

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITE BLIDA -01-**

**INSTITUT D'ARCHITECTURE ET  
D'URBANISME**

**Département d'Architecture**

**Mémoire de Master en Architecture.**

**Option : Architecture, Environnement et Technologie**

**Titre :**

**Du naturel au numérique : L'intégration harmonieuse des stratégies bioclimatiques et technologiques en architecture.**

**P.F.E : Centre de recherches et d'innovations technologique en IA (CRITIA).**

**Présenté par :**

**-DOUGDAG Amina 191932037668.**

**-HAMIDATOU Inasse 191932029791.**

**Encadré par :**

**-Dr. BENCHEKROUN Marwa**

**-Dr. BABA SLIMANE Nour El Houda**

**-Dr. KAOULA Dalel**

**Membres du jury :**

**Président : Dr. DJELLATA .A (MCA)**

**Examineur : Dr. MESKINE .H (MAA)**

**Année universitaire 2023/2024**

## REMERCIEMENTS

الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي هَدَانَا لِهَذَا وَمَا كُنَّا لِنَهْتَدِيَ لَوْلَا أَنْ هَدَانَا اللَّهُ

*Nous exprimons notre gratitude envers Dieu Tout-Puissant pour nous avoir accordé la force, la patience et le courage nécessaires à l'achèvement de ce modeste travail. Nous remercions également nos chers parents pour leur soutien et leurs encouragements tout au long de notre formation. Leur aide précieuse continue d'être un pilier dans tous nos projets futurs. Sans eux, ce travail n'aurait pas pu être réalisé.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à nos encadreurs, Dr. Marwa BENCHEKROUN, Dr. Nour El Houda BABA SLIMANE, et Dr. Dalel KAOULA. Leur compréhension, leurs conseils avisés, ainsi que leur disponibilité et leur bienveillance tout au long de ce travail, nous ont été inestimables.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail*

*Nous souhaitons adresser un remerciement tout particulier à nos chers enseignants du master 1, Mr. CHAOUATI Ali et Mr ZEDDAM Redha. Leur contribution à notre formation a été d'une valeur incommensurable et nous leurs sommes profondément reconnaissantes pour leur générosité et le partage de leurs connaissances. Nous avons été profondément touchées par les précieuses leçons de vie et les valeurs qu'ils nous ont transmises, bien au-delà de leurs enseignements.*

*Nos remerciements vont également à « Ami Nouredine » la personne qui nous a aidées tout au long de la formation universitaire, nous sommes reconnaissantes de votre compréhension et de nos préoccupations malgré toutes les circonstances et tous les moments.*

*Merci en particulier à tous Mr BENMBAREK Mohamed le directeur du l'URBAB, Mr DJAZIRI le prof de structure, Mr BOULABBAS Islem, Leur soutien précieux et le partage de leur savoir-faire ont grandement contribué à notre recherche. Que Dieu les bénisse.*

*DOUGDAG Amina et HAMIDATOU Inasse*

## **DEDICACES**

*C'est avec plaisir, fierté et honneur que je dédie mon travail :*

*À mes chers parents, merci pour votre amour inconditionnel et votre soutien constant. Merci pour tous les sacrifices que vous avez consentis afin de me donner la meilleure éducation possible.*

*À ma chère mère, Ton amour et ta tendresse ont toujours été une source de réconfort et de force pour moi. Tu es mon modèle et ma source d'inspiration. Merci pour tous les sacrifices que tu as faits pour moi. Je t'aime plus que les mots ne peuvent l'exprimer. **A mon cher père** qui a aussi tant sacrifié pour ma réussite, a celui qui est un exemple de réussite, de sérieux, de dévouement dans l'espoir de le voir fière de moi. Merci pour tes conseils et ton soutien indéfectible. Tu as toujours été mon héros et mon guide.*

*À mes chers frères, Koussia, Baraa et Moayed, Merci d'avoir été mes complices et mes meilleurs amis tout au long de notre vie. Vos rires, vos conseils et votre présence ont enrichi ma vie de mille manières.*

*À mes chers grands-parents, oncles et tantes, Vous avez été comme une seconde famille pour moi, offrant amour, sagesse et conseils précieux. Chaque moment passé avec vous a été une bénédiction. Merci pour votre générosité et votre affection inébranlable. Vous avez enrichi ma vie de tant de façons.*

*À mes chères cousines, Nihel, Manar, Cherifa, Raouia, Meriem, Wided .Notre lien est spécial et précieux. Vous avez toujours été là pour partager des rires, des secrets et des moments de joie. Merci pour votre amour et votre soutien constants.*

*A mes chères amies « girls » et « Eco-built » .Ensemble, nous avons grandi, appris et créé des souvenirs inoubliables. Vous avez été mes confidentes, mes soutiens et mes partenaires dans cette incroyable aventure. Merci pour les nuits blanches passées à étudier, pour les fous rires entre les cours, et pour les moments de soutien inconditionnel. **À mes meilleurs amis**, Soumia, Rofaida, Amina, Amel, Radhia, Ikram, Aymen, Mohamed, Arezki. Votre loyauté, votre soutien et votre présence constante ont rendu chaque moment partagé inoubliable.*

*À ma binôme Amina merci d'avoir été mon partenaire fidèle et mon allié tout au long de notre parcours Je suis reconnaissante pour tout ce que nous avons accompli ensemble.*

**HAMIDA TOU INASSE**

## DEDICACES

*Avant tout, je souhaite exprimer ma gratitude envers ma petite famille, mon cher Papa et ma chère Maman, pour leur soutien constant tout au long de mon parcours, leur confiance en moi et leurs conseils bienveillants. Vos encouragements et votre compréhension ont été indispensables pour me permettre d'atteindre cette étape cruciale de ma vie.*

*Je tiens à remercier ma chère Assma, ma jolie sœur, et Abderrahim, mon très cher frère, pour leur soutien inconditionnel et leur amour indéfectible. Merci d'être toujours là...*

*À ma meilleure amie Abir DJEZIRI, merci d'être la meilleure compagnie à travers cette aventure. Je me souviendrai toujours des jours que nous avons passés ensemble à la résidence universitaire, des hauts et des bas que nous avons traversés ensemble. Je suis vraiment reconnaissante de t'avoir comme sœur et pas seulement comme amie.*

*À l'équipe eco-built sans exception, à ma deuxième famille les filles de « Girls », Wided, Lylia, Ikram, Abir, Radhia, Amel, Kaouther, Selma et Chaima, aussi mes collègues depuis la première année en architecture, je vous remercie du fond du cœur pour votre présence constante*

*À mon binôme Inasse HAMIDATOU, avec qui j'ai passé mes cinq années pleines des merveilleux souvenirs et aventures et qui devenue la plus proche amie, merci à toi !*

*Merci à ceux qui ont contribué à ce mémoire de près ou de loin !*

**DOUGDAG AMINA**



## RESUME

L'intégration efficace des stratégies bioclimatiques et technologiques dans les projets architecturaux est un défi majeur pour résoudre les préoccupations environnementales en Algérie. Ce mémoire explore les approches qui peuvent être adoptées pour intégrer ces stratégies dans les projets architecturaux, en utilisant les systèmes passifs et intelligents de contrôle du bâtiment pour minimiser la consommation d'énergie et réduire l'impact environnemental. La problématique centrale de ce travail examine ces approches efficaces pour fusionner ces stratégies dans les projets architecturaux algériens.

La méthodologie de recherche adoptée est déductive, comprenant une partie théorique et une partie analytique. La partie théorique aborde les principes fondamentaux des stratégies bioclimatiques et des technologies intelligentes dans le bâtiment, en explorant leurs avantages et limitations. La partie analytique se concentre sur des études de la ville de Ouled Fayet et des projets existants.

Les objectifs de ce projet incluent la création d'un environnement intérieur agréable et sain pour les usagers, en régulant la température, l'humidité, la qualité de l'air et en optimisant la lumière naturelle.

Les résultats obtenus de cette recherche montrent que l'intégration des stratégies bioclimatiques et technologiques peut transformer l'approche architecturale en Algérie, en répondant aux défis environnementaux actuels et futurs. En appliquant ces stratégies à Ouled Fayet, qui est un cas d'étude idéal pour intégrer des stratégies bioclimatiques et technologiques, tout en assurant un confort optimal à ses usagers.

En utilisant des systèmes passifs et intelligents, il est possible de créer des bâtiments respectueux de l'environnement et de minimiser l'impact environnemental. Le projet de centre de recherche et innovation technologique à Ouled Fayet offre une opportunité unique pour intégrer ces stratégies et créer un environnement intérieur agréable et sain pour les usagers.

**Mots clés :** architecture bioclimatique, la technologie, développement durable, confort thermique, centre de recherche.

## Summary

The effective integration of bioclimatic and technological strategies in architectural projects is a major challenge to resolve environmental concerns in Algeria. This dissertation explores approaches that can be taken to integrate these strategies into architectural projects, using passive and intelligent building control systems to minimize energy consumption and reduce environmental impact. The central issue examines effective approaches to merge these strategies in the Algerian architectural projects.

The research methodology adopted is deductive, comprising a theoretical part and an analytical part. The theoretical part addresses the fundamental principles of bioclimatic strategies and smart technologies in buildings by exploring their advantages and limitations. The analytical part focuses on studies of the city of Ouled Fayet and existing projects. The objectives of this project include the creation of a pleasant and healthy indoor environment for users, by regulating temperature, humidity, air quality and optimizing natural light.

The expected results of this research reveal that the integration of bioclimatic and technological strategies can transform the architectural approach in Algeria, responding to current and future environmental challenges. By applying these strategies to Ouled Fayet which is an ideal case study for integrating bioclimatic and technological strategies, this dissertation proposes an urban development model, thus offering a viable solution for sustainable and resilient architecture.

When using passive and intelligent systems, it is possible to create environmentally friendly buildings and minimize environmental impact. The research and technological innovation center project in Ouled Fayet offers a unique opportunity to integrate these strategies and create a pleasant and healthy indoor environment for users.

**Keywords:** bioclimatic architecture, technology, sustainable development, thermal comfort, research center.

## ملخص

يمثل التكامل الفعال للاستراتيجيات المناخية الحيوية والتكنولوجية في المشاريع المعمارية تحدياً كبيراً لحل المخاوف البيئية في الجزائر. تستكشف هذه الأطروحة الأساليب التي يمكن اتباعها لدمج هذه الاستراتيجيات في المشاريع المعمارية، وذلك باستخدام أنظمة التحكم السلبية والذكية في البناء لتقليل استهلاك الطاقة وتقليل التأثير البيئي. تتناول إشكالية هذه المذكرة الأساليب الفعالة لدمج هذه الاستراتيجيات في المشاريع المعمارية الجزائرية.

منهج البحث المعتمد هو المنهج الاستنباطي، ويتكون من جزء نظري وجزء تحليلي. يتناول الجزء النظري المبادئ الأساسية للاستراتيجيات المناخية الحيوية والتقنيات الذكية في المباني، ويستكشف مزاياها وقيودها. أما الجزء التحليلي فيركز على دراسات مدينة واد فايت والمشاريع القائمة. تشمل أهداف هذا المشروع خلق بيئة داخلية ممتعة وصحية للمستخدمين، من خلال تنظيم درجة الحرارة والرطوبة وجودة الهواء وتحسين الإضاءة الطبيعية.

تظهر النتائج المتوقعة لهذا البحث أن تكامل الاستراتيجيات المناخية الحيوية والتكنولوجية يمكن أن يحول النهج المعماري في الجزائر، ويستجيب للتحديات البيئية الحالية والمستقبلية. من خلال تطبيق هذه الاستراتيجيات على أولاد فايت والتي تعتبر دراسة حالة مثالية لدمج الاستراتيجيات المناخية الحيوية والتكنولوجية، تقترح هذه الأطروحة نموذجاً للتنمية الحضرية، وبالتالي تقدم حلاً قابلاً للتطبيق للهندسة المعمارية المستدامة والمرنة.

باستخدام الأنظمة السلبية والذكية، من الممكن إنشاء مباني صديقة للبيئة وتقليل التأثير البيئي. يوفر مشروع مركز البحث والابتكار التكنولوجي بأولاد فايت فرصة فريدة لدمج هذه الاستراتيجيات وخلق بيئة داخلية ممتعة وصحية للمستخدمين.

**الكلمات المفتاحية:** العمارة المناخية الحيوية، التكنولوجيا، التنمية المستدامة، الراحة الحرارية، مركز الأبحاث.

## Table des matières

### **Chapitre I : CHAPITRE INTRODUCTIF**

1. Introduction générale .....	1
2. Thématique générale .....	3
3. Problématique générale .....	6
4. Problématique spécifique .....	7
5. Hypothèses de la recherche .....	8
6. Objectifs de la recherche .....	9
7. Méthodologie de travail .....	9
8. Structure du mémoire .....	11

### **Chapitre II : ETAT DE L'ART**

INTRODUCTION .....	12
<b>1. <u>Le développement durable</u></b> .....	13
Introduction .....	13
1.1 La notion du développement durable .....	13
1.2 Les piliers du développement durable .....	13
1.3 Les objectifs du développement durable .....	14
Synthèse .....	14
<b>2. <u>Architecture bioclimatique</u></b> .....	15
Introduction .....	15
2.1 Définition et évolution de l'architecture bioclimatique .....	15
2.2 Les grands axes de l'architecture bioclimatique .....	16
2.2.1 Implantation et l'orientation .....	16
2.2.2 La forme et organisation des espaces .....	17
2.2.3 La distribution intérieure .....	18
2.2.4 La composition des parois et le choix des matériaux .....	19
2.2.5 L'intégration de la végétation .....	19
2.3 Les principes de l'architecture bioclimatique .....	19
2.3.1 Capter / se protéger de la chaleur .....	20
2.3.2 Transformer, diffuser la chaleur .....	20

2.3.3	Conserver la chaleur ou la fraîcheur.....	20
2.4	Les stratégies de l'architecture bioclimatique (selon le contexte «OULED FAYET») :.....	21
2.4.1	Les stratégies passives.....	21
2.4.1.1	Ventilation naturelle.....	21
2.4.1.2	Eclairage naturelle .....	22
2.4.2	Les stratégies actives .....	24
2.4.2.1	L'éclairage artificiel .....	24
2.4.2.2	L'Isolation phonique .....	24
2.4.2.3	Le Rafraichissement .....	24
2.4.2.4	Le chauffage.....	24
2.4.3	Les techniques bioclimatiques en architecture .....	25
2.4.3.1	Façade double peau.....	25
	A. Qu'est-ce qu'une façade double-peau ?.....	25
	B. Les avantages de la façade double peau .....	26
	C. Mode de fonctionnement .....	26
2.4.3.2	Vitrage .....	27
	A. Les propriétés du vitrage .....	27
	B. Les types du vitrage par isolation.....	28
2.4.3.3	L'atrium .....	29
	A. Définition : Qu'est-ce qu'un Atrium ?.....	29
	B. Choix de la ventilation.....	29
2.4.3.4	Toiture végétalisée.....	30
	A. Les types de toiture végétalisée .....	30
	Synthèse .....	31
<b>3.</b>	<b><u>Les stratégies technologiques</u></b> .....	<b>32</b>
	Introduction.....	32
3.1	Qu'est qu'une technologie ? .....	32
3.1.1	La technologie dans le Domaine de l'architecture.....	33
3.2	Le bâtiment intelligent.....	33
	3.2.1 Définition et aperçu historique du bâtiment intelligent .....	33
	3.2.2 Les caractéristiques du bâtiment intelligent .....	35

3.2.3	Les composants conceptuels d'un bâtiment intelligent .....	35
3.2.3.1	Les matériaux intelligents .....	35
	A. Caractéristiques des matériaux intelligents.....	36
	B. Exemples des matériaux intelligents.....	37
3.4	Les stratégies technologiques en architecture.....	38
3.4.1	Utilisation des systèmes intelligents .....	38
3.4.1.1	La domotique .....	38
	A. C'est quoi la domotique ? .....	38
	B. Les objectifs principaux.....	38
	C. Principe de fonctionnement .....	39
	D. La domotique et l'économie d'énergie .....	40
3.4.1.2	Les façades intelligentes .....	41
	A. Définition d'une façade intelligente .....	41
	B. Type des façades intelligentes .....	41
	C. Caractéristiques des façades intelligentes .....	42
	D. Exemples des façades intelligentes.....	42
	Synthèse.....	45
<b>4.</b>	<b><u>THEMATIQUE DU PROJET</u></b> .....	<b>46</b>
	INTRODUCTION .....	46
4.1	La recherche scientifique .....	46
4.1.1	Définition de la recherche scientifique .....	46
4.2	Les lieux de la recherche.....	46
4.2.1	Le laboratoire.....	46
4.2.2	Hors du laboratoire .....	46
4.3	Classification des établissements de la recherche .....	47
4.4	Les métiers de la recherche.....	47
4.5	Les centres de recherche .....	48
4.6	Caractéristiques des centres de recherche et d'innovation .....	48
4.7	Les centres de recherche et de l'innovation en Algérie .....	48
4.8	Les exemples des centres de recherche et d'innovation. ....	50

4.8.1 Fiche technique des exemples .....	50
CONCLUSION .....	51

## **Chapitre III : CAS D'ETUDE**

Introduction .....	52
1. A la découverte de la ville d'OULED FAYET .....	52
2. Le passage d'une ville agricole vers une agglomération urbaine .....	53
3. Ouled Fayet, un emplacement stratégique .....	53
3.1. Echelle du nord algérienne. ....	53
3.2. Echelle de la wilaya. ....	54
3.3. Echelle de la commune. ....	55
4. Une fluidité vers Ouled Fayet .....	57
5. Une dualité entre l'urbain et l'agriculture .....	59
6. Un tissu urbain multifonctionnel .....	60
7. Une topographie favorable à l'urbanisation.....	61
8. Délimitation de l'air d'étude.....	62
9. Analyse de l'air d'étude .....	63
10. Ouled Fayet un climat équilibré entre douceur hivernale et chaleur estivale.....	64
10.1. Analyse climatique. ....	64
10.2. Analyse énergétique. ....	65
11. Analyse AFOM .....	66
12. Schéma d'actions .....	67
13. L'intervention urbaine .....	68
13.1. Les étapes de l'aménagement urbain.....	68
13.2. Zoom sur les terrains agricoles. ....	69
13.3. Zoom sur le pole multifonctionnel. ....	70
14. Plan d'aménagements.....	71
15. La réponse architecturale .....	72
15.1 Genèse de l'idée .....	72
15.2 Tracé du site .....	72
15.3 L'implantation sur site .....	73
15.4 genèse de la forme des projets .....	74

15.4.1 Musée des sciences futuriste .....	74
15.4.2 Centre de restauration et de loisir .....	75
15.4.3 Ecole de formation .....	76
15.4.4 Centre de recherche et d'innovation technologique .....	77
15.5 Composition de la forme finale .....	78
15.6 Structure du centre de recherche et d'innovation technologique .....	79
Conclusion .....	81

## **Chapitre IV : simulation**

Introduction .....	82
1. La simulation en 'architecture. ....	82
2. Les Logiciels de simulation. ....	82
3. Choix du logiciel (DesingBuilder). ....	84
4. Présentation de l'espace étudié. ....	85
4.1. Simulation de l'espace étudié.....	85
5. Protocole de simulation.....	85
6. Résultat et interprétation.....	86
6.1. Simulation de l'état actuelle.....	86
6.2. Scénario 01 : Choix des matériaux.....	86
6.2.1. Option 01 : Utilisation de monomure.....	86
6.2.2. Option 02 : Utilisation de la brique de calcium silicate .....	86
6.2.3. Résultat du choix des matériaux .....	87
6.3. Scénario 02 : Choix des isolants .....	87
6.3.1. Option 01 : Utilisation d'un seul isolant (XPS extrudé polystyrène).....	87
6.3.2. Option 02 : Utilisation de la fibre de glasses (laine de verre).....	88
6.3.3. Résultat du choix d'isolant.....	88
6.4. Scénario 03 : Choix du vitrage.....	88
6.4.1. Option 01 : Utilisation du double vitrage en Argon.....	88
6.4.2. Option 02 : Utilisation du double vitrage thermocromique.....	89
6.4.3. Résultat de choix du vitrage.....	89
6.5. Scénario 04 : Utilisation des brises solaires verticaux.....	89
6.5.1. Résultat.....	90



6.6. Scénario 05 : Utilisation des solutions active (période surchauffe).....	90
6.7. Simulation scénario choisi.....	90
Conclusion .....	91
• <b>Conclusion générale</b> .....	92
• <b>Sources bibliographiques</b>	
▪ Bibliographie	
▪ Liste des figures	
▪ Liste des tableaux	
▪ Listes des abréviations	
• <b>Annexes</b>	
1- Analyse de Projet 1 : Miyagi Technologie & Innovation Center	
2- Analyse de Projet 2 : HUAWEI NANJING Research & Development Center	
3- Analyse de Projet 3 : Comcast Technologie Centre	
4- Elaboration d'un questionnaire	
5- Dossier graphique	



**CHAPITRE I :**  
**CHAPITRE INTRODUCTIF**

## **Chapitre 1 : CHAPITRE INTRODUCTIF**

### **1- Introduction générale :**

Dans un monde de plus en plus conscient de l'impact environnemental de ses activités, l'architecture occupe une position centrale dans la quête d'un développement durable. L'option architecture, environnement et technologie vise à répondre aux défis contemporains en intégrant des pratiques respectueuses de l'environnement tout en assurant un niveau de confort élevé répondant aux nouveaux standards. Le secteur de la construction est responsable d'une part significative des émissions de gaz à effet de serre, de la consommation d'énergie et de l'exploitation des ressources naturelles. Il est donc impératif d'adopter des approches innovantes et durables dans la conception et la construction des bâtiments.

L'atelier E-Cow Built est une initiative pédagogique intégrée dans le cadre du Master 2 visant à fournir aux étudiants des compétences pratiques et théoriques dans le domaine de l'architecture durable, de la construction écologique et des technologies de pointe. Cet atelier est conçu pour combiner les aspects théoriques avec des expériences pratiques, tout en mettant un accent particulier sur l'innovation et la durabilité.

Cet atelier se concentre sur deux aspects ayant pour objectif l'optimisation de l'efficacité énergétique, et ne se limitant pas seulement à la construction de nouveaux bâtiments. La réhabilitation énergétique des bâtiments existants est tout aussi cruciale, car elle implique la rénovation des structures pour améliorer leur performance thermique et énergétique. Cela peut comprendre l'isolation des murs, des toits et des planchers, le remplacement des fenêtres par des modèles à haute performance énergétique, et l'installation de systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation plus efficaces. C'est pour cette raison que certaines thématiques traitent de la modernisation des bâtiments anciens, permettant non seulement de prolonger leur durée de vie, mais aussi d'améliorer le confort des occupants et de réduire les coûts énergétiques.

Les thématiques traitées par les différents étudiants se focalisent sur le confort des occupants, qui est un aspect indissociable de cette démarche, d'autres se concentrent sur les certifications LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ou BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), mettant l'accent sur la qualité de vie à l'intérieur des bâtiments. Cela inclut le contrôle de la température, de la qualité de l'air, de l'acoustique et de l'éclairage naturel. Des technologies avancées permettent

de réguler ces paramètres de manière intelligente, créant ainsi des environnements de vie et de travail agréables tout en réduisant la consommation énergétique.

Les différents objectifs de cet atelier visent l'intégration dès la conception les principes de durabilité et de haute performance énergétique, et ainsi choisir dès le départ des matériaux à faible impact environnemental, concevoir des structures optimisées pour l'efficacité énergétique et intégrer des systèmes de gestion de l'énergie. Sensibiliser les étudiants sur les stratégies passives tels que l'orientation des bâtiments, leur forme et l'utilisation de technologies comme les panneaux solaires ou les pompes à chaleur jouant un rôle crucial dans la réduction de l'empreinte écologique. De plus, la construction modulaire et les techniques de préfabrication peuvent réduire les déchets de construction et améliorer l'efficacité du processus.

L'atelier se concentre également sur l'utilisation des outils numériques, tels que la modélisation des informations du bâtiment (BIM) et la simulation des performances énergétiques des bâtiments, afin d'optimiser leur conception pour maximiser l'efficacité énergétique et évaluer l'impact environnemental à travers ces différents outils.

Cette démarche permet d'anticiper et de réduire les impacts environnementaux dès les phases de conception et de construction, car ces technologies offrent une vision globale du projet et facilitent la prise de décisions éclairées en matière de durabilité.

L'option architecture, environnement et technologie ne se limite pas à l'adoption de nouvelles techniques de construction ou à la réhabilitation énergétique. Elle inclut également une réflexion plus large sur l'urbanisme et la planification territoriale. Les éco-quartiers et les villes intelligentes émergent comme des réponses intégrées aux défis du développement durable, s'évertuant à optimiser l'utilisation des ressources, à réduire les déplacements en voiture grâce à une mixité fonctionnelle et à favoriser les modes de transport doux.

En conclusion, l'intégration de l'architecture, de l'environnement et de la technologie représente une réponse nécessaire et ambitieuse aux défis du changement climatique et de la transition énergétique. Elle exige une approche holistique, combinant la construction neuve et la réhabilitation des bâtiments existants, pour créer des environnements bâtis qui sont à la fois durables, confortables et résilients.

Dr.BENCHEKROUN Marwa

## 2- Thématique générale :

Nous vivons de graves problèmes de pollution de l'environnement, entraînant de grands risques pour la planète. Ces problèmes sont dus principalement à une planification urbaine souvent mal orientée. La conception des bâtiments, l'architecture et le projet urbain qui sont considérés comme l'art de bâtir ne peuvent pas ignorer cette problématique environnementale, car le secteur de la construction est en grande partie responsable de 38 % de la pollution mondiale que l'on connaît actuellement aujourd'hui (ONU programme pour l'environnement,2023).

Au fil des années, les architectes ont cherché à améliorer la qualité des constructions ainsi que celle de notre vie, en proposant de nouvelles stratégies et des plans afin de développer un nouveau type d'architecture qui prend en compte les éléments naturels passifs tout en étudiant l'impact qu'ils pourraient avoir sur l'environnement.

De ce fait, les experts impliqués dans l'aménagement urbain, ont la charge de créer un nouveau développement architectural grâce à une conception bioclimatique qui répond aux effets du changement climatique. En prenant en considération les causes et les problèmes de ce phénomène, par l'intégration des solutions passives lors de la conception des bâtiments avec le moindre impact environnemental pour le bien-être de l'humain (Jimena Ávalos<sup>1</sup> et all, 2021).

L'architecture bioclimatique est une discipline qui consiste à optimiser la conception des bâtiments en tenant compte des conditions climatiques et environnementales spécifiques d'un site.

Elle n'est pas envisagée comme une nouvelle tendance, mais comme une philosophie de construction qui remonte à plusieurs siècles. Elle vise à optimiser l'éclairage et la ventilation naturelle, à maîtriser le cycle de l'eau, à réduire et gérer les déchets (entreprise Beenta,2023).

La conception bioclimatique se réfère à la manière dont les bâtiments sont conçus en prenant en compte les conditions climatiques et environnementales locales « *La conception architecturale bioclimatique s'inscrit dans la problématique contemporaine, liée à l'aménagement harmonieux du territoire et à la préservation du milieu naturel. Cette démarche, qu'est une partie prenante du développement durable, optimise le confort des habitants tout en minimisant l'impact du bâti sur l'environnement.* » (Liébard et al, 2005).<sup>1</sup> Les auteurs précités semblent soutenir que la conception bioclimatique des bâtiments fait partie intégrante du développement durable, en effet, c'est une approche conçue pour répondre aux besoins actuels liés au confort des bâtiments et des occupants.

Une grande partie de l'architecture mondiale datant avant le XXe siècle, répondait au climat régional et pouvait être considérée comme bioclimatique. « *Si vous regardez les bâtiments plus anciens, vous voyez que les gens s'adaptaient très bien au climat pour obtenir des performances maximales, mais nous sommes devenus un peu paresseux lorsque la climatisation et l'éclairage électrique sont apparus au tournant du siècle dernier* », (Patrick Leonard, 2010)<sup>2</sup>. L'auteur explique ici l'importance de la conception bioclimatique qui est actuellement négligée en raison de la mise en place des technologies dans le secteur du bâtiment, telles que la climatisation et l'éclairage artificiel. Cependant, cela suggère qu'un retour à une approche bioclimatique dans la conception des bâtiments pourrait améliorer le confort des occupants, et diminuer l'impact sur l'environnement.

En même temps, il est avantageux d'intégrer la technologie afin de développer de nouvelles approches architecturales visant à améliorer la qualité de la construction, ainsi que la conception des espaces novateurs et pratiques répondant aux exigences des usagers (Aliko-Myrto Perysinaki, 2012).

D'après le dictionnaire Larousse (édition 2023) la technologie est définie comme l'ensemble cohérent de savoir et de pratiques dans un certain domaine technique fondé sur des principes scientifiques (Dictionnaire Larousse 2023). Elle est définie également par Patrick Leonardo comme : « *l'étude des outils et des techniques. Le terme désigne tout ce qui peut être dit aux divers périodes historiques sur l'état de l'art en matière d'outils et de savoir-faire. Il inclut l'art, l'artisanat, les métiers, les sciences appliquées et éventuellement*

<sup>1</sup> Alain Liébard est chevalier de l'Ordre national du Mérite. André De Herde est ingénieur civil architecte. Il est actuellement professeur ordinaire au département Architecture de l'Université catholique de Louvain-la-Neuve.

<sup>2</sup> Patrick Leonard, directeur de Paladino and Company, un consultant en construction écologique basé à Seattle.

*les connaissances* ». (Patrick Leonardo 2006). Il souligne également que la technologie englobe divers domaines et elle ne se limite pas uniquement à des compétences pratiques, mais peut également incorporer des connaissances plus larges.

La technologie a connu un développement et un saut qualitatif dans tous les domaines, en particulier le domaine de l'architecture et de la construction durable, en offrant des stratégies et des services contribuant à la promotion de la construction des bâtiments bioclimatiques. Elle est également devenue un pilier essentiel de cette évolution où les avancées technologiques sont essentielles pour atteindre ces objectifs de durabilité. Cette convergence de la bioclimatique et de la technologie offre des opportunités enrichissantes pour repenser l'architecture à la lumière des enjeux de la durabilité, de la performance énergétique et du confort des occupants.

En effet, l'utilisation des technologies modernes, tels que les systèmes d'information géographique (SIG) et de télédétection, apportent de nouvelles possibilités pour contrôler et prévenir la dégradation de l'environnement qui fait partie intégrante de la politique de développement de la ville, en portant l'attention non seulement aux questions physiques et écologiques, mais aussi à l'amélioration de la performance économique des villes et le bien-être des citoyens (Alik Myrto Perysinaki, 2012) .

Ainsi, l'architecture de demain, doit adopter de plus en plus d'innovations technologiques, et appelle les architectes et les concepteurs à améliorer, à apprendre et à développer leurs compétences et se tenir au courant des nouvelles inventions, d'autant plus qu'elles sont désormais plus accessibles que jamais (Noëlla Aoun, 2021).

En tant qu'étudiantes en architecture et plus précisément en option « **Architecture, environnement et technologie** », nous nous sommes intéressées de près à cette alliance extraordinaire entre la bioclimatique et la technologie en architecture et nous envisageons d'agir de manière responsable envers les ressources naturelles.

Nous voulons également découvrir la manière dont l'ingéniosité humaine peut optimiser l'utilisation des ressources naturelles, tout en créant des espaces de vie respectueux de l'environnement, économiquement viables, et offrant une qualité de vie améliorée.

Toute cette réflexion nous a amené à identifier cette thématique qui est sous l'intitulé de l'intégration harmonieuse des stratégies bioclimatiques et technologiques en architecture.

### 3-Problématique générale :

Depuis les débuts de la prise de conscience émergente au cours des trois dernières décennies en matière de lutte contre la dégradation de l'environnement, l'Algérie a démontré son engagement dans le domaine de la protection de l'environnement en participant à divers sommets et protocoles tels que le sommet de la terre à RIO en 1992 (socialprotection.org , 2011), la déclaration d'Istanbul en 1996, le sommet de Johannesburg en 2002 et le protocole de Kyoto 1992 (socialprotection.org , 2011). Afin de fixer des objectifs et des principes pour marquer ses efforts dans ce domaine à titre d'exemple, nous citerons quelques-unes :

- La préservation de l'environnement en tant qu'élément essentiel du développement.
- La diminution des émissions de gaz à effet de serre pour les pays industrialisés.
- Le droit à un logement adéquat pour tous et aux infrastructures indispensables à une vie saine (socialprotection.org , 2011).

Afin de réduire au maximum l'empreinte écologique de ses bâtiments. Lors de la COP27, l'Algérie a mis en avant la lutte contre les changements climatiques comme une priorité majeure. Ce sommet visait à renforcer les initiatives visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre, à encourager des mesures d'adaptation et de renforcement de la résilience face aux changements climatiques, et à encourager la participation des jeunes et des enfants dans les processus décisionnels concernant le climat ( Algérie presse service, 2022) .

L'Algérie a toujours réitéré son engagement à prendre en charge les questions climatiques lors des différents sommets mondiaux y afférents, en effet, la COP27 a accueilli pour la première fois un pavillon méditerranéen, qui a permis à l'Algérie de mettre en avant ses initiatives et ses projets en matière de développement durable et qui a visé à :

- La mise en place du plan d'action pour l'environnement et le développement durable (PNAE-DD) en 2002 dans le but d'améliorer la santé et la qualité de vie des populations. (LOUNIS Lynda, 2021).
- Préserver son capital naturel, accroître la productivité, diminuer les pertes économiques et améliorer la compétitivité, tout en préservant l'environnement national.



Les actions de l'Algérie dans le secteur du bâtiment visant à préserver l'environnement ne sont pas visibles et ne témoignent pas de ses engagements. Malgré le fait que ce domaine soit l'un des plus dynamiques du pays et le plus touché par ces initiatives.

En effet, avec le développement de la technologie, qui a contribué à l'amélioration de tous les aspects liés à la bioclimatique, les bâtiments intelligents sont désormais considérés comme un moyen majeur dans la protection de l'environnement. Cela nous a mené à poser la question suivante :

**« Quelles approches peuvent être adoptées pour intégrer efficacement les stratégies bioclimatiques et technologiques dans les projets architecturaux en Algérie, en vue de résoudre les préoccupations environnementales ? »**

#### **4-Problématique spécifique :**

L'Algérie, en tant que nation aspirant au progrès technologique, se situe à un moment critique de son développement, où la planification architecturale revêt une importance cruciale ( Algérie presse service, 2022) « *L'utilisation des nouvelles technologies ouvre de nouvelles perspectives pour le secteur du bâtiment* » (Abdelkrim Langar , 2022) <sup>3</sup>. Cela se reflète particulièrement dans la capitale, Alger, ainsi que ses communes telles qu'Ouled Fayat, est confrontée à la nécessité de répondre aux exigences de durabilité et de modernité.

D'autre part, le Plan d'Occupation des Sols (POS,2018)<sup>4</sup> a clairement précisé l'objectif d'assurer la qualité urbaine et architecturale de la ville en réponse à des problèmes pour lesquels des objectifs, des choix clairs et un programme ont été établis. « *QU'ATTEND-T-ON DE CE POS : Une ville devrait être durable à travers la conception des quartiers efficients sur le plan de la gestion des énergies, de l'eau, de l'espace, des temps et modes de déplacements, les méthodes de construction* » (Rapport Pos N°137,2018). Le POS vise également à la maîtrise du développement de la ville à la fois sur le plan de la consommation de l'espace, de la forme d'urbanisation et de l'organisation des différentes fonctions.

---

<sup>3</sup> cadre au sein de la Société "Media Smart" a cité le passage dans 2ème Salon national des constructions modernes et des nouvelles technologies "BUILTEC 2022" .

<sup>4</sup> Le plan d'occupation des sols (POS) est un document d'urbanisme, établi conformément à la loi N°90.29 du 01décembre1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme, modifiée et complétée par La loi 04.. Conformément aux dispositions du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU).

En effet, il convient de mentionner que cette déclaration et les recommandations qui visent à améliorer l'avenir de la ville de Oulad Fayet ne servent pas l'aspect technologique, sachant que ce dernier demeure un point important qui devrait être pris en considération.

Par conséquent, il est devenu nécessaire de l'inclure dans le processus de développement et de planification, en particulier dans ce qui a été mentionné dans le contexte des projets futurs tels que le projet de Dzair Media City (Algérie presse service, 2023) , qui sera un tournant stipulé par l'État. Son importance ne peut pas être négligée et doit être liée à de nouveaux projets, et c'est ce à quoi nous aspirons à travers notre projet de recherche.

En tant que concepteurs soucieux de l'empreinte écologique des constructions, il est crucial de valoriser les avancées technologiques et d'exploiter les stratégies bioclimatiques afin de réduire l'impact environnemental.

Dans cette optique, notre attention s'est portée sur Ouled Fayet, une ville confrontée à l'enjeu de la métropolisation et de la modernisation, suscitant ainsi les interrogations suivantes (Rapport Pos N°137,2018) :

- ✓ **Comment concevoir des solutions architecturales bioclimatiques spécifiques à Ouled Fayet afin de garantir une performance énergétique maximale ?**
- ✓ **Comment intégrer des systèmes de gestion énergétique intelligents pour optimiser le confort des usagers dans un projet architecturale et réduire son impact environnemental ?**

### **5-Hypothèses de la recherche :**

En référence à la problématique posée précédemment et afin de répondre aux questions, nous avons émis les hypothèses suivantes :

- ❖ Nous supposons que le contrôle de l'éclairage et la ventilation naturelle dans les bâtiments (comme stratégie bioclimatique) pourrait assurer un confort optimal des usagers.
- ❖ L'intégration des systèmes intelligents de contrôle de la qualité thermique et de l'air pourrait réduire l'impact environnemental des bâtiments.
- ❖ On suppose que l'utilisation des systèmes passives et des systèmes intelligents de contrôle du bâtiment pourrait répondre aux exigences du confort actuel tout en réduisant l'impact sur l'environnement.

## 6-Objectifs de la recherche:

Notre travail vise à accomplir les objectifs suivants :

- Faire d'Ouled Fayet une ville attractive qui intègre des stratégies bioclimatiques et technologiques.
- Créer un bâtiment respectueux de l'environnement, capable de réduire son empreinte carbone et de minimiser la consommation excessive de l'énergie.
- Créer un environnement intérieur agréable et sain pour les usagers. Cela inclut la régulation de la température, de l'humidité, de la qualité de l'air, ainsi que l'optimisation de la lumière naturelle.
- Concevoir un projet intégrant des systèmes intelligents pour assurer l'efficacité énergétique et le confort des occupants.

## 7-Méthodologie de travail :

Notre travail a été divisé en 2 phases, une phase théorique et une phase analytique.

**La phase théorique :** se base sur une recherche documentaire à partir des sources bibliographiques (les livres, les articles et des mémoires), sur les stratégies bioclimatique et technologique en architecture aussi une collecte des données a été faite pour avoir des informations sur la ville d'Alger et la commune de Ouled Fayet, Parmi ces données nous citons le plan de Développement et d'Aménagement Urbain (PDAU), le Plan d'Occupation de Sol (POS).

**La phase analytique :** se dévise en deux analyses (La première : Une analyse des exemples, La deuxième : Une analyse de contexte d'intervention).

- Pour l'analyse des exemples, nous avons examinés 3 centres de recherche et innovations qui regroupent les stratégies bioclimatique et technologique à la fois.
- Pour l'analyse du site nous avons élaborer l'analyse urbaine, climatique et énergétique. Puis, l'analyse AFOM qui nous a guidé pour élaborer le schéma d'action et d'intervention sur notre zone urbaine.
- De plus, les questionnaires et les investigations effectués sur site avaient pour but d'élaborer le meilleur programme et division spatiale pour notre conception.

- Enfin, une partie sera consacrée à l’analyse de notre cas d’étude, en utilisant la méthode adéquate, à savoir la simulation numérique via le logiciel DesignBuilder.



Figure 1: Méthodologie de travail et le parcours de la recherche.

Source : auteur.

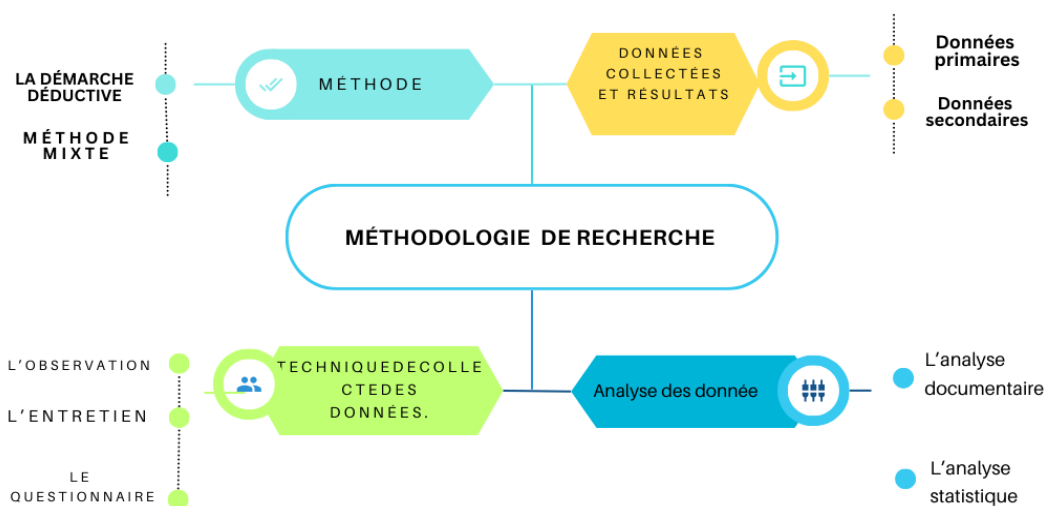


Figure 2 : Méthodologie de recherche et les outils utilisés.

Source : auteur

## 8. Structure du mémoire :

Notre mémoire est structuré en trois chapitres :

**Chapitre I : chapitre introductif :** Ce chapitre comporte l'introduction générale elle sert à introduire, tout d'abord le thème de l'atelier « Architecture, environnement et technologie ». Aussi la problématique générale dans laquelle s'insère notre réflexion ainsi que la problématique spécifique liée au site d'intervention. De plus, les objectifs, les hypothèses du travail, ainsi que la méthodologie suivie de la structure du mémoire.

**Chapitre II : état de l'art :** Le deuxième chapitre comporte les définitions des concepts et notion liés aux thèmes, il s'agit de : l'architecture bioclimatique, les stratégies bioclimatiques, les stratégies technologiques, la recherche scientifiques, l'innovation technologique. Ce chapitre nous a permis de créer un socle solide de connaissances susceptibles de nous aider dans la conception de notre projet.

**Chapitre III : cas d'étude :** Le troisième chapitre est consacré au cas d'étude, pour l'analyse de la ville, l'analyse de l'aire d'étude, l'analyse climatique et énergétique. Il comporte aussi notre intervention urbaine à l'échelle de l'aire d'étude ainsi que la conception du projet architectural.

**Chapitre IV : simulation :** ce dernier sera consacré à la simulation qui nous permettra de trouver les solutions et les recommandations nécessaires pour assurer le confort thermique dans notre projet architectural.

**Conclusion générale :** notre mémoire se finira par une conclusion générale dans laquelle nous présenterons la synthèse et les résultats de notre le travail, ainsi que les perspectives de recherche.

# CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

## **CHAPITRE II : ETAT DE L'ART**

### **INTRODUCTION DU CHAPITRE**

Dans ce chapitre de notre recherche, l'objectif principal est de tracer un chemin vers les connaissances nécessaires pour répondre aux hypothèses abordées dans le premier chapitre de cette recherche. Pour cela, notre parcours dans ce chapitre contient trois parties, la première partie est la connaissances et éclaircissement des stratégies bioclimatique et le solutions passive. La deuxième partie pour but de connaître et comprendre l'intégration des stratégies technologiques dans le domaine de l'architecture, la troisième partie traite la question de la recherche scientifique et la relations entre l'innovation technologique et la recherche. Tous cela en se basant sur l'analyse des exemples des centres de recherches et d'innovations technologique. En fin une synthèse, résumant les parties traitées de cette recherche avec notre positionnement méthodologique, sera présentée.

## 1. Le développement durable :

### Introduction :

L'architecture durable intègre une approche holistique qui dépasse la simple question environnementale pour englober des aspects esthétiques, fonctionnels, climatiques, géographiques et sociaux. Cela est traduit par la prise en compte des éléments urbains, de la fonction, au processus d'utilisation, jusqu'à la structure et des données esthétiques dans la conception des bâtiments. En somme, l'architecture durable vise à anticiper les besoins et les modes de vie futurs, tout en minimisant l'impact sur l'environnement et en favorisant la réutilisation des ressources naturelles. (Alik Myrto Perysinaki, 2012).

### 1.1 La notion du développement durable :

Le Terme Développement Durable est apparu en 1980, connu aussi en anglais par le concept 'sustainable development', pour désigner une forme de développement économique respectueux de l'environnement, du renouvellement des ressources et de leur exploitation rationnelle, de manière à préserver les matières premières.

Le développement durable s'appuie sur une vision à long terme qui prend en compte le caractère indissociable des dimensions environnementale, sociale et économique. (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques ,2023).

### 1.2. Les piliers du développement durable :

Efficacité économique, il s'agit d'assurer une gestion saine et durable, sans préjudice pour l'environnement et le social.

Equité sociale, il s'agit de satisfaire les besoins essentiels de l'humanité en logement, alimentation, santé et éducation, en réduisant les inégalités entre les individus, dans le respect de leurs cultures.



Qualité environnementale, il s'agit de préserver les ressources naturelles à long terme, en maintenant les grands équilibres écologiques et en limitant des impacts environnementaux (Onedd , 2023) .

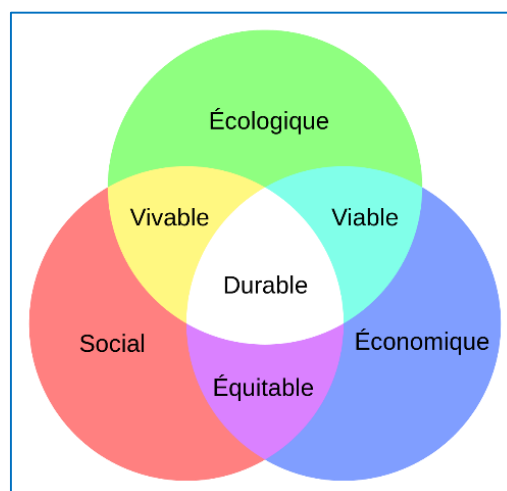


Figure 3: les 3 piliers du développement durable.

Source : [https://www.onedd.org/developpement\\_durable/auteuronedd/](https://www.onedd.org/developpement_durable/auteuronedd/)

### 1.3 Les objectifs du développement durable :

Les objectifs du développement durable, définis par l'Organisation des Nations Unies, sont au nombre de 17. Ils visent à éradiquer la pauvreté, protéger la planète et garantir la prospérité pour tous d'ici 2030. Parmi ces objectifs principaux, nous citerons :

- Éradication de la pauvreté et promotion de l'égalité.
- Protection de la planète.
- Prospérité et bien-être pour tous.
- Paix, justice et partenariats efficaces

#### Synthèse :

Le développement durable naît de l'idée que les choses doivent changer et qu'il faut repenser nos façons de faire en convergeant de nouvelles priorités pour combler les lacunes d'un modèle de développement axé uniquement sur la croissance économique. Il faut donc :

- Maintenir l'intégrité de l'environnement pour assurer la santé et la sécurité des communautés humaines afin de préserver les écosystèmes qui entretiennent la vie.
- Assurer l'équité sociale pour permettre le plein épanouissement de toutes les femmes et de tous les hommes, l'essor des communautés et le respect de la diversité.

- Viser l'efficacité économique pour créer une économie innovante et prospère, écologiquement et socialement responsable (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques ,2023).

## 2. Architecture bioclimatique :

### Introduction :

« La conception architecturale bioclimatique s'inscrit dans la problématique contemporaine liée à l'aménagement harmonieux du territoire et à la préservation du milieu naturel. Cette démarche, partie prenante du développement durable, optimise le confort des habitants, réduit les risques pour leur santé et minimise l'impact du bâti sur l'environnement. »

**Alain Liébard et André De Herde**

### 2.1 Définition et évolution de l'architecture bioclimatique :

L'architecture bioclimatique est une discipline de l'architecture qui allie l'environnement géographique et climatique avec les modes de vie des habitants pour optimiser le confort, la santé, tout en respectant l'environnement. Elle cherche à diminuer les besoins énergétiques d'un bâtiment durant sa vie (de sa construction à sa destruction) tout en tenant compte de la préservation de l'environnement. (Voir figure ci-dessous).



Figure 4: :: Maisons bioclimatiques et écologique.

Source : <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Architecture-bioclimatique.html/>

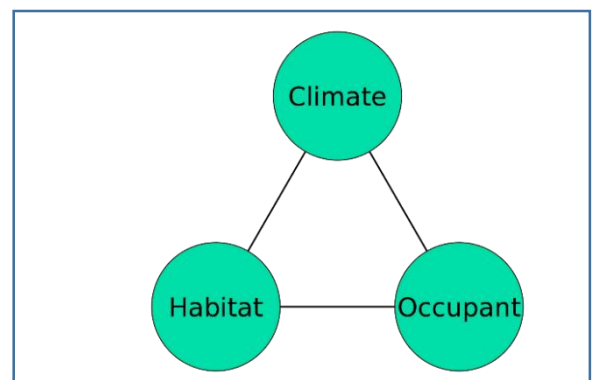


Figure 5: les piliers de l'architecture bioclimatique

Source : auteur.

- L'architecture bioclimatique n'est pas une invention du XXe siècle, mais a longtemps été une construction normale, qui s'est estompée avec l'arrivée des technologies (climatisation, cheminées ou chaudières, etc.) permettant de s'affranchir des contraintes climatiques.

- **Architecture bioclimatique (avant 1960)** : L'approche bioclimatique n'est pas nouvelle et s'inspire des maisons et habitats vernaculaires. L'architecture vernaculaire répond toujours parfaitement aux besoins de ses concepteurs : ses caractéristiques, tant formelles que techniques, sont parfaitement adaptées au climat, au site et au contexte d'installation.
- **Au 19ème siècle**, la révolution industrielle et la concentration de l'activité économique dans les villes entraînent le début de la première grande crise du logement. L'urbanisation combinée à l'industrialisation (le secteur de la construction ne fait pas exception) a entraîné le début d'un processus de densification massive de l'habitat et une première détérioration des relations entre les habitants et leurs habitats, leur environnement et leur architecture.
- **L'architecture bioclimatique (les années 2000)** : Architecture et développement durable De nombreux pays ont accéléré le processus d'extension des approches environnementales à tous les secteurs économiques. (Atba –Stéphane Fuchs, 2007)

## 2.2. Les grands axes de l'architecture bioclimatique :

Les axes de l'architecture bioclimatique sont les suivants :

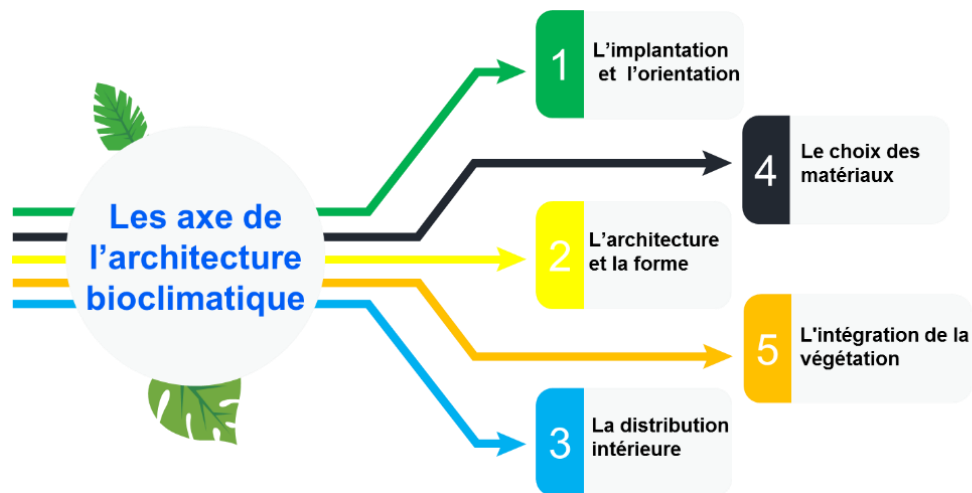


Figure 6 : Les axes de l'architecture bioclimatique Source : l'auteur.

### 2.2.1. 'implantation et l'orientation :

Pour optimiser le confort d'été et récupérer les apports solaires passifs en hiver, il est recommandé de maximiser les fenêtres orientées au sud et d'éviter les expositions directes est et ouest qui peuvent causer des surchauffes et un inconfort visuel. Les ouvertures au nord

doivent être limitées pour minimiser les déperditions thermiques du bâtiment. Il est conseillé de respecter un ratio de surface vitrée d'environ 20% de la surface habitable, répartie comme suit : 50% au sud, 20 à 30% à l'est, 20% à l'ouest et 0 à 10% au nord.

Cette règle est très importante car la bonne maîtrise des apports solaires peut représenter un gain gratuit de 15 à 20% de besoins d'énergie (réduction de la consommation). (Voir figure ci-dessous) :



Figure 7: choix du site d'implantation.

Source : <http://hebergement-touristique-durable.lenord.fr/architecture-bioclimatique.html/>.

### 2.2.2. La forme et organisation des espaces :

La compacité d'un bâtiment se mesure par le rapport suivant : • Superficie des murs extérieurs et des espaces de vie. Plus le coefficient est faible, plus le bâtiment est compact. La coque extérieure a une surface plus petite et réduit les pertes de chaleur. • La compacité varie en fonction de la forme, de la taille et du contact du volume bâti. En effet, la copropriété et l'habitat collectif contribueront à la réduction des surfaces perdues grâce à une bonne compacité. (Voir figure ci-dessous) :

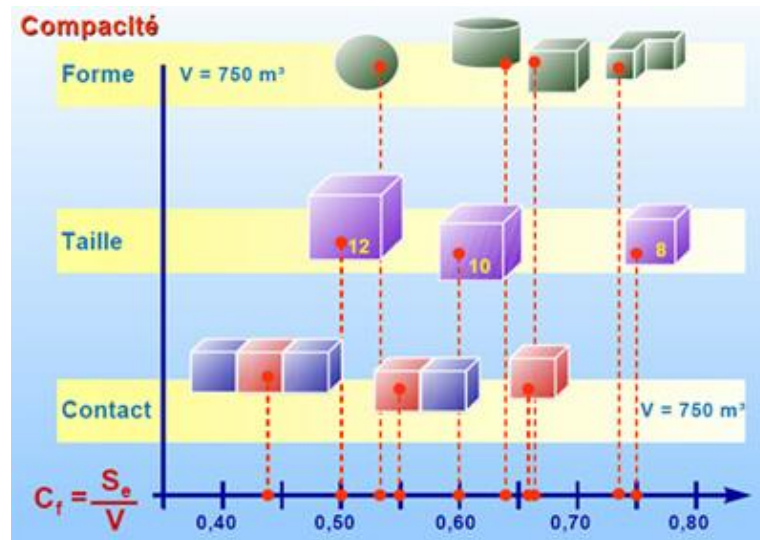


Figure 8: Effet du coefficient sur la compacité du bâtiment.

Source : <http://hebergement-touristique-durable.lenord.fr/architecture-bioclimatique.html/>.

### 2.2.3. La distribution intérieure :

Le zonage d'un habitat permet d'adapter des ambiances thermiques appropriées l'occupation et l'utilisation des divers espaces. (Voir figure ci-dessous) :

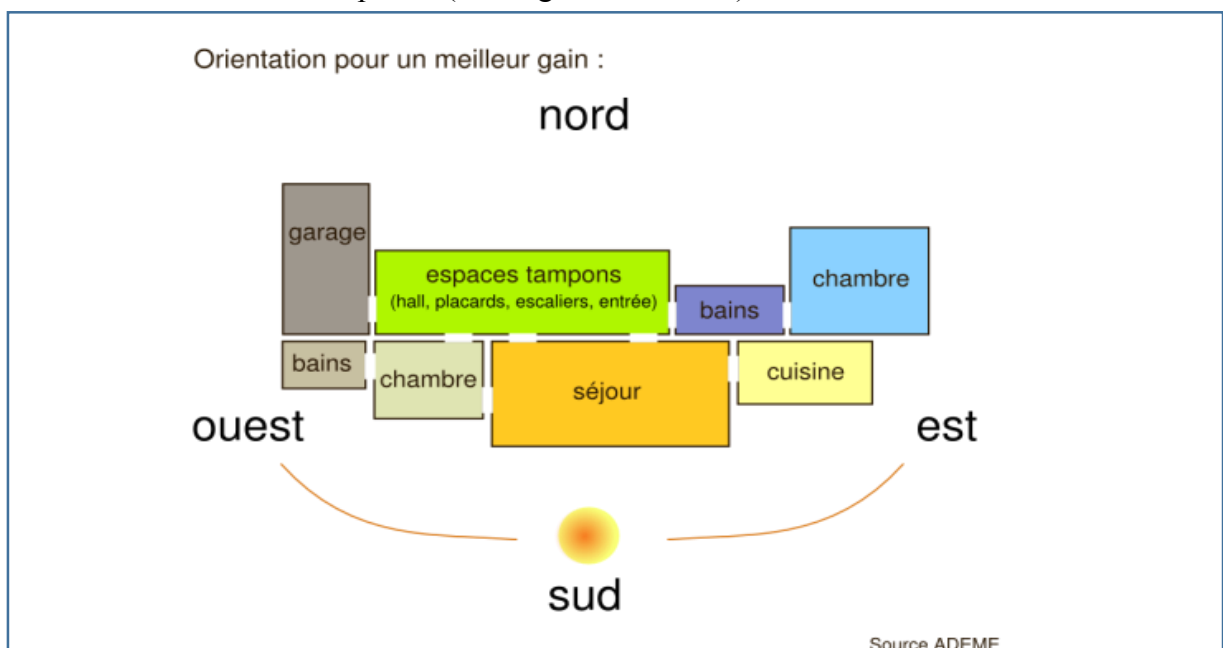


Figure 9: Exemple d'une distribution intérieure.

Source : <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>.

Au nord on aménagera des espaces non chauffés dits « tampons », type garage, cellier, couloirs, etc. Ils assurent une protection thermique et contribuent directement aux économies d'énergies et au confort des occupants.

#### 2.2.4. La composition des parois et le choix des matériaux :

Utiliser des matériaux à faible impact environnemental pour assurer le confort des occupants : éviter la sensation de « mur froid » en captant la chaleur ou en retenant la fraîcheur, et favoriser les économies d'énergie. Il existe des centaines de solutions murales différentes. Les principaux choix portent sur les matériaux de structure, le bardage extérieur, le bardage intérieur et l'isolation. Chaque choix aura un impact sur la performance du mur, du plancher ou de la toiture à travers ses propriétés physiques (i.e. conductivité thermique, résistance mécanique).

#### 2.2.5. L'intégration de la végétation :

Les bâtiments bioclimatiques doivent respecter leur environnement et protéger la biodiversité existante. La végétation est une technique efficace pour limiter le rayonnement solaire en été et réduire les déperditions de chaleur en hiver. La végétation plantée autour du bâtiment joue également un rôle protecteur : comme brise-vent .

### 2.3 Les principes de l'architecture bioclimatique :



Figure 10: les stratégies d'été et d'hiver.

Source : <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>

La conception bioclimatique consiste à tirer le meilleur profit de l'énergie solaire, abondante et gratuite. En hiver, le bâtiment doit maximiser la captation de l'énergie solaire, la diffuser et la conserver. Inversement, en été, le bâtiment doit se protéger du rayonnement solaire et évacuer le surplus de chaleur du bâtiment. La conception bioclimatique s'articule autour des 3 axes suivants :

### 2.3.1 Capturer / se protéger de la chaleur :

Les stratégies de captage et de protection de la chaleur dans les bâtiments bioclimatiques consistent notamment à maximiser le captage de la chaleur solaire en hiver tout en empêchant le rayonnement solaire en été. Cela comprendrait l'orientation des ouvertures vers le sud pour capter la chaleur en hiver et la limitation de l'exposition directe à l'est et à l'ouest pour empêcher le rayonnement solaire en été. (Voir figure ci-dessous)

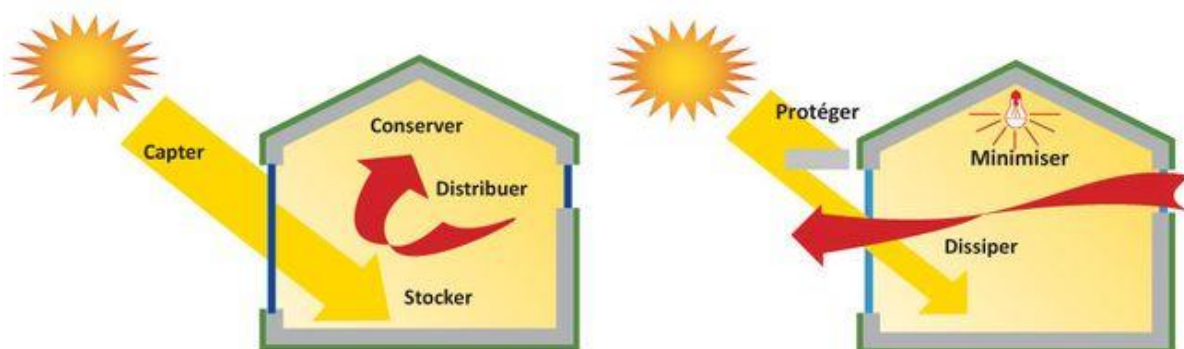


Figure 11 : capturer/protéger de la chaleur

Source : <https://www.build-green.fr/construction-passive-habitat-bioclimatique-capter-les-apports-solaires/>

### 2.3.2 Transformer, diffuser la chaleur :

Une fois la lumière solaire captée, les bâtiments bioclimatiques visent à maintenir un équilibre thermique entre les pièces en diffusant ou en évacuant la chaleur grâce à des systèmes de ventilation. Les matériaux mats de surface granuleuse sont plus aptes à capter la lumière et la convertir en chaleur que les surfaces lisses et aspect métallique ou laqué. Les sols sombres sont recommandés pour éviter les superpositions de chaleur, et les teintes variables sur les murs peuvent diriger la lumière et la chaleur vers les zones qui le nécessitent. En été, la fraîcheur nocturne peut être stockée dans le bâtiment pour limiter les surchauffes pendant le jour.

### 2.3.3 Conserver la chaleur ou la fraîcheur :

**En hiver**, une fois captée et transformée, l'énergie solaire doit être conservée à l'intérieur de la construction et valorisée au moment opportun.

**En été**, c'est la fraîcheur nocturne, captée via une sur-ventilation par exemple, qui doit être stockée dans le bâti afin de limiter les surchauffes pendant le jour.



De manière générale, cette énergie est stockée dans les matériaux lourds de la construction. Afin de maximiser cette inertie, on privilégiera l'isolation par l'extérieur. (Voir figure ci-dessous).

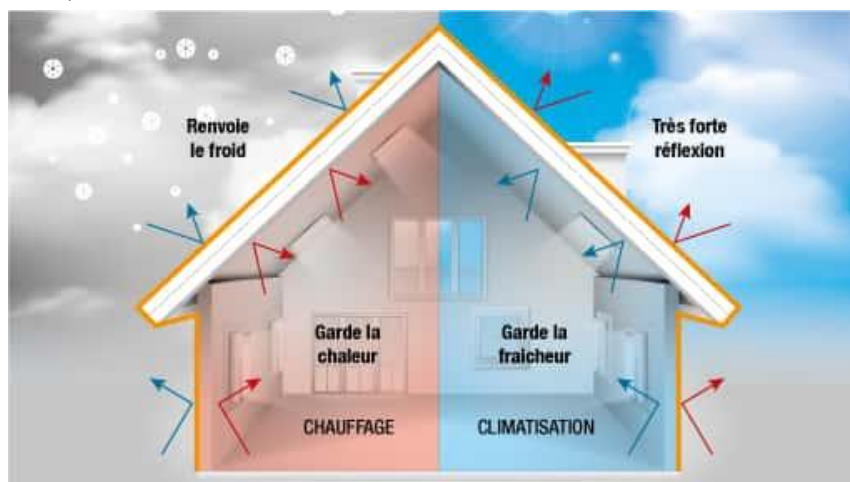


Figure 12: Conserver la chaleur ou la fraîcheur en hiver, en été.

Source : <https://www.futura-sciences.com/maison/actualites/isolation-cette-peinture-facade-isole-maison-froid-chaud-92449/>.

## 2.3 Les stratégies de l'architecture bioclimatique (selon le contexte « OULED FAYET ») :

### 2.3.1 Les stratégies passives :

Les stratégies passives sont des mesures architecturales et constructives qui permettant d'atteindre naturellement le but poursuivi sans ou avec très peu d'apport d'énergie.

#### 2.4.1.1 La ventilation naturelle :

Action de produire une circulation ou un courant d'air et assurer sa répartition dans le milieu considéré (Développement durable en Limousin, 2012). La ventilation naturelle utilise des ressources naturelles telles que la poussée thermique et la pression naturelle des vents sur le bâtiment, ce qui en fait une solution beaucoup plus durable qu'une solution mécanique (souchier boulet , 2023). (voir la figure ci-dessous) .



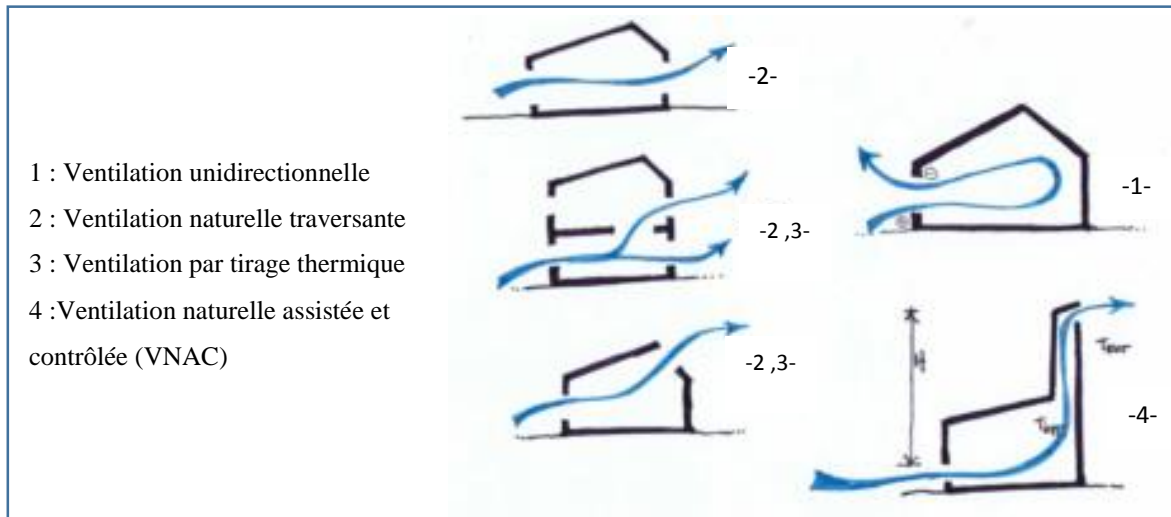


Figure 13: Types de ventilation naturelle,

Source : Google image

#### A. Pourquoi ventiler ?

- En remplaçant l'air vicié par les occupants et les diverses sources de pollutions (cuisines, sanitaires, ateliers, etc.) par de l'air neuf, la ventilation permet au bâtiment de disposer d'une qualité de l'air intérieur suffisante pour la santé des occupants.
- La ventilation participe à la pérennité des bâtiments en évacuant l'humidité qui pourrait être source de détérioration.
- La ventilation naturelle permet une amélioration du confort hygrothermique (en été) avec une réduction des consommations D'énergie (Durant H, 1984).

#### 2.4.1.2 Éclairage naturelle :

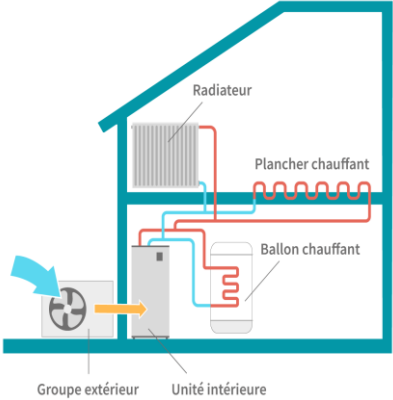
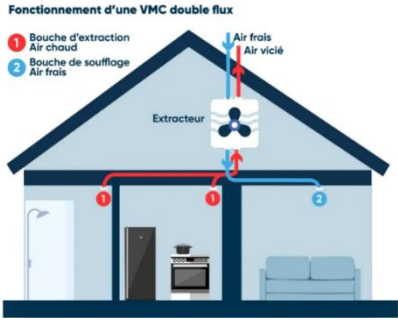
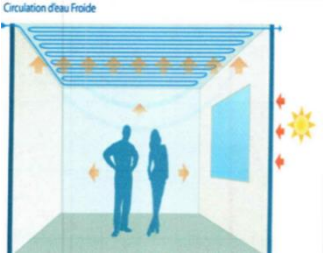

L'éclairage naturel, également appelé ensoleillement, se réfère à l'utilisation de la lumière du jour à l'intérieur des bâtiments. La lumière naturelle, est évidemment la lumière première : elle constitue donc notre référent mais est également particulièrement recherchée pour économiser de l'énergie (leclairage , 2007).

**A. La stratégie de la lumière naturelle :**

<b>Capter</b>	<b>Transmettre</b>
<p>Il s'agit de capturer la lumière du jour afin de l'utiliser pour éclairer naturellement un édifice. La disponibilité de la lumière naturelle varie en fonction de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Du type de ciel</li> <li>○ Du moment de l'année,</li> <li>○ De l'heure</li> <li>○ De l'orientation de l'ouverture</li> <li>○ De l'inclinaison de l'ouverture</li> <li>○ De l'environnement physique de l'édifice : bâtiments voisins, type de sol, végétation, ...</li> </ul>	<p>La transmission de la lumière naturelle implique de permettre à celle-ci de pénétrer à l'intérieur d'un espace.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Le matériau de transmission utilisé peut être transparent ou translucide</li> </ul>
<b>Distribuer</b>	<b>Se protéger</b>
<p>La distribution de la lumière naturelle implique la bonne orientation et le transport des rayons lumineux afin de favoriser une répartition optimale de la lumière naturelle dans le bâtiment. Diverses méthodes basées sur la lumière naturelle peuvent contribuer à une répartition harmonieuse de la lumière naturelle dans un bâtiment, parmi eux on cite :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Le type de distribution lumineuse (direct, indirecte),</li> <li>○ La répartition des ouvertures,</li> <li>○ L'agencement des parois intérieures,</li> <li>○ Le matériau des surfaces du local,</li> <li>○ Les zones de distribution lumineuse,</li> <li>○ Les systèmes de distribution lumineuse.</li> </ul>	<p>Contrôler la lumière naturelle consiste à gérer la quantité et la distribution de la lumière dans un espace en fonction de la variation des conditions climatiques et des besoins des occupants.</p> <p>On peut diviser les solutions de contrôle de l'éclairage naturel en trois catégories :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ L'utilisation de systèmes d'éclairage naturel adaptables, tels que des éléments de contrôle amovibles.</li> <li>○ Le zonage de l'installation d'éclairage artificiel en fonction de la lumière naturelle disponible.</li> <li>○ La régulation du flux des lampes en fonction de la présence de lumière naturelle(Louvain-La-Neuve ,2021)</li> </ul>

*(Tableau 1: La stratégie de la lumière naturelle.)*

2.4.2 Les stratégies actives :

2.4.2.1 Le chauffage	2.4.2.2 La Ventilation mécanique
<p>Le chauffage local ou central reste indispensable dans les climats froids pour assurer une température confortable en hiver. (voir la figure ci-dessous)</p>  <p>Figure 14: principe de fonctionnement de chauffage</p> <p>Source : <a href="https://www.manomano.fr/conseil/comment-choisir-une-pompe-a-chaaleur-air-eau-4681">https://www.manomano.fr/conseil/comment-choisir-une-pompe-a-chaaleur-air-eau-4681</a></p>	<p>La ventilation mécanique supplée à la ventilation naturelle ou la complète dans les locaux de grande dimension ou à fort taux d'occupation. Elle permet aussi de récupérer la chaleur dans l'air extrait. Parmi les types de ventilation mécanique on cite le VMC double flux (voir la figure ci-dessous)</p>  <p>Figure 15: principe de fonctionnement de VMC</p> <p>Source : <a href="https://www.ddy.fr/travaux-energetique/ventilation/naturelle">https://www.ddy.fr/travaux-energetique/ventilation/naturelle</a></p>
2.4.2.3 Le Rafraichissement	2.4.2.4 L'Eclairage artificiel
<p>Le conditionnement d'air permet de refroidir les locaux dans lesquels la charge thermique est trop élevée. On peut aussi utiliser à cet effet les parois radiantes par exemple des plafonds froids).</p>  <p>Figure 16 : Plafonds froids,</p> <p>Source : <a href="http://www.karosystems.com/">http://www.karosystems.com/</a></p>	<p>L'éclairage artificiel est bien connu et reste indispensable pour voir la nuit</p>  <p>Figure 17: éclairage artificiel</p> <p>Source : <a href="http://fr.dreamstime.c">http://fr.dreamstime.c</a></p>

(Tableau 2: Les stratégies actives.)

Les stratégies actives ou technologiques permettent d'atteindre le but poursuivi par des actions mécaniques, en consommant de l'énergie pour compenser les défauts du bâtiment ou compléter les stratégies passives.




### 2.4.3 Les techniques bioclimatiques en architecture :

#### 2.4.3.1 Façade double peau :

##### A. Qu'est-ce qu'une façade double-peau ?

Les façades doubles peau sont un système d'isolation de plus en plus prisé. Il agit comme une seconde peau, avec une chambre à air ventilée qui permet à l'air de circuler et de dissiper la chaleur lorsque la façade est chauffée par le rayonnement solaire (Voir figure ci-dessous). Ce système est apprécié pour sa haute qualité, ses possibilités esthétiques et ses avantages en termes d'isolation thermique et acoustique. De plus, il protège la façade des intempéries, évite la casse des matériaux due aux différences de température et élimine les problèmes de condensation et d'humidité. De plus, il atténue les ondes sonores, assurant ainsi une isolation phonique sans réduire l'espace utilisable à l'intérieur du bâtiment (quilosa, 2020).

(Tableau 3: exemple d'une façade double peau)

		
<p>Figure 18: Façade Double Peau – Partie Basse</p>	<p>Figure 19: Façade Double Peau – Partie Centrale</p>	<p>Figure 20: Façade Double Peau – Partie Haute</p>
<p>Façade Double Peau – Partie Basse</p>	<p>Façade Double Peau – Partie Centrale</p>	<p>Façade Double Peau – Partie Haute</p>

B. Les avantages de la façade double peau :

- Diminution des déperditions thermiques,
- Protection contre les contraintes météorologiques (froid, vent ...),
- Stockage de la chaleur par effet de serre à l'intérieur de la double peau,
- Évite les surchauffes d'été en limitant l'action du rayonnement direct du soleil,
- Isolation phonique,
- Économie d'énergie en limitant le recours à la climatisation et au chauffage,
- Utilisation de l'éclairage naturel.

c. Mode de fonctionnement :

Le schéma de ventilation de la façade bioclimatique s'adapte aux conditions climatiques

- ✓ ✓ Hiver : La double peau est fermée et utilise donc le rayonnement solaire pour chauffer l'air à l'intérieur de la double peau et stocker un maximum de chaleur solaire. Une fonction automatique limite les températures excessives au sein de la double peau en introduisant temporairement de l'air extérieur lorsque cela est nécessaire.
- ✓ ✓ Été : Empêcher la surchauffe de l'air intérieur en ventilant naturellement l'air de la double peau, gardant l'air chaud de la double peau à l'extérieur du bâtiment. On peut utiliser des ouvertures dans la façade du bâtiment pour permettre à l'air frais de pénétrer à travers la double peau, limitant ainsi le recours à la climatisation.

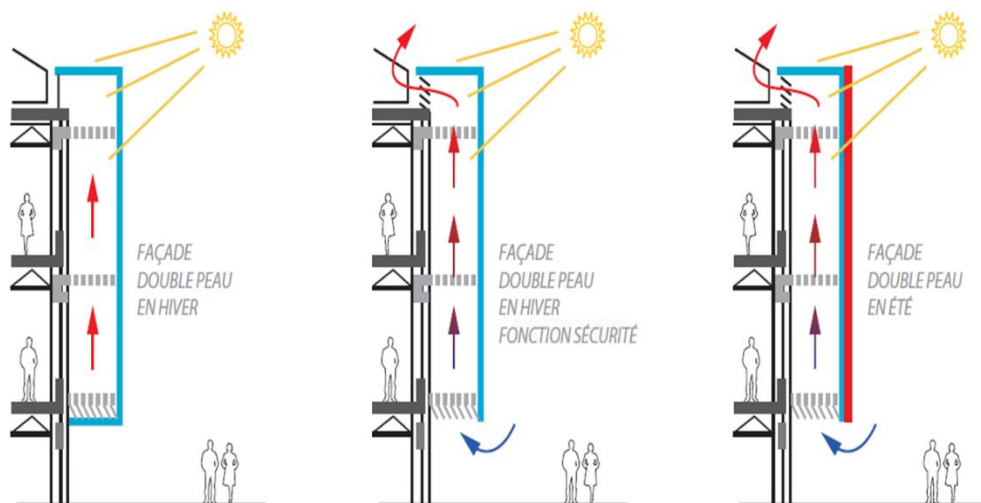


Figure 21: mode de fonctionnement d'une façade double peau .

Source : <https://www.souchier-boullet.com/prescription/prescription-gestion-energetique/facade-bioclimatique-intelligente-fci/>.

2.4.3.2 Vitrage :

A. Les propriétés du vitrage :

Le verre est un matériau essentiel dans la construction, offrant des propriétés telles que la transparence, l'isolation thermique et phonique. Sa capacité à réfléchir la lumière extérieure tout en assurant un effet de serre optimal en fait un matériau très recherché. Les propriétés d'isolation thermique du verre sont particulièrement prisées, permettant d'empêcher la chaleur interne de se dissiper vers l'extérieur, ce qui le rend adapté aux situations nécessitant l'utilisation de "double vitrage" ou de "triple vitrage" (futura-sciences,2023). (Voir figure ci-dessous)

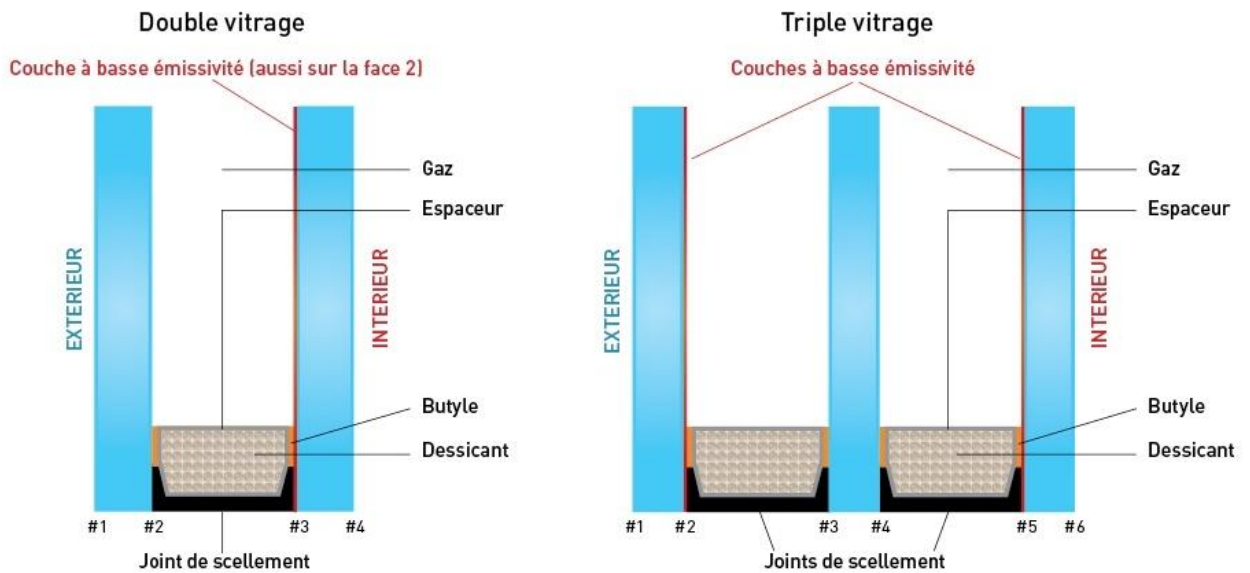
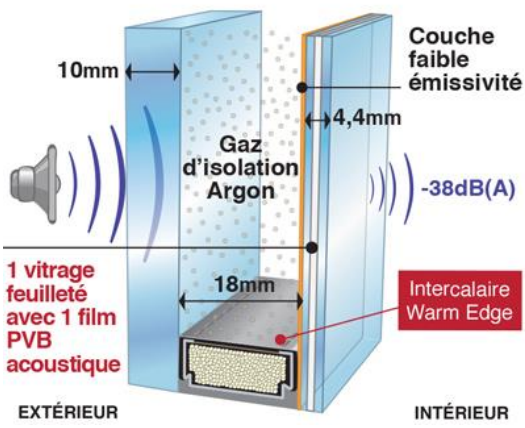
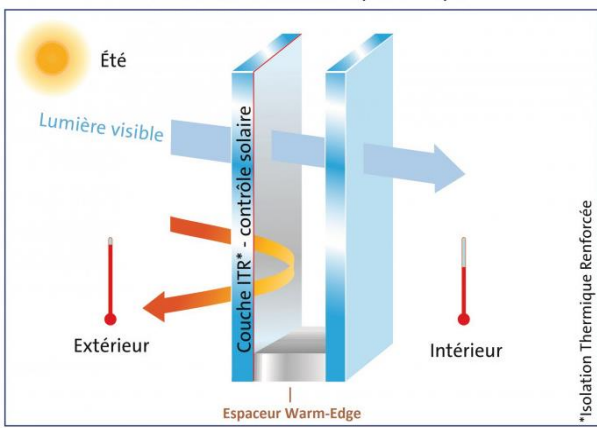


Figure 22: composant d'un double et triple vitrage.

Source : <https://www.vgi-fiv.be/le-verre/les-vitrages-isolants/>.

*B. Les types du vitrage par isolation : (Tableau 4: les type du vitrage par isolation.)*

<p><b>Vitrage à isolation acoustique</b></p>	<p><b>Vitrage pare-soleil</b></p>
 <p>10mm</p> <p>1 vitrage feuilleté avec 1 film PVB acoustique</p> <p>EXTÉRIEUR</p> <p>18mm</p> <p>Gaz d'isolation Argon</p> <p>4,4mm</p> <p>Couche faible émissivité</p> <p>-38dB(A)</p> <p>INTÉRIEUR</p> <p>Intercalaire Warm Edge</p> <p>Figure 23: vitrage à isolation acoustique.</p> <p>Source : <a href="https://www.forumconstruire.com/construire/topic-413146-mauvaise-isolation-">https://www.forumconstruire.com/construire/topic-413146-mauvaise-isolation-</a></p>	 <p>Été</p> <p>Lumière visible</p> <p>Extérieur</p> <p>Couche IIR* - contrôle solaire</p> <p>Intérieur</p> <p>Espaceur Warm-Edge</p> <p>*Isolation Thermique Renforcée</p> <p>Moins de surchauffe en été</p> <p>Figure 24: Vitrage pare-soleil.</p> <p>Source : <a href="https://www.as-du-carreau.fr/double-vitrage-solaire">https://www.as-du-carreau.fr/double-vitrage-solaire</a>.</p>
<p>Pour minimiser les nuisances sonores, le vitrage acoustique utilise une structure vitrée asymétrique. Par exemple, les fenêtres en verre 4-15-6 font beaucoup moins de bruit que les fenêtres en verre 4-15-4. De meilleures performances acoustiques peuvent être obtenues avec des vitrages constitués de verre feuilleté de sécurité sur une ou deux faces, ou encore avec du verre feuilleté spécial acoustique et de sécurité</p>	<p>Ce type de verre bloque la chaleur et la lumière du soleil en été et la chaleur en hiver. Parfois, il s'agit d'une teinte légèrement plus foncée que les autres types de verre pour aider à protéger votre intérieur des regards indiscrets, mais il existe de nombreux autres types de verre pare-soleil neutre qui ne sont pas très différents du verre.</p>



### 2.4.3.3 Atrium :

Avec la croissance du nombre de bâtiments avec atrium, surtout dans les bâtiments luxueux non résidentiels, la demande en systèmes de ventilation pour améliorer la qualité de l'air et le confort thermique a augmenté.

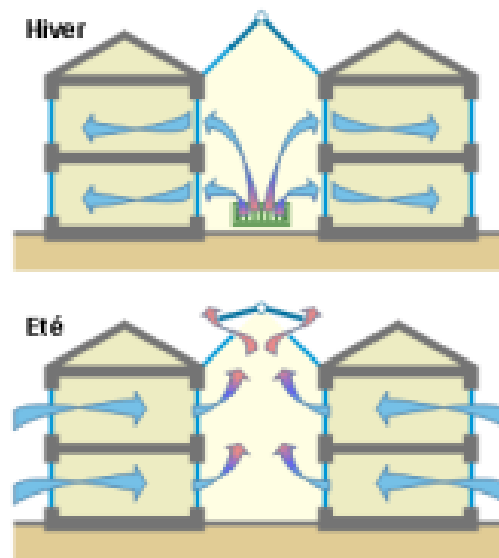
#### A. Définition : Qu'est-ce qu'un Atrium ?

(N.m.) Dans les maisons romaines, sorte de cour intérieure bordée de portiques formant des galeries couvertes. Le centre donnait à l'air libre et comprenait parfois un impluvium (Dictionnaires Larousse,2022).

#### B. Choix de la ventilation :

La présence de l'atrium modifie l'organisation de la ventilation du bâtiment. Le mouvement de l'air dépendra de la saison et de l'effet recherché.

• **En hiver**, l'air de l'atrium est nettement plus chaud qu'à l'extérieur. Si l'entrée d'air est située dans l'atrium, préchauffez l'air frais hygiénique des locaux. Dans une certaine mesure, la chaleur est récupérée du bâtiment lui-même. Pendant les périodes ensoleillées, l'intérêt augmente puisque l'atrium tout entier fait office de capteur solaire. Le préchauffage de l'air



neuf entraîne d'importantes économies d'énergie.

*Figure 25: stratégie de ventilation en hiver et en été.*

*Source : Google photo*

• **En été**, l'effet de cheminée est utilisé pour créer un mouvement d'air de l'extérieur vers l'atrium. Lorsqu'il fait très chaud, ce cycle thermique peut être maintenu la nuit afin de



refroidir les structures comprises dans l'atrium. Une ventilation efficace pourra s'établir à condition de disposer d'ouvrants au niveau du sol et de la toiture.

2.4.3.4 Toiture végétalisée :

Une toiture végétalisée, encore appelée toit végétal, toiture végétale, éco toit ou toit vert est un aménagement de verdure composé de matériaux et de végétaux installés sur le sommet d'un bâtiment. La végétation a vocation à être autonome grâce à une sélection de plantes capables de se développer en écosystème stable. Les toitures végétales sont notamment utilisées pour lutter contre les îlots de chaleur qui se développe dans les villes.

A. Les types de toiture végétalisée :

. Délimité par un dispositif de séparation et une zone stérile, le toit végétal est composé de 8 couches superposées (1 à 8). (Voir figure ci-dessous)










CRITÈRES	Végétalisation extensive	Végétalisation semi-intensive	Végétalisation intensive (toiture-jardin)
Élément porteur	 BETON BOIS TAN	 BETON	 BETON pente maximale 5%
Choix de la végétation	Sedums, mousses, vivaces	Vivaces, petits arbustes, gazons	Arbustes, arbres, gazons
Épaisseur de substrat (cm)	4 à 15	12 à 30	30 et plus
Poids du système complet (kg/m²)	75 à 180	200 à 500	500 à 2000
Arrosage	non*		
Entretien			
Coût de la toiture	€	€€€	€€€€
Accessibilité	non	limitée	

Figure 26: Comparaison des différentes toitures végétales.

Source : <https://www.vegetalid.fr/en-savoir-plus-sur-la-vegetalisation/qu-est-ce-qu-une-toiture-vegetale.html>.

Le choix du complexe de végétalisation doit être adapté à la charge que peut supporter l'élément porteur du bâtiment. La toiture végétalisée peut s'installer sur tous les supports porteurs (Béton, Bois). Le drainage évacue les excès d'eau de pluie vers les dispositifs d'évacuations pluviales. Le filtre évite le colmatage entre le substrat et la couche drainante. Les couches 4 à 8 forment le complexe de végétalisation. Un point d'eau dimensionné à la

surface végétalisée doit être prévue sur la toiture afin de d'éviter un dépérissement trop important des végétaux en cas de sécheresse prolongée.



Figure 27: Coupe de principe d'une toiture végétalisée.

Source : <https://www.vegetalid.fr/en-savoir-plus-sur-la-vegetalisation/qu-est-ce-qu-une-toiture-vegetale.html>.

## Synthèse :

En résumé, l'architecture bioclimatique constitue une stratégie importante pour atteindre les objectifs de développement durable dans le secteur de la construction. Elle maximise l'utilisation de l'énergie solaire pour maintenir un confort thermique confortable toute l'année tout en minimisant l'impact environnemental du bâtiment. Les bâtiments bioclimatiques visent à maintenir un équilibre thermique entre les pièces en diffusant ou en évacuant la chaleur grâce à des systèmes de ventilation, tout en utilisant des matériaux adaptés et de la végétation pour limiter le rayonnement solaire en été et réduire les déperditions de chaleur en hiver. En intégrant ces stratégies, l'architecture bioclimatique peut contribuer à atteindre les objectifs de durabilité environnementale, sociale et économique.

### 3. Les stratégies technologiques :

#### Introduction

L'urgence de la crise climatique mondiale nécessite de repenser fondamentalement notre approche de la conception, de la construction et de la gestion des bâtiments. Face à ce défi, différents concepts et technologies émergent pour favoriser la transformation écologique. Parmi eux, la stratégie technologique innovante joue un rôle de premier plan. Ces avancées semblent offrir des perspectives significatives pour réduire l'empreinte carbone du secteur de la construction. Dans cette exploration, nous examinerons de plus près ces stratégies technologiques, en évaluant leur véritable impact, leurs avantages potentiels et leurs défis pour permettre une révolution verte dans la construction.

#### 3.1. Qu'est qu'une technologie ?

La technologie consiste à mettre en pratique les connaissances scientifiques pour atteindre des objectifs concrets dans la vie, contribuant ainsi au changement et à la manipulation de l'environnement biologique (Aquaportail ,2006). Elle inclut à la fois les éléments matériels et immatériels, allant des progrès physiques comme les machines et les appareils électroniques aux avancées conceptuelles comme les logiciels et les machines

La technologie va au-delà de la simple création d'objets ou de solutions techniques ; elle englobe également la façon dont ces solutions sont élaborées, mises en pratique et intégrées dans notre quotidien.

La technologie peut être considérée comme un catalyseur de l'évolution, favorisant l'innovation, la croissance économique et le progrès social.

Cependant, l'usage de cette technologie pose également des interrogations éthiques, sociales et environnementales, ce qui demande une réflexion continue sur la façon dont la technologie peut être utilisée au service du bien commun tout en réduisant au minimum les conséquences adverses.

#### 3.1.1 La technologie dans le domaine de l'architecture

Les domaines de la technologie et de l'architecture sont étroitement liés et s'influencent mutuellement. Ainsi, l'intégration des nouvelles technologies dans le secteur de la construction a récemment connu une nouvelle dynamique. La croissance des villes, des

populations et des économies est principalement à l'origine de cette tendance, ainsi que la révolution des communications à l'ère du Big Data. Ainsi, la technologie du bâtiment a connu une nouvelle évolution et occupe une place importante dans les débats. De plus, la rapidité du progrès technologique entraîne une numérisation à grande échelle du domaine de la construction.

L'application des technologies de l'information est déjà un enjeu de compétitivité. Les innovations dans le domaine de la construction modifient le chantier et augmentent les bénéfices, tout en permettant de remporter des appels d'offres. Ce sont désormais les innovations qui permettent de mettre en œuvre la demande du client avec une efficacité maximale, apportant ainsi des avantages économiques et améliorant la compétitivité des entreprises de construction (planradar ,2022)

### 3.2 Le bâtiment intelligent :

#### 3.2.1 Définition d'un bâtiment intelligent :

Le bâtiment intelligent prend plusieurs définitions selon plusieurs pays (ALBERT ,1999).

(Tableau 5: définition d'un bâtiment intelligent.)

<b>Selon U.S. A</b>	Il s'agit d'un système qui génère un cadre productif et rentable en améliorant ses quatre éléments essentiels : la structure, les systèmes et les services, et en gérant les interactions entre ces quatre éléments.
<b>En Europe</b>	Selon le groupe des bâtiments intelligents britanniques, qui se trouve au Royaume-Uni, un bâtiment intelligent est défini comme celui qui "créé un environnement qui améliore l'efficacité des occupants du bâtiment tout en favorisant une gestion efficace des ressources tout en réduisant les coûts de la vie matérielle et des installations".

En d'autres termes, un bâtiment intelligent est un bâtiment à haute performance énergétique qui intègre dans sa gestion intelligente les équipements consommateurs, les équipements producteurs et les équipements de stockage, comme les véhicules électriques.

Le terme "bâtiment intelligent" désigne l'incorporation de solutions de gestion énergétique

<b>En Asie</b>	<b>A Singapore</b>	<p>La construction intelligente doit satisfaire à trois (03) critères :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il est important que le bâtiment soit équipé de systèmes de contrôle automatique avancés qui permettent de surveiller différentes installations, telles que la climatisation, la température, l'éclairage, la sécurité, les incendies, etc., afin de garantir un environnement de travail confortable pour les locataires.</li> <li>• Il est également important que le bâtiment dispose d'une infrastructure de réseau solide pour faciliter la circulation des données entre les différents étages.</li> <li>• Il est nécessaire que le bâtiment propose des équipements de télécommunication appropriés.</li> </ul>
	<b>En Chine</b>	<p>Cela implique que l'édifice renferme trois fonctions fondamentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatisation de la communication (AC).</li> <li>• La bureautique (BA).</li> <li>• Gestion automatisée des bâtiments (GA). <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La fonction d'alarme incendie de (FA) est préférée par certains en Chine.</li> <li>➤ Et d'autres encore : avoir un système complet d'automatisation de la maintenance (MA).</li> </ul> </li> </ul>
	<b>Au Japan</b>	<p>Le bâtiment intelligent basé sur quatre aspects :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jouer le rôle d'un lieu de réception et de communication d'informations, contribuant ainsi à l'efficacité de la gestion.</li> <li>• Garantir la satisfaction et la confiance des employés</li> <li>• Simplifier l'administration des bâtiments afin de fournir un service plus attentif aux administrateurs à un prix plus abordable.</li> <li>• Des solutions rapides, adaptables et économiques pour faire face à des environnements sociologiques en constante évolution, au travail de bureau complexe et aux stratégies commerciales en cours.</li> </ul>

dans les logements et les bâtiments d'entreprise, dans le but d'atteindre des bâtiments à énergie positive (SMART GRIDS-CRE, 2022). Il englobe la notion de maison connectée individuelle (Smart home) ainsi que celle de bâtiment à énergie positive (Smart building).

➤ *Aperçu historique sur le concept du bâtiment intelligent :*

Le développement du bâtiment intelligent a traversé trois étapes au cours de son histoire, chacune représentant une période qui caractérise son développement. On peut les résumer de la manière suivante. (TING PAT-SO et all ,1999). **Bâtiment automatisé (Automation Buildings 1981-1985)** : Les bâtiments automatisés de cette période ont été définis comme "*un ensemble de technologies innovantes, dont les plus importantes sont les éléments de la communication sans fil*".

- **Bâtiment responsif : (Responsive Buildings 1986-1991)** : Les bâtiments responsive de cette période étaient connus comme "*un ensemble de techniques capables de modifier le système à travers le temps*".
- **Bâtiment effectif : (Effective Buildings 1992- à nos jours-là)** : Le concept de bâtiment intelligent était radicalement différent des concepts précédents et visait vers les occupants du bâtiment et leurs fonctions plutôt que les systèmes informatiques.
- 

*3.2.2 Les caractéristiques d'un bâtiment intelligent :*

Les principales caractéristiques d'un bâtiment intelligent peuvent être résumées comme suit. (MIKKI. A ,2017).

- Grâce à des systèmes automatisés, le bâtiment gère et contrôle l'espace intérieur et extérieur, ce qui lui permet de faire face aux conditions et aux variables internes et externes, comme le changement climatique, un incendie, etc.
- Le bâtiment identifie la méthode la plus efficace et efficiente, offrant ainsi un environnement pratique et confortable aux résidents.
- Le bâtiment répond aux besoins des résidents grâce à des systèmes de communication de pointe.

*3.2.3 Les composants conceptuels d'un bâtiment intelligent :*

*3.2.3.1 Les matériaux intelligents :*

Un matériau intelligent possède une sensibilité, une adaptabilité et une évolution. Ils ont des caractéristiques qui lui permettent de fonctionner comme un capteur (détection de

signaux), un actionneur (action sur son environnement) ou parfois comme un processeur (traiter, comparer, stocker des données).

La forme, la connectivité, la viscoélasticité ou la couleur de ce matériau peuvent être modifiées spontanément par des excitations naturelles ou provoquées provenant de l'extérieur ou de l'intérieur du matériau : variations de température, contraintes mécaniques, champs électriques ou magnétiques. (DE ROSNAY, J, 2000).

#### A- Caractéristiques des matériaux intelligents :

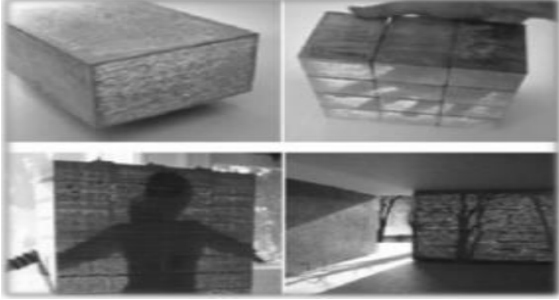




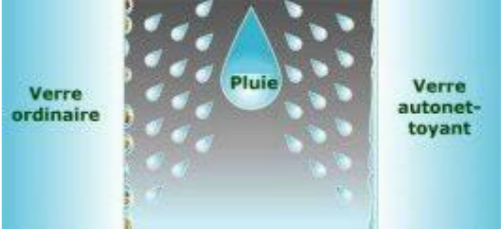
Si ces caractéristiques sont appliquées à l'organisation de ces matériaux, on peut les classer dans :

- Possibilité de changement de propriété.
- Capacité d'échange d'énergie.
- Taille discrète / emplacement.
- Réversibilité. (ADDINGTON, M et all, 2005).



B-Exemples des matériaux intelligents :

On peut citer quelques exemples des matériaux intelligents (DOGNE, N et all, 2014).

Béton transmettant la lumière	Ciment intelligent	Revêtement intérieur réfléchissant
 <p>Figure 28 : Béton transmettant la lumière</p> <p>Source : <a href="https://www.researchgate.net/publication/297167802_SMART_CONSTRUCTION_MATERIALS_TECHNIQUE">https://www.researchgate.net/publication/297167802_SMART_CONSTRUCTION_MATERIALS_TECHNIQUE</a></p> <p>Il s'agit d'une combinaison de béton et de fibre optique qui offre une vue sur le monde extérieur du vide. Il permet à la lumière de les traverser avec une différence entre les pièces en fonction de l'épaisseur du mur. (Voir la figure ci-dessus)</p>	 <p>Figure 29: Ciment intelligent</p> <p>Source : <a href="https://detours.canal.fr/ciment-intelligent-pourrait-transformer-trottoirs-source-denergie/">https://detours.canal.fr/ciment-intelligent-pourrait-transformer-trottoirs-source-denergie/</a></p> <p>Il repose sur l'utilisation de carbonate de magnésium plutôt que de carbonate de calcium et absorbe le dioxyde de carbone de l'atmosphère lorsque une tonne absorbe 0,4 tonnes de dioxyde de carbone. (Voir la figure ci-dessus)</p>	 <p>Figure 30: Peinture intérieure réfléchissante</p> <p>Source: <a href="http://arabic.hotrolledsteel-coil.com/sale-9247587-ceiling-reflective-pre-painted-aluminum-sheet-5052-h32-coating-resistant.html">http://arabic.hotrolledsteel-coil.com/sale-9247587-ceiling-reflective-pre-painted-aluminum-sheet-5052-h32-coating-resistant.html</a></p> <p>Il s'agit d'un revêtement qui offre un éclairage supérieur aux peintures classiques, ce qui accroît la perception d'espace et d'éclairage, diminue également la consommation d'énergie dans l'éclairage industriel, améliore la perception de la lumière naturelle et réduit la consommation d'énergie de 20% (voir la figure ci-dessus).</p>
Briques lumineuses	Verre chromo génique (verre chromogène)	Verre autonettoyant
 <p>Figure 31: Brique lumineuse.</p> <p>Source : <a href="https://library.iugaza.edu.ps/thesis/122641.pdf">https://library.iugaza.edu.ps/thesis/122641.pdf</a></p> <p>Il est utilisé pour la première fois dans les installations techniques internationales et se distingue par sa grande résistance. Il est composé de panneaux en polycarbonate, qui sont plus résistants que le verre ordinaire et 50% plus légers que le verre normal. Ils sont aussi proposés dans des teintes transparentes et variées. (Voir la figure ci-dessus)</p>	 <p>Figure 32: Verre chromogène</p> <p>Source : <a href="https://www.chromogenics.com/">https://www.chromogenics.com/</a></p> <p>Est un type de verre capable de changer de teinte ou de transparence en réponse à des stimuli externes tels que la lumière, la chaleur ou un courant électrique. Ses caractéristiques visuelles varient en fonction des besoins du bâtiment (Voir la figure ci-dessus).</p>	 <p>Figure 33: Verre autonettoyant</p> <p>Source : <a href="http://universduverre.free.fr/actu-auto-nettoyant.html">http://universduverre.free.fr/actu-auto-nettoyant.html</a></p> <p>Un type de verre recouvert d'un revêtement de dioxyde de titane, qui utilise la lumière UV pour décomposer les matières organiques et l'eau de pluie pour éliminer la saleté. Le verre reste propre plus longtemps, réduisant la fréquence et l'effort (voir la figure ci-dessus).</p>

(Tableau 6: exemples des matériaux intelligents. source auteur.)



### 3.4 Les stratégies technologiques en architecture :

#### 3.4.1 Utilisation des systèmes intelligents :

Les processeurs domestiques intelligents nécessitent des systèmes intelligents afin de créer un système capable de satisfaire aux exigences de performance du bâtiment. Ces exigences définissent la structure physique des commutateurs de commande et des canaux de communication tels que les câbles, les périphériques d'entrée et autres, qui jouent un rôle crucial dans la gestion du bâtiment. (KKI, A, 2017).

Deux concepts englobent les systèmes intelligents dans un bâtiment sont : la domotique et l'immotique.

##### 3.4.1.1 La domotique :

##### A – C'est quoi la domotique ?

La domotique englobe toutes les méthodes visant à incorporer dans l'habitat tous les dispositifs automatisés en matière de sécurité, de gestion de l'énergie, de communication, etc (DICTIONNAIRE LAROUSSE ,2023).

« On regroupe sous l'appellation domotique l'ensemble des technologies de l'électronique, de l'informatique et des télécommunications qui sont utilisées dans les domiciles pour rendre ceux-ci plus « intelligents ». La domotique vise donc à intégrer dans un tout cohérent différent système assurant des fonctions de sécurité, de confort, de gestion d'énergie, de communications, de divertissement, d'éducation, etc. qu'on retrouve dans une maison ».( DICTIONNAIRE LAROUSSE,2023)

Domotique est formé de “**domo**“, auquel on a accolé le suffixe “**tique**“( ADEME,2019) . DOMO signifie "maison" en latin, TIQUE Suffixe –tique utilisé pour les mots en rapport à l'électronique et l'informatique. La domotique est l'ensemble des technologies de l'électronique, de l'information et des télécommunications permettant d'automatiser des bâtiments individuels ou collectifs (SIRLAN Technologies, 2023).

##### B- Les objectifs principaux :

Les objectifs de la domotique peuvent être classés en quatre domaines principaux qui répondent à divers besoins des utilisateurs. Ces secteurs sont (sirlan, 2019). :

- Sécurité (la détection d'intrusions, de fuites d'eau ou de gaz...),

- Confort (ouverture automatique des volets roulants, du portail, de la porte de garage...),
- Gestion d'énergie (optimisation de la température de la maison pour économiser l'énergie).
- Communication (rendre accessible le téléphone, la télévision et internet dans toutes les pièces de la maison).

### C- Principe de fonctionnement de la domotique :

La domotique fonctionne en permettant aux équipements électriques d'un bâtiment de communiquer ensemble et entre eux. La notion de bâtiment intelligent ou de bâtiment communicant est alors utilisée. Il est possible de gérer l'installation domotique de manière locale ou à distance à partir de votre Smartphone, d'un écran tactile ou d'un ordinateur.

La domotique offre la possibilité d'assurer la surveillance, la coordination et la programmation des fonctions du bâtiment pour satisfaire vos exigences en matière de sécurité, de confort, de gestion de l'énergie et de communication. Elle contribue également à l'accompagnement des personnes âgées ou handicapées en leur offrant des aides pour leur vie quotidienne.

Le schéma simplifié présenté ci-dessous offre une meilleure compréhension de la circulation des informations dans une maison "intelligente".(sirlan, 2019).



Figure 34:Principe de fonctionnement de la domotique.

Source : <https://www.sirlan.com/livreblanc.pdf>

**1** : Circuit de commande, transmission des informations pour la réalisation d'une tâche à partir du tableau électrique, le Wi-Fi, etc.

**2** : Informations sur l'état des appareils.

#### D- La domotique et l'économie d'énergie :

La technologie de la domotique offre une gestion améliorée de l'énergie dans divers équipements ménagers tels que le chauffage, la climatisation, l'éclairage et les divers appareils électriques.( BOUZEKRA,M.GUENAOUI,M,2014). Et cela de la manière suivante :

- **Pour le chauffage :**

La programmation domotique permet une diminution de la facture de l'énergie de 15% en fonction de l'heure et de la journée de présence : Il est possible de réduire la chaleur la nuit, lorsque vous dormez. Par exemple, vous pouvez chauffer à 19°C lorsque vous êtes présents et à 17°C la nuit. Étant donné que diminuer le niveau de chauffage entraîne une économie d'énergie de 7% sur votre facture de chauffage. En utilisant la domotique, il est possible de programmer différents scénarios (weekend et semaine, jour et nuit, etc.) afin de garantir un confort optimal en fonction de vos habitudes.

- **Pour la ventilation et la climatisation :**

Une programmation pour économiser de l'énergie est prévue, telle que la possibilité d'ouvrir automatiquement les stores pour bénéficier de l'énergie solaire et de chauffer gratuitement en hiver.

En revanche, pendant l'été, il est possible de programmer la fermeture partielle des stores afin de maintenir la fraîcheur à l'intérieur.

- **Pour l'éclairage**

La domotique de l'éclairage est personnalisée en fonction de l'activité dans le logement, offrant ainsi la possibilité de programmer l'extinction automatique des éclairages. En fonction du type d'éclairage, l'intensité de la lumière peut être ajustée en fonction de la luminosité naturelle. Il est également recommandé d'installer des capteurs de présence et de programmer des scénarios d'ambiance tels que la lumière tamisée le soir par exemple.

- **Les appareils en veille s'éteignent lorsqu'on le souhaite :**

En mode veille, les appareils électriques consomment 50% de leur consommation annuelle et 11% de la consommation électrique d'un foyer (hors chauffage). Nous avons

la possibilité de les désactiver à certains moments de la journée grâce aux solutions domotiques.

- **La sécurité du bâtiment peut aussi être assurée par la domotique :**

Il est possible d'installer une alarme domotique anti-intrusion et de la gérer directement depuis l'interface de gestion de la domotique. De cette manière, des détecteurs d'incendie ou de fuite de gaz peuvent nous signaler automatiquement en cas d'incident.

Ces dispositifs de sécurité peuvent être connectés à un commissariat de police ou à une caserne de pompiers.

### 3.4.1.2 Les façades intelligentes :

#### A- Définition d'une façade intelligente :

La notion de "façade intelligente" est un élément essentiel de la nouvelle conception intelligente des bâtiments, se référant à cet élément qui joue un rôle d'enveloppement de l'intérieur habité. En admettant les analogies biologiques, il semble plus judicieux de désigner cet élément comme une « peau intelligente », en mettant en évidence son affinité avec l'épiderme humain. (WIGGINTON, M. & HARRIS, J, 2002).

#### B- Types des façades intelligentes :

À la différence des façades classiques des édifices, qui sont intrinsèquement liées à de nombreux problèmes, tels qu'une consommation d'énergie élevée et un confort thermique médiocre, les façades intelligentes devraient favoriser une meilleure interconnexion entre les environnements interne et externe. En plus de leur aspect esthétique, les façades intelligentes jouent un rôle crucial dans l'amélioration des performances environnementales et de l'énergie dans les bâtiments (GHAFFARIAN HOSEINI, et all 2012). (Voir le schéma ci-dessous)

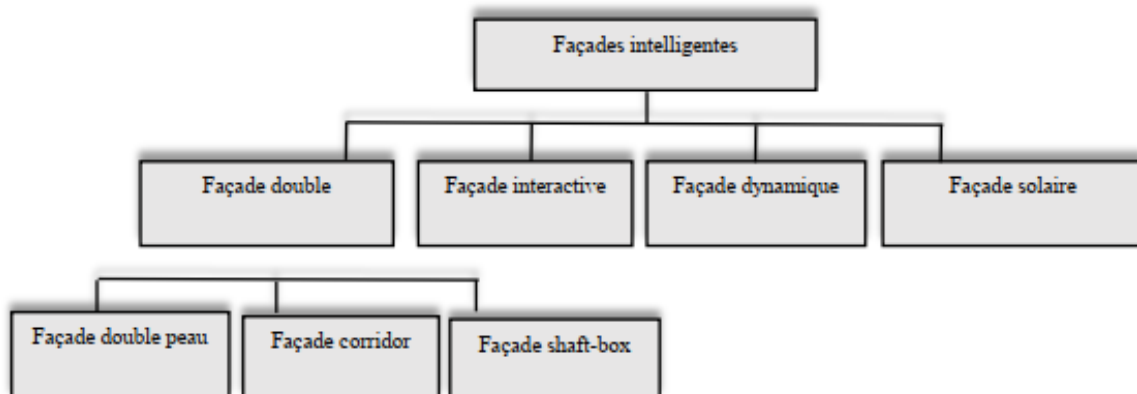


Figure 35 : schéma types des façades intelligentes Source : <https://library.iugaza.edu.ps/thesis/122641.pdf>

C- Caractéristiques des façades intelligentes :

Les façades intelligentes sont caractérisées par un certain nombre de caractéristiques, notamment (MIKKI, A, 2017). :

- Elles peuvent modifier leurs propres caractéristiques thermiques, comme la perméabilité et l'absorption.
- Elles peuvent être colorés et contrôlés en termes de transparence à l'intérieur et à l'extérieur, ainsi que la texture.
- La capacité de rendre la mécanique sombre et de réguler la quantité d'éclairage à distance.
- L'utilisation de matériaux intelligents permet d'obtenir le coût opérationnel le plus bas par rapport aux autres, car ils modifient leurs propriétés en fonction de l'environnement.
- L'isolation sonore est garantie grâce à l'emploi de matériaux qui absorbent et dissipent les ondes sonores.
- Les façades intelligentes offrent la possibilité de mettre en place un système d'isolation thermique adapté aux climats chauds et frisquet.
- Consommer moins d'énergie et diminuer la pollution de l'environnement.

D- Exemples des façades intelligentes :

- *Double façade :*

Les doubles façades sont des évolutions captivantes car elles séparent les fonctions intérieures derrière la double façade, et une double interface est créée en ajoutant une couche de verre à l'extérieur de la façade afin de fournir des bâtiments ventilés et insonorisés.



Figure 38: Façade double peau



Figure 37: Façade corridor



Figure 36: Façade box

Source : <https://library.iugaza.edu.ps/thesis/122641.pdf>

- *Façades interactives :*

Les façades interactives représentent le sommet de diverses technologies dans le domaine de l'architecture, qui adoptent une approche de conception complexe, comme l'utilisation de verre à haute performance et l'amélioration des systèmes de contrôle et des processus d'automatisation, afin d'assurer les performances optimales du bâtiment et l'utilisation optimale de l'énergie naturelle disponible. L'éclairage et la ventilation sont performants.



Figure 39:: La façade du bâtiment Greenpix, qui éclaire le soir de différentes couleurs

Source : <https://library.iugaza.edu.ps/thesis/122641.pdf>

- *Façades dynamiques :*

La réduction de la consommation d'énergie est grandement influencée par les façades dynamiques qui peuvent changer leur forme, s'autoguides et contrôler le nombre d'ouvertures en fonction de facteurs environnementaux externes tels que la température, l'humidité et le vent. Il est essentiel de concevoir ces façades dès les premières étapes du processus de conception afin qu'elles soient intégrées à toutes les parties du bâtiment, d'où l'automatisation et la réduction de la consommation d'énergie.

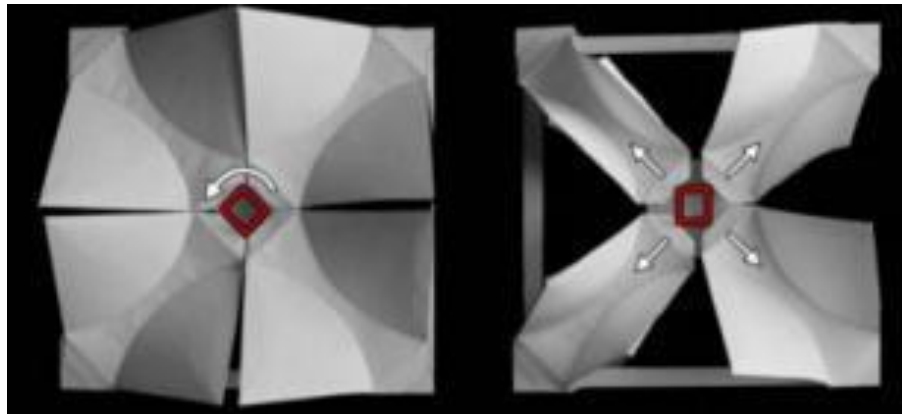


Figure 40:Modèle d'une Façade dynamique et leur idée.

Source : <https://library.iugaza.edu.ps/thesis/122641.pdf>

- *Façades solaires :*

Les panneaux solaires et photovoltaïques dans les façades contribuent à diminuer la consommation d'énergie et à utiliser l'énergie solaire comme source d'énergie renouvelable, car ils permettent de produire et d'utiliser de l'électricité pour le chauffage, le refroidissement et l'éclairage.

Les panneaux solaires sont installés devant les murs intérieurs isolés avec des tubes pneumatiques pour prévenir le réchauffement des unités solaires, et ces façades sont utilisées pour soutenir les bâtiments respectueux de l'environnement.

Le développement des bâtiments intelligents devrait tenir compte de divers éléments, parmi lesquels les façades des bâtiments ont démontré leur efficacité pour améliorer leur efficacité énergétique. Les façades connectées font partie intégrante des constructions durables pour diminuer la consommation d'énergie et accroître la capacité de ces façades.



*Figure 41: Façade du bâtiment Greenpix et utilisation de cellules solaires.*

*Source : <https://library.iugaza.edu.ps/thesis/122641.pdf>*



## Synthèse

Pour résumer ce chapitre consacré aux stratégies technologiques en architecture, il est évident que l'évolution rapide des technologies présente des possibilités inédites pour modifier la façon dont nous concevons, construisons et vivons dans nos espaces construits. Des possibilités créatives et fonctionnelles ont été ouvertes grâce aux outils numériques, à la modélisation en 3D, aux avancées dans les matériaux de construction et aux systèmes intelligents.

Cependant, il est essentiel de prendre conscience que l'efficacité de ces stratégies technologiques repose sur leur intégration éclairée avec des considérations durables et humaines. Il est essentiel de concilier les bénéfices potentiels, tels que l'amélioration de l'efficacité énergétique, l'amélioration du confort et la création d'environnements plus intelligents, avec des questionnements tels que la durabilité à long terme, l'accessibilité et l'impact sur l'environnement.

Dans cette situation, l'architecte évolue vers une meilleure compréhension et une utilisation globale des technologies disponibles, afin de les mettre en œuvre de manière à améliorer l'expérience humaine tout en respectant les principes essentiels de la conception durable.



## 4. THEMATIQUE DU PROJET :

### Introduction :

Ce chapitre explore les centres de recherche et d'innovation technologique. Nous examinerons les laboratoires, leur architecture, et leur rôle dans le développement technologique. Les différents types de travailleurs et leurs interactions seront analysés. Ce chapitre vise à montrer l'importance de ces centres dans le progrès scientifique et technologique.

### 4.1 La recherche scientifique :

#### 4.1.1 Définition de la recherche scientifique :

La recherche scientifique désigne en premier lieu l'ensemble des actions entreprises en vue de produire et de développer les connaissances scientifiques. Par extension métonymique, la recherche scientifique désigne également le cadre social, économique, institutionnel et juridique de ces actions.

### 4.2 Les lieux de la recherche :

La recherche scientifique est généralement inscrite dans des lieux particuliers, qui offrent aux chercheurs les moyens d'exercer leur activité. Ces lieux peuvent être des laboratoires, mais ce n'est pas systématiquement le cas.

#### 4.2.1 Le laboratoire :

Les laboratoires, qui peuvent aussi bien être publics que privés, sont les lieux privilégiés où se déroule l'activité de recherche. C'est le lieu où y sont rassemblés des chercheurs, des techniciens et des administratifs qui, dans l'idéal, collaborent autour d'un ou de plusieurs projets ou sujets de recherche. Ces chercheurs y partagent les ressources et les moyens rassemblés dans le laboratoire. La taille et la structure des laboratoires peuvent considérablement varier. Certains peuvent rassembler une poignée d'individus autour d'un instrument, le tout rassemblé dans quelques pièces d'une université.

#### 4.2.2 Hors du laboratoire :

L'activité de recherche peut se dérouler hors des murs du laboratoire. C'est évident pour le philosophe, mais ce peut être également le cas du mathématicien, du sociologue, de l'historien. (BESSADI, KARIM 2017).

### 4.3 Classification des établissements de la recherche :

<b>Laboratoire de recherche</b>	<b>Unité de recherche</b>	<b>Centre de la recherche</b>
C'est la structure de base pour conduire et réaliser des activités de recherche scientifique et de développement technologique, dans le cadre des orientations générales définies par le conseil supérieur de la recherche scientifique.	C'est une structure constituée par un groupe de chercheurs collaborant à la conduite de travaux de recherche sur une thématique particulière. Une unité de recherche doit comprendre au minimum 6 personnes. Il contient plus de 3 laboratoires.	C'est un organisme public de recherche fondamentale (Etablissement public à caractère scientifique et technologique, placé sous la tutelle du Ministre chargé de la Recherche). Il englobe plusieurs unités de recherche.

(Tableau 7: les établissements de la recherche. Source : auteur..)

### 4.4 Les utilisateurs des espaces de la recherche :

La recherche scientifique regroupe différents corps de métier : chercheurs bien sûr, mais également ingénieurs, techniciens, administratifs...

<b>Chercheur</b>	<b>Ingénieur et techniciens</b>	<b>Administratifs</b>
Un chercheur n'a pas nécessairement de statut qui reconnaisse la spécificité de son métier. Il peut aussi bien être membre bénévole d'une association ou d'une ONG, ingénieur dans une entreprise de haute technologie que membre d'un laboratoire de recherche	La frontière est floue entre chercheurs, ingénieurs et techniciens. Certains parmi les seconds ont une véritable activité de recherche, publient des articles et développent des travaux originaux, tandis que d'autres parmi les premiers font plutôt du développement	Il regroupe les métiers ayant trait à la gestion et l'organisation interne d'une entreprise. Il s'agit par exemple de postes en secrétariat, comptabilité, affaires juridiques, ressources humaines... Selon la taille et l'organisation de la structure,

(Tableau 8: les utilisateurs des espaces de la recherche .source : auteur..)

**4. 5 Les centres de recherche et d'innovations :** *(Tableau 9: les centre de recherche et innovations.*

*Source : auteur .)*

<b>Centre de recherche</b>	<b>Centre d'innovation</b>
<p>Un centre de recherche a pour mission de développer un portefeuille concurrentiel de recherche et d'établir une réputation internationale de direction dans le thème choisi il rassemble du personnel universitaire et des étudiants qui travaillent ensemble sur des intérêts communs.</p> <p>Les centres peuvent traverser les limites de l'école, de l'institut et / ou du collège. Ils peuvent également former des partenariats avec des organisations externes.</p>	<p>Les centre des innovations c'est tout lieux aux en produit l'ensemble du processus qui se déroule depuis la naissance d'une idée jusqu'à sa matérialisation (lancement d'un produit), en passant par l'étude du marché, le développement du prototype et les premières étapes de la production.( Larousse ,2023).</p>

**4.6 Caractéristiques des centres de recherche et d'innovation :**

- Les incubateurs/accélérateurs : espaces dédiés à l'innovation et la création d'entreprise.
- Les espaces créatifs art/technologie : espaces qui hybrident l'art et la technologie et participent tout à la fois à la mise en perspective de l'innovation dans la société et au portage de projets innovants.
- Les espaces de coworking : espaces qui accueillent les nouvelles formes de travail nomade et collaboratif et qui génèrent de façon indirecte de l'innovation.
- Les ateliers de fabrication numériques et makerspaces : espaces qui participent à l'éducation populaire autour des nouvelles techniques de fabrication et fédèrent des communautés innovantes.
- Les livings labs : espaces qui placent les utilisateurs au centre des processus d'innovation qu'ils mettent en place, afin de co-construire et tester des innovations.

**4.7 .Les centres de recherche et de l'innovation en Algérie :**

**La Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique (DG-RSDT)** est chargée de mettre en œuvre l'ensemble des dispositions de :

- Dispositions de la loi n°98-11 relatives à la programmation, l'évaluation, l'organisation institutionnelle, le développement de la ressource humaine, la recherche universitaire, le développement technologique et l'ingénierie, la recherche en science humaines et sociales, l'information scientifique et technique, la coopération scientifique, la valorisation des résultats de la recherche, les infrastructures et grands équipements, le financement du programme quinquennal.
- Développer l'esprit de recherche, d'innovation et de créativité. (DGRSDT, 2023) .

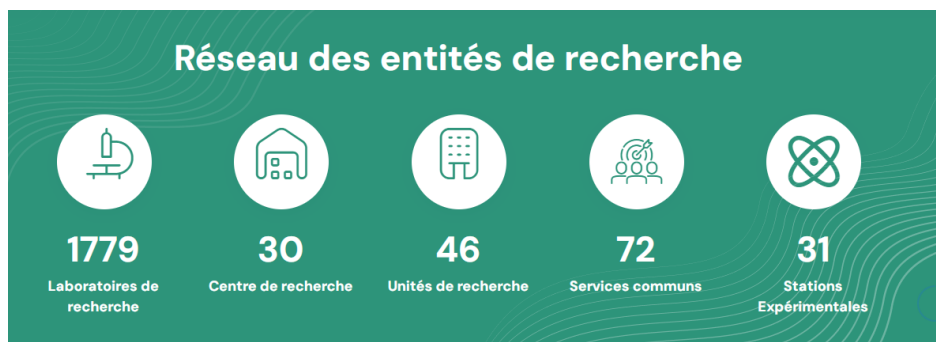


Figure 42 : Réseau des entités de recherche en Algérie.

Source : <https://dgrsdt.dz/fr> consulté octobre 2023.

- En Algérie on trouve 30 centres de recherche.
- 1779 laboratoires de recherche
- 46 unités de recherche

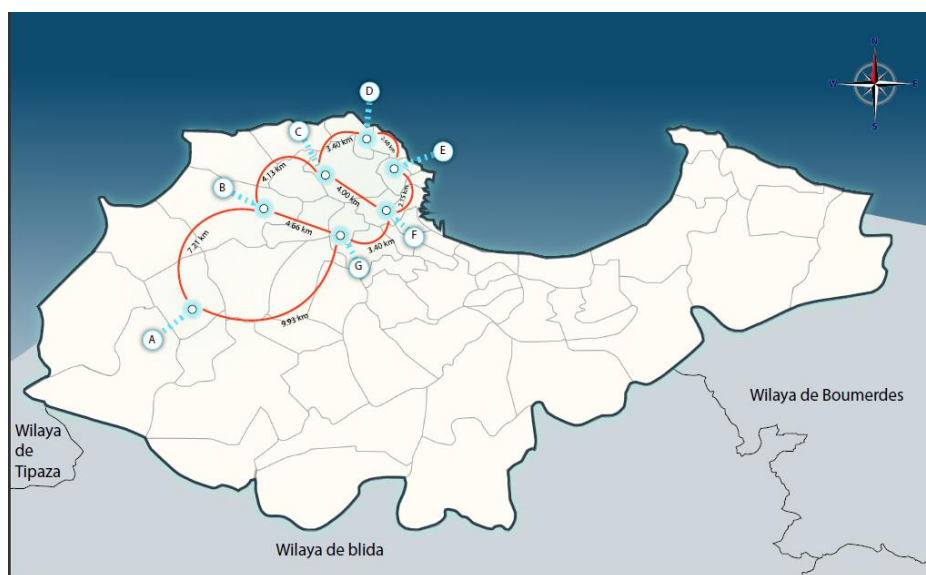





Figure 43: situation des centres de recherche à l'échelle nationale à la wilaya d'Alger. Source : auteur

4.8 Les exemples des centres de recherche et d'innovation :

4.8.1 Fiche technique des exemples :

L'exemple	Le projet	Fiche technique du projet
<p>Projet 1 : <b>Miyagi Technologie &amp; Innovation Center</b> (voir annexe 1)</p>	 <p><i>Figure 44: Miyagi Technologie &amp; Innovation Center. Source : Google image.</i></p>	<p><b>Situation:</b> TAIWAN, <u>JAPAN</u></p> <p><b>Architects:</b> TAISEI DESIGN Planners Architects &amp; Engineers</p> <p><b>Surface :</b> 19400 m<sup>2</sup></p> <p><b>Année :</b> 2021</p> <p><b>Projet :</b> centre de technologie et innovation</p>
<p>Projet 2 : <b>HUAWEI NANJING Research &amp; Development Center</b> (voir annexe 2)</p>	 <p><i>Figure 45: HUAWEI NANJING Research &amp; Development Center. Source: Google image.</i></p>	<p><b>Situation :</b> région de YUHUATAI, CHINE</p> <p><b>Architects :</b> AECOM</p> <p><b>Surface :</b> 149485 m<sup>2</sup></p> <p><b>Année :</b> 2018</p> <p><b>Hauteur :</b> 21m</p> <p><b>Projet :</b> centre d'innovation technologique de Huawei</p>
<p>Projet 3 : <b>Comcast Technologie Centre</b> (voir annexe 3)</p>	 <p><i>Figure 46: Comcast Technologie Centre. Source : Google image.</i></p>	<p><b>Situation :</b> PHILADELPHIA, UNITED STATES</p> <p><b>Architects:</b> Foster + Partners</p> <p><b>Surface :</b> 167225 m<sup>2</sup></p> <p><b>Année :</b> 2019</p> <p><b>Projet :</b> centre de technologie +centre de recherche et innovation</p>

: (Tableau 10 : Les exemples des centres de recherche.)

**Conclusion :**

L'état de l'art nous a permis de rassembler des informations sur les concepts nécessaires liés à notre thématique de recherche, tels que l'architecture bioclimatique, les stratégies bioclimatiques et les stratégies technologiques, que nous cherchons à intégrer dans notre conception. Nous avons également étudié les concepts liés à la recherche et à l'innovation, en nous concentrant sur les centres de recherche technologique et leurs différentes composantes. L'analyse d'exemples internationaux de centres de recherche et d'innovation, combinant stratégies bioclimatiques et technologiques, nous ont inspirés pour la programmation de notre projet et l'application des aspects bioclimatiques. Ce chapitre constitue la base de notre démarche de conception.

# **Chapitre III :**

# **CAS D'ÉTUDE**

**Introduction :**

Dans le cadre captivant de notre étude approfondie sur Ouled Fayet, notre attention se focalise sur une aire d'étude singulière, prêt à révéler ses caractéristiques remarquables. Plongeant au cœur de cette exploration, notre démarche analytique englobe une approche holistique, embrassant des facettes cruciales telles que l'analyse urbaine, la dynamique climatique et énergétique, ainsi que l'examen minutieux des spécificités du site d'intervention.

**1. A la découverte de la ville d'OULED FAYET :**

La ville d'ouled fayet va abriter le projet Alger Media City, qui va apporter une grande valeur à la région, notamment à travers son approche constructive et l'intégration de technologies de pointe. La région d'Ouled Fayet est susceptible de se transformer en une ville moderne, conforme aux normes de mondialisation et de modernité qui rivalisent avec les autres villes médiatiques mondiales.

C'est pourquoi nous avons voulu faire partie de ce projet en intervenant, et en concevant un projet qui sera un centre de recherches et d'innovations pour la recherche scientifique et le développement technologique où nous pourrons introduire diverses nouvelles techniques et technologies dans la construction et prêter une attention particulière à la recherche scientifique et au développement de la construction.



## 2. Le passage d'une ville agricole vers une agglomération urbaine :

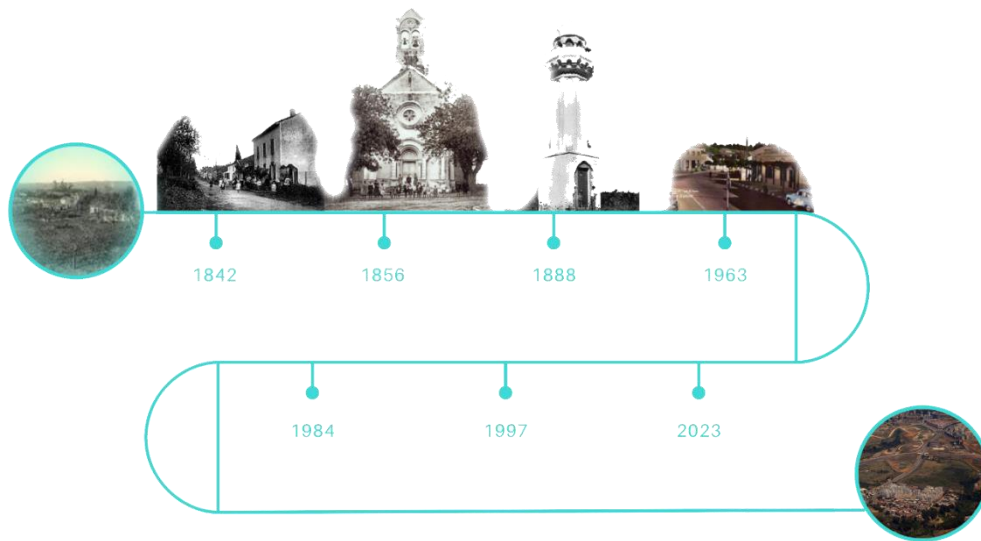


Figure 47: les années importantes dans l'histoire de la ville.

Source : l'auteur.

Le village d'OULED FAYET est créé en 1842 sur le lieu d'une ancienne ferme. Il est rattaché à la commune de DELY-IBRAHIM en qualité de village annexe par décret du 31 décembre 1856.

En 1888, la commune échappe à la tutelle de Dely Ibrahim, et devient commune de plein exercice.

En 1963, la commune est rattachée à Draria suite au décret N 63-189 Du 31 MAI 1963.

Le 31 décembre de cette même année, par décret N 64-466 du 02 décembre 1963, elle est intégrée encore une fois sous la tutelle de la commune de Cheraga.

En 1984, elle devient commune de la wilaya de tipaza, constituée de huit localités

En 1997, suite au décret N 97-292, Ouled Fayet a enfin rejoint sa place avec les communes de la capitale, elle constitue avec elle la circonscription administrative, Daira de Chéraga.

2023 une ville qui va abriter des nouveaux projet internationaux qui va ouvrir c'est pour vert le monde ( Rapport Pos N°139 , 2018) .

## 3. Ouled fayet, un emplacement stratégique :

### 3.1 Echelle du nord algérien :

OULED FAYET est une commune de la wilaya d'Alger située dans le nord de l'Algérie elle est limitée par :

-Au nord la mère méditerranéenne      -À l'ouest la wilaya de Tipaza,

-A l'Est la wilaya de Boumerdes

- Au sud la wilaya de Blida



Figure 48: situation échelle nationale.

Source : carte Google earth éditée par l'auteur.

### 3.2 Echelle de la wilaya :



Figure 49: situation de la ville d'Ouled fayet échelle de la commune

Source : carte Google earth éditée par l'auteur.

Située au Sud-Ouest d'Alger, le territoire de la commune de Ouled Fayet s'étend en grande partie sur un plateau délimité par :

Au Nord par :

La commune de CHERAGA La commune de DELY BRAHIM

Au Sud par :

La commune de BABAHACEN La commune de DOUERA

A l'Est par :

La commune d'EL ACHOUR

A l'Ouest par :

La commune de SOUIDANIA La commune de RAHMANIA.

### 3.3 Echelle de la commune :



Figure 50: le territoire de la commune d'ouled fayet.

Source : carte Google earth édité par l'auteur.

-Cette commune dépend administrativement de la circonscription administrative de Chéraga et de la Wilaya d'Alger. Le territoire de la commune de Ouled Fayet couvre une superficie d'environ 2 500 ha et compte une population de 29 464 habitants (en 2016), donnant ainsi une densité de 1 179 hab./ km<sup>2</sup>.

-La ville de ouled fayet se divise sur 3 pos : pos 137, pos 138, pos139. Elle est délimitée :

Au Nord par : Pos 132 et 134 commune de CHERAGA Pos109 DELY BRAHIM

Au Sud par : Pos 127 et 128 commune de BABA HACEN

A l'Est par : Pos 112 EL ACHOUR

A l'Ouest par : Pos 150 SOUIDANIA

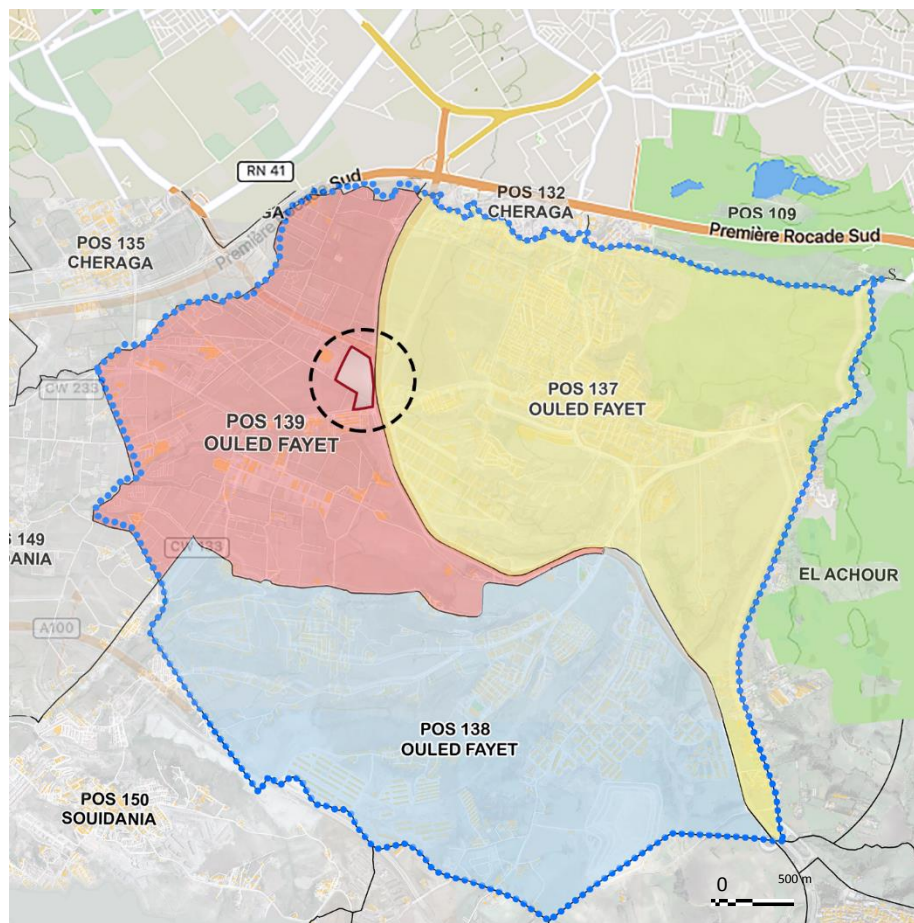


Figure 51: situation du site d'intervention dans la ville d'ouled fayet.

Source : carte Google earth édité par l'auteur.



#### 4. Une fluidité vers ouled fayet :

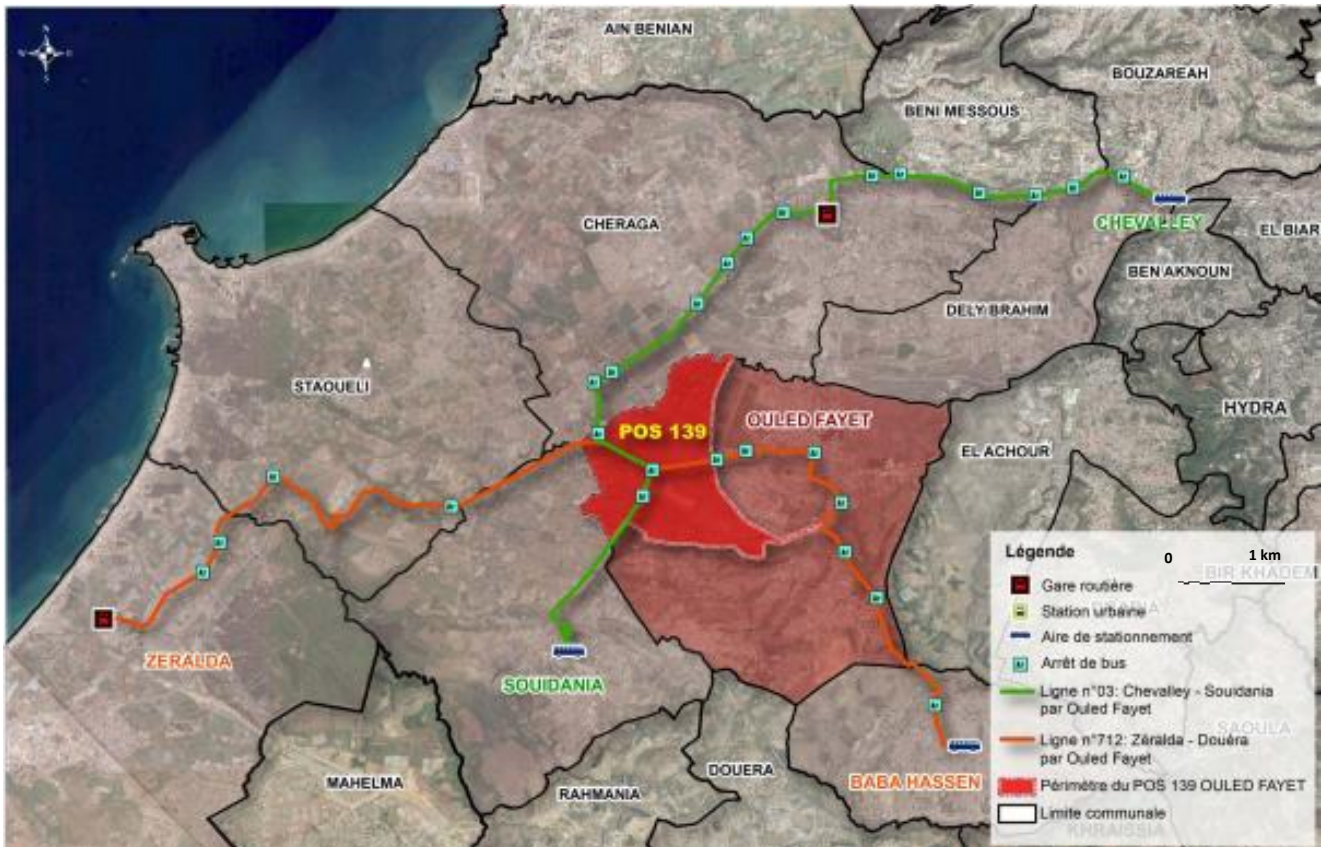


Figure 52: Transport et Mobilité dans la ville d'ouled fayet.

Source : carte Google earth éditée par l'auteur.

Au niveau de la commune d'Ouled Fayet, le service de transport de l'ETUSA est assuré par deux lignes, desservant le POS 139, en prévenance de Zéralda vers Douira et Chevalley vers Soudania.

La ville de Ouled fayet est délimité par des axes routiers importants :

- La Rocade Sud d'Alger au nord et La Rocade Ouest d'Alger coté Est
  - Traversé par la route de Bouchaoui et le CW 133 & CW 233 permettant la liaison avec les zones avoisinantes.
- (Voir figure ci-dessus).

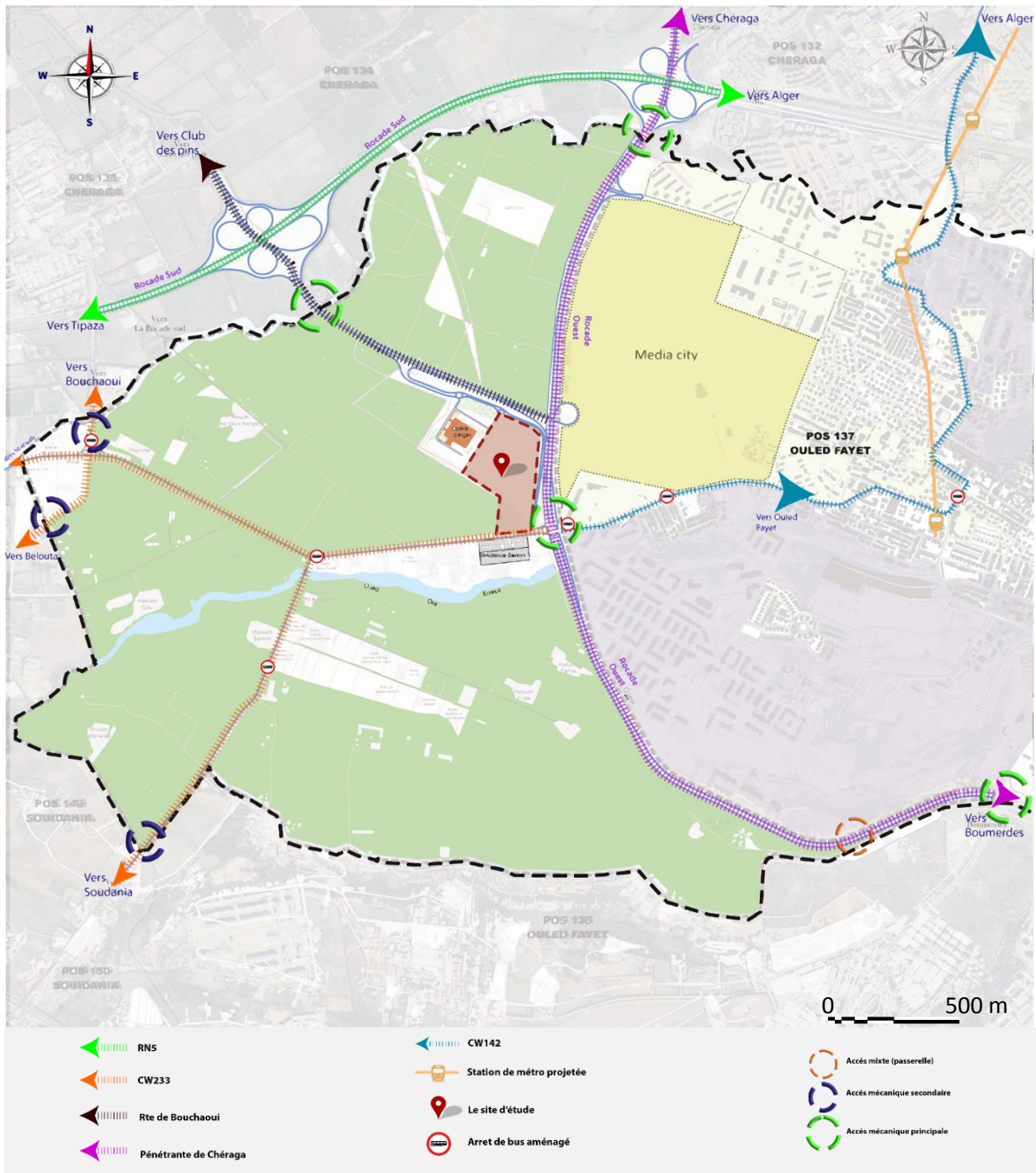


Figure 53: Réseau routier dans la ville d'ouled fayet

Source : carte Google earth éditée par l'auteur.

La ville est caractérisée par un système de voirie important et par une infrastructure routière principale. L'un des éléments majeurs dans le choix de l'implantation du notre projet.



## 5. Une dualité entre l'urbain et l'agriculture :

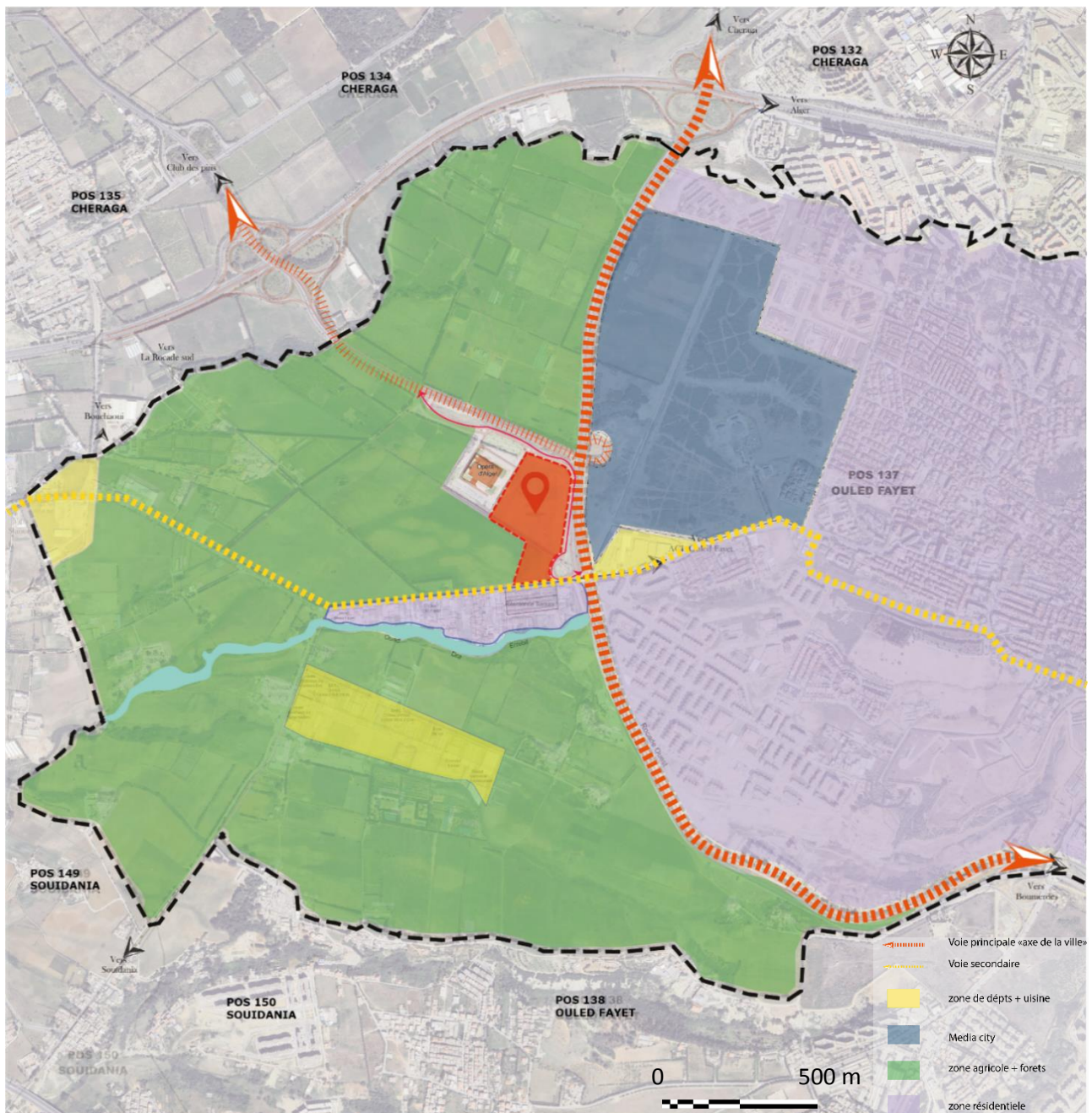


Figure 54: Source : carte Google earth éditée par l'auteur.

Source : carte Google earth éditée par l'auteur.

La commune de Ouled Fayet bénéficie d'une dualité entre la partie est et ouest de la ville :

- La partie ouest (POS 139) est une agglomération dédiée à l'agriculture en raison de l'emplacement des anciennes fermes agricoles.
- La partie est (POS 137) connaît un étalement urbain et la naissance de nouvelles zones résidentielles.



-Cette dualité est marquée par une route nationale qui divise la ville en deux parties.

## 6. Un tissu urbain multifonctionnel :



Figure 55: Les équipements dans la ville d'ouled fayet.

Source : carte Google earth édité par l'auteur.

D'après la lecture de la ville en remarque une multifonctionnalité urbaine :

- Le POS englobe deux équipements, L'OPERA d'ALGER équipement structurant et L'HOTEL BEAU FAYET.
- La ville d'ouled fayet va abriter le projet Dzair Media city.



- Existence d'une zone de dépôt ; stockage et vente de matériaux de constructions illicite
- La réalisation de l'OPERA d'Alger a contribué à l'attractivité de la zone et de la faire sortir de l'isolement.
- Existence de plusieurs fermes transformées en habitations.

## 7. Une topographie favorable à l'urbanisation :

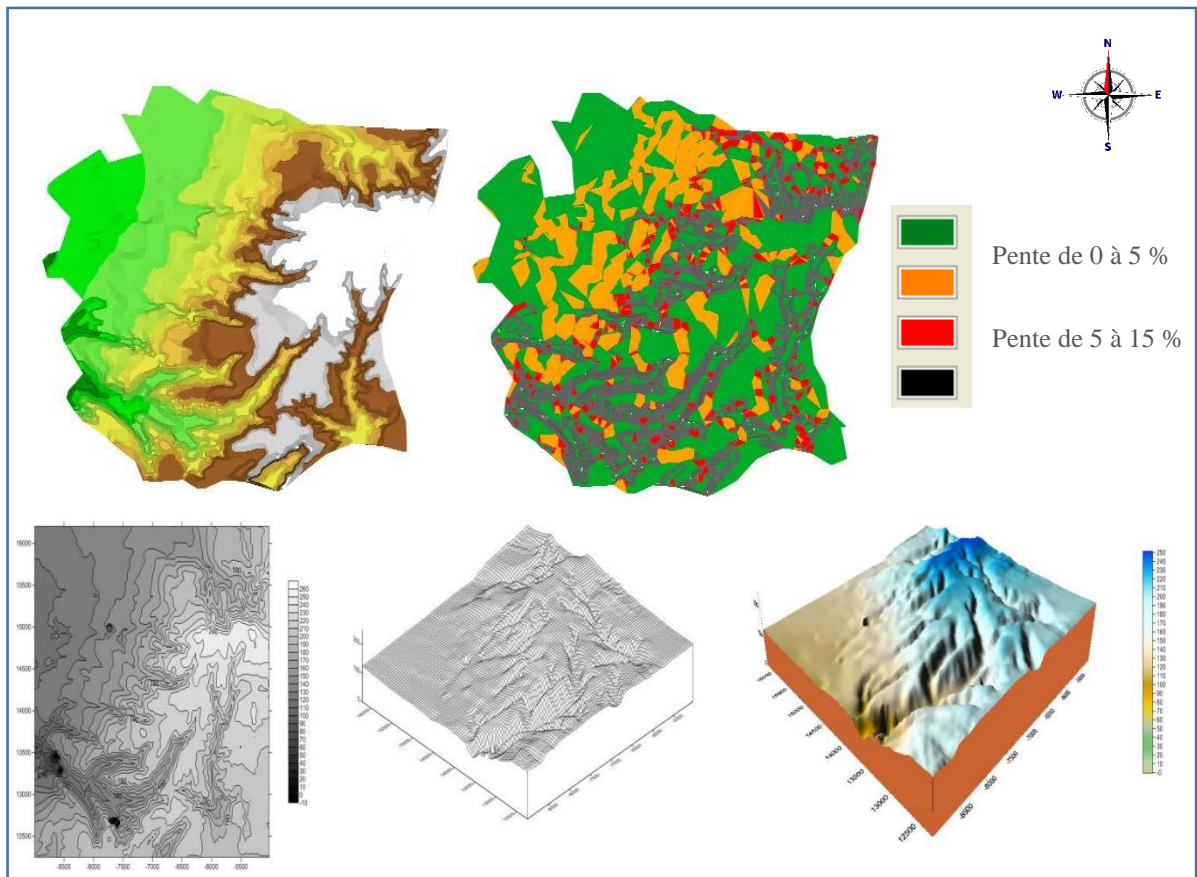


Figure 56: Topographie de la ville d'Ouled Fayet.

Source : carte pos ouled fayet éditée par l'auteur.

La zone de Ouled Fayet, se situe dans le Sahel algérois, constitue un plateau de faible altitude (altitude moyenne = 250 m), entaillé de ravins orientés Ouest Nord-Ouest – Est Sud Est. Zone Nord : C'est une zone formée de croupes très douces à l'Est où les pentes sont faibles et qui deviennent très fortes vers l'Ouest, caractérisant une zone accidentée et infusées par de nombreux chevelus d'Oueds et ravins qui sont marécageuses en hivers.

- Zone Sud : C'est une zone de plateaux, infusées par de nombreux chevelus hydrographique. L'orientation des chaabats et les ravins d'ouest en Est pour le plateau Ouest et du Nord vers le Sud pour le reste, traversé par l'Oued de Ben Brahim.

## 8. Délimitation de l'aire d'étude :

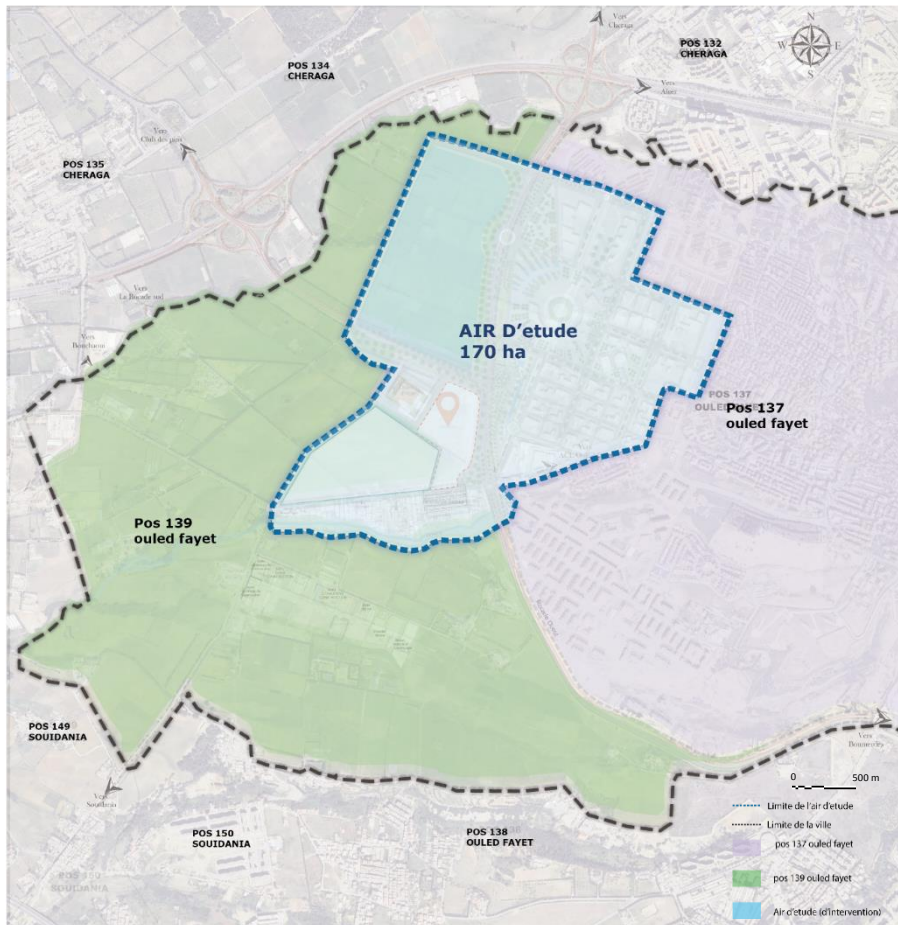


Figure 57: délimitation de l'aire d'étude à la ville d'ouled fayet.

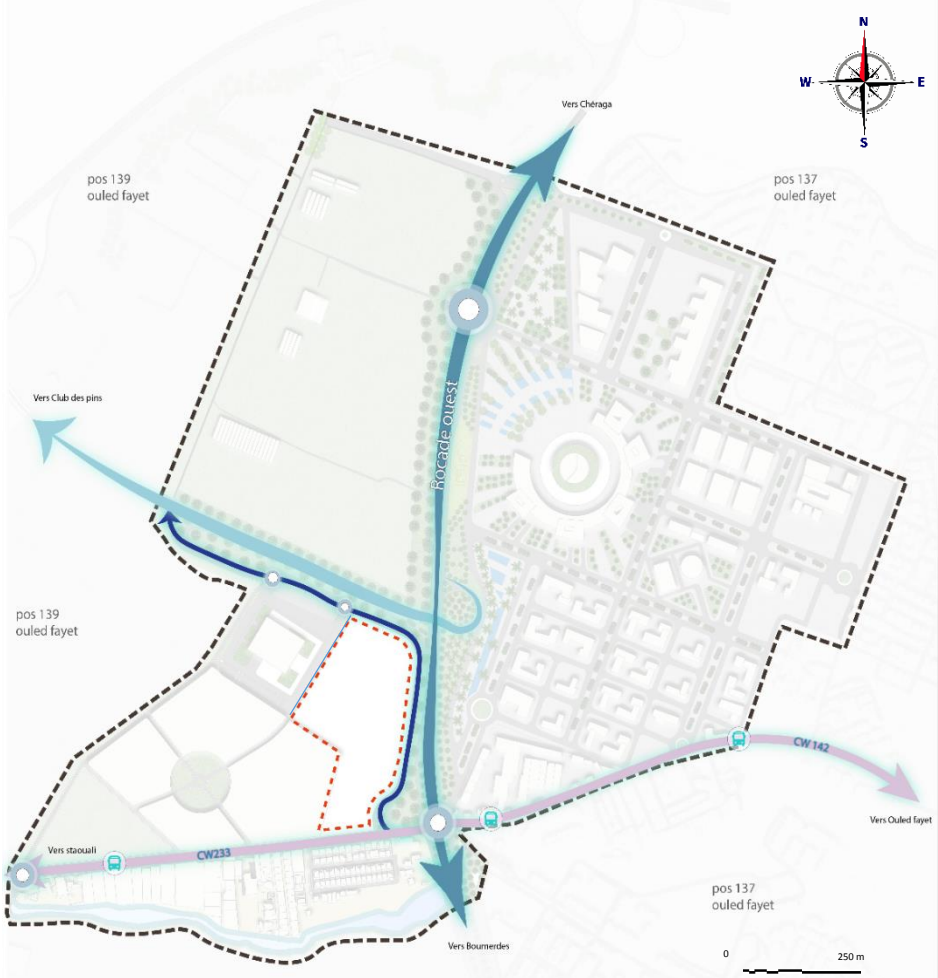

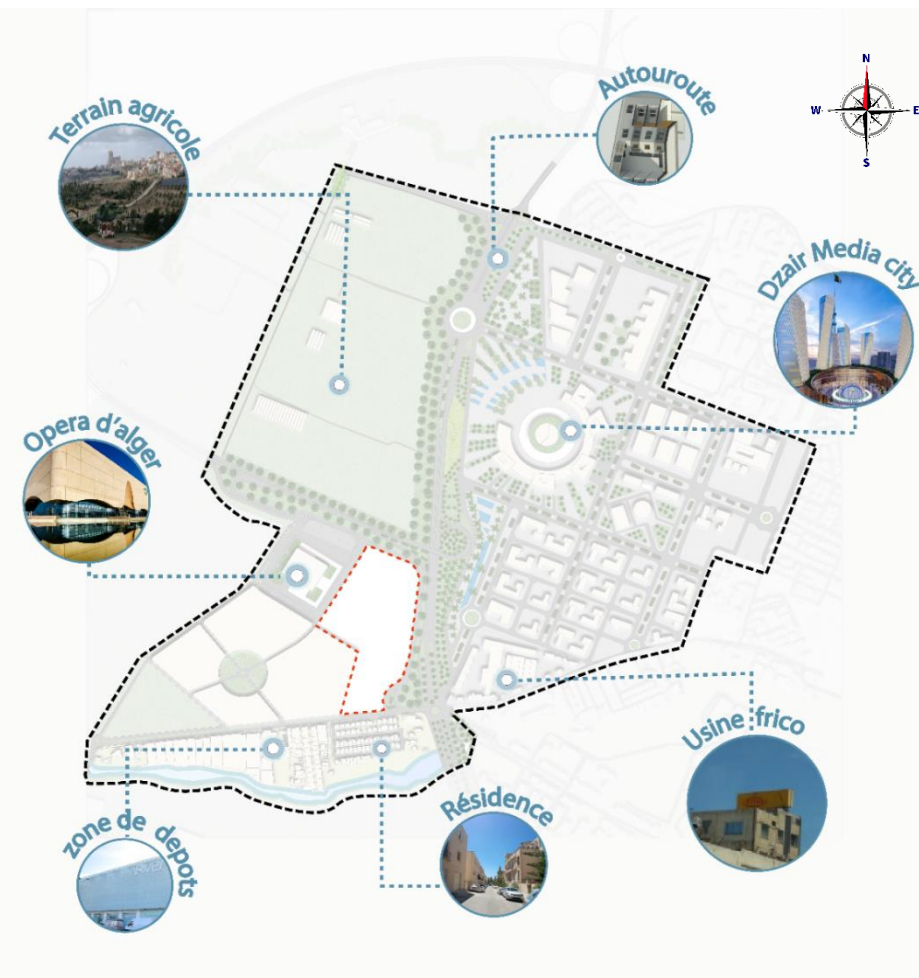
Source : carte Google earth édité par l'auteur.

Après l'analyse de la ville, nous avons décidé de délimiter l'aire d'étude par la zone stratégique du media city et la partie à proximité du opéra d'Alger. Nous avons décidé de concentrer notre attention à cette zone de 170ha de surface, ce choix a été motivé par plusieurs raison stratégique et visionnaire tels que :

- **Potentiel de développement urbain** : cette zone offre un développement urbain du a sa localisation stratégique et ses vaste espace non encore exploités, présentent une opportunité pour la planification et la création de nouvelles infrastructures moderne et durable.
- **Accessibilité** : elle dépose un réseau routier important qui facilite l'intégration de nouveaux projets urbain dans le tissu.
- **La diversité des infrastructures d'équipements et l'opportunité économique.**

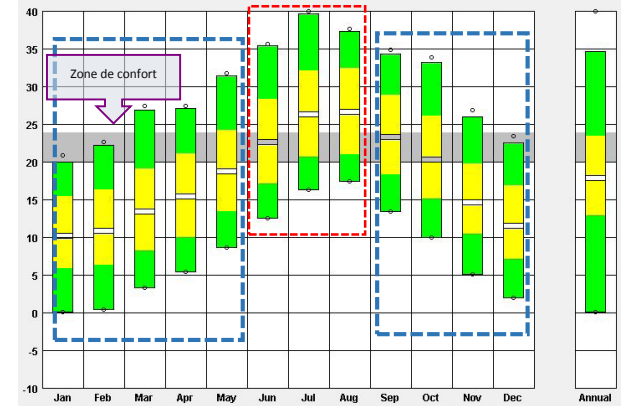
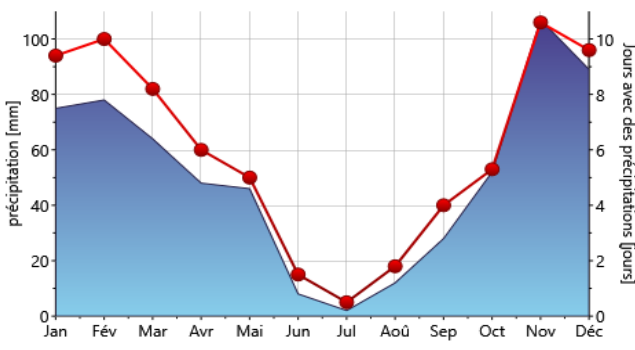
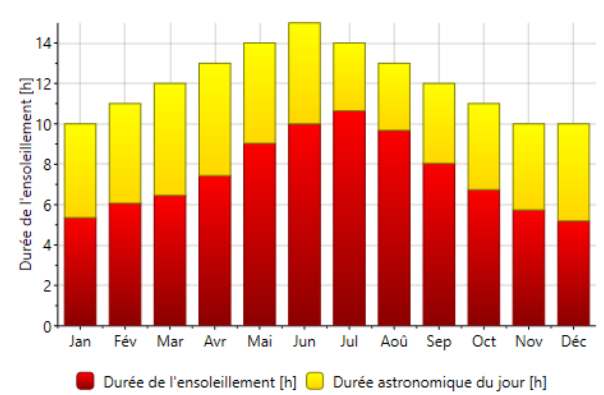
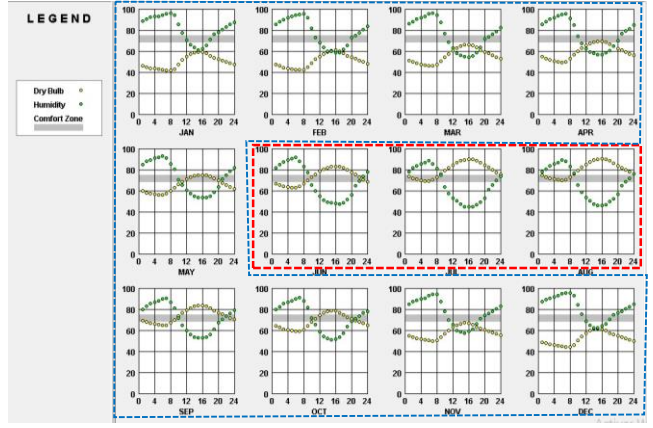
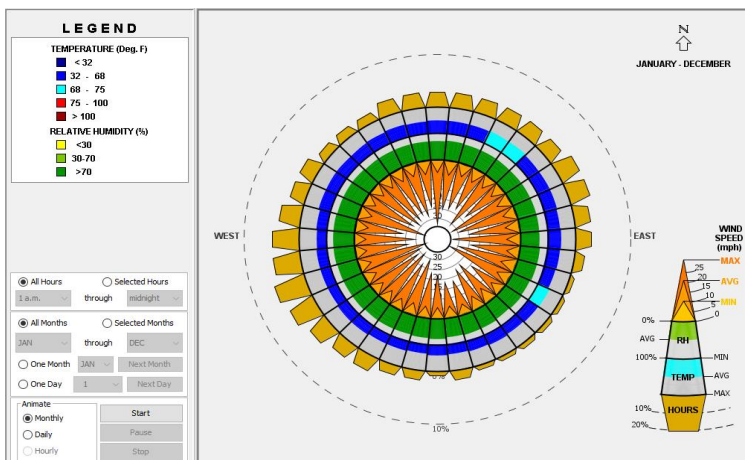
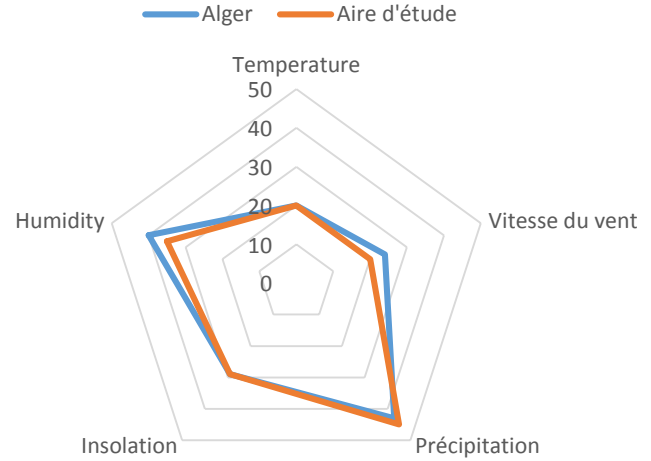


9. Analyse de l'air d'étude : (Tableau 10: analyse de l'aire d'étude.source : auteur..)

<p>Une fluidité vers l'aire d'étude</p>	<p>Un tissu urbain multifonctionnel</p>	<p>Une vue sur les équipements majeurs</p>
 <p>Figure 59: Le système viaire de l'aire d'étude. Source : carte Google earth édité par l'auteur.</p>	 <p>Figure 60: l'environnement urbain de l'aire d'étude Source : carte Google earth édité par l'auteur.</p>	 <p>Figure 58: les équipements major de l'aire d'étude. Source : carte Google earth édité par l'auteur.</p>
<p>----- Air d'étude</p> <p>----- Site d'intervention</p> <p>↔ Rocade ouest principale</p> <p>↔ pénétrante de chéraga</p> <p>↔ Route CW 223/141</p> <p>↔ Route secondaire</p> <p>⊙ Neud «Rond point»</p> <p>🚌 Arret de bus</p> <p>La zone d'intervention est caractérisée par un système de voirie important et par une infrastructure routière principale identifiée par la rocade est- ouest (la penetrante de Cheraga) et la route de Bochaoui .mise a per les routes secondaires tel que les chemins de wilaya 223/141.</p>	<p>🎓 la recherche et l'éducation</p> <p>🎨 studio</p> <p>👨‍🎨 village des artistes</p> <p>🏪 concessionnaires nationaux</p> <p>👤 la zone libre pour artiste</p> <p>🎬 champ de tournage</p> <p>🔊 gestion acoustique</p> <p>📡 les satellite</p> <p>🏘️ zone multifonctionale</p> <p>L'aire d'étude met en évidence des équipements variés, comprenant l'Opéra d'Alger, des zones résidentielles, Dzair Media City, ainsi que des terrains agricoles. Cette diversité d'infrastructures soutient à la fois la culture, l'habitat, les médias et l'agriculture urbaine. La coexistence harmonieuse de ces éléments reflète une planification urbaine équilibrée et durable.</p>	<p>Notre aire d'étude est caractérisée par l'implantation des équipements majeurs tels que, Dzair media city, usine Frico fromagerie, la résidence privée Samira, des zones de dépôts et de vents, l'opéra d'Alger ce qui rendre la zone importante. Avec la présence des terrains agricoles dû à la situation au sahel algérien.</p>

10. Ouled Fayet un climat équilibré entre douceur hivernale et chaleur estivale :

10.1 Analyse climatique : (Tableau 11: Analyse climatique de l'aire d'étude. Source : auteur.)

Température mensuelle	Précipitation	Durée d'insolation
 <p>Figure 61: La température de l'aire d'étude (source : climate consultant)</p> <p>La température varie entre un maximum de 40°C au mois de juillet (période estivale), et un minimum de 0°C au mois de janvier (période hivernale).</p>	 <p>Figure 62: La précipitation de l'aire d'étude (source : meteonorme)</p> <p>La pluviométrie est d'environ neuf mois par an. La quantité de précipitations atteint son maximum au mois de novembre avec 110mm, tandis que le minimum est enregistré au mois de juillet avec 5mm seulement.</p>	 <p>Figure 63: Diagramme de la durée d'insolation de l'aire d'étude (Source : meteonorm)</p> <p>Notre aire d'étude bénéficie d'un bon ensoleillement. En été, la durée d'insolation atteint son maximum, s'élevant jusqu'à 11 heures par jour, tandis qu'en hiver, elle ne dépasse pas les 6 heures.</p>
Vitesse du vent	Humidité	Synthèse
 <p>Figure 64: L'humidité de l'aire d'étude (source : meteonorme)</p> <p>L'humidité est variée entre 50% et 98% au mois d'hiver (La zone en bleu), et entre 50% et 90% au mois d'été (La zone en rouge).</p>	 <p>Figure 65: La vitesse du vent de l'aire d'étude (source : meteonorme)</p> <p>Les vents dominants soufflent en direction de l'Sud-Ouest et Nord-Est, avec une vitesse maximale de 20m/s, et une vitesse minimale de 15m/s.</p>	 <p>Figure 66: Radar annuel de l'aire d'étude et La ville d'Alger (source : Powerpoint, traité par l'auteur)</p> <p>Après avoir établi l'analyse climatique de notre aire d'étude (Ouled Fayet), et faire la comparaison avec celle de la ville d'Alger, nous avons constaté que notre aire d'étude bénéficie d'un climat méditerranéen subhumide.</p>



10.2 Analyse énergétique : (Tableau 12 : analyse énergétique de l'aire d'étude.source : auteur.).

<p><b>Diagramme de GIVONI de la période estivale</b></p>	<p>Figure 67: Diagramme de GIVONI de la période estivale de l'aire d'étude (source meteonorme)</p>	<p>La lecture du diagramme de GIVONI nous a montré que pendant le mois de Juin, Juillet et Août, le climat n'est confortable que pendant 15,1% (333h) à cause des températures moyennes de l'aire d'étude qui varient entre 20°C et 40°C. Cependant, les méthodes passives offrent 66 % de confort, tandis que les méthodes actives offrent 34 % de confort, grâce notamment à un système de climatisation qui fournit 747 heures d'utilisation (100 % des besoins en confort).</p>	<p style="text-align: center;"><b>Synthèse</b></p> <p>En général, le confort thermique peut être assuré dans notre aire d'étude grâce à des techniques passives qui fournissent que 65 % du confort tout au long de l'année, à l'exception de l'hiver, ou il est nécessaire de recourir à des techniques actives</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Les principales stratégies passives pour assurer le confort en hiver sont les suivantes :             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Protection solaire des fenêtres 0,2 %</li> <li>▪ Gain de chaleur interne 34,6%</li> <li>▪ Protection des espaces extérieurs contre le vent 0,3%</li> <li>▪ Solaire passif à gain direct, faible masse 19,6%</li> <li>▪ Stratégies actives : Chauffage 54,5%</li> </ul> </li> <li>➤ Les principales stratégies passives pour assurer le confort en été sont les suivantes :             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Protection solaire des fenêtres 35,5 %</li> <li>▪ Gain de chaleur interne 12,4%</li> <li>▪ Solaire passif à gain direct, grande masse 11%</li> <li>▪ Refroidissement par ventilation naturelle 5,4 %</li> <li>▪ Stratégies actives : Climatisation 33,8</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Diagramme de GIVONI de la période hivernale</b></p>	<p>Figure 68: Diagramme de GIVONI de la période hivernale de l'aire d'étude (source meteonorme)</p>	<p>La lecture du diagramme de GIVONI nous a montré que pendant la saison hivernale, qui s'étend du mois de décembre jusqu'à mars le climat n'est confortable que pendant 3,5% (101h) à cause des températures moyennes de l'aire d'étude qui varient entre 20°C et 40°C, les méthodes passives ne procurent que 46 % de confort thermique. Afin d'atteindre un confort complet de 100 %, il est requis d'avoir recours à des solutions actives pour les 54 % restants, notamment un système de chauffage fournissant 1582</p>	
<p><b>Diagramme de GIVONI annuel</b></p>	<p>Figure 69: Diagramme de GIVONI annuel de l'aire d'étude (source meteonorme)</p>	<p>En prenant en compte la demande de confort en pourcentage et en heures par an, nous avons constaté que les méthodes passives ne peuvent fournir que 65 % du confort. Pour atteindre 100% de confort optimal, les 35% restant nécessitent le recours à des techniques actives. Parmi eux, le système de climatisation qui fonctionne pendant 919 heures, soit 10,5 %, et le système de chauffage qui fonctionne pendant 2 119 heures, soit 24,2 %</p>	

**11. Analyse AFOM :** (Tableau 13: analyse AFOM de l'aire d'étude à ouled Fayet. Source :auteur.)

	<b>Atouts</b>	<b>Faiblesses</b>
<b>Selon le développement durable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mixité sociale (tout genre)</li> <li>▪ Catégorie artisanale</li> <li>▪ Catégorie de l'intérêt technologique</li> <li>▪ Un pôle de tourisme (Opéra d'Alger)</li> <li>▪ La production agricole et l'industrie</li> <li>▪ Un climat de type méditerranéen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La négligence de l'aspect esthétique et environnemental</li> <li>▪ Manque de propreté et la gestion des déchets</li> <li>▪ Glissement des terrains</li> <li>▪ Un microclimat plus humide peut influencer le confort dans la région.</li> </ul>
<b>Autres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Accessibilités directes et facile</li> <li>▪ Un flux important dans les accès mécaniques</li> <li>▪ Surface libre</li> <li>▪ Une faible pente</li> <li>▪ La présence de deux projets structurants.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Manque des aires de stationnement</li> <li>▪ Manque de moyens de transport : métro, train et tramway</li> <li>▪ Manque des aires de détente</li> <li>▪ L'absence des arrêts de bus aménagés -</li> </ul>
	<b>Opportunités</b>	<b>Menaces</b>
<b>Selon le développement durable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Investissement à travers des nouveaux projets projetés</li> <li>▪ Position stratégique (La capitale)</li> <li>▪ Projets emblématiques (Dzair Média city)</li> <li>▪ Attraction de toutes les catégories sociales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Concurrence régionale</li> <li>▪ La crise économique</li> <li>▪ Risques des Inondations</li> <li>▪ Un taux d'humidité élevé dans la période estivale</li> </ul>
<b>Autres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'intérêt général des gens pour la technologie et son intégration dans la vie quotidienne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le séisme</li> <li>▪ Risque de création d'une crise de transport</li> </ul>



12. Schéma d'actions : (Tableau 14: schéma d'action.source auteur.)

<p><b>Action mobilité et accessibilité</b></p> <p>Intervenir pour faciliter la fluidité dans l'aire d'étude</p>	<p><b>Action d'aménagement urbaine</b></p> <p>Intervenir pour créer une région adaptable pour notre projet</p>	<p><b>Action de structure fonctionnelle</b></p> <p>Intervenir pour assurer une structuration urbaine</p>
---	--	--



Figure 72: action mobile et accessibilité.

Source : carte Google earth édité par l'auteur.



Figure 70: action d'aménagement urbaine

Source : carte Google earth édité par l'auteur.

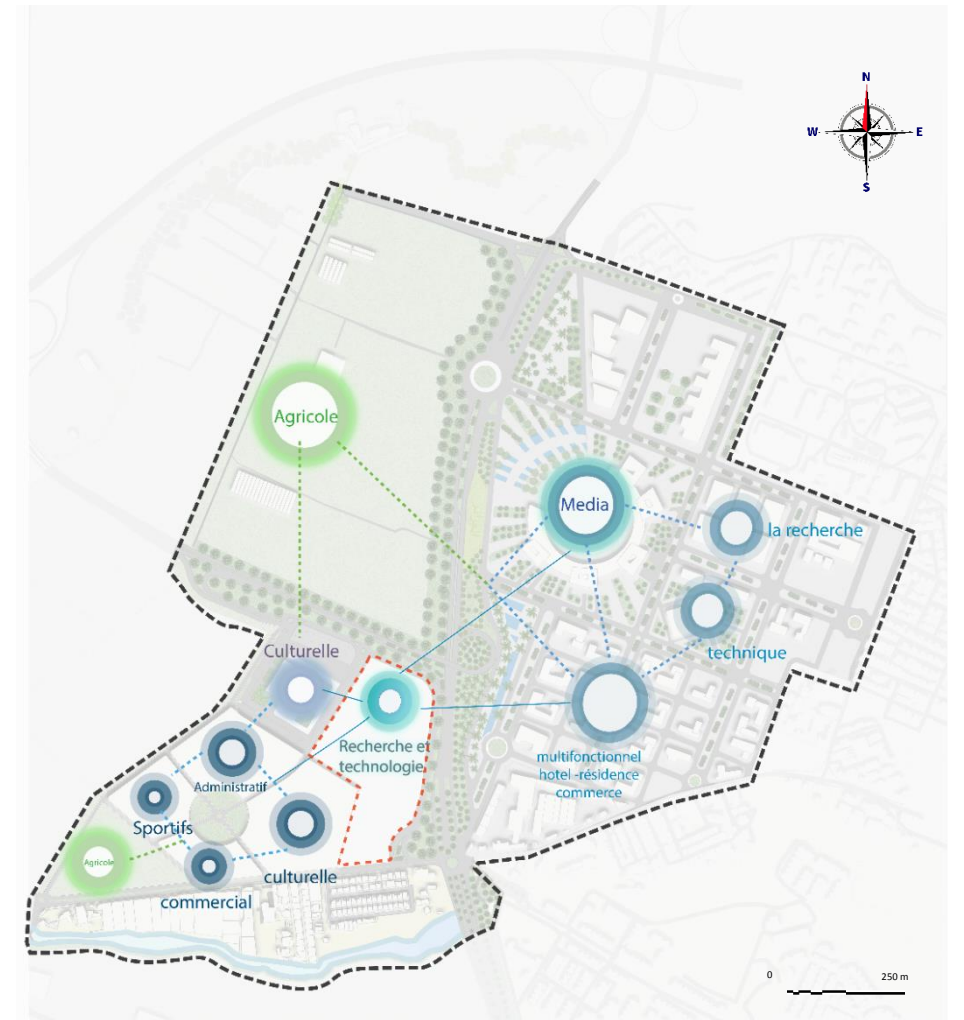


Figure 71: Organigramme fonctionnel

Source : carte Google earth édité par l'auteur.

- Air d'étude
- Site d'intervention
- ↔ Réaménagement du rocade ouest
- ↔ Réaménagement de la route principale
- ↔ créer une nouvelle voie mécanique et piétonne
- ↔ Reconstruire et réaménager la route
- ↔ Elargissement de la voie mécanique
- 🚌 Aménagement du nouveau arrêt de bus

- Air d'étude
- Site d'intervention
- ▨ Réaménagement des terrain agricole
- Aménagement du pole multifonctionnel
- ⋯ Aménagement d'une ceinture vert

-Créer une connexion entre Dzair media city et la partie du pole multifonctionnel et mètre en considération l'importance de préservé les terrains agricoles pour créer un équilibre entre l'urbain et la partie urbanisée.

-créer une relation entre le projet technologique proche ter et la nouvelle ville du media qui va donner une valeur à la ville d'Ouled Fayet.



### 13. L'intervention urbaine :

#### 13.1 Les étapes de l'aménagement urbain : (source : carte Google earth édité par l'auteur. source : auteur)

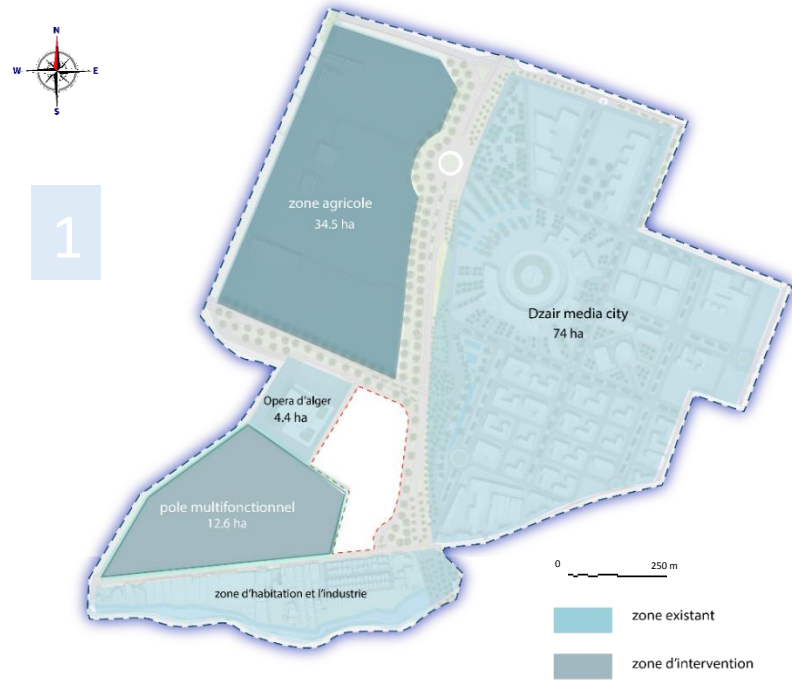


Figure 75: étape 1 carte état initiale.

Délimiter des zones d'interventions (terrains agricoles pôles multifonctionnelles)



Figure 74: étape 2 division des parcelles.

Division de la zone en sous -zone en suivant le tracé et la continuité des parcours viaires

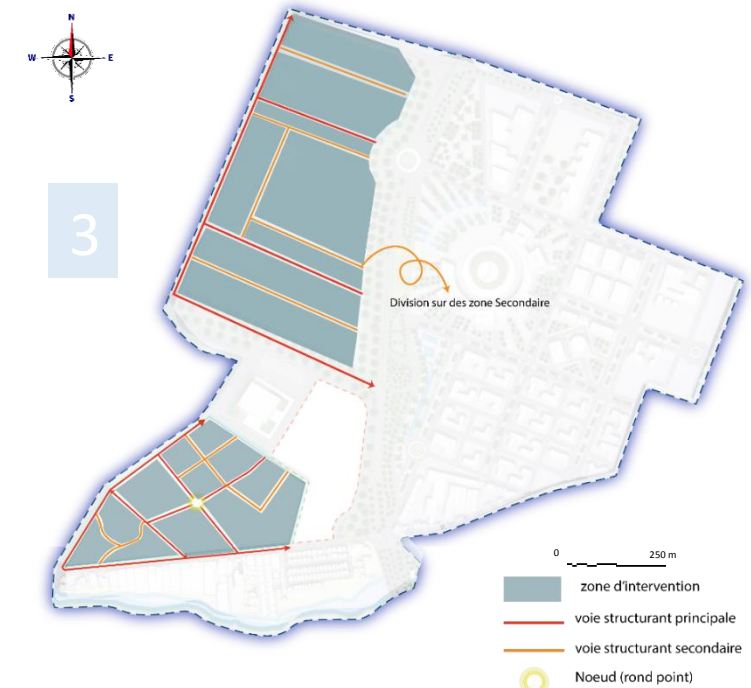


Figure 73 : étape 3 définir le système voirie.

Délimiter les parcours voiries et piétonnes dans les zones d'intervention

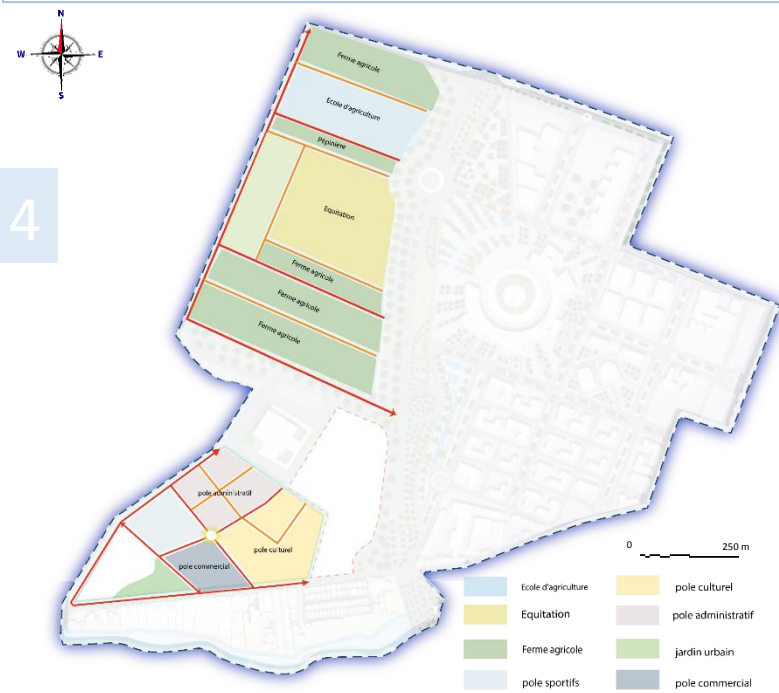


Figure 78: étape 4 établir le programme.

Définir la vocation et le programme de chaque zone d'intervention (terrains agricoles + pôles multifonctionnels)

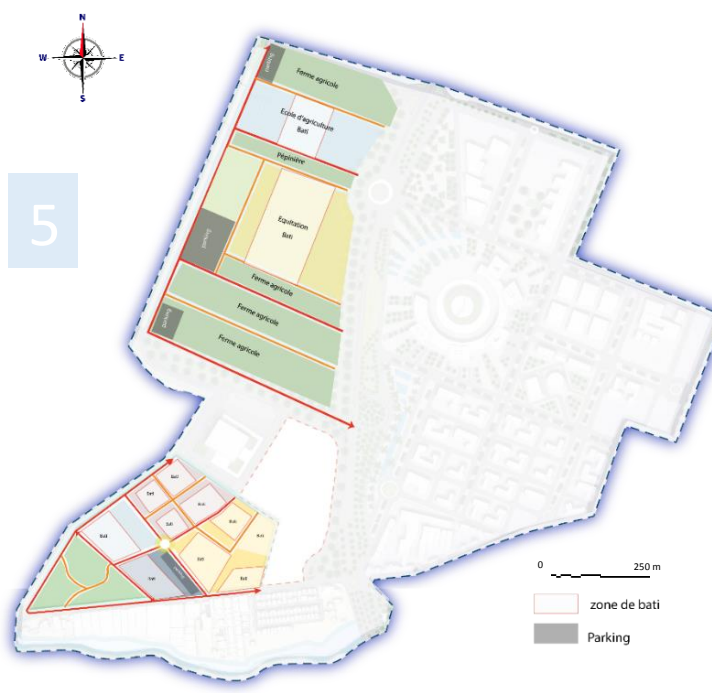


Figure 77: étape 5 identification des aire de stationnements.

Définir les espaces de stationnements et parking selon le besoin de chaque ilot.



Figure 76: étape 6 état finale de la zone.

La phase finale : projeter les équipements et les espaces verts avec l'aménagement des fermes agricoles et le jardin urbain



### 13.2 Zoom sur les terrains agricoles :

L'aménagement de ces différentes zones vise à créer un environnement agricole multifonctionnel et convivial, favorisant à la fois la productivité, la pédagogie et le bien-être des usagers.



Figure 81: Les accès mécanique dans la zone des fermes agricoles.

Source : carte pos ouled fayet édité par l'auteur.

Les parcours mécaniques au sein d'une zone agricole, mettant en évidence les chemins optimisés pour la circulation des machines agricoles. Les trajets sont soigneusement planifiés pour faciliter l'accès aux différentes parcelles, minimisant ainsi le temps de déplacement et les impacts environnementaux.



Figure 80: Le parcours piéton dans la zone des fermes agricoles.

Source : carte pos ouled fayet édité par l'auteur.

Les parcours piétonniers sont accessibles aux personnes à mobilité réduite (PMR) au sein de la zone agricole. Les chemins sont conçus pour garantir une accessibilité optimale et sécurisée, avec des surfaces stabilisées, des pentes douces et des passages suffisamment larges.



Figure 79: Le programme urbain dans la zone agricole.

Source : carte pos ouled fayet édité par l'auteur.

Les principales zones d'activité, incluant des points d'intérêt tels que les aires de repos, les jardins pédagogiques et les zones de récolte. La zone d'activités est conçue pour accueillir des événements et des ateliers, avec des espaces aménagés pour l'apiculture. À proximité, une aire dédiée à l'équitation offre des installations pour les cavaliers, incluant des pistes et des enclos pour les chevaux.



13.3 Zoom sur le pôle multifonctionnel :

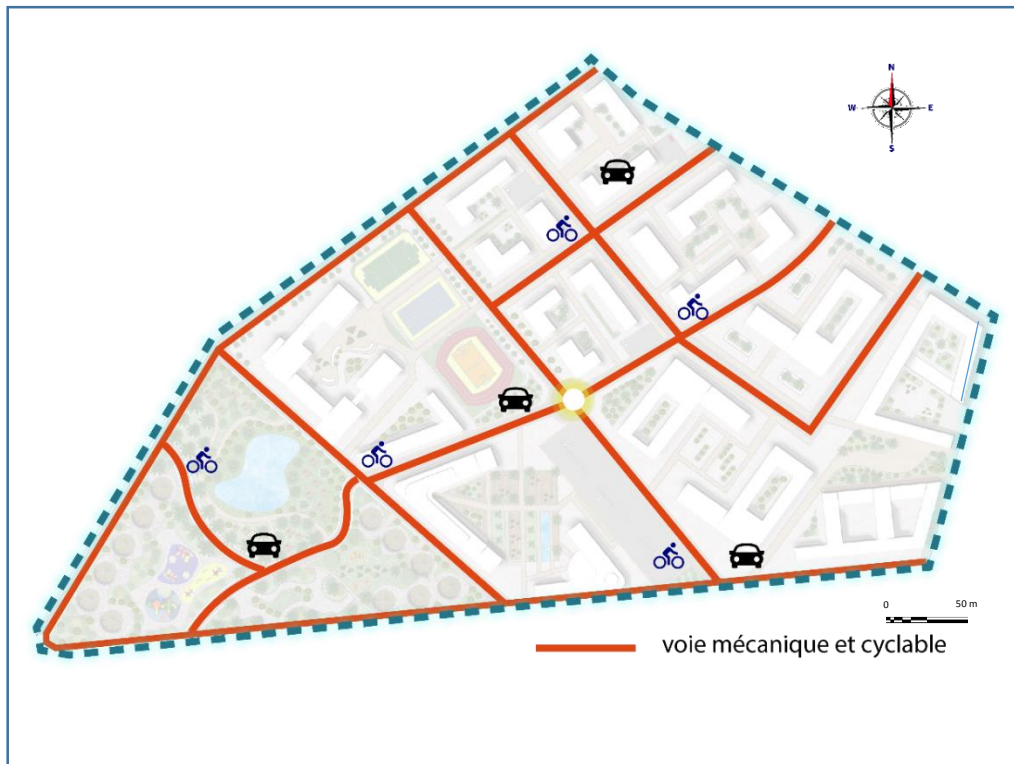


Figure 85: Les accès mécanique dans la zone multifonctionnelle  
Source : carte Google earth édité par l'auteur.

Les accès routiers et piétonniers de cette zone multifonctionnelle se distinguent par son design réfléchi et sa présentation claire. Elle met en évidence les voies de circulation automobile ainsi que les chemins piétonniers, assurant une cohabitation harmonieuse entre les différents modes de déplacement. Les parcours piétons sont conçus pour être sécurisés et accessibles, favorisant une mobilité fluide pour tous les usagers, y compris les personnes à mobilité réduite.

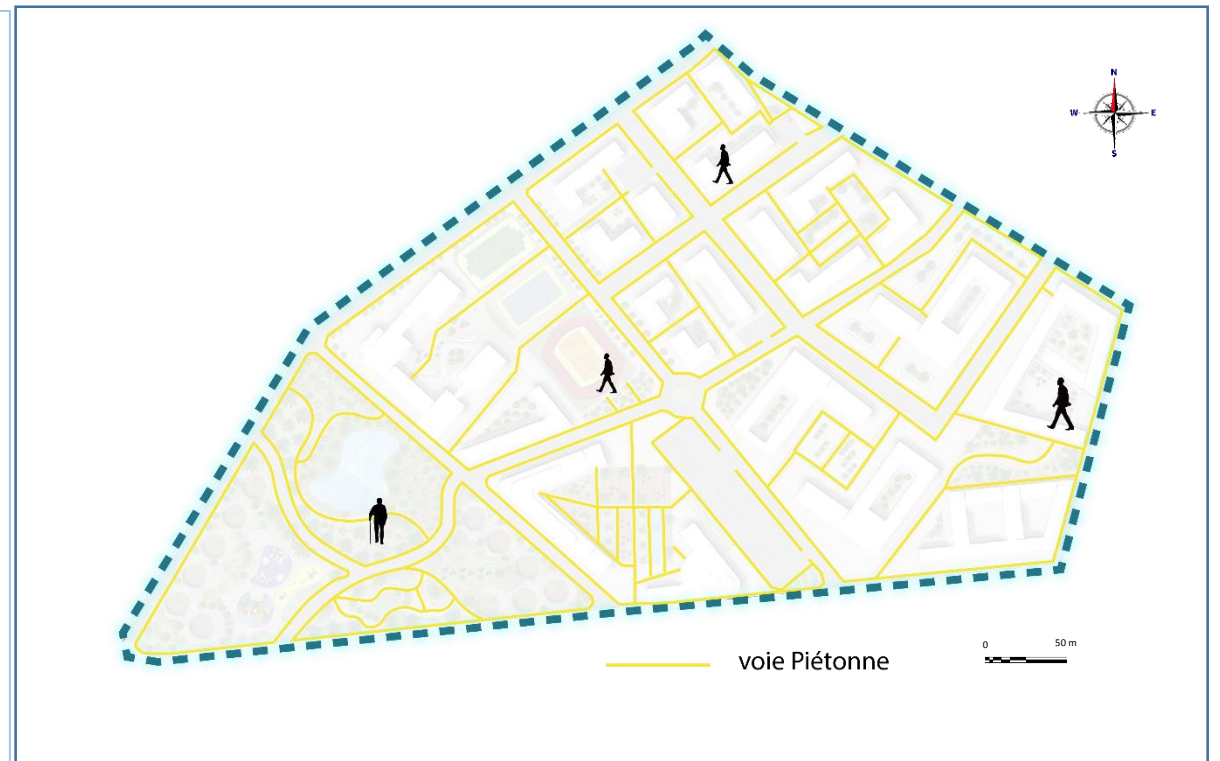


Figure 82: Le parcours piéton dans la zone multifonctionnelle.  
Source : carte Google earth édité par l'auteur.

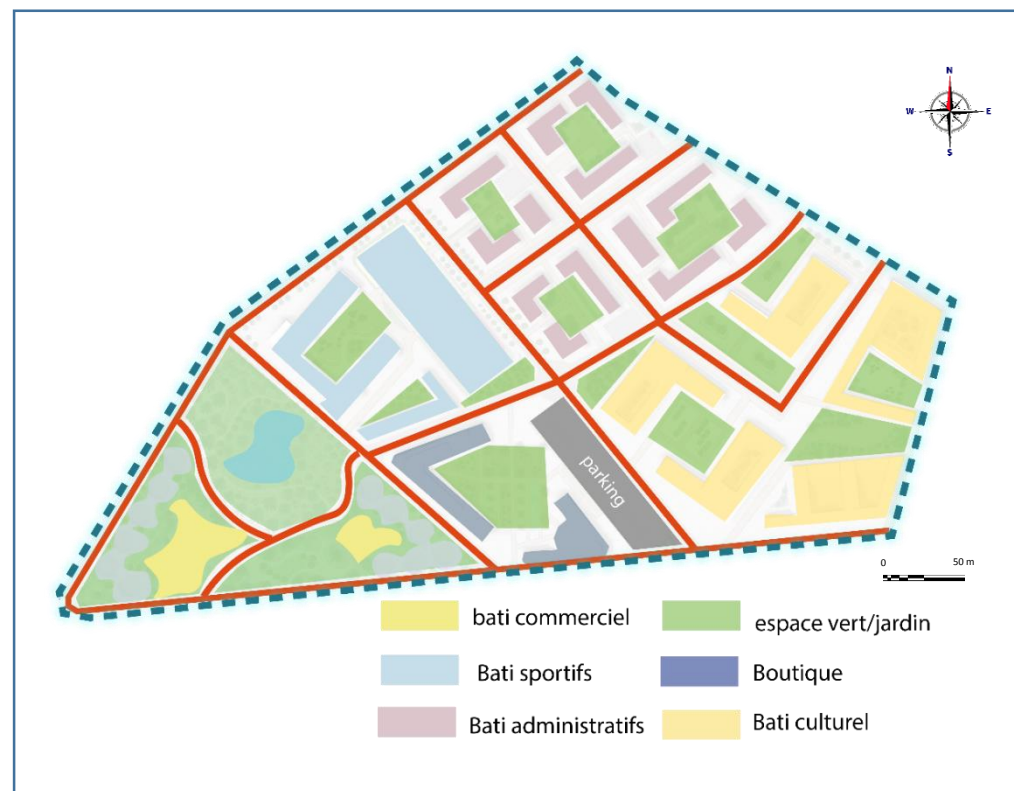


Figure 84: Le programme urbain dans la ville d'ouled fayet.  
Source : carte Google earth édité par l'auteur.

La carte urbaine détaillant le programme urbain, les zones bâties et non bâties, ainsi que les types et la vocation de chaque bâtiment, se révèle être un outil précieux pour une compréhension globale de l'aménagement de cette zone multifonctionnelle. Chaque bâtiment est clairement identifié par son type et sa fonction. Les zones non bâties, comme les parcs et espaces verts, sont également bien délimitées, mettant en évidence les espaces de détente et de loisirs.



Figure 83: Les équipements dans la zone multifonctionnelle  
Source : carte Google earth édité par l'auteur.



1.4. Plan d'aménagements :



Figure 87: Plan d'aménagement urbain. Source : l'auteur.

Le plan d'aménagement :

- La proposition intègre des approches de développement innovantes basées sur les principes du développement durable, du progrès technologique et de la bioclimatologie.
- Le plan de développement repose sur l'optimisation des ressources naturelles et la réduction de l'empreinte écologique.
- Les bâtiments sont conçus pour maximiser l'efficacité énergétique grâce à l'utilisation de matériaux écologiques, de panneaux solaires intégrés et de systèmes de récupération des eaux de pluie.
- De plus, l'orientation et la forme de la structure tirent pleinement parti du climat local, favorisant une ventilation naturelle et un éclairage optimal tout en minimisant les besoins de chauffage et de refroidissement.
- De nombreux espaces verts favorisent la biodiversité et offrent des espaces de loisirs aux résidents. En combinant ces éléments, le projet vise à créer un environnement harmonieux, résilient et durable qui répond aux besoins actuels.



Figure 86: les concepts élaborés dans le plan d'aménagements urbain.

Source : l'auteur.



## 1.5 La réponse architecturale :

### 1.5.1 Genèse de l'idée :

La barre électronique la pièce la plus important dans l'innovation technologique est le fondation de la technologie

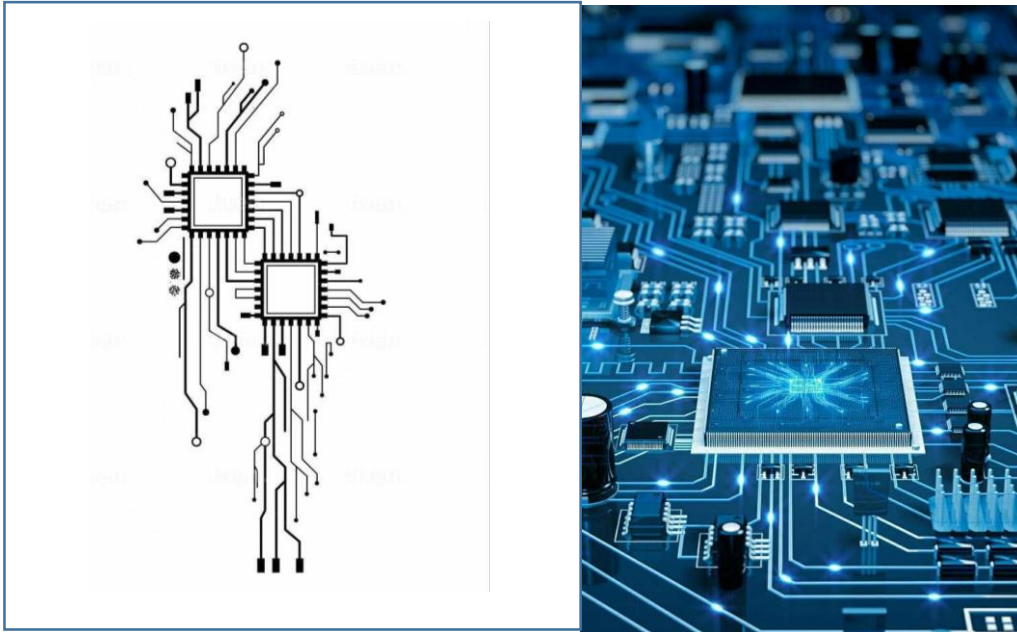


Figure 88: composant de la barre électronique source: google image

### 1.5.2 Tracé du site :

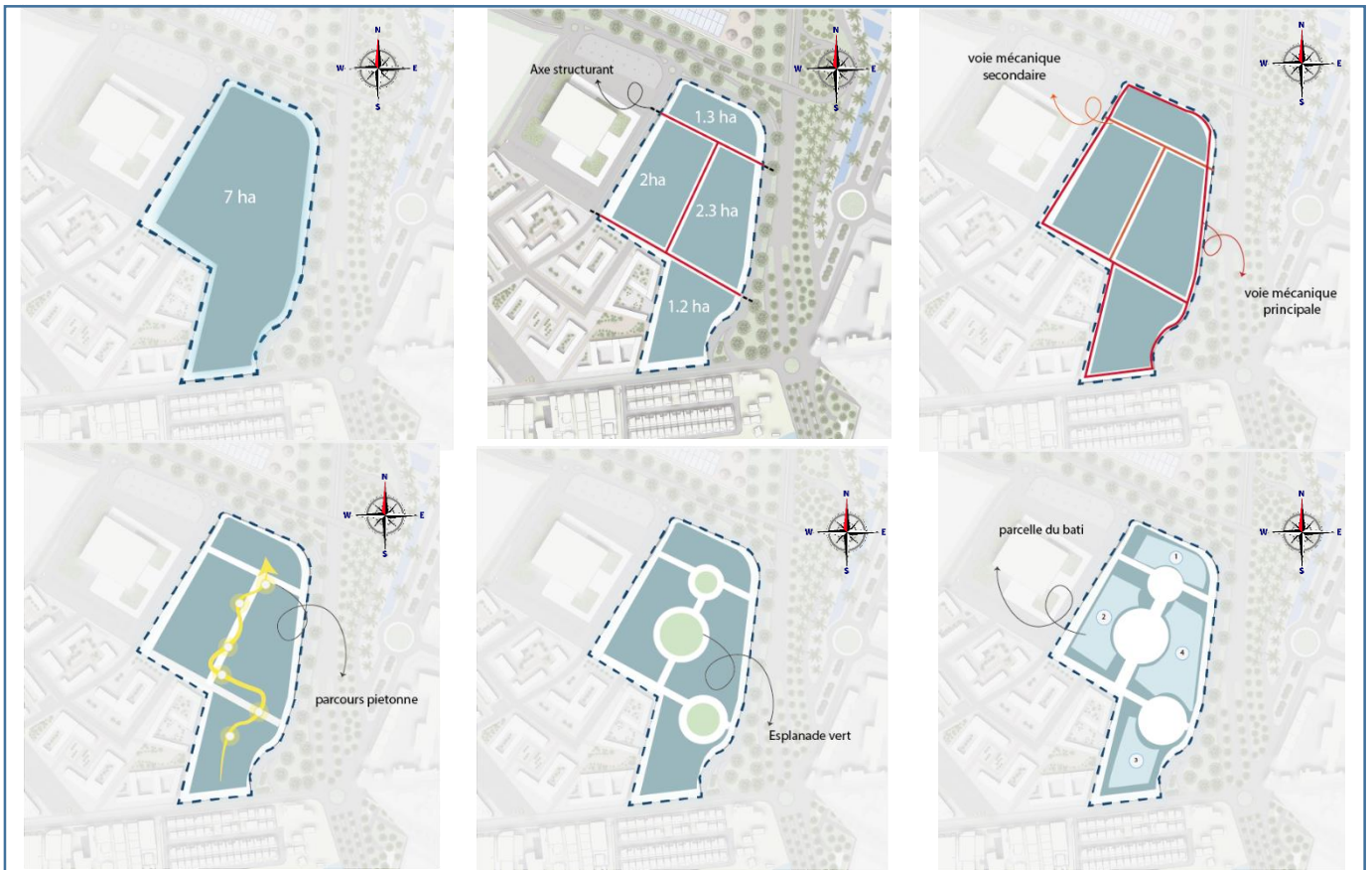


Figure 89: les etape de transformation et du tracé du site. source: l'auteur.

### 1.5.3 L'implantation sur site :

Nous avons élaboré un programme qui va abriter 4 projets qui travaillent en ensemble comme le fonctionnement de la barre électronique.

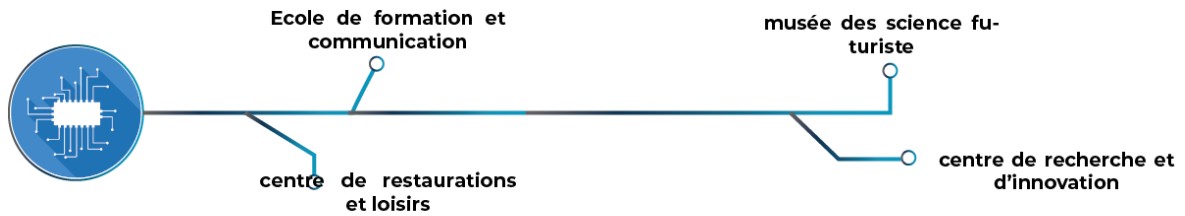


Figure 91: schéma des projets implanter dans le site. source: auteur

L'implantation des projets et à l'extrémité , nous avons gardé la partie centrale pour crée des parcours et des promenade pour la circulation piétonne.

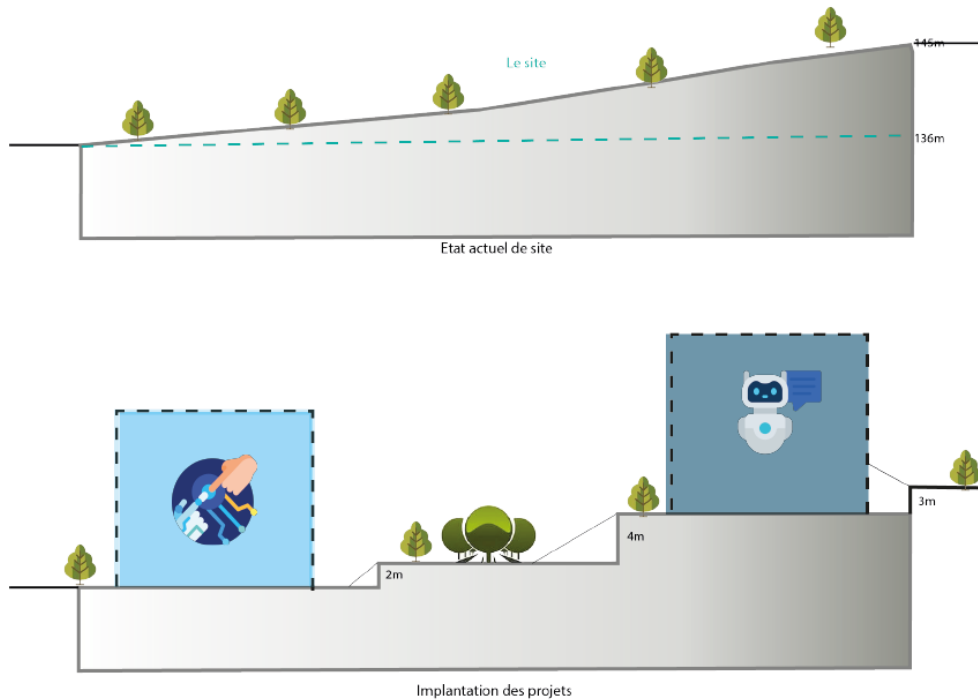


Figure 90: l'implantation du projet selon la pente. source: auteur.

1.5.4 Genèse de la forme des projets :

1.5.4.1 musée des sciences futuristes :

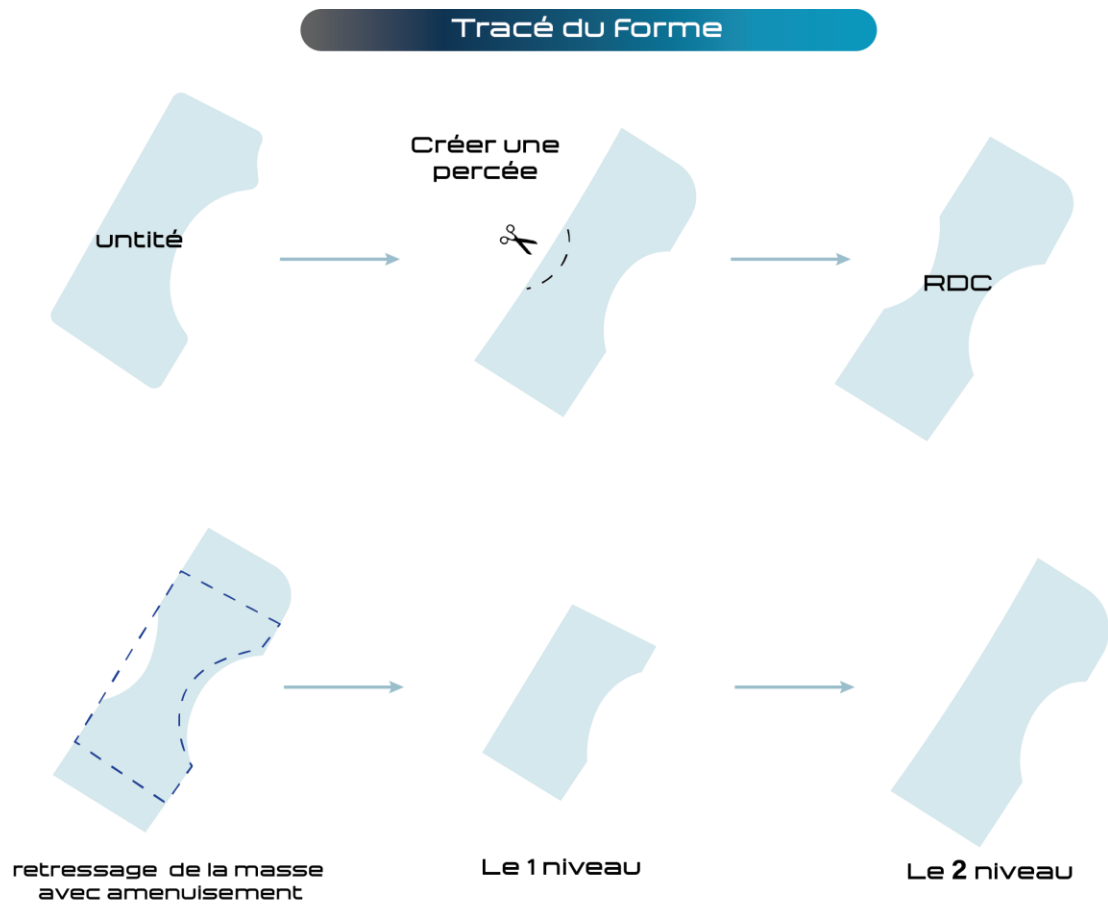


Figure 92: tracé du forme du musée.source: auteur.

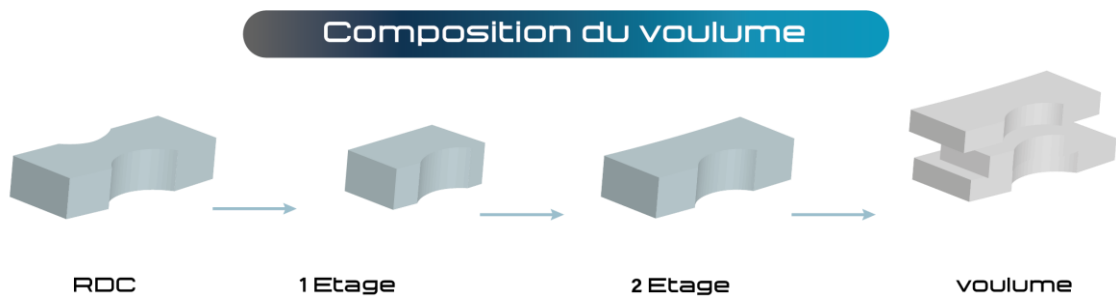


Figure 93: composition du volume du musée.source: auteur.

1.5.42 Centre de restauration et de loisirs :

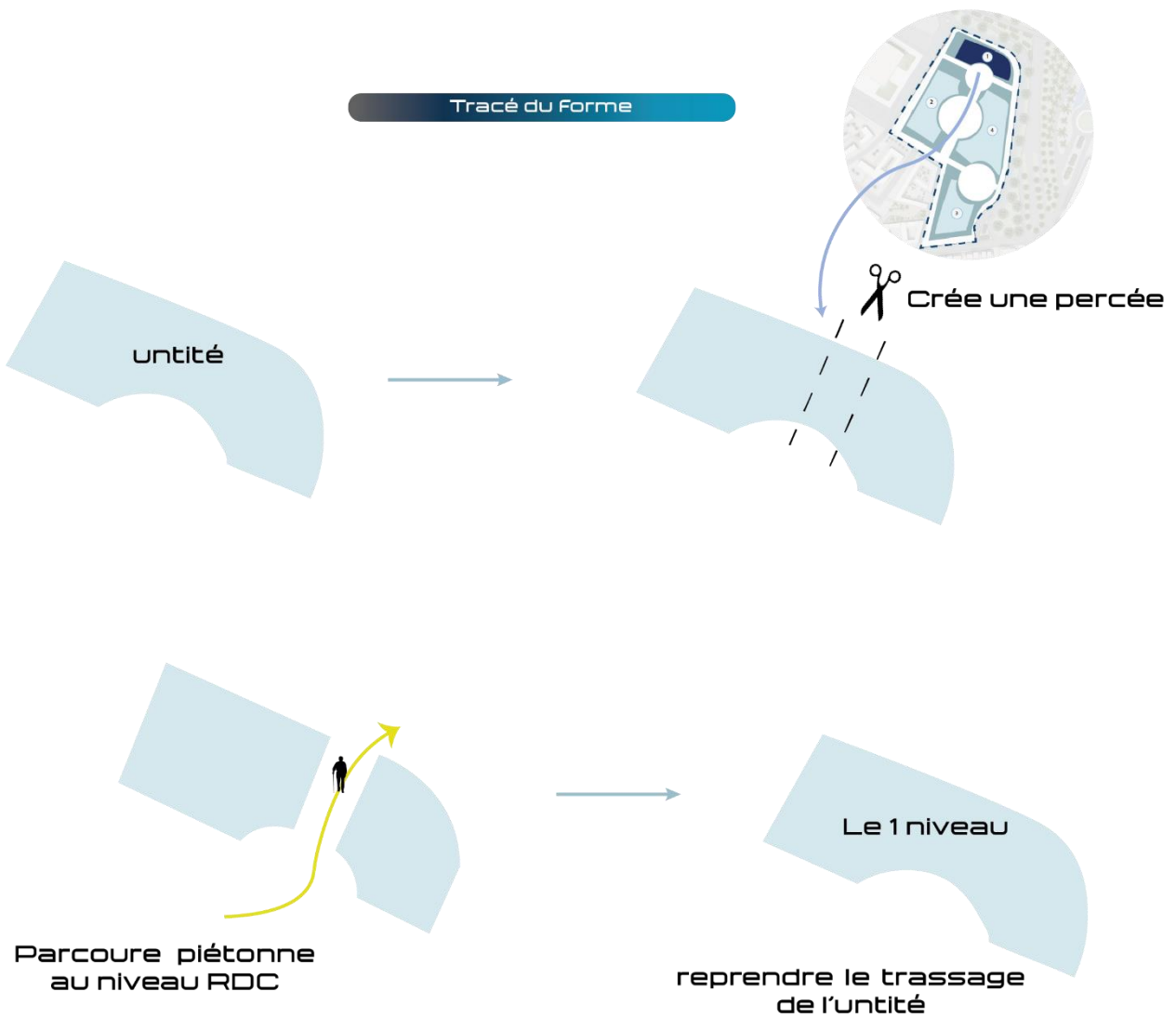


Figure 94: tracé du forme du centre de restauration. Source: auteur.

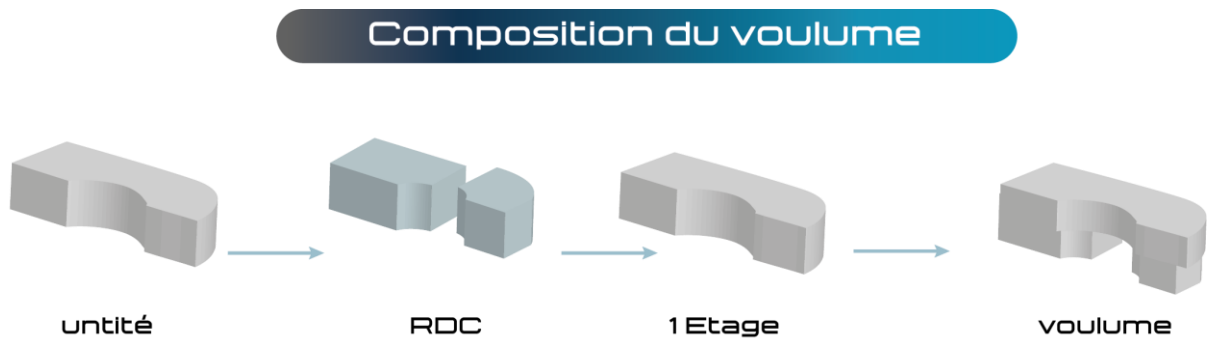


Figure 95: composition du volume du centre de restauration. Source: auteur.

1.5.43 Ecole de formation :

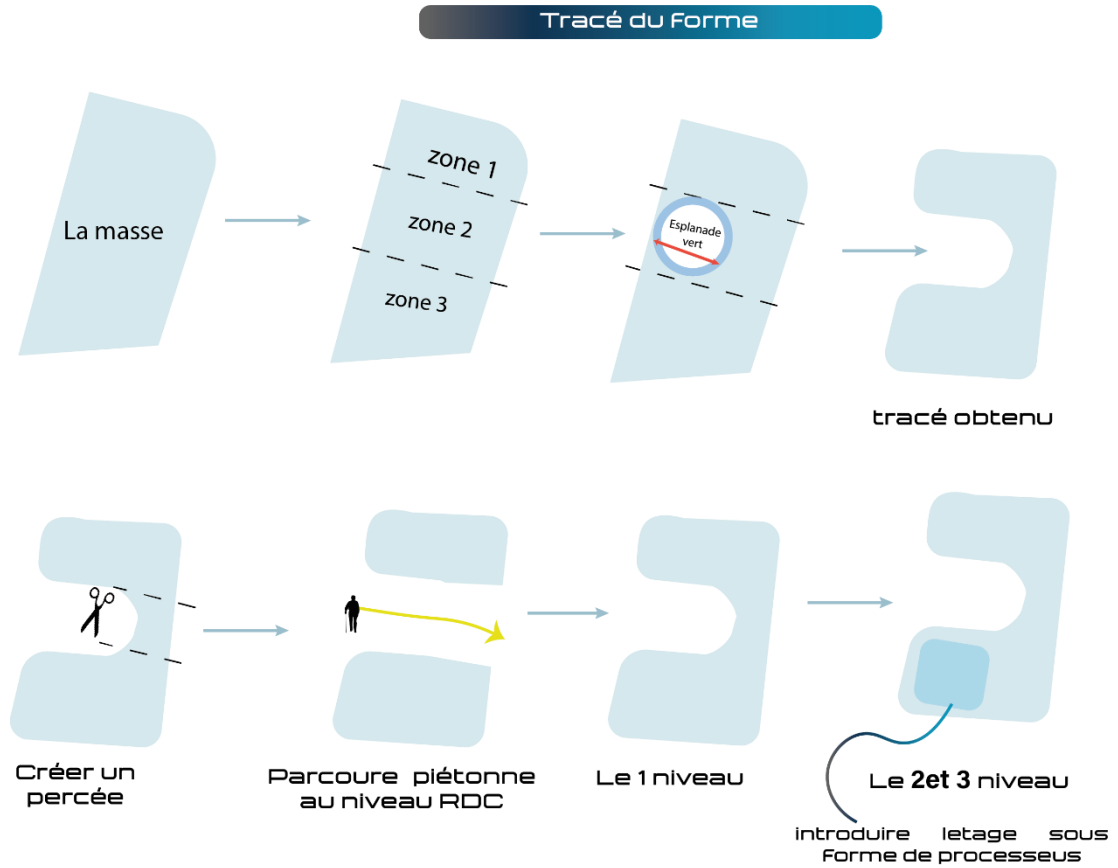


Figure 96: tracé de la forme de l'école de formation. Source: auteur.

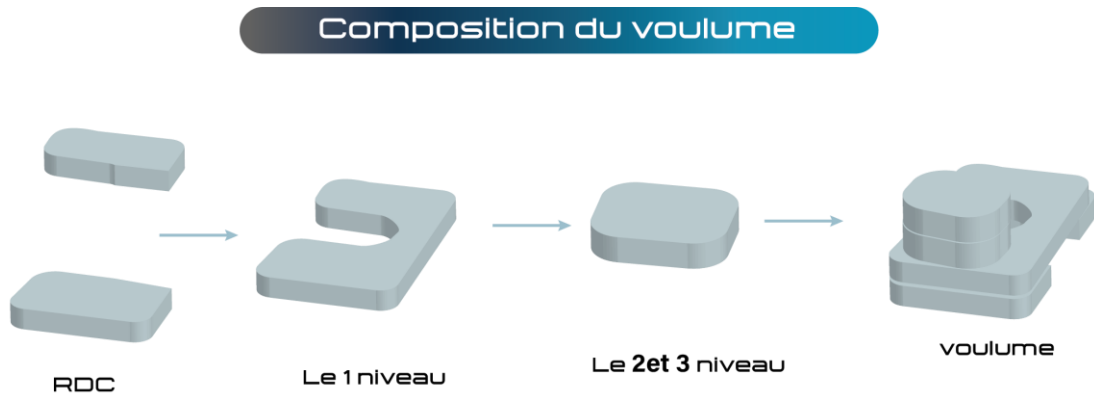


Figure 97: composition du volume de l'école de formation. source : auteur.



1.5.4.4 centres de recherche et innovation technologique :

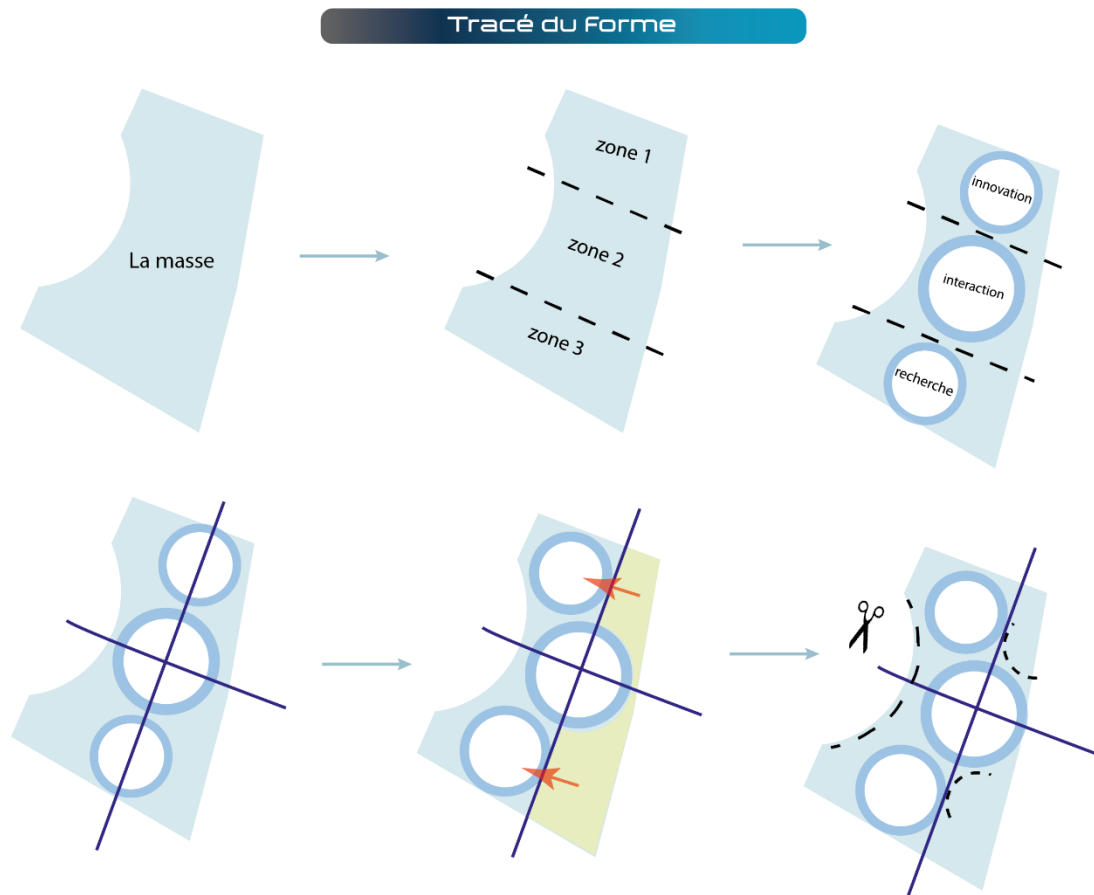


Figure 98: tracé de la forme du centre de recherche . source: auteur.

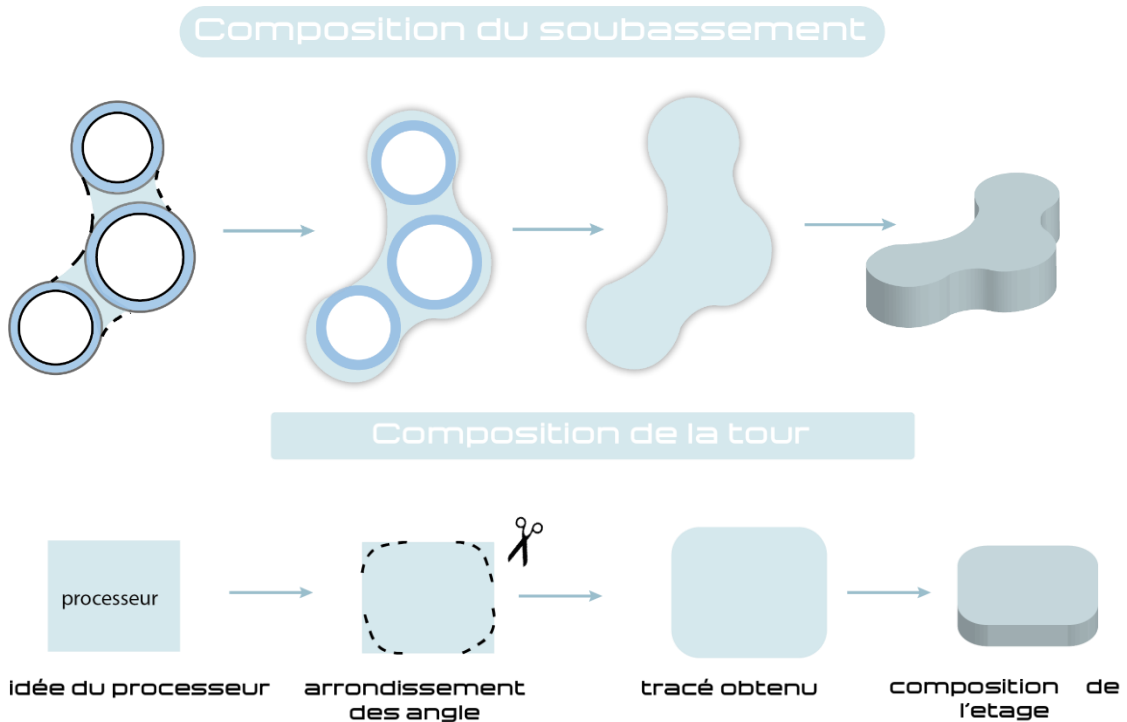


Figure 99: composition du volume de centre de recherche . source : auteur.

1.5.5 Composition de la forme finale :

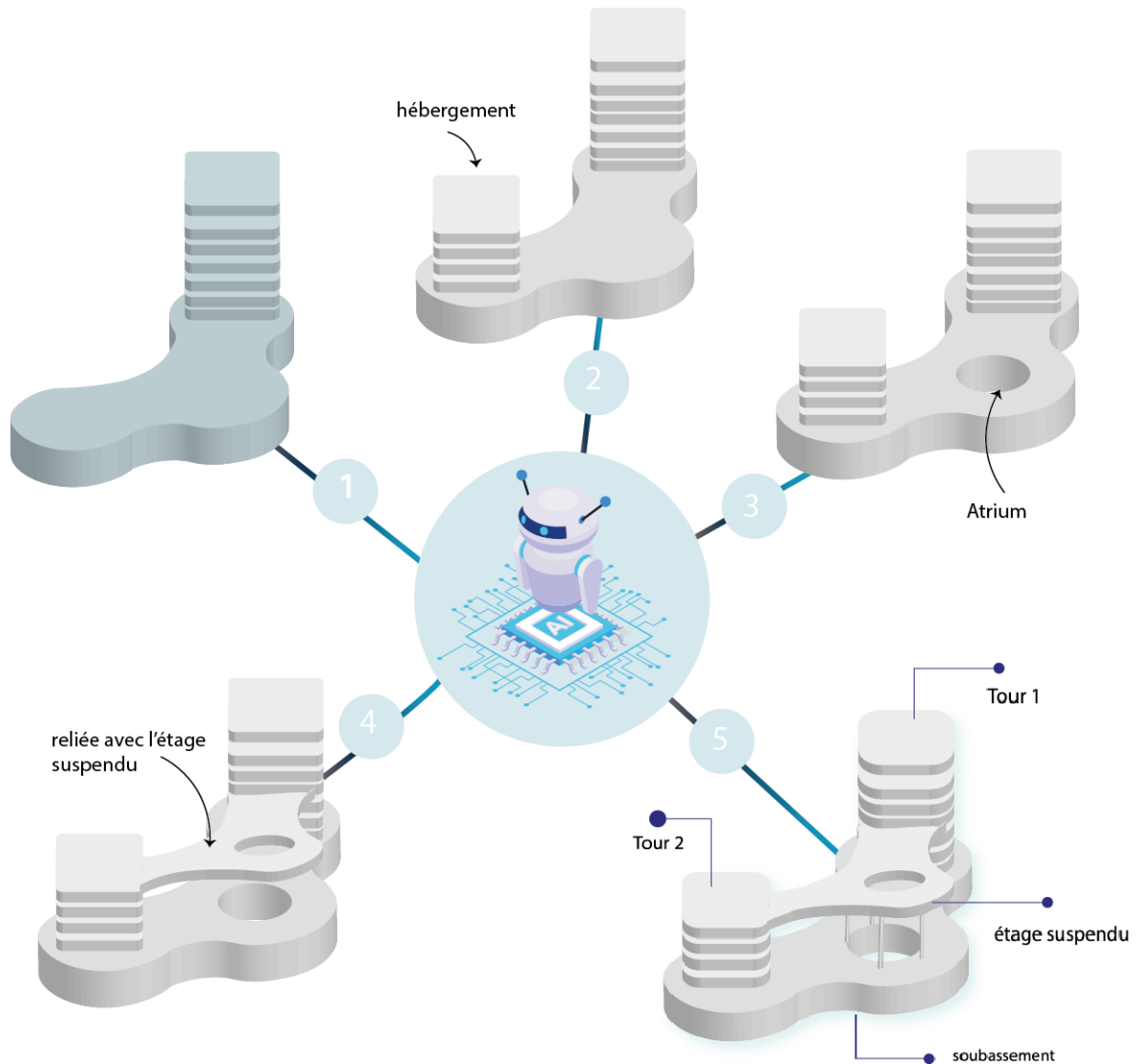


Figure 100: composition finale de la forme. Source : auteur.

1.5.6 L'aspect bioclimatique :

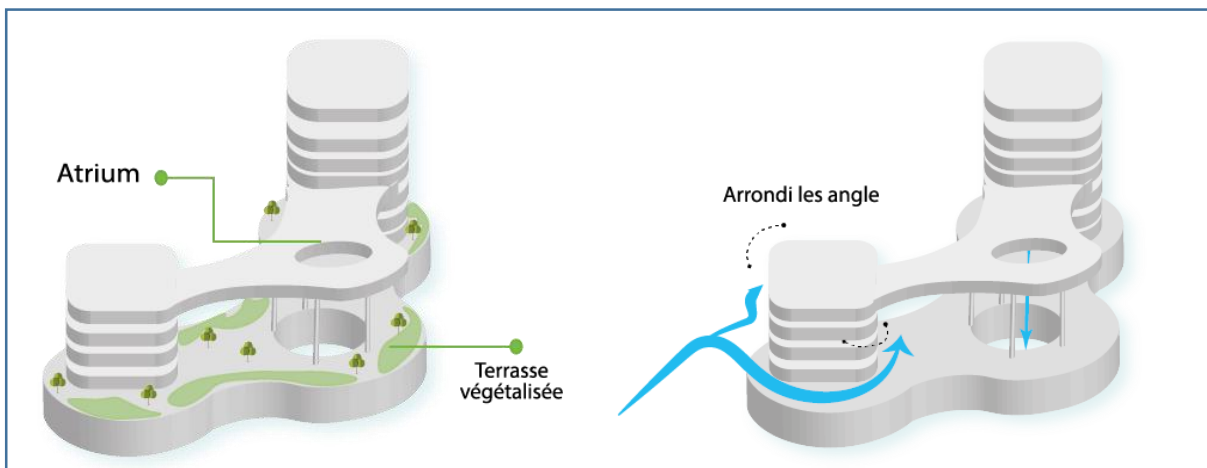


Figure 101: l'aspect bioclimatique aborder dans le projet. source : auteur.

1.5.6 structure du centre de recherche et d'innovation :

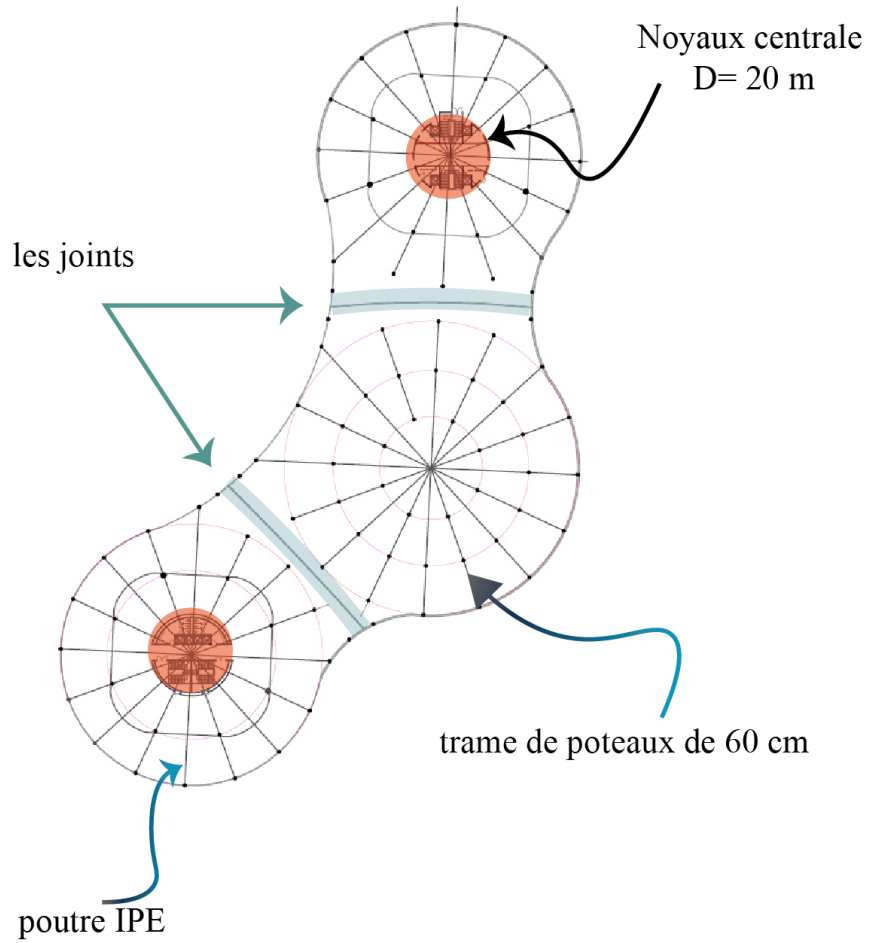


Figure 102: schéma de structure . source: auteur.

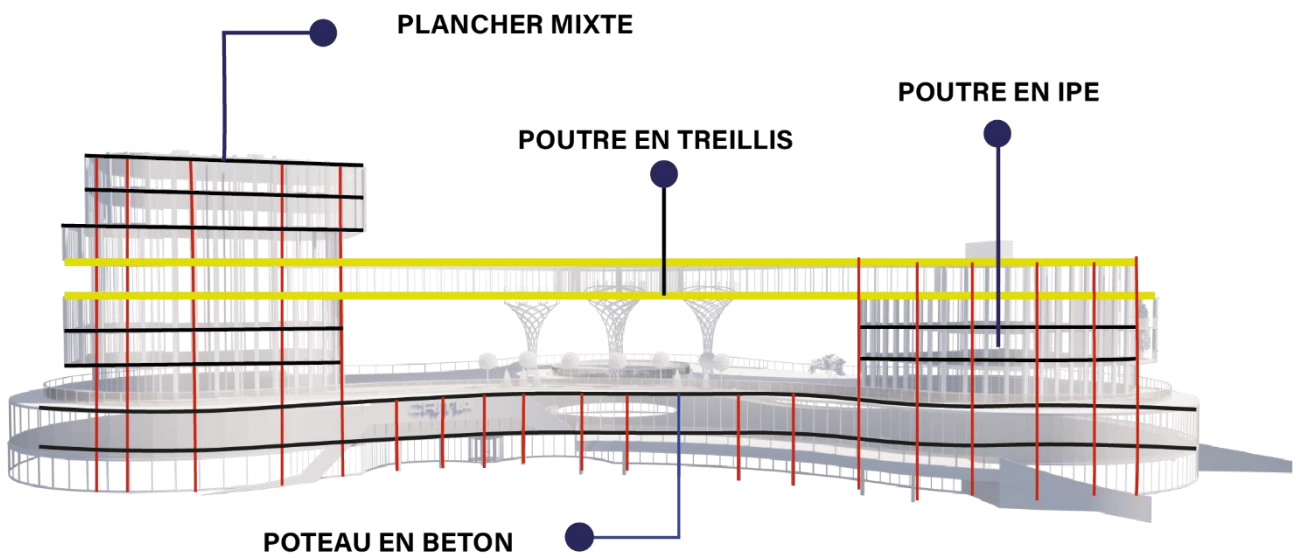


Figure 103: la structure hybride mixte du projet. source: auteur.

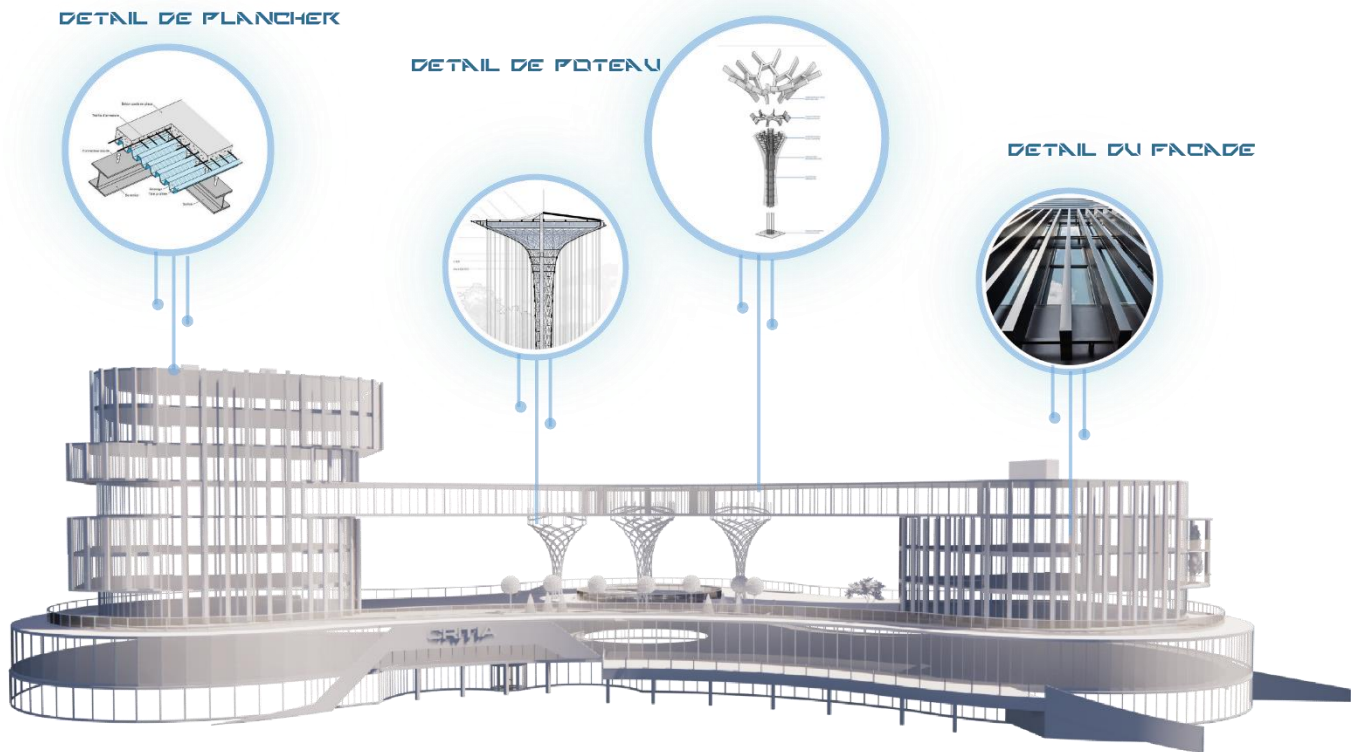


Figure 104: détail des élément porteur . source: auteur.

### 1.5.7 programme du centre de recherche et d'innovation :

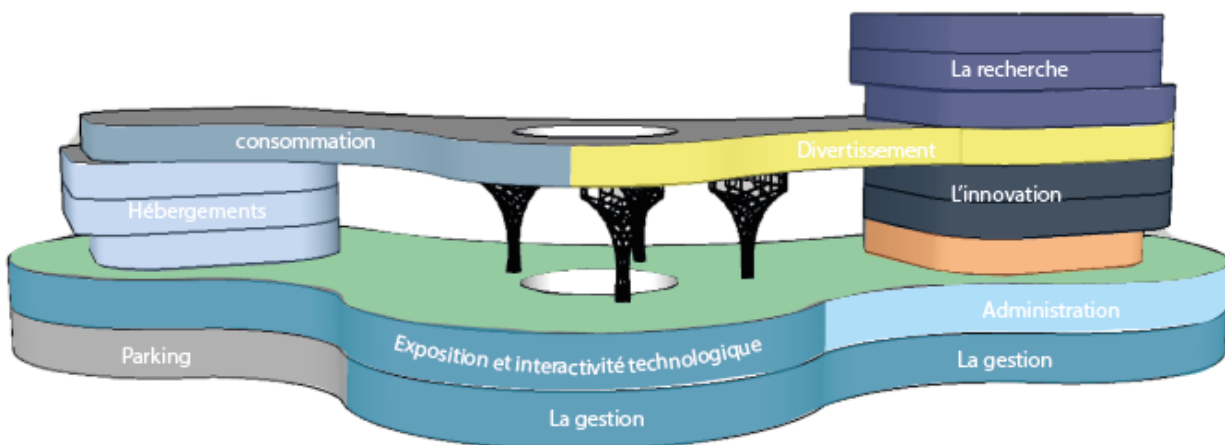


Figure 105: division et programme du projet. source: auteur.

**Conclusion :**

En conclusion, l'analyse de la ville d'Ouled Fayet en Algérie met en évidence le grand potentiel de cette zone, caractérisée par un dynamisme urbain croissant et une avancée agricole importante. Cette étude révèle les défis et opportunités associés au développement urbain et rural, notamment dans le contexte d'interventions urbaines visant à intégrer les centres multifonctionnels et les zones agricoles.

L'un des éléments centraux de cette intervention est la création d'une cité technomédiatique, positionnant Ouled Fayet comme un centre majeur de l'innovation technologique et des médias. Ce projet ambitieux vise à diversifier l'activité économique locale et à stimuler la croissance urbaine en la combinant aux avancées technologiques contemporaines.

Le centre multifonctionnel prévu jouera un rôle essentiel dans la structuration et la diversification de l'activité économique locale. En intégrant des fonctions administratives, commerciales, culturelles et de services, il créera un environnement dynamique et attractif pour les résidents et les entreprises. Cette intervention urbaine est cruciale pour répondre aux besoins d'une population croissante tout en favorisant le développement économique et technologique de la région.

En même temps, la protection et le développement des zones agricoles restent la priorité absolue pour maintenir un équilibre entre urbanisation et agriculture. La mise en œuvre des pratiques agricoles durables et innovantes et l'amélioration des infrastructures agricoles garantiront la sécurité alimentaire et favoriseront un développement rural équilibré. Cette approche contribue également à protéger l'environnement et à prévenir la dégradation des terres agricoles.

En conclusion, cette analyse souligne l'importance d'un équilibre, dans laquelle le centre multifonctionnel, la ville technologique et médiatiques et les zones agricoles se complètent et se renforcent mutuellement. Le succès de notre projet dépendra de la collaboration entre les autorités locales, les acteurs économiques, les agriculteurs et les communautés pour construire une ville résiliente et prospère basée sur les progrès technologiques. En adoptant cette vision intégrée, Ouled Fayet peut devenir un modèle de développement urbain, rural et technologique en Algérie, incarnant la coexistence harmonieuse entre modernité et tradition, innovation technologique et développement durable.

# **Chapitre IV :**

# **Simulation**

## **Introduction :**

Dans ce chapitre, nous détaillerons les différentes étapes de notre démarche de simulation, ainsi que les résultats obtenus. Une analyse approfondie de ces résultats nous permettra de porter un jugement évaluatif sur notre projet et d'en valider la pertinence.

### **1. La simulation en 'architecture :**

La simulation est l'un des outils les plus importants pour l'étude et le suivi du comportement thermique et la ventilation hybride dans le bâtiment. Il nous permet par la suite de juger les différentes performances d'équipement avant que le projet ne soit mis en œuvre.

Elle offre la possibilité de mener une étude approfondie du projet, sans contraintes de temps ni de coût liées à l'expérimentation. Elle évite ainsi les délais et les dépenses inutiles.

L'importance objective de la simulation en architecture ne se limite pas à l'amélioration de la qualité des projets. Elle représente également un outil crucial pour la prise de décisions éclairées, la gestion des risques et la réduction des coûts.






En simulant différents scénarios, les architectes peuvent identifier et résoudre les problèmes potentiels dès les phases initiales de conception, évitant ainsi des modifications coûteuses et des retards lors de la construction.

De plus, la simulation facilite la communication et la collaboration entre les diverses parties prenantes, en offrant une vision claire et partagée du projet (ASSOCIATION APOGEE,2015) .

### **2. Les Logiciels de simulation :**

La simulation en architecture nécessite l'utilisation de logiciels spécialisés conçus pour répondre aux besoins spécifiques du domaine. Ces logiciels offrent des interfaces simples et des fonctionnalités avancées pour modéliser, analyser et améliorer chaque aspect d'un projet architectural. Avant d'explorer les détails des logiciels de simulation disponibles, il est important de connaître quelques logiciels de simulation, leurs objectifs, avantages et inconvénients respectifs, afin de choisir celui avec lequel nous travaillerons. (voir tableau ci-dessus) (ASSOCIATION APOGEE,2015).

(Tableau 15: les logiciels de simulation .source : Google image.)

Logiciel	logo	L'objective de logiciel	Les Avantages	Les inconvénients
<b>DesingBuilder</b>	 <i>Figure 106: logiciel DesingBuilder</i>	logiciel de simulation énergétique et thermique qui intègre plusieurs fonctionnalités pour modéliser et analyser la performance énergétique des bâtiments.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-interface graphique conviviale et intuitive.</li> <li>-Capacités de simulation avancées couvrant l'énergie, la lumière naturelle, le confort thermique,.</li> <li>-Basé sur le moteur de simulation EnergyPlus, offrant des résultats précis et fiables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Coût de licence relativement élevé.</li> <li>-Courbe d'apprentissage pour maîtriser toutes les fonctionnalités.</li> <li>-Nécessite un matériel performant pour les simulations complexes.</li> </ul>
<b>OpenStudio</b>	 <i>Figure 107: logiciel OpenStudio</i>	une plateforme open source pour la simulation énergétique des bâtiments, développée par le National Renewable Energy Laboratory (NREL) des États-Unis, qui utilise le moteur EnergyPlus.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Gratuit et open source, avec une communauté active de développeurs et d'utilisateurs.</li> <li>-Interface utilisateur graphique qui facilite la création de modèles et l'analyse.</li> <li>-Intégration avec d'autres outils et workflows BIM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Moins convivial pour les utilisateurs débutants.</li> <li>-Peut nécessiter des scripts et des personnalisations pour des analyses complexes.</li> <li>-Documentation parfois moins complète que celle des logiciels commerciaux.</li> </ul>
<b>Ecotect</b>	 <i>Figure 108: logiciel Ecotect</i>	logiciel de simulation et d'analyse environnementale utilisé pour évaluer la performance thermique, la lumière naturelle, l'ombrage, et l'acoustique des bâtiments.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Interface utilisateur intuitive et graphique, facilitant la visualisation des résultats de simulation.</li> <li>-Intégration avec d'autres logiciels de la suite Autodesk, comme Revit</li> <li>-Permet de réaliser des analyses détaillées de la lumière naturelle, des ombres, de la ventilation naturelle et du confort thermique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Développement arrêté depuis 2015.</li> <li>-Peut ne pas être compatible avec les dernières versions des systèmes d'exploitation.</li> <li>-Moins précis pour certaines simulations énergétiques avancées comparé à des outils plus modernes comme EnergyPlus</li> </ul>
<b>TRNSYS</b> (Transient System Simulation Tool)	 <i>Figure 109: logiciel TRNSYS</i>	logiciel de simulation dynamique des systèmes thermiques des bâtiments, utilisé pour analyser la performance énergétique des bâtiments et des systèmes HVAC (chauffage, ventilation, climatisation).	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Très flexible et modulaire.</li> <li>-Utilisé depuis longtemps et bien validé</li> <li>-Supporte des simulations de systèmes énergétiques variés, incluant les énergies renouvelables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-interface utilisateur moins intuitive que certains autres logiciels.</li> <li>-Courbe d'apprentissage raide pour les nouveaux utilisateurs.</li> <li>-Nécessite des compétences en modélisation et simulation pour exploiter tout son potentiel.</li> </ul>
<b>Pleiades</b>	 <i>Figure 110: logiciel Pleiades</i>	logiciel de simulation thermique et énergétique destiné à évaluer et optimiser la performance énergétique des bâtiments. Il est particulièrement utilisé pour les études de performance énergétique, les analyses de confort thermique et les calculs réglementaires dans le cadre de la réglementation thermique française (RT) et européenne.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- une interface utilisateur intuitive et facile à utiliser.</li> <li>- Basé sur des moteurs de calculs reconnus, fournit des résultats précis et fiables.</li> <li>- Possibilité d'importer des modèles BIM.</li> <li>- Permet des analyses détaillées de la consommation énergétique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-coût de licence peut être élevé.</li> <li>-l'utilisation des fonctionnalités avancées peut nécessiter une formation et une familiarisation initiale.</li> <li>-fonder sur les réglementations françaises et européennes.</li> </ul>



### 3.Choix du logiciel (DesingBuilder) :



Figure 111 : le logiciel choisi DesingBuilder

Le choix de DesignBuilder comme logiciel de simulation pour notre projet est motivé par plusieurs avantages clés qui répondent parfaitement à nos besoins. DesignBuilder offre une interface conviviale et intuitive.

Sa compatibilité avec diverses normes et certifications environnementales est un atout majeur pour s'assurer que nos projets respectent les exigences réglementaires et les meilleures pratiques en matière de durabilité. Il permet aussi de :

- Obtenir les caractéristiques de matériaux, d'isolants, de vitrage et de composants cvc.
- Obtenir Les températures opératives du bâtiment d'été et d'hiver.
- Construire en 3D réaliste avec vue des ombres portées (maquette BIM). (batisim.net, 2018).

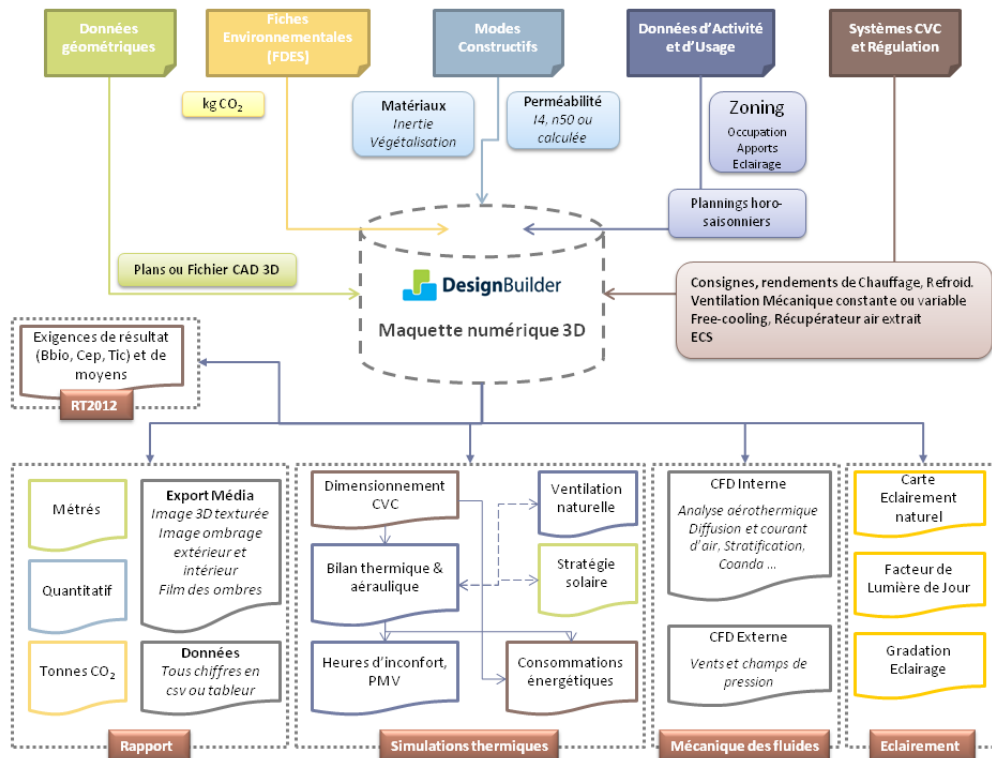


Figure 112: Fonctionnalité du logiciel designbuilder, source : www.batisim.net.

#### 4. Présentation de l'espace étudié :

La simulation a été réalisée sur le laboratoire de recherche, l'espace le plus important de notre projet, situé au 6e étage de la tour de travail, orienté vers le sud-ouest.

Ce laboratoire contiendra un aménagement de bureaux de travail équipés de PC et d'imprimantes, et il est exposé à la chaleur.

##### 4.1 simulation de l'espace étudié :

On fait entrer la station météorologique de la ville de ouled Fayet, ensuite la modélisation du bâtiment après l'avoir importé d'autocad.

Enfin on fait entrer les caractéristiques des murs, (extérieur, intérieur), les Planchers, ainsi que la toiture pour simuler le comportement thermique de l'espace.

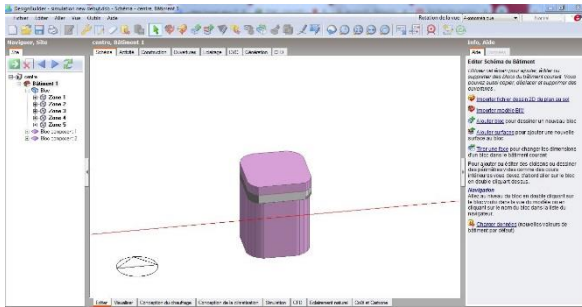


Figure 114: modélisation de l'espace étudié en composition volumétrique. Source : DesingBuilder.

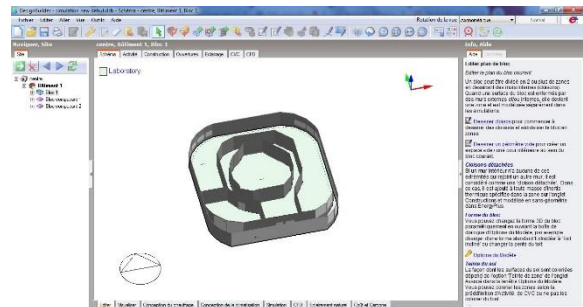


Figure 113: modélisation de l'espace étudié en détail à l'étage. Source : DesingBuilder.

#### 5. Protocole de simulation :

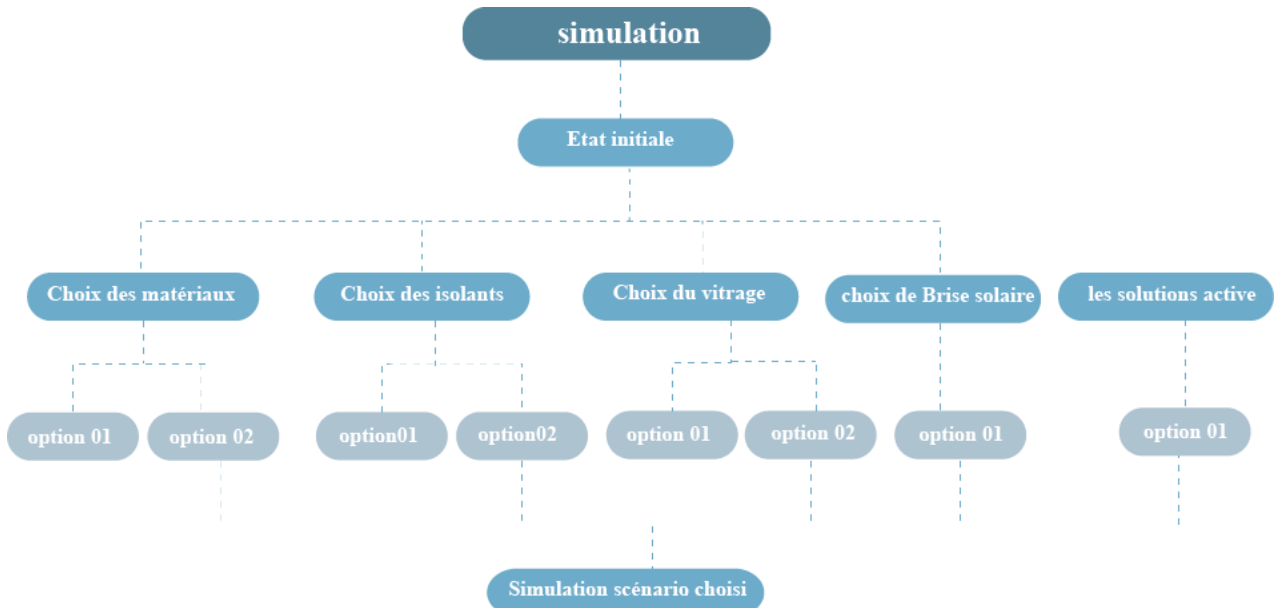


Figure 115: protocole de simulation, source : auteur.

## 6. Résultat et interprétation :

### 6.1 Simulation de l'état actuelle :

mois	mois	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Température d'aire (°C)		19.45	19.58	21.33	22.33	23.98	27.27	30.84	32.92	28.71	26.01	21.63	19.61
Température rdiente (°C)		20.15	20.16	21.73	23.65	25.52	28.96	32.45	34.51	30.01	27.61	22.74	20.31
Température opérative (°C)		19.8	19.87	22.23	22.99	24.75	28.11	31.64	33.72	29.06	26.71	22.19	19.96
Température sèche Air Extérieure (°C)		10.25	10.78	13.4	15.45	18.74	24.84	28.51	28.84	24.39	20.29	14.55	11.54
Humidité relative (%)		51.9	49.01	49.2	52.02	53.7	54.04	53.43	51.24	56.92	54.27	52.91	52.52

Légende : Zone de confort Zone de surchauffe Zone de sous-chauffe

D'après les résultats ci-dessus, nous avons 2 périodes :

-La période de confort : la température varie entre 19,80°C et 24.75 °C, elle concerne 7 mois : Janvier, février, mars, avril, Mai, novembre, décembre.

-La période de surchauffe : la température varie entre 26,71°C et 33.72°C, elle concerne 5mois : Juin, Juillet, Aout, septembre, Octobre.

### 6.2 Scénario 01 Choix des matériaux :

#### 6.2.1 Option 01 : Utilisation de monomure :

mois	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Température d'aire (°C)	19,05	19,18	20,93	21,93	23,58	26,87	30,44	32,52	27,71	25,4	21,23	19,21
Température rdiente (°C)	19,73	19,76	21,83	23,25	25,12	28,56	32,05	34,11	29,61	27,21	22,34	19,91
Température opérative (°C)	19,4	19,47	21,83	22,59	24,35	27,71	31,24	33,32	28,66	26,31	21,79	19,96
Température sèche Air Extérieure (°C)	10,25	10,78	13,4	15,45	18,74	24,84	28,51	28,84	24,39	20,29	14,55	11,54
Humidité relative (%)	52,38	49,26	48,96	52,32	54,41	54,34	53,63	51,74	57,32	54,47	53,21	53,02

Légende : Zone de confort Zone de surchauffe Zone de sous-chauffe

Figure 116: Tableau des résultats du confort thermiques après l'utilisation de monomure, source : Designbuilder traité par auteur.

D'après les résultats ci-dessus, nous avons 2 périodes :

-La période de confort : la température varie entre 19,40°C et 24,35 °C, elle concerne 7 mois : Janvier, février, mars, avril, Mai, novembre, décembre.

-La période de surchauffe : la température varie entre 26,31°C et 33.32°C, elle concerne 5mois : Juin, Juillet, Aout, septembre, Octobre.

#### 6.2.2 Option 02 : Utilisation de la brique de calcium silicate :

mois	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Température d'aire (°C)	19.94	18.15	20.08	21.93	23.18	26.41	29.96	31.63	27.16	24.87	20.63	18.91
Température rdiente (°C)	19.4	19.69	21.01	23.25	24.61	28	31.49	33.11	28.93	26.54	21.72	19.01
Température opérative (°C)	19.17	19.3	20.54	22.02	23.89	27.2	30.7	32.38	28.05	25.7	21.17	18.96
Température sèche Air Extérieure (°C)	10.25	10.78	13.4	15.45	18.74	24.84	28.51	28.84	24.39	20.29	14.55	11.54
Humidité relative (%)	54.3	51.22	51.62	53.6	55.49	55.5	54.62	53.44	58.73	55.67	54.69	54.96

Légende : Zone de confort Zone de surchauffe Zone de sous-chauffe

Figure 117: Tableau des résultats du confort thermiques après l'utilisation de la brique de calcium, source : Designbuilder traité par auteur.

D'après les résultats ci-dessous, nous avons 2 périodes :

-La période de confort : La température varie entre 18.96°C et 25.70°C, elle concerne 8 mois : Janvier, février, mars, avril, Mai, octobre, novembre, décembre.

-La période de surchauffe : la température varie entre 27.20°C et 32.38°C, elle concerne 4 mois : Juin, Juillet, Aout, septembre.

### 6.2.3 Résultat du choix des matériaux :

Le choix du brique de calcium silicate a donc été confirmé par notre simulation, cela pour obtenues en température plus bas surtout en période d'été avec minimisation de températures de presque 1.5°C .sachant que dans notre site les mois de surchauffe sont les plus inconfortable.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Auo	Sep	Oct	Nov	Dec
(T) exterieure	10.25	10.78	13.4	15.45	18.74	24.84	28.51	28.84	24.39	20.29	14.55	11.54
(T) monomure	19.4	19.47	21.83	22.59	24.35	27.71	31.24	33.32	28.66	26.31	21.79	19.56
(T) calcium	19.17	19.3	20.54	22.02	23.89	27.2	30.7	32.38	28.05	25.7	21.17	18.96

Figure 118: comparaison des températures des deux scénarios de choix des matériaux, source : auteur

### 6.3 Scénario 02 Choix des isolants :

#### 6.3.1 Option 01 : Utilisation d'un seul isolant (XPS extrudé polystyrène) :

mois	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Température d'aire (°C)	18.94	18.98	20.75	21.75	23.34	26.6	30.17	32.23	27.46	25.25	21.08	19.09
Température rdiane (°C)	19.94	19.93	21.94	23.26	24.96	28.32	31.83	33.71	29.45	26.93	22.47	20.09
Température opérative (°C)	19.39	19.45	21.54	22.5	24.15	27.46	30.9	32.6	28.45	25.9	21.78	19.9
Température sèche Air Extérieure (°C)	10.25	10.78	13.4	15.45	18.74	24.84	28.51	28.84	24.39	20.29	14.55	11.54
Humidité relative (%)	51.43	48.25	49.35	52.38	54.85	54.81	53.78	51.6	57.62	54.43	52.91	53.03

Légende :	Zone de confort	Zone de surchauffe	Zone de sous-chauffe
-----------	-----------------	--------------------	----------------------

Figure 119: Tableau des résultats du confort thermiques après l'utilisation d'un isolant XPS polystyrène, source : Designbuilder traité par auteur.

D'après les résultats ci-dessus, nous avons 2 périodes :

-La période de confort : la température varie entre 19.39°C et 25.9 °C, elle concerne 8 mois : Janvier, février, mars, avril, Mai, octobre, novembre, décembre.

-La période de surchauffe : la température varie entre 27.46°C et 32.60°C, elle concerne 4 mois : Juin, Juillet, Aout, septembre.

6.3.2 Option 02 : Utilisation de la fibre de glasses (laine de verre) :

mois	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Température d'aire (°C)	19.91	18.13	20.09	21.93	23.17	26.13	29.79	31.3	27.12	24.67	20.64	18.88
Température rdiane (°C)	19.38	19.67	21.01	23.25	24.79	27.8	31.15	32.78	28.78	26.34	21.74	19
Température opérative (°C)	19.15	19.28	20.55	22.02	23.87	27	30.35	31.98	27.86	25.5	21.19	18.96
Température sèche Air Extérieure (°C)	10.25	10.78	13.4	15.45	18.74	24.84	28.51	28.84	24.39	20.29	14.55	11.54
Humidité relative (%)	54.27	51.16	51.61	53.61	55.58	54.69	53.49	53.74	58.74	55.67	54.63	54.93

Légende : Zone de confort Zone de surchauffe Zone de sous-chauffe

Figure 120: Tableau des résultats du confort thermiques après l'utilisation d'isolation en laine de verre, source : Designbuilder traité par auteur.

D'après les résultats ci-dessus, nous avons 2 périodes :

-La période de confort : La température varie entre 18.96°C et 25.5°C, elle concerne 8 mois : Janvier, février, mars, avril, Mai, octobre, novembre, décembre.

-La période de surchauffe : la température varie entre 25.50°C et 31.98°C, elle concerne 5 mois : Juin, Juillet, Aout, septembre, Octobre.

6.3.3 Résultat du choix d'isolant :

Le choix de l'isolant en fibre de glasses (laine de verre) a été validé par notre simulation. Car il nous a permis de minimiser la température des mois les plus chauds de 1°C. Bien que le mois de décembre plus froid.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Auo	Sep	Oct	Nov	Dec
(T) exteriure	10.25	10.78	13.4	15.45	18.74	24.84	28.51	28.84	24.39	20.29	14.55	11.54
(T) polystyrène	19.39	19.45	21.54	22.5	24.15	27.46	30.9	32.6	28.45	25.9	21.78	19.9
(T) fibre de glasse	19.15	19.28	20.55	22.02	23.87	27	30.35	31.98	27.86	25.5	21.19	18.96

Figure 121: comparaison des températures des deux scénarios de choix d'isolants, source : auteur.

6.4 Scénario 03 Choix du vitrage :

6.4.1 Option 01 : Utilisation du double vitrage en Argon :

mois	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Température d'aire (°C)	18.81	19.03	19.8	21.63	23.02	25.93	29.29	30.7	26.92	24.47	20.45	18.6
Température rdiane (°C)	19.08	19.77	20.59	22.8	24.49	27.45	30.85	31.98	28.38	25.83	21.41	18.7
Température opérative (°C)	19.05	19.58	20.19	21.74	23.65	26.7	29.5	30.9	26.4	24.75	20.93	18.66
Température sèche Air Extérieure (°C)	10.25	10.78	13.4	15.45	18.74	24.84	28.51	28.84	24.39	20.29	14.55	11.54
Humidité relative (%)	55.22	52.09	52.46	54.34	56.03	56.44	55.73	54.81	59.63	56.47	55.32	55.79

Légende : Zone de confort Zone de surchauffe Zone de sous-chauffe

Figure 122: Tableau des résultats du confort thermiques après l'utilisation du double vitrage en Arg., source : Designbuilder traité par auteur.

D'après les résultats ci-dessus, nous avons 2 périodes :

-La période de confort : La température varie entre 18.66°C et 24.75°C, elle concerne 8 mois : Janvier, février, mars, avril, Mai, octobre, novembre, décembre.

-La période de surchauffe : la température varie entre 26.40°C et 30.9°C, elle concerne 4 mois : Juin, Juillet, Aout, septembre.

6.4.2 Option 02 : Utilisation du double vitrage thermochromique :

mois	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Température d'aire (°C)	18.77	19	19.76	21.58	22.52	25.7	29.19	29.41	26.72	24.44	20.42	18.59
Température rdiant (°C)	19.2	19.73	20.56	22.74	24.44	27.21	30.58	30.62	28.18	25.79	21.37	18.65
Température opérative (°C)	19	19.54	20.15	21.69	23.6	26.53	29.71	30.8	26.19	24.7	20.9	18.61
Température sèche Air Extérieure (°C)	10.25	10.78	13.4	15.45	18.74	24.84	28.51	28.84	24.39	20.29	14.55	11.54
Humidité relative (%)	57.35	55.37	55.6	56.19	57.05	57.6	57.34	57.9	58.8	58.6	57.51	58.1

Légende :

Zone de confort	Zone de surchauffe	Zone de sous-chauffe
-----------------	--------------------	----------------------

Figure 123: Tableau des résultats du confort thermiques après l'utilisation du double vitrage thermochromique, source : Designbuilder traité par auteur.

D'après les résultats ci-dessus, nous avons 2 périodes :

-La période de confort : La température varie entre 18.61°C et 26.19°C, elle concerne 9 mois : Janvier, février, mars, avril, Mai, septembre octobre, novembre, décembre.

-La période de surchauffe : la température varie entre 26.53°C et 30.8°C, elle concerne 3 mois : Juin, Juillet, Aout.

6.4.3 Résultat de choix du vitrage :

La comparaison des résultats de simulation entre le double vitrage et le vitrage thermo chromique nous permet de confirmer notre choix car le vitrage thermo chromique nous a permis d'avoir nombre plus de mois de confort que le double vitrage en argon .Aussi nous a permis de gagner 0,2°C de confort de plus en été ce qui confirme notre choix.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Auo	Sep	Oct	Nov	Dec
(T) exterieure	10.25	10.78	13.4	15.45	18.74	24.84	28.51	28.84	24.39	20.29	14.55	11.54
(T) double vitrage Arg	19.05	19.58	20.19	21.74	23.65	26.7	29.9	30.9	26.4	24.75	20.93	18.66
(T) thermochromique	19	19.54	20.15	21.69	23.6	26.53	29.71	30.8	26.19	24.7	20.9	18.61

Figure 124: comparaison des températures des deux scénarios de choix du vitrage, source : auteur.

6.5 Scénario 04 Utilisation du la brise solaire verticale :

mois	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Température d'aire (°C)	19.37	18.6	19.36	20.58	22.82	25.3	28.49	30.51	26.12	23.14	20.03	18.19
Température rdiant (°C)	19.8	19.33	20.16	21.74	23.74	26.81	29.88	31.72	27.58	24.49	20.97	18.45
Température opérative (°C)	19.06	19.14	19.9	20.59	22.9	25.8	29	29.7	25	23.4	20.5	18.4
Température sèche Air Extérieure (°C)	10.25	10.78	13.4	15.45	18.74	24.84	28.51	28.84	24.39	20.29	14.55	11.54
Humidité relative (%)	58.35	55.37	55.6	56.19	57.05	57.6	57.34	58.19	59.2	58.5	57.54	57.12

Légende :

Zone de confort	Zone de surchauffe	Zone de sous-chauffe
-----------------	--------------------	----------------------

Figure 125: Tableau des résultats du confort thermiques après l'utilisation du double vitrage et l'intégration de brise solaire verticale, source : Designbuilder traité par auteur.

D'après les résultats ci-dessus, nous avons 2 périodes :

-La période de confort : La température varie entre 18.40°C et 25.80°C, elle concerne 10 mois : Janvier, février, mars, avril, Mai, juin, septembre, octobre, novembre, décembre.

-La période de surchauffe : la température varie entre 29°C et 29.70°C, elle concerne 2 mois : Juillet, Aout.

6.5.1 Résultat :

L'intégration des brise solaires verticale été validé par notre simulation. Car il nous a permis de minimiser la température des mois les plus chauds de 1°C. Bien qu'assuré un confort dans 10 mois de l'année.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Auo	Sep	Oct	Nov	Dec
(T) exteriure	10.25	10.78	13.4	15.45	18.74	24.84	28.51	28.84	24.39	20.29	14.55	11.54
(T) double vitrage Arg	19.05	19.58	20.19	21.74	23.65	26.7	29.9	30.9	26.4	24.75	20.93	18.66
(T) thermochromique	19	19.54	20.15	21.69	23.6	26.53	29.71	30.8	26.19	24.7	20.9	18.61
(T) brise solaire	19.06	19.14	19.9	20.59	22.9	25.8	29	29.7	25	23.4	20.5	18.4

Figure 126: comparaison des températures de scénarios de l'intégration de la brise solaire, source : auteur.

6.6 Scénario 05 utilisation des solutions active (période surchauffe) :

Après avoir simulé notre laboratoire de recherche avec l'intégration des solutions passives, nous avons constaté un confort pendant 10 mois de l'année et une période de surchauffe en juin, juillet et août. Pour ces trois mois, nous avons décidé d'ajouter des solutions actives, telles que la climatisation mécanique, afin de maintenir un confort optimal pendant tout l'année.

mois	Jul	Aug
Température d'aire (°C)	22.05	22.08
Température rdiane (°C)	24	24.33
Température opérative (°C)	23.05	23.1
Température sèche Air Extériure (°C)	28.51	28.84
Humidité relative (%)	56.8	57.6

**Légende:**  Zone de confort

Figure 127: Tableau des résultats du confort thermiques après l'utilisation de la climatisation. Source : Designbuilder traité par auteur.

6.7 Simulation de Scénario choisi :

Après avoir fixé les choix des matériaux, du vitrage, de l'isolant et de l'intégration des brise-soleil, ainsi qu'en ajoutant la climatisation pour les mois de juillet et d'août, nous avons obtenu le résultat final d'un confort optimal pour toute l'année.



mois	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Température d'aire (°C)	19.37	18.6	19.36	20.58	22.82	25.3	22.0.5	22.08	26.12	23.14	20.03	18.19
Température rdiane (°C)	19.8	19.33	20.16	21.74	23.74	26.81	24	24.33	27.58	24.49	20.97	18.45
Température opérative (°C)	19.06	19.14	19.9	20.59	22.9	25.8	23.05	23.1	25	23.4	20.5	18.4
Température sèche Air Extérieure (°C)	10.25	10.78	13.4	15.45	18.74	24.84	28.51	28.84	24.39	20.29	14.55	11.54
Humidité relative (%)	58.35	55.37	55.6	56.19	57.05	57.6	56.8	57.6	59.2	58.5	57.54	57.12
<b>Légende:</b>	<b>Zone de confort</b>											

Figure 128: Tableau des résultats du confort thermique scénario choisi. Source : Designbuilder traité par auteur.

### Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons mis en pratique les concepts abordés précédemment, en intégrant les diverses données spécifiques à notre site d'intervention, obtenues au cours de nos analyses. La conception d'un centre de recherche et d'innovation technologique ;, elle incarne une vision approfondie et durable on intégrant des principes écologiques dans l'aménagement et la construction.

Une attention particulière a été portée au choix des matériaux, des isolants et des vitrages, ainsi qu'à l'intégration de solutions actives pour maximiser l'efficacité énergétique et minimiser l'impact environnemental.

Grâce aux résultats obtenus à l'aide du logiciel de simulation DesingBuilder, nous avons pu assurer un confort optimal au sein de notre centre par 10 mois en utilisation des solutions passives et 2 mois par utilisations des solutions actives. Tout en répondant aux exigences de performance énergétique. Ce chapitre illustre comment une approche rigoureuse et bien documentée peut conduire à des solutions architecturales innovantes et durables, répondant aux défis contemporains de notre société.

# Conclusion générale

## **Conclusion générale :**

Au cours de cette année de travail, nous avons pu acquérir des connaissances en relation directe avec la thématique traitée dans un cadre plus global, nous avons pu engranger une quantité appréciable de données sur les stratégies bioclimatiques et techniques passives de construction. Ainsi sur les stratégies technologiques et la domotique dans le Domaine de l'architecture. Notre projet, de sa conception initiale à sa réalisation finale, a constamment suivi les principes pour minimiser leur impact sur l'environnement.

Dans ce contexte, nous avons travaillé à apporter des solutions aux problématiques identifiées dès le départ et confirmer dans une certaine mesure les hypothèses avancées. Le choix de la ville de ouled fayet pour implanter notre projet a été grandement motivé par les divers potentiels que présente ce dernier notamment sa localisation importante dans la ville d'Alger, son potentiel paysager et la disponibilité du foncier. Cependant, nous avons aussi opté pour ce site dont le but est d'améliorer l'image de la ville qui manifeste de grands signes d'insalubrité, vétusté et abandon.

La ville d'Ouled Fayet, la futuriste ville métropolitaine qui va s'ouvrir au monde en abritant le nouveau projet phare Media City, dans l'objectif d'évoluer d'une agglomération agricole vers une ville technologique. Ce point a été l'élément déterminant dans le choix de notre site d'implantation pour notre centre de recherche et d'innovation technologique, qui sera le pilier de fondation de cette ville technologique.

Notre projet été conçu avec un grand intérêt porté à son intégration au contexte dans lequel il s'inscrit afin d'embellir davantage le paysage et d'en tirer profit. Son architecture a été pensée en dialoguant avec son environnement par sa forme, son gabarit, ses proportions et par son aspect environnemental.

Notre projet s'inscrit dans la démarche du développement durable tant du point de vue fonctionnel qu'architectural, il participera activement à la prise de conscience sur l'importance de la protection de l'environnement et encouragera le développement durable et technologique par ses activités qui participeront au rendement économique de manière saine.

En effet, nous pouvons confirmer que l'intégration des stratégies bioclimatiques et technologiques représente une révolution dans le domaine de l'architecture contemporaine, alliant les enseignements de la nature et les avancées du numérique pour concevoir des espaces plus durables, efficaces et confortables. Le passage du naturel au numérique permet

de créer des bâtiments qui non seulement répondent aux besoins de leurs occupants, mais qui respectent également les exigences environnementales croissantes.

Les stratégies bioclimatiques, inspirées par les systèmes naturels, offrent des solutions efficaces pour optimiser l'utilisation des ressources naturelles telles que la lumière du soleil, le vent et la végétation. Ces approches permettent de réduire la consommation énergétique des bâtiments tout en améliorant le confort thermique et visuel des espaces intérieurs. En intégrant des éléments comme l'orientation du bâtiment, l'isolation naturelle, et la ventilation croisée, notre projet répond à la cohésion et l'intégration de l'architecture avec l'environnement

Parallèlement, les avancées technologiques, notamment l'utilisation des outils numériques et des matériaux innovants, ainsi que les systèmes intelligents de gestion des bâtiments, permettant une régulation dynamique des conditions environnementales, assurant ainsi une meilleure performance énergétique et une moindre empreinte carbone

Cette synergie entre le naturel et le numérique redéfinit les limites de l'architecture. Elle ouvre la voie à des constructions plus intelligentes, résilientes et durables, capables de s'adapter aux défis climatiques actuels et futurs.

# **Sources bibliographiques**



### **Ouvrages et monographies :**

- Alain Liébard et André De Herde., 2005, Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Paris , Observ'ER.
- Durant, H., 1982, Architecture solaire (réhabilitation thermique), Paris : Lavoisier.

### **Articles et diverses publications :**

- Arthur, G., 2001, Domotique et confort : un état des lieux, Écritures, modèles et simulations dynamiques pour l'architecture – Mémoire de 3ème Cycle, École d'architecture de Lyon, Lyon.
- Dogne, N., & Choudhary, A., 2014, Smart construction materials & techniques, Alternative & innovation construction materials and techniques national conference, 12-16.
- Ghaffarianhoseini, A., Berardi, U., Ghaffarianhoseini, A., & Makaremi, N., 2012, Intelligent façades in Low-Energy Buildings, British Journal of Environment & Climate Change, 437-464.
- Addington, M., & Schodek, D., 2005, Smart materials and new technologies for the architecture and design professions, Architectural Press, an imprint of Elsevier, p. 254.
- ADEME, 2019, La domotique, une approche durable de l'habitat.
- Association APOGEE, 2015, Revue pratique des logiciels de simulation énergétique dynamique (SED), juin, 1, 39.
- Ávalos, J., et al., 2021, Bioclimatic Architecture, SHS Web of Conferences, 102, 03002.
- De Rosnay, J., 2000, Les matériaux intelligents, p. 8.
- Développement durable en Limousin, 2012, Vivre mieux dans un bâtiment avec un air de qualité : La ventilation dans les bâtiments, Mai.
- Direction de la prospective et du dialogue public, 2016, Vers une typologie des lieux d'innovation ouverts et collaboratifs dans la métropole, en collaboration avec la Direction de l'innovation et de l'action économique, Juillet.
- Elattar, S., 2013, Smart structures and material technologies in architecture applications, Academic Journals, 8.31, 1512-1521.
- Fuchs, S., 2007, L'architecture bioclimatique, Conférence-débat du 14 novembre 2007.
- Louvain-La-Neuve, s.d., Architecture et Climat - Place du Levant, 1-1348..
- Media Smart, 2022, Citation au 2ème Salon national des constructions modernes et des nouvelles technologies "BUILTEC 2022".

- Pat-So, T., & Lok, C. W., 1999, Intelligent building systems, London.
- Perysinaki, A. M., 2012, Évolution des publications autour de l'architecture durable, OpenEdition Journals, novembre, 66-75.
- Perysinaki, A. M., 2012, Évolution des publications autour de l'architecture durable, OpenEdition Journals, décembre, 66-75.
- SIRLAN Technologies, s.d., Les automatismes du bâtiment La domotique Le maintien à domicile, p. 22.
- SIRLAN Technologies, s.d., Les automatismes du bâtiment La domotique Le maintien à domicile, p. 22.
- SMART GRIDS-CRE, s.d., Le bâtiment intelligent, 1-23.
- Soleri, P., 2014, Architecture high tech, Calaméo, janvier. Consulté sur <https://calameo.com/high-tech> en septembre 2023.
- Wigginton, M., & Harris, J., 2002, Intelligent skins, Architectural Press, an imprint of Elsevier, p. 186.

### **Bases de données :**

- APS., 2022, BUILTEC 2022: encourager l'utilisation des nouvelles technologies dans la construction. [Data file]. Available at: <https://www.aps.dz/economie/136057-builtec-2022-encourager-l-utilisation-des-nouvelles-technologies-dans-la-construction> (Consulté en janvier 2024). Blida.
- APS., 2023, COP 27: la lutte contre les changements climatiques au cœur des priorités de l'Algérie. [Data file]. Available at: <https://www.aps.dz/algerie/147259-cop-27-la-lutte-contre-les-changements-climatiques-au-coeur-des-priorites-de-l-algerie> (Consulté en novembre 2023). Blida.
- Batisim., 2024, DesignBuilder. [Data file]. Available at: <https://www.batisim.net/designbuilder.html> (Consulté en mai 2024). Blida.
- Beenta., 2023, L'architecture bioclimatique: un concept de riches. [Data file]. Available at: [https://www.linkedin.com/pulse/larchitecture-bioclimatique-un-concept-de-riches-beenta/?trk=article-ssr-frontend-pulse\\_more-articles\\_related-content-card&originalSubdomain=fr](https://www.linkedin.com/pulse/larchitecture-bioclimatique-un-concept-de-riches-beenta/?trk=article-ssr-frontend-pulse_more-articles_related-content-card&originalSubdomain=fr) (Consulté en octobre 2023). Blida.

- DGRSDT., 2023, Accueil. [Data file]. Available at: <https://dgrsdt.dz/fr> (Consulté en octobre 2023). Blida.
- Dictionnaire Larousse., 2023, Technologie. [Data file]. Available at: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/technologie/76961#:~:text=%EE%A0%AC%20technologie&text=1.,artisanat%20et%20dans%20l'industrie> (Consulté en novembre 2023). Blida.
- Direction de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique., 2023, Rapport. [Data file]. Available at: <https://fundit.fr/fr/institutions/direction-recherche-scientifique-et-developpement-technologique-algerie-dgrsdt> (Consulté en décembre 2023). Blida.
- Futura Sciences., 2024, Vitrage. [Data file]. Available at: <https://www.futura-sciences.com/maison/definitions/maison-vitrage-10977/> (Consulté en mai 2024). Blida.
- L'Eclairage., 2024, Gestion énergétique. [Data file]. Available at: <https://leclairage.fr/b-gestion/> (Consulté en janvier 2024). Blida.
- Ministère de l'Environnement., 2023, Développement durable - définition. [Data file]. Available at: <https://www.environnement.gouv.qc.ca/developpement/definition.htm#definition/> (Consulté en septembre 2023). Blida.
- Ministère de l'Environnement., 2023, Développement durable - définition. [Data file]. Available at: <https://www.environnement.gouv.qc.ca/developpement/definition.htm#definition/> (Consulté en septembre 2023). Blida.
- Noella Aoun., 2023, Architecture: les 5 technologies les plus innovantes dans le domaine. [Data file]. Available at: <http://noellaoun.com/fr/architecture-les-5-technologies-les-plus-innovantes-dans-le-domaine/> (Consulté en octobre 2023). Blida.
- ONE., 2023, Développement durable. [Data file]. Available at: [https://www.onedd.org/developpement\\_durable/auteuronedd/](https://www.onedd.org/developpement_durable/auteuronedd/) (Consulté en septembre 2023). Blida.

- Social protection, 2023, Rapport national de l'Algérie - 19ème session de la commission du développement. [Data file]. Available at: <https://socialprotection.org/discover/publications/rapport-national-de-lalgerie-19%C3%A8me-session-de-la-commission-du-d%C3%A9veloppement> (Consulté en novembre 2023). Blida.
- Souchier-Boullet., 2024, Ventilation naturelle intelligente (VNI). [Data file]. Available at: <https://www.souchier-boullet.com/prescription/prescription-gestion-energetique/ventilation-naturelle-intelligente-vni/> (Consulté en janvier 2024). Blida.
- UNEP., 2023, Le secteur du bâtiment et de la construction détient une clé majeure pour réduire la consommation d'énergie finale. [Data file]. Available at: <https://www.unep.org/fr/actualites-et-recits/communiqu%C3%A9-de-presse/le-secteur-du-batiment-et-de-la-construction-detient-un#:~:text=Cependant%2C%20le%20rapport%20souligne%20que,la%20consommation%20d'%C3%A9nergie%20finale.> (Consulté en octobre 2023). Blida.

#### **Thèses et mémoires Thèses et mémoires :**

- BESSADI Hilal, KARIME Seif Eddine., Tourisme écologique, Mémoire de Master en architecture, Université Saad Dahleb Blida 1, Institut d'architecture et d'urbanisme, Algérie, 4 p. (Document non publié en ligne).
- LOUNIS Lynda., 2021, Étude bioclimatique d'un équipement tertiaire en Algérie, Mémoire de Master en architecture, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Faculté du Génie de la Construction, Département d'architecture, Algérie. (Document non publié en ligne).
- MIKKI, A., 2017, Mechanisms for Applying Smart Architecture Requirements to Administrative Buildings (Palestinian Pension Authority Building - A Case Study), Thèse de Magister en architecture, Faculté d'architecture, Université Islamique, Guezza, Palestine. Disponible à : <https://library.iugaza.edu.ps/thesis/122641.pdf> (Consulté en décembre 2023).

**Autres :**

- PDAU, 2016, Plan Directeur d'Aménagement et d'urbanisme réalisé par SEAAL, version finale approuvée 2016 en réunion du gouvernement.
- Rapport du Pos N° 137, Rapporte du Plan d'Occupation des Sols 137 réalisé par URBAB Blida, version approuvé en 2018.
- Rapport du Pos N° 139, Rapporte du Plan d'Occupation des Sols 139 réalisé par CNERU d'Alger, version approuvé en 2018.

**Applications et Software :**

- Météonorme.
- Climate consultant.
- Design Builder.
- Autocad
- Sketchup
- Photoshop
- Illustrateur
- Enscape

**Liste de figure :**

<i>Figure 1: Méthodologie de travail et le parcours de la recherche.</i> .....	10
Figure 2 : Méthodologie de recherche et les outils utilisés. ....	10
Figure 3: les 3 piliers du développement durable.....	14
Figure 4: :: Maisons bioclimatiques et écologique.....	15
Figure 5: les piliers de l'architecture bioclimatique.....	15
Figure 6 : Les axes de l'architecture bioclimatique. ....	16
Figure 7: choix du site d'implantation. ....	17
<i>Figure 8: Effet du coefficient sur la compacité du bâtiment.</i> .....	18
<i>Figure 9: Exemple d'une distribution intérieure.</i> .....	18
<i>Figure 10: les stratégies d'été et d'hiver.</i> .....	19
Figure 11 : capter/protéger de la chaleur.....	20
<i>Figure 12: Conserver la chaleur ou la fraîcheur en hiver, en été.</i> .....	21
<i>Figure 13: Types de ventilation naturelle,</i> .....	22
<i>Figure 14: principe de fonctionnement de chauffage</i> .....	24
<i>Figure 15: principe de fonctionnement de VMC</i> .....	24
<i>Figure 16 : Plafonds froids,</i> .....	24
<i>Figure 17: éclairage artificiel</i> .....	24
<i>Figure 18: Façade Double Peau – Partie Basse</i> .....	25

<i>Figure 19: Façade Double Peau – Partie Centrale</i> .....	25
Figure 20: Façade Double Peau – Partie Haute.....	25
<i>Figure 21: mode de fonctionnement d'une façade double peau</i> .	26
<i>Figure 22: composant d'un double et triple vitrage</i> . .....	27
Figure 23: vitrage à isolation acoustique.....	28
<i>Figure 24: Vitrage pare-soleil</i> . .....	28
<i>Figure 25: stratégie de ventilation en hiver et en été</i> .....	29
Figure 26: Comparaison des différentes toitures végétales.....	30
<i>Figure 27: Coupe de principe d'une toiture végétalisée</i> . .....	31
<i>Figure 28 : Béton transmettant la lumière</i> .....	37
<i>Figure 29: Ciment intelligent</i> .....	37
<i>Figure 30: Peinture intérieure réfléchissante</i> .....	37
<i>Figure 31: Brique lumineuse</i> . .....	37
<i>Figure 32: Verre chromogène</i> .....	37
<i>Figure 33: Verre autonettoyant</i> .....	37
<i>Figure 34: Principe de fonctionnement de la domotique</i> .....	39
<i>Figure 35 : schéma types des façades intelligentes</i> .....	41
<i>Figure 36: Façade box</i> .....	42
<i>Figure 37: Façade corridor</i> .....	42
<i>Figure 38: Façade double peau</i> .....	42
<i>Figure 39: La façade du bâtiment Greenpix, qui éclaire le soir de différentes couleurs</i> .....	43
<i>Figure 40: Modèle d'une Façade dynamique et leur idée</i> . .....	43
<i>Figure 41: Façade du bâtiment Greenpix et utilisation de cellules solaires</i> .....	44
<i>Figure 42 : Réseau des entités de recherche en Algérie</i> .....	49
Figure 43: situation des centre de recherche échelle nationale à la willaya d'Alger.....	49
Figure 44: Miyagi Technologie & Innovation Center. ....	50
Figure 45: HUAWEI NANJING Research & Development Center.....	50
Figure 46: Comcast Technologie Centre.....	50
Figure 47: les années importantes dans l'histoire de la ville.....	53
Figure 48: situation échelle nationale.....	54
<i>Figure 49: situation de la ville d'ouled fayet échelle de la commune</i> .....	54
Figure 50: le territoire de la commune d'ouled fayet.....	55
Figure 51: situation du site d'intervention dans la ville d'ouled fayet.....	56
<i>Figure 52: Transport et Mobilité dans la ville d'ouled fayet</i> . .....	57
<i>Figure 53: Réseau routier dans la ville d'ouled fayet</i> .....	58
<i>Figure 54: Source : carte Google earth édité par l'auteur</i> . .....	59
Figure 55: Les équipements dans la ville d'ouled fayet.....	60



<i>Figure 56: Topographie de la ville d'ouled fayet.</i> .....	61
Figure 57: délimitation de l'aire d'étude à la ville d'ouled fayet.....	62
<i>Figure 58: les équipements major de l'aire d'étude.</i> .....	63
Figure 59: Le système viaire de l'aire d'étude.....	63
<i>Figure 60: l'environnement urbain de l'aire d'étude</i> .....	63
Figure 61: La température de l'aire d'étude.....	64
Figure 62: La précipitation de l'aire d'étude.....	64
Figure 63: Diagramme de la durée d'insolation de l'aire d'étude.....	64
Figure 64: L'humidité de l'aire d'étude.....	64
Figure 65: La vitesse du vent de l'aire d'étude .....	64
Figure 66: Radar annuel de l'aire d'étude et La ville d'Alger .....	64
Figure 67: Diagramme de GIVONI de la période estivale de l'aire d'étude .....	65
Figure 68: Diagramme de GIVONI de la période hivernale de l'aire d'étude .....	65
Figure 69: Diagramme de GIVONI annuel de l'aire d'étude.....	65
<i>Figure 70: action d'aménagement urbaine</i> .....	67
<i>Figure 71: Organigramme fonctionnel</i> .....	67
Figure 72: action mobile et accessibilité. ....	67
Figure 73 : étape 3 définir le système voirie. ....	68
Figure 74: étape 2 division des parcelles. ....	68
Figure 75: étape 1 carte état initiale. ....	68
Figure 76: étape 6 état finale de la zone.....	68
Figure 77: étape 5 identification des aire de stationnements.....	68
Figure 78: étape 4 établir le programme. ....	68
<i>Figure 79: Le programme urbain dans la zone agricole.</i> .....	69
<i>Figure 80: Le parcours piéton dans la zone des fermes agricoles.</i> .....	69
<i>Figure 81: Les accès mécanique dans la zone des fermes agricoles.</i> .....	69
<i>Figure 82: Le parcours piéton dans la zone multifonctionnelle.</i> .....	70
<i>Figure 83: Les équipements dans la zone multifonctionnelle</i> .....	70
<i>Figure 84: Le programme urbain dans la ville d'ouled fayet.</i> .....	70
<i>Figure 85: Les accès mécanique dans la zone multifonctionnelle</i> .....	70
Figure 86: les concepts élaborés dans le plan d'aménagements urbain. ....	71
Figure 87: Plan d'aménagement urbain.....	71
Figure 88: composant de la barre électronique ..	72
Figure 89: les etape de transformation et du tracé du site. ....	72
Figure 90: l'implantation du projet selon la pente.....	73
Figure 91: schéma des projets implanter dans le site. ....	73
Figure 92: tracé du frome du musée.....	74

Figure 93: composition du volume du musée. ....	74
Figure 94: tracé du forme du centre de restauration.....	75
Figure 95:composition du volume du centre de restauration. ....	75
Figure 96: tracé de la forme de l'école de formation.....	76
Figure 97: composition du volume de l'école de formation.. ....	76
Figure 98: tracé de la forme du centre de recherche .. ....	77
Figure 99: compositin du volume de centre de recherche .. ....	77
Figure 100: composition finale de la forme. ....	78
Figure 101: l'aspect bioclimatique aborder dans le projet. ....	78
Figure 102: schéma de structure . ....	79
Figure 103: la structure hybride mixte du projet.....	79
Figure 104: détail des élément porteur .. ....	80
Figure 105: division et programme du projet.....	80
Figure 106: logiciel DesingBuilder .....	83
Figure 107: logiciel OpenStudio .....	83
Figure 108: logiciel <b>Ecotect</b> .....	83
<i>Figure 109: logiciel <b>TRNSYS</b>.....</i>	83
Figure 110: logiciel <b>Pleiades</b> .....	83
Figure 111 logiciel choisi Desingbulder .....	83
Figure 112: Fonctionnalité du logiciel designbuilder,.....	84
Figure 113: modélisation de l'espace étudiant en détail à l'étage.....	84
Figure 114: modélisation de l'espace étudiant en composition volumétrique. ....	84
Figure 115: protocole de simulation,.....	84
Figure 116: Tableau des résultats du confort thermiques après l'utilisation de monomure, .....	84
Figure 117: Tableau des résultats du confort thermiques après l'utilisation de la brique de calcium. .....	84
Figure 118: comparaison des températures des deux scénarios de choix des matériaux, .....	84
Figure 119: Tableau des résultats du confort thermiques après l'utilisation d'un isolant XPS polystyrène, .....	84
Figure 120: Tableau des résultats du confort thermiques après l'utilisation d'isolation en laine de verre,.....	84
Figure 121: comparaison des températures des deux scénarios de choix d'isolants .....	84
Figure 122: Tableau des résultats du confort thermiques après l'utilisation du double vitrage en Arg. .....	84
Figure 123: Tableau des résultats du confort thermiques après l'utilisation du double vitrage thermocromique, .....	84
Figure 124: comparaison des températures des deux scénarios de choix du vitrage, .....	84

Figure 125: Tableau des résultats du confort thermiques après l'utilisation du double vitrage et l'intégration de brise solaire verticale, .....	84
Figure 126: comparaison des températures de scénarios de l'intégration de la brise solaire, .....	84
Figure 127: Tableau des résultats du confort thermiques après l'utilisation de la climatisation. ....	84
Figure 128: Tableau des résultats du confort thermique scénario choisi traité par auteur. ....	84

### Liste de tableau :

<i>Tableau 1: La stratégie de la lumière naturelle</i> .....	23
<i>Tableau 2: Les stratégies actives.</i> .....	24
Tableau 3: exemple d'une façade double peau .....	25
<i>Tableau 4: les type du vitrage par isolation.</i> .....	28
Tableau 5: définition d'un bâtiment intelligent. ....	33
<i>Tableau 6: exemples des matériaux intelligents.</i> .....	37
Tableau 7: les établissements de la recherche. ....	47
Tableau 8: les utilisateurs des espaces de la recherche. ....	47
<i>Tableau 9: les centre de recherche et innovations.</i> .....	48
Tableau 10 : Les exemples des centres de recherche .....	50
<i>Tableau 11: Analyse climatique de l'aire d'étude</i> .....	64
Tableau 12 : analyse énergétique de l'aire d'étude.....	65
Tableau 13: analyse AFOM de l'aire d'étude à ouled Fayet .....	66
<i>Tableau 14: schéma d'action.</i> .....	67
Tableau 15: les logiciels de simulation .source : Google image.....	83

### Liste des abréviations :

POS	Plan d'Occupation des Sols
SIG	Système d'Information Géographique
RIO	Rapport d'Impact sur l'Organisation
COP27	Conférence des Parties (27e édition) à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques

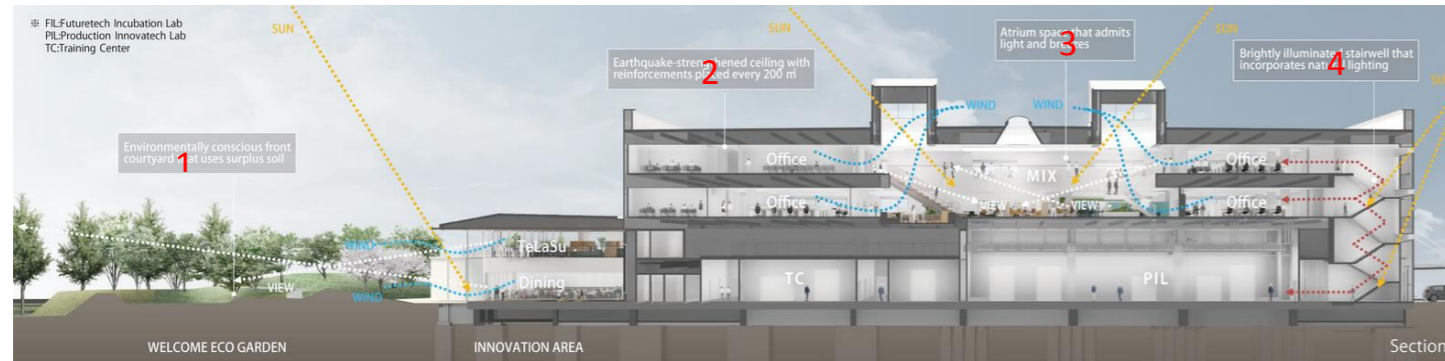
## Sources bibliographiques

PNAE-DD	Plan National d'Actions pour l'Éducation au Développement Durable
PDEAU	Plan Directeur d'Exploitation et d'Aménagement Urbain
AFOM	Analyse des Forces, Opportunités et Menaces
VNAC	Ventilation naturelle assistée et contrôlée
VMC	Ventilation Mécanique Contrôlée
(n.m)	Nom Masculin
BIM	Building Information Modeling
U.S.A	United States of America
CA	Automatisation de la communication
BA	La bureautique
OA	Automatisation de la gestion des bâtiments
FA	Fonction d'alarme incendie
MA	Automatisation de la maintenance
°C	Degrés Celsius
ONG	Organisation Non Gouvernementale
DGRSDT	Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique (en Algérie)
RN	Route Nationale
RT	Réglementation Thermique
Hab/KM2	Habitants par Kilomètre Carré
M2	Mètre Carré
XPS	Extruded polystyrene (Polystyrène extrudé)
HVAC	Heating, Ventilation, and Air Conditioning
NREL	National Renewable Energy Laboratory (Laboratoire National des Énergies Renouvelables, aux États-Unis)

# **Annexes**

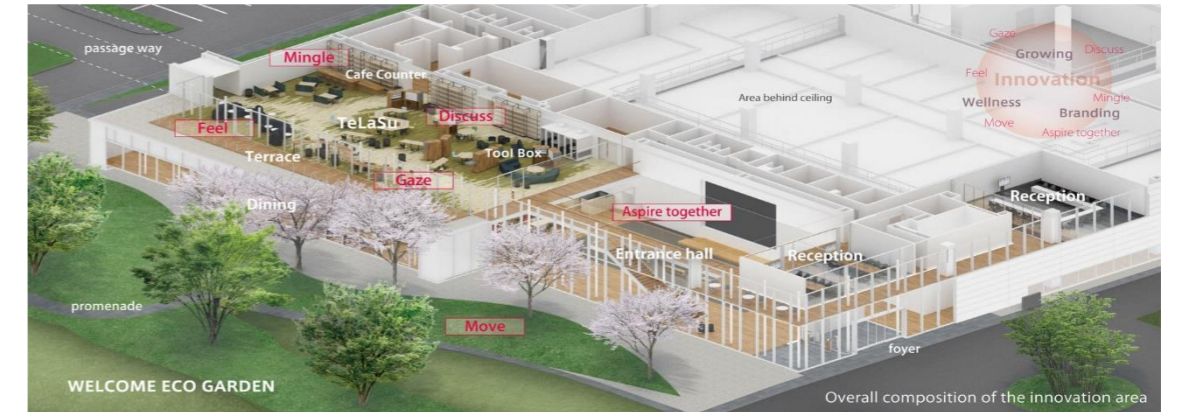
## 1- Analyse de Projet 1 : Miyagi Technologie & Innovation Center

### Stratégies bioclimatiques

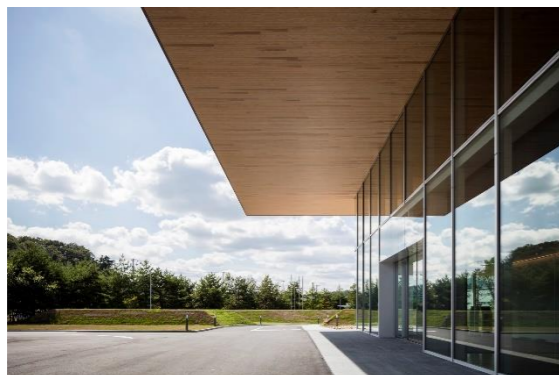


1. Cour d'entrée écologique utilisant la terre excédentaire des travaux de construction, réduisant l'impact environnemental
2. Plafonds renforcés pour résister aux tremblements de terre, avec des renforts tous les 200 m<sup>2</sup>
3. Atrium central laissant entrer la lumière et les brises naturelles
4. Cage d'escalier lumineuse incorporant un éclairage naturel

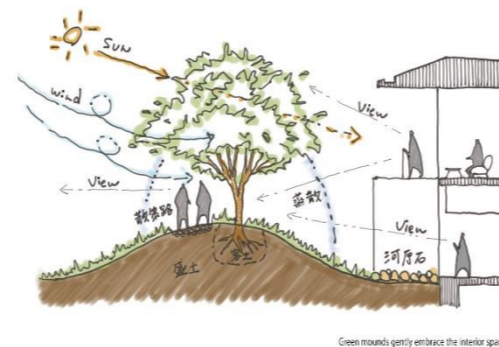
### Stratégies technologiques



- Espaces de travail flexibles et conviviaux stimulant les échanges et la créativité tout en les avancées technologiques pour l'innovation
- Zone d'innovation ouverte sur les deux premiers étages



Utilisation de matériaux locaux comme le cèdre de Minamisanriku et la pierre d'Inai dans la construction









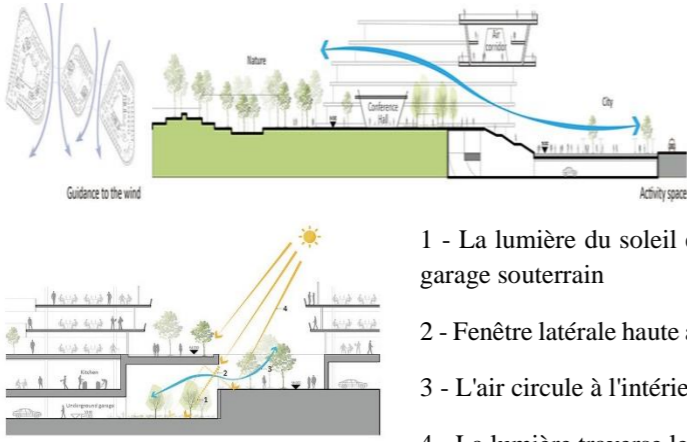
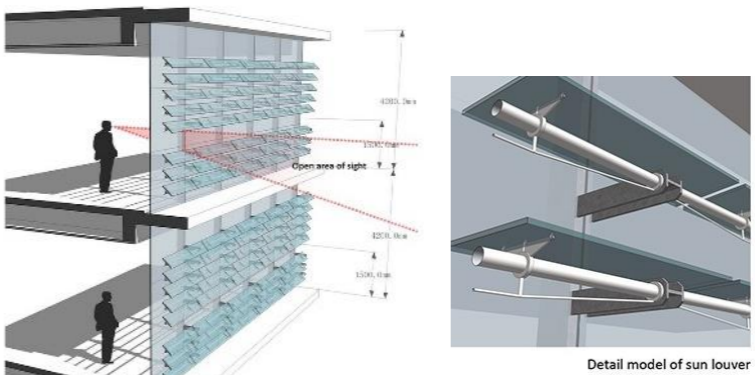
Utilisation des brises naturelles pour rafraîchir le bâtiment et réduire la consommation d'énergie et un aménagement paysager avec des buttes verdoyantes en harmonie avec le bâtiment et le paysage environnant



- Bureaux conçus pour le bien-être des employés et la régulation de leurs rythmes circadiens
- L'intégration de la domotique pour contrôler l'éclairage artificiel et gérer l'énergie



## 2 -Analyse de Projet 2 : HUAWEI NANJING Research & Development Center

Stratégies bioclimatiques	Stratégies technologiques
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Le Patio</b></li> </ul>  <p>Les trois bâtiments sont dotés d'une cour intérieure ouverte ou d'un atrium couvert pour améliorer le micro climat dans des conditions relativement chaudes et humides.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Climatisation</b></li> </ul>  <p>La zone ombragée formée par les terrasses en porte-à-faux réduit la consommation d'énergie avec l'utilisation d'un système de climatisation haute efficacité énergétique avec récupération de chaleur</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Façade ventilée</b></li> </ul>  <p>La façade ventilée peut être une solution innovante pour réguler la température intérieure du bâtiment en utilisant des flux d'air naturels pour refroidir ou chauffer l'espace intérieur. Cette approche peut contribuer à réduire la consommation d'énergie liée au chauffage ou à la climatisation, tout en offrant un environnement intérieur confortable et durable.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Éclairage LED</b></li> </ul>  <p>Éclairage LED basse consommation piloté par détection de présence et luminosité ambiante</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>La végétation</b></li> </ul>  <p>L'intégration de la végétation dans les espaces extérieurs ainsi que à l'intérieur pour limiter les îlots de chaleur urbains et la demande en climatisation</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Energie renouvelable</b></li> </ul>  <p>Panneaux solaires photovoltaïques intégrés en façade pour une production locale d'électricité renouvelable</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Circulation du vent</b></li> </ul>  <p>Le vent naturel circule dans le bâti à travers le paysage naturel, et lorsqu'on se tient dans le hall d'entrée, on ressent une sensation de fraîcheur et de détente.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 - La lumière du soleil et l'air nourrissent les plantes pour améliorer l'environnement du garage souterrain</li> <li>2 - Fenêtre latérale haute avec transmission de lumière mais sans visibilité depuis l'extérieur</li> <li>3 - L'air circule à l'intérieur et à l'extérieur du garage</li> <li>4 - La lumière traverse le verre et pénètre dans la fenêtre...</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Système de protection solaire</b></li> </ul>  <p>Système de persiennes pare-soleil automatique installé dans la direction est-ouest sur le mur extérieur.</p>

### 3- Analyse de Projet 3 : Comcast Technologie Centre

Stratégies bioclimatiques	Stratégies technologiques
 <p>Conception d'un "urban room" (salle d'accueil urbaine) avec un jardin d'hiver abrité pour améliorer l'expérience des utilisateurs et réduire la consommation d'énergie</p>	 <p>Utilisation des matériaux d'isolation thermique de haute performance sont utilisés pour réduire les pertes de chaleur en hiver et maintenir la fraîcheur en été</p>
 <p>Conception verticale avec des espaces de travail en forme de loft pour maximiser la pénétration de la lumière naturelle</p>	 <p>Système de climatisation à faisceau froid actif pour réduire les charges énergétiques et améliorer la qualité de l'air intérieur</p>
 <p>Utilisation de jardins suspendus à triple hauteur pour améliorer la luminosité intérieure et réduire la demande en</p>	 <p>Système d'éclairage LED intelligent qui s'ajuste en fonction de la luminosité naturelle pour minimiser la consommation d'énergie</p>
 <p>Toiture végétalisée pour réduire les îlots de chaleur urbains et la demande en climatisation</p>	 <p>Utilisation de systèmes de gestion de l'eau pour réduire les consommations d'eau, notamment avec des urinoirs sans eau et des tours de refroidissement à haute performance</p>

## **4-Elaboration d'un questionnaire :**

### **❖ Questions générales**

#### **○ Genre**

-Homme

-Femme

#### **○ Age**

-Moins18 ans

-18 - 28 ans

-29-39 ans

-40-50 ans

-50-60 ans

-60 ans et plus

#### **○ Catégorie Socio-Professionnelle (CSP)**

-Etudiant

-Chercheur

-Cadre supérieure

-Investisseur

-Employé

### **❖ La thématique : l'utilisation de la technologie**

#### **○ Quel est votre niveau d'intérêt général pour la technologie ?**

-Elevée

-Moyennement intéressé(e)

-Nulle

#### **○ Seriez-vous intéressé(e) à apprendre à utiliser des technologies basées sur l'intelligence artificielle (IA) ?**

-Oui, absolument

-Oui, mais avec des réserves

-Oui

-Non

-Non, pas vraiment

#### **○ Pensez-vous que l'intelligence artificielle (IA) aura un impact significatif sur notre vie quotidienne à l'avenir ?**



-Oui, de manière positive

-Oui, mais avec des préoccupations

-Non, je ne suis pas convaincu(e) de son importance

- **Aimeriez-vous participer à des formations ou des ateliers pour en apprendre davantage sur l'intelligence artificielle (IA) et l'innovation technologique ?**

-Oui, beaucoup

-Oui

-Peut-être, si cela correspond à mes intérêts

-Non, je préfère apprendre par moi-même

❖ **Espaces intérieurs du projet**

- **Dans un centre de technologie, que préférez-vous faire?**

-La recherche

-L'innovation et le développement de la technologie

-La communication et l'interactivité

-Les expositions

-Le travail

- **Quel type d'environnement de travail préférez-vous lors du travail de collaboration et d'innovation ?**

-Espaces ouverts favorisant la communication

-Espaces de travail individuels pour la concentration

-Combinaison d'espaces ouverts et fermés

- **Quels équipements technologiques considérez-vous comme indispensables dans un centre de travail dédié à l'intelligence artificielle ?**

-Stations de travail puissantes avec GPU dédiés

-Salles de réunion équipées de matériel de visioconférence haute qualité

-Salles de données pour le stockage et le traitement de grandes quantités de données

-Zones de test pour les projets d'apprentissage machine et de robotique

- **Comment préférez-vous organiser les espaces de collaboration dans le centre de travail ?**

-Salles de réunion formelles avec tableaux blancs et écrans interactifs

-Espaces informels pour des discussions spontanées

-Espaces de co-working pour des collaborations interdisciplinaires

- **Pour la recherche, est ce que vous préférez utiliser**

- Les laboratoires
- Les salles de recherche collectives
- Les bureaux individuels
- Les salles de conférences

- **Quelles sont vos préférences en termes d'aménagement de l'espace de travail ?**

- Design moderne et minimaliste
- Ambiance chaleureuse avec des touches de couleurs vives
- Environnement inspirant avec des éléments artistiques et créatifs

- **Comment préférez-vous que les espaces de travail soient éclairés ?**

- Lumière naturelle abondante avec de grandes fenêtres
- Éclairage LED réglable pour s'adapter aux préférences individuelles
- Combinaison de sources lumineuses pour créer une ambiance stimulante

- **Pour garantir un environnement de travail optimal et une ambiance agréable, quelles préférences avez-vous ?**

- Une isolation phonique pour assurer un environnement tranquille.
- Une continuité visuelle avec l'espace extérieur pour une connexion harmonieuse.
- Une température ambiante favorable pour optimiser les conditions de travail.

- **Comment préférez-vous que les espaces de travail soient organisés en termes de proximité avec les services de consommation tels que la cafétéria, les restaurants, les kitchenettes?**

- Proximité immédiate pour une accessibilité maximale
- Séparation claire pour réduire les distractions
- Flexibilité pour permettre une adaptation aux besoins changeants

- **Quelles fonctionnalités souhaiteriez-vous voir intégrées dans les espaces de détente et de divertissement ?**

- Espace de méditation ou de relaxation
- Salle de Gym et de Yoga
- Salle des jeux
- Salle de cinéma et VR

- **Quel est votre niveau d'intérêt pour l'intégration d'incubateurs de projets de start-ups axés sur l'innovation et l'intelligence artificielle ?**

-Pas du tout intéressé .

-Peu intéressé .

-Oui intéressé .

❖ **La circulation à l'intérieur du centre**

- **Pour la circulation verticale dans le centre , vous préférez utiliser:**

Ascenseur

-Escalier normal

-Escalier électrique

-Rampe

❖ **Mobilité et accessibilité**

- **Comment préférez-vous accéder au centre ?**

-À pied ou à vélo

-En transport en commun

-En voiture

- **Comment vous préférez stationner ?**

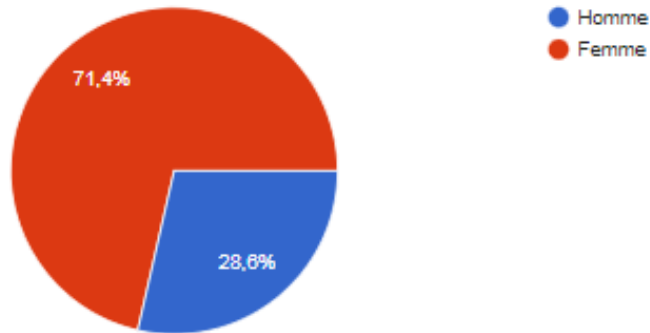
-Aire de stationnement couverte

-Aire de stationnement découverte

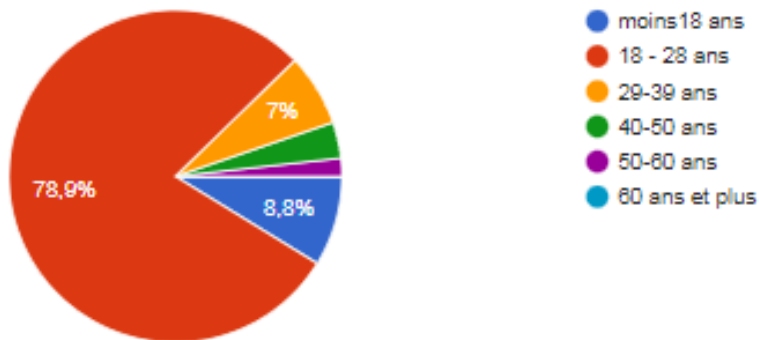
- **Exprimez-vous**



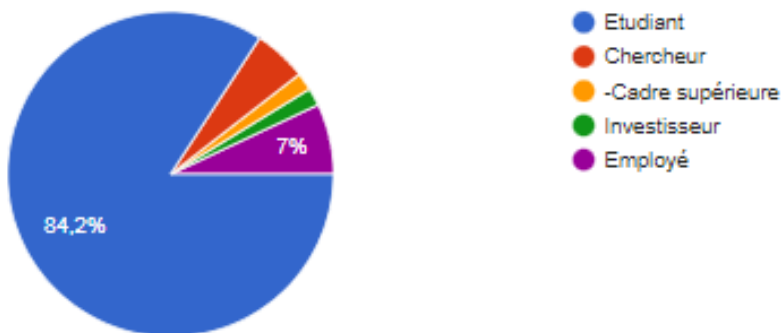
## Caractéristiques du questionnaire



Les résultats indiquent que la majorité des répondants ont des femmes avec un pourcentage de 74.1%



Les résultats indiquent que la majorité des répondants (environ 79%) sont âgés de 18 à 28 ans, suivis de ceux âgés moins de 18 ans (environ 9%).



Plupars de notre répondant sans les étudiants dans le domaine de IA et L'informatique avec un pourcentage de 85% , paraport au adulte employé 7% .

### Synthèse :

Les résultats du questionnaire ont été essentiels pour la conception de notre projet, en aidant à élaborer un programme conforme aux normes de construction. Ils ont permis de définir les besoins spécifiques et les attentes pour le futur centre de recherche, garantissant ainsi une infrastructure adaptée et conforme aux standards requis pour soutenir efficacement les activités de recherche prévues.

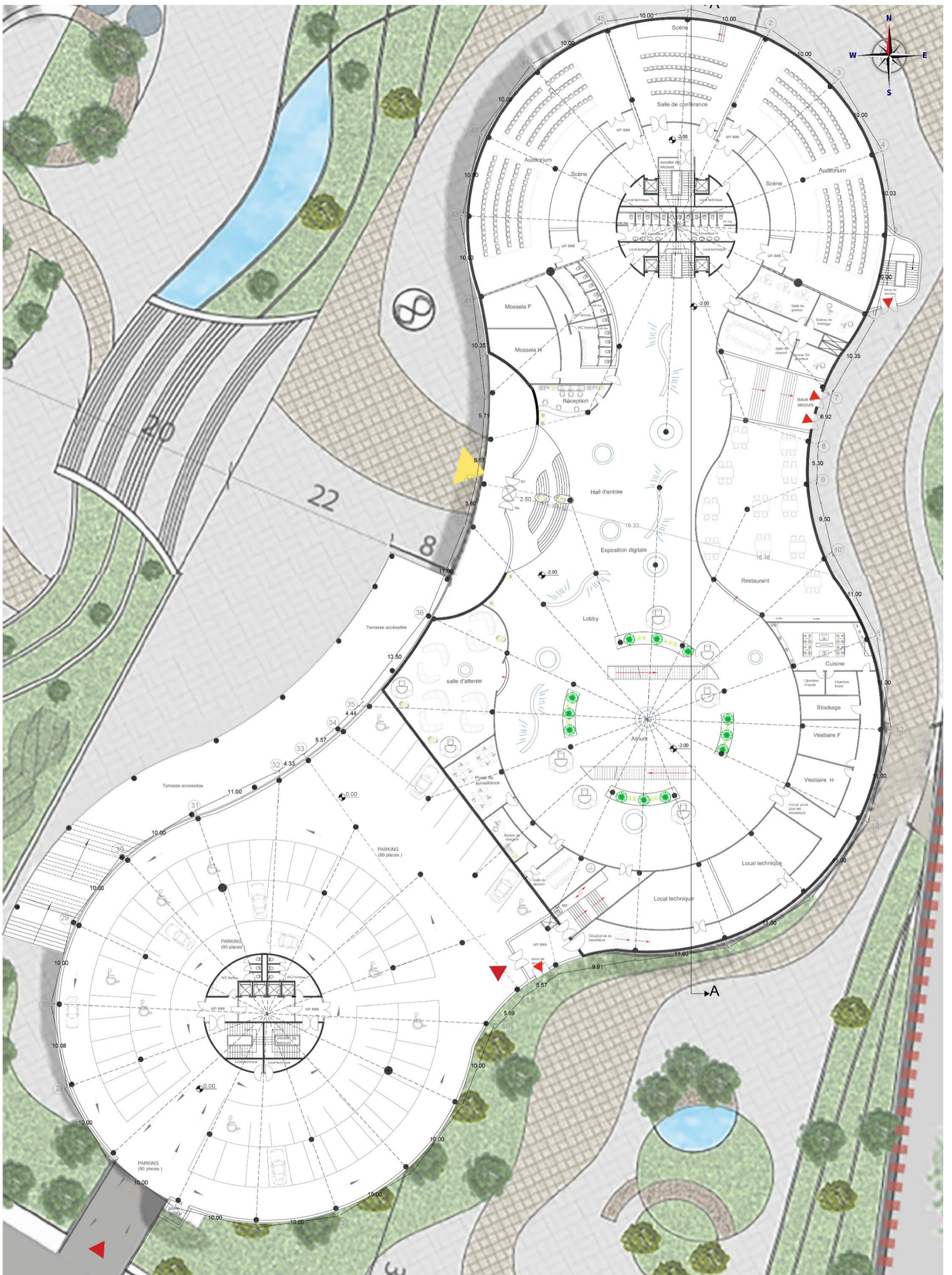


**5 -Dossier graphique**



**Plan de masse**





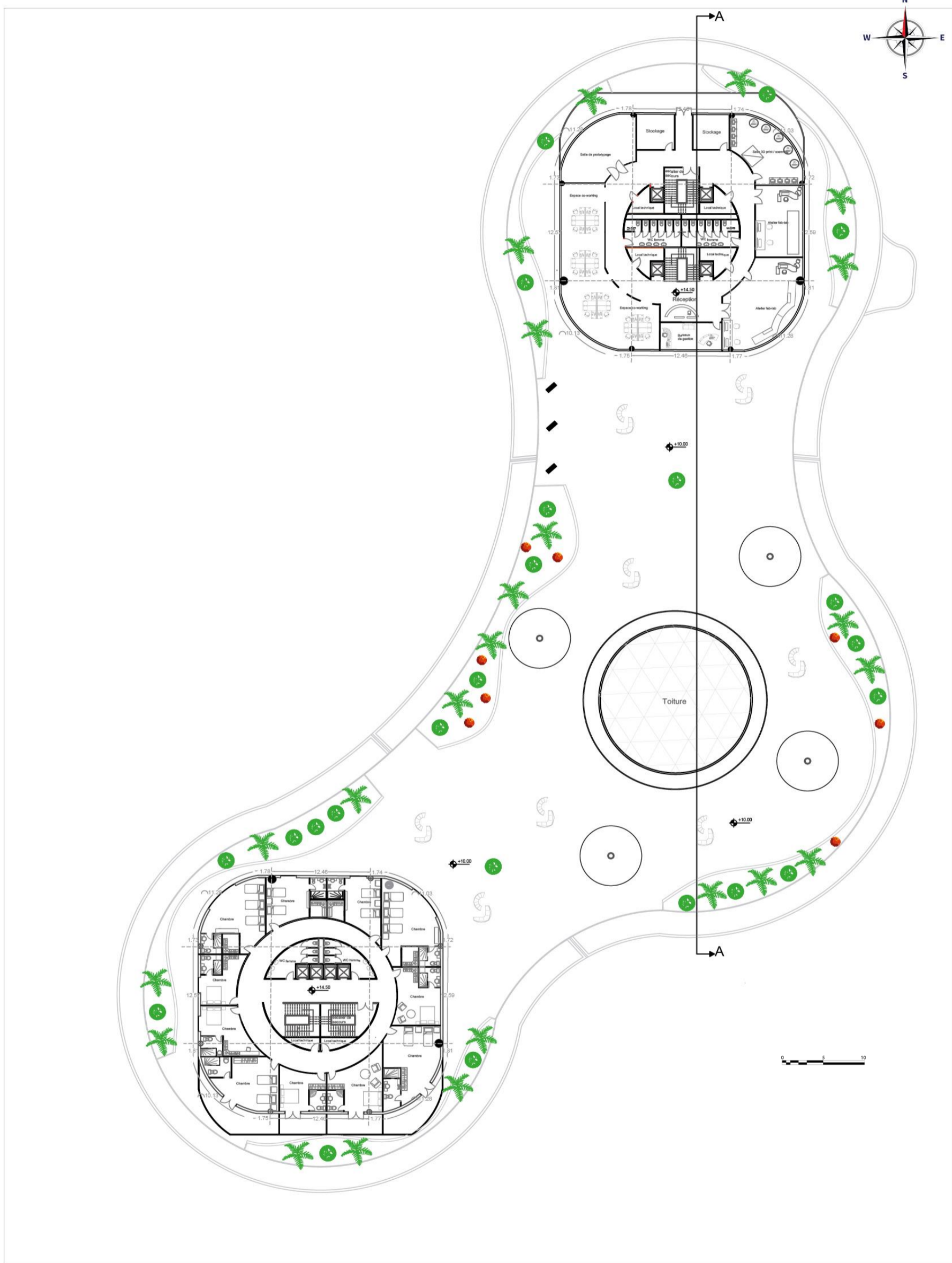
Plan d'assemblage (entre-sol)





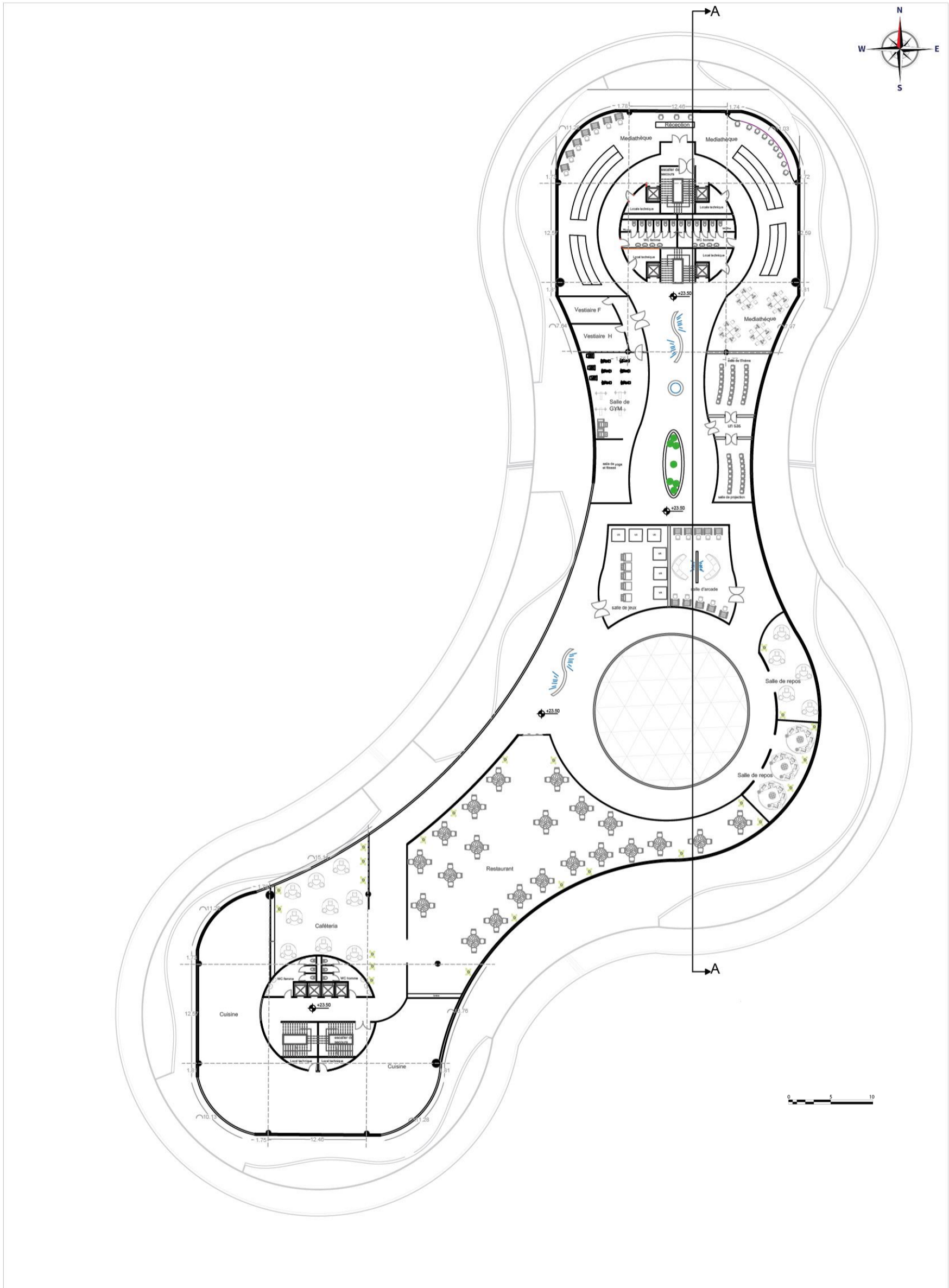




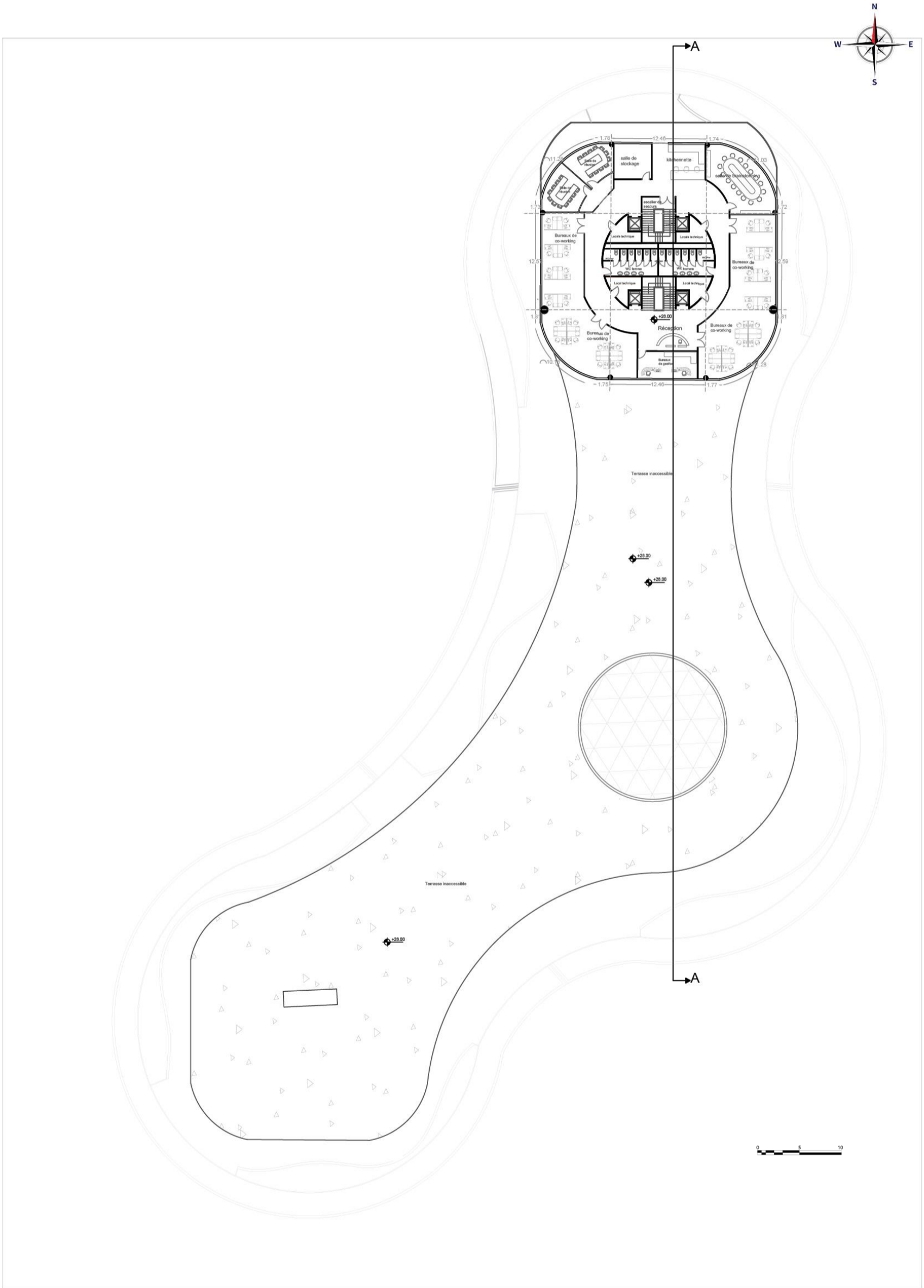


Plan de 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> étage

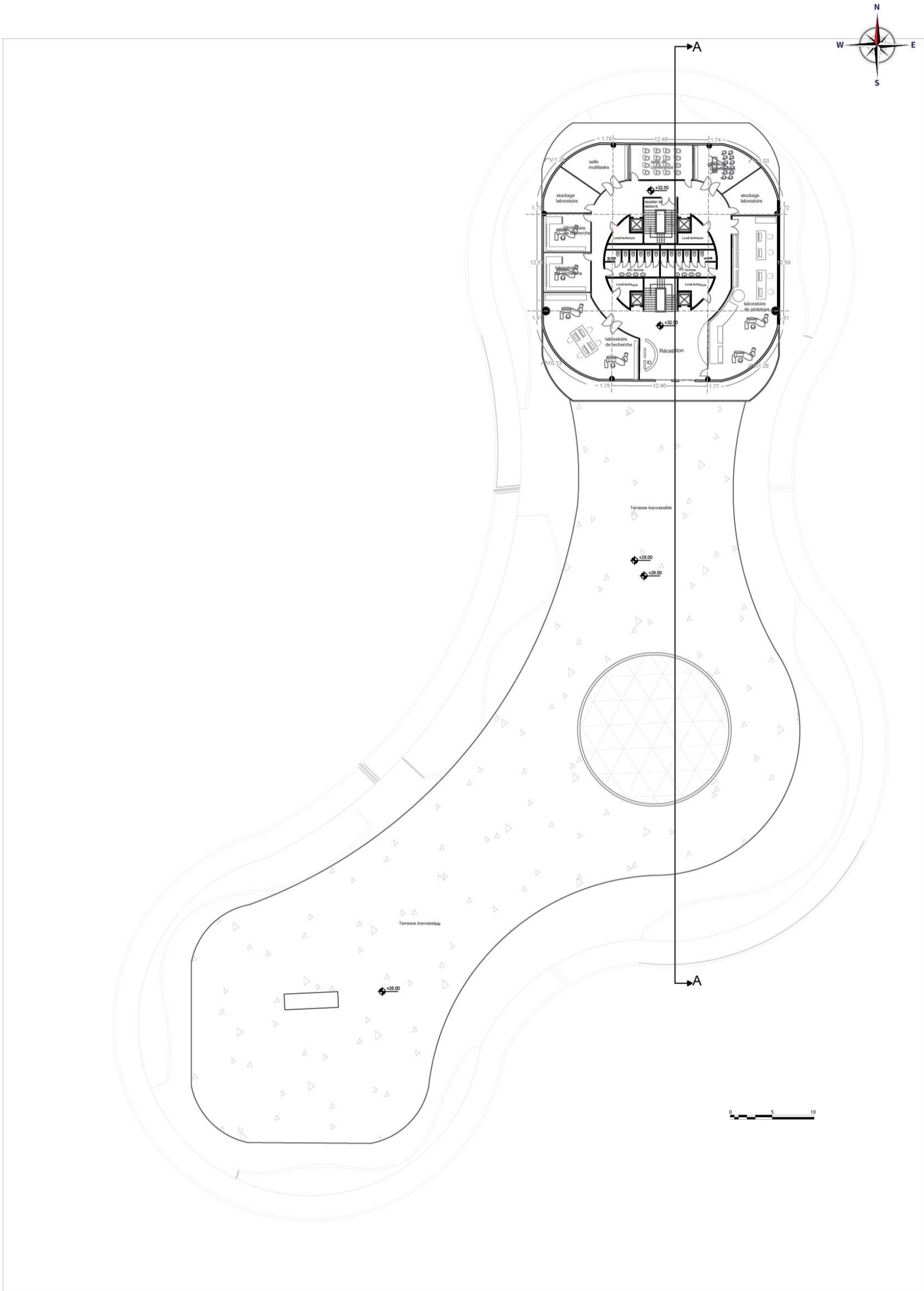




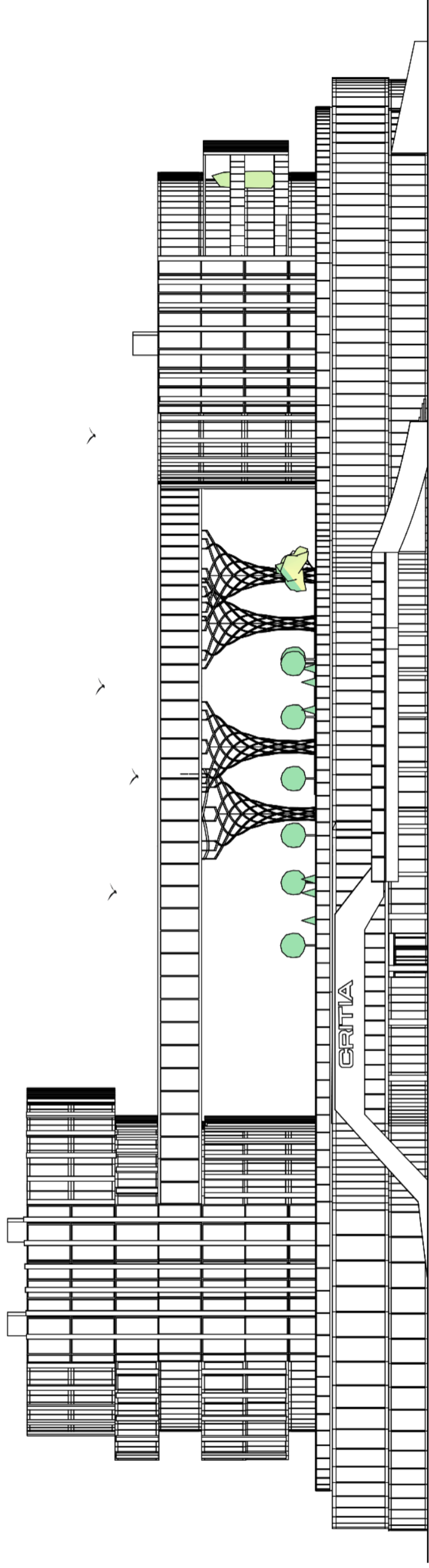
Plan de 4<sup>ème</sup> étage



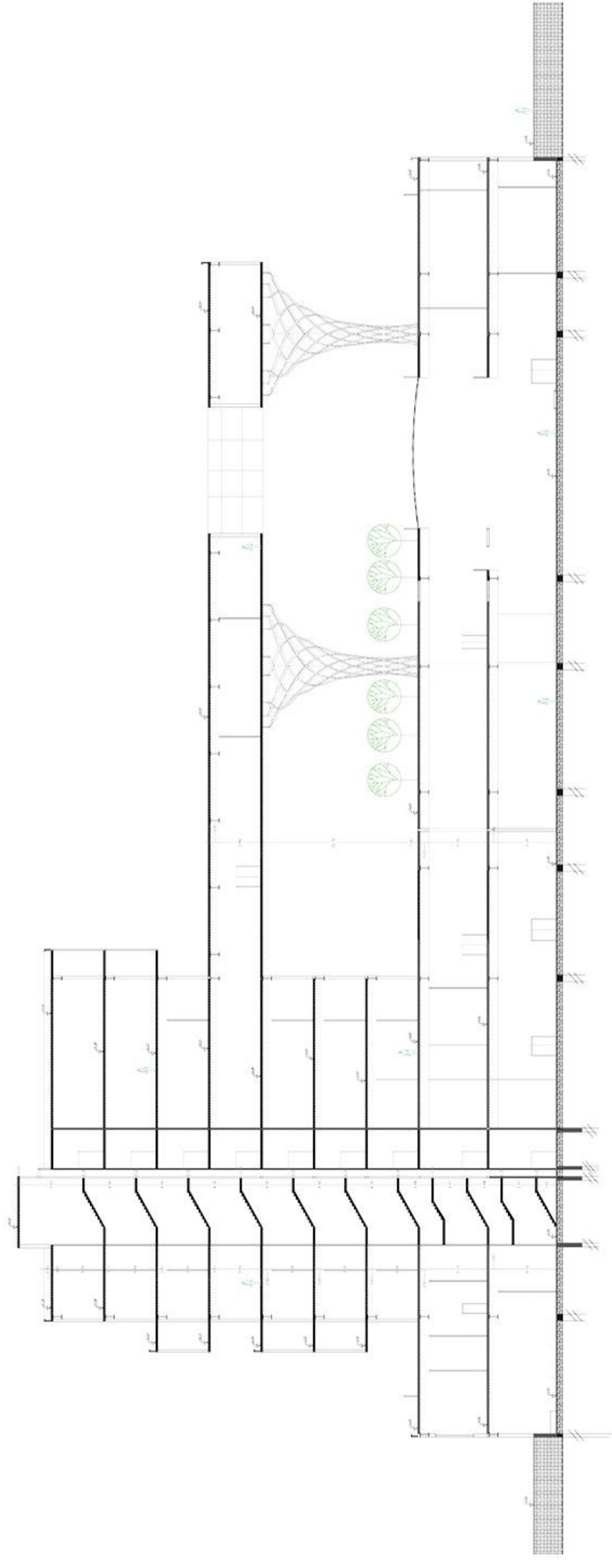
Plan de 5<sup>ème</sup> étage



Plan de 6<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> étage



Façade principale



Coupe A-A





3D du projet





