le type de matériau utilisé pour la toiture. Pour créer un environnement intérieur plus agréable, il est recommandé d'opter pour un atrium d'une hauteur comprise entre 3 et 5 mètres, doté d'ouvertures bien placées, ainsi qu'une toiture opaque.
BANA EID, TALEB.H ; 2023	Simulation study on the effect of courtyards design on natural ventilation, the case of study of beauty center in Germany.	Optimiser la qualité de l'environnement intérieur et le confort thermique d'un centre de beauté en intégrant des patios comme solution de ventilation naturelle.	Les patios pourraient diminuer la consommation d'énergie de 2.3 MWH par rapport à la situation initiale ce qui améliore le confort thermique intérieur et diminue les exigences en matière de climatisation.
MELLADO.E, GOMEZ.C, MARIN.C ; 2023	"Seasonal analysis of thermal comfort in Mediterranean social courtyards: A comparative study	Evaluer la performance thermique des cours intérieures dans des logements sociaux à Séville, Espagne sous climat Méditerranéen en été et en hiver.	Les cours intérieurs étaient jusqu'à 12°C plus fraîches en été et jusqu'à 3.3°C plus chaudes la nuit en hiver par rapport à l'extérieur, offrant ainsi des conditions de confort thermique améliorées pour les occupants.

Et comme synthèse à la partie environnementale considérée dans cet état de l'art, nous présentons un tableau comprenant des recommandations à prendre en considération dans le cadre de la conception de notre projet. Voir tableau ci-dessous.

2.6 Recommandations :

Tableau 11 : Tableau des recommandations Source : auteur

Implantation et orientation	▪ Les bâtiments doivent être orientés de manière optimale, bien ventilés et bien ombrés. ▪ Orientation allongée Est-Ouest pour minimiser l'exposition au soleil direct en milieu du jour. ▪ Les orientations pleines Est ou pleines Ouest sont déconseillés.
Les matériaux	▪ Optimisation de l'isolation thermique et l'augmentation de l'inertie thermique de l'enveloppe permettent d'obtenir des performances énergétiques améliorées. ▪ Les matériaux lourds ont une meilleure inertie, de préférence le : brique, la pierre et le carrelage. ▪ Les matériaux naturels (terre cuite, crue) ils stockent très bien les rayons solaires pour les transformer en chaleur.
Les toits végétalisés	▪ Choix du système de toiture végétalisée adapté (extensive, semi-intensive ou intensive) ▪ Étanchéité et isolation pour éviter les infiltrations et renforcer l'efficacité thermique. ▪ Système de drainage efficace pour éviter la stagnation d'eau et assurer un bon écoulement.
Les murs/ façades végétalisé	▪ Optimiser la performance thermique Placement des murs végétalisés stratégiquement pour maximiser l'ombre et améliorer l'inertie thermique. ▪ Sélectionner des plantes adaptées Opter pour des espèces locales, résistantes au climat et nécessitant peu d'entretien. ▪ Assurer un entretien régulier
« Sky garden » ou le jardin suspendu	▪ Choisir des plantes adaptées Opter pour des espèces résistantes aux conditions en hauteur ▪ Renforcer la structure du bâtiment Vérification de la capacité portante du plancher pour supporter le poids du jardin. ▪ Maximiser l'ensoleillement et l'ombre
« Green balconies » les balcons verts	▪ Choisir des plantes adaptées Stratégies Opter pour des espèces résistantes au climat local, nécessitant peu d'entretien et favorisant l'évapotranspiration. ▪ Optimiser la disposition des plantes Placer les végétaux de manière dense et stratégique pour maximiser l'ombrage et le rafraîchissement ▪ Assurer un entretien régulier
Le Jardin intérieur, ou jardin d'atrium	▪ Optimisation de l'éclairage naturel Maximiser l'apport en lumière pour favoriser la croissance des plantes et réduire la consommation d'énergie. ▪ Contrôle de la température et de l'humidité Exploiter les propriétés des plantes pour réguler le climat intérieur. ▪ Choix des plantes adaptées résistantes aux conditions intérieures
La Façade double peau	▪ Orienter la façade en fonction des vents dominants pour maximiser l'effet de tirage thermique. ▪ Créer des entrées en bas et des sorties en haut pour un effet cheminée optimal. ▪ Assurer une continuité verticale de la lame d'air pour éviter les stagnations thermiques.
Les ouvertures	▪ Il est préférable de répartir les ouvertures comme suit : 50% au sud, 20 à 30% à l'Est, 20% à l'Ouest, 10% au Nord. ▪ Le ratio de surface vitrée est de 20% de la surface habitable. ▪ Positionner les ouvertures d'une manière opposée pour favoriser la ventilation transversant.
Le patio	▪ Favoriser le positionnement central du patio pour créer un effet de cheminée thermique permet la circulation d'air chaud vers le haut. ▪ Orienter le patio vers les vents dominants pour améliorer la ventilation transversale. ▪ Le patio moins profond est celui le plus favorable.

2.7 Le confort et les acceptions possibles :

Le confort se caractérise par une sensation de satisfaction envers l'environnement thermique. Cette sensation est influencée par différents paramètres tels que : la température, l'humidité et la qualité d'air qui permettent au corps humain de fonctionner de manière optimale. L'équilibre dynamique entre le corps et son environnement est déterminé par l'échange thermique. (LIEBARD A, DE HERDE A, 2005). GIVONI aborde principalement le concept thermique du point de vue de bien-être de la personne. Il s'appuie sur les diverses recherches menées sur le bilan thermique et les interactions entre le corps et son environnement. Il propose de maintenir la température dans une zone étroite indépendante des variations importantes de l'environnement extérieur, afin d'assurer une sensation de confort acceptable pour l'occupant. (GIVONI 1978). Selon ASHRAE (2004), le confort thermique est un état d'esprit subjectif où l'individu est entièrement satisfait de son environnement. ASHRAE souligne ainsi que le confort thermique n'est pas un état absolu mais une expérience individuelle et contextuelle influencée par des facteurs physiologiques, environnementaux et psychologiques. (ASHRAE,2004).

2.7.1 Le confort hygrothermique :

Le confort hygrothermique est défini comme un état d'équilibre optimal entre la température de l'air, l'humidité relative et d'autres paramètres environnementaux qui influencent le bien être des occupants d'un bâtiment. (Selon Dominique 5GAUZIN-MULLER, 2002). Le confort hygrothermique à but d'amélioration le bien être des occupants tout en optimisant la performance énergétique du bâtiment. Il dépend la température de l'air, des parois et l'humidité relative.

2.7.2 Les paramètres du confort hygrothermique :

a) Les paramètres liés à l'individu :

- **Le métabolisme :** Est l'ensemble des réactions chimiques et biologiques produisent par le corps, ces réactions permettent de produire de l'énergie, tels que la production de chaleur interne du corps qui joue un rôle important dans la perception du confort.
- **L'habillement :** Les vêtements portés par un individu sont considérés comme une barrière thermique et hygrothermique entre le corps et l'environnement. L'habillement joue un rôle clé dans la régulation de la température du corps et de l'humidité perçu par l'individu.

b) Les paramètres liés à l'environnement :

L'environnement joue un rôle déterminant dans la perception du confort hygrothermique. Nous en identifions :

- **La température de l'air :** Dans les zones intérieures occupées est importante pour l'équilibre thermique et le confort des occupants. Cela est dû au fait que l'échange convectif entre le corps et l'air ambiant est proportionnel à la différence de température entre la température de cette température d'air et température de surface du corps. (RAFFENEL Y, 2008).
- **La température des parois :** Impacte les échanges thermiques par rayonnement. Il est difficile de comprendre la distribution des températures sur une paroi, mais on admet que T_p correspond à la moyenne des températures des parois environnantes pondérées par la surface. Cette dernière se détermine selon l'équation suivante : $T_{rs} = (T_a + T_p) / 2$ (Liébard A, De herde A, 2005).
- **L'humidité relative :** Est le rapport exprimé en pourcentage entre la quantité d'eau contenue dans l'air à la température ambiante et la quantité maximale qu'il peut contenir à cette température (DE HERDE. A, LIEBARD.A, 2005). Une humidité relative entre 30% et 70 % est considérée comme idéale pour le confort et la santé.
- **La vitesse de l'air :** Est un paramètre qui influence sur les échanges thermiques entre le corps humain et l'environnement, Il favorise les mécanismes de convection et d'évaporation. A l'intérieur des bâtiments la vitesse d'air est limitée et ne dépasse pas 0.2m/s. (DE HERDE. A, LIEBARD.A, 2005)

2.7.3 Causes et impacts d'une hygrométrie non contrôlée :

Elle désigne le taux de vapeur d'eau présent dans l'air et la capacité de cette vapeur d'eau à se condenser. (MYLENE C, FLAVIE M, 2008). Dans un bâtiment, l'humidité peut être d'origine naturelle, accidentelle ou liée à un défaut d'entretien. Elle cause différents dommages au niveau du bâtiment et même sur le confort de l'individu. Parmi les points qui accentue le taux de l'hygrométrie non contrôlée, on peut recenser :

a) La condensation : Qui est un phénomène physique se produit lorsque la différence de température entre l'air ambiant et les parois est importante, formant des petites gouttelettes qui mouillent une surface comme (vitre, mur ou plancher mal isoler...), elle apparait généralement dans les locaux soumis à une production de vapeur ou mal ventilés (cuisine, salles d'eau...)

b) Une ventilation insuffisante : L'absence d'un renouvellement d'air adéquat peut provoquer une humidité excessive, favorisant ainsi le développement de moisissures et d'autres problèmes liés à l'humidité.

c) Activités humaines : Tels que Les bains, les douches, la cuisine, le nettoyage de sol ou des vêtements qui sèchent sont des activités qui augmentent l'humidité de la maison. On peut ajouter à cela, les remontées capillaires et les défauts d'entretien tel que les infiltrations d'eau.

2.7.4 Les stratégies passives pour assurer le confort hygrothermique :

Il nous est possible d'aborder la question du confort en s'appuyant sur les 3 registres, environnement, l'enveloppe et enfin la forme du bâtiment. (Boukarta : 2024, le cours)

▪ **L'environnement** via lequel on entend l'espace entourant le bâtiment et qui comprend les éléments naturels et artificiels à composer avec pour optimiser l'ensoleillement et la ventilation naturelle. Pour composer avec l'environnement, il prendre en considération :

a) Implantation : tient compte du relief, de l'ensoleillement, des vents locaux, elle détermine l'éclairement, les déperditions, les apports solaires, les possibilités d'aération. Cette dernière « *est fondamentale et doit être choisie en fonction des informations climatiques que l'on possède* ». (Bernard J, 2004).

b) Orientation : est la direction vers laquelle sont tournées ses façades, c'est-à-dire la direction perpendiculaire à l'axe des blocs. (GIVONI.B, 1978). Selon (GIVONI.B, 1980) le choix d'orientation est soumis à de nombreux critères tel que La vue, La position par rapport aux voies, la topographie de site et les facteurs climatiques. Une bonne orientation permet de couvrir les besoins en lumière naturelle en optimisant le confort visuel, optimiser l'utilisation des rayons solaires pour chauffer en hiver tout en assurant une protection contre les surchauffes d'été et se protéger contre la présence des vents dominants froids d'hiver. (Bellara.s,2005).

Ci-dessous le tableau de synthèse reprenant quelques études portant sur l'environnement.

Tableau 12 : Synthèse bibliographique d'implantation et orientation Source : auteur

Auteur/ Année	Titre	Objectifs	Résultats
MAHDAB.I, TOUBAL SGHIR.S 2022	Simulation numérique des paramètres de confort thermique dans un immeuble résidentiel.	-Etudier les paramètres du confort thermique en utilisant la simulation CFD.	Amélioration du confort thermique par ajustement de la température et l'humidité.
RODRIGO.A, PATHIRANA.SH, HALWATURA.R 2019	Effect of building shape, orientation, window to wall ratio and zones on energy efficiency and thermal comfort of naturally ventilated houses in tropical climate.	Examiner l'effet combiné de l'orientation du bâtiment, du vitrage des fenêtres et des techniques d'ombrage sur la performance énergétique et le confort des occupants dans un climat chaud et humide.	L'étude a conclu que l'orientation optimale du bâtiment, avec des vitrages appropriés et des techniques d'ombrage, peut réduire la charge de refroidissement de 35,9% et améliorer le confort thermique intérieur, tel que mesuré par le PMV (vote moyen prévu) et le PPD (pourcentage de personnes mécontentes) indices.
BERGHOUT.B 2020	Effet de l'implantation d'un bâtiment collectif sur le confort hygrothermique.	Evaluer l'impact de l'implantation d'un bâtiment sur le confort hygrothermique.	Diminution de la fluctuation de température, réduction de la consommation énergétique.

▪ **L'enveloppe** : à travers ce registre, on est censé être en mesure de bien choisir les matériaux de construction de l'enveloppe :

a) L'inertie thermiques qui est la caractéristique d'un matériau à créer un déphasage thermique entre l'intérieur et l'extérieur, assez souvent au-delà de 6h. cette qualité est très recherchée dans les étages climatiques à forte amplitude thermique (TRACHTE S,2012). Pour qu'un matériau de construction ait une bonne inertie thermique, il faudra qu'il ait une bonne capacité thermique qui est synonyme d'un bon stockage thermique et d'une faible diffusivité (pierre à ou une forte effusivité, le béton lourd) (BRANDERS A, EVARD A, DE HERDE A, 2011).

b) L'isolation thermique préserve la chaleur de l'intérieur vers l'extérieur, ce qui permet de la conserver. Il est possible d'opter pour une isolation intérieure ou extérieure. Cette isolation permet d'éliminer pratiquement tous les ponts thermiques.

c) La résistance à la diffusion de vapeur est représentée par un coefficient noté μ , est un coefficient qui mesure la capacité d'un matériau s'opposer à la diffusion de vapeur. Plus le μ est élevé, moins le matériau laisse passer la vapeur ; un matériau ayant un μ de 100 résiste 100 fois plus que l'air à la diffusion de vapeur. (CARPENTIER C,2011)

d) La perméabilité à la vapeur d'eau La perméabilité à la vapeur d'eau représente la quantité de vapeur qui traverse un matériau d'une épaisseur m par unité de temps et la différence de pression de vapeur entre les deux côtés du matériau. Cette valeur est exprimée en $(ng/s.m)$. Plus la perméabilité d'un matériau est élevée, plus il est capable de permettre la circulation libre de la vapeur d'eau. (BROYER D,2021).

Ci-dessous le tableau de synthèse reprenant quelques études portant sur l'enveloppe.

Tableau 13 : Synthèse bibliographique de l'enveloppe Source : auteur

Auteur/ Année	Titre	Objectifs	Résultats
MORSHED ALAN. MD, SOHEL MURSHED.SM et al ; 2020	A comparative simulation study of the thermal performances of the building envelope wall materials in the Tropics.	Evaluer les performances thermiques de différents matériaux de paroi d'enveloppe de bâtiment dans un climat tropical humide.	Les résultats indiquent que le matériau de construction de l'enveloppe a un impact significatif sur le confort thermique du bâtiment. Les murs ayant différents matériaux ont des valeurs différentes de stress thermique. Par conséquent, dans un climat tropical, l'utilisation de matériaux de construction appropriés pour l'enveloppe contribuerait à l'amélioration du confort et à la réduction de la consommation d'énergie.

GOFFART.J, RABOUILLE.M, MENDES N ; 2017	Uncertainty and sensivity analysis applied to hygrothermal simulation of a brick building in a hot and humid climate.	Evaluer l'impact des propriétés hygrothermiques des matériaux de construction sur le confort thermique intérieur dans un bâtiment en brique.	Les résultats montrent que les variations des propriétés des matériaux peuvent affecter de manière significative les conditions de confort thermique dans les bâtiments. Cela souligne la nécessité de prendre en compte les facteurs climatiques en utilisant des matériaux appropriés dans des régions spécifiques.
NADARAJAN.M KIRUBAKARAM.V 2016	Simulation studies on indoor relative humidity maintenance in a rural residential buildings using sustainable building materials.	Etudier l'effet des matériaux de constructions durables sur le maintien de l'humidité relative intérieure dans des bâtiments résidentiels ruraux.	Les simulations ont montré que les maisons construites avec des blocs de boue présentaient des variations d'humidité intérieure plus importantes que celles construites avec des briques en terre cuite utilisant la technique du "rattrap bond".

▪ **Forme du bâtiment :**

Joue un rôle important dans l'amélioration du confort thermique, une forme compacte est censée réduire les déperditions thermiques. Le coefficient de forme, calculé par le rapport surface déperditive et le volume intérieur permet d'apprécier la compacité bâtie, plus le facteur de forme plus le bâtiment est compact. Mais il faut savoir aussi que devant un bâtiment bien isolé, le rôle de la compacité devient marginal (BOUKARTA S, 2024, cours PE).

2.7.5 Evaluation du confort :

a) Les indices PMV et PPD :

Ce sont des indices internationalement reconnus pour qualifier une ambiance : PMV (Predicted Mean Vote) et PPD (Predicted Pourcentage of dissatisfied) fournis par les normes ISO 7730 (1994), et développés dans les années 1970 par franger. (Lavoye F, Thellier F, 2019)

▪ **Le PMV (Vote moyen prédit)**

Se base sur le vote moyen prédit ; qui est une échelle de 7 points qui correspond à la moyenne des notes de sensations thermiques d'un groupe de personnes dans un environnement particulier : +3 très chaud, +2 chaud, +1 légèrement chaud, 0 ni chaud ni froid, -1 légèrement frais, -2 frais, -3 froid.

La norme ISO7730 permet de préciser les valeurs de PMV en fonction du : métabolisme, vêtue, la vitesse de l'air et la température opérative. (Dessureault C P, Oupin p, Bourassa M, 2014). Une valeur de PMV est 0 représente un confort optimal. Une valeur de PMV négative signifie que la température est plus basse que la température idéale. Une valeur de PMV positive signifie que la température est plus élevée que la température idéale. On considère que la zone du confort s'étale de la sensation de légère fraîcheur à la sensation de légère chaleur, soit de (-1) à (+1).

▪ **Le PPD (pourcentage prévisible d'insatisfaits)**

Est lié directement au PMV, prédit quantitativement le pourcentage de personnes insatisfaits d'un environnement particulier, car le pourcentage donné de PMV ne s'applique pas à tout le monde, même avec un PMV neutre, certaines personnes ressentiront la fraîcheur et la chaleur. La relation entre PMV et PPD prévoit un minimum de pourcentage de 5% d'insatisfaits pour un vote égal à 0 (sensation neutre), le niveau d'insatisfaction augmente naturellement si le PMV se déplace vers le froid ou vers le chaud, (International Organizations for standardisation, 2005)

2.7.6 Les outils graphiques d'aide à la conception bioclimatique :

L'évaluation du confort hygrothermique n'a pas basé que sur les indices thermiques, mais plutôt sur les diagrammes bioclimatiques (OLGAY, GIVONI) et aussi les tables de MAHONEY.

a) Le diagramme bioclimatique :

Est un outil d'aide qui établit le degré de nécessité de grandes paramètres bioclimatiques telles que : l'inertie thermique, la ventilation généralisée, le refroidissement évaporatif, puis le chauffage ou la climatisation. (IZARD J-L, KAÇALA O, 2008). Le diagramme bioclimatique combine plusieurs types de données sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 14 : Données du diagramme bioclimatique Source : <http://dSPACE.univ-jijel.dz>

Les données du climat extérieurs	Les données du confort thermique	Les données des solutions architecturales
Température de l'air ambiant et humidité, température radiante moyenne, la vitesse du vent, le rayonnement solaire.... Etc.	Paramètres de contrôle du confort thermique	-inertie thermique -résistance thermique -ventilation -captation solaire -système du chauffage et de climatisation naturelle.

b) Les tables de Mahoney :

Carl Mahoney a développé une méthode très simple pour traiter les données climatiques composée d'une série de tableaux. Les tables de Mahoney sont une série de tables de référence architecturales qui servent de guide pour la construction des bâtiments confortables et respectueux du climat. Ces tables portent le nom de l'architecte qui les a conçues ; Carl Mahoney, et se compose de six tables. (OULD-HENNIA, A. 2003)

En plus de ces outils graphiques, la simulation thermique dynamique se pose comme un outil plus complet et fiable pour apprécier le comportement thermique du bâtiment tout en testant les stratégies passives d'une façon orientée vers l'optimisation et non la simple réduction de la demande énergétique tel que proposée par les calculs statiques.

2.7.7 La réglementation thermique algérienne :

Le ministère du logement et de l'urbanisme organiser le premier code énergétique algérien du bâtiment. Il est présenté sous forme de deux documents : un pour l'hiver DTR C3.2, et un pour l'été DTR C3.4, sont de but de réduire la consommation énergétique du chauffage. (Imessad et al 2017).

- Vérification d'hiver : Le DTR précise les pertes thermiques par la transmission à travers les parois doivent être inférieures à une valeur de référence. $DT \leq 1.05 D_{REF}$
- Vérification de l'été : Les apports de chaleur à travers les parois opaques (APO) et vitrées (AV) calculé à 15h du mois de Juillet (le mois le plus chaud de l'année) doivent être inférieures à une limite appelée "apport de référence". (Aréf)

$$APO (15h) + AV (15h) \leq 1.05 A_{REF}$$

2.8 Recherche thématique :

2.8.1 Choix du projet :

Bennabi croit que la culture est le fondement de toute civilisation. Elle structure la société en définissant des repères, des morales et des modes de vie communs qui permettent aux individus de contribuer au progrès collectif. La culture forme les individus en leur inculquant des valeurs et des principes qui guident leur comportement. Cet ancrage culturel est crucial pour bâtir une société équilibrée et harmonieuse. Bennabi a souvent souligné que le sous-développement des sociétés musulmanes était en grande partie dû à une crise culturelle. Il pensait que le déséquilibre entre les valeurs traditionnelles et modernes entravait le progrès de ces sociétés. Les centres culturels jouent un rôle clé dans la société, La société algérienne est confrontée à une pénurie de tels équipements qui permet aux jeunes d'exploiter leurs compétences et d'investir dans leurs talents, aux enfants de s'occuper par la culture, l'éducation et tout ce qui est bon pour leur esprit et aux gens âgés de partager leurs connaissances et renforcer le lien communautaire et réduire l'isolement social. Cela nous a guidé de développer ce thème pour le bénéfice de la communauté.

Etymologiquement, Le terme "culture" vient du latin *Cultura*, qui signifie "cultiver" ou "honorer". Historiquement, il a été utilisé pour désigner à la fois l'agriculture et le développement intellectuel de l'humanité. Selon Larousse (version web) La culture se définit comme l'ensemble des connaissances, des croyances, des arts, des lois, des mœurs, des coutumes et de toutes les autres capacités et habitudes acquises par l'homme en tant que membre d'une société. Elle englobe ainsi tout ce qui est produit par l'activité humaine, en opposition à ce qui est naturel ou donné immédiatement. Et selon l'Unesco (1982) La culture, dans son sens le plus large, est considérée comme l'ensemble des traits distinctifs, spirituels et matériels, intellectuels et affectifs, qui caractérisent une société ou un groupe social. Elle englobe, outre les arts et les lettres, les modes de vie, les droits fondamentaux de l'être humain, les systèmes de valeurs, les traditions et les croyances.

Nous voudrions explorer dans ce qui suit les exigences spatiales et fonctionnelles d'un équipement culturel, objet de notre étude et faisant partie de la programmation urbaine que nous avons mis en place pour répondre à la stratégie globale identifiée lors de l'analyse SWOT, voir chapitre 3.

2.8.2 Définition d'un équipement culturel :

Un espace culturel est un espace de rencontre et d'échange des pratiques sociales et des idées. (Réseau Kya, 2011). Cela inclut des structures telles que les musées, théâtres, bibliothèques, cinémas et autres lieux dédiés à la culture et aux arts. Il existe plusieurs types d'équipement culturel qui diffèrent en termes de fonctions et de surface, voir figure ci-dessous.

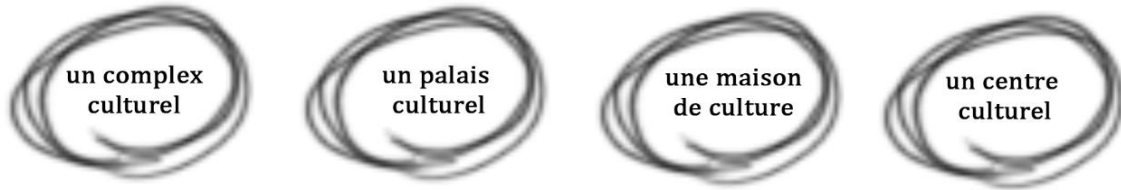


Figure 20 : Types des équipements culturels

Tableau 15 : Tableau de classification des équipements culturels Source : document intitulé « Normalisation des infrastructures et équipements culturels de ministère de la culture algérien »

Type d'équipement	Activités	Surface m ²
Complexe culturel	Auditoriums, cinémas, galeries d'art.	Plus de 2 000 m ²
Un centre culturel	Salles de spectacle, ateliers, espaces d'exposition.	De 500 à 2 000 m ²
Un palais culturel	Projections cinématographiques. Théâtre, ateliers	De 5 000 à 20 000 m ²
Une maison de culture	Cours, spectacle Projection	De 1 000 à 3 000 m ²

2.8.3 Objectifs d'un centre culturel :

❖ Éducation et sensibilisation :

Offrir des programmes éducatifs qui encouragent l'apprentissage tout au long de la vie, y compris des ateliers et des formations. Promouvoir la lecture et l'accès à l'information culturelle à travers des bibliothèques et des médiathèques.

❖ Création d'espace de rencontre :

Servir de lieu de rencontre pour les membres de la communauté, favorisant le dialogue interculturel et les échanges sociaux. Encourager la participation active des citoyens dans la vie culturelle locale.

❖ **Soutien aux artistes et créateurs :**

Accompagner les artistes dans leurs projets de création et leur offrir des résidences artistiques. Faciliter la diffusion de la production artistique locale en organisant des expositions et des spectacles.

❖ **Développement communautaire :**

Renforcer le tissu social en impliquant les habitants dans ces projets culturels qui répondent à leurs besoins spécifiques. Aborder des problématiques sociales comme l'environnement ou les droits humains à travers des initiatives culturelles.

❖ **Accessibilité et inclusion :**

Garantir que toutes les activités proposées soient accessibles à tous, y compris aux groupes défavorisés ou vulnérables. Développer des programmes spécifiques pour favoriser l'inclusion sociale et culturelle, notamment pour les femmes et les jeunes.

(BOULAHIA.KH, BOUKEDROUN.A, 2021)

2.8.4 Type des usagers d'un centre culturel :

Selon notre recherche avancée de plusieurs documents et d'analyser plusieurs exemples, nous sommes arrivés à la conclusion que le centre culturel est fonctionnel par ces deux types d'usagers :

Usagers permanent :

Ce sont les travailleurs et le personnel qui opèrent au sein du centre culturel. Cela inclut :

- Les animateurs et formateurs qui organisent des activités.
- Le personnel de maintenance et de sécurité.
- Les gestionnaires et administrateurs.

Usagers non permanent :

Ce groupe regroupe les visiteurs et participants occasionnels, tels que :

- Les chercheurs et étudiants qui utilisent les ressources du centre pour leurs études ou recherches.
- Les membres de la communauté locale qui participent aux événements culturels et éducatifs.
- Les artistes et créateurs qui viennent exposer ou performer.
- Les groupes scolaires ou associatifs en visite.

2.9 Analyse d'exemples :

Les cas d'études suivants ont été analysés selon 3 échelles principales : Echelle urbaine, Echelle architecturale, Echelle énergétique. Voici la grille de lecture ci-dessous :

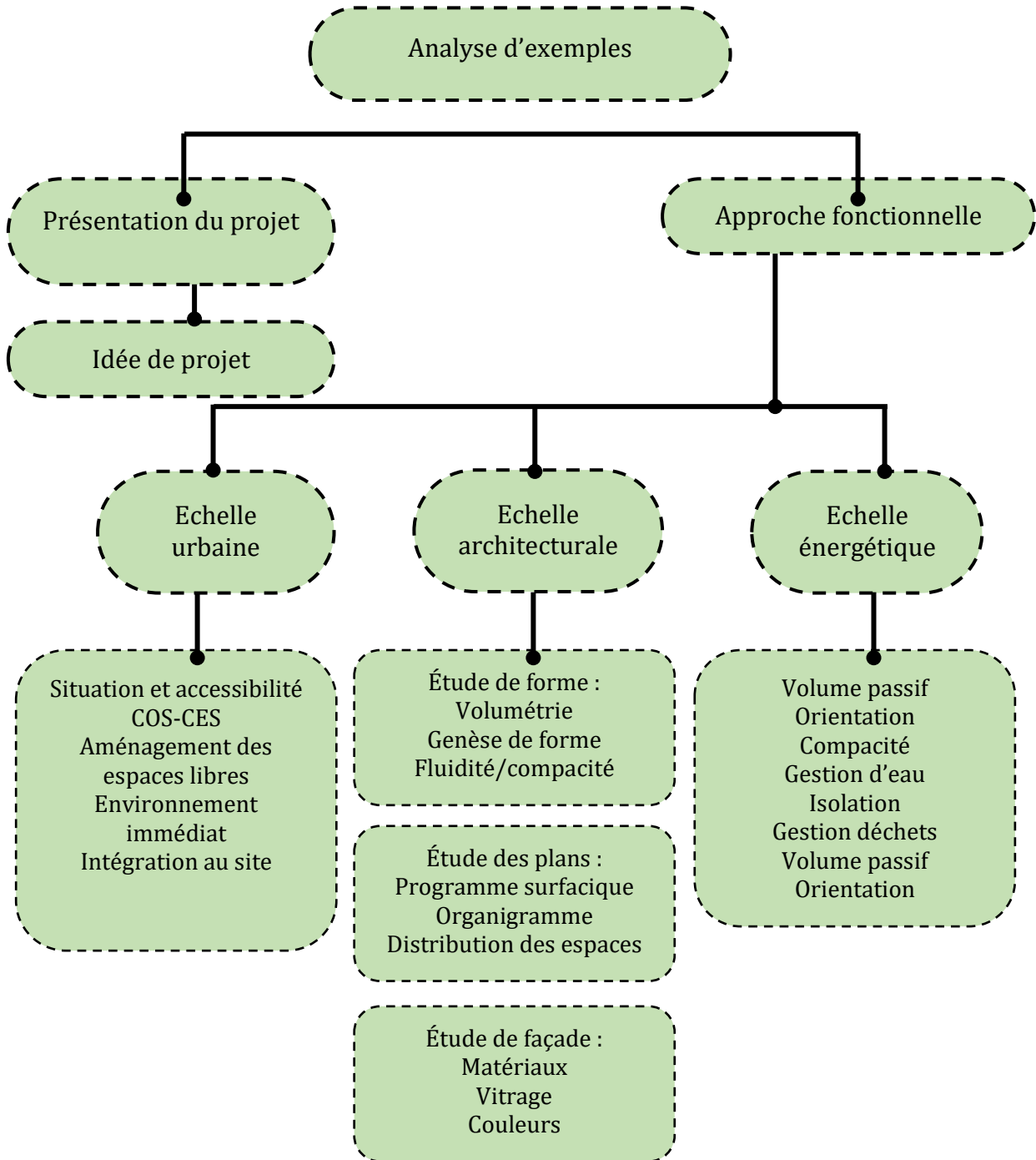


Figure 21 : Grille de lecture d'analyse d'exemples Source : auteur

Tableau 16 : Synthèse des exemples Source : auteur

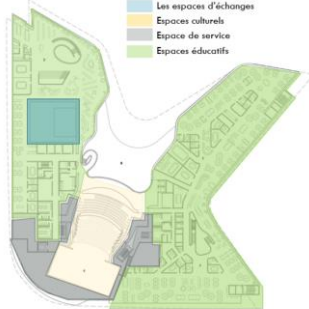
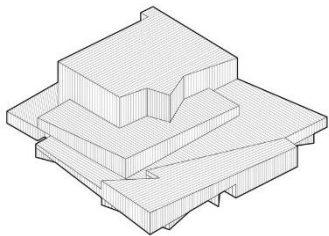
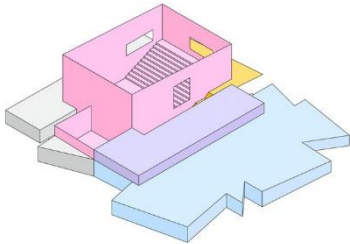
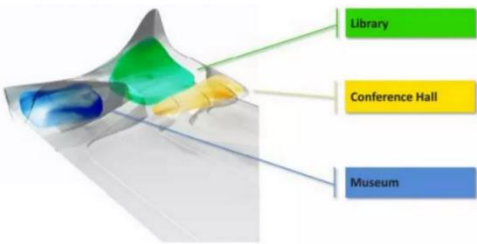
Synthèse de l'analyse des exemples					
Exemples	Échelle urbaine	Échelle architecturale			Échelle énergétique
		Volumétrie	Programme	Façade	
Bunjil Place Centre culturel et communautaire	Le site est implanté près d'un grand centre commercial (Fountain Gate Shopping Centre), facilitant l'accessibilité et attirant un flux important de visiteurs. Entouré d'espaces verts urbains et de quartiers résidentiels  - Zone multifonctionnelle - Zone de détente - Zone de stationnement - Zone résidentielle - Zone commerciale - Zone de transport - Zone sportive	Formes fluides et organiques La volumétrie de Bunjil Place rappelle les ailes ouvertes de l'aigle Bunjil, une figure importante dans la mythologie aborigène Wurundjeri Volumes imbriqués : Le bâtiment est composé de plusieurs volumes qui s'imbriquent de manière fluide  	  - Les espaces d'échanges - Espaces culturels - Espaces de service - Espaces éducatifs	/	Maximisation de la lumière naturelle Protection contre les gains solaires excessifs : Les façades vitrées sont équipées de protections comme des surplombs, des brise-soleils, et des vitrages à contrôle solaire. Zones tampons thermiques : Les espaces tels que l'atrium servent de zones tampons entre l'extérieur et les espaces intérieurs chauffés Matériaux isolants performants : Le bois, les panneaux isolants  
The Crystal Centre culturel	Le projet est situé dans une zone industrielle et multifonctionnels En Royaume Unis Il se trouve le long des quais historiques de Victoria Dock  - Zone industrielle - Zone multifonctionnelle - Zone de industriel	Idée de projet Le projet est inspiré des formes géométriques des cristaux naturels. Cette conception met en avant un jeu de volumes inclinés, créant des surfaces dynamiques et des lignes de force  	/	-Des façades forme cristalline -Des angles pointues -100% vitrée -La complexité des angles et des inclinaisons donne une impression de légèreté et de mouvement, en contraste avec les bâtiments rectilignes environnants.	Dans ce projet on trouve : -Système de distribution d'eau -Système de chauffage et de refroidissement -Bâtiment 100% électrique, dont environ 20% sont générés par les 1580 m2 de panneaux solaires photovoltaïques -Le vitrage est conçu pour maximiser l'entrée de la lumière naturelle, améliorant l'éclairage intérieur -Une orientation pour optimiser les rayons solaires -La conception contribue à maximiser l'utilisation de la ventilation naturelle -Bâtiment intelligent -Transport durable (66 places de stationnement pour vélos ,15 points de recharge pour véhicules)

Tableau 17 : Synthèse des exemples Source : auteur

Synthèse de l'analyse des exemples					
Exemples	Échelle urbaine	Échelle architecturale			Échelle énergétique
		Volumétrie	Programme	Façade	
Pôle culturel d'Isbergues	-Se trouve à la croisée de la ville et le parc est un espace de transition entre l'urbanité et la nature. -Il est accessible de coté de la ville et coté de parc. 	-Environnement de vocation industrielle, elle est composée de plusieurs blocs superposés de manière irrégulière. -Ce décalage a créé un effet dynamique. -La fluidité de circulation entre les espaces. 	-Le projet contient 3 programmes : ▪ Éducatif : bibliothèque multi media ▪ Culturel : théâtre ▪ Service : administration Chaque entité est séparée de l'autre par sa propre entrée. 	-La façade est recouverte de panneaux en acier inoxydable qui donnent un aspect brillant réfléchissant -Elle se compose de deux parties partie opaque et partie miroir qui reflète la lumière de l'environnement. 	/
Centre culturel Hyedar Aliyev	-Le centre est bénéficié d'une situation géographique stratégique et bien accessible par tous les moyens de transport -Il est considéré comme un point de repère de la ville. -Aménagement d'un parc urbain composé d'esplanades et des parcours piétons. 	-Fluide sans angles droits avec des transitions fluides entre les surfaces, les murs et le toit. -Les courbes et les ondulations donnant une impression que le bâtiment est en mouvement, cette dynamique reflète la modernité. -Les courbes de volumes suivent la topographie du terrain. -Le volume suit un axe horizontal pour diminuer la dominance visuelle.	-Le programme est composé de 3 fonctions majeurs : Musée, Bibliothèque et Auditorium. -Les espaces sont organisés de manière fluide pour crée une transition douce et diminue les déplacements inutiles. 	-La façade est une extension de la volumétrie c'est un fusionnement du toit, murs et sol elle représente une enveloppe continue et fluide. -Cette façade permet de la pénétration de l'éclairage naturel et d'avoir une bonne interaction visuelle. 	-Conception durable. -Vitrage à haute performance pour limiter l'échange de chaleur. -Système de ventilation naturelle et de refroidissement passif. -Les panneaux de la façade répondent aux exigences du confort thermique, ils offrent une bonne isolation en réduisant les pertes thermiques et les besoins de chauffage et refroidissement.

Après une analyse approfondie de plusieurs exemples on a pu faire sortir des recommandations par rapport l'échelle urbain, la forme, l'enveloppe et les réponses climatiques qui vont nous aides et nous orientes spécialement dans notre conception du projet.

Tableau 18 : Tableau des recommandations Source : auteur

RECOMMANDATIONS				
Aspect urbain	Forme		Enveloppe	Réponses climatiques
	Aspect architectural	Programme	Structure	
• Intégration du projet dans un nœud remarquable • Accessibilité par bus, voiture, et aussi piétonne. • Les entrées du projet doivent être identifiées pour faciliter aux habitants d'accéder. • Séparer les entrées de large public et le service. • Intégration de mobilier urbain pour favoriser la marche et réduire le Traffic autour le projet. • Aménagement des espaces extérieurs comme les halls d'expositions et d'évènements, et faire le lien entre l'extérieur et l'intérieur. • Gabarit moyen pour réduire la domination visuelle.	• Le projet doit refléter son environnement en utilisant la végétation pour valoriser la vocation agricole de la ville. • Indiqué les entrées par des éléments architecturaux spécifiques. • Sortir de régularité des bâtiments par la fluidité de notre projet pour lui donner sa propre touche.	• Différencier les entrées des entités pour faciliter le fonctionnement de chaque regroupement. • La fluidité des espaces intérieurs pour garder la continuité visuelle. • Proposition de différentes activités culturelles et éducatives pour la sensibilisation de la communauté et introduire l'idée des centres culturels dans notre société. • Intégration de végétation et bassin d'eau dans le projet pour comme espace ext-int. • Aménagement des espaces de détente comme les cafeterias et restaurants pour renforcer le lien social.	• Utilisation des matériaux locaux et durables. • Renforcer l'isolation pour avoir un bon confort thermique. • Une bonne orientation du bâtiment pour maximiser la pénétration de l'éclairage naturel tout en ajouter des protections solaires pour limiter les rayonnements solaires forts.	▪ Utilisation de murs ou toits végétalisés pour améliorer l'isolation thermique tout en réglant l'humidité ▪ Utilisation des plantes méditerranéen adapté au climat (oliviers, lauriers, vignes, etc.) pour réduire l'entretien tout en contribuant au confort thermique. ▪ Cross-ventilation : Disposition des ouvertures pour favoriser la circulation de l'air frais et limiter l'accumulation d'humidité. ▪ Utilisation de matériaux respirants et d'espaces ventilés pour empêcher les problèmes liés à l'humidité. Comme le bois traité.

Synthèse :

D'après notre recherche nous pouvons considérer l'architecture biophilique comme concept qui contribue au confort hygrothermique en intégrant des stratégies passives inspirées de la nature qui permet de rafraîchir l'air, stabiliser l'humidité et améliorer la ventilation naturelle. Comme l'intégration de la végétation qui aide à améliorer la qualité d'air par les effets d'évapotranspiration et d'oxygénation, aussi elle joue le rôle de protection solaire en créant l'effet d'ombre, l'absorption des rayonnements solaires et la réflexion de la quantité de la lumière. Elle fait face aux vents en réduisant les fortes vitesses du vent, et enfin elle permet de réguler la température de l'atmosphère. Aussi mettre l'accent sur l'air comme élément de la biophilie permet de créer une ventilation naturelle tout en minimisant la consommation de la climatisation.

Nous avons constaté que la combinaison d'un espace central comme patio et la végétation est une solution bioclimatique intéressante pour le confort hygrothermique et la ventilation naturelle, dont le patio végétalisé est considéré comme élément très performant grâce à l'ombrage naturel, il contribue à une réduction significative de la température intérieure, en limitant l'accumulation de chaleur et favorise une meilleure ventilation naturelle.

L'intégration de la nature dans l'espace central du bâtiment crée un environnement apaisant, renforçant ainsi le bien-être et la qualité de vie des occupants. Par ailleurs, les toits végétalisés sont efficaces pour l'isolation thermique et la réduction de la chaleur. Aussi, L'intégration des balcons verts offrent un confort optimal, fournissent un ombrage naturel et un rafraîchissement localisé, qui permet aussi de contrôler l'humidité.

L'ensemble de ces éléments permet de réduire considérablement la consommation énergétique contribuant à une architecture plus durable et respectueuse à l'environnement. L'exploration thématique et l'analyse d'exemples ont enrichi notre compréhension du sujet, nous permettant d'identifier avec précision les exigences quantitatives et qualitatives du projet. Cette approche théorique constitue une base solide qui oriente notre démarche de conception. En synthèse, cette revue offre une vision approfondie des enjeux liées au confort hygrothermique et l'intégration de la biophilie tout en nous aidant à formuler des recommandations adaptées afin d'assurer une réponse architecturale cohérente et performante.

CHAPITRE 03
ELABORATION DU PROJET

3.1 Analyse de la commune :

Introduction :

Ain Benian, commune riche en patrimoine et en tissu urbain, offre un domaine d'exploration passionnant. Pour mener à bien un projet dans ce contexte, il est essentiel de l'enraciner profondément dans l'essence de la ville et de l'intégrer parfaitement à son environnement. Afin de renforcer cette fusion, nous procéderons à une analyse approfondie de la commune, en le déconstruisant en ses composants fondamentaux et en examinant leurs interconnexions. Les résultats de cette analyse permettront de formuler des recommandations qui orienteront la conception et l'exécution de notre projet.

3.1.1 présentations de la commune :

3.1.1.1 choix de la commune :

Au plan stratégique de localisation :

Une ville côtière et sa situation à proximité d'Alger (côte Ouest de la Baie)

Au plan naturel :

Une ville côtière à proximité de la mer et aussi des terrains agricoles.

Au plan historique :

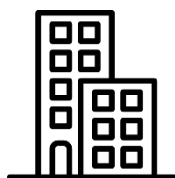
Grande diversité des périodes historiques.

Au plan touristique :

La valeur économique et touristique de son port El Djamila et ses restaurants et les hôtels.

3.1.1.2 Origines du nom 'AIN BENIAN' :

Ain : Ce terme signifie "source" ou "fontaine" en arabe. Il fait référence à la source naturelle qui est au cœur de cette localité, essentielle pour le développement de la région depuis l'époque romaine, où elle était déjà reconnue pour ses eaux jaillissantes.



Benian : L'étymologie de ce mot est moins claire. Il est généralement associé à une ancienne tribu berbère qui aurait habité la région. Certains historiens avancent qu'il pourrait également faire référence à un ancien propriétaire ou à un personnage important lié à cette source. (jaillissante

de l'époque romaine - El watan.dz)

3.1.1.3 Situation de la commune :

a) Situation géographique :

Située dans la banlieue ouest d'Alger, à 16 km du centre, Ain Benian est une ville côtière algéroise. La commune s'étend sur une superficie de 13,26 km². Elle dispose d'un front de mer de 10 km composé d'une série de criques de falaises et d'un ensemble de plages basses.

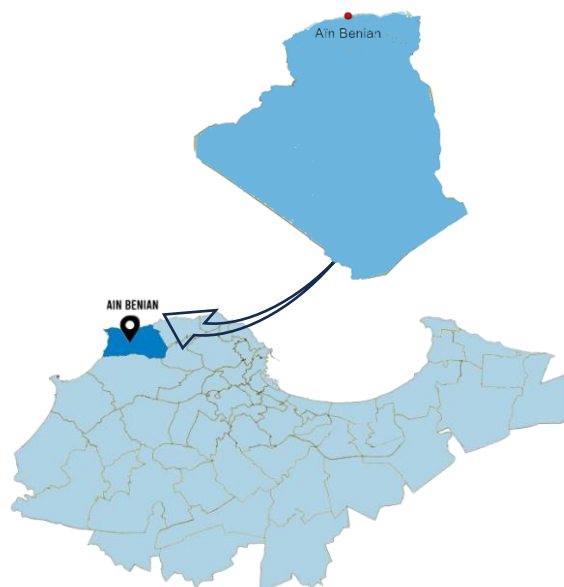


Figure 22 : Situation géographique

b) Délimitation administrative :
La commune de Ain Benian est limitée de toute sa périphérie La mer méditerranée du côté Nord et Ouest La commune de Hammamet du côté Nord et Ouest La commune de Beni Messous du côté est La commune de Cheraga du côté Sud et Sud-Ouest.



Figure 23 : Délimitation administrative

c) Délimitation naturelle :

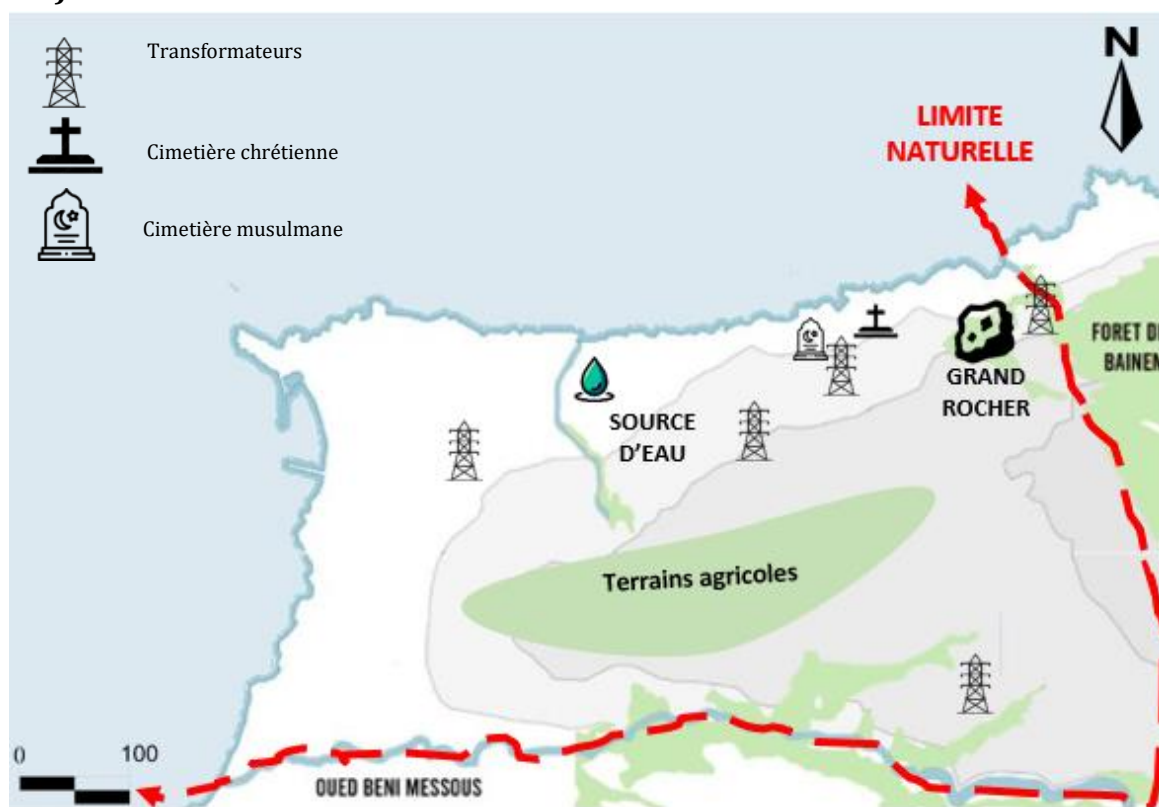


Figure 24 : Délimitation naturelle Source : PDAU édité par auteur

La commune de Ain Benian est délimitée naturellement par des éléments physiques, ses éléments ont aidé à la structuration de la commune, on les appelle des barrières naturelles

- La mer méditerranée (Nord et Ouest)
- Le grand rocher et la forêt de Bainem (Est)
- L'Oued de Beni Messous (Sud)
- Les terrains agricoles (Sud)

3.1.1.4 Accessibilité :



Figure 25 : Accessibilité. Source : PDAU édité par auteur

L'accessibilité de la commune se fait par :

- La route nationale n°11 (RN11) Alger- Cherchell qui est la principale voie de communication inter urbaine qui joue le rôle de voie de transmission au niveau de Ain Benian et qui mène vers Alger.
- L'autoroute récemment ouverte qui passe de Douira au sud de la ville de Ain Benian et communique avec la RN11.
- Le chemin de wilaya n°111 (CW111) Ain Benian-Cheraga seconde voie inter urbaine ; elle relie Ain Benian et Cheraga ainsi les villes du sud de l'agglomération.

La ligne maritime qui relie Ain Benian avec Alger-Centre (non- opérationnel à la date de la réalisation du rapport présent).

3.1.1.5 Transport :

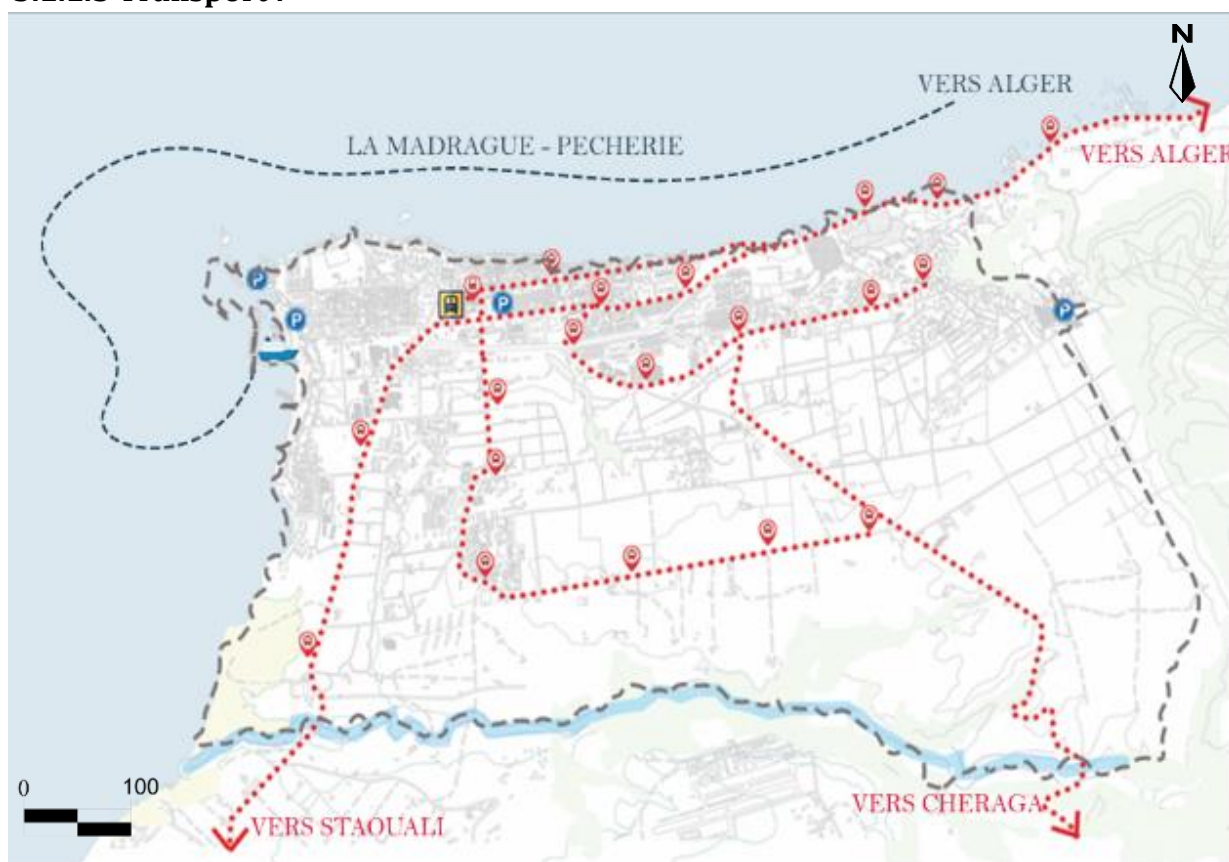
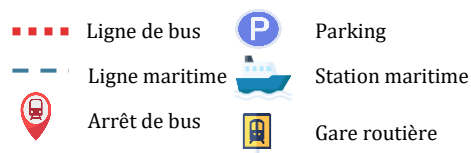


Figure 26 : Transport. Source : PDAU édité par auteur

Le système de transport de la commune de

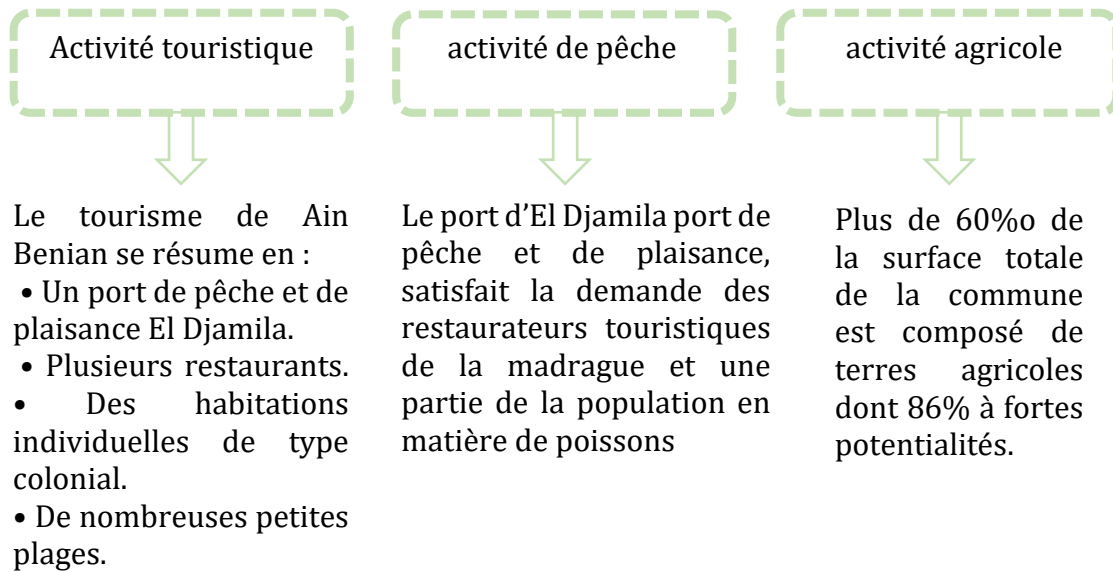
Ain Benian repose

Principalement sur les lignes de bus, réparties sur 3 typologies :



- Une ligne qui traverse la commune pour relier la partie ouest du territoire avec le centre de ce dernier.
- Une ligne qui relie la commune à la circonscription
- Des lignes intercommunales qui relient le centre-ville aux autres quartiers.
- Le système de transport comprend également une ligne maritime non-opérationnel qui relie le
- Port d'El Djamilia au port de la pêche, son arrestation a engendré plusieurs problèmes.

3.1.1.6 vocations de la commune :



3.1.7 Population de la commune :

Cette forte croissance démographique a eu des conséquences directes sur l'urbanisation de la commune :

- Extension urbaine
- Pression sur les infrastructures et des équipements (saturation de la commune)
- Enjeux environnementaux (diminution des espaces verts et une augmentation de la pollution.)

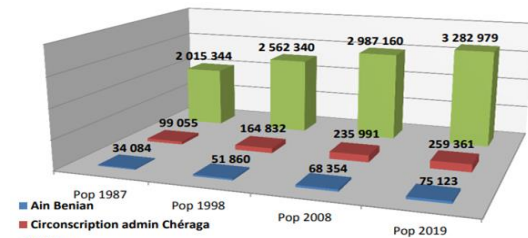


Figure 27 : population. Source : RGPH (1987, 1998, 2008), Monographie de la wilaya d'Alger 2019

3.1.8 Topographie de la commune :

Les courbes de niveaux montrent que la commune de Ain Benian compte 3 parties différentes :

La zone de plateau.

Une zone plus accidentée.

Une troisième où la pente s'adoucit chaque fois qu'on approche de la mer.



Figure 29 : Coupe AA source : google earth pro édité par auteur

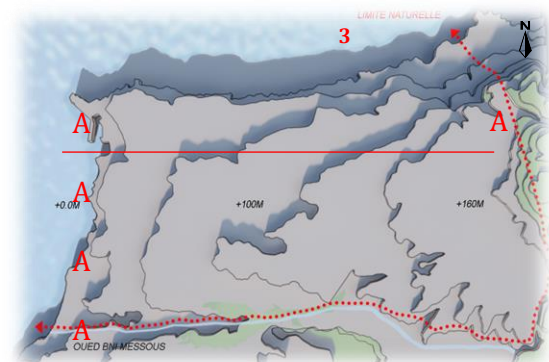
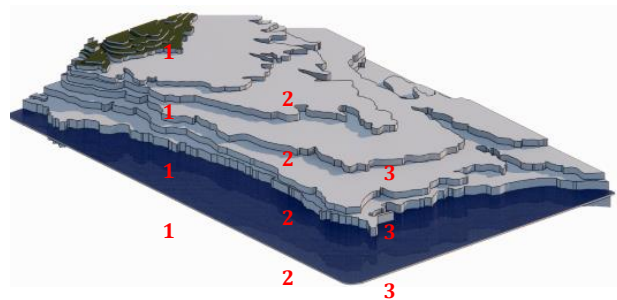


Figure 28 : Topographie de la commune source : auteur

3.1.1.9 Analyse climatique de la commune :

Ensoleillement

Le site se caractérise par un bon Ensoleillement pendant toute l'année. On remarque que l'ensoleillement est très important durant la période entre Avril et Août avec plus de 12 heures d'ensoleillement/jour. En outre l'ensoleillement est moins important durant la période entre Septembre et Mars avec 7 heures d'ensoleillement /jour.

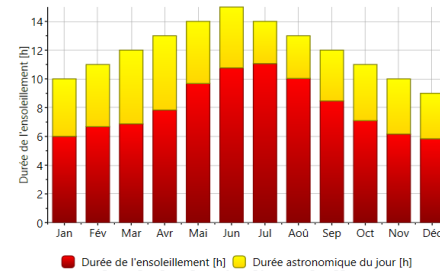


Figure 30 : Graphe de la durée d'ensoleillement source : météo norm

Rayonnement

Le site est bien ensoleillé la majorité de l'année avec un taux de rayonnement global élevé du mois Juin à Août (200 à 240 KWh/m²) et un taux de rayonnement plus faible du mois Novembre à Février qui ne dépasse pas 100 KWh/m²

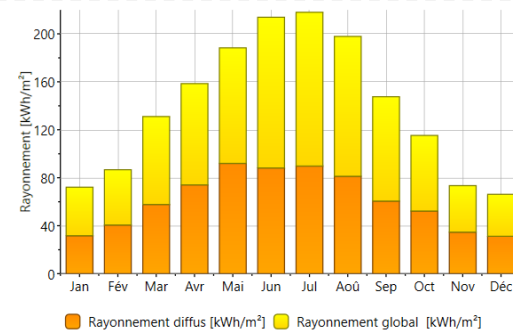


Figure 31 : Graphe de rayonnement source : météo norm

Température

La température moyenne à Ain banian est de 18°C Avec une température maximale en été au mois de Juillet 40°C et minimale en hiver au mois de Janvier 0°C.

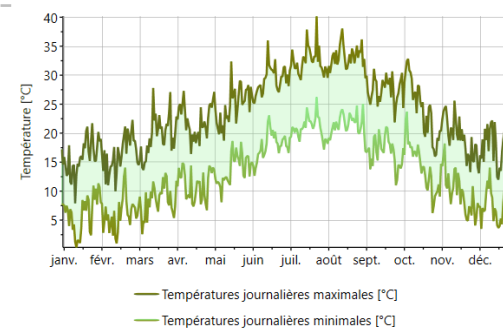


Figure 32 : Graphe de la température mensuelle source : météo norm

Précipitation

La ville de Ain banian reçoit des précipitations Modérées tout au long de l'année. Les mois les plus pluvieux sont Novembre et décembre Avec des précipitations entre 90 à 100 millimètres. Les mois les plus secs sont de Juin à Août dont les Précipitations sont entre 10 à 20 millimètres.

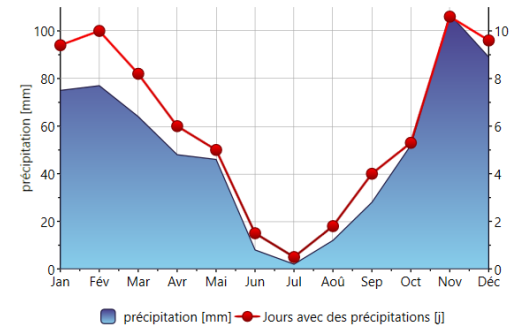


Figure 33 : Graphe de précipitations source : météo norm

Humidité

La ville de Ain banian est caractérisée par Un taux d'humidité élevé, il varie entre 30% à 70%

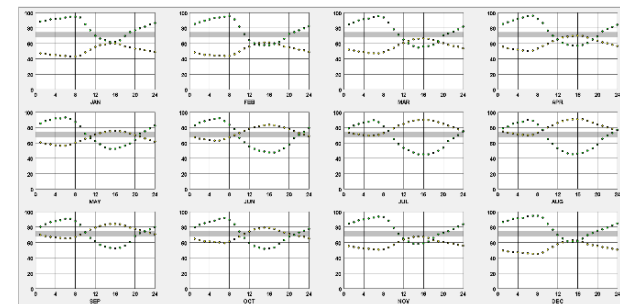


Figure 34 : Graphe de taux d'humidité source : climate consultant

Vents

Se situe la ville de Ain Banian au bord de la mer ce qui justifie la présence des vents modérés tout au long de l'année. Les vents sont généralement du Nord-Ouest en hiver avec une autre vitesse max 30m/s et min 10m/s.

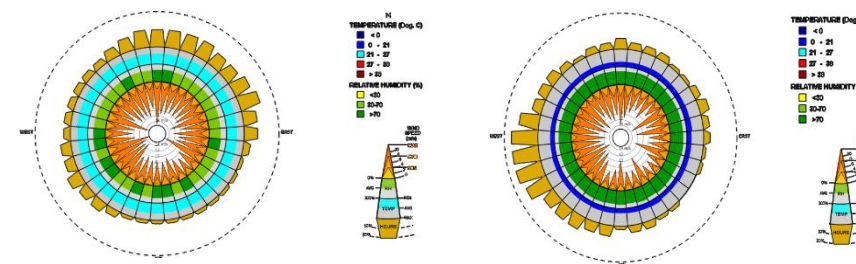


Figure 35 : Graphe de rose des vents source : Climate consultant

Le diagramme de Szokolay

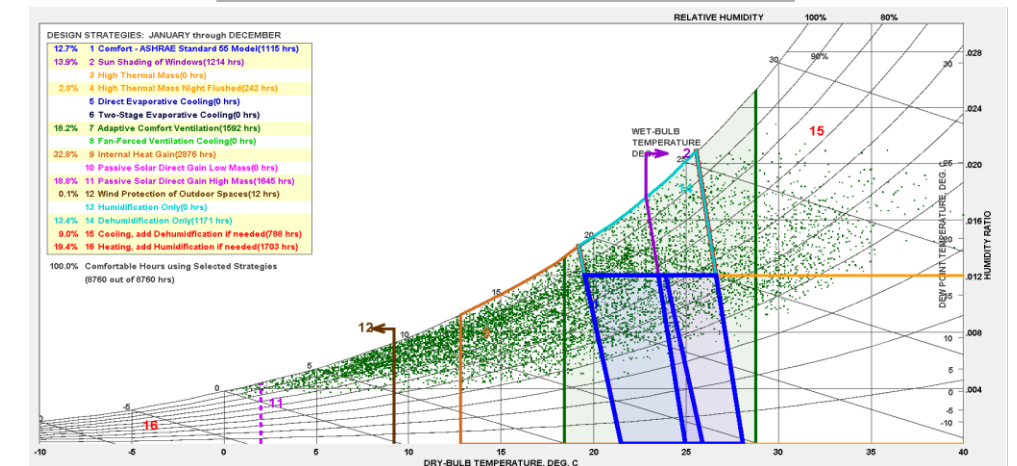


Figure 36 : Le diagramme de Szokolay source : Climate consultant

Recommandations

Durant la saison d'hiver le confort représente que 12,7% (1115h) un pourcentage très bas ou on a besoin de 87,3% de solutions actifs pour arriver au confort optimal 100%

- Citant les stratégies passives de la plus importante au moins :
 - ✓ 32,8 % 9 Gain de chaleur interne (2 876 h)
 - ✓ 19,4 % 16 Chauffage, ajouter une humidification si nécessaire (1 703 h)
 - ✓ 18,8 % 11 Gain solaire direct passif à masse élevée (1 645 h)
 - ✓ 18,2 % 7 Ventilation adaptative de confort (1 592 h)
 - ✓ 13,9 % 2 Protection solaire des fenêtres (1 214 h)
 - ✓ 13,4 % 14 Déshumidification uniquement (1 171 h)
 - ✓ 9,0 % 15 Refroidissement, ajouter une déshumidification si nécessaire (788 h)
 - ✓ 2,8 % 4 Masse thermique élevée avec rinçage nocturne (242 h)

Synthèse de la table de mahoney

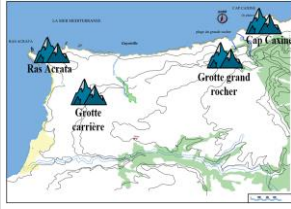
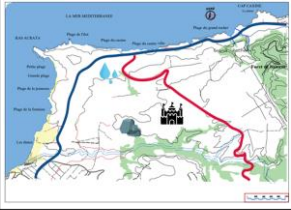
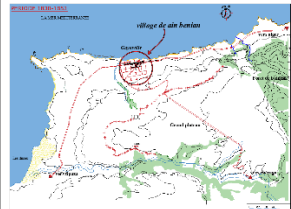
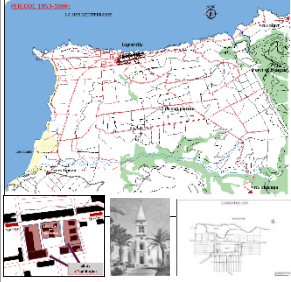
Tableau 19 : Table de mahoney
Recommandations

Plan de masse	Bâtiment orienté selon un axe longitudinal est-ouest à fin de diminuer l'exposition au soleil.
Espacement entre bâtiment	Plan compacte
Circulation d'air	Bâtiment à double orientation permettant une circulation d'air intermittente. Circulation d'air inutile.
Dimensions des ouvertures	Moyennes, 25 à 40% de la surface des murs.
Position des ouvertures	Ouvertures dans les murs nord et sud à hauteur d'homme du côté exposé au vent y compris les ouvertures pratiquées dans les murs intérieurs.
Protection des ouvertures	Prévoir une protection contre la pluie.
Murs et planchers	Constructions massives, décalage horaires supérieur à 8 heures.
Toiture	Légère et bien isolée.

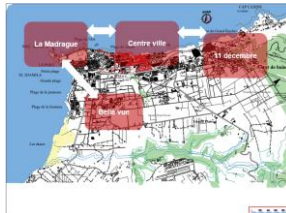
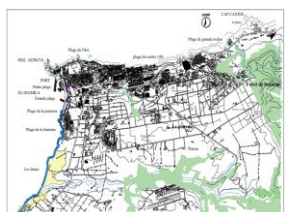
3.1.2 Analyse typo morphologique :

3.1.2.1 Analyse diachronique de la commune :

Tableau 20 : Histoire de la commune Source : auteur

Époque	Période	Description	Illustration
Époque précoloniale	période troglodyte	- Toute une série de grottes témoigne de l'existence d'une population troglodyte fort ancienne - Grotte de grand rocher , Grotte des carrières ,Grotte Cap Caxine .	
	Période Romaine (XVI Av JC - III Av JC)	établissement de la ville s'est fait autour d'une source d'eau qui est considérée comme élément inducteur de la croissance. Les Romains ont créé un parcours littoral reliant Ecosium – Sole (Alger – Cherchell)	
	période ottomane (XVIe _ 1830)	Marquée seulement par la présence d'un palais turque d'été, qui a appartenu au trésorier du Bey d'Alger (Dar Sidi M'hamed El-Khaznadji).	
Époque coloniale	1830-1853	- la naissance du village d'Ain Benian en 1845, Générée par le fait urbain (place de la république), avec une trame régulière - développant le chemin qui mène vers Chéraga - Le choix de site à était basé sur: - Les Qualités paysagistes du site. - La présence d'une source d'eau. - La présence d'une carrière	 La place de la république La place de la république La place de la république La place de la république
	1853-1869	Construction de l'église saint Roch 1855 ce qui a permis la construction de plusieurs maisons autour d'elle , la transformation d'un village de pêcheurs vers un village d'agriculteurs ,En 1852, la plantation de la forêt Bainem	

L'époque post-coloniale	1869-1910	- La Création de la ligne de Tramway. - Franchissement de l'Oued Chabel qui considère comme barrière de croissance. - Distributions de plusieurs fermes sur le plateau, - la construction ddes nouveaux édifices: L'école saint joseph. La gare et la poste .Le marché - l'apparition des nouveaux quartiers. - L'apparition d'un nouveau pôle de croissance dû à la création du port de Madrague.	 La ligne de tramway nouveaux quartiers  
	1910 - 1932	- Traçage d'un parcours de liaison à la place de la voie du tramway. - L'aménagement de la place de la république. - La construction d'une jetée du futur port de pêche et de plaisance en 1920 à la madraque - La croissance de centre historique vers l'Ouest et le Sud suivant le parcours Romain - La croissance du quartier de la Madrague vers le Sud sur un ligne de croissance qui est le parcours Romain.	  
	1932 - 1962	- L'ouverture d'une voie d'évitement parallèle au boulevard Parmentier RN11 - Des quartiers ont été créés pour héberger la main d'œuvre algérienne d'ou en 1957 le projet de Constantine qui consiste à créer des habitations collectives - La cité belle vue et 1958 la cité évolutive	 cité belle vue Boulevard RN11  Vue sur RN11
	1962-1986	- L'abandon de plus de 1000 habitations par les colons Cité de 500 août 56, la cité des 42 logements et la cité des 138 log. - D'autres édifices furent construits, comme le C.E.M, ou l'institut sportif à Belle Vue L'urbanisation sur le bord du littoral et d'implantation des lotissements le long de la RN11	 Forêt / terrains agricoles Oued Cité 500 log Cité 138 log Cité 42log  Cité 500 logements

	1986-1995	Une importante vague de constructions illicites sur des terres agricoles. • Une extension démesurée composée de programmes additionnels et d'urgence afin de répondre aux besoins pressants de la capitale. • Une promotion de lotissements à un rythme accéléré, sans schéma directeur • Une densification opérée entre le centre ville et La Madrague, entre le centre ville Et la cité du 11 Décembre entre la Madrague et la cité bellevue	 • En 1995 Ain Benian bénéficie d'un: - Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme P. D. A . U. - Plan d'Occupation au Sol P. O.S
	Ain el benian Période actuelle	• Expansion urbaine : densification du littoral et extension vers l'intérieur. • Développement des infrastructures : amélioration du réseau routier et création d'équipements publics. • Pression sur l'environnement : réduction des espaces naturels et impact sur les zones côtières.	

• Synthèse historico- morphologique :

L'analyse historique de la ville de Ain Benian nous a permis de dégager un ensemble d'éléments significatifs de permanence avec le degré transformationnel et de trouver les éléments inducteurs et ordonnateurs de la croissance de la ville, On distingue 4 modes de croissance urbaine différents :

- 1- Une croissance urbaine homogène et unitaire : Générée par le fait urbain (place de la république), avec une trame régulière (centre-ville colonial), ordonnée par les parcours de développement urbain, parcours romain (vers Cheraga) et le parcours antique romain (Alger-Cherchell)

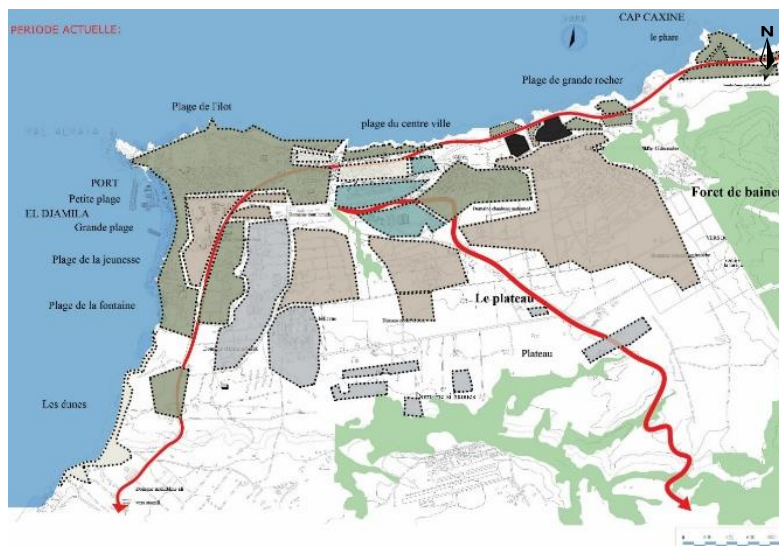


Figure 37 : Synthèse historico- morphologique
Source : auteur

- 2- Une croissance urbaine linéaire : Une croissance, ordonnée par le parcours territoriale (Alger-Cherchell) et la mer méditerranée,
- 3- Une croissance spontanée : Des quartiers spontanés « La cité Belle vue, La cité du 11 Décembre et la cité évolutive ».
- 4- Une croissance fragmentaire : Située sur le plateau agraire Djenane ellouz sous forme des lotissements ; non structurée, des formes et des tissus hétérogènes incohérents.



3.1.2.2 Analyse

synchronique :

a) Situation du quartier :

L'aire d'étude est une zone importante (nouveau-ancien centre-ville), elle couvre une superficie de 110ha, elle représente l'entrée de la commune de Ain banian, elle est délimitée par la mer méditerranée au Nord, par le port côté Ouest, la RN 11 côté sud.

Critères de choix :

L'aire d'étude représente le nouveau et l'ancien centre-ville de

Ain banian et la partie littorale de la ville.

Le choix de cet air est basé sur :

- L'amélioration de la qualité du cadre de vie.
- Le renforcement du lien social.
- Développement de l'offre culturelle et attractive.
- Valoriser le noyau historique et son patrimoine.
- Restructurer le nouveau centre-ville et faire le lien avec l'ancien centre.
- Distinguer les problèmes de centre-ville.

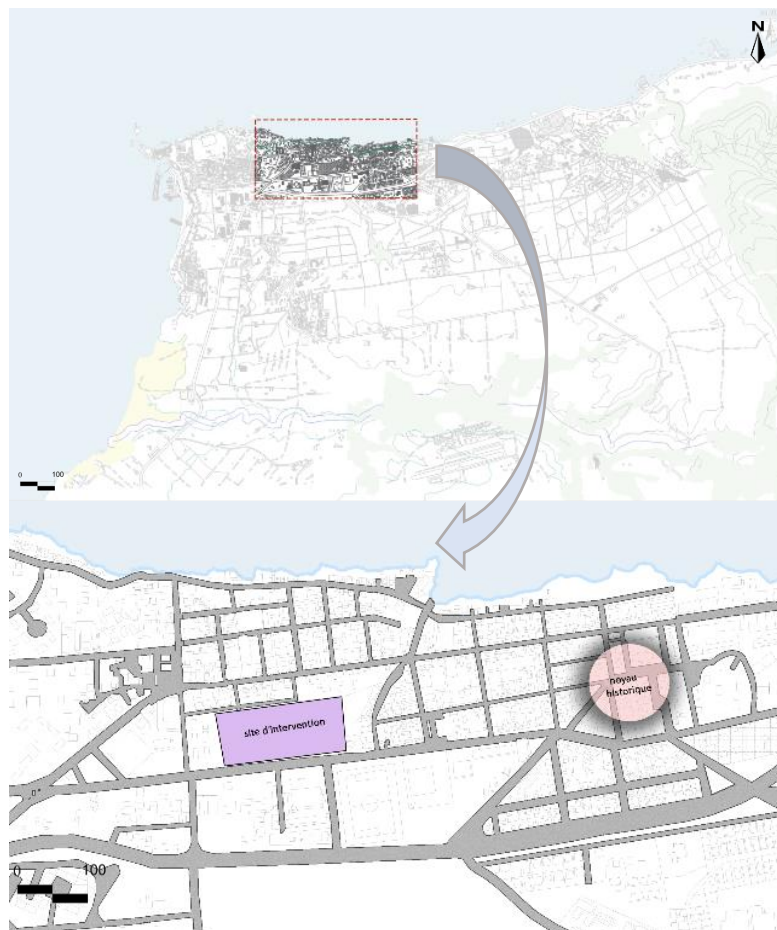


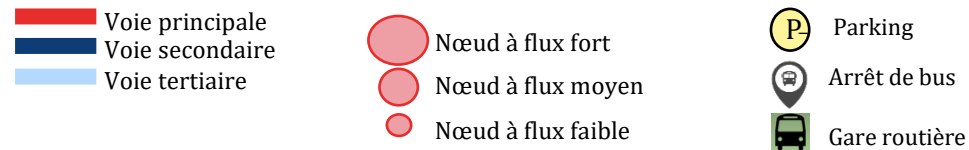
Figure 38 : Situation du quartier Source : auteur

a) Système viaire

Hiérarchie des voies et les nœuds :



Figure 39 : Hiérarchie des voies et les nœuds Source PDAU édité par : auteur



Les voies principales : les voies qui structure la commune, relient la ville et communes avoisinantes (RN 11 ALGER-CHERCHEL)

Les voies secondaires : des voies intercommunales qui relient les quartiers l'un avec l'autre.

Les voies tertiaires : les voies inter-quartier qui sert à desservir l'intérieur des quartiers.

Les nœuds l'intersection des voies principales-secondaires formes des nœuds à grande densité, et l'intersection voies secondaires-tertiaire formes des nœuds à faible densité.

Tableau 21 : Hiérarchie des voies et les nœuds Source : auteur

La voie	Typologie	Dimension	Forme	Direction	Activité	Gabarit
RN 11	Principale	57m	Linéaire	Double	Multifonctionnel	R+3
Rue el molazem Abd errahman	Principale	18m	Linéaire	Double	Commercial	R+3
Rue Haliouan Tahar	Tertiaire	8,5m	Linéaire	Une seule Direction	Résidentiel	R+4

Synthèse

L'analyse des nœuds a montré que les nœuds les plus dense se situe au long de la **Rue Molazem Abd Elrahmen (qui donne sur le site d'intervention) qui est une voie secondaire** contrairement à la RN 11 qui est un axe principal reliant (Alger-Cherchel)

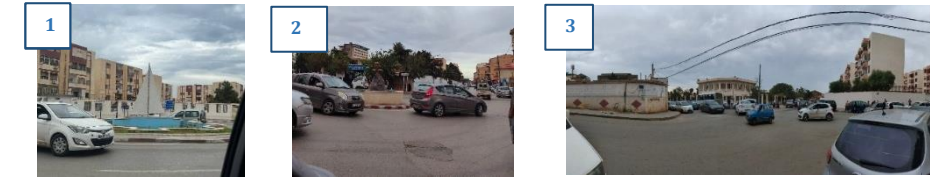


Figure 40 : Les nœuds, photos prises par l'auteur

Le transport :

- Le système de transport est présent sur la zone d'étude avec plusieurs arrêts sur les lignes
- La zone est marquée par la présence d'une gare routière servant comme un point de départ pour le transport.

Synthèse

Donc notre zone d'étude est très bien entourée par le réseau de transport en commun (la ligne de bus) mais en manque d'autre (train, tramway...)



Figure 41 : La gare routière, le parking, photos prises par l'auteur

Le flux :

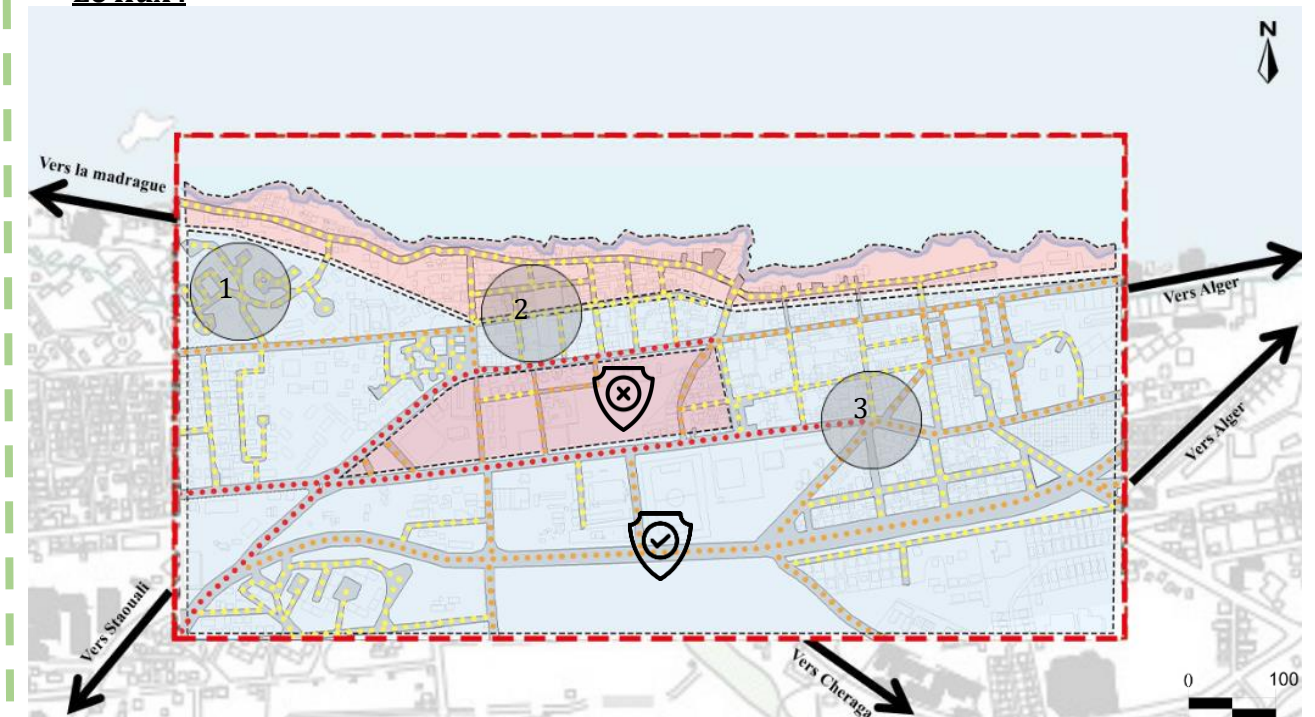
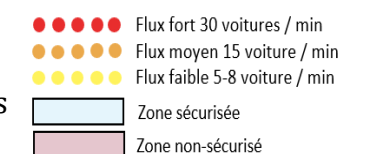


Figure 42 : Le flux, Source PDAU édité par l'auteur

- Le flux fort se trouve autour notre site d'intervention ce qui démontre la fréquentation forte de cette zone et son importance.
- Le flux est plus important que celui de la RN 11 qui est une vois principale liant Alger et Cherchell.



Synthèse

Le flux fort revient toujours à la présence de marché, parking et la gare routière donc une fréquentation mécanique et piétonne forte de cette zone.

La typologie des voies :

Dans l'aire d'intervention on peut distinguer 3 typologies de viaire :

1. Trame en damier
2. Trame arborée sante
3. Trame en boucle

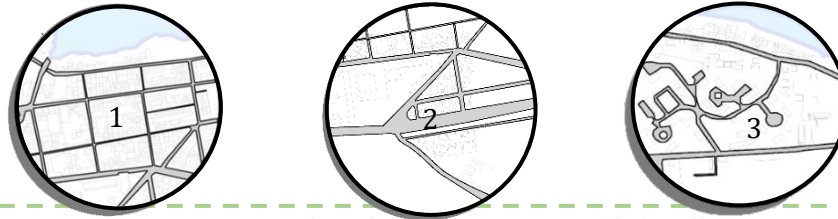


Figure 43 : La typologie des voies, Source PDAU édité par l'auteur

Synthèse

La variation de typologie de viaire est marquée par rapport à l'historique de la zone (le noyau type damier qui revient vers la logique de découpage de la période coloniale) et l'arborisation et la trame en boucle par rapport aux nouvelles extensions de la ville afin de garder l'intimité des habitats collectifs.

Tableau 22 : La sécurité, Source auteur

La sécurité :	Zone non-sécurisée	Zone sécurisée
Ambiance générale	-Atmosphère tendue -un sentiment d'insécurité palpable, Hétérogène et hostile	L'atmosphère est plus détendue et rassurante une zone résidentielle et un noyau historique avec la population Autochtones
Infrastructure	-Les bâtiments en mauvais état (Z2) -les espaces publics négligés	Les équipements urbains sont en bon état et fonctionnels.
Présence des nuisances	-Des nuisances sonores (musique à fort volume, cris, marché) (Z1) -des odeurs désagréables et des déchets jonchant le sol sont fréquents. (Z1-2)	Les nuisances sonores et les odeurs désagréables sont limitées car c'est une zone résidentielle
Fréquentation	-La zone est souvent désertée ou moins fréquentée (Z2) -zone saturée et vivante avec beaucoup de gens (Z1)	La zone est animée et fréquentée par les résidents
La surveillance	-La présence policière est limitée (Z2)	/

La géométrie des voies et l'accessibilité solaire :

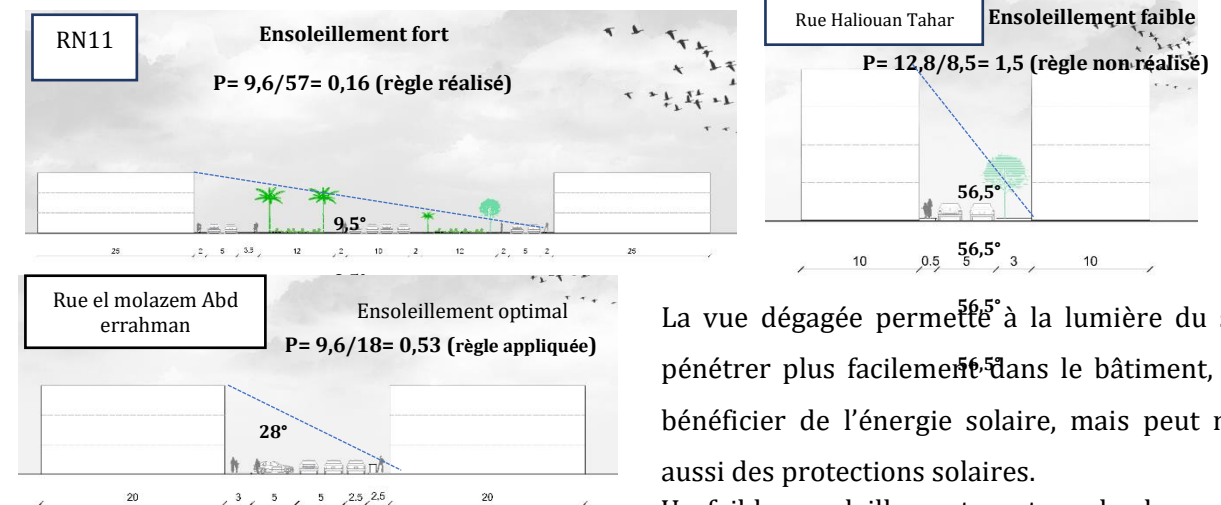


Figure 44 : La géométrie des voies et l'accessibilité solaire, Source auteur

La vue dégagée permet à la lumière du soleil de pénétrer plus facilement dans le bâtiment, et de se bénéficier de l'énergie solaire, mais peut nécessiter aussi des protections solaires. Un faible ensoleillement peut rendre les espaces plus sombres et froids, augmentant l'utilisation d'éclairage artificiel et le chauffage.

b) Système parcellaire :

Dans un long processus de formation et de transformation, Ain Benian est passée d'un caractère rural à un caractère urbain, et ce passage est réalisé à travers un découpage agricole qui s'est transformé en îlots tout en se conformant à la structure initiale et ce développement crée 4 typologies de parcellaires :

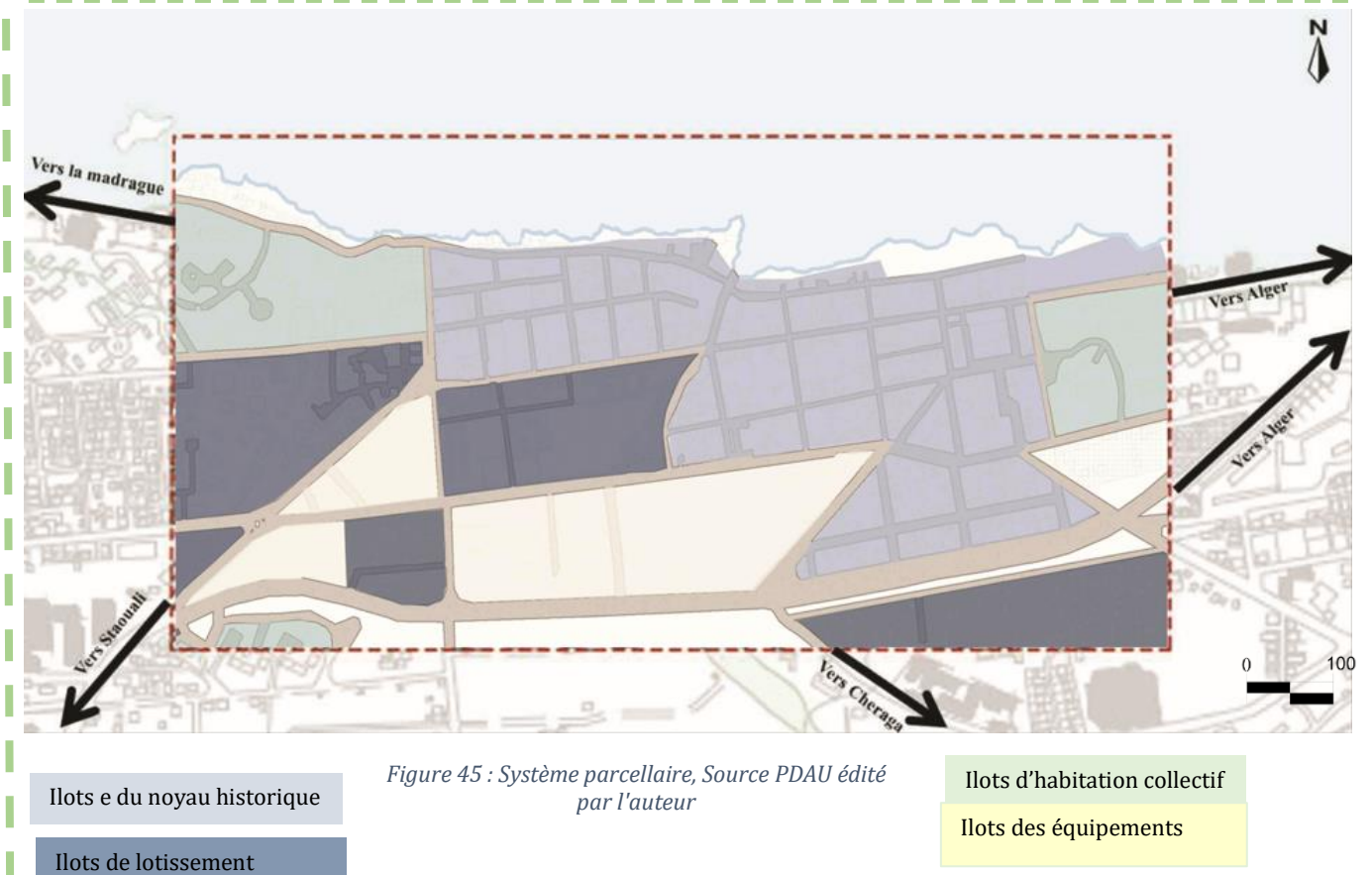


Figure 45 : Système parcellaire, Source PDAU édité par l'auteur



- Tracé postcolonial non planifié.
- Disparition de l'ilot.
- Nouvelle manière irrégulière d'occupation.



- Tracé orthogonal et régulier.
- Ilots réguliers de forme rectangulaire et module de base.

- Tracé orthogonal et régulier, issu de la multiplication du module de base 100x80m et formant des ilots de formes régulières

Figure 46 : Les tracés des parcelles Source PDAU édité par l'auteur

c) Système bâti Points de repères

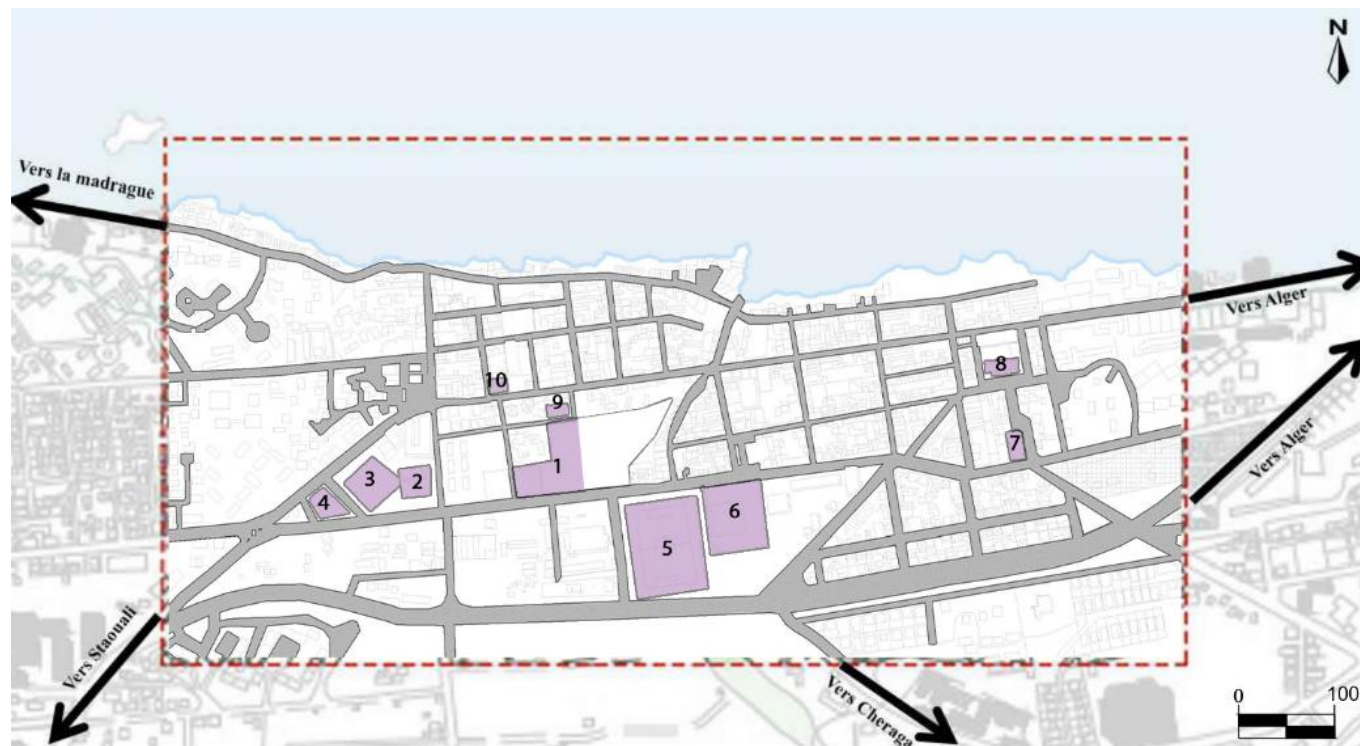


Figure 47 : Points de repères Source PDAU édité par l'auteur



Figure 48 : Points de repères photos prises par l'auteur

Ces points de repère qui contribuent à l'identité et l'attractivité de la commune en proposant des espaces dédiés aux rencontres, au culte, au commerce et aux divertissements. Chaque site participe de manière singulière à la diversité et à la richesse d'Ain Banian.

Fonction de bâti

L'habitat individuel est plus dominant dans cette zone d'étude, plus précisément dans l'ancien centre-ville, avec une présence des équipements de base : des équipements qui répandent aux besoins quotidiens et fréquents tels que les équipements scolaires, sportifs et les équipements de service.

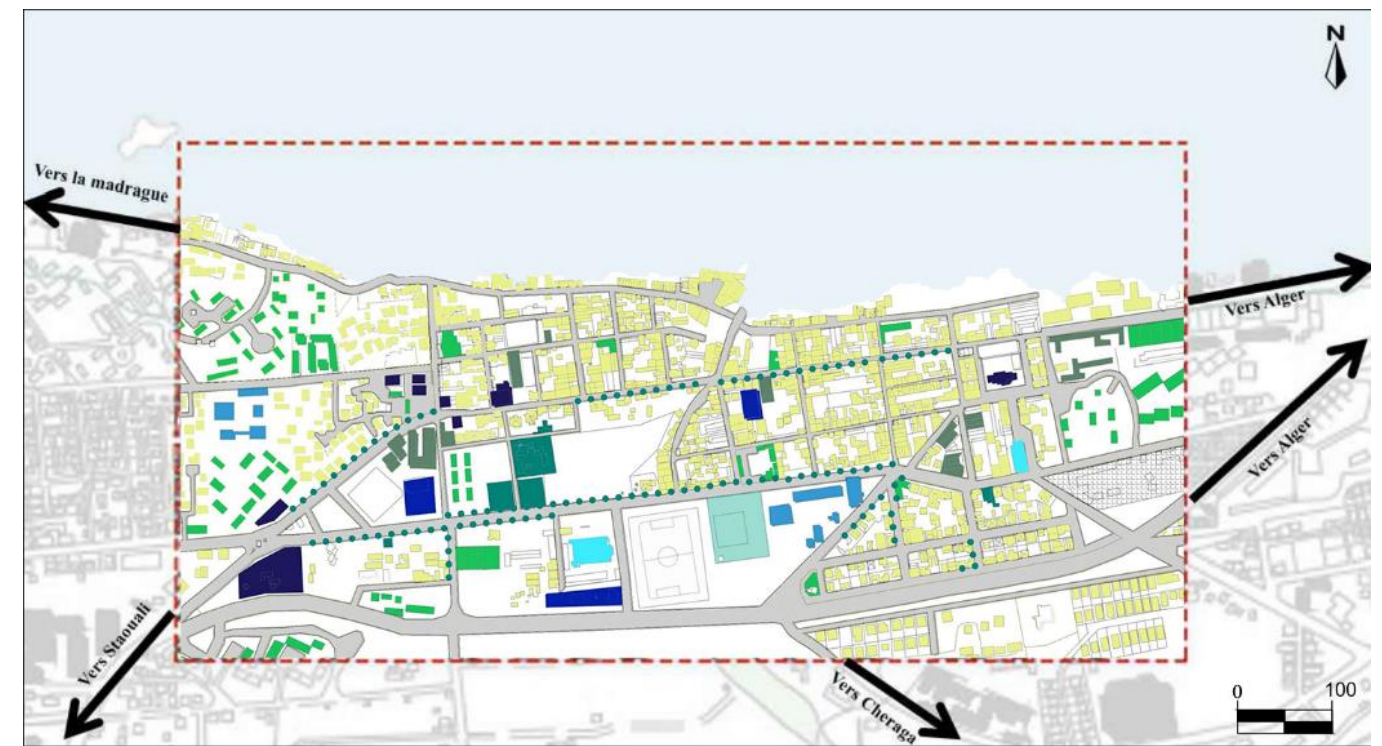
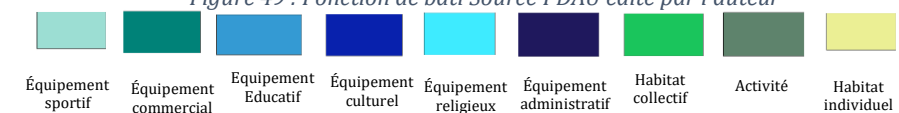


Figure 49 : Fonction de bâti Source PDAU édité par l'auteur



Synthèse :

En raison du déséquilibre de pourcentage entre l'habitat et les équipements, et le manque des équipements culturels et de loisirs avec une présence des équipements quotidiens ; on conclut que la ville a besoin des équipements multifonctionnels et de loisirs.

Etat de bâti :



Figure 50 : Etat de bâti Source PDAU édité par l'auteur

■ Bon état
 ■ Moyen état
 ■ Mauvais état

Bâti en bon état :

Il couvre une grande partie de l'aire d'étude, c'est l'ensemble des bâtisses qui datent de la période postcoloniale (équipements ou habitat) et qui se trouve au niveau du nouveau centre-ville et l'extension Ouest.



Figure 51 : bâti en bon état photos prises par l'auteur

Bâti en moyen état :

C'est des immeubles coloniaux à usages d'habitat, nécessitent seulement quelques travaux de restauration. On trouve ces bâtisses beaucoup plus sur l'ancien centre-ville.



Figure 52 : bâti en moyen état photos prises par l'auteur

Bâti en mauvais état :

C'est des constructions à usage d'habitat ou activité industrielle, elles ont besoin de travaux de rénovation, elles se trouvent principalement sur la bande côtière Nordiste formant ainsi une mauvaise façade maritime pour la ville.



Figure 53 : bâti en mauvais état photos prises par l'auteur

Synthèse

L'état des bâtiments est caractérisé par un conflit entre l'héritage et la modernité, bien que plusieurs bâtiments historiques nécessitent une restauration et une préservation, la commune est également confrontée aux défis de l'urbanisation rapide et des problématiques environnementales.

Pour garantir un environnement de vie de qualité aux résidents, tout en respectant les principes architecturaux et culturels locaux ; il est essentiel de trouver un équilibre entre la préservation du patrimoine et le développement durable.

Selon le pos 131 et la visite du site, le nouveau centre-ville (site d'intervention) est la zone la plus mal structurée et en mauvais état et qui a besoin à une bonne restructuration et un réaménagement en changeant l'image actuelle du nouveau centre-ville.

Gabarit de bâti

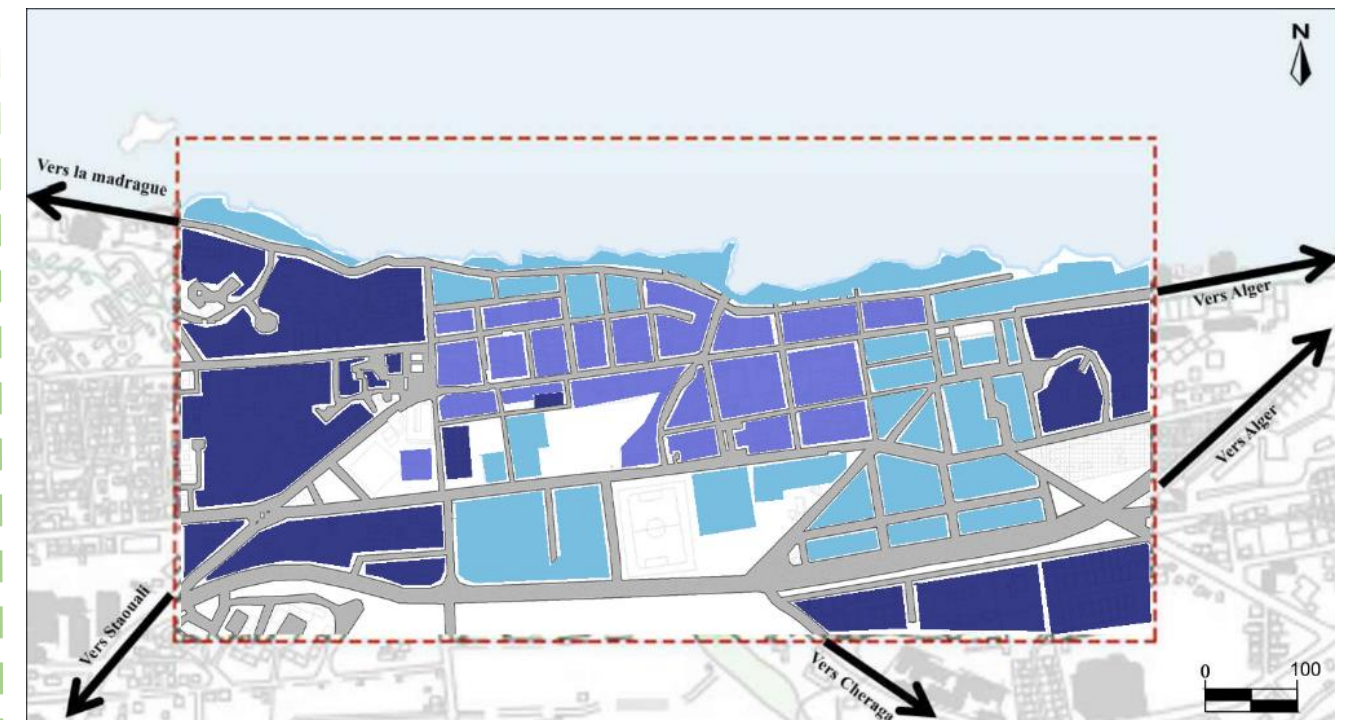


Figure 54 : Le gabarit, Source PDAU édité par l'auteur

Dans cette aire d'étude on distingue 2 types de gabarit :

R+1 et R+3 : représente l'habitat individuel ; c'est des habitations coloniales dans l'ancien centre-ville.

R+3 et R+5 : représente les immeubles résidentiels et commerciaux dans le nouveau centre-ville, la hauteur de ces bâtiments est influencée par les besoins de densité urbaine et la réglementation locale.

Cette diversité en hauteur reflète l'évolution et le dynamisme de la commune.



Figure 55 : Le Skyline Source auteur

- Derrière le site d'intervention il y'a un déséquilibre et une variation du gabarit.
- On distingue aussi qu'il n'a pas d'espace entre les bâtiments ce qui rend le Skyline dense.
- Ce sky line ne donne pas une image homogène et parfaite à la ville.
- Manque du percés sur la mer qui diminue la valeur de la bande côtière.

Alignement

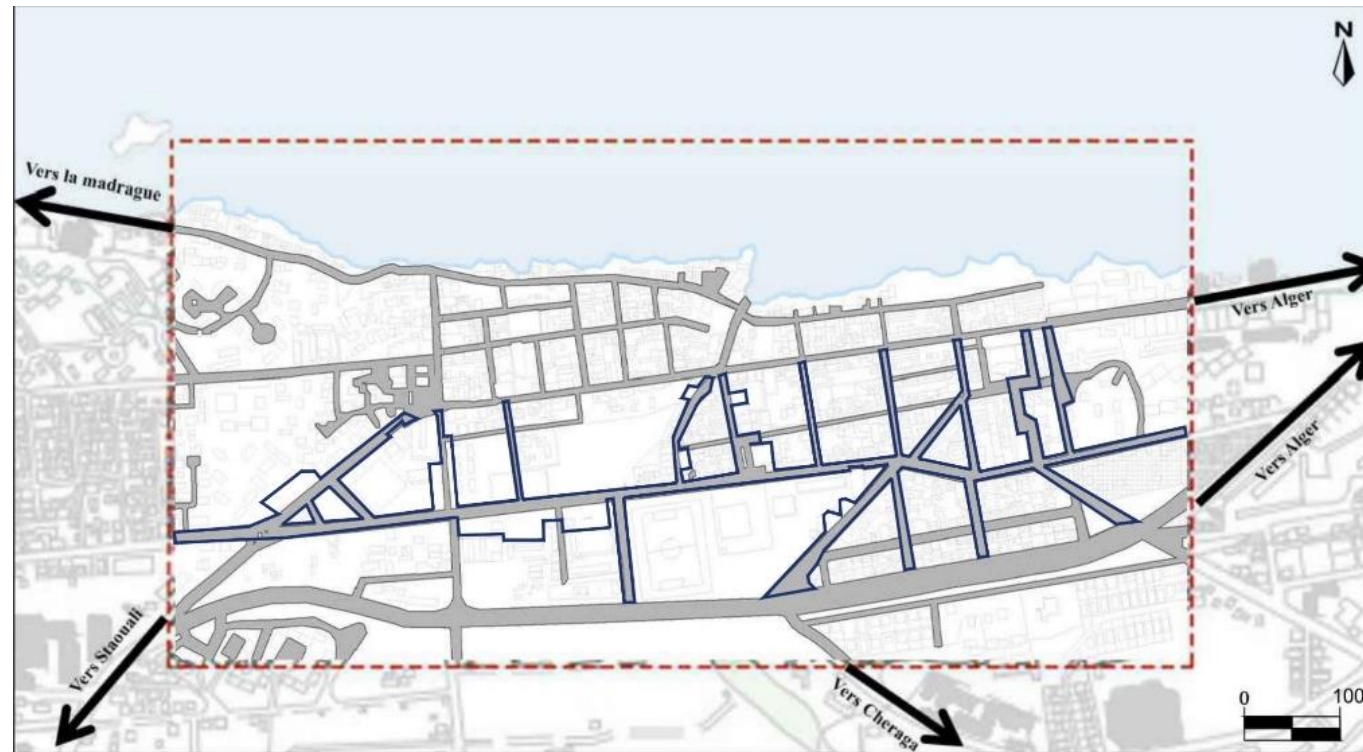


Figure 56 : Alignement Source PDAU édité par l'auteur

- L'alignement est marqué dans le noyau historique, avec un tracé en damier bien hiérarchisé ou les maisons sont alignées tout au long la voie.
- L'alignement des maisons crée une esthétique harmonieuse et contribue à une identité visuelle commune.
- L'alignement facilite la circulation des piétons et des véhicules et améliore l'accessibilité des services et des commerces.
- L'alignement est absent dans les zones d'habitat collectif et les équipements (nouveau centre-ville)



Figure 57 : Alignement, photos prises par l'auteur

Les façades de Ain banian présentent une diversité architecturale qui reflète à la fois l'histoire et le développement moderne de la région.
Les façades coloniales qui marquent la présence des balcons avec des petites fenêtres, et le système répétitif des arcs avec une symétrie remarquable.
Les façades modernes nettes avec des finitions minimalistes et des couleurs neutres.

Façades, couleurs et textures de bâti



Figure 58 : Façades, couleurs et textures de bâti photos prises par l'auteur

d) Système non bâti Le plein et le vide



Figure 59 : Le plein et le vide, Source PDAU édité par l'auteur

Le pourcentage élevé du plein qui représente le bâti est à cause de la pression immobilière et l'urbanisation rapide, cette dernière a conduit à une augmentation de la densité de construction, et une réduction progressive des espaces verts et ouverts, ce qui pose des défis à la qualité de vie, de circulation d'air et des espaces de loisirs.

Classification des espaces vides



Figure 60 : Classification des espaces vides Source PDAU édité par l'auteur

- Manque d'espaces verts
- Mauvaise qualité des espaces publics
- L'existence de quelques poches vides de nature privée.
- L'insuffisance des ouvertures vers la mer sauf quelques percées étroites.
- Présence des stades qui reçoivent un nombre important d'espaces publics
- Les parkings sont anarchiques

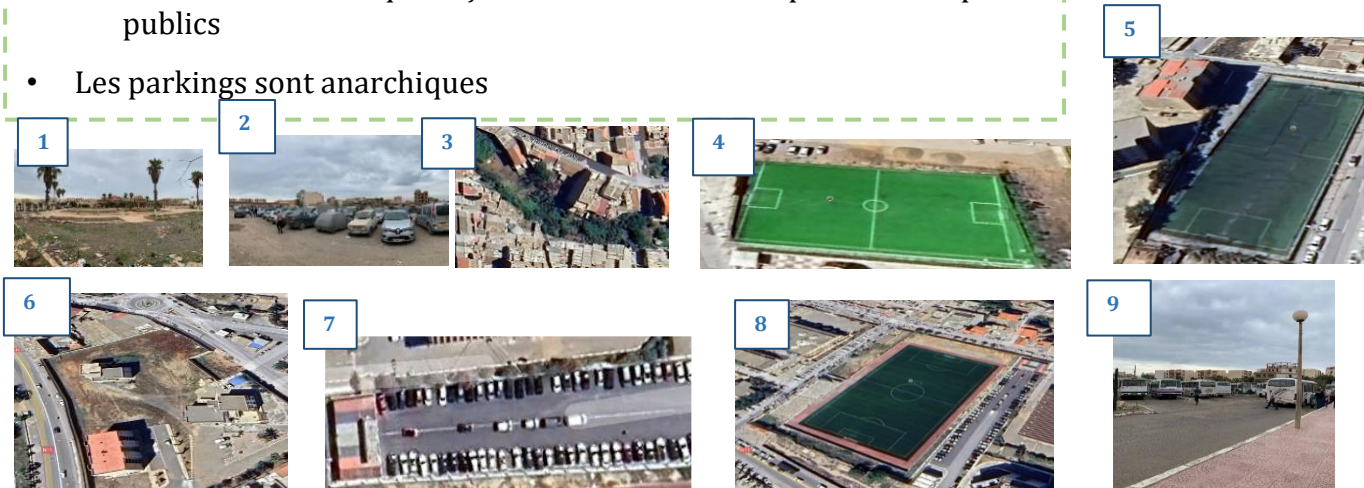
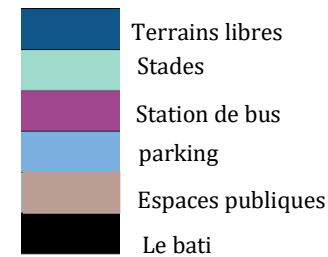


Figure 61 : Les espaces non bâtis, photos prises par l'auteur

Fourniture urbaine

Aucune homogénéité entre les éléments urbains, non seulement pour des raisons esthétiques, mais aussi pour assurer une cohérence fonctionnelle avec le climat. Les matériaux et les designs choisis doivent allier beauté et efficacité, en répondant aux besoins spécifiques d'un environnement méditerranéen."



Figure 62 : Fourniture urbaine photos prises par l'auteur

3.2.2.3 Analyse séquentielle :

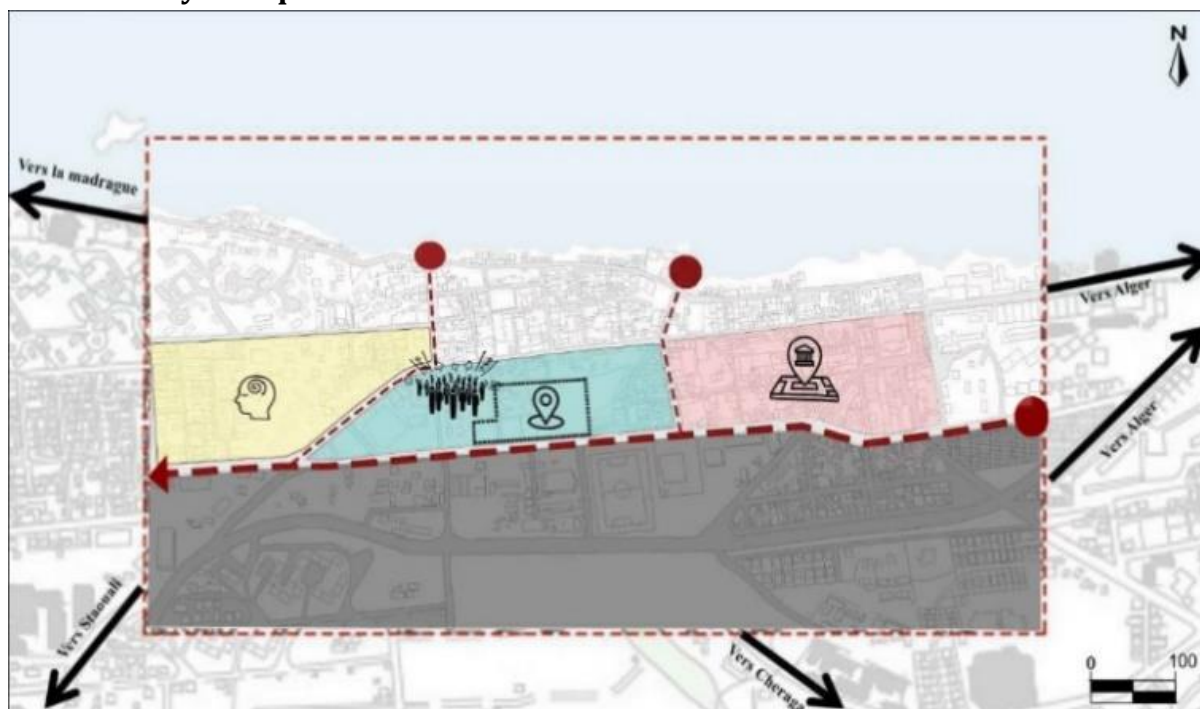


Figure 63 : Analyse séquentielle, Source PDAU édité par l'auteur

Séquence 1 : Historique

C'est un lieu historique continue avec la vieille ville, qui se caractérise par un arrangement de rues étroites qui sillonnent le quartier, ainsi que par une abondance de maisons de style colonial qui évoquent un fort sentiment de nostalgie ; cet endroit particulier dégage une Présence de tranquillité et de sérénité.



Figure 64 : séquences historique, saturée photos prises par l'auteur

Séquence 2 : saturée

La séquence se termine par le souk, parking et stade, on trouve un mélange d'activités commerciales et sociales.

La sensation globale qui se dégage de cette séquence est celle : un espace saturé et chaotique, manque de sécurité et nuisance visuelle.



Séquence 3 : calme

Cette séquence marque le passage d'un environnement vivant vers un espace plus calme, résidentiel et sécurisé.



Figure 65 : séquence calme, photos prises par l'auteur

Synthèse :

L'analyse séquentielle met en évidence un parcours évolutif au sein du lieu étudié, allant d'un espace historique vers un espace plus contemporain. Notre terrain, situé en séquence 2, où se trouve dans une zone saturée, témoignant d'un fort flux mécanique et piéton.

3.2 Analyse SWOT :

Tableau 23 : SWOT Source : auteur

FORCES	Système viaire	- Réseaux routiers reliant Ain Bania à Alger et aux autres villes environnantes. - La proximité de la route nationale 11. - Le site d'intervention donne sur une voie principale. - Facilité d'accessibilité au site d'intervention. - La présence du transport et la proximité des stations de bus.	- Une zone bien accessible par toutes les orientations. - Orientation du pos pour l'amélioration des routes et du transport (ligne de tramway). - Développer des zones piétons pour améliorer la qualité de vie, (création des esplanades sur le front de mer).	Système viaire	OPPORTUNITES
	Système bâti	- La proximité au noyau historique. - La présence de l'habitat urbain sur les parcours structurants a renforcé l'animation urbaine sur la ville. - La diversité du gabarit. - La concentration des repères. - La mixité fonctionnelle.	Le mélange entre l'architecture coloniale et contemporaine.	Système bâti	
	Système parcellaire	- Plot libre du site d'intervention. - Forme régulière - L'avantage d'avoir 4 façades.	Présence de grandes parcelles qui peuvent accueillir des équipements.	Système parcellaire	
	Système non bâti	- La présence des stades de football. - La présence de la gare routière.	- La possibilité de créer et aménager des espaces publics de détente. - De nombreuses plages constituées de sable doux. - Un contexte environnant riche marqué par: la mer, la forêt de Bainem et de Bouchaoui.	Système non bâti	
	Analyse séquentielle	- La ville présente une grande diversité de paysages urbains, allant de quartiers historiques à des zones plus modernes, offrant ainsi un cadre de vie varié. - Potentiel d'attraction d'investissements dans le secteur touristique et commercial.	Le potentiel de transformation les séquences en pôles dynamiques.	Analyse séquentielle	
FAIBLESSES	Système viaire	- Flux mécanique important. - Infrastructures insuffisantes et en mauvais état. - Heures de pointe peuvent entraîner des embouteillages importants - Une anarchie dans le stationnement et manque du parking.	- Risque d'augmentation de la circulation et la dégradation des infrastructures. - L'augmentation du trafic peut causer des problèmes de pollution et de sécurité.	Système viaire	MENACES
	Système bâti	- Constructions illicites. - Une vétusté et une dégradation de son patrimoine bâti notamment du front littoral dans la partie Nord. - Un front de mer renfermé par l'habitat individuel.	- Urbanisation massive due à la forte pression démographique. - Risque de perte de l'architecture traditionnelle au profit de constructions modernes.	Système bâti	
	Système parcellaire	- Parcelles parfois petites et mal adaptées à de grands projets de développement. - Difficulté pour certaines populations à accéder à la propriété foncière. - Une grande différence de taille entre les parcelles coloniales et postcoloniales.	- L'absence d'orientation des instruments d'urbanisme affecte l'extension de la ville et renforce l'urbanisation anarchique. - Densification forte des parcelles.	Système parcellaire	
	Système non bâti	- Une absence paysagère au niveau des espaces verts. - Manque du foncier. - Une absence de traitement au niveau des espaces publics (jardins, aires de jeux).	Dégradation des espaces existants: Sans une gestion rigoureuse	Système non bâti	
	Analyse séquentielle	les transitions entre les différentes séquences peuvent être discordantes, ce qui entraîne des disjonctions au sein du tissu urbain et une absence de cohérence globale	Urbanisation galopante: Une urbanisation trop rapide peut entraîner une dégradation du cadre de vie.	Analyse séquentielle	

3.3 Synthèse analyse SWOT :



Figure 66 : Synthèse SWOT Source auteur

3.4 Les actions :

STRATEGIE « VERS UNE NOUVELLE CENTRALITE URBAINE PAR LA RESTRUCTURATION DU COEUR D'AIN BENIAN »

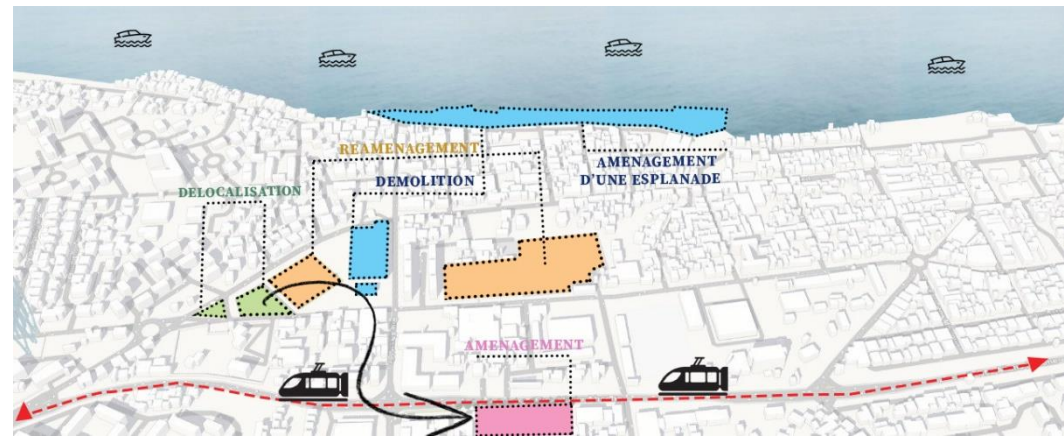


Figure 67 : Les actions Source auteur

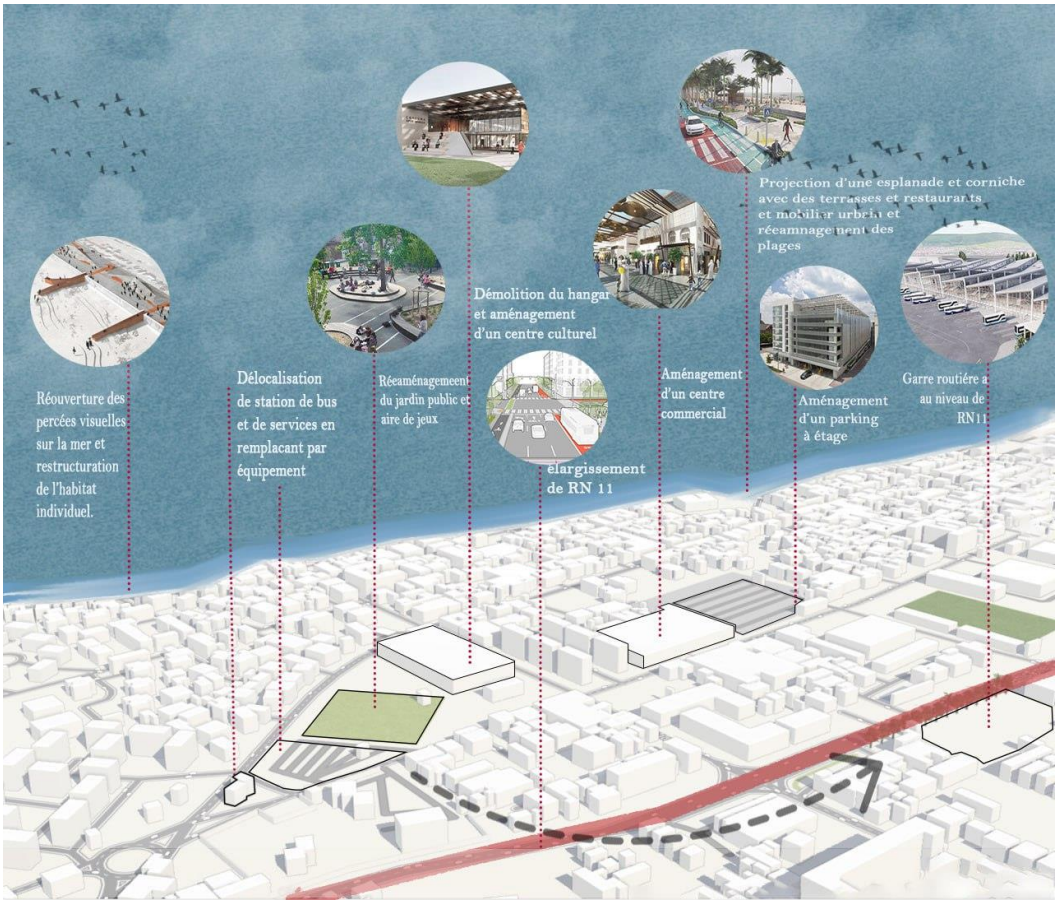


Figure 68 : Les recommandations Source : auteur

3.5 Les recommandations :

Tableau 24 : Les recommandations, Source auteur

	Aspect urbain	Forme		Enveloppe	Réponses climatiques
		Aspect architectural	Programme	Structure	
Analyse diachronique	Application du plan en damier en créant des axes perpendiculaires aux axes horizontaux de la ville (on les appels des percés visuels sur la mer. Création des espaces publics comme les jardins et les placettes.	Création des passages libres en plein air. Aménagement des terrasses permet la circulation de l'air et l'accessibilité solaire.	Hiérarchisation des espaces du grand public au privé. Création des patios.	Petites ouvertures. Matériaux adaptables au climat de la zone. Adaptation des couleurs neutres.	Intégration des fontaines. Intégration de végétation et les plantes. Couleurs douces. Utilisations des panneaux de protections solaire Matériaux qui répondent à l'environnement
Analyse urbaine	Réduction du stationnement anarchique tout au long les voies par la création d'un parking à étage. Réduction du flux mécanique par la délocalisation de la station de bus. Intégration du mobilier urbain pour favoriser la marche des piétons.	Intégration des arcades pour valoriser l'architecture traditionnelle. Les pergolas pour la création d'un effet d'ombre.	Élimination la pollution visuelle par la création des dépôts du déchets au-dessous du sol. Réaménagement du marché pour faciliter le processus d'achat et de vente. Renforcer l'aspect de sécurité.	Intégration du projet à son environnement.	Intégrer des espaces verts dans l'architecture urbaine. Privilégier des matériaux à faible absorption de chaleur. Mobilier urbain adapté. Pistes cyclables, des trottoirs piétons et des espaces publics conviviaux.

3.6 Notre intervention urbaine :

Dans une volonté de compléter et d'enrichir le projet principal, nous avons repensé la placette en y intégrant plusieurs fonctions à la fois sensibles et utiles. Ces interventions s'inscrivent dans une approche biophilique et sensorielle, visant à renforcer le lien entre l'humain et la nature. Chaque espace proposé contribue à créer un environnement vivant, apaisant et stimulant, en harmonie avec le cadre culturel et paysager du site.

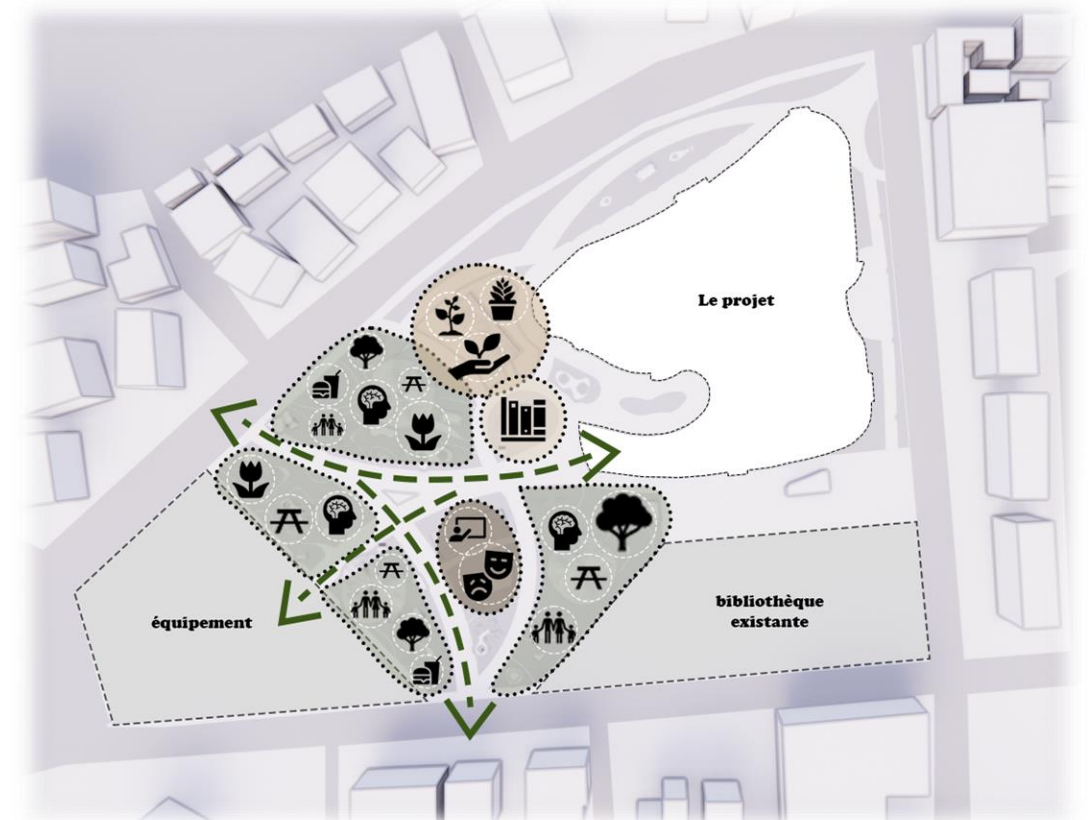


Figure 69 : Schéma d'aménagement de la placette Source : auteur

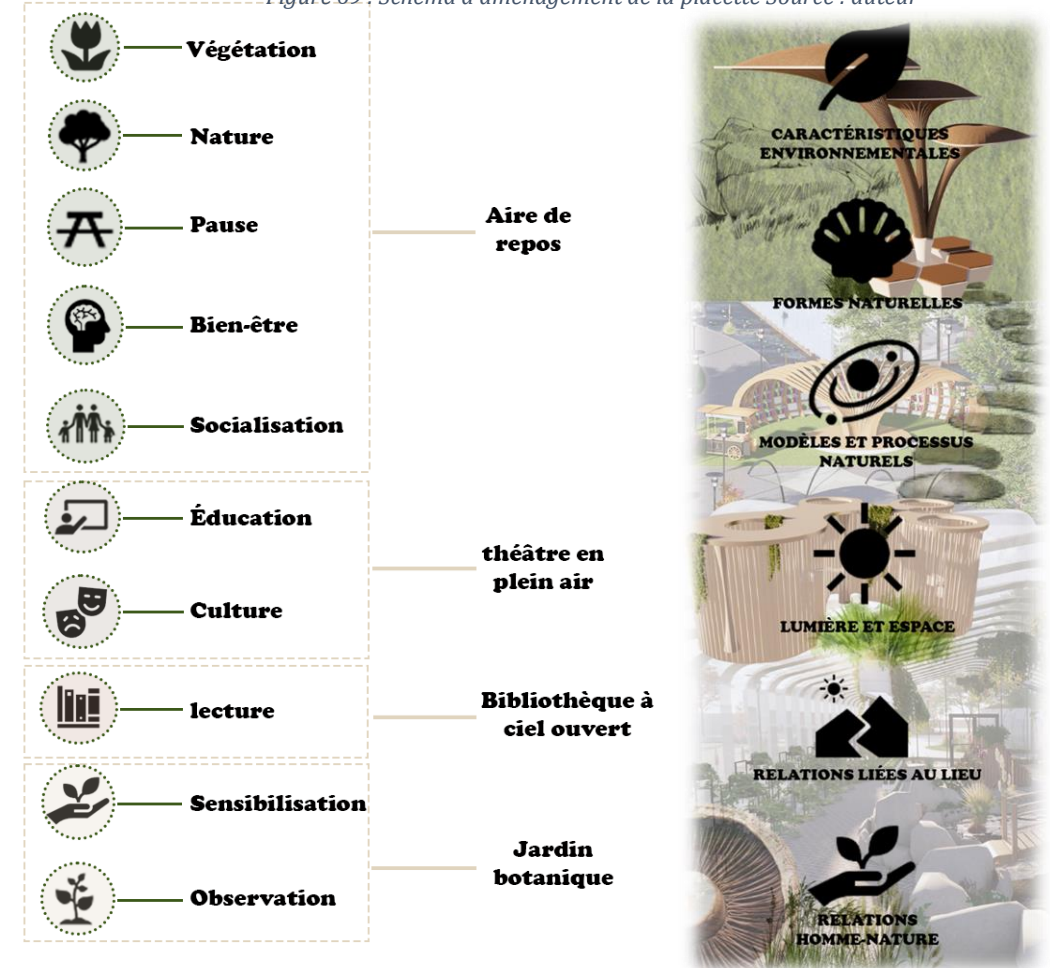


Figure 70 : 3D de la placette Source : auteur

3.7 Analyse de site :

3.7.1 Situation de site d'intervention :

Se trouve notre site d'intervention au Nord de la commune de Ain banian dans le nouveau centre-ville ; il se trouve à 1 km du centre historique.

Le site se situe au milieu de quartier mixte limité par La voie EL MOULAZEM Abderrahmane qui relie l'ancien et le nouveau centre-ville et la voie secondaire qui la relie avec la voie « Colonel Si Mohamed ».

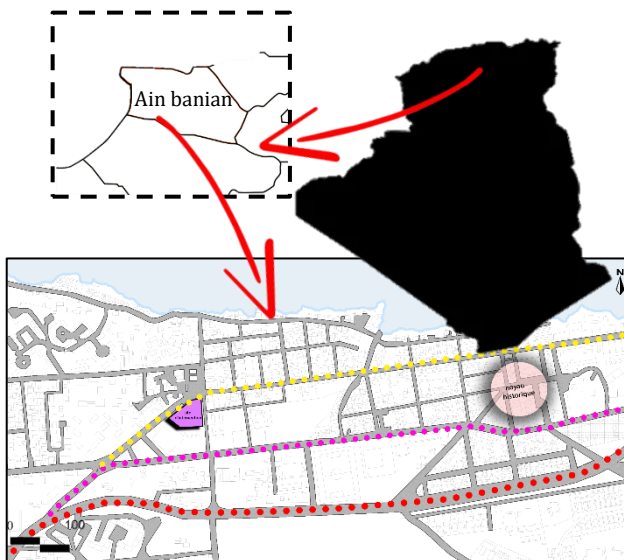


Figure 71 : Situation de site d'intervention Source : auteur

3.7.2 Accessibilité de site d'intervention :

L'accessibilité au site se fait par les deux voies parallèles qui relient le noyau historique et le site d'intervention. Le site est entouré par la voie El Moulazem Abderrahmane, voie Colonel Si Mohammed et une voie tertiaire qui est considérée comme un percé sur la mer.

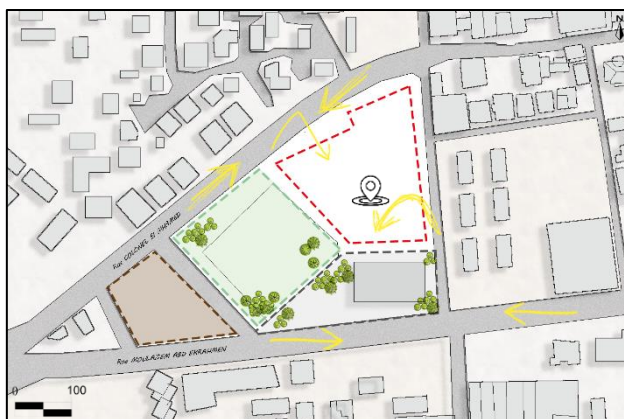


Figure 72 : Accessibilité de site d'intervention Source : auteur

3.7.3 Caractéristiques géométriques du site d'intervention :

Le site d'intervention est caractérisé par une forme irrégulière de :

Surface : 6350 m^2

COS = 3

CES = 0,6



Figure 73 : Dimensions de site d'intervention Source : auteur

3.7.4 Profils topographiques :

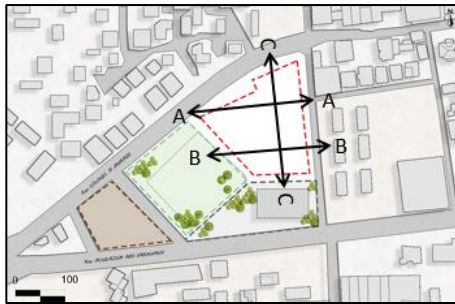


Figure 74 : Profils topographiques Source : auteur

Le site est marqué par un relief doux, les profils suivants montrent en détail la topographie du terrain :



Figure 75 : Profil A-A Source : earth pro



Figure 76 : Profil B-B Source : earth pro

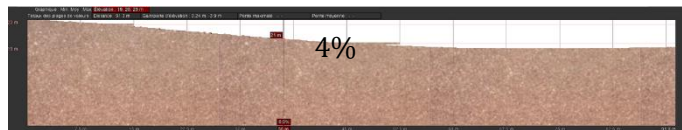


Figure 77 : Profil C-C Source : earth pro

3.7.5 Ensoleillement et vents dominants :

Le site bénéficie d'un bon ensoleillement car il est entouré de bâti à moyen gabarit.

Le terrain est exposé à des vents froids viennent du Nord-Ouest (la méditerranée) et des vents chauds viennent du Sud-Est (la Sahara) on appels ces vents : le siroco

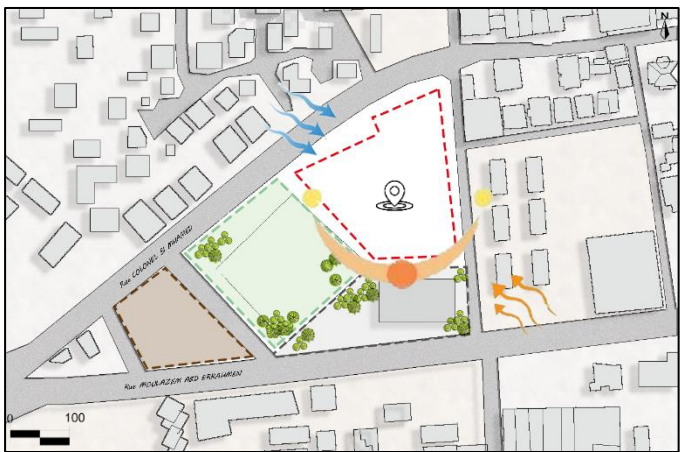


Figure 78 : Ensoleillement et vents dominants Source : auteur

3.7.6 Gabarit :



Figure 79 : Gabarit Source : auteur

Un gabarit entre R+3 et R+5.

Le terrain se bénéficie de deux façades dégagées ; la façade ouest qui donne sur la placette publique et la façade sud qui donne sur un bâti de R+1.

3.7.7 Environnement immédiat :

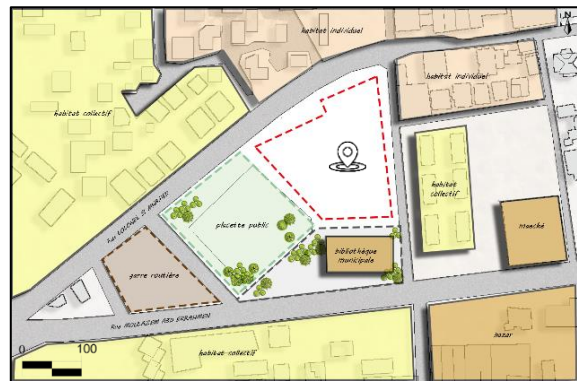


Figure 80 : Environnement immédiat Source : auteur

3.8 Concepts architecturaux :

« *From the nature to architecture* »

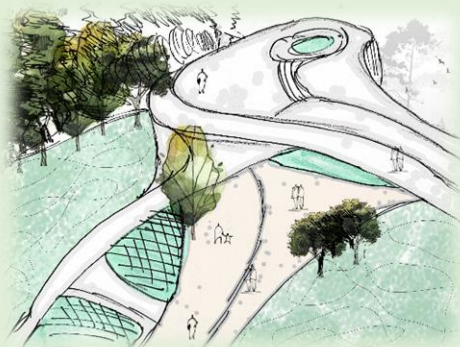
Le choix d'intégrer le concept de la biophilie dans la conception du centre culturel est une volonté d'exprimer une architecture vivante, fusionnelle avec la nature, en favorisant une conception inspirée des formes fluides, des matériaux naturels ; ce projet vise à démontrer comment l'architecture peut s'adapter aux contraintes du site et aussi enrichir l'expérience spatiale des visiteurs en stimulant leur connexion avec la nature, parmi les concepts qu'on va les introduire dans notre projet on a :

1- Biomimétisme :

Le biomimétisme est un concept novateur de penser qui observe et imite les processus et les stratégies de la nature pour concevoir des solutions durables et viables. Cela repose sur le postulat qu'en 3,8 milliards d'années d'évolution, la nature a déjà résolu de façon optimale plusieurs problématiques environnementales, énergétiques ou structurelles.

2- Architecture dynamique :

L'architecture dynamique est une approche qui conçoit des bâtiments de manière à ce qu'ils puissent s'adapter aux changements climatiques et aux conditions naturelles. Elle repose sur des stratégies biomimétiques et des technologies innovantes qui minimisent l'impact environnemental et optimiser le confort hygrothermique des espaces.



3- Architecture organique :

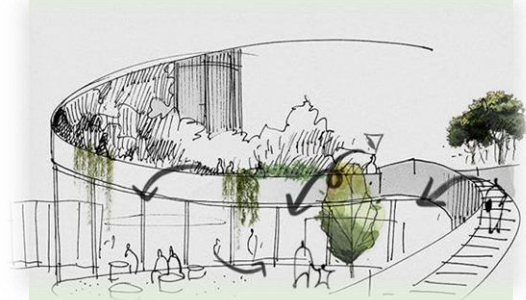
Visa une harmonie entre le bâti, la nature et l'humain en s'inspirant des formes naturelles et en intégrant les bâtiments à leur environnement, elle utilise des matériaux naturels, des lignes fluides et favorise une continuité entre intérieur et extérieur.

4- Fluidité spatiale et la continuité visuelle :

Sont des principes architecturaux qui permettent à créer des espaces ouverts, et cohérent, en liant l'intérieur avec l'extérieur, avec une circulation naturelle et sans obstacles physiques ou visuels. Ces concepts renforcent le lien avec la nature et améliorent le confort des usagers.

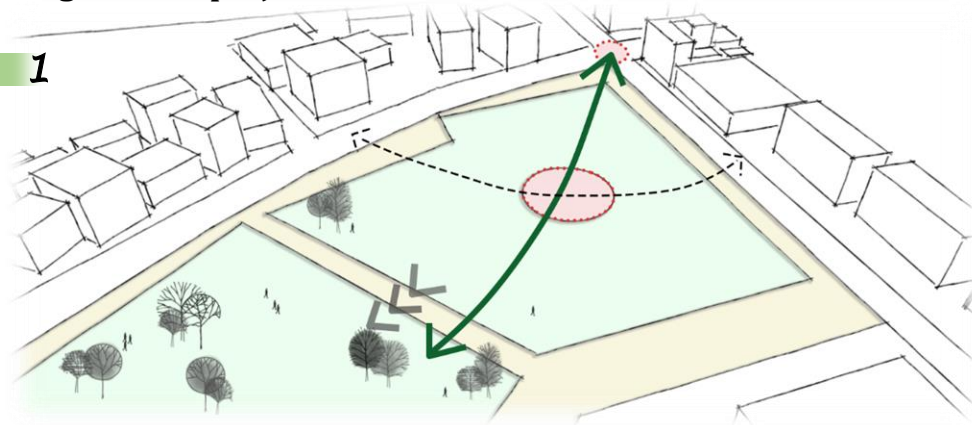
5- Les couleurs de la nature :

Les couleurs naturelles donnent une bonne image au projet esthétiquement mais aussi le bien être, la perception de l'espace et l'intégration au paysage.



3.9 La genèse de projet :

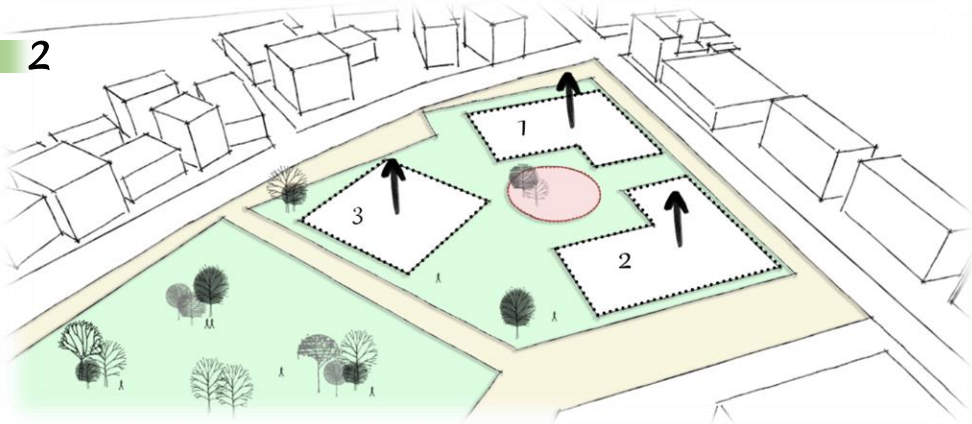
1



Création des axes

- Créer l'axe principale qui relie la placette le patio et le nœud
- L'axe secondaire qui relie les voies qui entourent le site

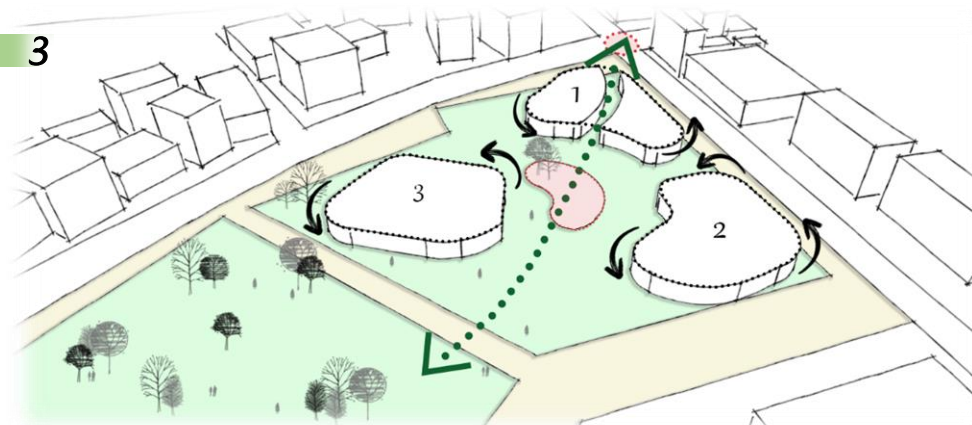
2



Création des volumes

- Créer les trois volumes selon les deux axes autour l'espace centrale

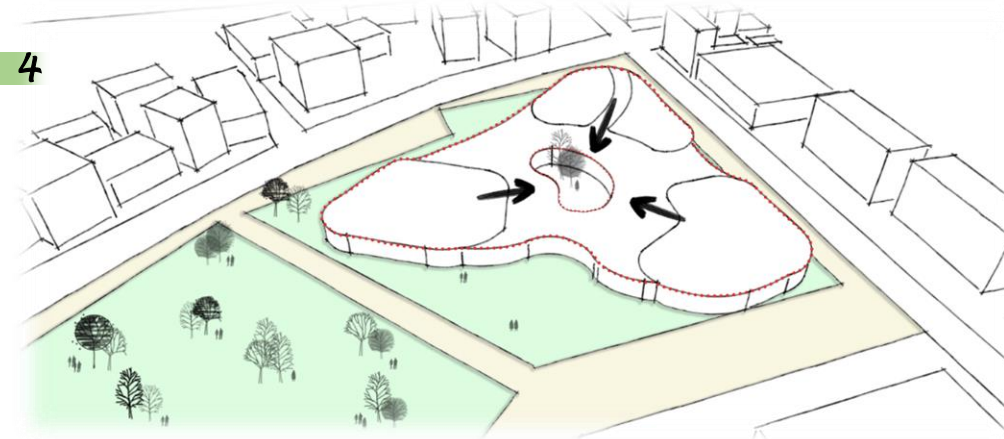
3



Façonnage des volumes

- arrondir les contours des 3 volumes suggérant une architecture organique et fluide

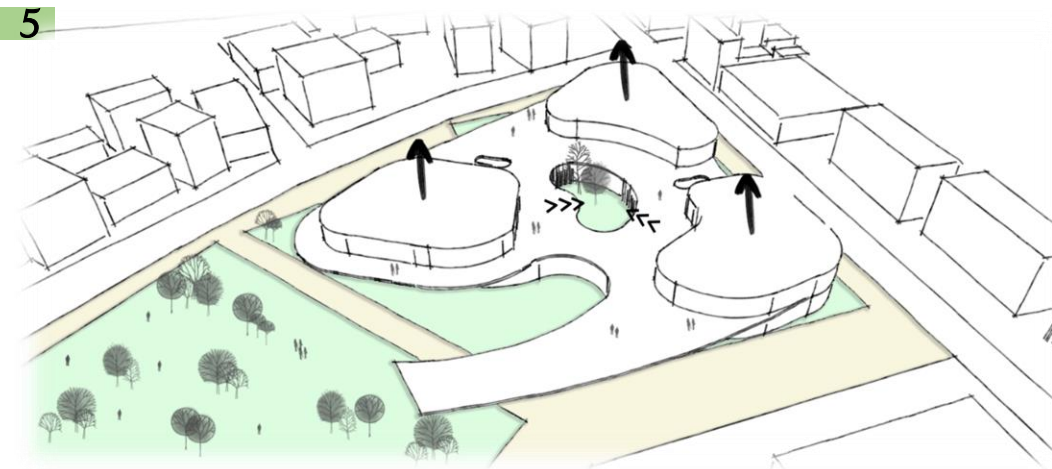
4



Attachement des volumes

- Création d'un soubassement et l'apparence d'un patio centrale (une recherche par contraste)

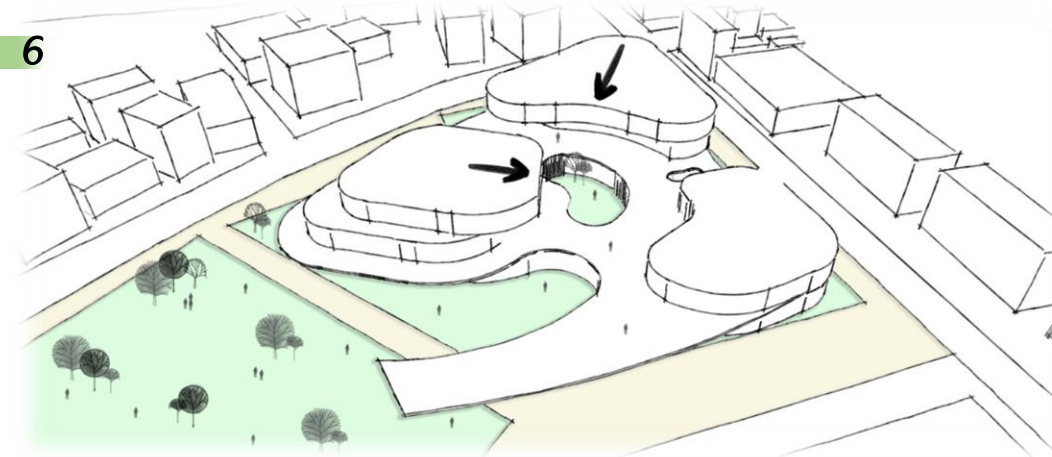
5



Développement des volumes en hauteur

- Tirer les volumes vers le haut en gardant la continuité par la plateforme qui garde la connexion visuelle vers le patio avec une volonté d'intégrer des déplacements fluides

6

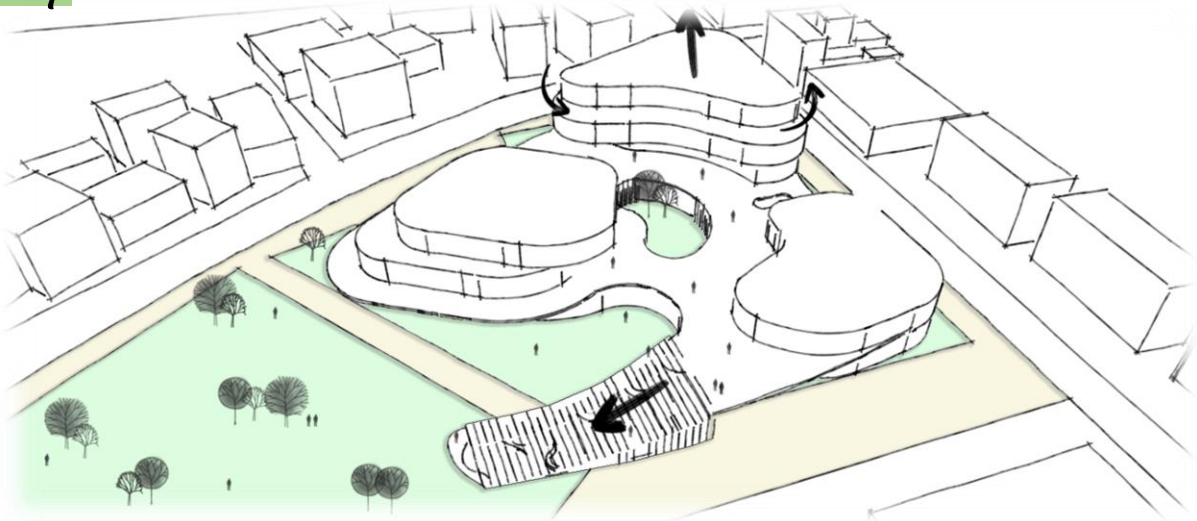


Décalage des volumes

- Décaler des volumes 1 et 3 en créant des terrasses et des espaces couverts pour avoir un jeu de volumes

Forme finale : atteindre l'objectif de la biophilie dans le projet

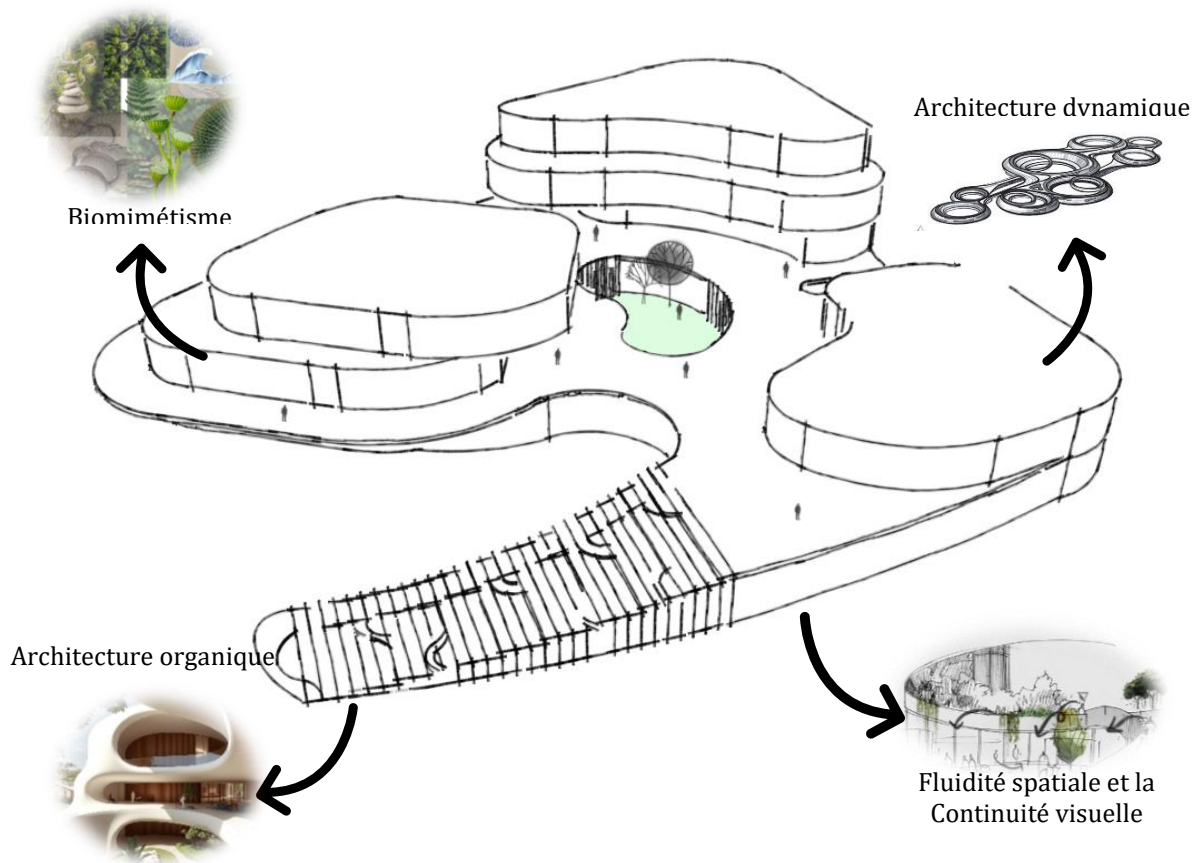
7



From nature to architecture

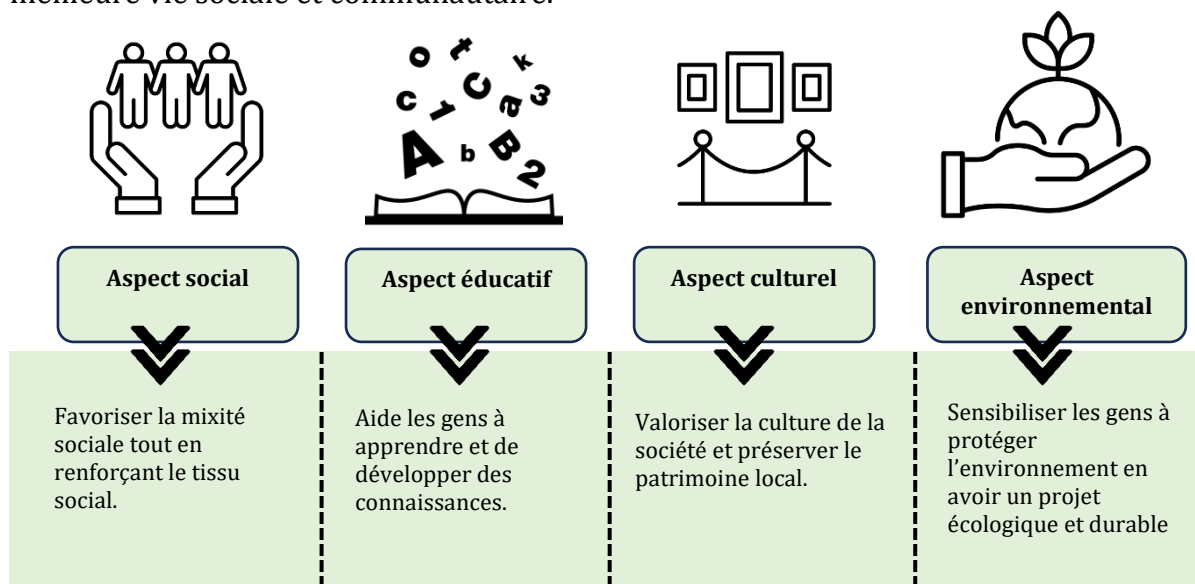


Le choix d'intégrer le concept de **la biophilie** dans la conception du centre culturel est une volonté d'exprimer une architecture vivante, fusionnelle avec la nature, en favorisant une conception inspirée des formes fluides



3.10 Concepts du programme :

Le projet centre culturel situé dans le centre-ville de Ain banian, s'articule autour de 3 programmes : programme socio-éducatif, programme culturel, programme polyvalent. Ce projet a pour objectif d'améliorer la qualité de la ville, par la création d'un équipement favorisant : la rencontre, l'apprentissage ainsi que le partage entre les habitants pour une meilleure vie sociale et communautaire.



3.10.1 Diagramme des fonctions

Ce diagramme fonctionnel représente les fonctions trouvées dans ce projet et leur relation avec l'espace central (patio) selon une organisation centralisée.

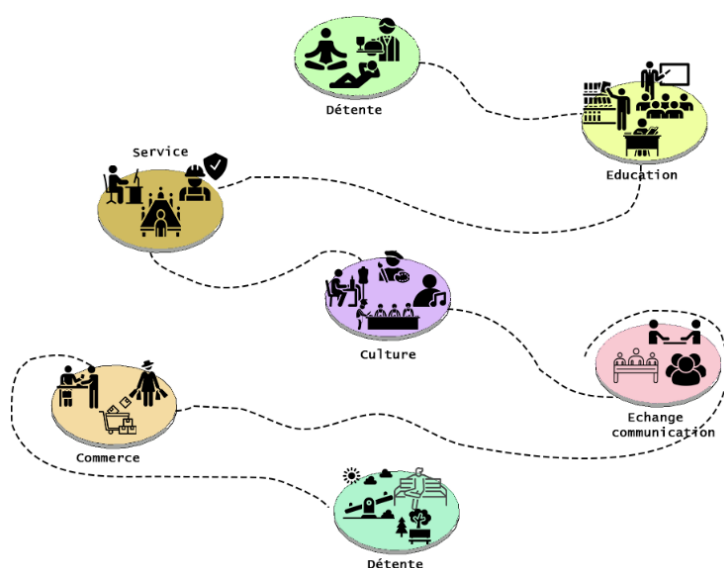


Figure 81 : Diagramme des fonctions Source : auteur

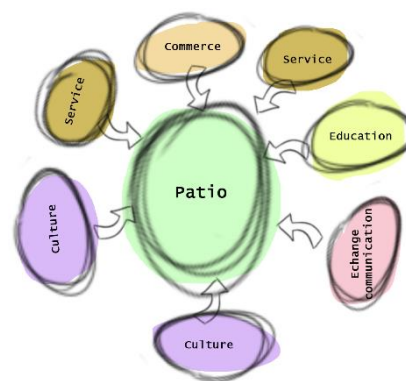
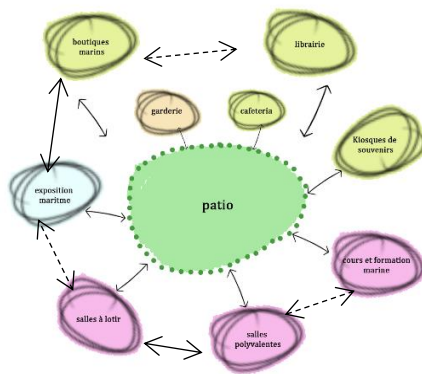


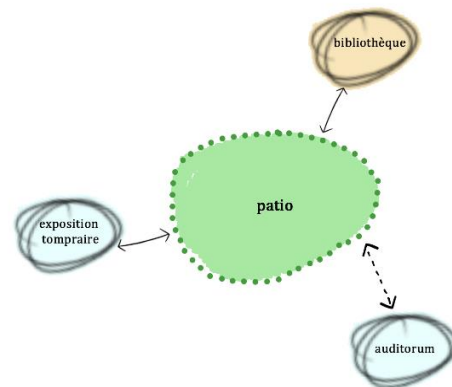
Figure 82 : Schéma fonctionnel
Source : auteur

Ce schéma fonctionnel représente les échanges dynamiques entre les fonctions et montre la diversité des activités dans chaque fonction.

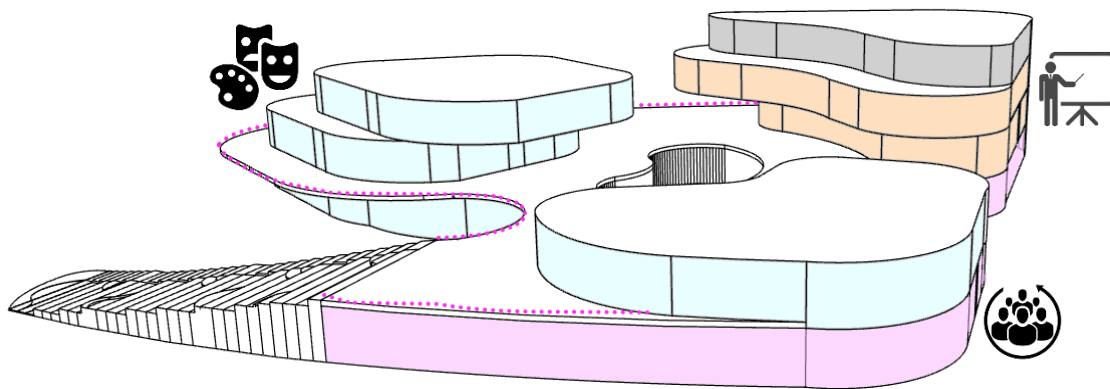
3.10.2 Organigramme fonctionnel et spatial :



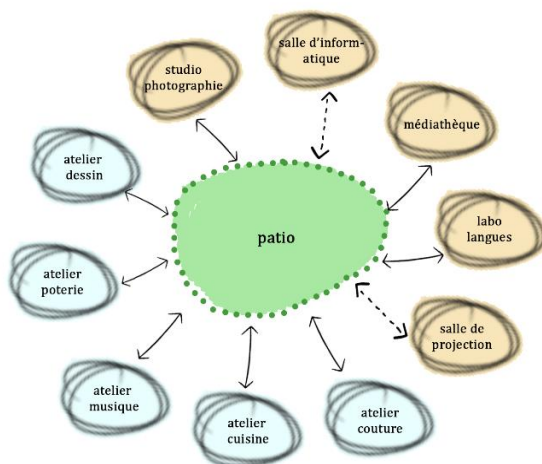
Organigramme du RDC



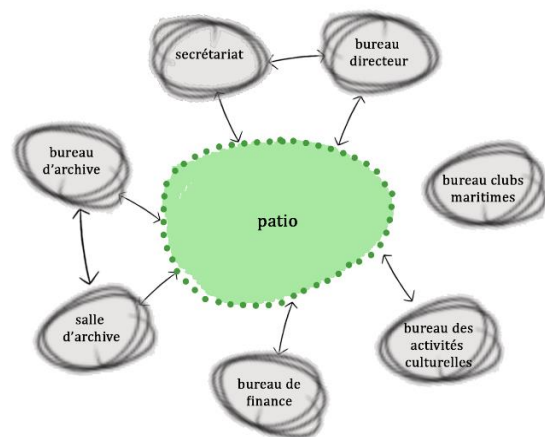
Organigramme du R+1



Organigramme spatial



Organigramme du R+2



Organigramme du R+3

3.10.3 Programme qualitatif:

Tableau 25 : Programme qualitative Source : auteur

Entité	Fonction	Espace	Usagers
Éducation	Lecture Apprentissage Enseignement	Bibliothèque Salle multimédia Labo langues Salle de projection Halte-garderie Salle d'informatique	Lecteurs Étudiants Chercheurs Enfants
Culture	Formation Animation Création	Hall d'exposition maritime (permanente) Exposition temporaire Auditorium de conférence Salle de spectacle Cinéma Ateliers de création Ateliers musicaux	Visiteurs Chercheurs Conférenciers Artistes Musiciens
Commerce	Vente et achat Détente Manger	Librairie Boutiques de souvenirs et création artisanale Boutique de pêcherie Cafeteria	Large public Les cuisiniers Les serveurs Les vendeurs
Communication et échange	Rencontre Information Échange	Salles polyvalentes Classe de formation marine Atelier de fabrication marine Les salles à lotir	Étudiants Responsables des clubs/association.
Service	Gérance	Administration Locaux techniques	Directeurs Responsables Techniciens

Programme surfacique voir annexe 03

3.10.4 Circulation des espaces :

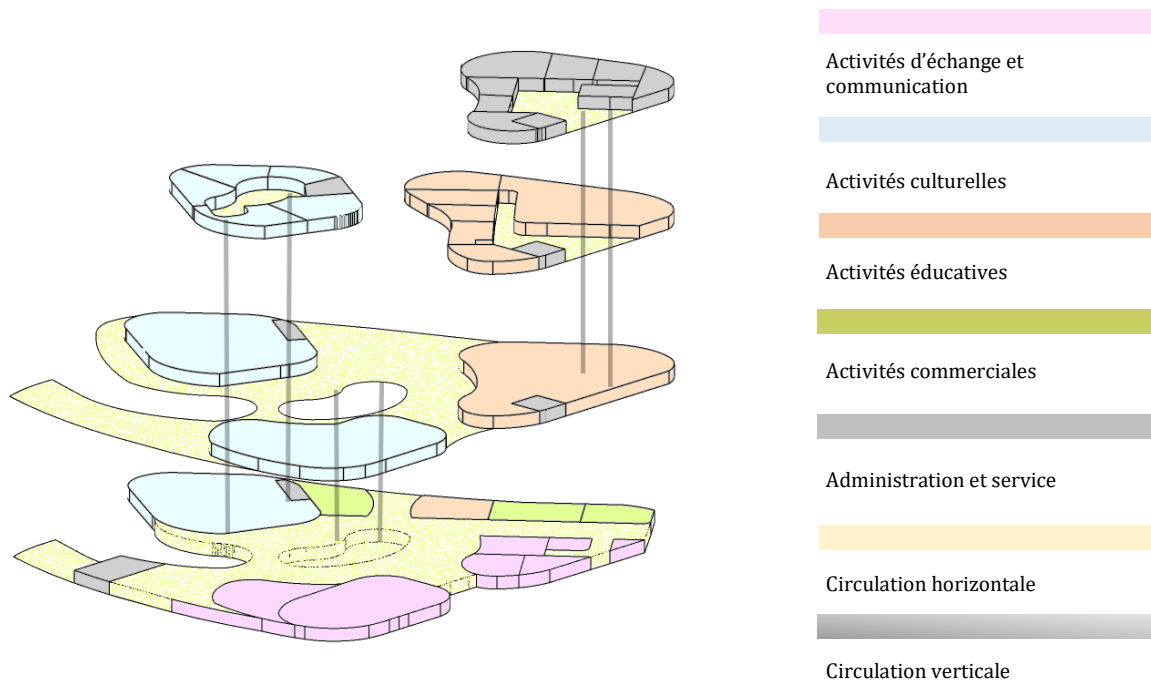


Figure 83 : Circulation des espaces Source : auteur

La distribution des espaces de notre projet est cohérente dont les espaces culturelles tels que l'exposition et les ateliers de création sont superposés, ainsi que les espaces éducatifs tels que la bibliothèque, la médiathèque et les salles de formation sont aussi superposés. Les espaces d'échange et communication sont positionnés au RDC pour faciliter l'accessibilité aux gens.

La circulation verticale est importante, chaque volume a sa propre circulation qui est considéré comme une circulation semi privé.

3.11 Structure :

Dans une logique de sécurité, de durabilité et d'efficacité économique, on a opté pour une structure métallique, idéale pour franchir de grandes portées et offrir une grande flexibilité d'aménagement. Le choix d'un plancher collaborant renforce la performance structurelle tout en allégeant la construction. Le projet se compose de trois entités principales reliées par un espace de circulation, le tout organisé selon trois trames vstructuruelles assurant la cohérence et la stabilité de l'ensemble.

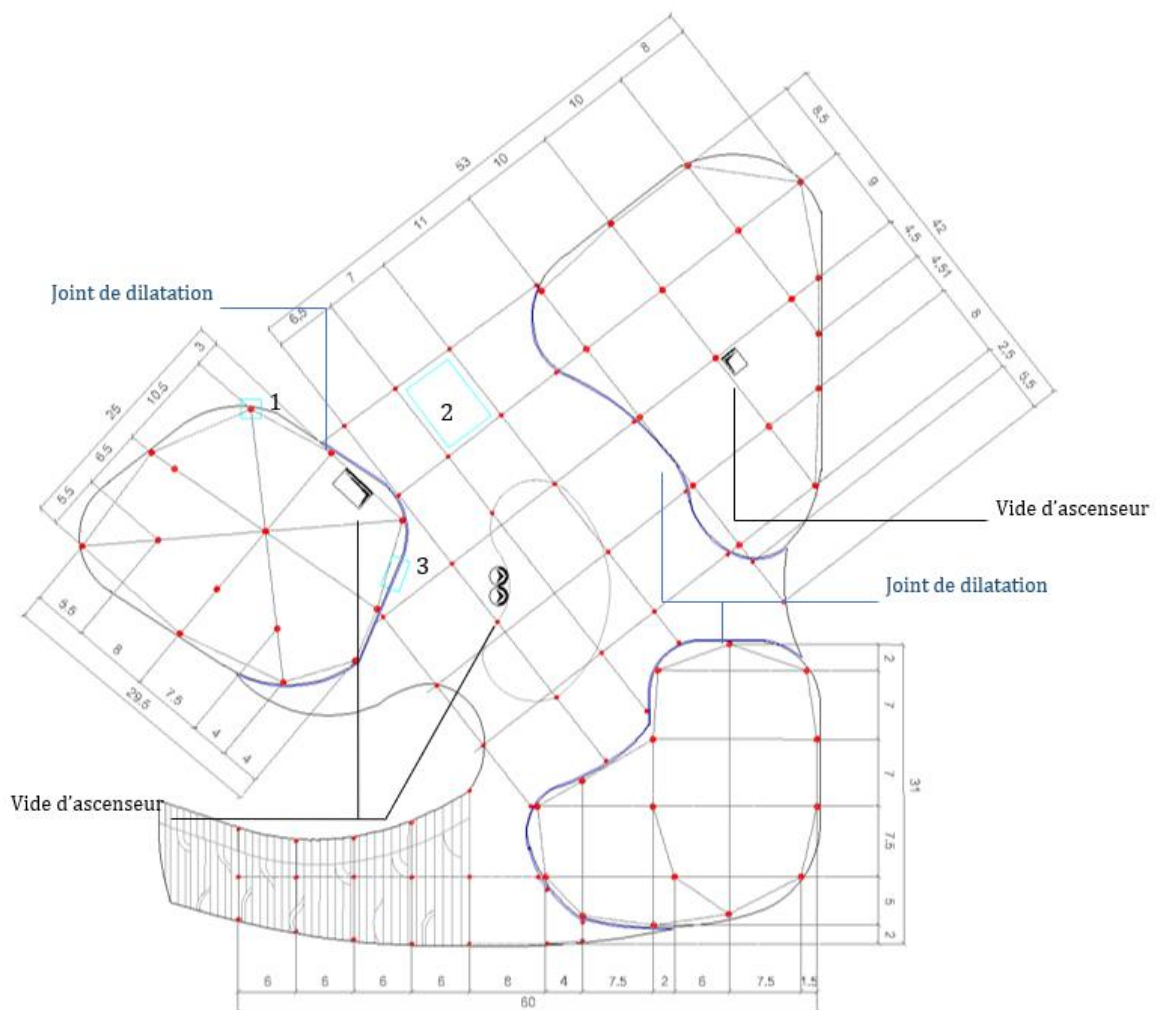
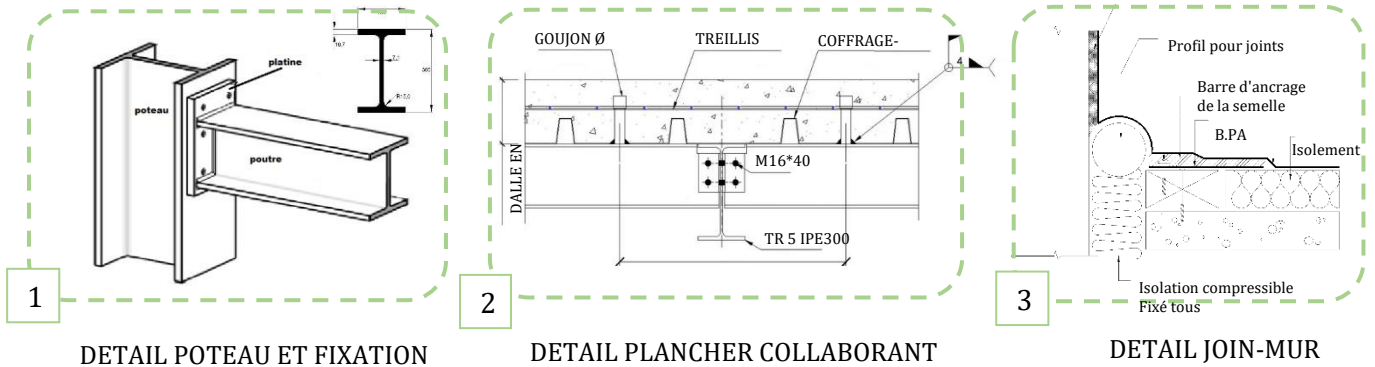


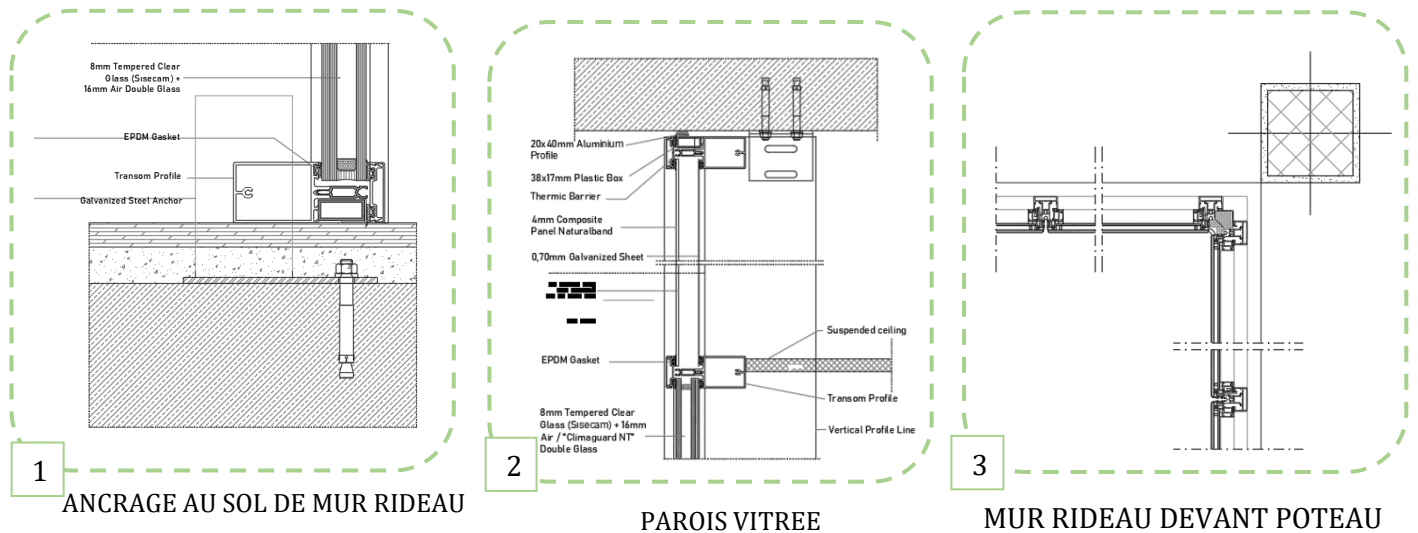
Figure 84 : Plan de structure Source : auteur

3.12 Détails techniques :

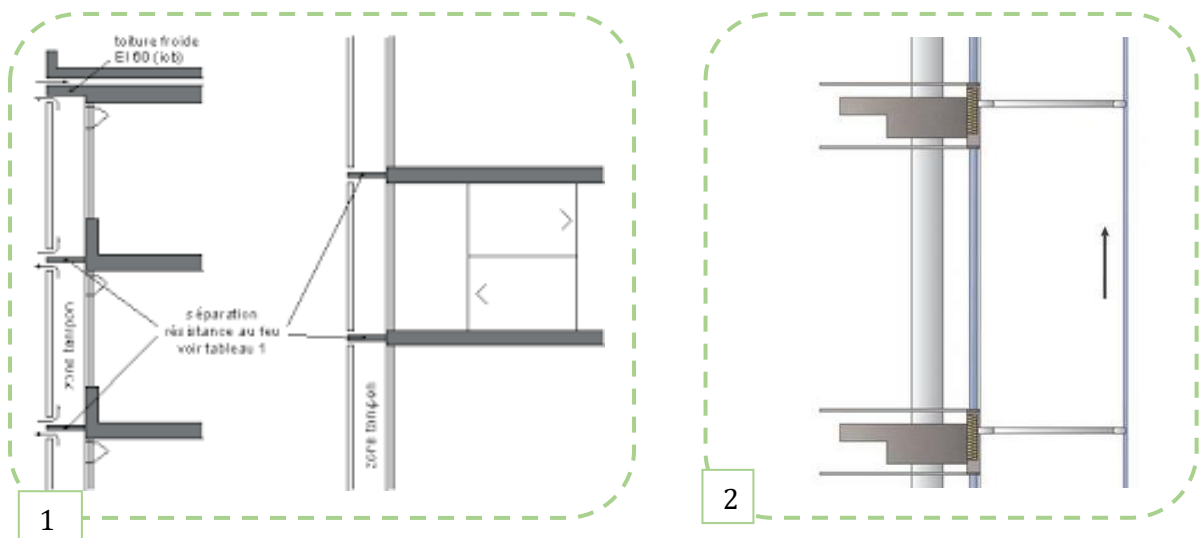
a) Détails de structure :



b) Détails de coupe :



c) Détails de façade :



FIXATION PEAU SECONDAIRE ET PEAU PRIMAIRE

3.13 Traitement de Façades :

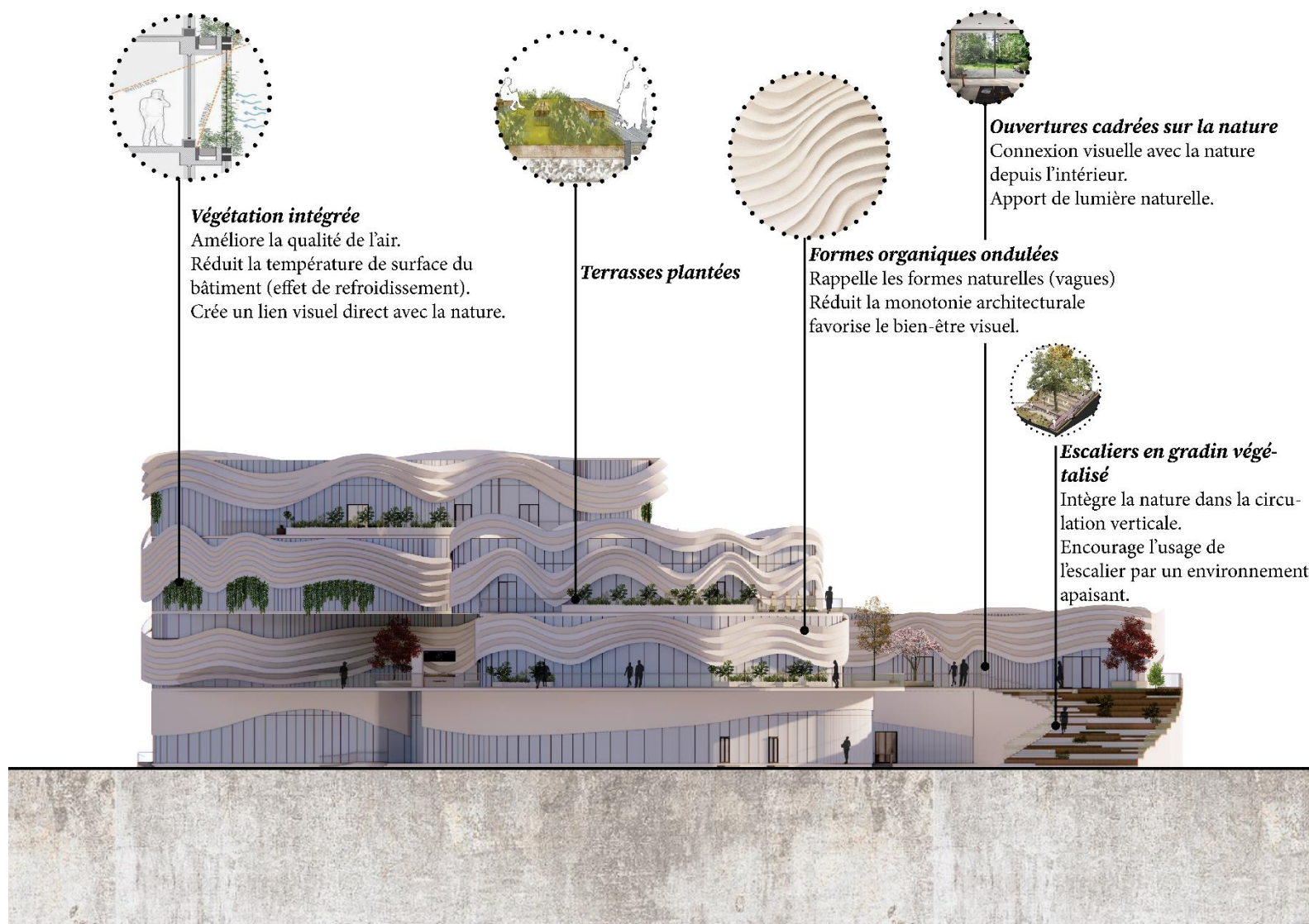
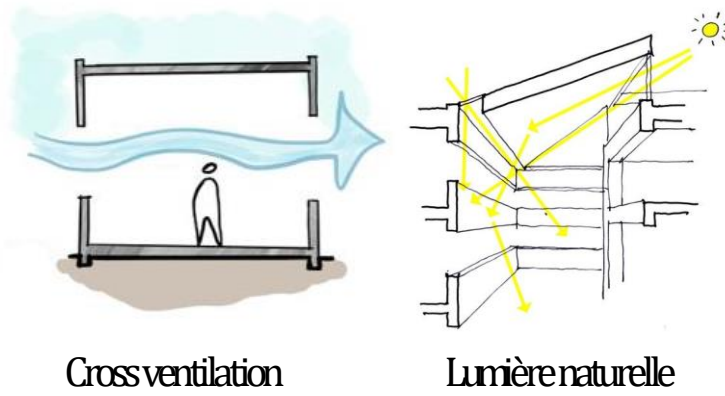


Figure 85 : Traitement de façade Source : auteur

3.14 Stratégies bioclimatiques:

OUVERTURES



PATIO

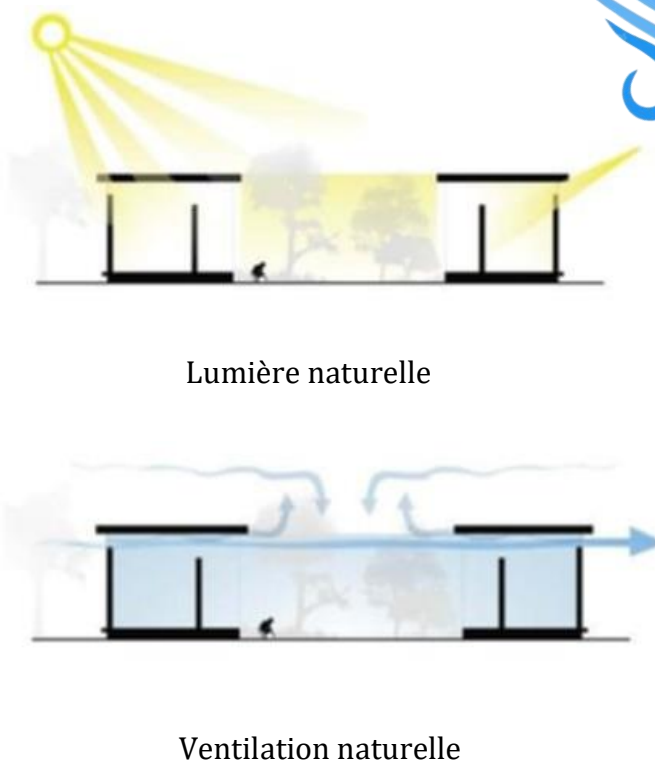
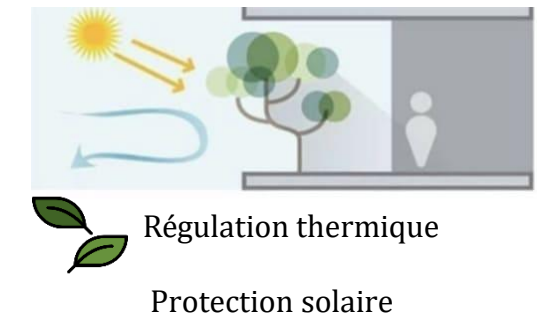


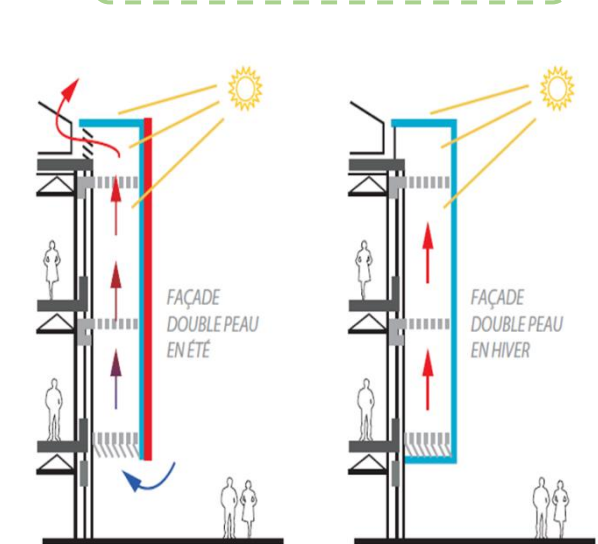
Figure 86 : Stratégies bioclimatiques Source : auteur

Dans le cadre de ce projet architectural implanté en zone humide, plusieurs Stratégies bioclimatiques ont été intégrées comme sont représentées afin d'optimiser Le confort hygrothermique tout en respectant les principes du développement durable. Tous ces éléments intégrés jouent le rôle de régulation thermique et ventilation naturelle En minimisant le besoin de climatisation et la lumière naturelle qui permette à réduire Le recours à l'éclairage artificiel qui nous permette à limiter la consommation énergétique Dans notre projet.

VEGETATION



Façade double peau



Régulation thermique

Protection solaire

Synthèse :

Suite à notre étude urbaine approfondie, la commune d'Ain Benian révèle un potentiel significatif lié à sa vocation touristique et économique. Cette dynamique stimulée par sa localisation côtière et son attractivité croissante, nécessite des interventions urbaines sensibles, capable de valoriser les espaces publics tout en répondant aux enjeux environnementaux actuels. Ainsi, notre action a eu pour objectif de réaménager une placette publique conçue comme un espace de respiration urbaine, un lieu de rencontre et convivialité. Simultanément nous avons conçu un projet architectural biophilique en lien avec cet espace réaménagé. Ce projet se compose de 3 unités autour d'un patio végétalisé, favorisant la ventilation naturelle, avec une plateforme aménagée comme un espace évènementiel qui établit également une continuité sensorielle et fonctionnelle entre la placette et le projet. Ce projet culturel combine à la fois la fonction éducative, culturelle et sociale afin d'améliorer la qualité de vie des habitants et de valoriser la commune.

La façade de notre projet est une volonté d'exprimer mieux la biophilie par son rythme et la végétaliser, les lignes courbes ont doubles fonctions : poétique pour évoquer le mouvement du vent et d'eau et bioclimatique qui joue le rôle de protection solaire avec des bandes vitrées généreuses qui créent une relation fluide entre l'intérieur et l'extérieur.

Dans ce projet, la biophilie n'est pas juste un concept décoratif ou symbolique, elle représente une véritable approche de conception. Elle a guidé nos choix pour créer un environnement où la nature est présente, vivante et utile tout en respectant les besoins des usagers.

A travers cette démarche, l'architecture devient un lieu de bien être qui favorise la connexion à l'environnement, améliore la qualité de vie et contribue à réduire les effets du climat tout en s'intégrant harmonieusement dans le paysage urbain de Ain Benian.

CHAPTER 04
SIMULATION

Introduction :

La présente partie tend à vérifier la faisabilité thermique de l'intégration d'un patio au centre de notre projet. A travers notre analyse urbaine, on s'est rendu compte de la présence du patio comme élément de composition, et à travers la littérature scientifique, son impact en tant que régulateur hygrothermique est bien confirmé. On s'attèle dans ce qui suit à explorer l'impact de la géométrie du patio sur la demande énergétique et identifier les dimensions optimales pour notre projet. L'intégration de la végétation n'est pas incluse dans la présente étude du moment que son rôle de régulation est aussi confirmé via la revue de la littérature.

Pour atteindre cet objectif on a choisi le logiciel DesignBuilder pour modéliser avec précision les échanges thermiques au sein du bâtiment en tenant compte les conditions climatiques locales, les propriétés thermiques des matériaux ainsi que la ventilation naturelle. Basé sur le moteur de calcul Energy Plus, designBuilder permet d'effectuer des simulations dynamiques, offrant ainsi une représentation réaliste et détaillée du comportement du bâtiment face aux variations climatiques.

4.1 Présentation du logiciel Design Builder

DesignBuilder est un logiciel de simulation énergétique et environnementale complet, spécialement conçu pour évaluer les performances thermiques, énergétiques et environnementales des bâtiments. Il est basé sur le moteur Energy Plus, l'un des plus puissants et précis pour les analyses énergétiques. Il offre de nombreuses fonctionnalités non disponibles simultanément dans les logiciels existants tel que :

- Calcul des déperditions/gains thermiques de l'enveloppe en hiver/été
- Dimensionnement du chauffage
- Dimensionnement du rafraîchissement par ventilation naturelle et/ou climatisation
- Simulation dynamique (STD) restituant des données de confort, de bilan thermique, ventilation, etc.
- Gestion de l'occupation, de la ventilation mécanique, des ouvertures de fenêtre, de l'occultation des baies, des apports internes ... par planning paramétrable selon le type de jour, les mois, les heures (ou infra horaire)
- Economie d'énergie : free-cooling, récupérateur d'énergie sur air extrait, ventilation nocturne, gradation de l'éclairage selon la luminosité, régulation des

températures d'air soufflé selon la demande, volume d'air variable ... déjà disponible en quelques clics.

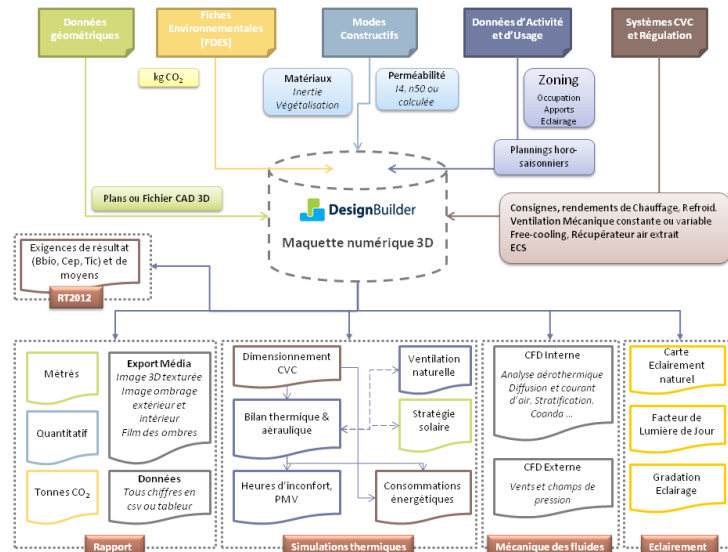


Figure 87 : Fonctionnalités du logiciel DesignBuilder
Source : (Batisim.net)

4.2 Protocole de simulation :

Dans le cadre de cette étude une distinction claire a été établie entre les paramètres constants adaptés au climat humide liés à l'enveloppe du bâtiment et les paramètres variables propres à la géométrie du patio. Afin de garantir une comparaison cohérente entre les différents scénarios simulés, un archétype a été retenu pour l'ensemble des cas étudiés, Cet archétype repose sur les caractéristiques suivantes :

- Niveau Rez de chaussée de 4000m² (superficie de notre projet)
- Type de vitrage : double vitrage à faible émissivité, avec un coefficient de transmission thermique $U = 1.75 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Taux de vitrage : 90%

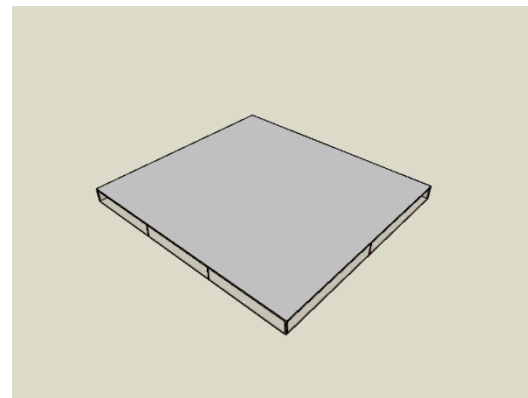


Figure 88 : cas de référence Source : DesignBuilder

- Parois extérieures : double paroi avec lame d'air ; avec une résistance thermique adaptée au climat humide $U = 0.45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. impossible qu'avec un double parois et lame d'air on obtient un U de 1.2.
- Plancher bas : sur terrain plein avec une isolation $U = 0.5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

- Toiture : isolation renforcée et étanchéité avec un $U = 0.4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Pour évaluer l'impact du patio sur le comportement énergétique du bâtiment dans la saison d'été, plusieurs simulations ont été réalisées en faisant varier trois paramètres principaux, le pourcentage de surface occupée par le patio au rez de chaussée (5%, 15%, 25%), l'orientation (Nord-Sud ou Est-Ouest) ainsi que la profondeur du bâtiment (RDC ou R+3). En tout, nous avons appliqué le plan total de 14 simulations, voir tableau ci-dessous. Les simulations ont été lancées pour une semaine type d'été, 20-26 juillet. Et les données climatiques sont obtenues de Metonorm 8.0 représentant la période 2009-2023. L'objectif est de comparer les performances énergétiques de différents scénarios simulé, un cas de référence unique a été défini ; un bâtiment sans patio avec une consommation énergétique de 6.47 KW/m^2 , chaque scénario a ensuite été comparé à cette valeur de référence selon la formule suivante :

$$\text{variation (\%)} = \frac{\text{consommation de référence} - \text{consommation de scénario}}{\text{consommation de référence}} \times 100$$

4.3 Résultats et interprétations :

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus des simulations :

Tableau 26 : Résultats de simulation Source : DesignBuilder

Scénario	Pourcentage d'ouverture %	Orientation	Profondeur	Consommation énergétique KW	Consommation énergétique KW/m^2	Pourcentage %
Cas de référence	Sans patio			25111,41	6,47	/
S1	6	NORD-SUD	RDC	20729,96	5,81	10,2
S2	5	EST-OUEST	RDC	20790,11	5,81	10,2
S3	5	EST-OUEST	R+3	47414,35	4,38	32,3

S4	5	NORD-SUD	RDC	21342,47	5,92	8,5
S5	5	NORD-SUD	R+3	66319,4	6,13	5
S6	15	EST-OUEST	RDC	20611,42	6,45	0,3
S7	15	EST-OUEST	R+3	65230,54	6,81	-5
S8	15	NORD-SUD	RDC	21164,53	6,62	-2,32
S9	15	NORD-SUD	R+3	69015,84	7,20	-11,28
S10	25	EST-OUEST	RDC	20012,93	7,18	-10,97
S11	25	EST-OUEST	R+3	60717,12	7,26	-12,21
S12	25	NORD-SUD	RDC	20654,81	7,41	-14,52
S13	25	NORD-SUD	R+3	64423,96	7,71	-19,16

- Une valeur positive signifie une amélioration des performances énergétiques (le scénario est le plus efficace que le cas de base)
- Une valeur négative signifie une dégradation (le scénario est moins performant que le cas de base)

4.4 Discussion des résultats :

L'influence de pourcentage du patio :

L'analyse des scénarios simulés montre que l'augmentation de pourcentage du patio a un impact significatif sur la consommation énergétique. En général un pourcentage trop élevé augmente les surchauffes.

L'influence de l'orientation :

L'orientation du patio influe sur les apports solaires directs et la ventilation naturelle, les scénarios orientés Est-Ouest (en particulier RDC) se distinguent par des performances énergétiques légèrement meilleurs, grâce à une meilleure distribution des apports thermique entre le matin et l'après-midi.

L'influence de la profondeur :

La profondeur du bâtiment exprimé par la hauteur (RDC, R+3) influence à la fois la consommation totale et l'efficacité passive du patio. Les consommations en R+3 génèrent une consommation énergétique plus élevée en raison d'une surface habitable plus importante. Mais en rapportant la consommation d'énergie au m^2 , on se rend compte de que la profondeur du patio constitue l'élément le plus important influençant la demande énergétique et pourrait même la réduire à -32%.

D'après les résultats comparés et parmi les scénarios testés, le S3 (orientation Est-Ouest, profondeur R+3, 5% de patio) s'est révélé être le plus performant, affichant une consommation spécifique de 4.32 KW/ m^2 , soit une amélioration de 32.2

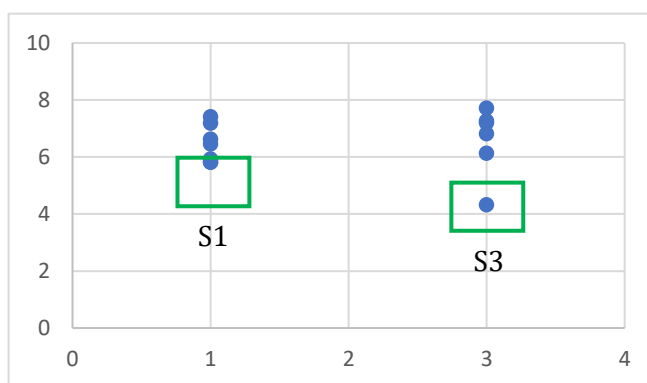


Figure 89 : graphe des résultats Source : auteur

% par rapport le cas de référence.

Cette réduction significative témoigne de l'efficacité de cette configuration en matière d'optimisation énergétique.

Les scénarios 1 et 2 (orientation Nord-Sud 5% ;6%, RDC) présente également une performance intéressante avec une amélioration de 10.2%. En revanche, les scénarios à fort pourcentage de surface du patio (S13 avec 25%) affiche une augmentation de la demande énergétique allant jusqu'à -19.16%.

Ces résultats confirment que le scénario S3 est le plus favorable du point de vue du confort hygrothermique et de l'efficacité énergétique, et sera donc retenu comme scénario optimal dans le cadre de ce projet bioclimatique. D'autre part, et vue l'orientation architecturale prônée dans la conception de notre projet, nous préférons rester sur la solution S1, du moment qu'elle nous permet d'atteindre une amélioration de

10.2% tout en respectant la conception architecturale. Aussi, nous pensons qu'une simulation annuelle aurait donné une situation se rapprochant le plus de notre conception du moment qu'en hiver l'ensoleillement est recommandé, chose qu'un patio profond ne permet pas de satisfaire.

Aussi, le patio intégré au projet est conçu comme un espace végétalisé ; l'analyse présentée dans ce travail s'est concentrée sur les apports géométriques et spatiaux du dispositif. Les effets précis de la végétation sur les performances thermiques et énergétiques du bâtiment n'ont pas fait l'objet d'une modélisation détaillée dans le cadre de cette étude.

Il est largement admis que la présence de végétation peut améliorer le confort hygrothermique notamment via des mécanismes comme l'évapotranspiration, la création d'ombre naturelle ou l'atténuation des variations microclimatiques. Ce paramètre constitue donc un facteur supplémentaire susceptible d'enrichir les performances bioclimatiques du patio, au-delà des résultats obtenus. En conséquence, l'impact de la végétation dans le patio est proposé comme une piste de recherche future. Des études futures pourront examiner plus finement l'interaction entre la végétation et les paramètres environnementaux dans ce type d'espaces intermédiaires.

Synthèse :

Dans ce chapitre, nous avons choisi le patio comme espace à simuler afin de comprendre son impact et sa performance dans le projet dans la saison estivale.

Notre principal objectif est d'arriver à une conception soigneusement étudiée, durable et bioclimatique, intégrant des stratégies passives afin d'améliorer la performance énergétique et réduire le taux d'humidité, nous avons suivi un protocole de simulation qui nous a permis d'avoir des résultats et solutions passives pour améliorer le confort hygrothermique intérieur du bâtiment.

« Nous devons faire entrer la nature dans l'architecture, non seulement pour la beauté, mais pour redonner du sens à la vie. » (Tadao Ando, architecte japonais)

Notre projet de fin d'études explore comment l'architecture peut revenir à la nature pour aborder efficacement les problèmes climatiques actuels. Le centre culturel est proposé à Aïn Benian, une zone humide côtière, un projet qui développe une approche bioclimatique et biophilique pour offrir un confort hygrothermique et réduire les effets de l'humidité et de la température en même temps que préserver les particularités écologiques du territoire.

Cela dit dans le cadre de ce travail nous avons vérifié les hypothèses émises. D'une part, l'hypothèse portait de la compréhension de la dynamique urbaine à travers une lecture typo-morphologique et sensorielle du site. Il a permis la révélation des formes urbaines dominantes, des flux, des ambiances et des interactions entre le bâti et le paysages. Cela a facilité le choix de l'implantation, l'orientation et l'organisation harmonieuse du projet dans son environnement immédiat et dans la continuité du tissu urbain d'Aïn Benian.

D'autre part, la seconde hypothèse avait pour but d'améliorer le bien-être des usagers et leur confort hygrothermique en appliquant les principes de l'architecture biophilique. Ainsi, en associant à ce projet une composition de végétation, de l'eau et de patio, le projet s'est orienté vers la recherche d'un microclimat intérieur le plus stable et agréable possible.

Les différentes simulations réalisées ont permis de comparer plusieurs géométries de patio afin d'évaluer son impact sur la ventilation naturelle du bâtiment. En effet, elles ont démontré que certaines configurations géométriques optimisées du patio pouvaient favoriser un meilleur renouvellement de l'air et une circulation plus efficace, ce qui permet de réduire la température intérieure du bâtiment et d'améliorer le confort hygrothermique sans avoir recours systématiquement à la climatisation conventionnelle. Ce travail d'optimisation passive du patio a montré que celui-ci joue un rôle majeur dans la performance globale et architecturale du centre culturel.

Dans le présent travail, on s'est intéressé uniquement à la géométrie du patio. Nous envisageons d'explorer davantage le rôle du patio en combinant sa géométrie avec des densités variables de végétation pour apprécier encore son potentiel de régulateur hygrothermique.

Bibliographie :

Ouvrages :

- Bernard, J. (2004). *Énergie solaire : calculs et optimisation*. Édition Ellipses.
- Clément, G. (2004). *La sagesse du jardinier*. France : L'Œil Neuf.
- Federico, M., & Rajendra, A. (2014). *Sustainable building design for tropical climates: Principles and applications for Eastern Africa* (p. 41). Milan, Italy: UN Habitat for a Better Urban Future.
- Gauzin-Müller, D. (2002). *L'architecture écologique* (p. 270). Paris : Éditions Le Moniteur.
- Liébard, A., & De Herde, A. (2005). *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique : Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable*. Paris : Observ'ER.
- Minguet, A. (2024). *Biophilic architecture*. Barcelona, Spain : Monsa Publications.
- Restany, P. (1998). *Hundertwasser : The painter-king with the five skins – The power of art*. Cologne, Germany : Taschen.

Articles :

- Agboola, O. P., Nia, H. A., Findikgil, M. M., & Yildirim, S. G. (2024). Assessing the effectiveness of biophilic design approach in contribution to sustainable architectural goals. *New Design Ideas*, 8(Special Issue), 144–169. <https://doi.org/10.62476/ndisi144>
- Al Khatib, I., Samara, F., & Ndiaye, M. (2024). A systematic review of the impact of therapeutical biophilic design on health and wellbeing of patients and care providers in healthcare services settings. *Frontiers in Built Environment*, 10, 1467692. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2024.1467692>
- Branders, A., Evrard, A., & De Herde, A. (2011). *Isolation thermique par l'intérieur des murs existants en briques pleines : Guide d'aide à la conception* (p. 98). Université catholique de Louvain. <https://www.researchgate.net>
- Brangeon, B., Bastide, A., Joubert, P., & Pons, M. (2011). *Étude numérique de la ventilation traversante naturelle dans une cavité ouverte : Application au rafraîchissement passif des locaux*. Communication présentée au Congrès Français de Thermique, Perpignan, France.
- Dermès, C., & Potvin, A. (2005). *L'atrium : espace bioclimatique viable en milieu nordique* (Rapport de recherche, GRAP – Groupe de recherche en ambiances physiques). École d'architecture, Université Laval. <https://www.grap.arc.ulaval.ca/wp-content/uploads/sites/4/2021/02/6-GRAP-atrium.pdf>
- essureault, P. C., Oupin, P., & Bourassa, M. (2014). *Pertinence et conditions d'utilisation des indices thermiques dans le contexte québécois* (Rapport n° R-824). Institut de recherche

Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST).
<https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-824.pdf>

Fell, D. R. (2010). *Wood in the human environment: Restorative properties of wood in the built indoor environment* (Doctoral dissertation). University of British Columbia.
<https://open.library.ubc.ca/cIRcle/collections/ubctheses/24/items/1.0071305>

Goffart, J., Rabouille, M., & Mendes, N. (2017). Uncertainty and sensitivity analysis applied to hygrothermal simulation of a brick building in a hot and humid climate. *Journal of Building Performance Simulation*, 10(1), 37–57.
<https://doi.org/10.1080/19401493.2015.1112430>
<https://www.researchgate.net>

Imessad, K., Kharchi, R., Bouchaib, S., Chenak, A., Hakem, S., Hamidat, A., Larbi-Youcef, S., Sami, S., & Sahnoune, F. (2017). Mise en application de la nouvelle réglementation thermique algérienne du bâtiment. *Revue des Energies Renouvelables*, 20(4), 591–597.
https://www.cder.dz/download/Art20-4_5.pdf

Lavoye, F., & Thellier, F. (2019). *Le confort thermique dans les bâtiments* (p. 2).
<https://hal.science/hal-02180957/document>

Mora-Pérez, M., Guillén-Guillamón, I., López-Patiño, G., & López-Jiménez, P. A. (2016). Natural ventilation building design approach in Mediterranean regions—A case study at the Valencian coastal regional scale (Spain). *Sustainability*, 8(9), 855.
<https://doi.org/10.3390/su8090855>

Morshed Alam, M., Murshed, S. M., & Alam, M. (2020). A comparative simulation study of the thermal performances of the building envelope wall materials in the tropics. *Sustainability*, 12(12), 4892. <https://doi.org/10.3390/su12124892>

Muhamad, S., Zainal, R., Ahmad, M. S., & Hassan, N. R. (2022). Biophilic design reduces stress, enhances wellbeing. *Frontiers in Built Environment*, 10, 1467692.
<https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.1467692>

Mylène, C., & Flavie, M. (2008). *La mesure de l'humidité : Fiche descriptive sur les instruments de mesure météorologique* (p. 3).
<https://www.awekas.at/board/index.php?file-download/90/>

Omrani, S., García-Hansen, V., Capra, B., & Drogemuller, R. (2017). Natural ventilation in multi-storey buildings : Design process and review of evaluation tools. *Building and Environment*, 116, 182–194.
[https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.02.012:contentReference\[oaicite:4\]{index=4}](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.02.012:contentReference[oaicite:4]{index=4})

Pathirana, S., Rodrigo, A., & Halwatura, R. (2019). Effect of building shape, orientation, window to wall ratios and zones on energy efficiency and thermal comfort of naturally ventilated houses in tropical climate. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 10(1), 107–120. <https://doi.org/10.1007/s40095-018-0295-3>

Perini, K., & Rosasco, P. (2013). Cost-benefit analysis for green façades and living wall systems. *Building and Environment*, 70, 110–121. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.07.019>

Romero, P., Miranda, M. T., Isidoro, R., Arranz, J. I., & Valero-Amaro, V. (2025). Thermal comfort and sustainability in university classrooms: A study in Mediterranean climate zones. *Applied Sciences*, 15(2), 694. <https://doi.org/10.3390/app15020694mdpi.com+5>

Yin, J., Zhu, S., MacNaughton, P., Allen, J. G., & Spengler, J. D. (2019). Effects of biophilic indoor environment on stress and anxiety recovery: A randomized crossover study. *Environment International*, 132, 105090. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105090>

Thèses :

Benamani N, kheyar N. (2016). « La ventilation naturelle dans les locaux internes » ; [En ligne], thèse master en architecture, université de Blida, p22. <file:///C:/Users/dreams/Downloads/4.720.593.pdf>

Berghout, B. (2012). *Effet de l'implantation d'un bâtiment collectif sur le confort hygrothermique intérieur : Cas de Biskra, Algérie* (Mémoire de maîtrise, École de technologie supérieure). [https://espace.etsmtl.ca/id/eprint/1007/16/BERGHOUT Belkacem rectificatif-web.pdf](https://espace.etsmtl.ca/id/eprint/1007/16/BERGHOUT%20Belkacem%20rectificatif-web.pdf)

Boulahia, K., & Boukedroun, A. (2021). *Valorisation de la dimension sociale dans le centre culturel : Conception d'un centre socioculturel au boulevard Mohamed Sadik Benyahia à Biskra* (Mémoire de master, Institut d'Architecture et d'Urbanisme, Université Saad Dahleb – Blida 1, Algérie). <https://di.univ-blida.dz>

Chamma M, kherroub O. (2021). L'effet de patio et des matériaux de construction sur le confort thermique et la consommation énergétique des habitations collectifs aux zones arides, institut d'architecture et d'urbanisme blida, thèse de master, page 26. <file:///C:/Users/dreams/Downloads/4.720.1790.pdf>

Gemi, A. (2006). *An estimation approach for thermal performance of atrium buildings* (Master's thesis, Istanbul Technical University, Institute of Science and Technology, Turkey, p. 8). [https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/653332/yokAcikBilim 9](https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/653332/yokAcikBilim%209)

002409.pdf

Mahdab, I., Toubal Sghir, S., Kezran, M., & Chiba, Y. (2022). *Simulation numérique des paramètres de confort thermique dans un immeuble résidentiel* (Mémoire de master, Université Yahia Fares de Médéa, Algérie). <https://dspace.univ-medea.dz>

Mullai, J. (2020). *Sky garden* (Mémoire de fin d'études, Periyar Maniammai Institute of Science & Technology).

Ould-Henia, A. (2003). *Choix climatiques et construction : zones arides et semi-arides : la maison à cour de Boussaâda* (Thèse de doctorat, École polytechnique fédérale de Lausanne). <https://infoscience.epfl.ch/record/33270>

Plassart, S. (2015). *L'atrium central dans les bâtiments tertiaires contemporains* (Mémoire de master). École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes.

Raffenel, Y. (2008). *Optimisation du contrôle thermique dans les bâtiments résidentiels : Application aux systèmes de chauffage par plancher chauffant* (Thèse de doctorat, École Centrale de Lyon). <https://www.theses.fr/2008ECDL4027>

Sites Web :

Boyer D. (2021). Comprendre les coefficients de transmission de la vapeur d'eau à travers une paroi. <https://www.ecohabitation.com/guides/1310/migration-de-la-vapeur-deau-dans-une-paroi-coup-dil-dexpert-sur-la-permeance/> consulté le 22/01/2025, Blida.

Carpentier, C. (2011). *L'humidité dans les bâtiments* (p. 4). Enertech. <https://www.enertech.fr/wp-content/uploads/modules/catalogue/pdf/45/t22-l-humidite-dans-les-batiments.pdf> consulté le 22/01/2025, Blida.

FIRSTGREEN, 2023, Compréhension du rapport fenêtre/domaine (WWR) ; https://firstgreen.co/understanding-window-to-wall-ratio-wwr-calculation-a-step-by-step-guide-with-example/?utm_source=chatgpt.com consulté le 27/02/2025

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2021). *Résumé à l'intention des décideurs*. Dans *Rapport du Groupe de travail I — Bases scientifiques physiques* (6^e rapport d'évaluation). https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_fr.pdf consulté le 12/03/2025, Blida.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Climate Change 2007 : Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Core Writing Team, Pachauri, R. K., & Reisinger, A. (Eds.)). IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/ar4/> consulté le 12/03/2025,

Blida.

Ministère de l'Environnement et des Énergies Renouvelables. (2019). *Plan national climat : PNC 2020-2030*. République Algérienne Démocratique et Populaire.

[https://www.cder.dz/download/PNE/PNC 2020-2030.pdf](https://www.cder.dz/download/PNE/PNC%2020-2030.pdf) consulté le 12/03/2025,

Blida.

Liste des figures :

Figure 7 Méthodologie de travail Source : Mr BOUKARTA adaptée par auteur	14
Figure 8 : Structure du mémoire Source : auteur	15
Figure 9:L'architecture biophilique, entre le quantifiable et le non quantifiable. Source Stephen R. Kellert, Elizabeth F. Calabrese 2008, The Practice of Biophilic Design traité par, auteur	19
Figure 10:Toits végétalisés Source : https://jardiniessinfronteras.com	21
Figure 5 : Façades et murs verts, Source Safikhani T, Baharvand M , tuzuhariah A Megat A, Ossen R, Thermal Impacts of Vertical Greenery Systems , June 2014.....	22
Figure 6 : London's Highest sky Garden » Walkie-Talkie building Source https://www.tripadvisor.com ..	23
Figure 7 : Forêt verticale « Bosco Verticale » source : https://www.archdaily.cl	24
Figure 8 : Les types d'atriums intérieurs Source : Bensalem R 1991 Wind-driven Natural Ventilation in Courtyard and atrium-type buildings,Ph.D Thesis.....	25
Figure 9 : Spathiphyllum Source : Pinterest.....	26
Figure 10 : Lierre anglais Source : Pinterest.....	26
Figure 11 : Ficus pumila (Figuier rampant) Source : Pinterest.....	26
Figure 12 : Philodendron Source : Pinterest.....	26
Figure 13 : Fougères Source : Pinterest.....	26
Figure 14 : Chlorophytum Source : Pinterest.....	26
Figure 15 : Effet du vent Source : https://www.researchgate.net , Claude-Alain Roulet 2016.....	27
Figure 16 : Effet du tirage thermique Source : https://www.researchgate.net , Claude-Alain Roulet2016..	27
Figure 17 : Types de patio Source : auteur.....	29
Figure 18 : Ventilation naturelle par atrium Source : Guide CIBSE.....	31
Figure 19 : effet de cheminé dans l'atrium. Source : Eolios ingénierie. https://eolios.fr/genie-climatique/quest-ce-que-la-ventilation-naturelle/	31
Figure 11: Types des équipements culturels.....	43
Figure 21 : Grille de lecture d'analyse d'exemples Source : auteur	45
Figure 22 : Situation géographique.....	52
Figure 23 : Délimitation administrative.....	52
Figure 24 : Délimitation naturelle Source : PDAU édité par auteur	52
Figure 25 : Accessibilité. Source : PDAU édité par auteur	53
Figure 26 : Transport. Source : PDAU édité par auteur	54
Figure 27 : population. Source : RGPH (1987, 1998,2008), Monographie de la wilaya d'Alger 2019	55
Figure 28 : Topographie de la commune source : auteur.....	55
Figure 29 : Coupe AA source : google earth pro édité par auteur	55
Figure 30 : Graphe de la durée d'ensoleillement source : météoNorm.....	56
Figure 31 : Graphe de rayonnement source : météoNorm.....	56
Figure 32 : Graphe de la température mensuelle source : météoNorm.....	56
Figure 33 : Graphe de précipitations source : météoNorm.....	56

Figure 34 : Graphe de taux d'humidité source : climate consultant 6	56
Figure 35 : Graphe de rose des vents source : Climate consultant 6	56
Figure 36 : Le diagramme de Szokolay source : Climate consultant 6	56
Figure 37 : Synthèse historico- morphologique Source : auteur	56
Figure 38 : Situation du quartier Source : auteur	60
Figure 39 : Hiérarchie des voies et les nœuds Source PDAU édité par : auteur	61
Figure 40 : Les nœuds, photos prises par l'auteur	61
Figure 41 : La gare routière, le parking, photos prises par l'auteur	61
Figure 42 : Le flux, Source PDAU édité par l'auteur	61
Figure 43 : La typologie des voies, Source PDAU édité par l'auteur	62
Figure 44 : La géométrie des voies et l'accessibilité solaire, Source auteur	62
Figure 45 : Système parcellaire, Source PDAU édité par l'auteur	62
Figure 46 : Les tracés des parcelles Source PDAU édité par l'auteur	63
Figure 47 : Points de repères Source PDAU édité par l'auteur	63
Figure 48 : Points de repères photos prises par l'auteur	63
Figure 49 : Fonction de bâti Source PDAU édité par l'auteur	63
Figure 50 : Etat de bâti Source PDAU édité par l'auteur	64
Figure 51 : bâti en bon état photos prises par l'auteur	64
Figure 52 : bâti en moyen état photos prises par l'auteur	64
Figure 53 : bâti en mauvais état photos prises par l'auteur	64
Figure 54 : Le gabarit, Source PDAU édité par l'auteur	64
Figure 55 : Le Skyline Source auteur	64
Figure 56 : Alignement Source PDAU édité par l'auteur	65
Figure 57 : Alignement photos prises par l'auteur	65
Figure 58 : Façades, couleurs et textures de bâti photos prises par l'auteur	65
Figure 59 : Le plein et le vide, Source PDAU édité par l'auteur	65
Figure 60 : Classification des espaces vides Source PDAU édité par l'auteur	66
Figure 61 : Les espaces non bâtis, photos prises par l'auteur	66
Figure 62 : Fourniture urbaine photos prises par l'auteur	66
Figure 63 : Analyse séquentielle, Source PDAU édité par l'auteur	67
Figure 64 : séquences historique, saturée photos prises par l'auteur	67
Figure 65 : séquence calme, photos prises par l'auteur	67
Figure 66 : Synthèse SWOT Source auteur	68
Figure 67 : Les actions Source auteur	69
Figure 68 : Les recommandations Source : auteur	69
Figure 69 : Schéma d'aménagement de la placette Source : auteur	70
Figure 70 : 3D de la placette Source : auteur	70
Figure 71 : Situation de site d'intervention Source : auteur	71
Figure 72 : Accessibilité de site d'intervention Source : auteur	71
Figure 73 : Dimensions de site d'intervention Source : auteur	72

Figure 74 : Profils topographiques Source : auteur.....	72
Figure 75 : Profil A-A Source : earth pro.....	72
Figure 76 : Profil B-B Source : earth pro.....	72
Figure 77 : Profil C-C Source : earth pro.....	72
Figure 78 : Ensoleillement et vents dominants Source : auteur.....	72
Figure 79 : Gabarit Source : auteur.....	72
Figure 80 : Environnement immédiat Source : auteur.....	72
Figure 81 : Diagramme des fonctions Source : auteur.....	77
Figure 82 : Schéma fonctionnel Source : auteur.....	77
Figure 83 : Circulation des espaces Source : auteur.....	80
Figure 84 : Plan de structure Source : auteur.....	81
Figure 85 : Traitement de façade Source : auteur.....	84
Figure 86 : Stratégies bioclimatiques Source : auteur.....	85
Figure 87 : Fonctionnalités du logiciel DesignBuilder Source : (Batisim.net)	89
Figure 88 : cas de référence Source : DesignBuilder.....	89
Figure 89 : graphe des résultats Source : auteur.....	92

Liste des tableaux :

Tableau 5:Tableau de Synthèse des Études sur les Bienfaits de la Biophilie en Architecture.....	18
Tableau 6:Comparaison des surfaces 2D et des espaces verts 3D dans les bâtiments, Source Zhong W,Schroeder T,Bekkering J ; 2023 ; Designing with nature.....	20
Tableau 7:Synthèse bibliographique des toits végétalisés Source : auteur.....	21
Tableau 4 : Synthèse bibliographique des façades et murs végétalisées Source : auteur.....	22
Tableau 5 : Synthèse bibliographique des jardins suspendues Source : auteur.....	24
Tableau 6 : Synthèse bibliographique des balcons verts Source : auteur.....	25
Tableau 7 : Synthèse bibliographique des jardins d'atriums Source : auteur.....	26
Tableau 8 : Synthèse bibliographique des ouvertures Source : auteur.....	28
Tableau 9 : Classification des patios Source : Thèse master CHAMMA M, KHERROUB O, 2021	30
Tableau 10 : Synthèse bibliographique de la ventilation patio/atrium Source : auteur.....	32
Tableau 11 : Tableau des recommandations Source : auteur.....	33
Tableau 12 : Synthèse bibliographique d'implantation et orientation Source : auteur.....	37
Tableau 13 : Synthèse bibliographique de l'enveloppe Source : auteur.....	38
Tableau 14 : Données du diagramme bioclimatique Source : http://dspace.univ-jijel.dz	41
Tableau 15 : Tableau de classification des équipements culturel Source : document intitulé « Normalisation des infrastructures et équipements culturels de ministère de la culture algérien »	43
Tableau 16 : Synthèse des exemples Source : auteur.....	46
Tableau 17 : Synthèse des exemples Source : auteur.....	47
Tableau 18 : Tableau des recommandations Source : auteur.....	48
Tableau 19 : Table de mahoney.....	56
Tableau 20 : Histoire de la commune Source : auteur.....	57

Tableau 21 : Hiérarchie des voies et les nœuds Source : auteur.....	61
Tableau 22 : La sécurité, Source auteur.....	62
Tableau 23 : SWOT Source : auteur.....	68
Tableau 24 : Les recommandations, Source auteur.....	69
Tableau 25 : Programme qualitative Source : auteur.....	78
Tableau 26 : Résultats de simulation Source : DesignBuilder.....	90

Liste des abréviations :

WWR : Le Window-To-Wall Ratio

SAR : Section aspect ratio

PAR : Plan aspect ratio

WI : Well Index

AR : Aspect ratio

PMV : Vote Moyen Prédit

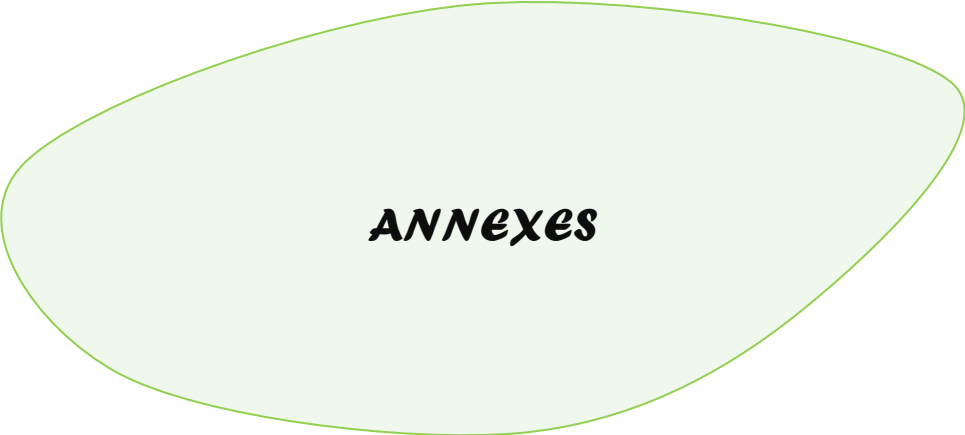
PPD : Pourcentage Prévisible d'insatisfaits

DTR : Document technique de référence

UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture

PDAU : Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme

POS : Plan d'occupation des sols



ANNEXES

Annexe 01 : Principes de l'architecture biophilique

I. L'expérience directe de la nature

La lumière



L'expérience de la lumière naturelle est fondamentale pour la santé et le bien-être humains, car elle permet de s'orienter vers le jour, la nuit et les saisons en réponse à l'emplacement et aux cycles du soleil. La prise de conscience de la lumière naturelle peut également faciliter le mouvement et l'orientation, et contribuer au confort et à la satisfaction.

L'air



La ventilation naturelle est importante pour le confort et la productivité des personnes. L'expérience de la ventilation naturelle dans l'environnement bâti peut être améliorée par les variations de la température de l'air, de la température, de l'humidité et de la pression barométrique. Ces conditions peuvent être obtenues par l'accès à l'extérieur par des moyens aussi simples que des fenêtres ouvrantes, ou par des stratégies technologiques.

L'EAU



L'eau est essentielle à la vie et son expérience positive dans l'environnement bâti peut soulager le stress, favoriser la satisfaction et améliorer la santé et les performances. L'attraction pour l'eau peut être particulièrement prononcée lorsqu'elle est associée aux multiples sens de la vue, de l'ouïe, du toucher, du goût et du mouvement. Diverses stratégies de conception peuvent satisfaire le désir de contact avec l'eau, y compris des vues de plans d'eau proéminents, de fontaines, d'aquariums, de zones humides artificielles et autres.

LES ANIMAUX



La présence de la vie animale non humaine a fait partie intégrante de l'expérience des gens tout au long de l'histoire de l'humanité. Pourtant, sa présence dans l'environnement bâti peut être difficile et parfois controversée. Un contact positif avec la vie animale peut être obtenu grâce à des stratégies de conception telles que des mangeoires, des toits verts, des jardins, des aquariums, des volières et l'utilisation créative des technologies modernes telles que les caméras Web, la vidéo, les jumelles et les longues-vues.

LES PLANTES



La végétation, en particulier les plantes à fleurs, est l'une des stratégies les plus efficaces pour apporter l'expérience directe de la nature dans l'environnement bâti. La présence de plantes peut réduire le stress, contribuer à la santé physique, améliorer le confort et améliorer les performances et la productivité. L'application de plantes uniques ou isolées, cependant, exerce rarement un effet bénéfique.

LE CLIMAT



La prise de conscience et la réponse aux conditions météorologiques ont été un élément essentiel de l'expérience de la nature par les gens tout au long de l'histoire, et essentielles à la forme physique et à la survie de l'humanité. La perception et le contact avec les conditions météorologiques dans l'environnement bâti peuvent être à la fois satisfaisants et stimulants. Cela peut se produire par une exposition directe à des conditions extérieures, ainsi qu'en simulant des qualités météorologiques

PAYSAGES NATURELS ET ÉCOSYSTÈMES



Les paysages naturels et les écosystèmes sont constitués de plantes, d'animaux, d'eau, de sols, de roches et de formes géologiques interconnectés. Les gens ont tendance à préférer les paysages avec des arbres étalés, un sous-bois ouvert, la présence d'eau, des lisières boisées et d'autres caractéristiques d'un cadre de type savane important dans l'évolution humaine

LE FEU



L'une des plus grandes réalisations de l'humanité a été le contrôle du feu qui a permis d'exploiter l'énergie au-delà de la vie animale et a facilité la transformation des objets d'un état à un autre. L'expérience du feu peut être à la fois source de réconfort et d'anxiété qui peut être obtenue par la construction de foyers et de foyers, mais aussi simulée par l'utilisation créative de la lumière, de la couleur, du mouvement et de matériaux à conductance thermique variable.

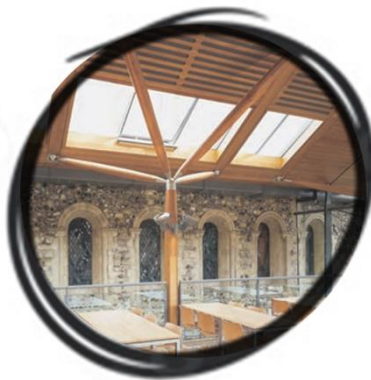
II. Expérience indirecte de la nature

IMAGES DE LA NATURE



L'image et la représentation de la nature dans l'environnement bâti – plantes, animaux, paysages, eau, caractéristiques géologiques – peuvent être à la fois satisfaisantes sur le plan émotionnel et intellectuel. Ces images peuvent se produire à l'aide de photographies, de peintures, de sculptures, de peintures murales, de vidéos, de simulations informatiques et d'autres moyens de représentation.

LES MATERIAUX



Les matériaux naturels peuvent être particulièrement stimulants, car ils reflètent les propriétés dynamiques de la matière organique en réponse adaptative aux stress et aux défis de la survie au fil du temps. La transformation des matériaux de la nature suscite souvent des réponses visuelles et tactiles positives, que peu de matériaux artificiels peuvent reproduire. Les principaux matériaux naturels de construction et de décoration comprennent le bois, la pierre, la laine, le coton et le cuir, utilisés dans un large éventail de produits, de meubles, de tissus et d'autres designs intérieurs et extérieurs.

LES COULEURS NATURELS



L'utilisation efficace de la couleur dans l'environnement bâti peut être un défi, étant donné la capacité moderne à générer des couleurs artificielles, en particulier vives. L'application biophilique efficace de la couleur doit généralement favoriser les tons sourds « terre » caractéristiques du sol, de la roche et des plantes. L'utilisation de couleurs vives doit être appliquée avec prudence et mettre l'accent sur des formes environnementales attrayantes telles que les fleurs, les couchers de soleil et les levers de soleil, les arcs-en-ciel et certaines plantes et animaux. L'apparition de couleurs très artificielles, contrastées et « vibrantes » doit être évitée.

SIMULER LA LUMIÈRE NATURELLE ET L'AIR



L'éclairage intérieur et l'air traité ont été rendus possibles grâce aux progrès de la technologie du bâtiment et de la construction. Le compromis a souvent été l'apparition de conditions statiques qui peuvent être physiquement et psychologiquement débilantes. La lumière artificielle peut être conçue pour imiter les qualités spectrales et dynamiques de la lumière naturelle. L'air traité peut également simuler les qualités de la ventilation naturelle par des variations du débit d'air, de la température, de l'humidité.

LES FORMES NATURALISTES



L'expérience des formes caractéristiques du monde naturel peut être particulièrement attrayante. Ces formes naturalistes peuvent être extraordinairement diverses, allant des motifs en forme de feuilles que l'on trouve sur les colonnes, des formes de plantes sur les façades des bâtiments, aux fac-similés d'animaux tissés dans des tissus et des revêtements. L'apparition de formes et de formes naturalistes peut transformer un espace statique en un espace qui possède les qualités dynamiques et ambiantes d'un système vivant.

ÉVOQUER LA NATURE



L'expérience satisfaisante de la nature peut également être révélée à travers des représentations imaginatives et fantastiques. Ces représentations ne se produisent peut-être pas littéralement dans la nature, mais s'inspirent néanmoins des principes de conception que l'on rencontre principalement dans le monde naturel. Par exemple, les « ailes » de l'Opéra de Sydney suggèrent les qualités d'un oiseau. Aucune de ces conceptions n'existe réellement dans la nature, mais elles s'inspirent toutes des principes de conception et des caractéristiques du monde naturel.

RICHESSSE DE L'INFORMATION



La diversité et la variété de la capacité du monde naturel sont si prononcées qu'elles ont été décrites comme l'environnement le plus riche en informations que les gens ne rencontreront jamais. Qu'ils soient naturels ou bâtis, les gens ont tendance à réagir positivement à des environnements riches en informations.

L'AGE, LE CHANGEMENT



La nature est en constante évolution et en constante évolution, la vie reflétant particulièrement les forces dynamiques de la croissance et du vieillissement. Les gens réagissent positivement à ces forces dynamiques et à la patine du temps qui leur est associée, révélant la capacité de la nature à s'adapter à des conditions en constante évolution.

GÉOMÉTRIES NATURELLES



Les géométries naturelles font référence à des propriétés mathématiques couramment rencontrées dans la nature. Il s'agit notamment d'échelles organisées hiérarchiquement, de géométries artificielles sinueuses plutôt que rigides, de motifs autorépétitifs mais variables, etc. D'autres géométries naturelles importantes incluent des échelles hiérarchisées tel que le « nombre d'or »

LE BIOMIMÉTISME



Le biomimétisme fait référence aux formes et aux fonctions que l'on trouve dans la nature, en particulier chez d'autres espèces, dont les propriétés ont été adoptées ou suggèrent des solutions aux besoins et aux problèmes humains. Parmi les exemples, citons les contrôles bioclimatiques des termitières, la résistance structurelle des toiles d'araignée, la capacité de piégeage de la chaleur de certains poils d'animaux.

III. L'expérience de l'espace et du lieu

PECTIVE ET REFUGE



Les humains ont évolué en réponse adaptative aux avantages complémentaires de la perspective et du refuge. Prospect fait référence à des vues à long terme des environnements environnants qui permettent aux gens de percevoir à la fois les opportunités et les dangers, tandis que le refuge fournit des sites de sûreté et de sécurité. Ces conditions complémentaires peuvent être à la fois fonctionnelles et satisfaisantes dans l'environnement bâti.

COMPLEXITÉ ORGANISÉE



Les gens convoitent la complexité dans les cadres naturels et humains, ce qui signifie des lieux riches en options et en opportunités. Pourtant, l'excès de complexité est souvent déroutant et chaotique. Les décors les plus satisfaisants ont tendance à posséder des qualités de complexité, mais vécus de manière ordonnée et organisée.

INTÉGRATION DE PARTIES A DES ENSEMBLES



Les gens convoitent les environnements où des parties disparates constituent un tout intégré. Ce sentiment d'un tout émergent peut souvent être obtenu par la liaison séquentielle et successive des espaces, ainsi que par des limites claires et discernables.

ESPACES DE TRANSITION



La réussite de la navigation dans un environnement dépend souvent de connexions clairement comprises entre les espaces, facilitées par des transitions claires et perceptibles. Les espaces de transition importants comprennent les couloirs, les seuils, les portes, les passerelles et les zones qui relient l'intérieur et l'extérieur, en particulier les porches, les patios, les cours, les colonnades, etc.

MOBILITÉ ET L'ORIENTATION



Le confort et le bien-être des gens dépendent souvent de la liberté de mouvement entre des espaces divers et souvent compliqués. Des voies et des points d'entrée et de sortie clairement compris sont particulièrement essentiels pour favoriser la mobilité et le sentiment de sécurité, tandis que l'absence de ces caractéristiques engendre souvent de la confusion et de l'anxiété.

ATTACHEMENT CULTUREL ET ÉCOLOGIQUE AU LIEU



Les humains ont évolué en tant que créature territoriale, car ils favorisaient le contrôle des ressources, amélioraient la sûreté et la sécurité et facilitaient les mouvements et la mobilité. L'affinité pour les lieux familiers reflète cette inclination territoriale qui peut être renforcée par des moyens à la fois culturels et écologiques. Les conceptions culturellement pertinentes favorisent un lien avec le lieu et le sentiment qu'un cadre a une identité humaine distincte.

Annexe 02 : SYNTHESE HISTORIQUE

PÉRIODE PRÉ-COLONIALE		
ENVIRONNEMENT	FORME	ENVELOPPE
ENVIRONNEMENT NATUREL : marqué par les grottes et la rive de beni mesous et l'existence d'une source d'eau dans le nord DISPOSITION AGRICOLE : les terrains agricoles suit la source d'eau et aussi au sud vers oued beni messous existent plusieurs terrains agricoles TISSU URBAIN : n'est pas compacte vu que cette période n'avait pas un tissu du fait que ain benian n'était pas accessible car le grand rocher constitue un barrage infranchissable SYSTÈME ROUTIER : existe que le parcours littoral reliant Alger et cherchel et aussi autre parcours implanter autour de la source d'eau	- le palais ottoman d'été appartenu au trésorier du bey d'alger (dar sidi mhamed el kheznadji) - Se trouve à cheval sur le plateau du grand rocher avec une surface de 144ha - Se situe dans un environnement frais et ombragé en pleine de verdure possède un petit aqueduc qui relie un énorme bassin que remplissait l'eau des sources naturelles - On a des canalisations permettaient d'irriguer des orangerais qui bordaient la route et venaient alimenter une grande piscine ou les maitres de propriété venaient prendre des bains - Intègrent des éléments qui favorisent la fraîcheur et l'ombre (il est probable qu'il présente des jardins / fontaines ...)	MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION : la pierre , la brique , stuc , bois , zellige STRUCTURE : comme la plupart des palais arabo-musulmans, présente une structure complexe et hiérarchisée qui reflète l'organisation sociale et l'art de vivre de l'époque avec Techniques de Construction Traditionnelles REVÊTEMENT DE SOL : zellige , carraux de faïence , marbre , pierre calcaire ... FAÇADE : utilisations des moucharabiehs , arcs , portes en bois , zellige , les colonnes ...



Synthèse historique Source : auteur

PÉRIODE COLONIALE		
ENVIRONNEMENT	FORME	ENVELOPPE
SYSTÈME VIAIRE Hiérarchie des voies : une hiérarchisation des voies avec des axes principaux plus larges et des rues secondaires plus étroites. Tracé rectiligne. Largeur variable selon l'importance de l'axe TRAME VIAIRE: Trame en damier : La partie centrale Trame en étoile : autour les places ou les bâtiments publics. Trame curviligne : Le long du cours d'eau. ORIENTATION DES VOIES Orientation nord-sud et est-ouest pour favoriser la ventilation naturelle et l'ensoleillement. GBARIT Ils varient entre RDC et R+2 Prospect >1	TYPLOGIE ARCHITECTURALE: maison coloniale d'une parcelle d'angle, de type mono familiale. immeuble colonial d'une parcelle de rive, de type linéaire. STYLE ARCHITECTURALE: elles sont caractérisées par un soubassement, le corps, le couronnement(l'architecture classique). FORME ET VOLUME: Les bâtiments étaient souvent de forme rectangulaire ou carré, avec des volumes cubiques VENTILATION: Orientation des bâtiments Grandes ouvertures Hauteurs sous plafond	MATERIAUX: pierre: souvent utilisés pour les soubassements et les angles des bâtiments. Brique: Largement employée pour les murs. Enduits: A base de chaux, ils recouvraient les murs extérieurs, les protégeant . Bois: Utilisé pour les charpentes, les menuiseries extérieures (fenêtres, portes) et les éléments décoratifs. Tuiles creuses en terre cuite: Traditionnellement utilisées pour les toitures, elles assuraient une bonne isolation thermique. DECORATION: Motifs: Les motifs étaient variés, allant des motifs floraux aux motifs géométriques FAÇADE: simple et symétrique marquée par des ouvertures verticales, et des balcons avec une terrasse accessible, RDC réservé au commerce et l'étage à l'habitation. TYPE DE STRUCTURE Murs porteurs: Les murs en pierre ou en brique. Charpente en bois: La charpente en bois soutenait la toiture et les planchers. Fondations: Généralement en maçonnerie.



PÉRIODE POST-COLONIALE		
ENVIRONNEMENT	FORME	ENVELOPPE
LE BOULEVARD DE FRONT DE MER : permettant à l'air frais de la mer de s'engouffrer dans l'ensemble de la ville Orientation et occupation des blocs : COMPACTITÉ : est Principalement observée dans le logement collectif HAUTEUR DES BÂTIMENTS : Bâtiments de 2 à 5 étages. MOBILIER URBAIN : Manque de végétation et de mobilier urbain adaptés au climat.	LOGEMENTS INDIVIDUELS ET COLLECTIFS STYLE ARCHITECTURAL : Une variation de styles architecturaux qui ne reflètent pas le style local, avec une combinaison d'éléments architecturaux traditionnels et modernes FORME : simple et cubique	HAUTEUR DES BÂTIMENTS : De 2 à 5 étages. MATÉRIAUX : pour la construction, principalement le béton, ainsi que la brique. Pour les façades, la brique, le verre, le métal ,béton, ainsi que le PVC , panneaux composites FAÇADES : avec des finitions minimalistes et des couleurs neutres., intégrant des murs-rideaux, balcons
		

Synthèse historique Source : auteur

Annexe 03 : Programme surfacique

Fonction	Niveau	Espace	Sous espace	Nombre	Surface
Education	R+1	Bibliothèque	Accueil Salle de lecture(libre) Offices individuels Espace d'étude Archive Sanitaires Circulation	1	850m ²
	R+2	Espace multi media	Accueil Salle audiovisuelle	1	450m ²
	R+2	Salle de projection	Salle	1	112m ²
	R+2	Salle d'informatique	Salle	1	87m ²
	R+2	Classe de photographie	Classe Studio	1	70m ²
	R+2	Labo langues	Classe	2	70m ²
	RDC	Halte-garderie	Espace d'activité Espace de jeux Espace de conte Sanitaires	1	124m ²
Echange et communication	RDC	Salle polyvalente	Salle Dépôt	2	200m ²
	RDC	Cours et formation marine	Classe de formation marine (Pêche, plongée)	1	91.5m ²
	RDC	Atelier de fabrication marine	Atelier Dépôt	1	55m ²
	RDC	Atelier de découverte maritime	Atelier	1	88m ²
	RDC	Classe de formation de découverte maritime	Classe	1	39m ²
	RDC	Salles à lotir	Salle Dépôt	2	76m ²

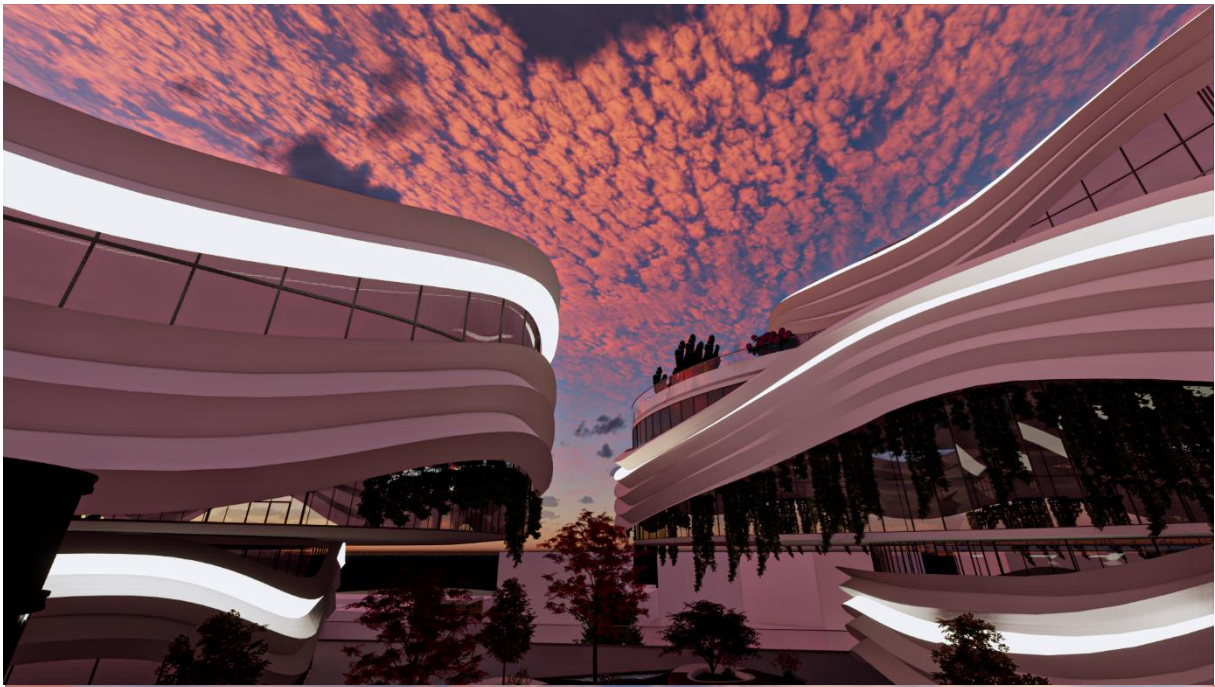
Commerce	RDC	Librairie	Caisse Dépôt Espace de rayonnage	1	133m ²
	RDC	Kiosques de souvenirs	Espace d'exposition Caisse	3	12m ²
	RDC	Boutique de pêche	Espace d'expo Dépôt Caisse	1	70m ²
	RDC	Cafeteria	Cuisine Salle à manger Local poubelle Bar/ caisse	1	137m ²
Culture	RDC	Exposition maritime (permanente)	Hall d'entrée Billetterie Espace consigne Bureau personnel Dépôt Salle d'exposition Aquarium Sanitaires	1	700m ²
	R+1	Exposition temporaire	Hall d'entrée Billetterie La salle d'exposition Dépôt Bureau personnel	1	520m ²
	R+1	Auditorium	Hall / billetterie Cafétéria Salle de spectacle Scène La régie La loge Stockage Sanitaires	1	650m ²
	R+2	Atelier poterie	Salle Dépôt	1	83m ²
	R+2	Atelier dessin Et peinture	Salle Dépôt	1	92.5m ²
	R+2	Atelier de couture	Salle Dépôt	1	81m ²

	R+2	Salle musicale	Salle Dépôt	1	120m ²
	R+1	Atelier de cuisine	Salle Dépôt	1	57m ²
	RDC	Accueil	Réception et inscription	1	12.5m ²
	R+3	Bureau de directeur	Bureau	1	82m ²
	R+3	Secrétariat	Bureau	2	48m ²
	R+3	Bureau d'archive	Bureau Salle	1	118m ²
	R+3	Salle de réunion	Salle	1	150m ²
	R+3	Bureau de finance	Bureau	1	54m ²
	R+3	Bureau des responsables des activités culturelles	Bureau	1	40m ²
	R+3	Bureau des responsables de formation maritime	Bureau	1	72m ²
	RDC/ R+1/ R+2/ R+3	Sanitaires	Sanitaires	2	15m ²

Annexe 04 : Ambiances extérieures :











Ambiances intérieures :

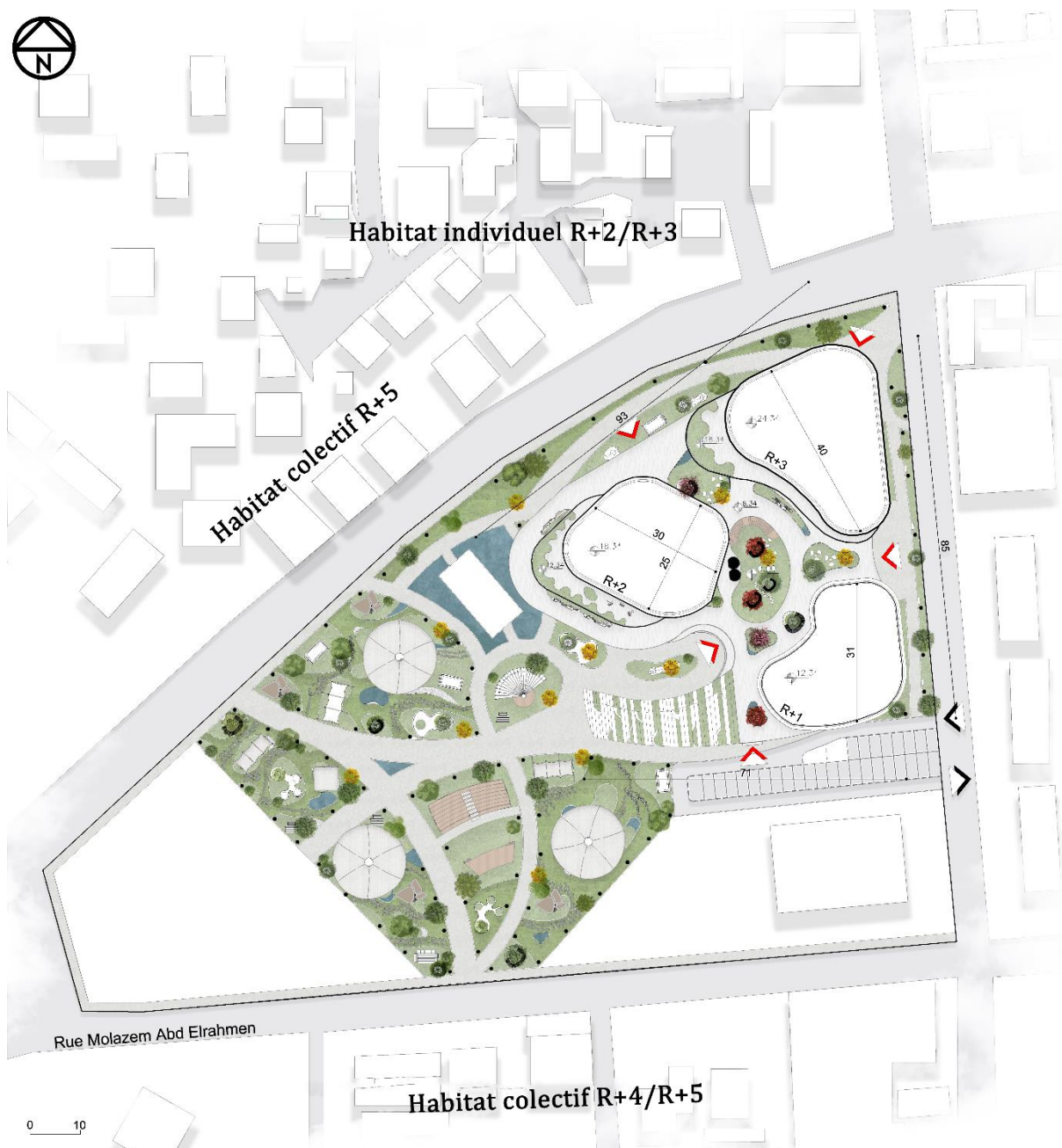






Dossier graphique

Plan de masse :



Plan de masse

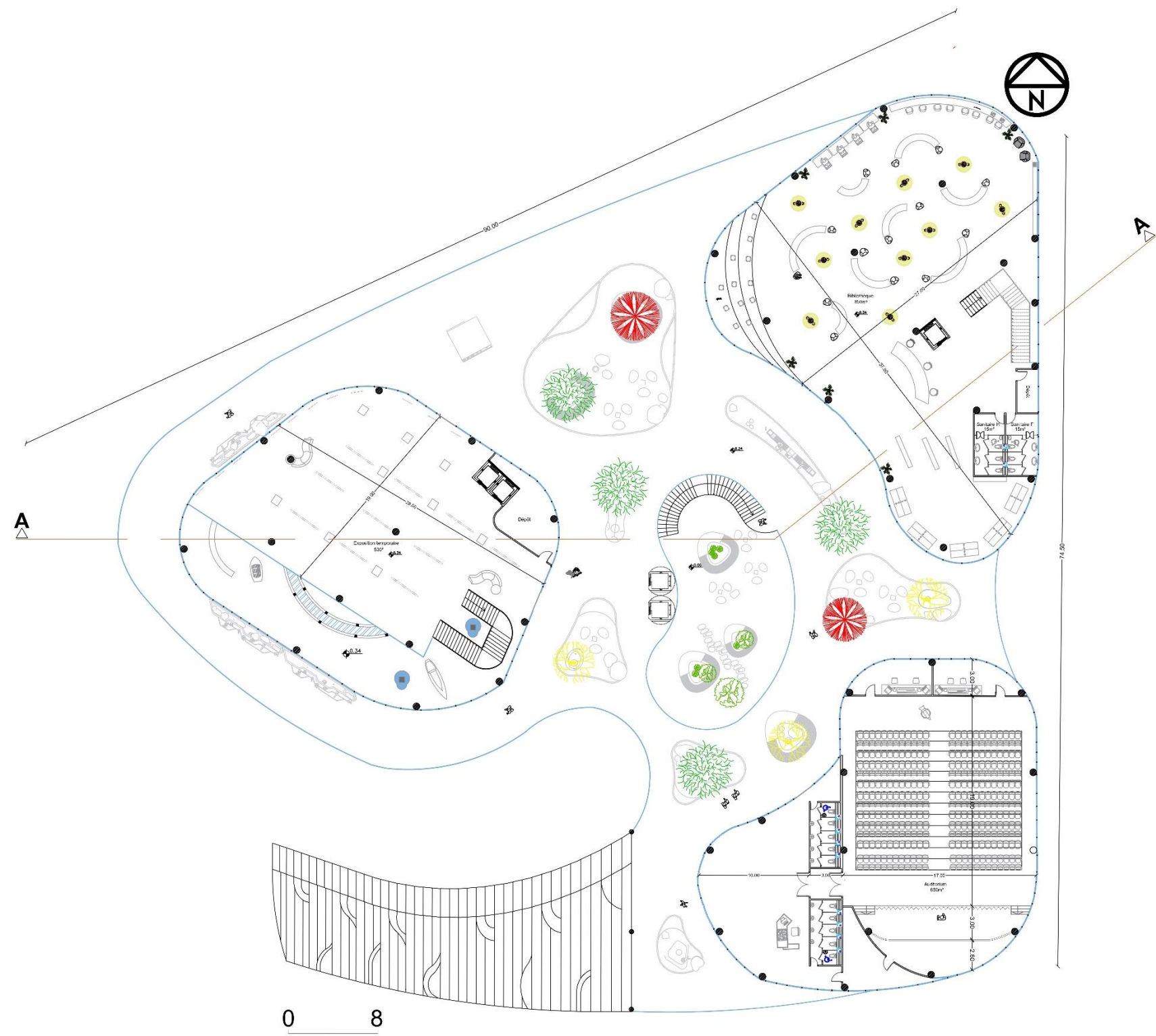
Echelle 1/500

Les plans :



Plan RDC

Echelle 1/200

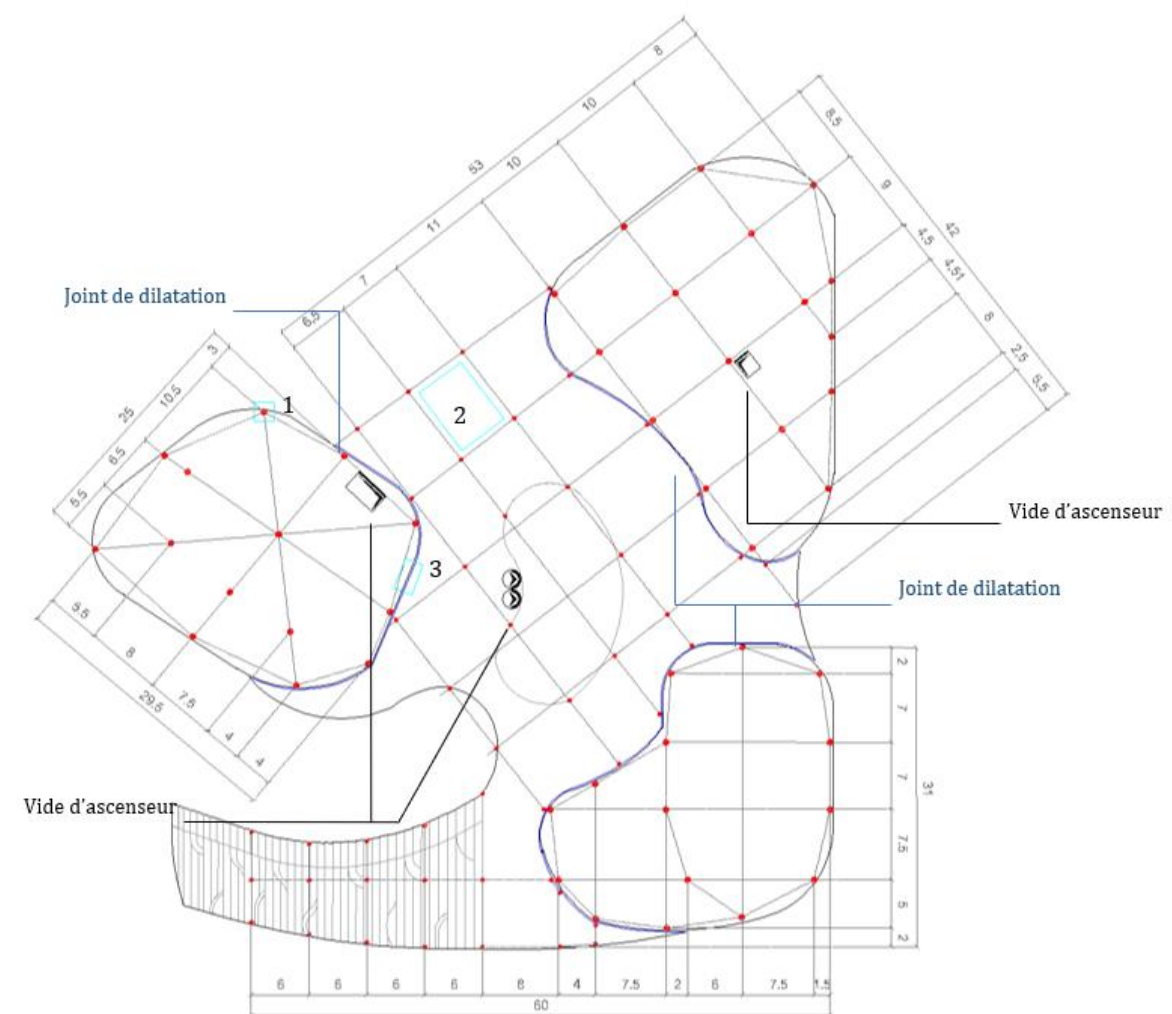


Plan R+1
Echelle 1/200

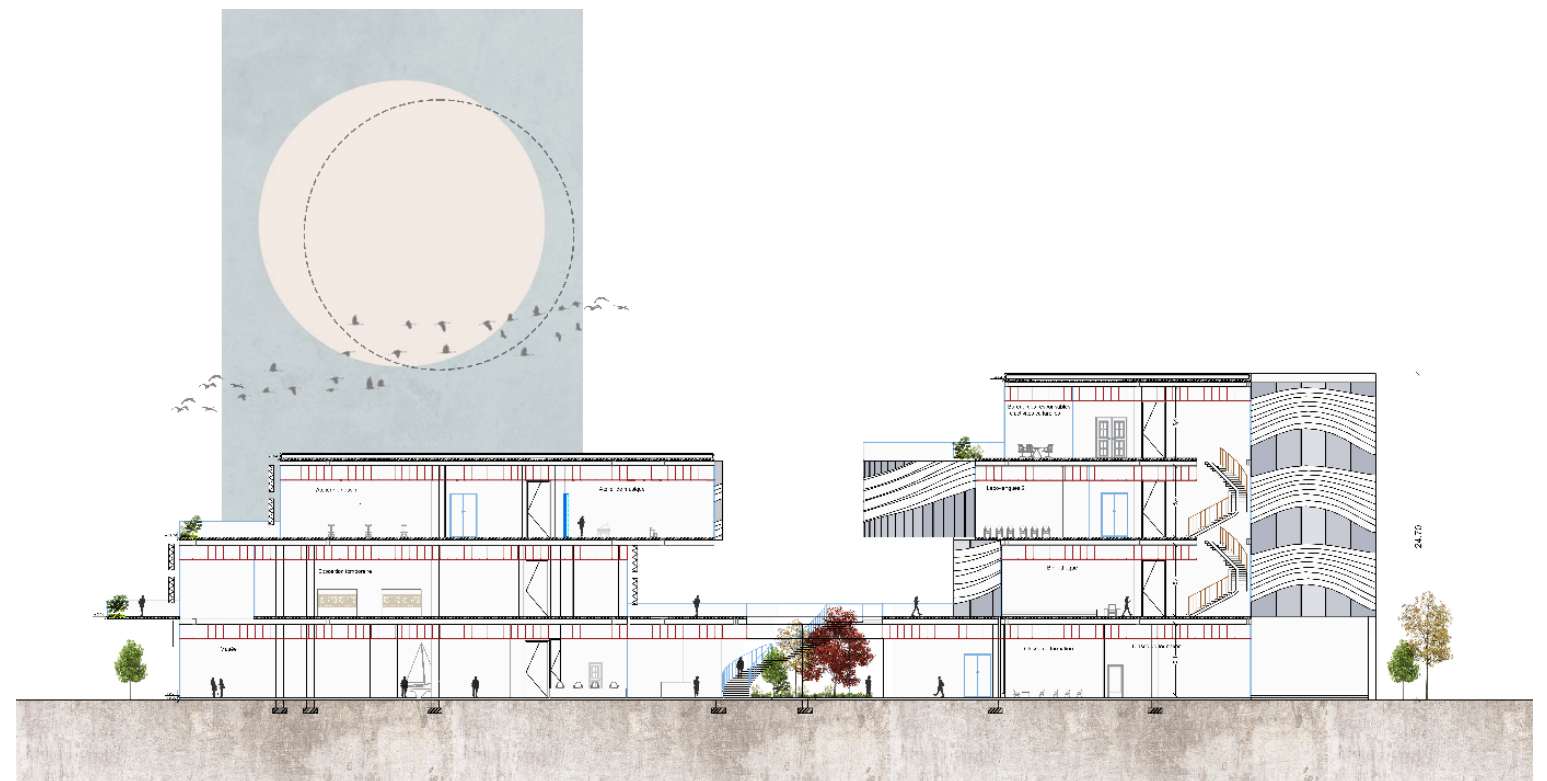


Plan R+2

Echelle 1/200



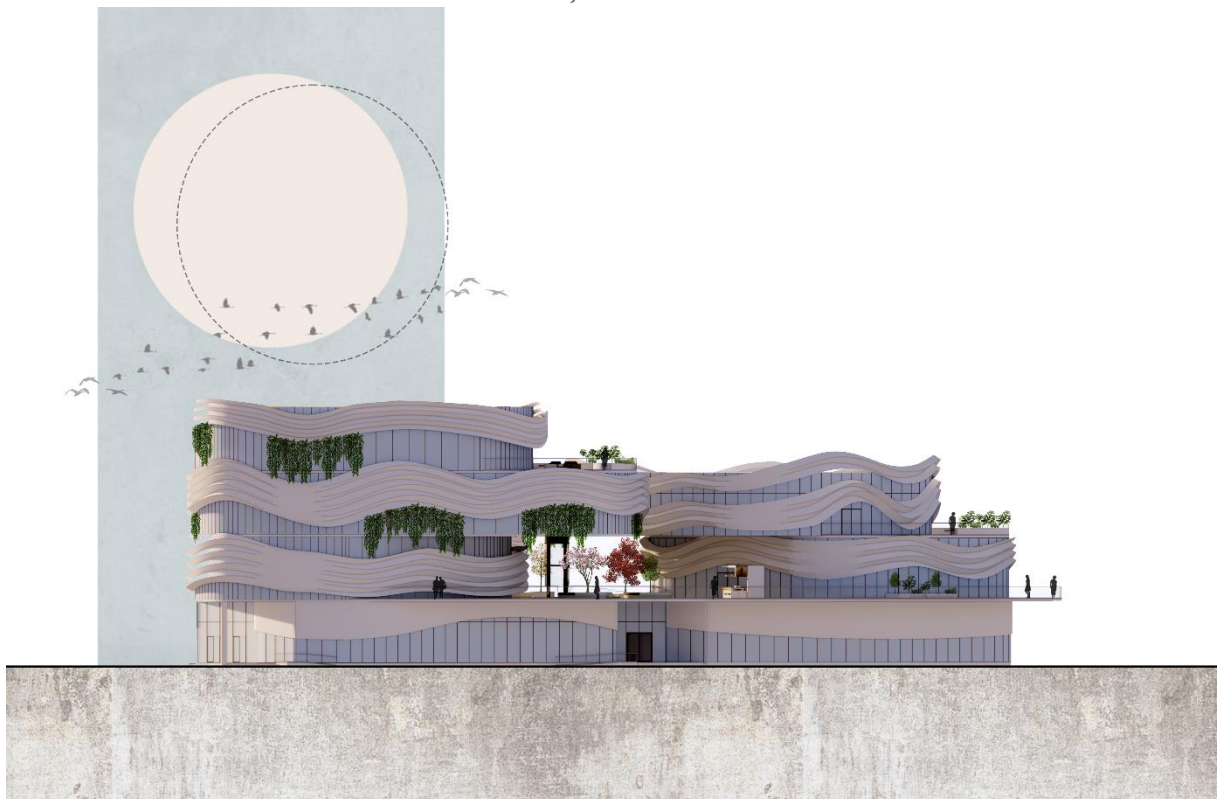
La coupe :



Les façades :



Façade Ouest



Facade Nord