



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEURE ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEURE ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB BLIDA-01-

INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME

**Département d'Architecture**

**Mémoire de Master en Architecture**

**Atelier : Architecture, Environnement et Technologie**

**P.F.E** : Conception d'un hub de recherche et d'innovation technologique

**THEME DE RECHERCHE :**

L'impact de la ventilation naturelle sur l'efficacité énergétique et le confort  
thermique intérieur des espaces via l'atrium

**Présenté par :**

KERKAB Rimah, 202032032911

BOUROU Ikram, 192032032527

**Encadré(e)s par**

DR. BOUKARTA Sofiane / Dr. ATIK Tarik

**Membres du jury :**

DR. ALIOUCHE / MR. KOURI

**Année Universitaire : 2024/2025**

## REMERCIEMENT

*À l'issue de ce long cheminement, je souhaite exprimer ma profonde gratitude à toutes celles et ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Ce travail représente bien plus qu'un simple aboutissement académique : il incarne des mois de réflexion, de remises en question, d'apprentissage et de persévérance, portés par des soutiens constants et précieux.*

*Je tiens tout particulièrement à remercier Monsieur BOUKARTA Soufiane et Monsieur ATIK Tarek, enseignants-chercheurs à l'Institut d'Architecture et d'Urbanisme de Blida, pour avoir accepté de m'encadrer avec rigueur et bienveillance. Leur disponibilité, la pertinence de leurs conseils, leur soutien moral et physique ainsi que l'exigence intellectuelle dont ils ont fait preuve tout au long de ce travail, ont été pour moi des repères essentiels. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma plus sincère reconnaissance.*

*Je remercie également l'ensemble du corps enseignant du département d'architecture pour la richesse de l'enseignement dispensé au fil des années, qui a nourri ma curiosité, élargi ma vision de la discipline et contribué à faire émerger la posture architecturale que je porte aujourd'hui.*

*Mes remerciements vont également aux professionnels et spécialistes consultés dans le cadre de cette recherche, dont les retours avisés ont renforcé la portée de mon travail en lui apportant une dimension ancrée dans la réalité du terrain.*

*Je n'oublie pas mes collègues et camarades, avec qui j'ai partagé d'innombrables heures de travail, de doute et de solidarité. Nos échanges ont toujours été source de motivation et de stimulation collective, et je leur en suis sincèrement reconnaissante.*

*Enfin, j'adresse ma profonde gratitude à ma famille, pilier indéfectible de cette aventure. Leur patience, leur présence, leurs encouragements quotidiens ont été pour moi un soutien moral inestimable dans les moments de doute comme dans les moments de joie. Ce mémoire leur est dédié, en témoignage de mon affection, de ma reconnaissance et de ma dette silencieuse.*

*À mes amis les plus proches, merci pour votre écoute, vos mots rassurants, votre humour salvateur, et cette bienveillance qui m'a portée, parfois même sans que je m'en rende compte.*

*On voudrait remercier aussi les membres de jury qui ont accepté d'évaluer et d'examiner ce modeste travail.*

*À toutes et à tous, merci du fond du cœur.*

**KERKAB Rimah et BOUROU Ikram**

## **DEDICASE**

*À ma petite famille,*

*Source infinie de soutien et d'amour, Je souhaite dédier ce mémoire à chacun de vous, qui avez été à mes côtés tout au long de ce parcours académique. Votre présence inconditionnelle, vos encouragements et votre compréhension ont été essentiels pour me permettre d'atteindre cette étape importante de ma vie. À mes parents, qui m'ont inculqué des valeurs d'effort, de persévérance et d'ambition, je vous suis profondément reconnaissant pour tous les sacrifices que vous avez consentis afin de me donner la meilleure éducation possible. Votre soutien indéfectible et vos encouragements constants m'ont poussé à me dépasser et à croire en mes capacités.*

*À mes sœurs,*

*À mes sœurs, DOULA et AMIRA, ainsi qu'à mon petit frère MUSTAPHA : complices de chaque instant, vous avez partagé avec moi les hauts et les bas de cette aventure. Vos mots d'encouragement, votre patience et votre bienveillance ont été une véritable source de force. Je garde en mémoire ces longues nuits passées ensemble, chacun concentré sur ses propres objectifs. Que Dieu vous accorde réussite et bonheur.*

*À mes amis*

*Qui m'ont soutenu et accompagné à travers les moments de stress et de doute, je vous suis reconnaissant pour votre amitié précieuse. Vos encouragements, vos conseils et votre soutien moral ont été une source inépuisable de motivation et de réconfort. Vous avez été mes piliers dans les moments difficiles, et je vous remercie du fond du cœur pour votre présence constante.*

*À moi-même,*

*Pour la persévérance, le courage et l'engagement dont j'ai su faire preuve tout au long de ce parcours exigeant. Pour les nuits de travail, les moments de doute, mais aussi les instants de lucidité et de réussite. Je me remercie d'avoir cru en mes capacités, d'avoir tenu bon malgré les obstacles, et d'avoir mené ce projet à terme avec passion et détermination.*

**KERKAB Rimah**

## **DEDICASE**

*À ma mère,*

*Pour sa force, son amour infini, ses sacrifices silencieux et ses prières qui m'ont portée jusqu'ici. Ce travail est le reflet de tout ce que tu m'as transmis, avec tendresse et courage. Merci d'avoir toujours cru en moi, même lorsque moi je doutais.*

*À mes sœurs,*

*Pour votre présence réconfortante, vos encouragements, vos rires partagés et votre soutien inestimable. Vous êtes ma source de motivation, ma fierté et mon refuge.*

*À ma grande famille,*

*Pour votre présence, vos encouragements et votre foi en moi, même dans les moments de doute.*

*À mes amis sincères,*

*Merci d'avoir été là, pour les mots réconfortants, les sourires et les instants de répit partagés.*

*À tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à mon chemin,*

*Cette étape est aussi la vôtre.*

**BOUROU Ikram**



## RESUME

Les grandes métropoles contemporaines s'affirment aujourd'hui comme des pôles structurants de croissance, d'innovation et de rayonnement territorial. Alger, capitale politique et économique, aspire à renforcer son positionnement en tant que ville intelligente et durable, capable d'accompagner les transformations numériques, environnementales et sociales. Dans ce contexte, le présent mémoire propose une réflexion architecturale fondée sur la convergence entre l'innovation technologique, l'entrepreneuriat et l'excellence scientifique, à travers le concept de centre d'affaires et d'innovation technologique, pensé pour répondre aux besoins d'une nouvelle génération de créateurs et d'investisseurs.

Pour répondre à cette problématique, nous avons conçu un projet emblématique intitulé « L'AFFAIRE & INNOVATION – TECHNOLOGY », situé dans un secteur stratégique d'Alger Hussein dey. Ce centre vise à favoriser les synergies entre startups, chercheurs et institutions, tout en intégrant les principes de l'architecture bioclimatique et de la performance énergétique. L'ensemble est pensé comme une polarité urbaine mixte, au service de la jeunesse, de la ville intelligente et du développement durable.

La méthodologie de conception s'est articulée autour de trois axes complémentaires : Une analyse urbaine combinant l'analyse typo-morphologique et sensorielle. Cette approche nous a permis d'identifier les carences et les potentialités en termes d'aménagement urbain ainsi que les principes d'intégration du projet à son environnement. L'analyse des exemples similaires nous a permis d'identifier les exigences, spatiales, fonctionnelles et programmatiques. Enfin, une approche environnementale a été mobilisée à travers des simulations énergétiques dynamiques sur DesignBuilder, afin d'assurer optimisation énergétique du confort hygrothermique par l'amélioration de la ventilation naturelle via l'atrium et les ouvrants

Le résultat est le projet CRI-TECH avec une tour multifonctionnelle, intégrant des espaces de travail collaboratifs pensés avec un concept de Feng shui, des plateformes de simulation (*wargaming*), « L'AFFAIRE & INNOVATION – TECHNOLOGY » se veut ainsi un levier de transformation urbaine et économique, à la fois vitrine technologique et incubateur de talents, où l'architecture joue un rôle actif dans la création de valeurs durables.

**Mots clés :** Hussein dey, confort hygrothermique, ventilation naturelle, hub de recherche et d'innovation technologique, *wargaming*, tourisme technologique, développement durable

## SUMMARY

The contemporary metropolitan cities have emerged as structural hubs for growth, innovation, and territorial influence. Algiers, as the political and economic capital, aspires to strengthen its position as a smart and sustainable city, capable of embracing digital, environmental, and social transformations. In this context, the present thesis proposes an architectural reflection based on the convergence of technological innovation, entrepreneurship, and scientific excellence, through the concept of a business and technological innovation center designed to meet the needs of a new generation of creators and investors.

To address this issue, we designed a flagship project entitled “L’AFFAIRE & INNOVATION – TECHNOLOGY”, located in a strategic area of Algiers, in the district of Hussein Dey. This center aims to foster synergies between startups, researchers, and institutions, while integrating the principles of bioclimatic architecture and energy performance. The entire project is envisioned as a mixed-use urban hub, serving youth, smart city ambitions, and sustainable development goals.

The design methodology was structured around three complementary axes: an urban analysis combining typo-morphological and sensory approaches, which helped identify the shortcomings and potentials in urban development, as well as principles for integrating the project into its environment; a benchmarking of similar case studies to define spatial, functional, and programmatic requirements; and finally, an environmental approach based on dynamic energy simulations using DesignBuilder, aiming to optimize energy performance and hygrothermal comfort by enhancing natural ventilation through the atrium and operable openings.

The result is the CRI-TECH project, a multifunctional tower integrating collaborative workspaces designed with a Feng Shui concept and simulation platforms (such as wargaming). “L’AFFAIRE & INNOVATION – TECHNOLOGY” is thus envisioned as a catalyst for urban and economic transformation, both as a technological showcase and a talent incubator, where architecture plays an active role in creating sustainable value.

**Keywords:** Hussein Dey, hygrothermal comfort, natural ventilation, research and innovation hub, wargaming, technological tourism, sustainable development.

## ملخص

تُعدّ المدن الكبرى المعاصرة اليوم مراكز حيوية للنمو، والابتكار، والإشعاع الإقليمي. وتطمح الجزائر، بصفتها العاصمة السياسية والاقتصادية، إلى تعزيز مكانتها كمدينة ذكية ومستدامة، قادرة على مواكبة التحولات الرقمية والبيئية والاجتماعية. وفي هذا الإطار، يقترح هذا البحث المعماري رؤية تعتمد على تقاطع الابتكار التكنولوجي، وريادة الأعمال، والتميز العلمي، من خلال إنشاء مركز للأعمال والابتكار التكنولوجي يستجيب لتطلعات جيل جديد من المبدعين والمستثمرين

ولمعالجة هذه الإشكالية، تم اقتراح مشروع رمزي

يقع في منطقة استراتيجية ببلدية حسين داي في الجزائر العاصمة. يهدف هذا المركز إلى تعزيز التفاعل بين الشركات الناشئة، والباحثين، والمؤسسات، مع اعتماد مبادئ العمارة البيوكليمتية وتحقيق الكفاءة الطاقوية. وقد تم تصميم المشروع ليكون قطباً حضرياً مختلطاً يخدم الشباب، ويساهم في بناء مدينة ذكية وتنمية مستدامة.

ارتكزت منهجية التصميم على ثلاثة محاور أساسية: أولاً، تحليل حضري يجمع بين التحليل الطوبومورفولوجي والتحليل الحسي، مكن من تحديد النقائص والإمكانات في النسيج العمراني الحالي ومبادئ إدماج المشروع في محيطه. ثانياً، دراسة مشاريع مماثلة لتحديد المتطلبات الوظيفية والبرمجية والمجالية. وثالثاً، اعتماد مقارنة بيئية من خلال محاكاة ديناميكية للطاقة باستخدام برنامج محاكاة، لتحقيق الراحة الحرارية والرطوبة عن طريق تحسين التهوية الطبيعية بواسطة الأتريوم وفتحات الهواء

، "النتيجة كانت مشروع وهو برج متعدد الوظائف يدمج فضاءات عمل تعاونية، مصممة وفقاً لفلسفة "الفنغ شوي ومنصات محاكاة رقمية ويهدف مشروع "الأعمال والابتكار - التكنولوجيا " إلى أن يكون رافعة للتحول الحضري والاقتصادي، وواجهة تكنولوجية، وحاضنة للمواهب، حيث تلعب العمارة دوراً فاعلاً في خلق قيم مستدامة

**الكلمات المفتاحية:** حسين داي، الراحة الحرارية والرطوبة، التهوية الطبيعية، مركز البحث والابتكار التكنولوجي، المحاكاة التفاعلية، السياحة التكنولوجية، التنمية المستدامة

# 1 Table des matières

|       |                                                                         |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| I.    | Introduction générale :.....                                            | 2  |
| II.   | Problématique :.....                                                    | 3  |
| III.  | Hypothèses :.....                                                       | 4  |
| IV.   | Motivation sur le choix du thème : .....                                | 5  |
| V.    | Objectifs :.....                                                        | 6  |
| VI.   | Méthodologie de recherche :.....                                        | 6  |
| 1     | Introduction :.....                                                     | 9  |
| 2     | PARTIE I : DÉFINITION DES CONCEPTS : .....                              | 9  |
| 1.1   | La notion du confort :.....                                             | 9  |
| 1.1.1 | Les critères du confort :.....                                          | 9  |
| 1.1.2 | Les type de confort : .....                                             | 10 |
| 1.2   | La ventilation naturelle :.....                                         | 14 |
| 1.2.1 | L'importance de la ventilation naturelle : .....                        | 14 |
| 1.2.2 | Les types de la ventilation naturelle :.....                            | 14 |
| 1.3   | La ventilation par atrium :.....                                        | 16 |
| 1.3.1 | Les espaces atrium et leurs développements à travers l'histoire : ..... | 17 |
| 1.3.2 | L'Objectif d'un atrium dans un bâtiment .....                           | 19 |
| 1.3.3 | Typologie des atriums :.....                                            | 20 |
| 1.3.4 | Principes de conception de la ventilation naturelle des atriums : ..... | 20 |
| 1.3.5 | Composants Clés et Paramètres de Conception des atriums :.....          | 21 |
| 1.3.6 | Le comportement thermique des atriums : .....                           | 22 |
| 1.4   | Le Wargaming :.....                                                     | 26 |
| 1.4.1 | Les caractéristiques du wargaming .....                                 | 27 |
| 1.4.2 | Approches Méthodologiques : .....                                       | 28 |
| 1.4.3 | Avantages et inconvénients du wargaming.....                            | 28 |
| 1.4.4 | Elément de wargaming peuvent être applique en architecture : .....      | 30 |
| 1.4.5 | Les espaces de wargaming : .....                                        | 31 |
| 1.5   | Le Feng shui :.....                                                     | 33 |
| 1.5.1 | Fondement et principes du Feng Shui appliqués à l'architecture : .....  | 33 |
| 1.6   | Présentation du thème du projet :.....                                  | 36 |
| 1.6.1 | L'innovation et la technologie dans la politique algérienne :.....      | 36 |
| 1.6.2 | Le centre de recherche et d'innovation technologique : .....            | 37 |
|       | PARTIE II : ANALYSE DES EXEMPLES : .....                                | 38 |
| 2     | Présentation des projets : .....                                        | 39 |
| 2.1   | Synthèse de l'Analyse thématique .....                                  | 44 |

|       |                                                                                                                              |                                         |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 2.2   | Conclusion :                                                                                                                 | 46                                      |
| 3     | INTRODUCTION                                                                                                                 | 48                                      |
| 3     | PARTIE I : PARTIE URBAINE                                                                                                    | 49                                      |
| 3.1   | <i>Choix de la ville ; ALGER</i>                                                                                             | 49                                      |
| 3.1.1 | Présentation de l'aire de référence :                                                                                        | 51                                      |
| 3.1.2 | Cadre Physique :                                                                                                             | 52                                      |
| 3.1.3 | Processus d'humanisation du territoire Algérois                                                                              | 53                                      |
| 3.1.4 | Évolution formelle et Croissance                                                                                             | L'histoire de la ville d'Alger ..... 53 |
| 3.1.5 | TABLEAU DES REPNES CLIMATIQUE :                                                                                              | 55                                      |
| 3.2   | ANALYSE SYNCHRONIQUE :                                                                                                       | 56                                      |
| 3.2.1 | Le système viaire :                                                                                                          | 56                                      |
| 3.2.2 | Système parcellaire                                                                                                          | 59                                      |
| 3.2.3 | Le système bâti :                                                                                                            | 60                                      |
| 3.2.4 | Le système non bâti et les espaces publics :                                                                                 | 62                                      |
| 3.3   | ANALYSE SEQUENTILLE :                                                                                                        | 63                                      |
| 3.3.1 | L'enquête :                                                                                                                  | 64                                      |
| 3.3.2 | Synthèse du diagnostic :                                                                                                     | 65                                      |
| 3.3.3 | Analyse AFOM :                                                                                                               | 65                                      |
| 3.4   | ANALYSE CLIMATIQUE :                                                                                                         | 68                                      |
| 3.5   | LE PROJET :                                                                                                                  | 70                                      |
| 3.5.1 | La naissance de l'idée de projet :                                                                                           | 70                                      |
| 3.5.2 | Schéma de principes et genèse du projet :                                                                                    | 72                                      |
| 3.5.3 | LES FACADES :                                                                                                                | 74                                      |
| 3.6   | Façade, matériaux et revêtement de sol :                                                                                     | 75                                      |
| 3.6.1 | La composition des parois et le choix des matériaux :                                                                        | 75                                      |
| 3.6.2 | Vitrage :                                                                                                                    | 75                                      |
| 3.6.3 | Le Pavégen :                                                                                                                 | 77                                      |
| 3.6.4 | Inspiration dès le moucharabieh :                                                                                            | 77                                      |
| 4     | PARTIE III : PARTIE BIOCLIMATIQUE :                                                                                          | 78                                      |
| 4.1   | Introduction :                                                                                                               | 78                                      |
| 4.2   | La simulation en 'architecture :                                                                                             | 78                                      |
| 4.3   | Optimisation énergétique du confort hygrothermique par amélioration de la ventilation naturelle via l'atrium et les ouvrants | 78                                      |
| 4.3.1 | La recherche des indicateurs les plus influents à travers les simulations :                                                  | 78                                      |
| 4.3.2 | Le protocole de simulation :                                                                                                 | 79                                      |
| 4.3.3 | Synthèse générale de l'analyse énergétique par simulation DesignBuilder                                                      | 84                                      |

|   |                             |    |
|---|-----------------------------|----|
| 4 | Conclusion générale : ..... | 86 |
|---|-----------------------------|----|

## **LISTE DES ACRONYMES**

**CC** : Changement climatique

**DD** : Développement durable

**MCP** : Matériaux à changement de phase

**GES** : Gaz à effet de serre

**COP** : Conférence des parties / conference of parties

**IA** : intelligence artificielle

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

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

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

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

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

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



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

Chargé d'atelier : Dr.Boukarta Soufiane

Chapitre 01 :  
**CHAPITRE INTRODUCT**

### I. Introduction générale :

Depuis des décennies, le changement climatique inquiète les scientifiques et toutes l'humanité, ce phénomène mondial est extrêmement grave, c'est l'un des défis auquel notre société est confrontée car il touche à divers aspects de notre vie quotidienne. Parmi les différentes causes de ce changement, on cite le développement économique qui a commencé tout d'abord par la révolution industrielle, la majorité de ces besoins est couverte par la combustion des énergies fossiles qui a libéré des quantités colossales de CO<sub>2</sub> dans notre atmosphère (à cause de l'utilisation des combustibles). Même de nos jours l'utilisation des énergies fossiles ne cessent de s'augmenter et c'est ce qui a causé le réchauffement de la planète qui semble rapidement accélérer.

Les villes sont le plus grand consommateur de ces énergies, elles représentent entre 40 à 70 % des émissions de GES, émissions liées à la production ou à la consommation. La production varie entre 40 à 70 %, tandis qu'elle atteint 60 à 70 % si on se base sur la consommation. Les principales sources d'émissions dans les zones urbaines incluent l'utilisation de combustibles fossiles pour la production d'électricité, les transports, la consommation d'énergie des bâtiments et aussi la production industrielle (*le rapport mondial 2011 sur les établissements humains*).

C'est à partir de là que le développement durable émerge comme réponse essentielle à ce défi de changement climatique pour garantir un équilibre entre ses trois piliers : économique, social et environnemental. Cette approche a pour but de transformer les modèles de production et de consommation pour limiter les impacts négatifs sur l'environnement tout en garantissant le bien-être de l'individu. Pour assurer un ancrage des principes du DD dans la pratique de par le monde, les COPs, conférence of parties, regroupe les pays et tente de structurer cette approche et à établir des objectifs et des engagements communs entre les pays. Le COP de KYOTO, où l'Algérie était un membre signataire du protocole de ce congrès afin de réduire ses émissions de GES a 7% d'ici 2030 (PNC : 2019). Elle a adopté un plan national climat, comprenant plus de 150 actions, et la loi 99-09 pour encadrer les émissions en maîtrisant la consommation d'énergies fossiles.

Malgré les avancées de l'Algérie pour minimiser son impact sur les effets de serre, il lui reste encore du chemin pour y arriver, surtout dans le secteur du bâtiment. Ce dernier, fortement énergivore, reste un défi majeur qui nécessite des mesures plus importantes en matière de

Construction durable, d'efficacité énergétique pour atteindre les objectifs fixés et aligner le pays sur les standards internationaux en matière de durabilité. Le présent travail s'insère dans cette

problématique générale qui consiste à trouver des éléments de réponses permettant de concevoir des bâtiments répondant aux exigences fonctionnelles, urbaines sans nuire à l'environnement.

### II. Problématique :

Face aux impacts croissants du changement climatique, les villes sont confrontées à des défis majeurs tels que les vagues de chaleur, les inondations, la montée du niveau des mers et la dégradation de la qualité de l'air. Ces phénomènes exacerbent les vulnérabilités urbaines, rendant impérative une révision profonde de la conception architecturale pour renforcer la résilience des environnements bâtis. Cette dernière ne se limite pas à la construction de structures robustes, elle implique une approche holistique intégrant la nature, la technologie et la participation citoyenne. Par ailleurs, des initiatives comme le *MIT Senseable City Lab* explorent comment les technologies numériques peuvent être mises au service de la durabilité urbaine, en analysant les données pour optimiser la gestion des ressources et améliorer la qualité de vie. Et cela nous mène à se poser la question :

Comment repenser la conception architecturale pour renforcer la résilience des villes face aux défis du changement climatique ?

D'après Jérémy Bernard, Musy Marjorie, Héloïse Marie (2020) il existe des dispositifs qui permettent de limiter le stress thermique ressenti par un individu. Plusieurs solutions existent, agissant chacune sur un ou plusieurs déterminants du confort, « *Ces dispositifs de rafraîchissement sont classés selon trois types : solutions vertes pour les solutions basées sur la nature (végétation, sol et eau), grises dès lors qu'ils utilisent des infrastructures douces pour les dispositifs basés sur une stratégie politique ou sur les usages* ». (Des solutions pour rafraîchir les villes - Goutte d'Or et Vous) met en lumière la ventilation naturelle comme une approche essentielle pour relever les défis climatiques en milieu urbain. En favorisant le confort thermique des bâtiments, cette stratégie réduit la dépendance à la climatisation, limite les îlots de chaleur urbains et contribue à une meilleure durabilité énergétique. Par ailleurs, elle valorise les espaces publics grâce à des aménagements paysagers intégrant arbres et espaces verts.

Hussein Dey, avec son climat méditerranéen marqué par des étés chauds et humides et des hivers doux, impose des défis en matière de confort thermique intérieur, mais offre également des opportunités d'optimisation grâce à une architecture bien pensée. Pour lutter contre le changement climatique et assurer un confort thermique optimal, les bâtiments de la ville doivent privilégier la ventilation naturelle qui est un élément clé dans la régulation thermique. En orientant les bâtiments de manière stratégique pour capter les brises marines fraîches et en

intégrant des éléments comme des courants d'air traversants et des ouvertures judicieusement placées, l'architecture maximise les échanges thermiques tout en minimisant la dépendance à la climatisation. Cette approche est renforcée par l'utilisation de matériaux à forte inertie thermique, comme la pierre et la brique ou les MCPs. Des dispositifs d'ombrage, tels que des brise-soleils et des pergolas, complètent le système en protégeant les façades du rayonnement direct du soleil. Cependant, les différents changements de vocation de la commune ont modifié profondément le tissu urbain et les dynamiques sociales. Aussi, l'IA s'installe de plus en plus dans le quotidien des habitants et se pose comme une source d'amélioration de comportement humain et se pose donc comme une aubaine qui serait intéressante de la voir intégrée aux projets à réaliser. Ce contexte urbain particulier accompagné par l'arrivée en force des avancées technologiques de l'IA et la pression du changement climatique nous pousse à se poser la question sur le devenir des projets et en l'occurrence de notre projet :

Comment peut-on répondre à la fois aux besoins de **confort thermique intérieur** et aux enjeux du changement climatique à travers une conception architecturale **reflétant le changement de vocation** de la commune dans l'ère du développement technologique et l'intelligence artificielle en garantissant une **qualité de vie agréable** pour les utilisateurs ?

Cependant, les espaces de travail, notamment dans les centres d'affaires, peuvent devenir des sources importantes de stress et d'anxiété pour les utilisateurs. La pression professionnelle, les exigences de performance et la monotonie des environnements clos accentuent les troubles du bien-être psychologique. Des études ont montré que les environnements de bureaux qui sont mal conçus, sans lumière naturelle, sans vue sur l'extérieur ou mal ventilés, augmentent la fatigue mentale et le stress (Kim & de Dear, 2013). Mais aussi, la qualité architecturale des espaces influence directement la santé mentale et émotionnelle des usagers, soulignant l'importance des éléments tels que la lumière naturelle, l'acoustique, la végétation et l'organisation spatiale (Evans & McCoy, 1998).

C'est à partir de cela qu'on se pose la question :

Comment pourrions-nous concevoir des espaces de bureaux permettant de réduire le stress et l'anxiété dus à la pression de travail ?

### III. Hypothèses :

Afin de répondre à la problématique posée supra, nous prenons en considérations les hypothèses suivantes :

La stratégie de **wargaming** s'appuie sur les avancées technologiques et sur **l'IA** qui constitue une approche permettant de simuler des situations réelles pouvant améliorer le comportement humain pour lutter contre des situations diverses telles que la préparation du personnel dans le développement des stratégies d'affaire comme de lutte contre le **CC et de catastrophe naturelle**. L'introduire dans notre projet permettrait d'améliorer **la résilience climatique** de la ville.

Pour améliorer le confort hygrothermique dans notre bâtiment qui se situe à l'Hussein dey, nous pensons que l'introduction des stratégies passives de ventilation naturelle pour améliorer le confort thermique intérieur des espaces

La conception des espaces bureaux est assez souvent connoté à du stress et l'anxiété, nous pensons qu'il nous sera possible d'apaiser l'environnement de travail, **le bien-être comme le confort mental** des usagers à travers l'introduction des principes du **Feng shui**.

#### **IV. Motivation sur le choix du thème :**

Le choix de concevoir un hub de recherche et d'innovation numérique à Hussein Dey repose sur plusieurs éléments stratégiques et pertinents qui en font un emplacement idéal pour un tel projet. Premièrement, la commune d'Hussein Dey bénéficie d'une situation géographique privilégiée, située à proximité de la capitale Alger et de la mer, ce qui en fait un carrefour d'attractivité pour des entreprises, des start-ups et des chercheurs dans le domaine numérique. Sa localisation lui permet également de bénéficier d'une accessibilité optimale aux infrastructures urbaines, de même qu'à des réseaux de transport bien développés, facilitant ainsi les échanges et la collaboration avec d'autres pôles d'innovation régionaux et internationaux. Ensuite, La vocation culturelle et touristique de la commune offre des opportunités pour intégrer des technologies numériques dans la gestion du patrimoine et du tourisme intelligent, tout en générant des retombées économiques locales. De plus, dans un contexte de transformation numérique mondiale, ce hub favorise l'émergence de talents et d'innovations dans des secteurs clés, créant ainsi des emplois et des opportunités économiques. Enfin, en intégrant des principes de durabilité, le projet répondrait aux enjeux climatiques de la ville, en combinant technologies et architecture respectueuse de l'environnement, tout en offrant un modèle de développement durable pour la région.

### V. Objectifs :

À travers ce mémoire, nous visons à :

1. Comprendre les dynamiques urbaines qui règnent dans le contexte particulier de la ville d'Hussein dey et d'en proposer une stratégie urbaine pouvant suivre cette dynamique et améliorer le fonctionnement de l'espace urbain.
2. Être en mesure d'apprécier les situations d'inconfort et proposer des stratégies vérifiables pour réduire la consommation de l'énergie ainsi que les émissions des gaz à effet de serre.
3. Être en mesure de poser les jalons d'un environnement du bien être dans un espace bureau.

### VI. Méthodologie de recherche :

1<sup>re</sup> partie : En réalisant une analyse urbaine croisée, alliant l'étude typo morphologique et l'analyse sensorielle de la ville, qui visent à comprendre sa position, son importance et la chronologie de son développement spatial, nous avons pu établir un diagnostic de l'état actuel de la ville. Cette première étape nous a permis d'identifier les enjeux sous-jacents à la conception de notre projet et de déterminer comment tirer parti des atouts de la ville pour y répondre de manière optimale.

2<sup>e</sup> partie : c'est la recherche thématique à travers une étude d'exemples de projets en suivant une grille d'analyse bien étudiée abordant l'aspect formel, la qualité de l'enveloppe et les conditions environnementales.

3<sup>e</sup> partie : on a appliqué les connaissances obtenues pour les introduire dans notre projet architectural qui est un hub de recherche et d'innovation technologie et d'IA, intégrant une partie affaire, Ce chapitre se compose de quatre parties : la première partie est la partie analyse urbaine, qui portera sur l'aire de référence « ALGER » et les motivations de choix de cette ville et sa relation avec le thème de recherche. L'analyse urbaine appliquée sur la commune de Hussein dey qui nous permettra de dégager la stratégie principale et les actions singulières nous permettant d'appliquer la stratégie identifiée. la deuxième partie porte sur la conception architecturale de notre projet la troisième partie pour l'analyse climatique porte sur les réponses climatique de la commune pour la conception du projet et enfin, une partie dédiée aux simulations portant sur le choix de la meilleure configuration nous permettant d'atteindre le confort hygrothermique par la ventilation naturelles via un atrium

## CHAPITRE 01 : CHAPITRE INTRODUCTIF

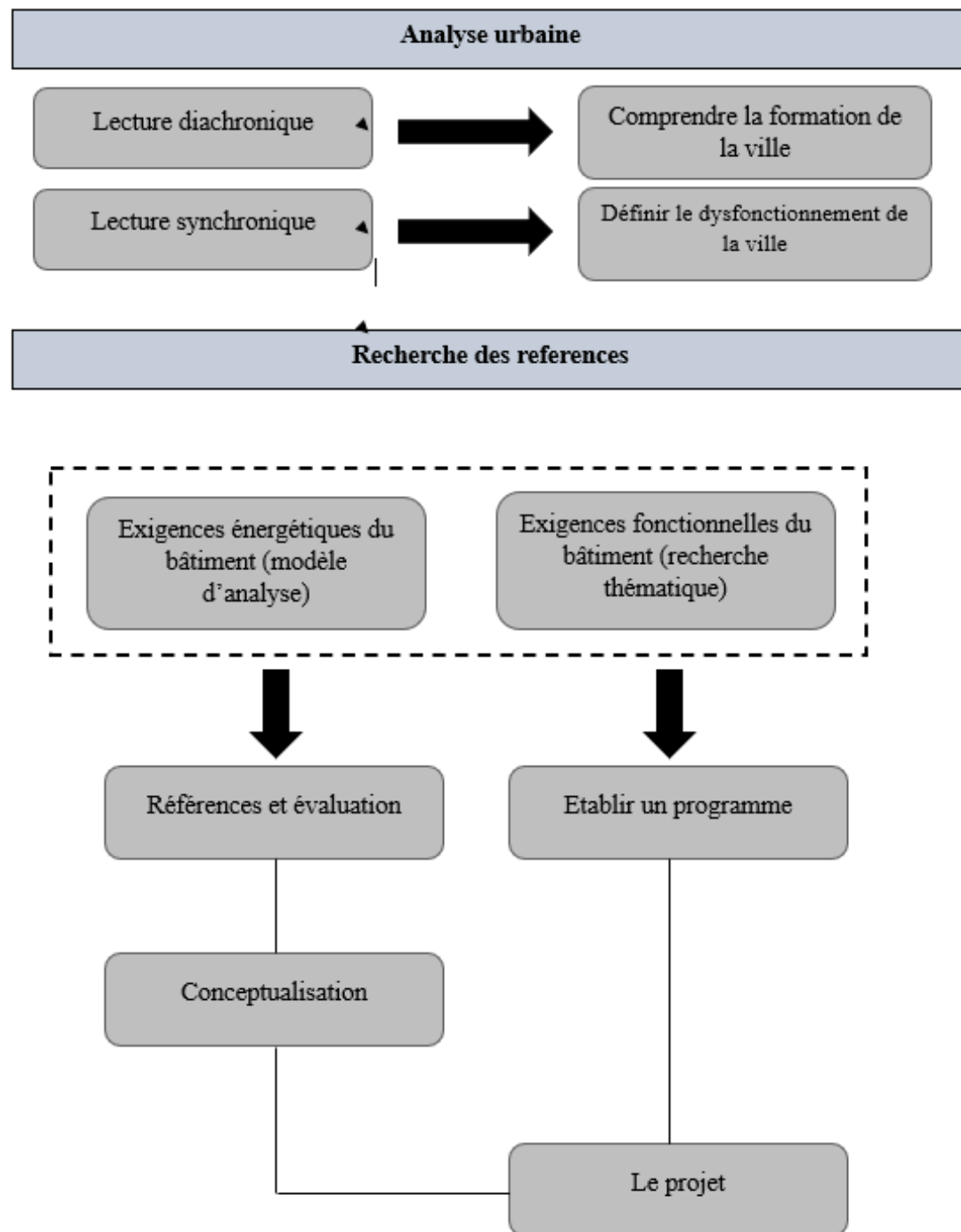


Figure 1:Schéma de la méthodologie de recherche Source : auteurs



# **CHAPITRE 02 : ETAT DE L'ART**

### 1 Introduction :

Dans ce chapitre, on vise à acquérir les connaissances nécessaires qui peuvent répondre aux hypothèses formulées dans cette recherche. Pour cela, notre démarche dans ce chapitre est divisée en quatre parties. La première partie a pour objectif de définir le confort thermique intérieur. La deuxième partie a pour but de mettre en lumière le rôle de la ventilation naturelle à travers l'atrium ventilé. La troisième partie est consacrée pour comprendre Comment intégrer les stratégies du *wargaming* dans le contexte du développement technologique en utilisant l'intelligence artificielle appliquée au domaine de l'architecture. La quatrième partie traite la question de la recherche scientifique et la relation entre le bien-être et le confort mental des occupants en introduisant le principe Feng shui. L'ensemble de cette démarche s'appuie sur l'analyse d'exemples de hub de recherche et d'innovation numérique, permettant d'explorer les bonnes pratiques et les enseignements tirés de ces études de cas. Enfin, une synthèse globale sera présentée pour récapituler les aspects abordés dans ce chapitre, tout en mettant en avant notre positionnement méthodologique et les orientations retenues pour cette recherche.

### 2 PARTIE I : DÉFINITION DES CONCEPTS :

#### 1.1 La notion du confort :

Le confort est l'ensemble des éléments matériels qui assurent le bien-être. La perception du confort varie selon les sociétés et évolue avec le temps en fonction des modes de vie. Dans le domaine de l'architecture, le confort est souvent perçu comme un état d'équilibre entre l'individu et son environnement immédiat, favorisant ainsi un bien-être propice à l'activité en cours. Cette approche met en évidence l'importance d'une conception architecturale qui répond aux besoins physiologiques et psychologiques des occupants (Roulet, C.-A, 2004)

##### 1.1.1 Les critères du confort :

Le confort dans un espace dépend plusieurs facteurs qui interagissent ensemble pour influencer notre ressenti. On peut les regrouper en quatre grandes catégories. D'abord, La qualité de l'air qui elle est liée à la vitesse de l'air qu'on ressent, au taux d'humidité, a la pureté de l'air mais aussi aux odeurs qui peuvent être agréables ou gênantes. Ensuite, l'acoustique : ici, c'est surtout le niveau de bruit qui compte, mais aussi les nuisances sonores, la manière dont le son se propage dans la pièce et le temps de réverbération. On a aussi L'aspect visuel : ça concerne l'éclairage, les couleurs utilisées dans l'espace, la perception des volumes et la façon dont ils sont distribués. Enfin, le confort thermique qui est tout ce qui touche à la température ambiante,

à celle des surfaces autour de nous, aux sources de chaleur et à la capacité des matériaux à transmettre ou retenir la chaleur. (Wei, W., Wargocki, P., Zirngibl, J., et al. 2020)

### 1.1.2 Les type de confort :

Le confort dans le bâtiment repose sur divers éléments essentiels au bien-être des occupants (voir le schéma ci-dessous) tels que la température, l'humidité, la qualité de l'air, l'acoustique et l'éclairage. (Plan Bâtiment Durable, 2021)

Dans le cadre de ce mémoire, l'attention sera portée plus particulièrement sur le confort hygrothermique, en examinant ses implications sur la santé des occupants et la performance énergétique des bâtiments.

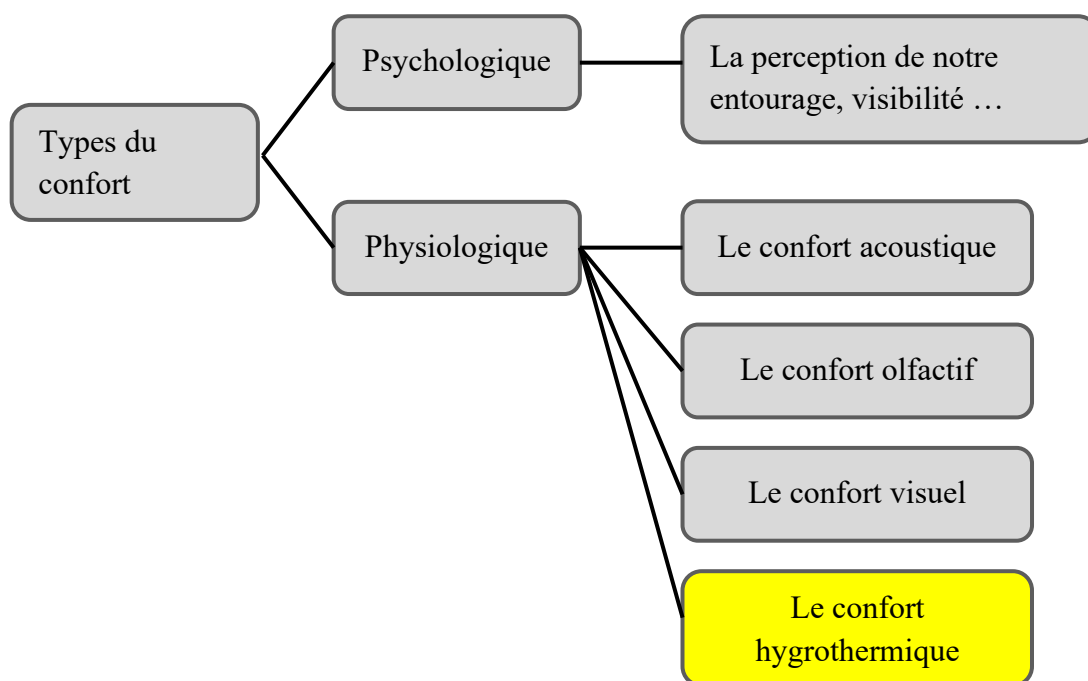


Figure 2:Schéma représente type de confort Source : auteures

### ***1.1.2.1 Le confort hygrothermique :***

L'hygrométrie, c'est le taux d'humidité dans l'air intérieur, c'est est un paramètre souvent sous-estimé, pourtant essentiel. Elle influence à la fois le confort thermique ressenti par les occupants et la bonne conservation du bâtiment lui-même. Un taux élevé d'humidité peut engendrer des moisissures, une dégradation des matériaux et des problèmes de santé comme des allergies ou des troubles respiratoires. En contrepartie, un air trop sec peut provoquer des irritations, une gêne respiratoire, et assécher les matériaux boisés ou les revêtements. (Recart, C., & Dossick, C., 2022)

### ***1.1.2.2 Comment atteindre le confort hygrothermique :***

Le confort hygrothermique est le résultat de l'équilibre entre plusieurs paramètres comme le taux d'humidité et le mouvement de l'air, la température. Quand ces éléments se situent dans une certaine plage, appelée zone de confort, les occupants perçoivent un environnement agréable. L'humidité, qu'elle soit en forme liquide ou vapeur, peut poser des problèmes. Elle peut altérer les matériaux de construction, réduire leur performance thermique, modifier leurs propriétés physiques, mais aussi provoquer des déformations structurelles. De plus, la qualité de l'air intérieur (QAI) dépend de la concentration des polluants présents dans l'air, qu'ils soient gazeux, liquides ou sous forme de particules (Chafia Benseba, 2017).

Pour agir sur tous ces paramètres et assurer un bon niveau de confort hygrothermique, la ventilation s'impose comme une solution importante surtout dans les étages climatiques humides comme celui de l'Hussein dey. À travers notre analyse des critères du confort, nous avons constaté l'importance du mouvement de l'air dans la régulation de l'ambiance intérieure dans le bâtiment. C'est pourquoi nous allons nous intéresser aux techniques de contrôle climatique, en mettant l'accent sur la ventilation naturelle. Cette stratégie, particulièrement efficace en période estivale va permettre de limiter les apports de chaleur et diminue la température intérieure, en la rapprochant de celle de l'extérieur, tout cela sans recours à des systèmes énergivores.

### ***1.1.2.3 Les diagrammes du confort thermique :***

Pour être en mesure d'évaluer les situations d'inconfort thermique et hygrothermique, la revue de la littérature scientifique nous a permis d'identifier plusieurs diagrammes dits psychométriques et qui proposent aussi des stratégies passives pouvant améliorer le confort hygrothermique dans les espaces conçus. Voir tableau ci-dessous.

Table 1: Diagrammes du confort thermique ; source : compilée par auteures à partir de Olgyay, V., & Olgyay, A. (1973), Givoni, B. (1969), Evans, J. M. (1980) et Szokolay, S. V. (2008).

## 1.1.2.3.1 Diagramme d'Olgayay :

C'est un diagramme développé par les frères Olgyay. Leur méthode part du principe que le confort thermique ne peut pas être évalué uniquement à partir de la température de l'air. Au contraire, elle prend en compte plusieurs facteurs, comme l'humidité et la vitesse de l'air. (Olgyay, V., & Olgyay, A, 1973)

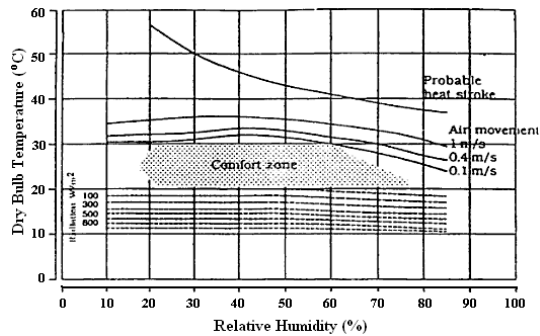


Figure 3::diagramme d'olgayay Source : ResearchGate

## 1.1.2.3.2 Digramme de Givoni :

il est basé sur les échanges thermiques entre le corps humain et l'environnement. Il définit deux zones : une zone de confort, où les conditions sont idéales, et une zone de conditions supportables, où le confort peut être atteint avec quelques ajustements. (Givoni, B, 1969)

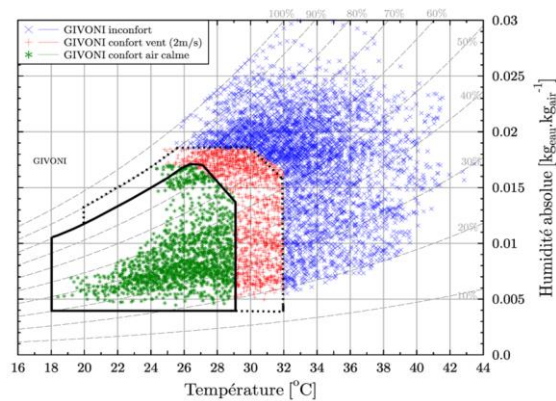


Figure 4:Diagramme de Givoni Source : ResearchGate

## 1.1.2.3.3 Le diagramme d'Evans :

il est composé de quatre triangles, chacun représente une zone de confort : A B C D, basé sur deux paramètres :  
1-La température moyenne mensuelle  $(T_{max}+T_{min})/2$   
2-L'amplitude thermique  $(T_{max}-T_{min})$   
(Evans, J. M, 1980)

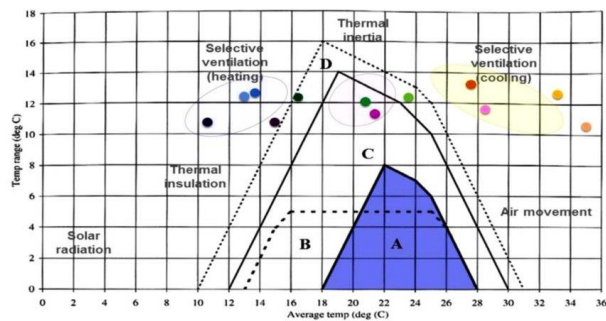


Figure 5:diagramme d'Evans Source : ResearchGate

### 1.1.2.3.4 Diagramme de Szokolay :

il vise à définir une zone neutre de confort thermique, tout en identifiant les zones d'intervention possibles en fonction des données climatiques propres à chaque région étudiée. Il permet d'orienter le choix de stratégies passives pour la conception des bâtiments, telles que l'inertie thermique, la ventilation nocturne ou encore l'utilisation de systèmes de refroidissement naturels (Szokolay, S. V, 2008).

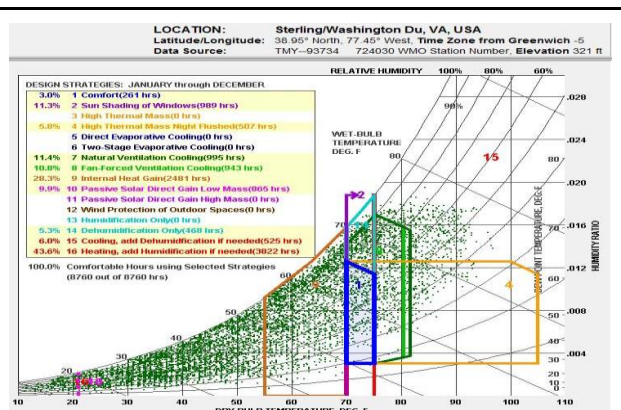


Figure 6: diagramme de Szokolay Source : wordpress.com

### 1.1.2.3.5 La table de Mahoney :

Les tables de Mahoney sont des outils méthodologiques conçus pour guider les choix architecturaux en fonction des caractéristiques climatiques d'un site. Elles permettent d'orienter à la fois la conception des éléments architecturaux, l'organisation des espaces extérieurs et l'atteinte d'un bon niveau de confort hygrothermique. Ces tables se répartissent en trois grandes catégories : la première sert à collecter et enregistrer les données climatiques de la région étudiée, la deuxième facilite l'analyse et le diagnostic de ces données en lien avec le projet, enfin, la troisième propose des recommandations précises pour la conception du bâtiment, en tenant compte des résultats obtenus (Mahoney, C, 1969).

### 1.2 La ventilation naturelle :

La ventilation naturelle est un concept architectural et environnemental qui consiste à renouveler l'air d'un espace intérieur en utilisant des forces naturelles, telles que le vent et la convection, sans recourir à des systèmes mécaniques (Linden, P. F).



Figure 7: ventilation naturelle Source : Architecture et climat 2023

#### 1.2.1 L'importance de la ventilation naturelle :

La ventilation naturelle joue un rôle très important dans l'amélioration de la qualité de l'air intérieur en limitant l'accumulation d'humidité et de polluants, comme elle contribue au maintien d'une température et une humidité adaptée pour assurer le confort des occupants à travers un renouvellement d'air constant, et aussi elle optimise les performances humaines en favorisant un environnement sain et propice à la concentration. Sur le plan technique, elle préserve la durabilité du bâtiment en évitant les dégradations causées par l'humidité et elle prévient l'apparition des moisissures pour protéger la santé des usagers et la qualité des matériaux (Jung, C., & Abdelaziz Mahmoud, N. S, 2023).

#### 1.2.2 Les types de la ventilation naturelle :

##### 1.2.2.1 La ventilation verticale et l'effet cheminée :

L'effet cheminée : il se base principalement sur la circulation de l'air à travers la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. Dans les bâtiments verticaux, la ventilation verticale est couramment utilisée à travers l'effet cheminée. L'air froid exerce une pression sous l'air chaud, ce qui l'oblige à s'élever (SimScale, 2020). La coupole du nouveau Parlement allemand, le Reichstag, conçu par Norman Foster, est un exemple de ce système de ventilation. Grâce à un sommet avec fermeture extérieure en verre et cône inversé avec des panneaux en miroir vers le centre permet la circulation de l'air dans le bâtiment, qui est libéré par l'ouverture au sommet.



Figure 8: ventilation verticale

Source : Reichstag Renate Dodell via Flickr

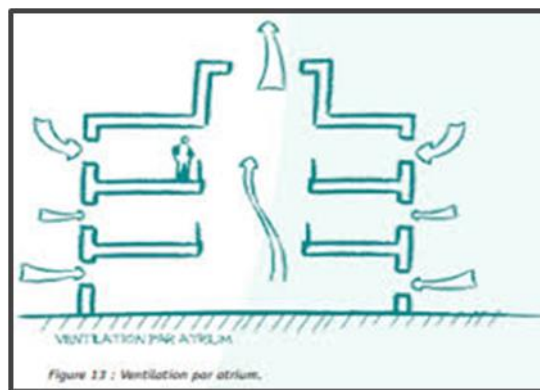


Figure 9: schéma de ventilation par effet cheminée

Source : Guide CIBSE, 2005

### 1.2.2.2 La ventilation transversale :

La ventilation transversale correspond au cas où l'air entre par une façade du bâtiment et ressort par une autre façade différente, généralement du côté opposé. Elle concerne les bâtiments assez linéaires, ou bien qui disposent d'une cour intérieure. Comme le vent est le moteur de la ventilation transversale, les obstacles comme la végétation et les bâtiments sont à prendre en compte, de même, la hauteur des locaux à ventiler est un facteur important, car les pressions exercées par le vent augmentent avec l'altitude par rapport au sol (Heiselberg, P., 2016)



Figure 10: Ventilation transversale Source : Studio MK27  
Fernando Guerra

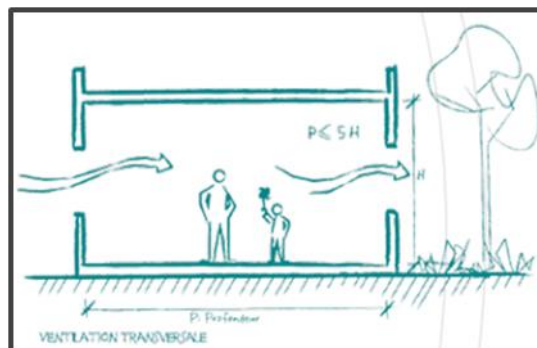


Figure 11: Schéma de ventilation transversale Source :  
Guide CIBSE, 2005

### 1.2.2.3 Les capteurs de vent :

Les capteurs de vent, aussi appelés *badguirs*, sont des dispositifs de ventilation traditionnels utilisés en Iran (voir figure ci-dessous). Ce sont des cheminées installées sur les toits, conçues pour capter le vent en altitude, là où sa vitesse et sa pression dynamiques sont plus élevées. Grâce à ce différentiel de pression plus marquée, ces structures permettent d'améliorer le débit de ventilation naturelle, assurant ainsi une meilleure circulation de l'air à l'intérieur des bâtiments (Awad, J., 2022)





Figure 12: Bagudir Source : ICCO Iran

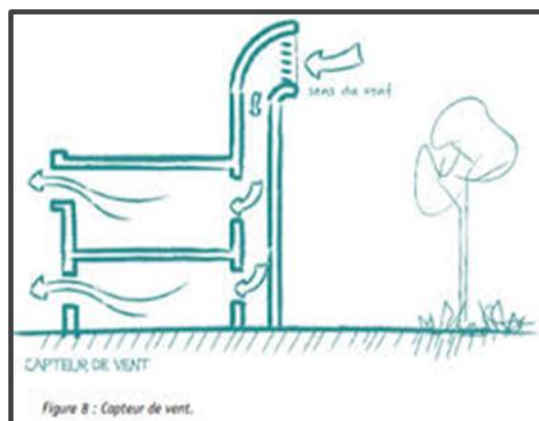


Figure 13: effet cheminée Source : Guide CIBSE, 2005

Il existe un autre type de ventilation naturelle qui est une stratégie de rafraîchissement passive, « l'atrium ». C'est un dispositif architectural souvent placé au centre du bâtiment, qui joue un rôle important dans la ventilation naturelle et le rafraîchissement passif, surtout en été (Sokkar, R. & Alibab, H.Z., 2020)

### 1.3 La ventilation par atrium :

L'atrium est un espace architectural marquant, qui apporte non seulement de la lumière naturelle à l'intérieur du bâtiment, mais qui donne vie aussi aux espaces intérieurs en créant une ambiance pour les usagers. Il permet de bénéficier des apports solaires directs en hiver, tout en favorisant les échanges et les interactions sociales. En plus de son rôle esthétique et fonctionnel, l'atrium agit comme un filtre face aux conditions extérieures, car il protège des éléments indésirables comme la pluie, la neige ou le vent, tout en laissant passer les éléments positifs de l'environnement, comme le soleil, l'air frais et la lumière naturelle, contribuant ainsi au confort visuel. Son potentiel en matière d'économie d'énergie est aussi intéressant, surtout grâce à l'optimisation de l'éclairage naturel dans les espaces occupés. De plus, il peut jouer le rôle de zone tampon entre l'intérieur et l'extérieur, limitant ainsi les pertes thermiques tout en améliorant le confort global des occupants. (Göçer et Al., 2006)

### 1.3.1 Les espaces atrium et leurs développements à travers l'histoire :

#### 1.3.1.1 L'atrium traditionnel :

L'atrium n'est pas une nouvelle invention. Avant son intégration dans l'architecture contemporaine, on le retrouvait sous forme de cour intérieure non couverte dans les habitations de l'époque gréco-romaine. En cette période, ces cours jouaient un rôle central dans la vie domestique, apportant de la lumière, ventilation naturelle et servant d'espace de rassemblement. Cela montre que l'idée de créer un lien entre l'intérieur et l'extérieur tout en assurant le confort des occupants existait déjà depuis l'Antiquité. (Kainlauri, 1987)

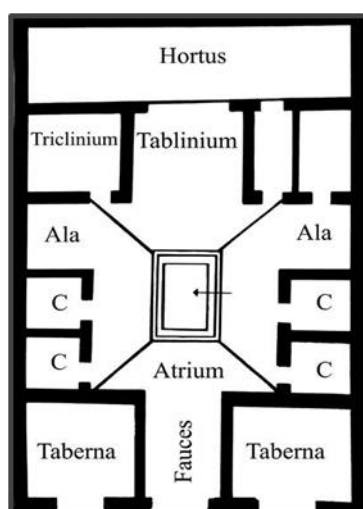


Figure 14:Atrium Romain Source : [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)

#### 1.3.1.2 Apparition des grands espaces vitrée et leur développement :

L'atrium a atteint son apogée durant la période victorienne ((XIXe siècle) où il prenait souvent la forme de cours couvertes au cœur des bâtiments (voir la figure ci-dessous). Mais avec la révolution industrielle au XIXe siècle et l'introduction de nouveaux matériaux comme le fer et le verre, cela a permis la création de structures métalliques à grande portée, accompagnées de vitrages modulaires et de l'usage du fer forgé. Cette évolution a permis d'exploiter des techniques de construction plus rapides et solides, ouvrant la voie à une nouvelle manière de concevoir les atriums (Rahal Samira, 2011).



Figure 15: Reform Club à Londres Source : [traditionalgentlemensclub.com](http://traditionalgentlemensclub.com)



Figure 16: Crystal palace Source : [passerelles.essentiels.bnf.fr](http://passerelles.essentiels.bnf.fr)

### 1.3.1.3 L'atrium moderne :

À partir des années 1960, l'atrium est devenu un concept populaire grâce à l'évolution technologique dans les systèmes de sécurité et les équipements de traitement d'air qui limitent les problèmes de condensation et de stratification. Ce renouveau coïncide avec une prise de conscience énergétique et une volonté d'introduire des espaces publics lumineux et dynamiques. L'un des projets phares est l'Hôtel Hyatt Regency à Atlanta, réalisé par John Portman en 1967, qui réinvente l'espace hôtelier autour d'un atrium central baigné de lumière (voir la figure ci-dessous). Durant cette période, l'atrium devient un élément d'orientation majeur dans les grands bâtiments comme les centres commerciaux, musées et hôtels, favorisant la circulation et la communication. (Portman, J.C., 1968)

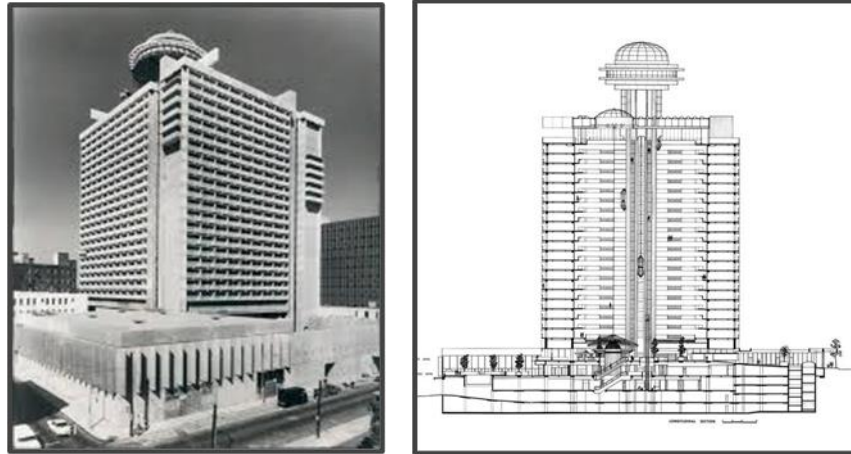


Figure 17: Hôtel Hyatt Regency à Atlanta  
Source: [hiddenarchitecture.net](http://hiddenarchitecture.net)

### 1.3.2 L'Objectif d'un atrium dans un bâtiment

#### 1.3.2.1 Dimension spatiale et esthétique :

Les atriums donnent une valeur esthétique et spatiale en devenant des espaces qui renforcent l'identité architecturale d'un bâtiment tout en facilitant l'entrée de la lumière naturelle, la circulation et l'organisation interne. Ils jouent aussi un rôle de transition entre l'extérieur et l'intérieur, entre les échelles urbaines et humaines, créant des lieux de rencontre, de passage et de lien avec le tissu urbain environnant (Halilović-Terzić, S., Kljuno, A. H., & Šabić-Zatrić, Z, 2024).

#### 1.3.2.2 Dimension énergétique :

L'atrium joue un rôle important en tant que filtre climatique en réduisant l'impact des éléments extérieurs indésirables tout en favorisant l'entrée de lumière, d'air frais et de chaleur solaire. Il peut contribuer au chauffage solaire passif et à l'éclairage naturel, ce qui diminue le besoin en énergie électrique pour le chauffage et l'éclairage. Ses caractéristiques physiques influencent fortement les conditions thermiques intérieures et la performance énergétique globale du bâtiment, car c'est un espace tampon thermique qui régularise les échanges thermiques entre l'intérieur et l'extérieur, il est un moyen de climatisation passive qui dynamise un effet cheminé et qui améliore la ventilation naturelle et le confort thermique intérieur, il sert aussi d'un puits de lumière naturelle (Sokkar, R., & Alibaba, H. Z, 2020).

### 1.3.3 *Typologie des atriums :*

La conception d'un atrium dépend principalement de la créativité de l'architecte qui veut promouvoir cet espace comme une sorte d'articulation, espace de transition ou même un espace qui regroupe les différentes parties d'un projet. De nos jours, il existe diverses configurations de l'atrium, définies en fonction de sa position dans le bâtiment :

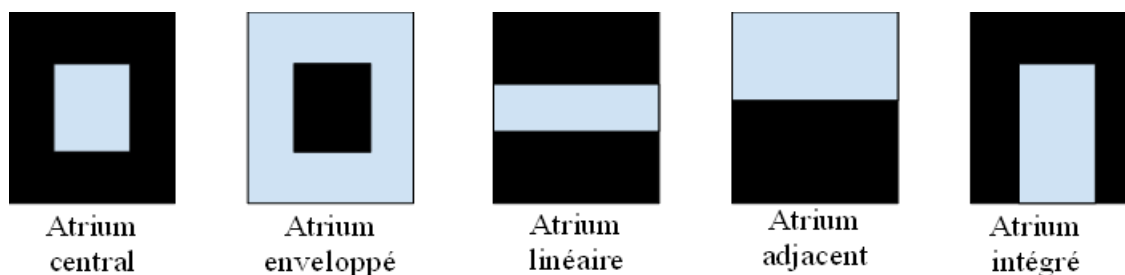


Figure 18: Typologie des atriums Source : Plassart, 2015

Selon Plassart (2015), les atriums centraux ou linéaires assurent un bon équilibre des ambiances. C'est pourquoi on a choisi un atrium central dans notre projet, car il permet de garder une certaine intimité tout en créant un espace intérieur lumineux, fonctionnel, accueillant et bien relié aux autres parties du projet.

### 1.3.4 *Principes de conception de la ventilation naturelle des atriums :*

La ventilation naturelle des atriums fonctionne selon deux mécanismes, on a la ventilation par effet de tirage thermique qui exploite la différence de température entre l'air intérieur et extérieur afin de générer un flux d'air ascendant ( voir figure ci-dessous) t. Dans un atrium, l'air chaud monte et s'échappe par les ouvertures situées en haut, alors que l'air frais entre par les ouvertures inférieures, et c'est ce qui crée une ventilation naturelle stable. Et on a aussi la ventilation par pression du vent qui utilise les forces du vent extérieur pour bénéficier de la circulation de l'air à travers les ouvertures du bâtiment en améliorant ainsi l'efficacité de la ventilation (Rojasawadsuk, J, 2019)

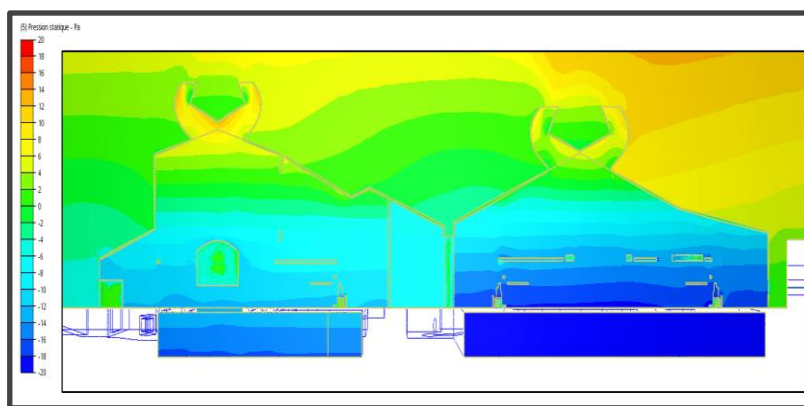


Figure 19: L'effet du tirage thermique Source : [www.elios.fr](http://www.elios.fr)

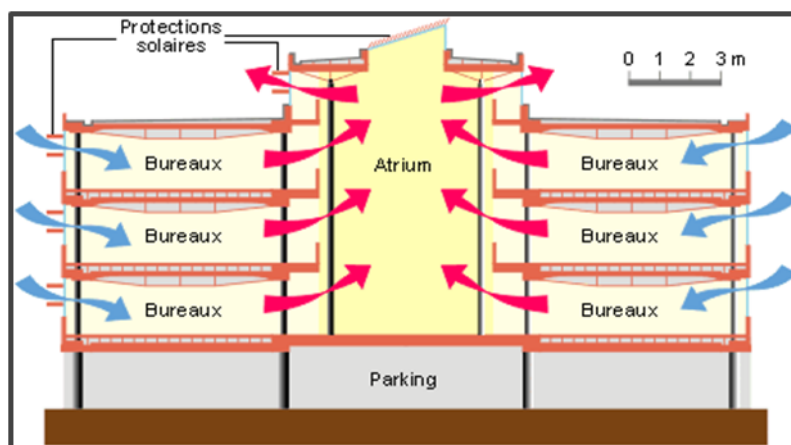


Figure 20: L'effet du vent Source : [energieplus-lesite.be](http://energieplus-lesite.be)

### 1.3.5 Composants Clés et Paramètres de Conception des atriums :

Une conception efficace de la ventilation naturelle dans un atrium repose sur plusieurs paramètres clés interdépendants. La configuration des ouvertures, notamment leur taille, leur emplacement et leur orientation, joue un rôle déterminant dans la performance de la ventilation, influençant directement le renouvellement de l'air et le confort thermique intérieur. La géométrie de l'atrium, incluant sa hauteur, sa largeur et sa forme, affecte les modèles de circulation de l'air, avec des atriums plus hauts exploitant mieux l'effet de tirage thermique. La conception de la toiture, en particulier l'isolation thermique et la présence d'ouvertures, impacte l'environnement thermique et la ventilation de l'atrium. Enfin, l'intégration de techniques de ventilation assistée, telles que la ventilation par déplacement, peut renforcer l'efficacité de la ventilation naturelle, notamment dans des conditions climatiques spécifiques ou des configurations architecturales complexes. Ces éléments doivent être considérés de manière holistique pour optimiser la performance énergétique et le confort des occupants (Moosavi et al., 2014; Li et al., 2014).

### 1.3.6 Le comportement thermique des atriums :

#### 1.3.6.1 Température de l'air :

Deux paramètres traduisent le comportement thermique d'un atrium. D'abord, on a la température centrale qui est la température moyenne de l'air à l'intérieur de l'atrium. Elle augmente souvent grâce aux apports solaires. Et puis on a le gradient vertical de température qui montre comment la chaleur se répartit en hauteur. En général, on remarque qu'il fait plus chaud en haut qu'en bas à cause de l'effet des surfaces vitrées en toiture (voir la figure ci-dessous) (Izard J.L., Belmaziz .M, 1997)

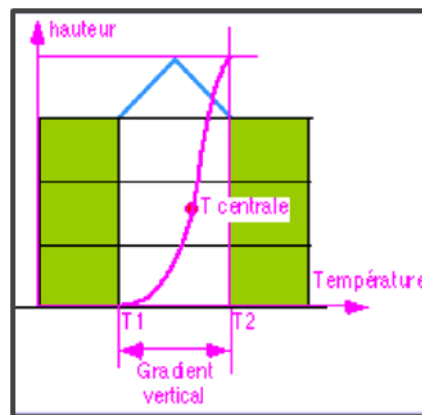


Figure 21: Température de l'air Source : Izard J.L., Belmaziz .M 1997

#### 1.3.6.2 Champ radiatif solaire :

L'effet du soleil dans un atrium dépend de la quantité de vitrage, des proportions et de l'orientation. Plus la surface reçoit de soleil directement, plus elle influence le confort thermique. Donc, pour bien comprendre les conditions de confort, il faut croiser la température de l'air avec l'exposition au soleil (voir la figure ci-dessous). (Izard J.L., Belmaziz .M, 1997)

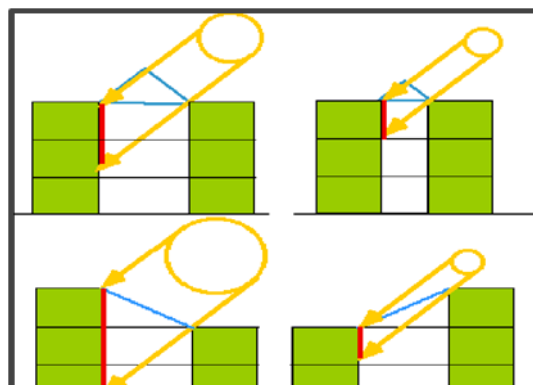


Figure 22: Champ radiatif solaire Source : Izard J.L., Belmaziz .M 1997



### 1.3.6.3 *Champ aéraulique :*

C'est le mouvement de l'air dans l'atrium. Il change selon l'emplacement des ouvertures et influence la sensation de confort. Ce champ d'air peut aussi modifier ou être modifié par la température de l'atrium (voir la figure ci-dessous). (Izard J.L., Belmazziz . M, 1997)

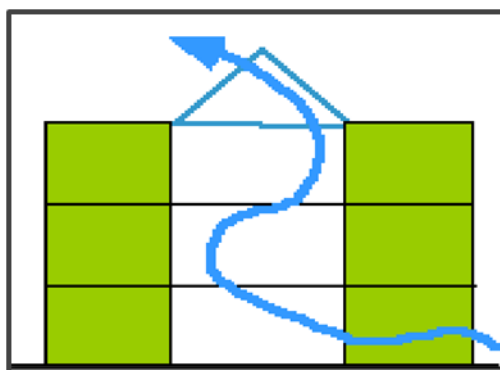


Figure 23: Champ radiatif solaire Source : Izard J.L., Belmazziz .M 1997

### 1.3.6.4 *Dimensionnement et recommandation de conception pour un atrium :*

Dans le contexte des climats méditerranéens, la conception des atriums joue un rôle crucial dans l'optimisation du confort thermique et de la performance énergétique des bâtiments. Les recherches menées par Moosavi et al. (2014) soulignent l'importance de paramètres tels que la hauteur, la largeur, le rapport hauteur/largeur (H/L), le type de vitrage en toiture et les dispositifs d'ouverture pour assurer une ventilation naturelle efficace et un éclairage optimal. De plus, l'étude de Sokkar (2020) met en évidence l'efficacité des toitures à double peau dans l'amélioration du confort thermique sans compromettre l'apport en lumière naturelle. Ces recommandations, basées sur des simulations thermiques et des analyses empiriques, offrent des directives précieuses pour la conception d'atriums adaptés aux conditions climatiques spécifiques de la région méditerranéenne.



## CHAPITRE 02 : ETAT DE L'ART

Table 2: des recommandations dans la conception des atriums, source : compilée par auteure à partir de : Moosavi et al. (2014) et Sokkar (2020).

| <b>Paramètre</b>                             | <b>Recommandation</b>                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hauteur de l'atrium                          | Entre 10 et 30 mètres, favorisant la ventilation naturelle par effet de cheminée.                                                                                                                                                             |
| Largeur de l'atrium                          | Entre 10 et 50 mètres, en fonction de la configuration du bâtiment et des objectifs de ventilation et d'éclairage naturel.                                                                                                                    |
| Surface au sol                               | pour les établissements publics, entre 50 et 200 m <sup>2</sup> ou plus, pour les bureaux ou logements, entre 10 et 50 m <sup>2</sup> . Ces dimensions permettent une circulation optimale de l'air et de la lumière.                         |
| H/L                                          | Un ratio H/L > 2 est recommandé pour une ventilation naturelle efficace, tandis qu'un ratio H/L < 4 favorise un bon éclairage naturel.                                                                                                        |
| Vitrage en toiture                           | Utilisation de verre à contrôle solaire combiné à des dispositifs d'ombrage pour réduire les gains thermiques excessifs tout en maximisant l'éclairage naturel.                                                                               |
| Dispositifs d'ouverture en toiture et en bas | Prévoir des ouvrants motorisés ou manuels en toiture et en partie basse pour assurer un bon effet de cheminée et une ventilation naturelle efficace.                                                                                          |
| Normes et sécurité incendie                  | Intégrer des dispositifs de désenfumage efficaces, respecter les distances de sécurité entre les niveaux, limiter les matériaux combustibles et prévoir des cloisonnements coupe-feu si nécessaire, conformément aux réglementations locales. |

### 1.3.6.5 Analyse d'un cas d'étude sur le thème :

Cette étude a été faite par Rahal Samira (2011) afin de voir le comportement thermique de l'espace atrium pendant les deux périodes estivale (été 2009, et 2010) et hivernale (2010). La collecte des données est faite à travers 7 à 9 stations de mesures soigneusement sélectionnée. Cette étude a été réalisée suivant 3 scénarios différents pour la saison estivale (Cas 1, 2, 3) et deux cas pour la saison hivernale (cas 5, et 6), d'où le premier cas représente le cas des deux portes fermées sans ventilation. Le deuxième cas représente le cas où les portes au niveau du Rez-de-chaussée sont ouvertes (ventilation transversale). Le troisième cas représente le cas d'une ventilation transversale dans chaque niveau. Le quatrième cas, une journée à ciel couvert sans soleil. Le cinquième cas, c'est une journée ensoleillée. L'expérience a été menée pour évaluer l'impact de la ventilation naturelle sur le rafraîchissement thermique dans un espace atrium, avec une ouverture des fenêtres et portes en alternance suivant un scénario. Pour la température de l'air, on a conclu que la ventilation transversale a permis de diminuer la température intérieure pendant la phase d'ouverture jusqu'à 3,4°C, quant à la période de fermeture, on remarque un air chaud, sous le couple vitré beaucoup plus atteignant les 32,2°C. Pour l'humidité relative, à l'intérieur, on remarque une évolution suivant la température, avec variation de 2,5 à 5,3% entre les niveaux. Elle reste inférieure à celle de l'extérieur avec un max de 65,5% au RDC (Rahal Samira, 2011).

On conclut que la ventilation naturelle est une stratégie efficace de rafraîchissement passif dans les espaces à atrium, influençant à la fois température et humidité, à condition de bien maîtriser les ouvertures.

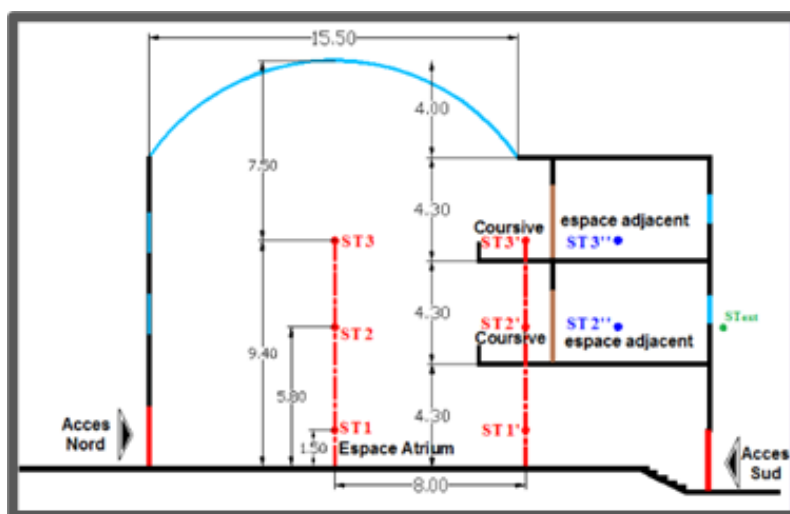


Figure 24: positionnement des stations de mesures Source : Rahal Samira, 2011

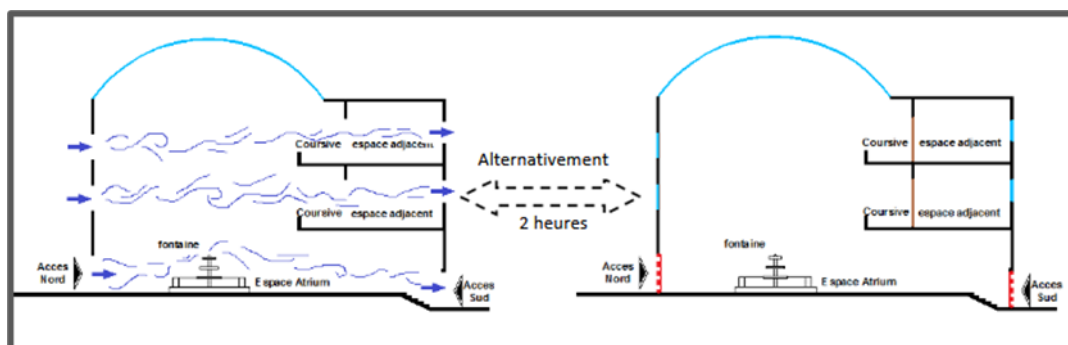


Figure 25: positionnement des stations de mesures Source : Rahal Samira, 2011

### 1.4 Le Wargaming :

Les jeux de guerre ont été utilisés pendant longtemps par de nombreux états-majors et armées, et possèdent une histoire riche d'enseignements tout en continuant d'évoluer. Au fil des années, cette pratique s'est diversifiée, se décomposant en plusieurs sous-domaines et supports spécifiques. Elle sert aujourd'hui à diverses fins : soutien à la formation, sensibilisation face à des situations à risques, tests à moindre coût d'inventions ou de nouvelles doctrines, ainsi qu'accompagnement à la réflexion prospectiviste. Depuis les années 1950, le wargaming a été confronté à la concurrence des solutions informatiques, tout en cherchant à les intégrer à sa mise en œuvre. Malgré plusieurs échecs liés à sa numérisation, le wargame physique professionnel a poursuivi son développement, utilisant l'informatique principalement comme outil d'assistance. Cependant, à partir de la fin des années 1990, l'essor des jeux vidéo de simulation et des jeux sérieux a ravivé l'intérêt pour la numérisation des wargames (Crogan Patrick, 2007), mais avec des résultats mitigés, au-delà de simples améliorations graphiques. Néanmoins, avec les dernières avancées en intelligence artificielle générative et immersive, l'idée de transformer le *wargaming* en une pratique à utilisation multiple revient avec force (Stéphane Gorla, 2025).

Alors Le *wargame* est une pratique qui repose sur l'utilisation d'un jeu pour simuler des situations de tension, de crise ou de conflit. Cependant, cette approche peut surprendre, car certaines personnes considèrent que le jeu ne peut pas être pris au sérieux, tandis que la guerre est trop sérieuse pour être traitée sous forme de jeu (Wojtowicz Natalia, 2023). Cette incompréhension s'explique aussi par l'absence d'une définition universellement acceptée du wargame (Longley Brown, 2019) (Wojtowicz Natalia, 2023).

### 1.4.1 *Les caractéristiques du wargaming*

Le wargaming se distingue d'une simple simulation par la compétition en temps réel entre des joueurs ou des groupes vivants (Perla, 2011). Il vise à simplifier des scénarios complexes afin de mieux les explorer (Appleget et al, 2020) et offre un environnement où l'échec est sans conséquences (Sabin, 2012). Ses formats sont variables, pouvant par exemple se présenter comme un jeu de plateau, une simulation de réunion de haut niveau, ou un jeu de rôle à grande échelle (UK Ministry of Defence-DCDC, 2017).

Le wargaming se présente comme une simulation réaliste ou visant à l'être d'une situation caractérisée par une tension, une crise ou un affrontement, prenant la forme d'un jeu s'appuyant sur un scénario mettant en scène des interactions complexes entre plusieurs acteurs dont les actions de certains d'entre eux sont orchestrés par des joueurs en nous appuyant sur les travaux de Peter et Perla ( Peter et Perla, 2011) alors le wargaming est une simulation structurée où les participants prennent des décisions en réponse à des scénarios prédéfinis ou dynamiques, en tenant compte des actions et réactions des autres parties impliquées. Il permet d'évaluer des stratégies, d'identifier des risques et des opportunités, et de préparer des réponses à des situations complexes.

La revue de la littérature scientifique sur le *wargaming* nous a permis d'identifier une évolution dans l'usage du concept, en commençant par l'usage militaire (Sabin, 2012) pour la formation des officier, ainsi que dans la préparation et la planification opérationnelle ainsi que dans l'évaluation capacitaire et innovation. Et dès les années 1950, ce concept s'est vu appliqué dans le monde des affaires, notamment dans les opérations de Prise de décision stratégique (Bourguilleau, 2020), et dans la Simulation de stratégies d'entreprise (Fouillet, 2022). Aussi, le wargaming s'est vu aussi appliqué dans le domaine académique dans le but de joindre l'aspect théorique à la pratique, cette approche est déjà appliquée pour le Master Relations internationales à Sciences Po de Strasbourg (Bourguilleau, 2020). Cette approche permet de réduire les coûts d'une simulation grandeur nature tout en bénéficiant des mêmes retours et acquis.

L'examen de la revue de la littérature scientifique nous a permis de se rendre compte que son usage en architecture n'est pas mentionné directement tant que fonction à part entière mais comme une technique que l'espace architectural doit recevoir pour faciliter son usage. On peut donc les voir appliquer sous forme de simulation, de VR, de Immersive VR, jeu de rôle voire même des réunions simulant des situations de compétition entre deux produits. Ajoutant à cela l'arrivée de l'IA, la stratégie peut être appliquer I-IVR, *interactive immersive Virtual reality* et c'est vers cette approche que nous envisageons d'intégrer ce concept dans notre projet car ça permet une rationalisation dans l'usage des espaces tout en assurant le même rendement qu'une expérience ou une simulation grandeur nature.

Parmi les simulations possibles, nous présenterons dans ce qui suit quelques exemples d'applications potentielles du concept de wargaming.

### **1.4.2 *Approches Méthodologiques :***

#### **1.4.2.1 *Simulation Prospective***

La simulation prospective en architecture vise à anticiper le futur fonctionnement d'un espace avant même qu'il ne soit construit c'est par connaître comment les usagers vont vivre, utiliser et interagir avec le lieu c.-à-d tourner vers l'avenir et commencer à imaginer la réaction des usagers avec l'espaces en simulant leur comportement ( circulation, occupant les zones ....) cela permet d'estimer la performance du bâtiments ( ventilation naturelle, éclairage , réseaux intelligents ....) et trouver les problèmes et les corriger afin d'assurer le bien-être des utilisateurs dans le bâtiment et éviter des erreurs coûteuses. Cela permet de prendre des décisions de conception plus pertinentes, en se basant sur des données, des usages prévisionnels et des scénarios simulés. Et dans notre contexte on utilise intelligence artificielle pour explorer plusieurs solutions possibles

Ces technologies permettent de transformer un projet architectural statique en un environnement vivant, et interactif en temps réelles. L'architecte n'est plus seul à imaginer les usagers il peut d'appuyer sur des modèles intelligents pour anticiper, tester, améliorer et même coconcevoir les espaces avec des machines du mondes virtuelles et AI et des plateformes de wargaming architecturales adaptatif qui s'agit d'un environnement base sur des moteur de jeux pour simuler des scénarios complexe pour mieux anticiper des décisions stratégiques en termes de la conception spatiales fonctionnées et même environnemental des projets.

#### **1.4.3 *Avantages et inconvénients du wargaming***

La revue de la littérature scientifique, notamment les travaux de Perla (1990), Kriz (2010), et Pournelle (2016), a permis d'identifier un ensemble d'avantages et de limites associés à l'utilisation du wargaming comme outil d'aide à la décision, de planification stratégique et de formation. Ce cadre méthodologique, initialement issu du domaine militaire, a progressivement été adapté à d'autres secteurs, tels que l'urbanisme, la gestion de projet ou encore l'architecture. Voir le tableau figure ci-dessous qui synthétise ces apports et contraintes.

## CHAPITRE 02 : ETAT DE L'ART

Table 3:avantages et inconvénients du wargaming, source : auteures

| <b>AVANTAGES</b>                                                                                                                                                                                                           | <b>INCONVINEIENTS</b>                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Exploration des scenarios complexe :</i><br>Permet d'anticiper des événements et de tester différentes stratégies avant leur mise en œuvre réelle.                                                                      | <i>Complexité de mise en place :</i><br>Nécessite des ressources importantes en temps, en expertise et en technologie (logiciels de simulation, infrastructures, etc.). qui peut être couteux surtout si des outils numériques avancés sont utilisés.                              |
| <i>Amélioration de la prise de décision :</i><br>Aide les décideurs à évaluer plusieurs options et à identifier les solutions optimales et Permet aux participants d'apprendre de leurs erreurs sans conséquences réelles. | <i>Limites de la simulation :</i><br>Ne peut pas toujours reproduire parfaitement la complexité du monde réel.<br><br>Certaines variables imprévisibles (facteurs humains, aléas climatiques, crises inattendues) peuvent ne pas être prises en compte.                            |
| <i>Formation et développement des compétences :</i> Développe des compétences en planification, en gestion du stress et en analyse stratégique.                                                                            | <i>Biais cognitifs et subjectivité :</i><br><br>Les résultats peuvent être influencés par les préjugés des participants ou par une mauvaise interprétation des données.<br><br>Les décisions peuvent être biaisées si le jeu est conçu pour favoriser un certain type de solution. |
| <i>Adaptabilité a différents domaines :</i> utilisé non seulement dans le domaine militaire, mais aussi en gestion de projet, architecture et urbanisme.                                                                   | <i>Risque de sur-analyse :</i><br><br>Peut entraîner une paralysie décisionnelle si trop de scénarios sont explorés sans aboutir à une action concrète.<br><br>Peut donner une fausse impression de contrôle et de prédictibilité.                                                 |
| <i>Amélioration de la collaboration :</i> Favorise le travail d'équipe et la coopération entre différents acteurs (décideurs, ingénieurs, architectes, chercheurs...).                                                     | <i>Dépendance aux outils technologiques :</i><br>Certaines simulations nécessitent des logiciels complexes qui peuvent être difficiles à maîtriser.<br><br>Une dépendance excessive à la modélisation peut nuire à la prise en compte des aspects humains et imprévus.             |

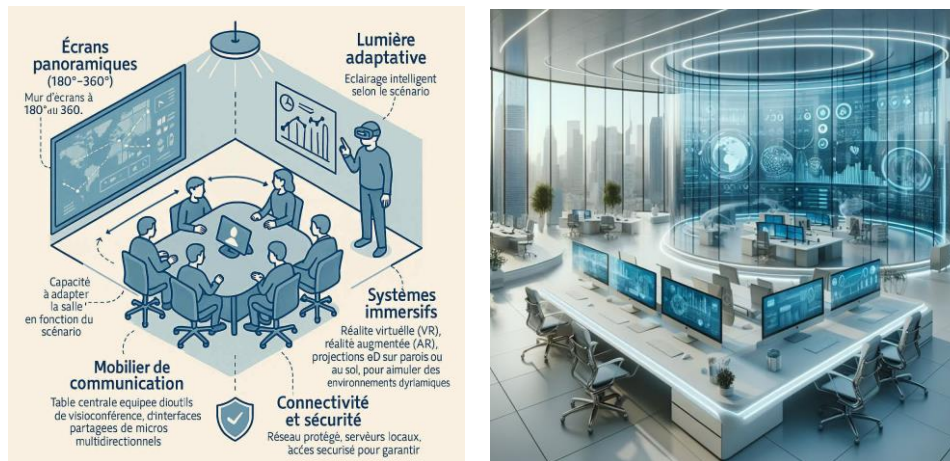
### 1.4.4 *Elément de wargaming peuvent être appliqué en architecture :*

Parmi les dispositifs d'intégration du wargaming dans les espaces architecturaux, plusieurs éléments ont été identifiés comme essentiels à la fois pour le bon déroulement des simulations et pour l'interaction optimale entre les participants. Selon les travaux de Kriz (2010) et Geiling & Perla (2020), ces éléments visent à créer un environnement immersif, flexible et hautement interactif, propre à la prise de décision stratégique.

Le tableau suivant présente une synthèse des composantes clés observées dans les espaces dédiés au wargaming

*Table 4:Présentation des éléments, source : auteures*

| <i><b>Élément</b></i>                      | <i><b>Description</b></i>                                                                                                        |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Ecrans panoramiques :</i>               | Mur d'écrans à 180° ou 360°, permettant d'afficher des données complexes en simultané (cartes, vidéos, interfaces, simulations). |
| <i>Systèmes immersifs :</i>                | Réalité virtuelle (VR), réalité augmentée (AR), projections 3D sur parois ou au sol, pour simuler des environnements dynamiques. |
| <i>Système de communication :</i>          | Table centrale équipée d'outils de visioconférence, d'interfaces partagées, de micros multidirectionnels                         |
| <i>Mobilier ergonomique et modulaire :</i> | Capacité à adapter la salle en fonction du scénario (disposition en cercle, en rangées, etc.)                                    |
| <i>Lumière adaptative :</i>                | Éclairage intelligent selon le scénario (intensité, couleur, ambiance de concentration ou d'alerte).                             |
| <i>Connectivité et sécurité :</i>          | Réseau protégé, serveurs locaux, accès sécurisé pour garantir la confidentialité des échanges.                                   |



### 1.4.5 Les espaces de wargaming :

En s'appuyant sur les travaux de Renda et al. (2021), Brynen (2020) et Perla & McGrady (2011), nous pouvons présenter les adaptations spatiales permettant d'intégrer le wargaming dans ce qui suit :

**Espaces modulables** : des espaces qui peuvent être flexible et adaptable c.-à-d. ils peuvent changer de configuration selon le scénario ou l'objectif de simulation il combinent :

- Des zones physiques : avec des tables de jeu tactique, des maquettes ou des supports tangibles (pions, cartes, objets 3D imprimés, etc.) pour la manipulation directe.
- Des écrans interactifs : tactiles ou muraux, qui permettent d'afficher des cartes dynamiques, des données en temps réel, ou des interfaces de commande simulées.

**Salles de débriefing** : Après la simulation ou le jeu de guerre, les participants se rendent dans une salle dédiée pour analyser les décisions prises, comprendre les conséquences de leurs choix et tirer des leçons.

**Salles de crise immersives et des salles de contrôle** : Une salle de crise immersive est un environnement physique équipé de technologies immersives (réalité augmentée, écrans 360°, tableaux interactifs, interfaces tactiles) permet de reproduire des scénarios de crise en temps réel, d'observer les réactions humaines et organisationnelles face à ces scénarios, de coordonner les prises de décision dans un espace collaboratif.

**Data room** : pour le traitement et visualisation de données en direct pendant la simulation.

**Salles d'observation comportementale** : observer et noter les réaction des usagers lors de la simulation



## CHAPITRE 02 : ETAT DE L'ART

**Ateliers de prototypage rapide :** fabrication de maquettes ou d'objets pour simuler physiquement des situations.



*Figure 27: espace de wargaming*

*Source : auteures générer par AI*

### 1.5 Le Feng shui :

Le Feng Shui en architecture est un art ancestral chinois est un concept qui cherche à harmoniser les espaces de vie et de travail pour privilégier la circulation de l'énergie (le Chi) en facilitant la circulation de l'air et de la lumière. Il propose des principes de conception qui favorisent une répartition équilibrée des espaces et une connexion avec la nature. En architecture, le Feng Shui guide la conception et l'agencement des espaces pour qu'ils répondent aux besoins émotionnels, physiques et spirituels de leurs occupants. Il prend en compte l'orientation des bâtiments, la disposition des pièces, le choix des matériaux, des couleurs et des formes. (Shen, X., He, W., Chen, B. & Ding, L., 2016.)

#### 1.5.1 *Fondement et principes du Feng Shui appliqués à l'architecture :*

##### 1.5.1.1 *Les origines et philosophie du Feng Shui :*

Le Feng shui est un concept connu depuis des milliers d'années (plus de 3000 ans), il repose sur cinq piliers et trois grands principes. Les éléments clés du Feng Shui sont l'eau, le feu, le bois, la terre et le métal, autrement dit les forces fondamentales de l'univers. Le Feng Shui était initialement pratiqué pour orienter les bâtiments, souvent religieux ou bien des tombes de manière à maximiser la circulation de l'énergie positive. Aujourd'hui, ses idées sont appliquées dans le monde entier pour aménager des maisons, des bureaux, et même des espaces plus vastes comme des entreprises, en tenant compte de quelques éléments comme la couleur des murs, la place des meubles, les formes du mobilier et l'orientation des pièces (Chong, K.Z. and Bahauddin, A., 2017)

##### 1.5.1.2 *Le Qi (Chi) et le Feng Shui :*

Le Qi est traduit par "énergie vitale", c'est un concept dans le Feng Shui. C'est l'énergie qui circule dans notre environnement et qui influence notre bien-être physique et mental. Un bon Feng Shui vise à optimiser la circulation du Qi dans un espace afin d'apporter la santé et l'harmonie. La manière dont le Qi circule dans un espace est dictée par son agencement et son design. Un Qi bloqué peut entraîner des déséquilibres et des énergies négatives. Pour favoriser une circulation fluide du Qi, il est nécessaire de prendre en considération l'agencement des meubles, l'orientation des pièces et l'élimination des obstacles physiques (Wu, S.-J., 2019).

##### 1.5.1.3 *Intégration du Feng Shui dans les espaces bureau :*

En 2023, 32% de salariés s'estimaient en mauvaise santé mentale pour des raisons professionnelles (Baromètre Malakoff Humanis 2023) à cause du surmenage et des rapports sociaux dégradés au bureau, qui plombent le quotidien et viennent à bout du moral des

collaborateurs. 50% d'entre eux se disent d'ailleurs stressés au travail (Baromètre Actinéo 2023). c'est pour cela que l'adoption de cette approche a de fortes chances d'impacter le bien-être et la productivité au travail, de même que le ressenti des visiteurs, clients et futurs candidats. (Islamic Azad University., 2025)

### ***1.5.1.4 Aménagement d'un bureau Feng Shui :***

Selon Shen, X., He, W., Chen, B. & Ding, L. (2016) pour aménager un bureau en Feng shui, on peut suivre les points suivants, voir illustrations ci-dessous :

- La lumière joue un rôle essentiel dans le Feng Shui. Un bureau bien éclairé par la lumière naturelle est considéré comme vital pour maintenir des bonnes ondes.
- Le choix des couleurs a une grande influence sur l'état d'esprit.
- La disposition des meubles doit permettre une circulation libre et ouverte, donc il faut éviter de placer les bureaux directement face à la porte ou sous des poutres apparentes, ce qui peut créer du stress et de l'angoisse.



Figure 28: couleur utilise dans un espace avec concept Feng shui Source : limobelinwo.com



Figure 29: agencement du mobilier selon le concept Feng shui Source : limobelinwo.com



### ***1.5.1.5 Feng Shui pour les espaces de coworking et les environnements ouverts :***

Les espaces de coworking conçus par des architectes d'intérieur et des experts en ergonomie intègrent naturellement les principes du Feng Shui, souvent fondés sur des éléments de bon sens tels que l'éclairage naturel et l'introduction de végétation. L'organisation des circulations est soigneusement pensée dans l'agencement des bureaux et des salles de réunion afin d'assurer un fonctionnement fluide et harmonieux. Le mobilier est disposé de manière à favoriser la concentration et à limiter les distractions. Les designers veillent également à associer différents matériaux et couleurs, en mettant notamment l'accent sur l'usage du bois pour créer une ambiance chaleureuse. Ces espaces offrent une grande diversité de configurations et d'ambiances pour s'adapter aux différents besoins, encourager la créativité tout en préservant la concentration, et instaurer un cadre de travail à la fois accueillant et stimulant. (cheyrrouze, M., & Tremblay, D.-G.,2024)

### 1.6 Présentation du thème du projet :

Dans un monde en constante évolution, où les défis écologiques, technologiques et sociaux se croisent à une vitesse accélérée, l'architecture est appelée à se réinventer. Elle ne peut plus se limiter à répondre à des besoins fonctionnels, mais elle doit anticiper, inspirer et surtout donner du sens. C'est dans cette optique que prend forme ce projet qui est un hub de recherche et d'innovation technologique, doté d'une partie affaires, pensé comme un lieu d'interaction entre la science, l'économie et l'être humain. La technologie et l'innovation sont deux concepts fortement liés et qui sont essentiels pour la croissance économique et le développement social dans le monde d'aujourd'hui. Il fait référence aux outils, aux techniques et aux méthodes utilisées pour créer des produits ou fournir des services (OCDE : 1997). La définition de l'innovation comporte quatre points, l'innovation peut être la mise en œuvre d'un produit (bien ou service), encore un processus nouveau ou significativement amélioré, une nouvelle démarche de commercialisation, ou une nouvelle formule d'organisation ou d'endroit de travail dans une organisation de pratique d'entreprise ou relations extérieures (OCDE, 2005). La connaissance est aujourd'hui la ressource la plus précieuse. Or, pour qu'elle puisse se déployer et se transformer en innovation utile, elle a besoin d'un environnement propice, un milieu fertile, à la fois stimulant et apaisant, où l'humain reste au cœur du dispositif. Le centre de recherche proposé ne se limite pas à un simple lieu de travail, mais il est aussi un incubateur d'idées, un accélérateur de projets et un générateur de liens. Il accueille des chercheurs, des ingénieurs, des étudiants, des entrepreneurs, des startups, mais aussi des visiteurs curieux, dans une ambiance ouverte, interdisciplinaire et fluide.

#### 1.6.1 *L'innovation et la technologie dans la politique algérienne :*

Vu le taux élevé du chômage et aux défis socio-économiques présents, l'Algérie a fait de l'entrepreneuriat et de l'innovation une priorité. L'objectif, c'est d'encourager les initiatives privées et renforcer l'autonomie économique du pays. Cette orientation est soutenue par les hautes instances de l'État (Elmojahidin Économie, 2022). Dans cette même démarche, l'innovation en Algérie a connu des améliorations remarquables. Ces dernières années, de nombreuses initiatives ont été mises en œuvre pour stimuler l'émergence des startups, soutenir le développement de projets technologiques et renforcer les synergies entre les universités et les entreprises. Des structures d'accompagnement telles que les incubateurs, les technopôles, les centres de recherche ou encore les dispositifs de financement de l'innovation se multiplient à l'échelle nationale. Cette dynamique traduit une volonté d'ancrer l'Algérie dans une économie fondée sur la connaissance, en capitalisant sur le potentiel de sa jeunesse, de ses chercheurs et

sur les opportunités offertes par la transition numérique. Ce choix s'inscrit également dans une réflexion plus large liée à l'environnement et au contexte urbain spécifique d'Hussein Dey, une commune en pleine transformation, marquée par un changement de vocation vers une ville à dimension culturelle, économique et technologique. Dans ce contexte, l'architecture, en tant que discipline transversale, est appelée à jouer un rôle clé en accompagnant cette mutation vers un avenir plus durable, créatif et compétitif.

### ***1.6.2 Le centre de recherche et d'innovation technologique :***

Un centre de recherche et d'innovation technologique est une structure spécialisée, publique ou privée, dont la vocation est de concevoir, expérimenter et développer des technologies avancées au service de la société, de l'économie ou de l'industrie ( Ces centres jouent un rôle fondamental dans le développement scientifique, la transition numérique et la compétitivité technologique, en assurant la recherche scientifique et appliquée dans des domaines de haute technologie tel que l'intelligence artificielle, robotique, biotechnologie, nanotechnologie. Il assure le transfert de connaissances et de technologies vers les entreprises. Il crée aussi des partenariats entre institutions académiques, industries et collectivités. Il joue un rôle dans la formation spécialisée et l'accompagnement à l'innovation. Sur le plan architectural, ce type de centre se caractérise par une grande flexibilité fonctionnelle, des environnements collaboratifs, des laboratoires à haute technicité et un fort engagement envers la durabilité environnementale. En intégrant des laboratoires de recherche et de prototypage, des espaces collaboratifs, des plateaux modulables pour tests ou démonstrations technologiques, des espaces de formation et de médiation scientifique (auditoriums, showrooms, etc.) et des infrastructures numériques de pointe (réseaux intelligents, data centers, systèmes domotiques...).



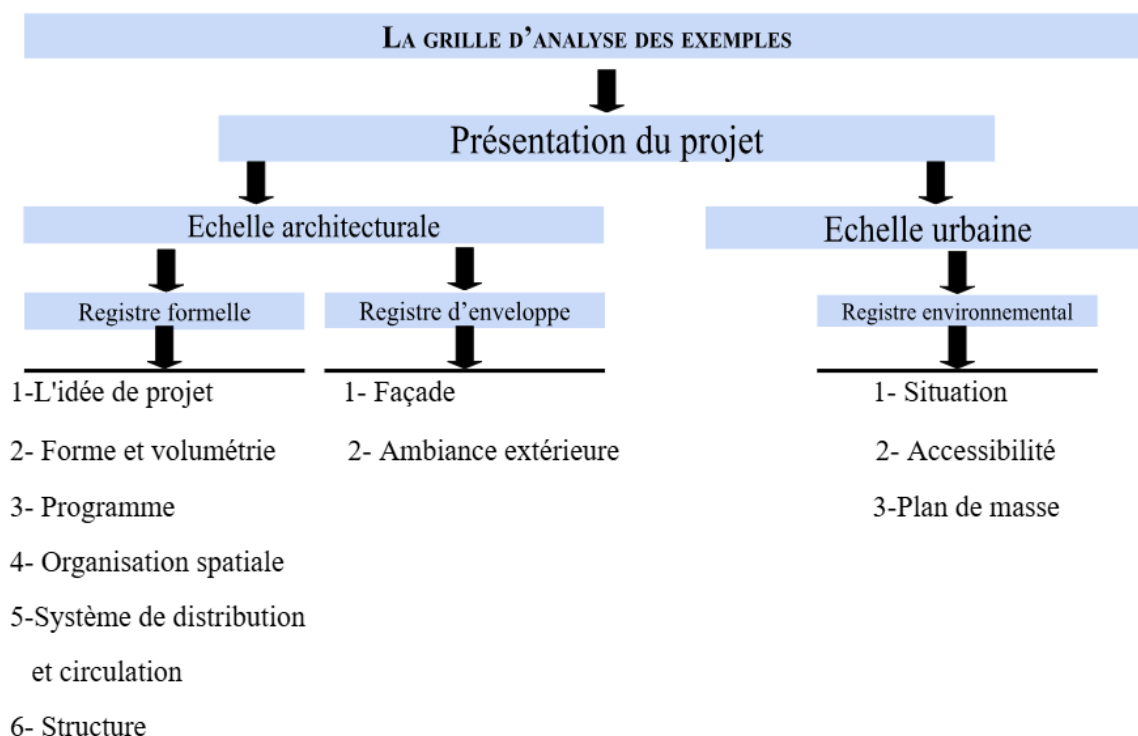
Figure 30:v réseau d'entité de recherche en Algérie Source : dgrsdt.dz

### PARTIE II : ANALYSE DES EXEMPLES :

L'objectif principal de cette analyse a pour but d'acquérir les connaissances et les outils nécessaires qui nous aident de mieux comprendre la conception architecturale d'un hub de recherche et d'innovation technologique en s'appuyant sur l'étude et l'analyse de projets existants, nous concentrons sur divers aspects de la conception architecturale, notamment l'organisation spatiale, la morphologie, la structure, les matériaux de construction, impact de l'environnement, l'éclairage, la ventilation ....Etc.

En outre, cette étude prendra en compte les dimensions historiques, culturelles, sociales et économiques ayant influencé la genèse de notre projet.

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons analysé trois projets emblématiques à l'échelle internationale qui servira de support d'inspiration pour notre démarche de conception. Cette étude repose sur une grille de lecture structurée autour de trois axes fondamentaux : **la forme, l'enveloppe et l'environnement**. Par ailleurs, l'aspect programmatique et fonctionnel sera traité de manière distincte afin de préserver une lecture claire et approfondie des caractéristiques architecturales et environnementales.



*Figure 31:la grille d'analyse des exemples, source : auteurs*



## CHAPITRE 02 : ETAT DE L'ART

### 2 Présentation des projets :

Pour être en mesure de concevoir notre projet, notre choix des exemples s'est porté sur deux parties : la 1ere analysant 3 exemples d'un centre d'affaire et la 2eme analysant 3 exemples d'un centre de d'innovation technologique, en vue de leur intégration urbaine leur richesse fonctionnelle, programmatique ainsi que l'adaptation environnementale.

Table 5:Présentation des exemples d'un centre d'affaire, source : auteurs

| Ferring Pharmaceuticals<br>(DANEMARK-2022)                                                                                                            | Al Hilal Bank Office Tower<br>(United Arab Emirat 2015)                                                                                                                                                                                     | Centre des opérations sur<br>site de BMW<br>(U.S.A- 2016)                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Figure 32:Ferring Pharmaceuticals<br/>Source: archDaily 2022</p> |   <p>Figure 33:Al Hilal Bank Office Tower<br/>Source: archDaily,2017.</p> |  <p>Figure 34:Centre des opérations sur<br/>site de BMW Source : archDaily,2017</p> |

### CRITÈRES DE CHOIX

|                                                                                                                                  |                                                        |                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Emplacement stratégique et intégration à l'environnement<br>Entouré par les bâtiments à faible hauteur, une vue sur le littoral. | La conception formelle<br>L'organisation fonctionnelle | La conception formelle<br>Innovation spatiale<br>L'organisation spatiale<br>Flexibilité spatiale |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|

### CARACTÉRISTIQUES

|                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| une structure légère en porte-à-faux dominée par des vitres et des cloisons horizontales qui se détachent du ciel captent la lumière naturelle, donnant un ombrage sur six étages, Un atrium central est surmonté d'une coupole en verre futuriste | La tour est audacieuse et contemporaine, avec une masse qui évolue en hauteur.<br>Trois masses cubiques décalées reposent sur le podium, Les angles en retrait et les vides entre les blocs renforcent l'originalité | Le projet est conçu comme parallélépipède protégé sur 3 façades au rayon solaire et une seule façade transparente<br>L'utilisation des bureaux ouverte pour améliorer la connectivité |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### LA SURFACE ET La HAUTEUR

|                                 |                                  |                                 |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| S = 39000 m <sup>2</sup> H= R+6 | S = 875147m <sup>2</sup> H= R+24 | S = 65000 m <sup>2</sup> H= R+3 |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|



Table 6:Analyse d'exemple 01, Source : Auteurs

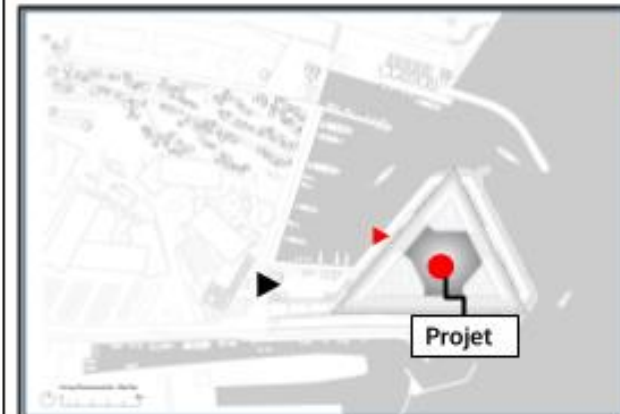
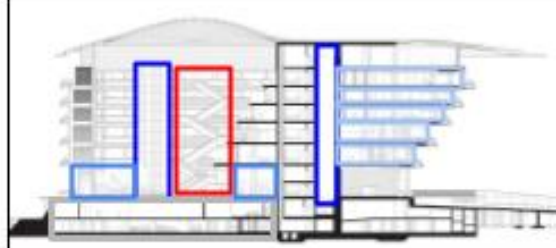
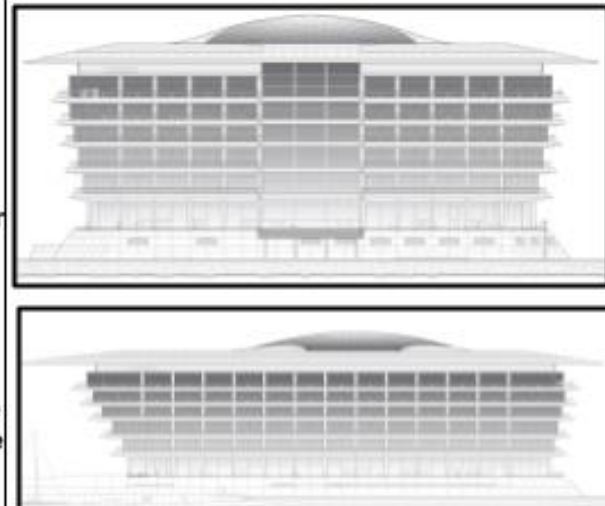
| Ex 1 : Ferring Pharmaceuticals |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Échelle urbaine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Environnement                  | <p><u>Situation :</u> emplacement stratégique sur le front de mer du passage de l'Øresund, non loin de l'aéroport international de Copenhague</p>  <p><u>Orientation :</u> vers le nord où il y a la mer pour profiter des vues panoramiques</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p><u>Accessibilité</u> Un projet très accessible, dans un milieu urbain. L'architecte a préféré de faire ça pour donner la possibilité d'accéder au projet dans tous les côtés en utilisant tous les moyens de transport avec une très belle orientation.</p>  <p>Accès mécanique<br/>Accès piéton</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p><u>Plan de masse</u> s'intègre parfaitement avec le front d mer et sa forme triangulaire suit la forme du site<br/>Le site occupe une position centrale au bord de l'eau</p>  <p>Accès principal<br/>Parking</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                | Échelle architecturale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Forme                          | <p><u>Programme et distribution,</u> le généreux atrium intérieur comprend un mur pleine hauteur avec vue sur la Suède, un hall d'entrée, un restaurant et un espace de détente, ainsi que des salles de conférence avec service de traiteur et un espace pour les événements sociaux. Les bords de l'atrium ont été conçus pour être utilisés de manière flexible. Le personnel peut facilement et efficacement reconfigurer ces espaces, ( espace réversible ) L'accès aux étages supérieurs se fait par un escalier caractéristique ou des ascenseurs en verre qui animent davantage l'espace de l'atrium. Les bureaux et les laboratoires pour un travail individuel et silencieux – sont situés sur les bords, pour profiter des vues et de la lumière naturelle, tandis que les espaces de réunion plus collaboratifs sont situés vers le centre.</p> | <p><u>Organisation spatiale</u></p>  <p>Espace bureaux<br/>Parking<br/>Hall - commerces<br/>Circulation verticale<br/>Circulation verticale</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p><u>Structure</u></p> <p>Des espaces intérieurs avec colonne et et un espace central sans colonnes avec 3 noyaux central en béton pour porter toute la structure de Du projet et Assurer la circulation verticale.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                | Enveloppe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p><u>Façades</u><br/>horizontale, en harmonie avec le tissu urbain faible hauteur<br/>Les installations techniques et les noyaux du bâtiment sont intégrés dans la forme du toit en porte-à-faux, ce qui lui confère un profil élégant. La géométrie du toit de l'atrium est un dôme en forme de grille vitrée, reflétant les forces qui agissent sur lui, ce qui permet d'utiliser des éléments structurels minces et légers. La lumière du jour pénètre dans les espaces intérieurs, créant un lieu de travail exaltant et lumineux. Chaque panneau à triple vitrage a été plié à froid pour créer le dôme de verre saisissant du bâtiment.</p>  | <p><u>Ambiances extérieures</u> L'architecte met en avant des lignes minimalistes et une horizontalité marquée, renforçant son caractère contemporain. Les matériaux utilisés, tels que le verre et l'aluminium, confèrent une apparence légère et raffinée tout en offrant une vue dégagée sur le littoral environnant. De vastes terrasses et espaces extérieurs prolongent l'expérience du cadre naturel, créant un équilibre entre la structure construite et son environnement. L'ensemble est conçu pour refléter les valeurs d'innovation et de durabilité, tout en offrant une connexion visuelle apaisante avec la mer et les espaces verts voisins.</p>  |



Table 7: Analyse d'exemple 02, Source : Auteures

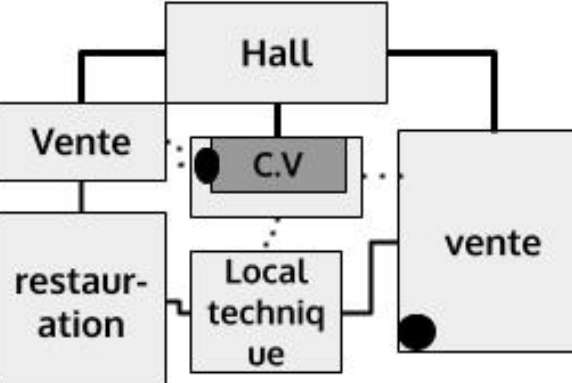
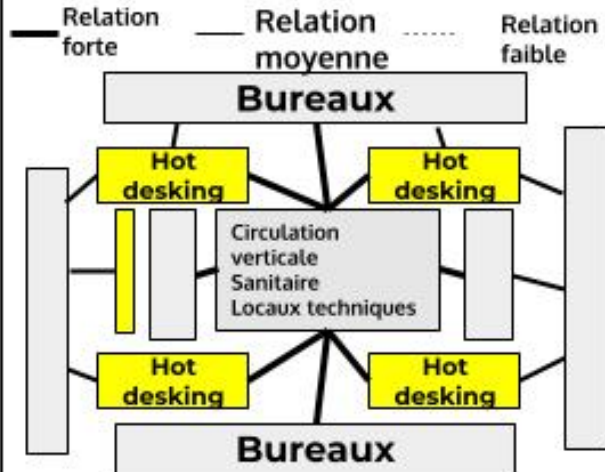
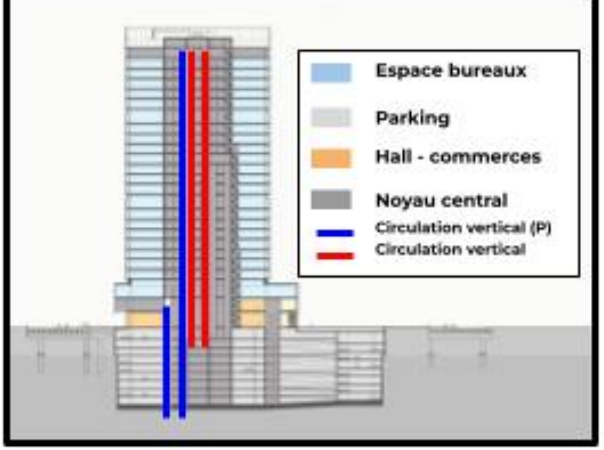
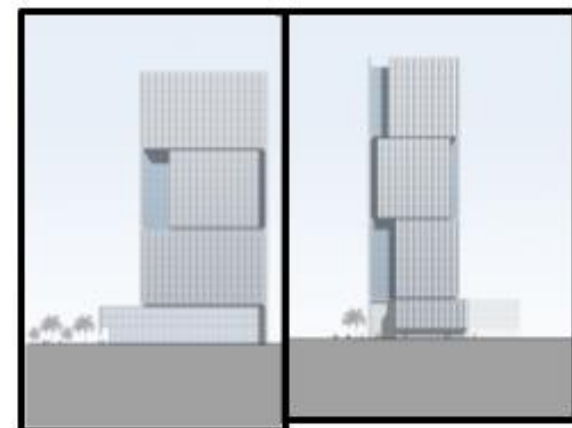
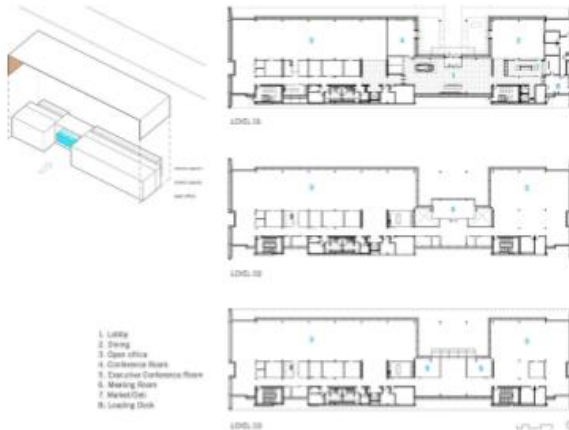
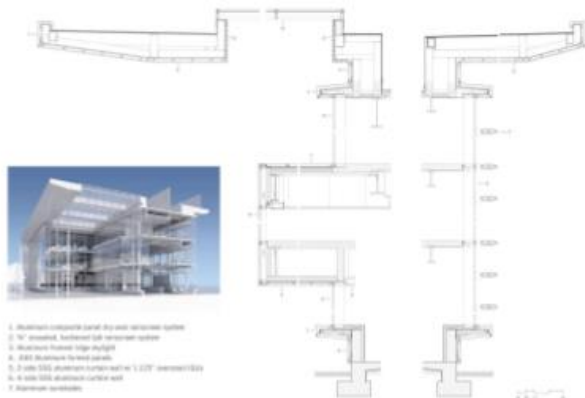
| Ex 2 : Al Hilal Bank Office Tower |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Échelle urbaine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Environnement                     | <p><b>Situation</b></p> <p>Une situation stratégique du centre en face du golfe Persique</p>  <p><b>Orientation :</b> La tour bénéficie de vues panoramiques sur le golfe Persique et la skyline d'Abu Dhabi.</p>                                                                                                                                                                                   | <p><b>Accessibilité</b></p> <p>Grâce à sa position stratégique, la tour est facilement accessible depuis les principaux axes routiers et l'aéroport international d'Abu Dhabi, qui se trouve à environ 30 minutes en voiture.</p>  <p>Accès mécanique<br/>Arrêt de bus<br/>Accès piéton</p> |  <p>Accès principal<br/>Parking</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Échelle architecturale            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Forme                             | <p><b>Programme et distribution</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p><b>Organisation spatiale</b></p>  <p>Espace bureaux<br/>Parking<br/>Hall - commerces<br/>Noyau central<br/>Circulation verticale (P)<br/>Circulation verticale</p>                                                                                                                                                                |
| Enveloppe                         | <p><b>Façades</b></p> <p>La façade est composée d'un système de mur-rideau en aluminium et en verre avec des éléments en verre et en métal tympan entaillé et des ailettes de verre verticales qui améliorent la verticalité du bâtiment tout en offrant un ombrage subtil. La tour offre une transparence maximale, avec du verre au sol haute performance offrant des vues spectaculaires pour les occupants tout en augmentant considérablement la lumière du jour intérieure.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p><b>Ambiances extérieures</b></p> <p>Un parc paysager et une piscine le long de la façade ouest du bâtiment attire la circulation des piétons en créant un espace urbain ombragé accueillant. Bonne étude concernant la Lumière et sa disposition qui Fais ressortir l'enveloppe Extérieure et les Décrochements du bâtiment</p>  |



Table 8:Analyse d'exemple 03, Source : Auteur

| Ex 3 : centre des opérations sur site de BMW |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Échelle urbaine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Environnement                                | <p><b>Situation</b> Le terrain du bâtiment est situé sur une zone agricole réservée à Spartanburg , en Caroline du Sud</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p><b>Accessibilité</b> le terrain est accessible par une seule voie Mécanique (mauvaise Accessibilité )</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                              | Échelle architecturale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Forme                                        | <p><b>Programme et distribution</b><br/>le porche marque l'entrée du projet, offre un espace de travail extérieur et comprend un espace de conférence à la fois à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment<br/>Les bureaux ouvert est situé le long du côté nord du bâtiment avec vue et lumière du jour tout en évitant l'éblouissement et le gain de chaleur solaire.<br/>Les espaces d'hébergement, les salles de projet, les espaces de conférence formels et les salons informels sont organisés à côté de l'espace de bureau ouvert pour encourager l'utilisation et la collaboration Les espaces de service et les éléments centraux sont orientés au sud, créant une colonne vertébrale de circulation qui traverse le projet en continu d'est en ouest. Pour des moments de répit pendant la journée, les employés se ressourcent à l'extérieur dans le porche couvert, dans les cuisines à thé situées à chaque étage, ainsi que dans la cantine au rez-de-chaussée qui sert de la nourriture mais constitue également une option d'espace de travail alternative pour les individus et les équipes tout au long de la journée.</p> | <p><b>Organisation spatiale</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p><b>Structure</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                              | Enveloppe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>Façades</b> Les côtés Est et Ouest du bâtiment sont solides, ce qui protège le bâtiment du soleil du petit matin et de la fin d'après-midi sud avec des fenêtres limitées et ombragées atténuée à la fois le bruit et le gain de chaleur tout en augmentant la visibilité de BMW depuis le corridor I-85.<br/>Le côté nord du bâtiment est une fenêtre panoramique aux reflets audacieux offrant une vue biophilique généreuse sur le paysage. Ce côté est à nouveau en bois, mais il s'agit principalement d'un rideau de pièces de verre héroïques de 2,40m de large sur 2,70 m de haut.</p>   | <p><b>Ambiances extérieures</b><br/>Le bâtiment de trois étages a été positionné pour une performance énergétique optimale permettant une présence significative le long de l'Interstate 85 tout en offrant une zone tampon respectueuse d'un campus plus axé sur l'intérieur de la forêt naturelle.<br/>Adopte des méthodes de construction durable maximisant la lumière naturelles dans le bâtiment évitant l'éblouissement et le gain de chaleur ; l'intégration au site; et utilisation stratégique permet d'atténuer toute contrainte supplémentaire sur le système d'eaux pluviales en gardant le ruissellement du centre d'exploitation du site sur place.<br/>Créent un environnement de travail collaborant confortable et durable</p>  |



## CHAPITRE 02 : ETAT DE L'ART

Cette partie d'analyse nous permet de ressortir les espaces de wargaming

Table 9:: Présentation des exemples d'un centre de recherche et d'innovation technologique, source : auteurs

| Siège social de SAP<br>Centre de R&D logiciel<br>(PALESTINE -2018)                | Huawei nanjing Research & Development Center<br>(CHINE-2018)                      | Comcast Technologie Center<br>(U.S.A- 2019)                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| Figure 35:Siège social de SAP. Source : Arch Daily. 2020                          | Figure 36:Huawei nanjing Research & Development Center Source: arch Daily. 2019   | Figure 37:Comcast Technologie Source : Arch Daily 2020                             |

### CRITÈRES DE CHOIX

|                                                                                                           |                                                                     |                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Conception architecturale basée sur l'innovation collaborative et l'intégration paysagère pour bien êtres | La conception formelle, traitement de façade, organisation spatiale | le plus haut bâtiment de la ville, Conception structurelle |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|

### CARACTÉRISTIQUES

|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Double peau intelligente<br>Système de protection solaire<br>Présence d'un atrium central favorise interconnexion entre les services | Ancrage et intégration au site<br>Utilisation des matériaux locaux<br>Cour d'entrée écologique bureau pour assurer le bien-être<br>Présence d'un atrium centrale | Conception verticale avec des espaces de travail en forme de loft<br>Présence d'un urbain room et jardin d'hiver<br>jardins suspendus à triple hauteur |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### LA SURFACE ET La HAUTEUR

|                                     |                                |                                 |
|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| S = 15400m <sup>2</sup> H= 8 étages | S =149485m <sup>2</sup> H= 30m | S =167225m <sup>2</sup> H= 341m |
|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|

## 2.1 Synthèse de l'Analyse thématique

Synthèse de l'Analyse thématique d'un centre d'affaire et un centre de recherche et d'innovation technologique Le tableau ci-dessous résumé les fonctions conceptuelles pouvant nous être utiles dans la conception de notre projet architectural.

Table 10: Les fonctions retenus. Source : Auteurs

| La fonctionne                  | Description                                                                       | Sous-fonctions / exemples d'aménagements                                                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Business</b>                | Accompagner les entrepreneurs, start-ups et entreprises en croissance             | Espaces de co-working – bureaux modulables – salles de conférence – incubateurs – services aux entreprises |
| <b>Recherche et innovation</b> | Promouvoir l'innovation, le prototypage, et le transfert de technologies          | FabLab – laboratoires de test – atelier de prototypage – interfaces numériques – zone d'expérimentation    |
| <b>Numérique &amp; AI</b>      | Fournir les ressources technologiques nécessaires au développement numérique      | Data center – cloud sécurisé – salles de serveurs – studios XR (réalité virtuelle, augmentée, mixte)       |
| <b>Formation</b>               | Soutenir la formation continue et la montée en compétences numériques             | Salles de formation – séminaires – bootcamps – classes numériques –                                        |
| <b>Collaboration</b>           | Favoriser l'interaction sociale, les échanges d'idées et la culture collaborative | Cafés collaboratifs – zones lounge – espaces d'expression créative                                         |
| <b>Transition durable</b>      | Intégrer les principes de durabilité dans l'environnement de travail              | Gestion énergétique intelligente – confort bioclimatique                                                   |

## CHAPITRE 02 : ETAT DE L'ART

Table 11:: Le programme retenu de cette analyse. Source : Auteures

| Étage                           | Fonctions /Espaces                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RDC (Socle)                     | Hall principal & accueil, Atrium (460 m²), Hall d'exposition (250 m²), Auditorium (500 m²), Restaurant (200 m²), les Vestiaires (30 m²), les salles de prières (40 m²), les boutiques (250 m²), Salle VR (200 m²), Digital musée (300 m²), salle d'exposition digital (200 m²), |
| R+1 (Socle)                     | Galerie d'exposition digital (600 m²), Les salles de formation (450 m²), Salles de robotique (300 m²), Salle de tactique spatiale (200 m²), Annexes administratives (120 m²), Espaces de consommation rapide (50 m²), Les box Q&A IA (50 m²), Espace de jeux vidéo 3D (30 m²),  |
| R+2 (Socle, Connecté à la Tour) | Espace conviviale (400 m²), Espace familiale ( 300 m²), Espace de consommation (300 m²), Espace fumeur , Espaces attente , Terrasse accessible                                                                                                                                  |

TOUR (R+2 connecté au socle, R+13)

| Étage              | Fonctions /Espaces                                                                                                                                                          |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RDC (Tour)         | Hall d'entrée indépendant ,espace accueil , hall d'attente                                                                                                                  |
| R+1 (Tour)         | Espaces de réunion et petits bureaux (400 m²), Espaces de repos (176 m²)                                                                                                    |
| R+2 (Tour)         | Salon vip pour auditorium, espace vip ( balcon auditorium)                                                                                                                  |
| R+3 à R+6 (Tour)   | Centre de recherche & innovation : Laboratoires spécialisés (300 m²), Ateliers technologiques (200 m²), Salles de tests (76 m²)                                             |
| R+7 à R+10 (Tour)  | Bureaux startups & incubateurs : Open space (400 m²), Bureaux privés (176 m²)                                                                                               |
| R+11 à R+13 (Tour) | Centre d'affaires : Bureaux partenaires (400 m²), Espaces VIP (100 m²), Salles de négociation (76 m²)<br>Direction & espaces premium : Siège administratif, Lounge exécutif |

### 2.2 Conclusion :

La revue de la littérature scientifique nous a permis d'identifier des éléments de réponses qui pourront nous permettre de répondre aux hypothèses posées et de concevoir un projet qui prend aussi ces éléments de réponses. En effet la conception d'un hub d'innovation repose bien sur une bonne ventilation naturelle boostée par l'intégration des atriums nous permet de satisfaire le besoin du confort hygrothermique d'un côté, et l'intégration du wargaming et du Feng Shui comme support qualitatif nous permettra de mettre les jalons et conditions d'une architecture soucieuse du bien-être de ses occupants. Cette approche intégrée met en avant une architecture qui ne se limite plus à répondre à des normes techniques, mais qui vise aussi à créer des espaces de vie harmonieux, sains et durables. D'abord, l'atrium ventilé naturellement apparaît comme un dispositif architectural stratégique. Il permet d'optimiser le renouvellement de l'air et la régulation thermique, tout en réduisant la dépendance aux systèmes mécaniques. Il joue également un rôle de lien entre l'intérieur et l'extérieur, servant d'espace tampon climatique, mais aussi de lieu social et symbolique. Ensuite, le wargaming, bien qu'il soit dérivé des domaines militaires et stratégiques, il est devenu un outil pertinent pour l'architecte. Il lui permet de tester, comparer et anticiper les conséquences spatiales et énergétiques de différentes configurations dans divers domaines. Par ailleurs, le Feng Shui, en tant que pratique ancestrale d'origine chinoise, elle apporte une lecture complémentaire de l'espace qui est basé sur l'équilibre, la fluidité et la connexion à la nature. Cette approche contribue au bien-être psychologique des occupants de l'espace, tout en influant positivement sur la qualité environnementale des lieux.

# CHAPITRE 03

# CAS D'ETUDE

*« L'architecture doit faire corps avec le paysage, s'en nourrir, le révéler et non le dominer. »*

*(Peter Zumthor, 2006)*



### 3 INTRODUCTION

« *L'architecture doit faire corps avec le paysage, s'en nourrir, le révéler et non le dominer.* » (Peter Zumthor, 2006) Cette idée, souligne l'importance d'une architecture enracinée, en harmonie avec le contexte physique, social et culturel. Elle invite à concevoir des projets intégrés à leur environnement, en dialogue avec le site. Cette approche contextuelle permet de produire une architecture durable, signifiante et respectueuse du génie du lieu

Dans le cadre des orientations nationales visant à promouvoir le tourisme culturel, l'Algérie accorde une place croissante aux sciences, à la technologie et à l'innovation comme outils de rayonnement culturel. Malgré son potentiel historique et intellectuel, Alger reste insuffisamment dotée en infrastructures touristiques dédiées à ces domaines. C'est dans ce contexte qu'un projet fédérateur a été conçu, intégrant science, technologie et architecture, afin d'attirer à la fois le grand public et les visiteurs internationaux et la commune de Hussein Dey a été retenue comme site d'implantation pour sa pertinence contextuelle.

Afin de concevoir un projet cohérent et ancré dans son contexte, une analyse holistique a été réalisée, intégrant l'étude typo-morphologique, sensorielle, climatique et bioclimatique. Ce chapitre présente aussi le choix du site, l'analyse urbaine et socio-culturelle, ainsi que les principes architecturaux retenus. Pour l'objectif est de démontrer comment l'architecture peut intégrer la science au patrimoine culturel algérien. Voir figure ci-dessous.

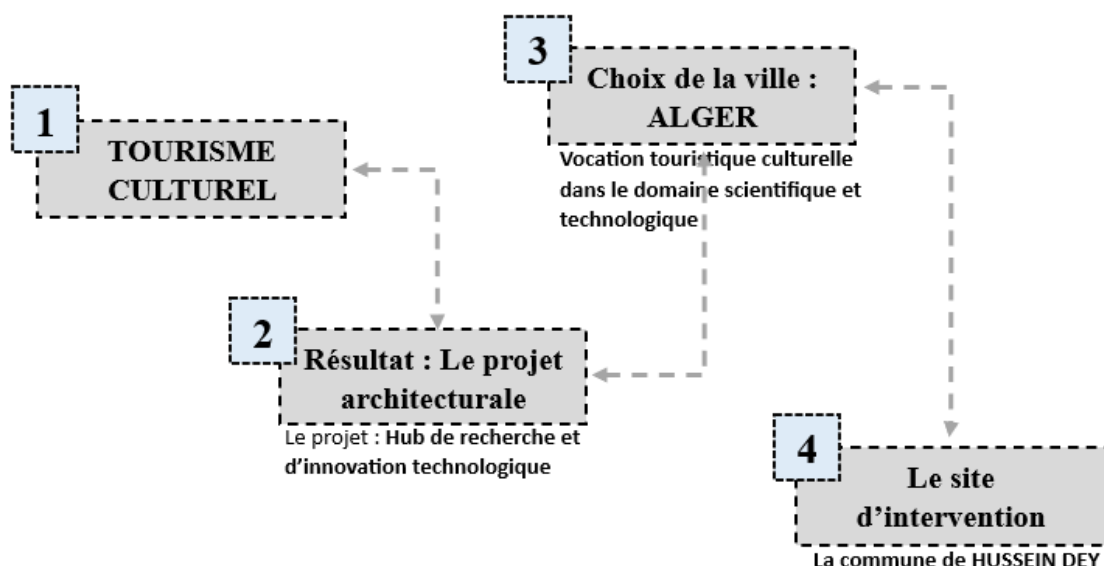


Figure 38: Schéma qui explique le chemin vers le projet. Source : Auteurs

### 3 PARTIE I : PARTIE URBAINE

#### 3.1 Choix de la ville ; ALGER

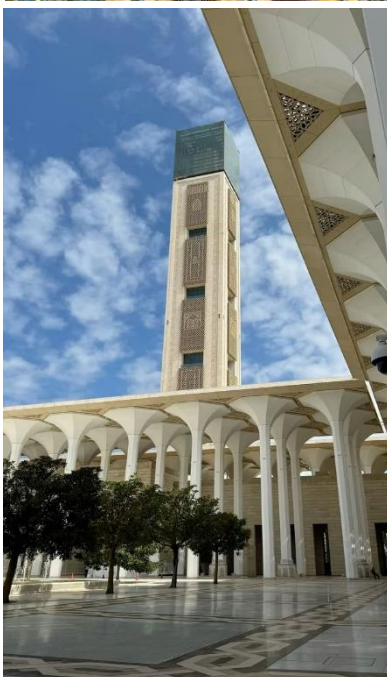
Alger, ‘‘EL MAHRUSSA’’ ou ‘‘LA BLANCHE’’ est une ville côtière située au nord d’Afrique, c’est une métropole qui s’impose dans la région avec toutes ses qualités, spécifiquement architecturales. Au fil des décennies, Alger était un laboratoire ouvert pour les différentes expériences architecturales et urbaines. Alger, c’est la capitale politique, économique, et administrative du pays, elle surplombe la mer méditerranéenne et s’étend jusqu’au pied des montagnes de l’Atlas. Au fil des siècles, Alger représentait un lieu de convergence des flux et échanges économiques vu son histoire qui remonte à l’Antiquité et sa place géostratégique intéressante.



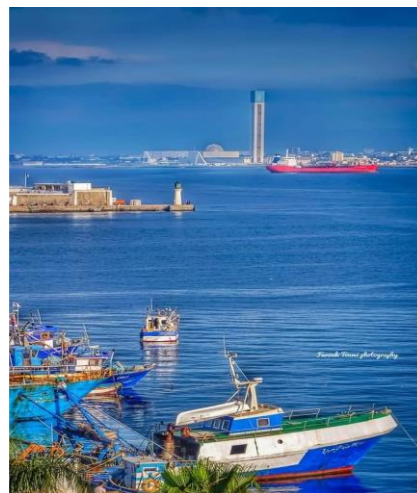
Figure 40: Figure 39 : la ville d'Alger, source ; Algérie 360



Figure 39: Alger la capitale. Source : <https://www.airfrance.dz/>



La ville d'Alger possède une vocation touristique culturelle émergente dans le domaine scientifique et technologique, portée par son riche patrimoine intellectuel et son histoire académique. Malgré des institutions prestigieuses comme l'Université d'Alger ou l'Institut Pasteur, la ville manque d'infrastructures dédiées à la vulgarisation scientifique. Dans le cadre des orientations nationales de valorisation de la science et de l'innovation, Alger pourrait devenir un pôle de tourisme culturel scientifique en intégrant ces savoirs à son patrimoine. Cela impliquerait la création de musées scientifique, centres interactifs ou parcours éducatifs dans une architecture contemporaine adaptée. Ce projet renforcerait l'attractivité d'Alger tout en valorisant la recherche scientifique et en faisant de l'architecture un vecteur de modernité et de transmission culturelle.





### 3.1.1 Présentation de l'aire de référence :

#### PRESENTATION DE LA VILLE

##### Situation géographique :

La ville d'Alger, capitale de l'Algérie, est située au nord du pays, sur la côte méditerranéenne, et s'étend sur une superficie de 1190 km<sup>2</sup>. En 2020, elle comptait une population de 3 309 896 habitants (ONS, 2021), faisant d'elle l'agglomération la plus peuplée du pays.

##### Limites Administratives :

Alger se limite administrativement par la wilaya de Blida au sud, la wilaya de Tipasa à l'ouest ainsi que la wilaya de Boumerdes à l'est

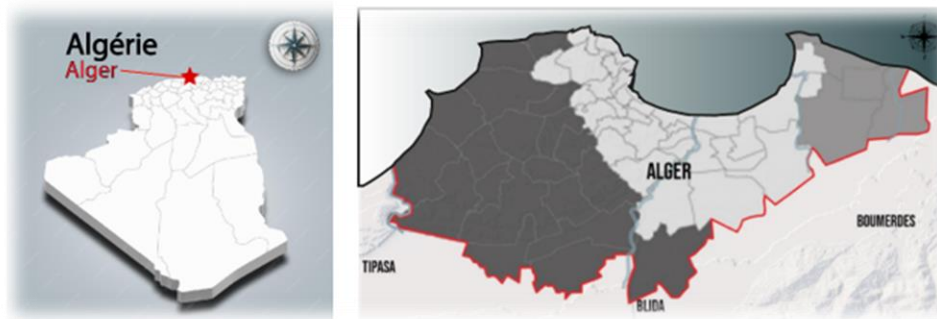


Figure 41: Alger la capitale et ses limites administratives. Source : airfrance.dz

##### Cadre physique :

Son cadre physique est marqué par une géographie variée, bordée au nord par la mer Méditerranée, au sud par la plaine de la Mitidja, à l'ouest par l'oued Mazafran, et à l'est par l'oued Réghaïa. On distingue trois grandes zones naturelles :

le Sahel, une région de collines côtières avec des vallées fertiles ; le littoral, caractérisé par ses falaises et plages donnant sur la mer ; et enfin la Mitidja, une plaine alluviale étroite mais fertile

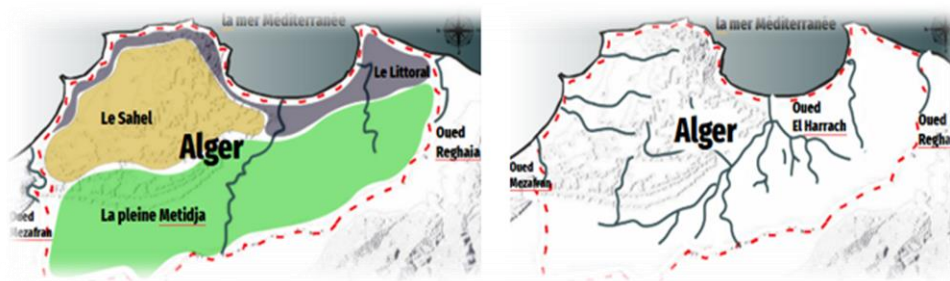


Figure 42: Cadre Physique et hydrographie. Source : auteurs

##### Hydrographie :

Le territoire Algérois est traversé par plusieurs cours d'eaux, on cite : Oued Mazafran, Oued El Harrach, Oued Reghaia..., etc. Le ruissellement des oueds est influencé par les pentes et les crêtes qui marquent les lignes de partage de l'eau, et ils jettent tous dans le méditerrané qui borde toute la cote.

##### Limites naturelles :

La ville d'Alger est délimitée par la mer Méditerranée au Nord, la plaine de la Mitidja au Sud, l'oued de Réghaïa à l'Est et enfin l'oued Mazafran à l'ouest.

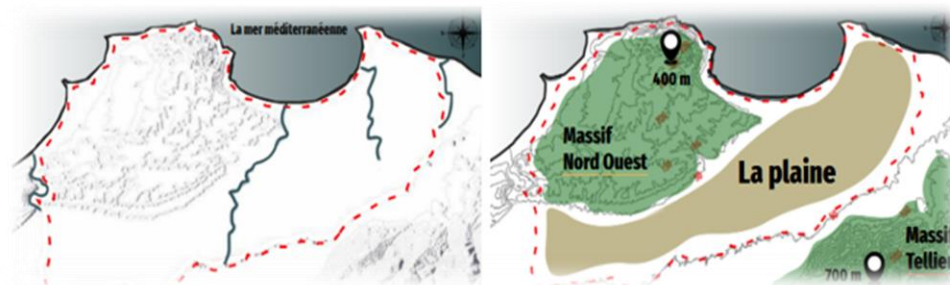


Figure 43: Limite naturelle et la topographie de la ville source : atelier colibri, 2021-2022

##### Topographie :

Il existe 2 massifs du territoire Algérois, Le premier situe au nord-ouest avec une altitude de 400m ( Bouzaraeh), L'autre c'est au sud-est (Atlas Tellien) avec une altitude jusqu'à 700m, entre ces deux massifs on trouve la plaine qui a la même cote que la mer

### 3.2.1.2 Analyse diachronique de la ville :

#### MOTIVATION DU CHOIX DE LA VILLE

##### Critère 01 : Capitale politique et administrative

Alger est la capitale de l'Algérie et le centre décisionnel du pays. Elle concentre les institutions gouvernementales, les ambassades, et les grands sièges nationaux, ce qui en fait un lieu stratégique pour tout projet de rayonnement culturel. « *Alger, en tant que capitale politique, concentre l'essentiel des institutions publiques et des fonctions métropolitaines stratégiques* » (SDAU Alger, 2018, p. 12).

##### Critère 02 : Potentiel historique, culturel et scientifique

La ville d'Alger abrite des institutions scientifiques et culturelles de renom, ce qui lui confère une vocation naturelle à accueillir des projets intégrant science, culture et innovation.

« *La ville d'Alger est dotée d'un patrimoine intellectuel et scientifique considérable, matérialisé par la présence d'universités historiques, de centres de recherche et d'espaces culturels majeurs* » (UNESCO, 2022).

##### Critère 03 : Accessibilité et connectivité

Grâce à son aéroport international, son port maritime et son réseau de transports modernes (métro, tramway, autoroute), Alger est facilement accessible à l'échelle nationale et internationale.

« *Alger dispose d'un système de transport multimodal performant, assurant une forte connectivité locale, nationale et internationale* » (JICA & Ministère des Transports, 2017, p. 9).



Figure 44: les infrastructures de la ville. Source : Auteures

##### Critère 04 : Déficit en infrastructures culturelles scientifiques

Malgré son patrimoine, Alger manque de structures destinées à la vulgarisation scientifique, comme des musées ou centres technologiques, créant un vide à combler.

« *Les infrastructures de culture scientifique sont quasiment inexistantes à Alger, malgré la demande croissante pour ce type de contenus éducatifs* » (Benmoussa, 2021, p. 45).

##### Critère 05 : Dynamique urbaine et projets structurants

La ville est engagée dans plusieurs projets de modernisation et de développement durable, favorables à l'implantation de nouveaux équipements culturels innovants.

« *Le plan stratégique d'Alger vise à moderniser la ville à travers la promotion de projets à forte valeur ajoutée scientifique, environnementale et touristique* » (Wilaya d'Alger, 2020, p. 28).

3.1.2 Cadre Physique :

En s'appuyant sur ATELIER COLIBRI (2021/2022), nous avons pu identifier le processus d'urbanisation qu'a connu Alger globalement et Hussein dey particulièrement.

PRESENTATION DE LA COMMUNE

Hussein-Dey tire son nom du dernier souverain ottoman d'Alger, le dey Hussein. Ce dernier avait choisi cette région, située dans la banlieue d'Alger, près des plages, pour y installer son palais. Ce palais, que l'on peut encore visiter aujourd'hui au sein du lycée Thaalibiya, a donné son nom à la région.

Située à l'est de la wilaya d'Alger, Hussein Dey est une commune située sur la baie d'Alger, constituant un prolongement du centre d'Alger, à environ **10 km** de distance. Cette ville côtière s'étend sur une superficie de **425 hectares**

la commune de Hussein Dey bénéficie d'une position stratégique grâce à sa proximité avec le centre-ville et son fort maillage de voies de communication, telles que la rocade sud, l'autoroute Est-Ouest et la ligne ferroviaire nationale. Avec une superficie de **5,5 km²** et une population estimée à plus de **88 000 habitants** (ONS, 2015), elle est limitrophe de communes dynamiques comme Kouba, El Harrach et Belouizdad. Son tissu urbain, caractérisé par une mixité fonctionnelle (zones industrielles, résidentielles et équipements publics), offre des opportunités pour des projets à vocation scientifique et culturelle. Elle dispose d'établissements d'enseignement supérieur, de friches industrielles reconvertibles et d'un patrimoine naturel valorisable, notamment grâce à sa façade maritime et à la présence de l'oued El Harrach. Ces atouts font de Hussein Dey un territoire propice à l'implantation de projets innovants mêlant science, technologie et tourisme culturel

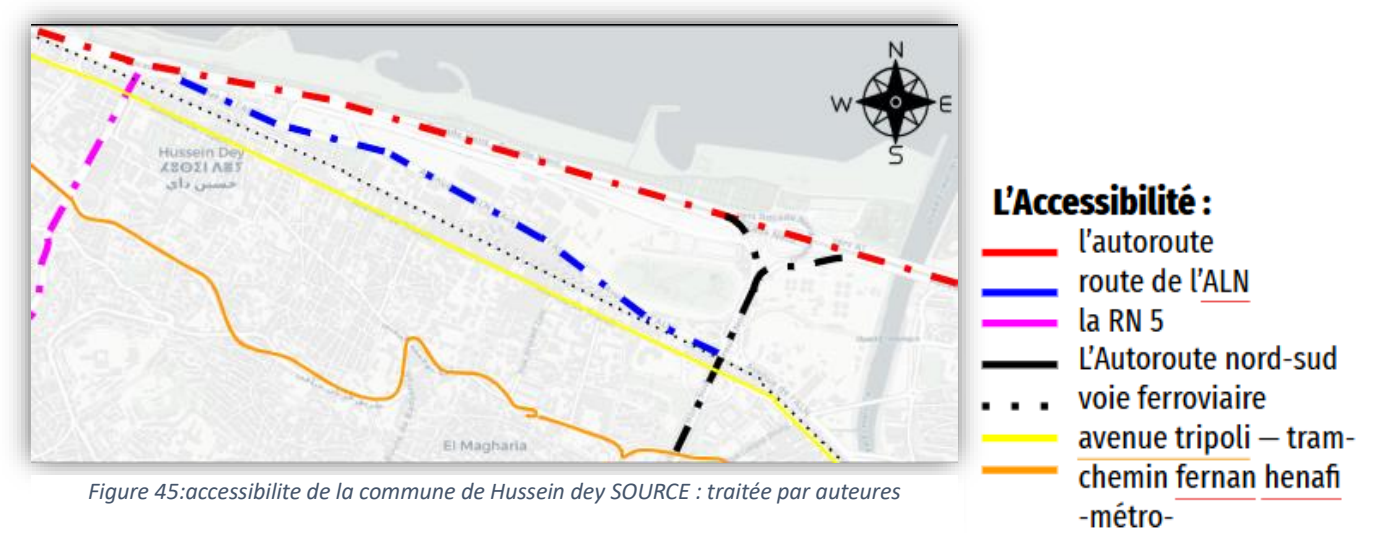


Figure 45:accessibilite de la commune de Hussein dey SOURCE : traitée par auteurs

MOTIVATION DU CHOIX DE LA COMMUNE

Critère 01 : Localisation stratégique et accessibilité multimodale

Hussein Dey bénéficie d'une position géographique centrale à Alger, avec un accès facilité par divers modes de transport, notamment le métro, le tramway, les lignes de bus et le réseau ferroviaire.

La commune est desservie par la Rocade Nord d'Alger, la pénétrante des Annassers et la route nationale n°5. Elle est également desservie par plusieurs stations de métro et de tramway, ainsi que par les lignes du RER d'Alger.



Figure 46: les limites de la communes Hussein dey SOURCE : traitée par auteurs

Critère 02 : Tissu urbain mixte et densité favorable

La commune présente un tissu urbain diversifié, combinant zones résidentielles, commerciales et administratives, ce qui favorise l'intégration d'un projet culturel et scientifique.« Hussein Dey est un territoire dont la mutation de la périphérie industrielle vers sa destinée, de mixité résidentielle, a été interrompue. » (Bourouina, 2023)

Critère 03 : Proximité d'institutions éducatives et scientifiques

La présence d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche à proximité renforce la pertinence d'un projet axé sur la science et la technologie.  
« Sa présence à proximité des universités, des instituts et des centres de recherche renforce son attractivité pour des projets éducatifs et scientifiques. »

Critère 04 : Potentiel de développement socio-économique

La dynamique démographique et économique de la commune, avec une population jeune et active, constitue un atout pour le développement de projets innovants.  
« La population d'une bonne proportion des communes de banlieue, souvent les plus éloignées, est jeune et augmente rapidement. » (Chabane, 2016)

Critère 05 : contexte climatique propice à l'innovation environnementale

En raison du climat méditerranéen, ton projet pourrait s'inspirer de solutions adaptées comme : L'utilisation des techniques d'énergie passive (orientation, ventilation naturelle, protection solaire), La conception bioclimatique, favorisant le confort thermique et réduisant la consommation énergétique.



3.1.3 Processus d'humanisation du territoire Algérois

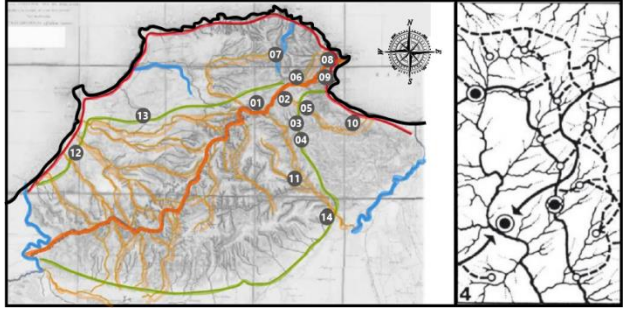
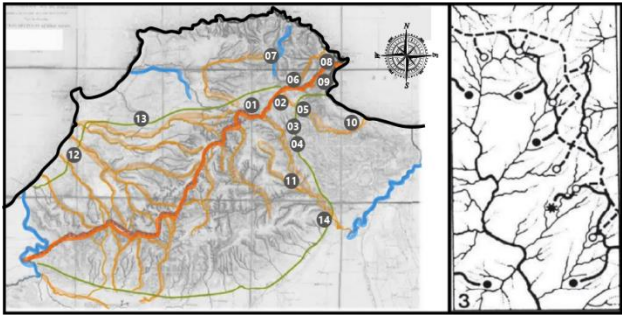
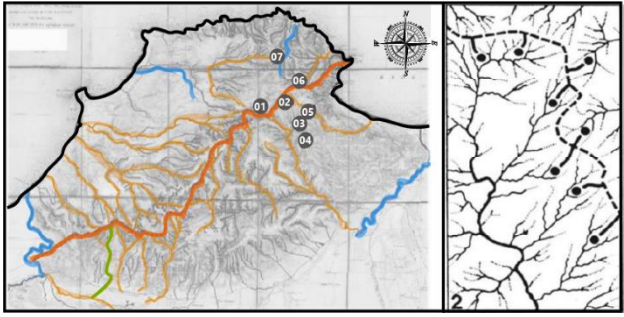
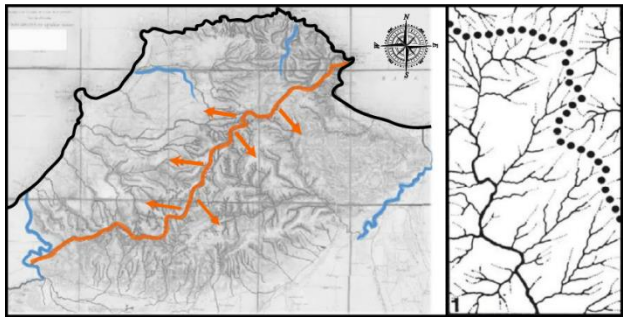


Figure 47: Tracé du modèle théorique de la deuxième phase et projection sur le territoire algérois. Source : Atelier Colibri.2021/2022

**Apparition de la crête**

Le territoire algérois s'organise autour de cours d'eau qui prennent naissance sur la ligne de crête principale. Depuis des siècles, les hauteurs, comme celles de Bouzaréah, ont joué un rôle stratégique. Ces sommets offraient à la fois une vue dégagée pour surveiller les environs et une protection naturelle. Les chemins qui suivent les crêtes permettaient de se déplacer facilement tout en dominant les vallées en contrebas.

**Le passage aux crêtes secondaires**

Le parcours de crêtes secondaires relie le parcours principal aux points stratégiques des hauts promontoires. Ces chemins longent les cours d'eau et les terres propices à l'agriculture et à l'élevage. Parmi les localités concernées figurent : 1. Dely-Brahim, 2 Hydra, 3 BirKhadem, 4 Mahelma, 5 Birmourad Rais, 6 Ain naadja. 7 Bouzaréah.

**Le parcours de contre crête**

L'expansion opposée à la crête principale a favorisé la création de noyaux urbains dans les bas promontoires, établissant un parcours reliant ces zones. Les localités concernées incluent 8 Mouradia, 9 El Madania, 10 Kouba, 11 S'haoula, 12 Zéralda, 13 Staouali, 14 Gué de Constantine.

**La création de la voie littorale**

La voie littorale agit comme une ceinture reliant les établissements de bas promontoire, facilitant la circulation et affaiblissant le rôle structurant de la ligne de crête, désormais renforcée par une voie de connexion avec le reste du territoire.

3.1.4 Évolution formelle et Croissance

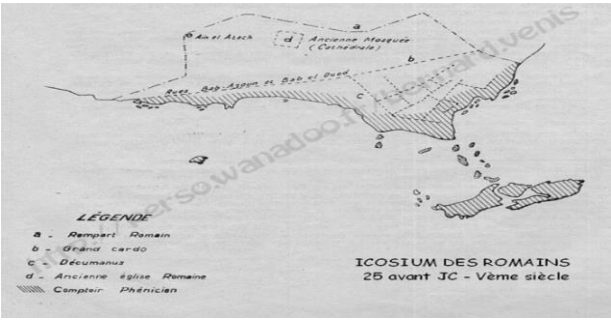


Figure 48 : une carte de la ville d'Alger à l'époque phéniciens Source : alger-roi.fr

**Apparition de la crête**

Hussein dey est apparu durant la 3<sup>e</sup> phase comme un établissement du bas promontoire. La rue Tripoli est apparue comme un chemin de contre crête continu et devient la voie territoriale qui relie tous les établissements du bas, cette voie devient à la fin le parcours structurant de la ville au lieu du chemin de crête.

*L'histoire de la ville d'Alger*



**3.1 Les Phéniciens**

À partir du 9<sup>e</sup> siècle av JC, les Phéniciens qui étaient des grands navigateurs et commerçants de l'antiquité, ont établi des comptoirs commerciaux le long de la côte algérienne, on en cite : IKOSIM (Alger). À partir du 6<sup>e</sup> siècle av JC, les colonies Phéniciennes sont passées sous l'influence de "Carthage", une ancienne colonie phénicienne devenue un puissant empire. Après la chute de Carthage en 146 av JC, les Romains ont repris les établissements Phéniciens. ICOSIUM (Alger) s'est développée selon le plan "Cardo - Decumanus". Le Cardo aujourd'hui correspond à la rue Bab el oued- bab azzoun, et Decumanus correspond à la rue marine. À l'intersection de ces deux axes on trouve le forum qui est aujourd'hui "la place des martyrs".

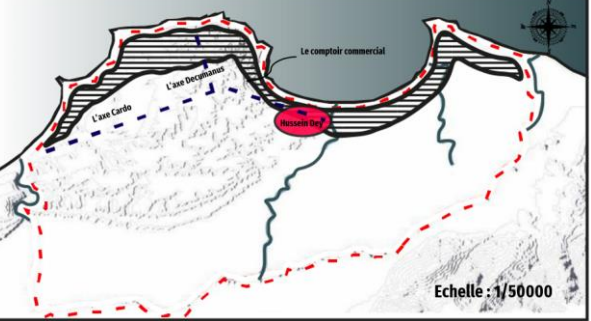


Figure 49 : une carte qui démontre la relation entre l'axe ancien cardo et la rue de Tripoli, Source : alger-roi.fr

**3.1 Les Romains**

L'HUSSEIN DEY faisait partie des comptoirs commerciaux des Romains vu sa proximité de la mer. Selon notre source, la rue Tripoli était l'extension de l'axe Cardo.

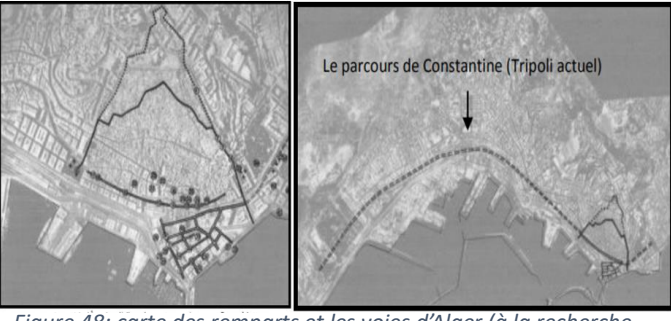


Figure 48: carte des remparts et les voies d'Alger (à la recherche d'icosium, marcel le glay)

**3.1 La période arabo berbère**

La ville berbère ne se situait pas sur des hauteurs, mais elle était protégée par un rempart. Quelques pans de sa citadelle, appelée **El Casabah El Kadima**, ont d'ailleurs survécu jusqu'à nos jours, car ils furent plus tard intégrés dans le rempart turc. Avec l'arrivée des Ottomans, la ville prit une forme triangulaire distincte. Ils ont construit un puissant rempart et construisirent une citadelle au sommet, qui servait de centre administratif, tandis qu'à la base, un port avec ses infrastructures facilitait le commerce et les échanges.



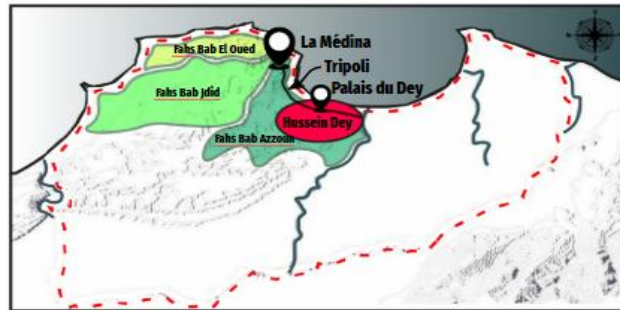


Figure 51: Carte des Fahs Algérois. source : auteurs

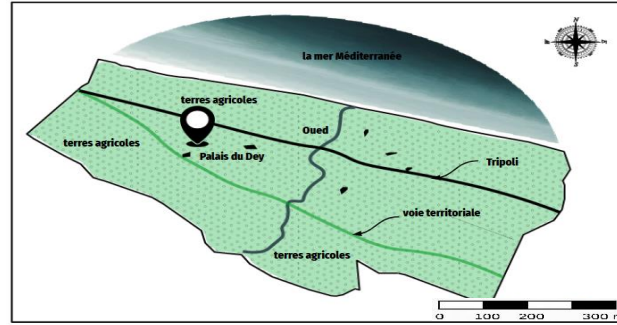


Figure 50: L'Hussein Dey en 1834 Source : Bibliothèque des Glycines Éditer Par : Auteurs

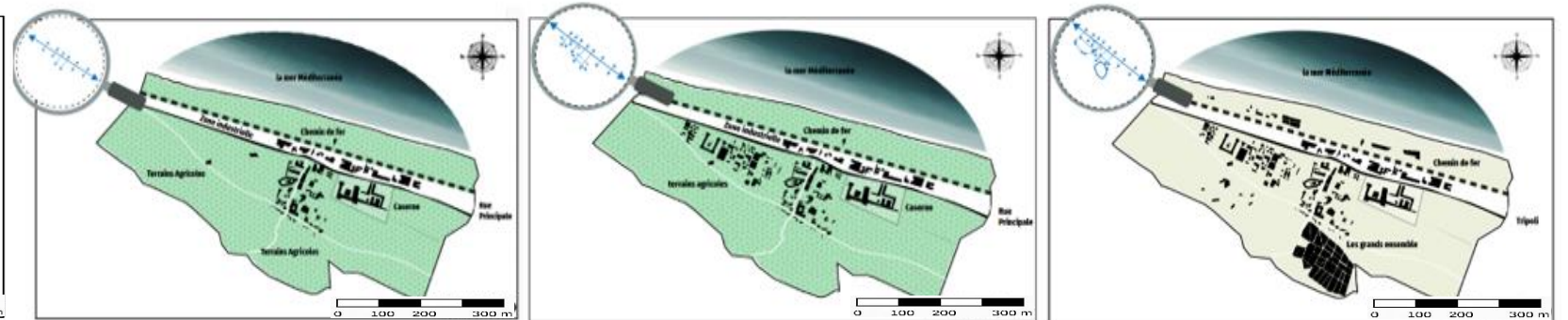


Figure 49: L'Hussein Dey en 1867 et en 1930 et en 1962 Source : Bibliothèque des Glycines Éditer Par : Auteurs

### Les Ottomans :

À partir du 16<sup>e</sup> siècle, l'Algérie devient une province de l'empire ottoman, et la régence d'Alger est créée à cette époque-là.

Le " Fahs " est aussi un nouveau terme qui désigne les alentours de la Médina (El Casbah), Il couvre une grande partie du sahel Algérois.

Après, c'était l'extension de la ville pour exploiter la richesse agricole. Hussein dey était quasiment des terrains vierges qui faisaient partie du fahs Bab Azzoun, Elle était traversée par la rue Constantine

(Tripoli actuellement), Cette rue était l'articulation entre El Casbah et le palais du dey

### L'Hussein Dey en 1834 :

L'HUSSEIN était totalement des terrains vierges agricoles, Avec la présence des quelques villa modestes et le palais du dey

### La période coloniale :

Après La chute de L'empire ottoman, L'Algérie est devenue une colonie française, Ce qui va mener au plus tard à une grande transformation radicale au niveau sociale, économique, politique et culturelle. On distingue 3 grandes phases dans cette période :

**De 1830 à 1867 :** Le tissu reste dans un premier temps constitué de terrains agricoles exploités par les colons. Vu la proximité du quartier au port, un certain nombre d'industries venaient s'installer l'entre la mer et la rue tripoli.

**De 1830 à 1930 :** Les premières implantations avaient un caractère défensif et militaire, elles se propageaient le long de l'axe Tripoli. - En 1867, l'avènement du chemin de fer Et le début de tissu industriel le long de la rue tripoli.

**De 1930 à 1962 :** Accentuation de l'activité industrielle du site avec un étalement important tout au long de la partie comprise entre le chemin de de fer et la rue tripoli : Bâti résidentiel au niveau de tripoli et sur les hauteurs, rétrécissement progressive de la vocation agricole, La construction des HLM 1955 , l'extension de quartier vers le sud en occupant des grands lots et l'accentuation de la rupture avec la mer par la densification de l'industrie et Par la suite l'extension du quartier s'est orientée vers l'Est au-delà de la caserne l'implantation du bâti spécialisé et de l'habitat collectif sous forme de grands ensembles

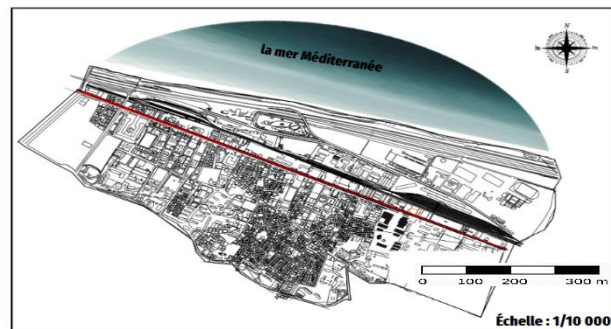


Figure 52: L'Hussein Dey après l'indépendance Source : Bibliothèque des Glycines Éditer Par : Auteurs

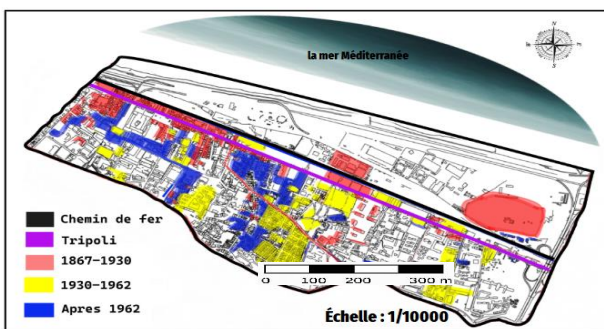


Figure 53: Les différentes chronologies de tissu urbaine à l'Hussein dey Source : Auteurs

### Après l'indépendance :

Urbanisation totale d'Hussein dey et la disparition d'activité agricole, Après 1962, Hussein Dey connaîtra une mutation rapide d'une périphérie industrielle à une zone résidentielle, Déclin des activités industrielles et la dégradation de tissu industriel ont conduit à l'apparition de plusieurs friches, Densification non contrôlée

**LA SYNTHÈSE :** L'évolution de Hussein Dey résulte d'une succession de plans d'urbanisme marqués par l'instabilité historique due à la diversité des occupants. Cette discontinuité a engendré une certaine incohérence urbaine, mais elle offre aussi des opportunités pour revaloriser la ville, notamment à travers la réhabilitation des bâtiments anciens et l'aménagement des friches. HUSSEIN DEY est Née de l'expansion d'Alger vers l'est à l'époque ottomane, la commune a vu son urbanisation évoluer au rythme des besoins successifs, forgeant une identité urbaine riche, complexe et diversifiée.

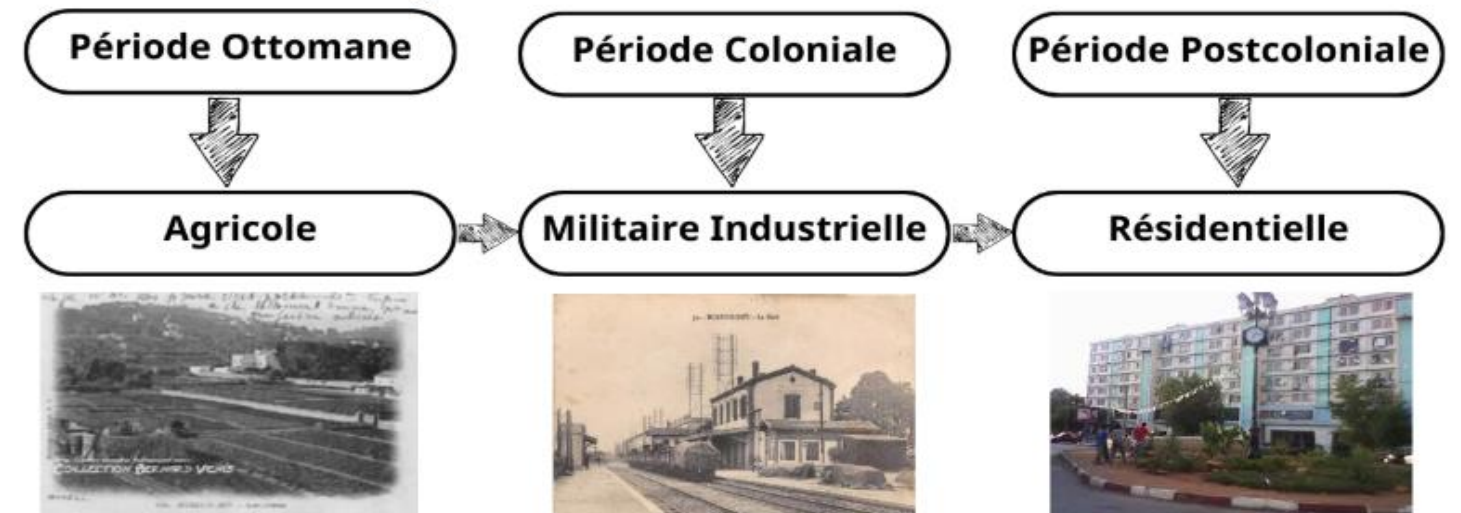
### Stratification de la rue Tripoli :

Tripoli à travers l'histoire :



### Changement de la vocation

La ville a connu des changements de vocation comme ci-dessus :



3.1.5 TABLEAU DES REPONCES CLIMATIQUE :

On peut distinguer 3 tableaux des réponses climatique selon 3 périodes différents :

| La période ottomane                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENVIRONNEMENT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | FOMRE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ENVELOPE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><i>La trame verte</i> : La présence de la végétation partout afin d’assurer un confort thermique</p> <p><i>La trame bleue</i> : La présence des fontaines et les sources d’eaux dans toute la maison et les places publiques</p> <p>Réseau routier : Accessibilité hiérarchisée des espaces publics jusqu'à l'impasse, garantissant l'intimité et l'intégration au site. Il suit un système arboré avec des routes sinueuses, visant à assurer une protection contre le rayonnement solaire intense et les vents dominants.</p>                                                                                                                                       | <p><i>Accès</i> : Marqué par une entrée sinueuse, dont la forme varie en fonction de la position de la maison dans le bloc, pour assurer l'intimité</p> <p><i>Structure interne</i> : Les maisons s'organisent autour d'un espace central ouvert, appelé "Haouch", "Rahba" ou patio.</p> <p><i>Régulation thermique</i> : Cet espace central, souvent agrémenté d'eau et de végétation, agit comme un régulateur thermique en rafraîchissant l'air entrant et en évacuant l'air chaud.</p> <p><i>Circulation de l'air</i> : L'air frais entre par le patio et l'entrée principale, tandis que l'air chaud est expulsé des différentes pièces.</p> <p><i>Espaces de service</i> : Les débarras et salles de bains sont placés avant les pièces d'habitation pour les protéger du rayonnement solaire et sont équipés de mesures d'isolation thermique.</p> <p><i>Hauteur sous plafond</i> : Les hauteurs des pièces varient de 2,5 à 2,8 mètres, améliorant la vitesse de ventilation (effet Venturi).</p> | <p><i>Couleurs</i> : Blanc et bleu : Les murs étaient souvent peints en blanc ou bleu, ce qui aidait à refléter la chaleur et à maintenir les intérieurs frais.</p> <p>Couleurs terre : Les sols et les plafonds étaient souvent réalisés avec des matériaux de couleur terre, comme le bois et la céramique, pour créer une ambiance chaleureuse et naturelle.</p> <p><i>Matériaux</i> : Céramique : Les Ottomans utilisaient fréquemment la céramique pour les revêtements de sol et les carreaux de mur,</p> <p><i>Bois</i> : Le bois était utilisé pour les planchers et les meubles,</p> <p><i>Pierre</i> : La pierre était utilisée pour les fondations et les murs extérieurs, offrant une robustesse et une isolation thermique.</p> |
| La période coloniale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ENVIRONNEMENT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | FOMRE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ENVELOPE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><i>La trame verte</i> :la végétation à jouer un rôle majeur dans Hussein dey pour règles l’inconfort thermique concernant les habitants et donner des pièces d’ombrage dans la rue</p> <p><i>Places publiques</i> : les places publiques étaient les éléments de travail de la conception urbaine dans l’époque coloniale</p> <p>Des infrastructures bien établie a favorisé l'utilisation de la mobilité douce.</p> <p><i>L'enclavement</i> : l’utilisation des espaces semi-privé pour la disposition des jardins l’utilisation de centre d’îlot pour créer des espaces ombre donne une zone de confort pour les habitants qui prompte la convivialité entre eu</p> | <p>Forme cubique et rectangulaire sous forme d’îlots : l’utilisation de la forme géométriquement simple donne un bonus économique au bâtiment</p> <p>Habitat de type en bande : généralement utilisé pour les habitations collectives avec des seuls balcons pour l’étage, ce type peut attendre un gabarit de R+6, habitat type en ligne : utilisé pour l’habitat individuel au semi-collective qui peut atteindre un gabarit de R+2</p> <p>Les puits de lumière étroite pour la ventilation dans les cages d’escalier : ces actions assurent la ventilation agréable avec un niveau d’éclairage suffisant pour le fonctionnement sans menaces l’intègre de la structure en mur porteur</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p><i>Couleur</i> : l’utilisation de la couleur qui reflet à la fois l'architecture méditerranéenne dans la façade en utilisant la couleur blanche et l'ouverture avec persienne bleu en bois avec les puits de lumière horizontaux cette disposition donne l’édifice un confort thermique et une résistance contre la chaleur en été</p> <p><i>Matériaux</i> : l’utilisation des matériaux locaux tels que la pierre, la terre cuite et là le marbre, les chaux et le bois et l barre en H</p> <p>La structure extérieure : les murs pouture constate des matériaux locaux tels que la pierre chaux et la terre cuite assure la stabilité de projets</p>                                                                                    |
| La période post-coloniale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ENVIRONNEMENT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | FORME                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ENVELOPE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Peu de végétation à l'origine, mais présence de quelques arbres pour ombrager les espaces publics et privés.</p> <p>Hauteur des bâtiments : Bâtiments de RDC à 11 étages.</p> <p>Les murs de clôtures pour maximiser la sécurité dans les quartiers et Intégration des aires des jeux dans les quartiers pour les équipements multifonctionnels</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p><i>Forme</i> : des formes géométriques simples, telles que des cubes ou des parallélépipèdes, mettant en avant la fonctionnalité.</p> <p><i>Style architectural</i> : mixité entre les éléments modernes et traditionnelles altérant l’architecture locale</p> <p><i>Typologie</i> : Disparition des cours intérieures remplacées par des couloirs, réduisant la ventilation et la lumière naturelle.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p><i>Couleur</i> : blanc-beige-marron - orange doux</p> <p><i>Matériaux</i> : vers l’utilisation des matériaux plus adapte sans abandonner les matériaux traditionnels et Respect l’aspect économique et écologique</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |



## 3.2 ANALYSE SYNCHRONIQUE :

### 3.2.1 Le système viaire :

#### 3.2.1.1 Hiérarchisation des voies :

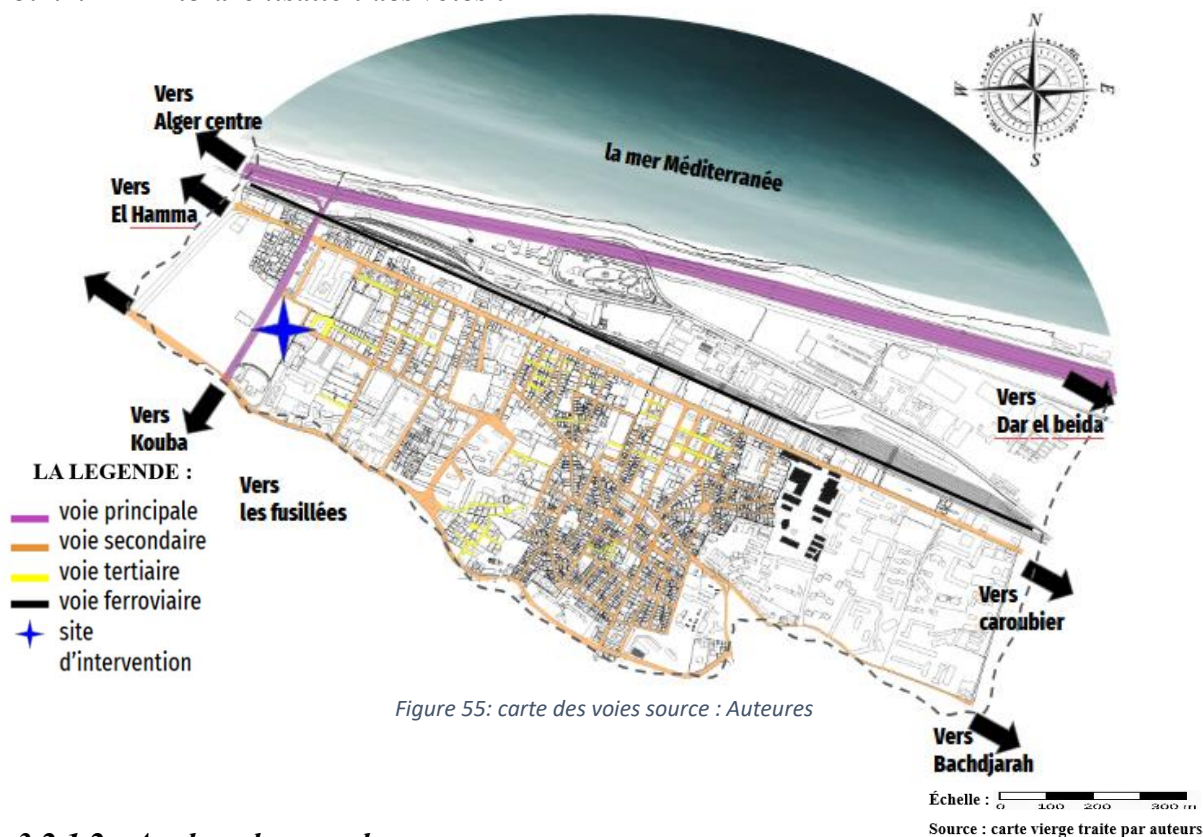


Figure 55: carte des voies source : Auteurs

#### 3.2.1.2 Analyse des nœuds :

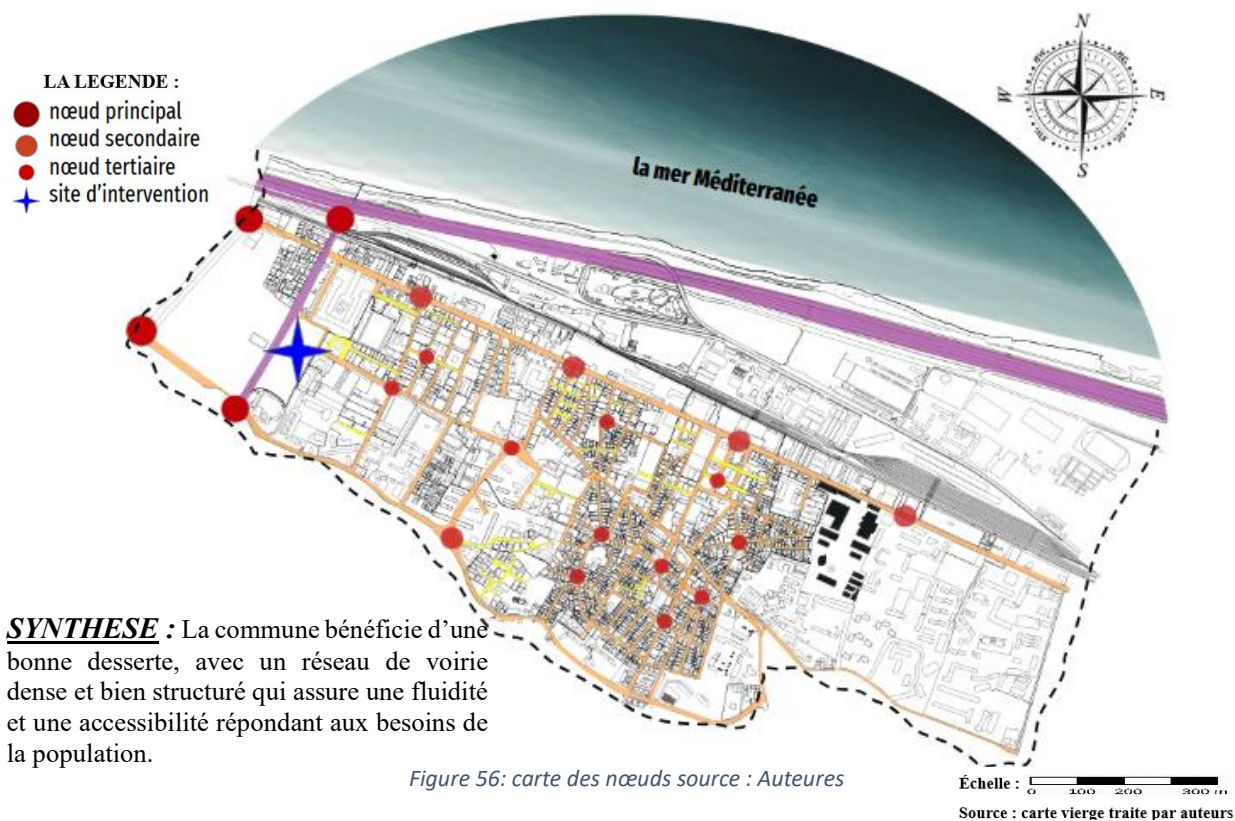
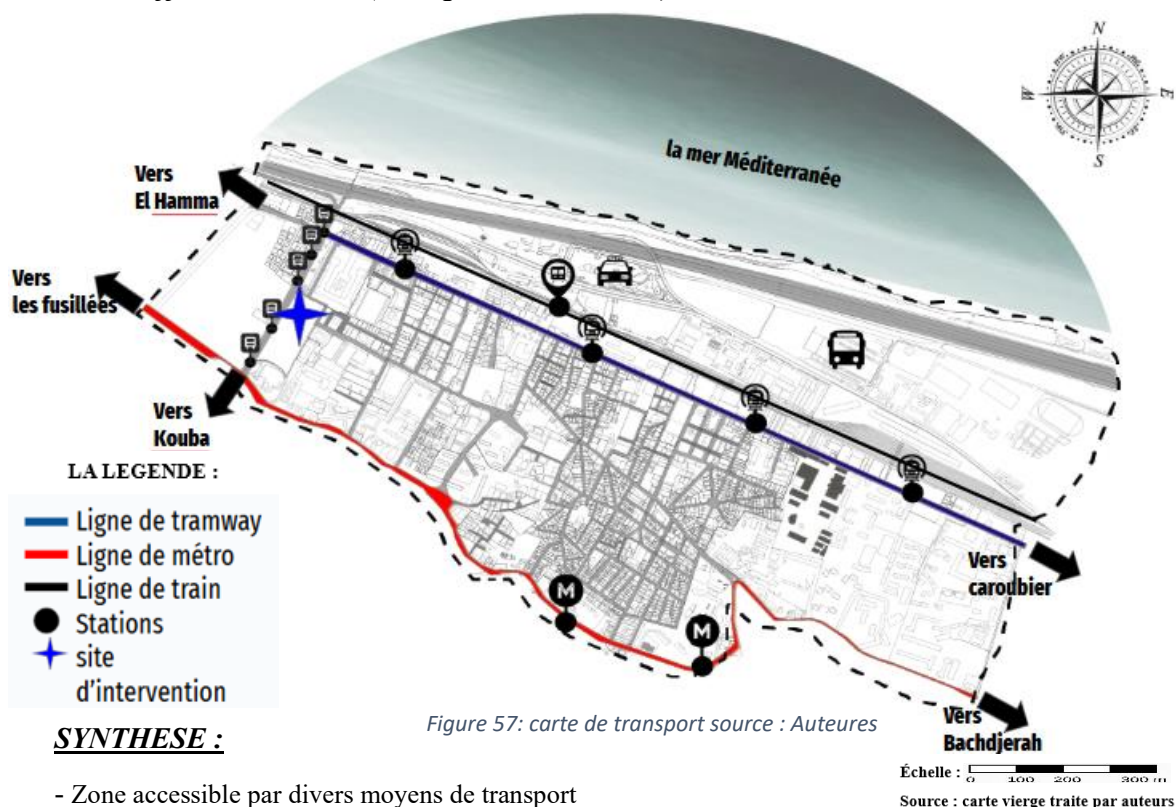


Figure 56: carte des nœuds source : Auteurs

**SYNTHESE :** La commune bénéficie d'une bonne desserte, avec un réseau de voirie dense et bien structuré qui assure une fluidité et une accessibilité répondant aux besoins de la population.

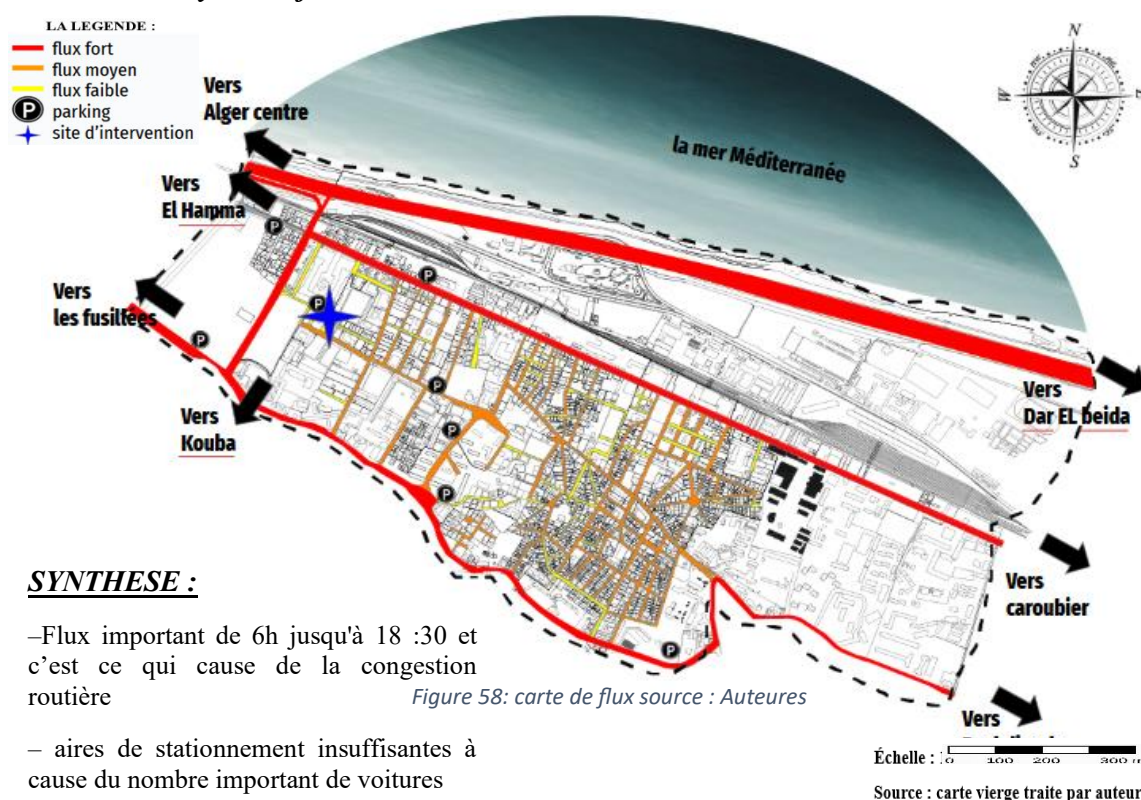
## 3.2.1.3 Offre de mobilité (transport en commun) :



### SYNTHESE :

- Zone accessible par divers moyens de transport
- notre site est desservi par une ligne de bus sur la RN5
- Tramway : arrêt tripoli-thaaliya

## 3.2.1.4 Analyse des flux et de stationnement : s



### SYNTHESE :

- Flux important de 6h jusqu'à 18 :30 et c'est ce qui cause de la congestion routière
- aires de stationnement insuffisantes à cause du nombre important de voitures





Figure 59: des photos représentent le manque des espaces de stationnement source : auteur(s)

### **SYNTHESE :**

- embouteillage dans les heures de pointes dans les quartiers qui ont une densité élevée des équipements.
- stationnement anarchique dû à la non-suffisance des parkings et voies piétonnes non aménagées / quasiment absentes / activités informelles
- voies mécaniques étroites dans certain quartier et ce qui crée des congestions routières à l'intérieur de la commune.

### **3.2.1.5 Perception de l'insécurité :**

perception de l'insecurity

perception de l'insecurity



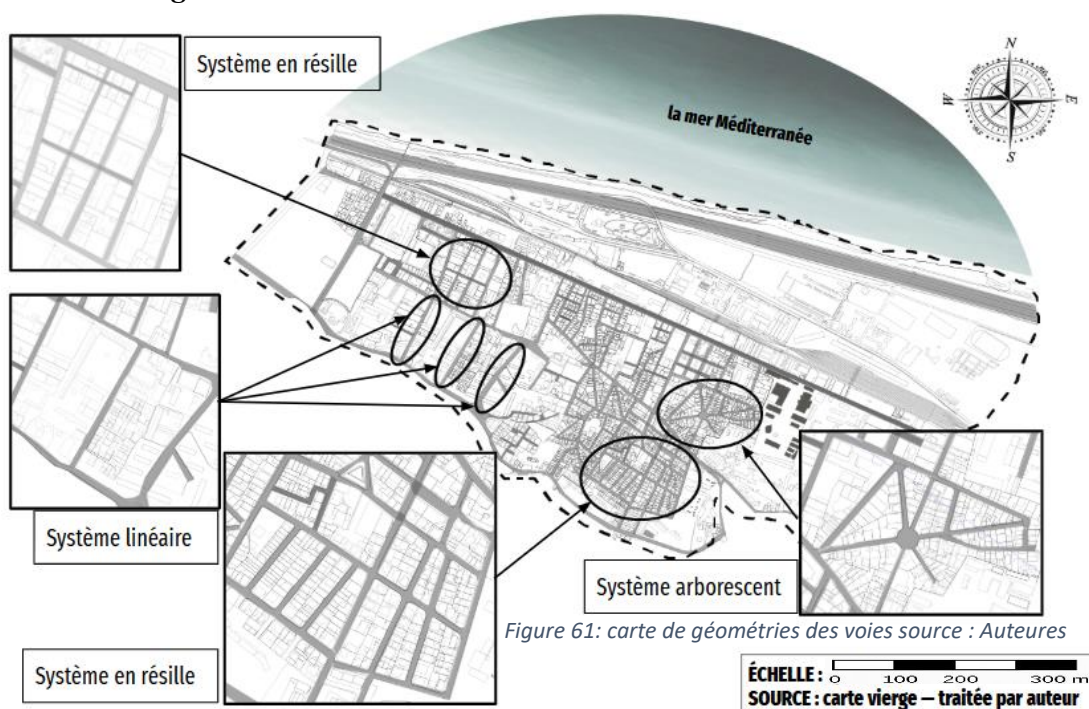
Figure 60: des photos représentent des locaux commerciaux ferme, imperméabilité, déchets et les sdf

Source : auteur(s)

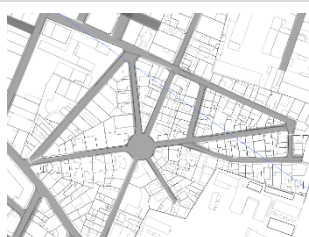
### **SYNTHESE :**

La mobilité piétonne se réduit dans les quartiers dans lesquels se présentent ses conditions → quartiers isolés.

### 3.2.1.6 La géométrie des voies :



#### Type des voies et le résultat



*Système viaire arborescent*

Ilot de forme triangulaire  
Rues droites



*Système viaire linéaire*

Ilot de forme triangulaire  
Rues droites



*Système viaire en résille*

Ilot de forme triangulaire  
Rues droites

### 3.2.2 Système parcellaire



*Ilot sous forme d'un L*

Îlot en L, avec un espace central semi-ouvert aménagé en cours verte avec bâtiments disposés en angle droit +une bonne entrée de lumière naturelle et favorise la ventilation



*Ilot sous forme d'un U*

Îlot en forme de U doté d'une cour centrale carrée servant d'espace semi-privatif pour les résidents.

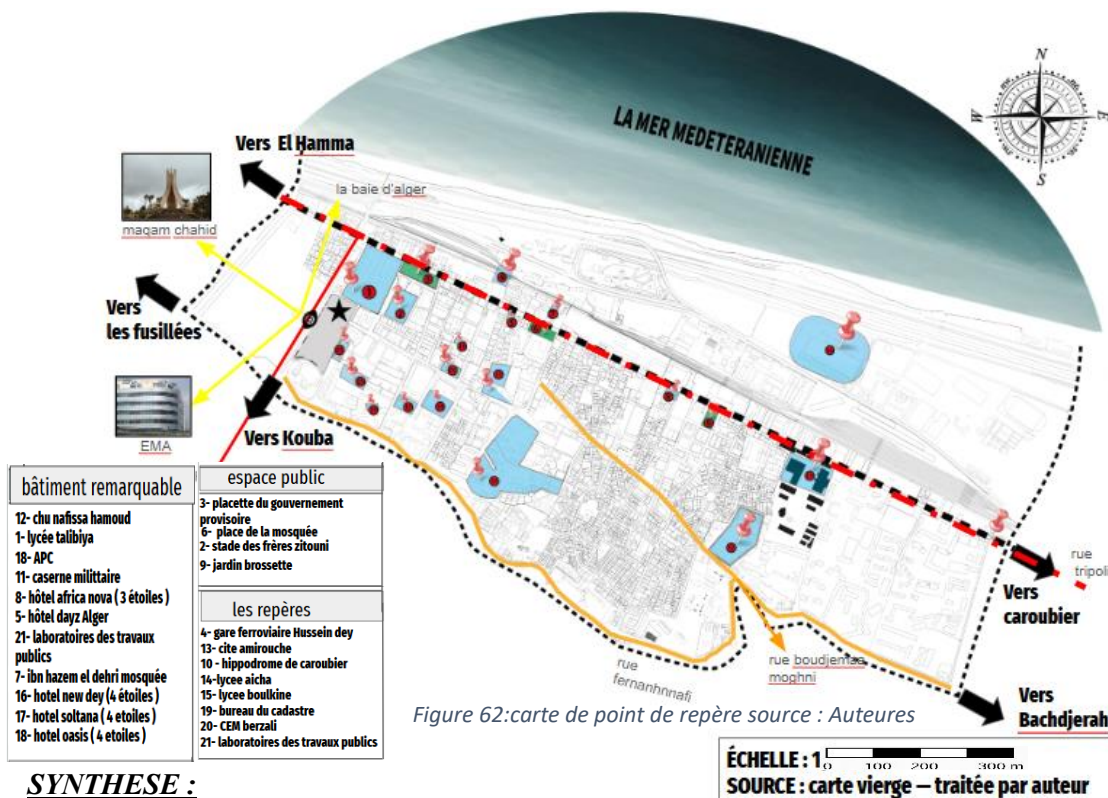


*Ilot sous forme irrégulière*

Îlot irrégulier avec des bâtiments dispersés, de taille et forme différente, doté d'une cour centrale

## 3.2.3 Le système bâti :

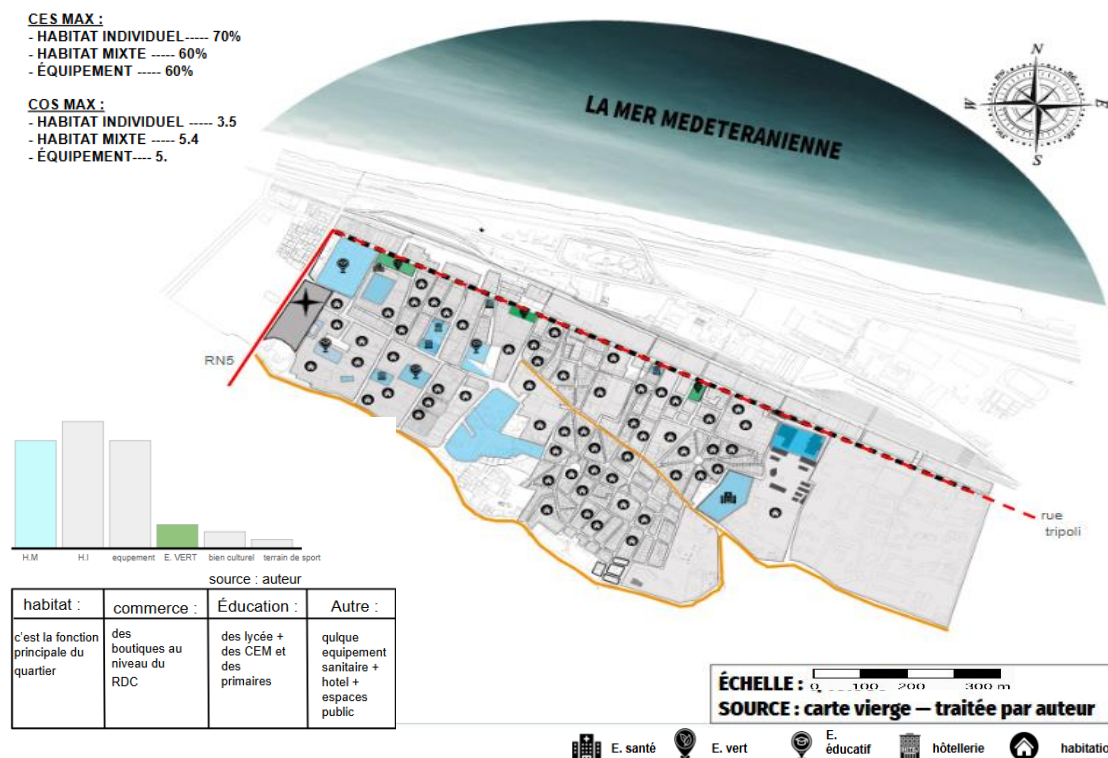
### 3.2.3.1 Point de repères :



### SYNTHESE :

Le site est à proximité d'une zone d'habitat ; donne une vue sur maqam chahid et la baie d'Alger et plusieurs équipements de plusieurs fonctionnalités (hôtels ; lycée ; commerce ...)

### 3.2.3.2 La densité :





### **SYNTHESE :**

-Présence de plusieurs équipements de déférente vocation (commerce ; santé ; éducation...)

- l'habitat représente 70% avec le manque des d'infrastructure de loisir il est préférable la vocation de notre projet s'oriente vers des centres d'affaires (Pôle administratif suivant la proposition du pos 2024) ou bien vers le loisir et le commerce

### **3.2.3.3 État de bâtis :**

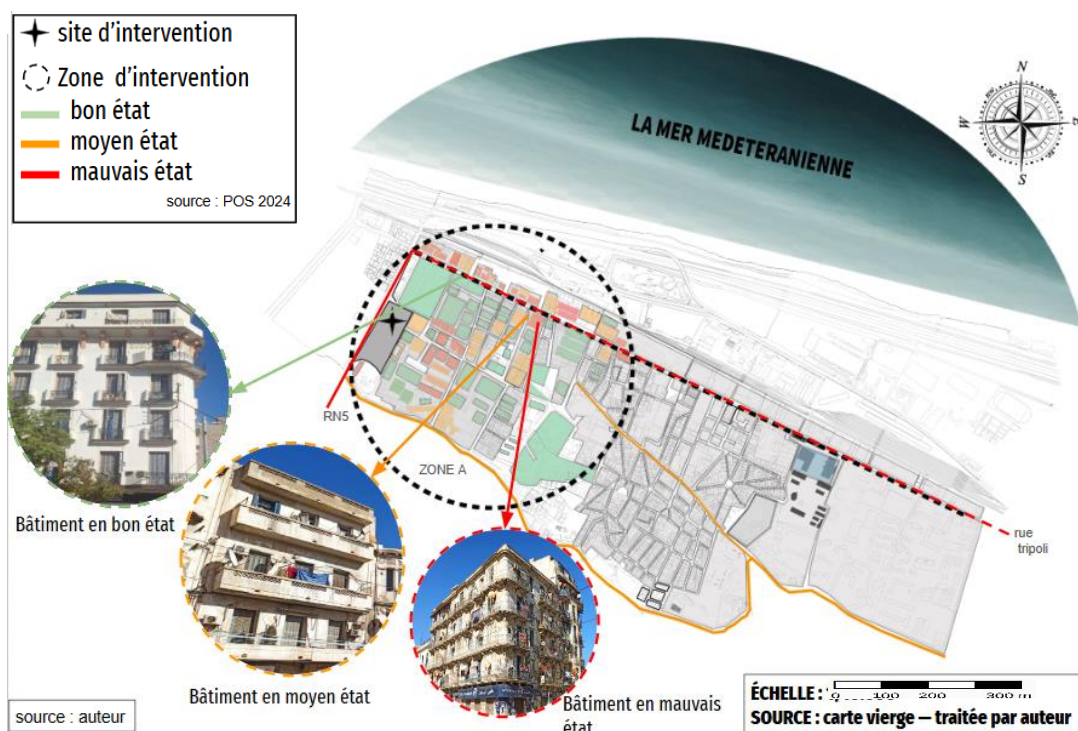


Figure 64: carte de l'état de bâtis source : Auteurs

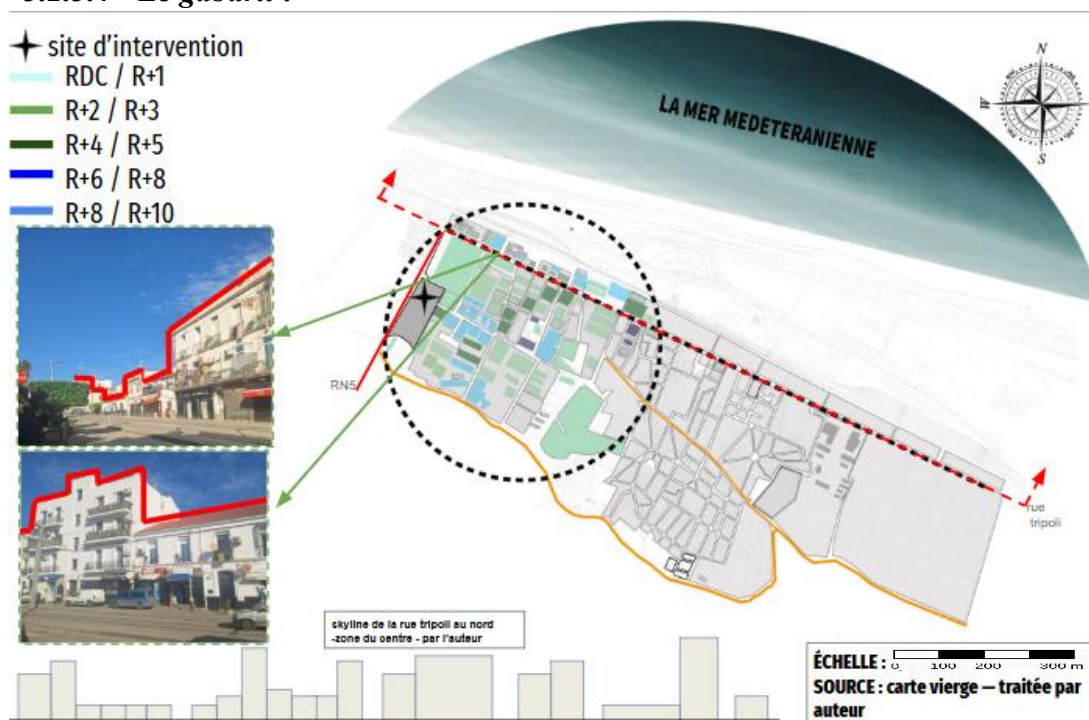
### **SYNTHESE :**

– Présence de quelques habitations (collectif et individuel) + tous les équipements sont de bon état, les habitations qui sont situées au niveau de l'axe de tripoli (cote haut) la plupart sont de mauvais état (état vétuste).

– Les équipements (hôtels, Mosquée ...) Et l'habitation (H.I et H.C) situe au niveau de l'axe de tripoli la plupart sont de bon état (coté bas)



## 3.2.3.4 Le gabarit :



### SYNTHESE :

-Le long de l'axe de Tripoli, les bâtiments présentent un gabarit allant du rez-de-chaussée (RDC) à deux étages, ce qui favorise une échelle humaine et crée une atmosphère plus intime. (Colonial

-Dans le tissu postcolonial, la hauteur des bâtiments augmente : les habitations individuelles s'élèvent souvent à quatre niveaux, tandis que les bâtiments collectifs atteignent fréquemment entre 6 et 11 niveaux.

## 3.2.4 Le système non bâti et les espaces publics :

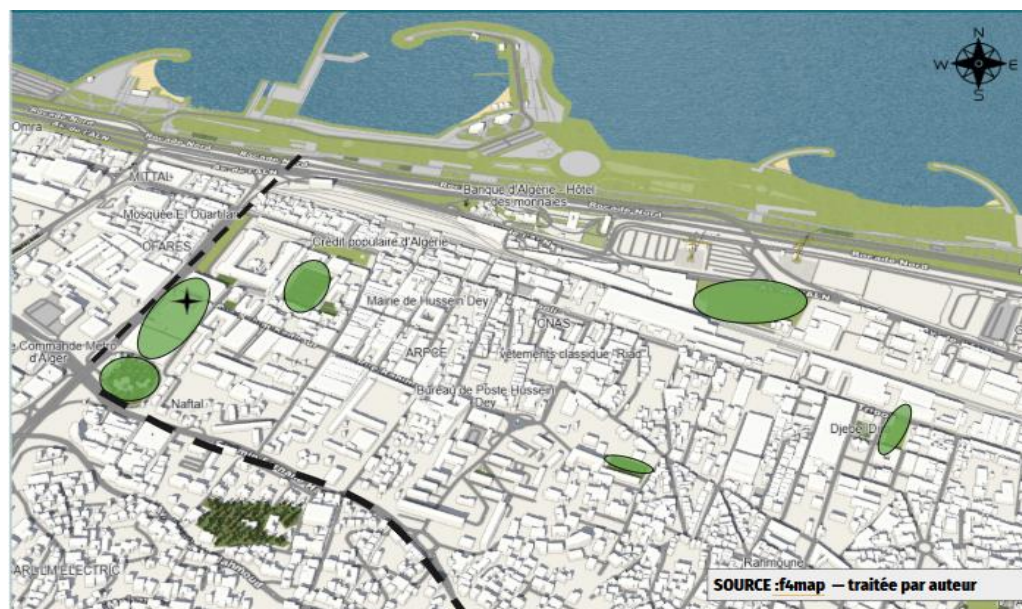


Figure 66: carte du gabarit source : Auteurs

SYNTHESE : Deux jardins existants dans la commune, pauvreté au niveau des espaces publics et les espaces verts. Un seul terrain vide qui sera notre terrain d'intervention. Domination de l'habitat collectif (elle est en cours de devenir une cité dortoir).

### 3.3 ANALYSE SEQUENTILLE :

L'analyse séquentielle permet de relier la forme urbaine à la perception sensorielle des usagers, en évaluant l'imagibilité d'un lieu, c'est-à-dire sa capacité à être reconnu et mémorisé. Inspirée des travaux de Kevin Lynch (1960), Lynch propose en plus des 5 points d'analyse, cette méthode aide à comprendre les ressentis produits par les ambiances urbaines, afin de les valoriser ou les requalifier. L'observation dans notre aire d'intervention a permis d'identifier plusieurs séquences, traduisant la richesse perceptive de l'espace analysé. Voir la carte de l'analyse séquentielle ci-dessous.

- **Séquence 1 : Zone de transit :** se trouve à l'entrée ouest de quartier, D'un côté on trouve à gauche un parc de stationnement et Etusa avec un mur de cloisonnement et Direction technique de la navigation aérienne, Direction de la logistique - ENNA, Mutuelle Générale Des Transports MGT qui donne un taux élevé des travailleur et un aspect étatique pour la zone, de l'autre en trouve habitations collectives et des commerces en RDC qui bénéficie du flux important des travailleurs de secteur.
- **Séquence 2 : No Man's Land :** marque le moment où l'on a l'impression d'entrer dans une zone mute, D'un côté de la route, une zone de bâtiments résidentiels avec des garages de RDC fermé et la présence des SDF créant une atmosphère d'étrange de l'insécurité. De l'autre côté, un terrain vide avec une ligne des voitures stationnée cette zone vous donne la sensation de vous dire que vous n'êtes pas le bienvenu ici
- **Séquence 3 : Zone des élèves :** Dans cette séquence, La végétation et la place créent une impression de fraîcheur. On face de terrain d'action, on trouve Le flux des véhicules est plus intense et le flux piétonnier élevé en raison de la présence des élèves du lycée Thaalibiya cette zone est équipée par un trottoir étroit par rapport à l'importance de place qui oblige les élèves de marché dans la voie mécanique.
- **Séquence 4: Zone la belle et la bête :** dans cette zone, il y a 2 opposés polaires qui sautent et peuvent être remarqués immédiatement, la première est les vues que l'on peut voir à travers cette route du métro d'Alger, maqam al Shahid et du palais de la culture, et même la baie de Alger, Bien que l'autre côté de cette route soit l'insécurité qu'elle donne et le mauvais état dans lequel elle se trouve sans lumières nocturnes et la nuisance sonore des voitures qui passent à grande vitesse de manière unidirectionnelle et même ses importantes.



Figure 67: Une carte qui représente les séquences de l'analyse séquentielle source : auteur(s)

## 3.3.1 L'enquête :

On a fait une petite enquête à l'habitant de quartier basé sur leur sensation d'espaces pour avoir plusieurs avis : Dix personnes ont été interrogées, mais seules huit ont répondu. le 30/10/2024 De 10 :00 à 15 :00

Est-ce que vous avez une sensation d'un manque dans ce quartier et quelle activité vous voulez dans cette zone ?

Table 12: des personnes questionnes et leurs réponses source : auteures

| Les personnes       | Les réponses                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Personnes de 60 ans | Un manque de loisir comme des cinémas et les salles de sport comme des piscines                                                                                                                                            |
| Personnes de 40 ans | Un espace de rencontre pour les personnes âgées, des dos d'ânes, état vétusté des bâtiments cause un risque pour les habitants (balcons).<br>Un espace de loisirs pour les gens Agnès<br>Une agence de voyage (air Algérie |
| Personnes de 20 ans | Manque de transport<br>Circulation à la séquence                                                                                                                                                                           |
| Élèves de Cem 5em   | Restaurants<br>Les activités de loisir pour le soir                                                                                                                                                                        |
| Élèves de Cem 2em   | La végétation<br>Cinéma (après, je l'ai proposée)                                                                                                                                                                          |

## 3.3.2 Synthèse du diagnostic :

Table 13: Les problématiques ressortis de l'analyse urbaine. Source : Auteurs

| Problématiques ressortis Impact sur le projet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Problématiques ressortis Impact sur le projet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>La commune :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un manque d'animation par rapport au a la commune de hussein dey entre le cote de tripoli et le cote de le RN5 .</li> <li>• Négligence de la baie d'alger et son importance.</li> <li>• L'absence d'une façade urbaine harmonieuse et la dominnace d'une facade coloniale vetuste</li> </ul> <p><b>Le système viaire :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le site est bien accessible grâce à sa situation stratégique et sa position sur la RN5</li> <li>• le système en résille est le plus dominant dans la commune et cela explique la bonne hiérarchisation des voies et des rues .</li> <li>• Un manque de stationnement des véhicules.</li> </ul> <p><b>Le système batis :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'habitat représente 70% de quartier.</li> <li>• Présence d'un élément de repère « Maqam shahid » qui enrichit la zone</li> <li>• Alignement clair et nette.</li> </ul> <p><b>Le système des espaces publics :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pauvreté au niveau des espaces publics.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-faire un projet qui reçoit un grand public</li> <li>-promotion du tourisme et des espaces public</li> <li>-Intégration de parkings souterrains dans nos futurs projets</li> <li>-Élargissement des voies piétonnes et création de nouvelles voies</li> <li>-Développer un projet attractif et monumental connecté avec la baie.</li> <li>-projet qui se connecte avec les paysages existants projet monumental avec vues orientées vers les paysages important</li> <li>-Réanimer les zones vides et non fréquenter</li> <li>-Créer des zones de gestion de déchets</li> <li>-Créer des dortoirs pour les non-abris</li> <li>-Aménager des voies piétonnes et de mobilité douce</li> <li>-Créer des places publics</li> <li>-intégrer une partie du projet come espace public aménagé.</li> <li>-Adapter les bâtiments pour maximiser la ventilation naturelle et l'éclairage en fonction de la parcelle.</li> <li>-Une certaine liberté au niveau de gabarit.</li> <li>-Proposer une fonction au niveau de RDC qui va faire l'animation et continuer le flux dans ces parties.</li> <li>-projet. - Injecter des nouvelles activités.</li> </ul> |

## 3.3.3 Analyse AFOM :

L'analyse AFOM (Atouts, Faiblesses, Opportunités, Menaces) est un outil stratégique qui permet de croiser les éléments internes (forces et faiblesses) d'un territoire ou d'un secteur avec les éléments externes (opportunités et menaces) de son environnement. Elle aide à construire une vision claire pour l'avenir, qu'il soit à court, moyen ou long terme. Son objectif est de guider les décisions en valorisant ce qui fonctionne bien et en tirant parti des opportunités tout en limitant les impacts des faiblesses et des risques potentiels. Cet outil devient ainsi un support essentiel pour penser des actions cohérentes et efficaces dans une démarche de développement (Lardon, Piveteau, & Puech, 2005) . Voir figure ci-dessous.



## CHAPITRE 03 : CAS D'ETUDE

Table 14: Table 14 : Un tableau représente les éléments ressortis selon l'approche AFOM.  
Source : Auteurs

|            |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |
|------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| ATOUS      | Système parcellaire | <ul style="list-style-type: none"> <li>- forme rectangulaire du terrain</li> <li>— Permet une organisation précise des terrains, facilitant ainsi la planification et l'utilisation optimale des sols.</li> <li>Présence de 4 façades</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Système parcellaire | <ul style="list-style-type: none"> <li>- grande surface du terrain</li> <li>- position à l'extrémité de la commune = fonction spécifique</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                           | opportunités |
|            | système viaire      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- limitation du terrain par une route a forte vitesse</li> <li>- accessibilité facile</li> <li>- Réseau de transport public bien desservi</li> <li>- Hiérarchisation du réseau viaire</li> <li>- Réduction de l'isolement de certain quartier</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                      | système viaire      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement des transports en commun</li> <li>- inclusion de la mobilité douce</li> <li>- Intégration de technologies intelligentes (smart city.... signalisation)</li> <li>- possibilité de faire un projet qui reçoit un grand public</li> <li>- promotion du tourisme et des espaces publics</li> </ul>                                                                                         |              |
|            | Système bâti        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence des constructions de plus de R+7 permet Exploiter le potentiel paysager ; la baie d'Alger ; maqam Shahid à travers la monumentalité</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Système bâti        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- favoriser la mixité fonctionnelle dans la zone</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |
|            | Système non bâti    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence du terrain vierge avec des surfaces importantes</li> <li>- permet de concevoir un projet sans contraintes liées à des constructions existantes et concevoir des grandes aires jeux ; des parcs</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Système non bâti    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avec une grande surface disponible, on peut imaginer un projet intégrant plusieurs éléments ( projet + aire de jeux + parking )</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                           |              |
|            | séquentielle        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- flux important des élèves surtout à (10h-12h-14h)</li> <li>— les magasins fermes à côté de projet –</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | séquentielle        | <ul style="list-style-type: none"> <li>— un site bien animé au début avec une accessibilité piétonne etwtr mécanique depuis 3 rue</li> <li>— les vues sur les points de repère</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
| FAIBLESSES | Système parcellaire | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficultés dans la réaffectation et la densification</li> <li>- Absence de réserves foncières pour les espaces publics</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Système parcellaire | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pression de l'urbanisation rapide</li> <li>- densification des parcelles</li> <li>- risque de l'érosion de l'identité locale</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                              | MENACES      |
|            | système viaire      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- manque de voies piétonnes et d'espaces de mobilité douce.</li> <li>- Congestion routière fréquente</li> <li>- Insuffisance des parkings</li> <li>- Réseau peu adapté aux transports publics modernes.</li> <li>- mauvaise gestion des intersection et absence de feu de signalisation</li> <li>- Encombrement par les commerces et activités informelles</li> </ul>                                                                                                                                                         | système viaire      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'occupation illégale ou informelle des espaces publics</li> <li>- Les contraintes budgétaires qui peuvent limiter les investissements dans l'entretien et l'amélioration du réseau viaire.</li> <li>- Mauvaise gestion de la croissance urbaine==planification inadéquate du réseau viaire</li> <li>- les fortes pluies ou les vagues de chaleur, pourraient endommager le réseau viaire</li> </ul> |              |
|            | Système bâti        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- État de bâti permet de faire un projet innovant et remarquable de l'ordinaire</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Système bâti        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contribuer dans la durabilité à travers une éco équilibre.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |
|            | Système non bâti    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- manque des aires de jeux structuré que ce soit à l'échelle du quartier / la commune</li> <li>- nécessite souvent l'installation complète de nouvelles infrastructures alors le cout va être élevés</li> <li>- Peut poser des défis en termes de connexion aux services et d'attractivité initiale.</li> <li>- La transformation d'un terrain vierge peut nécessiter des aménagements importants qui affectent la biodiversité locale ou le paysage naturel, surtout si la zone est très naturelle ou écologique.</li> </ul> | Système non bâti    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- soumis à des réglementations strictes en matière de zonage ou de protection de l'environnement (surtout pour obtenir l'autorisation)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
|            | Séquentielle        | <ul style="list-style-type: none"> <li>— un site bien animé au début avec une accessibilité depuis 3 rue</li> <li>— les vues sur les points de repère</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | séquentielle        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- la dominance des activités de commerce et restauration de type identique</li> <li>— l'insécurité de trottoir et des zones qui créent les poches vides dans le quartier</li> <li>- les heures des points des habitants des logements</li> </ul>                                                                                                                                                       |              |

Après avoir établi et croisé les points AFOM, nous sommes arrivés à une stratégie globale « accentuer le caractère métropolitain de la commune d'alger ». Cette stratégie s'appuie sur une batterie d'actions que nous énumérons dans les points décrits sur la figure ci-dessus et qui sont : exploiter le potentiel paysager en intégrant dans le projet des espaces verts/ libre pour favoriser la mixité fonctionnelle et ranimer les quartier ; un projet avec une hauteur importante pour marquer sa présence et profiter des vues panoramiques ; Etablir de nouvelles fonctions tel que présentés sur la figure ci-dessus.



## CHAPITRE 03 : CAS D'ETUDE

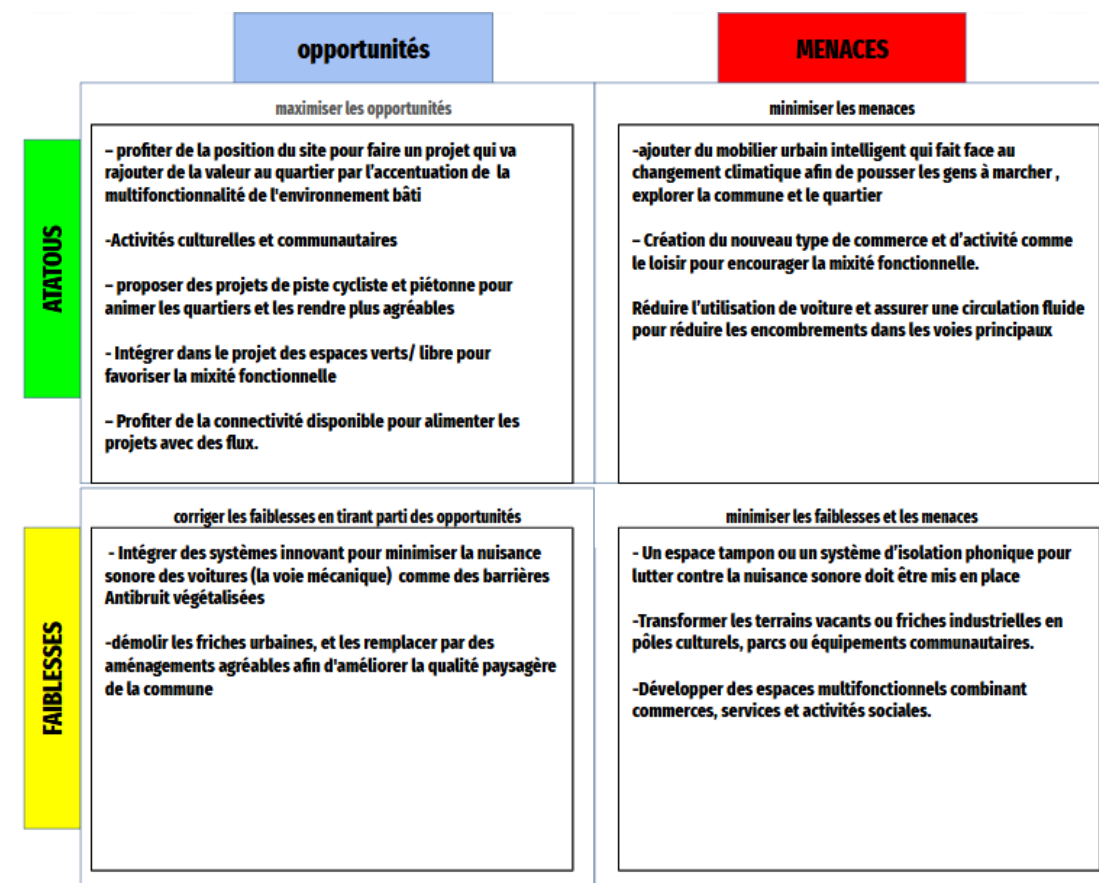


Figure 68:les stratégies ressortis. Source : Auteurs

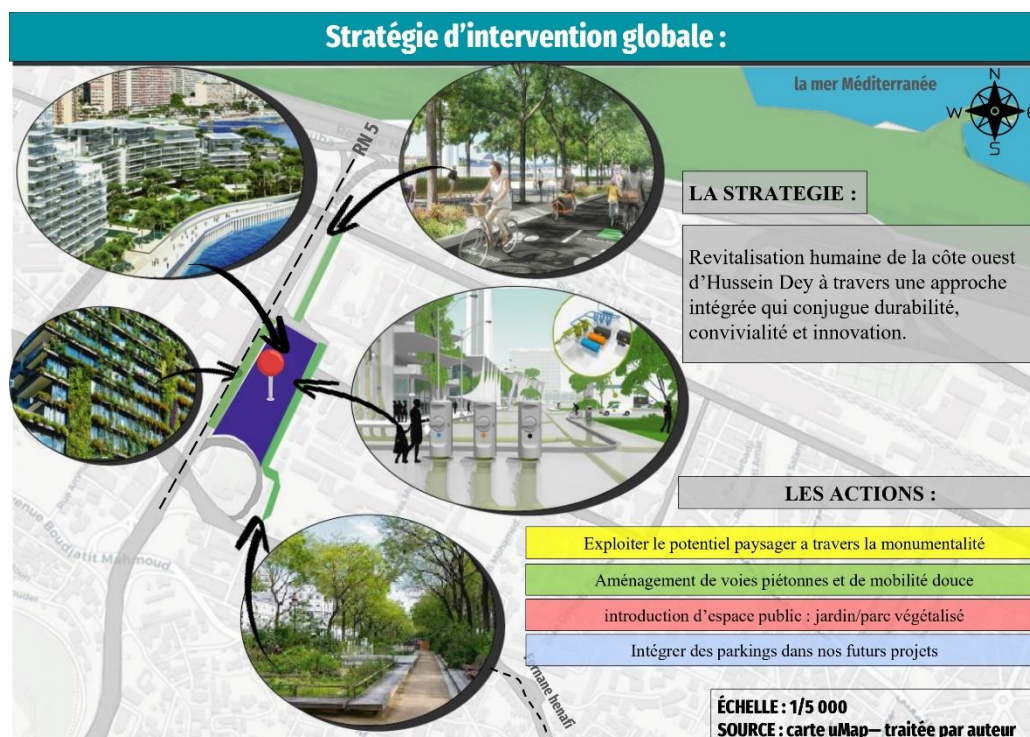
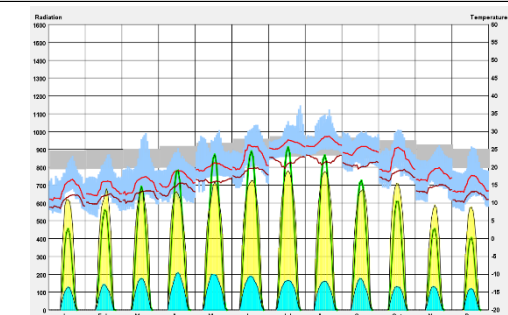
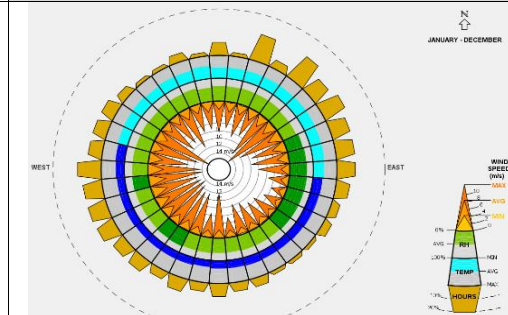
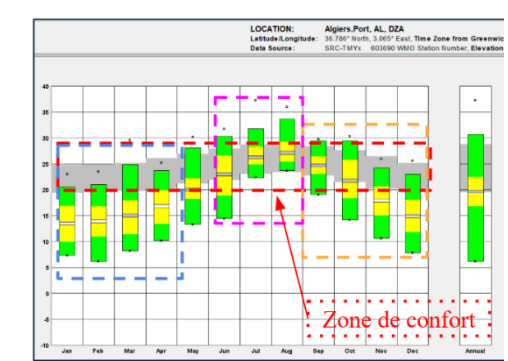
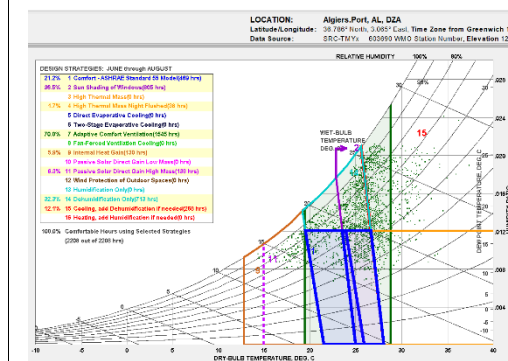
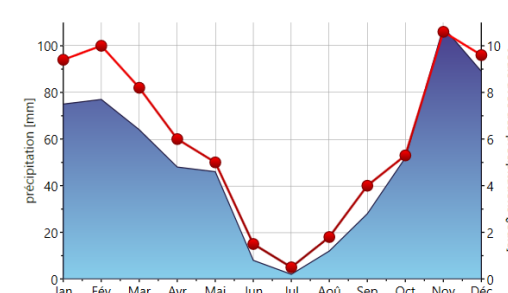
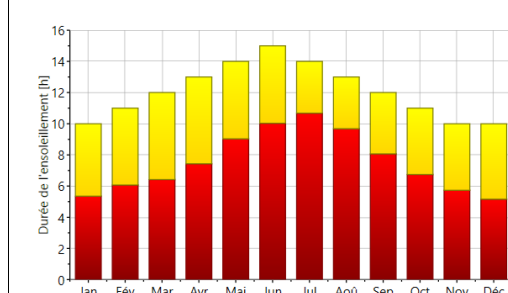


Figure 69: Carte aérienne qui représente les stratégies de la synthèse d'approche SWOT. Source : auteurs

### 3.4 ANALYSE CLIMATIQUE :

Dans cette analyse nous allons développer une analyse climatique sur deux échelles, présentation des données climatiques pour avoir une idée globale sur l'étage climatique de notre cas d'étude à travers deux logiciel Meteonorm et Climate Consultant V6 développé par l'université de Californie, puis nous allons présenter une analyse climatique de la commune Hussein dey à Alger à travers le diagramme de Sozoklay qui permettent de choisir les dispositifs bioclimatiques qui s'adaptent au climat du site.

Table 15:Un tableau représente les éléments ressortis selon l'analyse climatique. Source : Auteurs

|                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div><div>Humidité relative</div><div><p>Figure 70:Figure78 : Diagramme de l'humidité à Hussein-dey Source : Climate Consultant</p></div></div> | <div><div>Recommandations</div><div><p>Dans ce diagramme, la zone de neutralité (du confort en gris) croise la température de l'air extérieur quasiment pendant tous les mois de l'année avec plus de croisement constaté en mi-saison.</p></div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <div><div>Les vents</div><div><p>Figure 71: Direction des vents dominants à Hussein-dey Source : Climate Consultant</p></div></div>                                             | <div><div>Recommandations</div><div><p>Les vents dominants à Alger proviennent principalement du nord et nord-ouest, avec une fréquence élevée tout au long de l'année. Ils atteignent des vitesses moyennes entre 4 et 6 m/s, et peuvent dépasser les 8 m/s. D'autre part, les vents du sud et sud-est, peuvent apporter de l'air chaud et sec, surtout en été.</p></div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <div><div>Température mensuelle</div><div><p>Figure 72:Variation de température mensuelle à Hussein-dey</p></div></div>                        | <div><div>Recommandations</div><div><p>La zone de confort thermique est atteinte naturellement approximativement 6 mois par an entre avril et octobre.</p><p>En hiver (décembre à février), les températures sont inférieures au confort.</p><p>En été (juin à août), les températures dépassent les seuils supérieurs de confort, impliquant un risque de surchauffe, d'où l'importance de la protection solaire et de la ventilation naturelle.</p><p>Le printemps et l'automne offrent des conditions plus favorables au confort passif, avec peu de besoins en chauffage ou refroidissement.</p></div></div> | <div><div>Diagramme de szokolay</div><div><p>Figure 73: Diagramme psychométrique d'Hussein-dey pour les mois : juin-juillet – aout Source : Climate Consultant</p></div></div> | <div><div>Recommandations</div><div><p>La lecture du diagramme psychométrique montre que durant les mois de juin, juillet et août, le climat à Alger n'est naturellement confortable que durant 21,2 % du temps (469 heures). La gestion de la ventilation adaptative, le confort thermique peut être amélioré, atteignant jusqu'à 70 % (1545 heures). La protection solaire des vitrages permet d'améliorer le confort de 36,5 % (05 heures). Les gains de chaleur interne contribuent à 5,9 % (130 heures). Tandis que les gains solaires passifs avec forte masse thermique peuvent améliorer le confort de 6,3 % (138 heures). Une déshumidification est nécessaire dans 32,3 % des cas (713 heures) pour améliorer le confort dans les plages d'humidité plus élevées. Enfin, dans certains cas extrêmes, une déshumidification accompagnée d'un rafraîchissement modéré serait requise pendant 12,1 % du temps (268 heures).</p></div></div> |
| <div><div>Précipitations</div><div><p>Figure 74:Diagramme de précipitation à Hussein-dey Source : Climate Consultant</p></div></div>          | <div><div>Recommandations</div><div><p>Il pleut environs huit mois sur douze, avec une quantité mensuelle variable qui atteint son maximum durant la saison d'hiver, où elle atteint 110 mm en novembre pour dix journées avec précipitations, et 90 mm en décembre pour neuf jours avec précipitations.</p></div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <div><div>identification de l'étage climatique</div><div><p>Figure 75:Figure 83 : durée d'ensoleillement à Hussein-dey Source : Climate Consultant</p></div></div>            | <div><div>Recommandations</div><div><p>Pendant l'année, la température moyenne à Hussein-dey est de 18°C et les précipitations sont en moyenne de 609 mm.</p><ul style="list-style-type: none"><li>Indice d'aridité de Martonne : <math>P/T+10= 21,75</math></li><li>IDM = 21,75</li><li><math>20 &lt; IDM &lt; 30</math> : sub-humide</li></ul></div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

### 3.5 LE PROJET :

#### 3.5.1 La naissance de l'idée de projet :

La génération Z concerne la population née après 1995 (entre la fin des années 1990 et la fin des années 2000), Selon OLLIVIER et TANGUY (2017) cette génération est généralement reconnue pour maîtriser la technologie, être socialement engagée, avoir l'esprit entrepreneurial et être responsable. (Academos : 2019). On l'appelle également « génération 4C », pour créative, confiante, connectée et collaborative (IPSOS :2016). Depuis 2020, elle représentera 20 % de la main-d'œuvre mondiale (DELL technologies :2018).

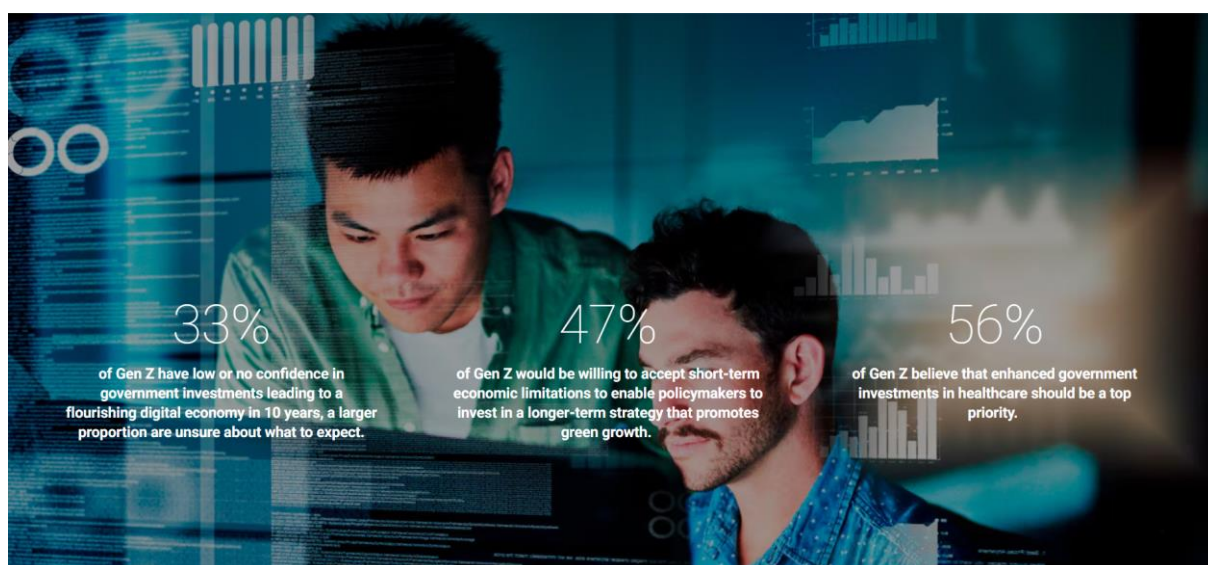


Figure 76:: les caractéristiques de génération Z. Source : <https://www.dell.com/en-us/dt/perspectives/gen-z.htm>

La génération Alpha est la population née entre 2010 et 2020 (Thomas J. Ryan, :2023), selon l'UNESCO c'est la plus grande génération de l'histoire, en termes de nombre d'individus, mais aussi en termes de niveau d'instruction, D'ici 2030, ils représenteront 34% de la population active mondiale. Ce qui distingue cette génération, c'est qu'elle est entourée des nouvelles technologies numériques. (Eminence :2023).

Ces jeunes générations, constamment connectées, investissent les espaces publics et privés avec une aisance technologique inédite. Il devient alors essentiel de penser des lieux adaptés à leurs besoins, capables de les accueillir, de les orienter et de les préparer à jouer un rôle actif dans la société.

Dans cette optique, notre projet architectural s'articule autour d'un concept innovant : le **centre d'affaires** (*affaires, Innovation, Technologie*). Ce sera un projet à proposer un ensemble de

### CHAPITRE 03 : CAS D'ETUDE

services ciblant aussi bien les jeunes innovateurs que les entrepreneurs. Il vise à catalyser les talents et stimuler les échanges, en offrant un cadre de travail moderne, intelligent et durable.

Il s'inscrit dans une stratégie globale qui valorise l'innovation, le tourisme scientifique et l'affaires, tout en intégrant les principes de la **conception bioclimatique** afin d'offrir des espaces confortables et respectueux de l'environnement, Voir figure ci-dessous.

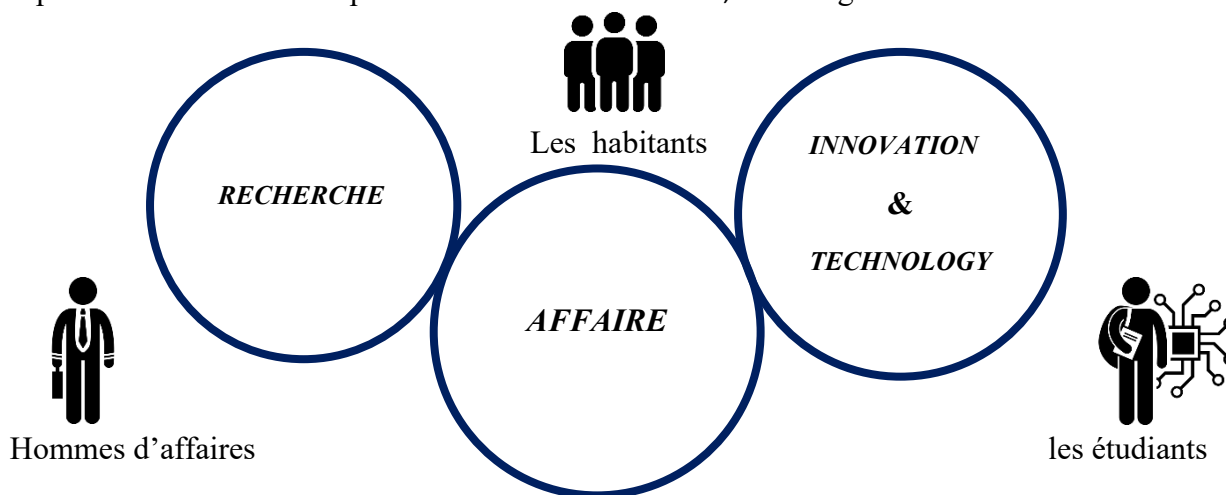


Figure 77: schéma résume l'idée mère de projet, Source : auteures

Notre projet AFFAIRE – RECHERCHE & INNOVATION TECHNOLOGIQUE (CRI-TECH) vise à rendre l'entrepreneuriat et l'innovation plus accessibles, inclusifs et participatifs, en particulier pour les jeunes générations, en se basant sur le potentiel transformateur des technologies numériques. En synthèse, notre vision peut se résumer ainsi : CRI-TECH s'imposera comme un repère emblématique sur la façade d'Alger plus précisément la commune de Hussein dey. Un projet qui va donner la transition vers l'avenir et le future, intégrant à la fois de nouveaux modes de travail, une innovation technologique de pointe, et une amélioration de la qualité de vie locale. Ce bâtiment deviendra l'icône architecturale de la ville, un lieu de convergence pour les leaders technologiques et les startups. Il offrira un environnement propice à l'innovation des jeunes et à l'accélération du progrès collectif. Intégrant les principes de flexibilité, de durabilité et de connectivité, le projet ambitionne d'établir un nouveau standard pour les espaces de travail du futur : plus sains, plus adaptatifs, et profondément ancrés dans les dynamiques d'innovation. Voir figure ci-dessous.





*Figure 78: schéma représente la nuisance du nom du projet, Source : auteures*

### 3.5.2 Schéma de principes et genèse du projet :

La conception de notre projet s'articule autour d'une logique contextuelle obtenue progressivement à partir de l'analyse urbaine, du site et de notre ressenti lors de nos visites du terrain. La figure ci-dessous résume la démarche conceptuelle suivie.



*Figure 79: schéma représente des raccourcis de processus de conception, Source : auteurs.*

L'intégration du projet à son contexte constitue la première étape de notre réflexion. Elle se partage sur plusieurs niveaux. D'un point de vue fonctionnel et formel, le projet est conçu pour se distinguer dans son environnement tout en répondant aux dysfonctionnements remarqués lors de l'analyse urbaine. À l'échelle de la ville, nous avons privilégié la complémentarité spatiale et fonctionnelle à travers la création d'un espace public structurant et traversant, favorisant une découverte progressive des composantes du projet.

À l'échelle architecturale, le projet se veut être un pôle d'attraction multifonctionnel : un centre névralgique pour les affaires, un tremplin pour la jeunesse, une nouvelle destination à la fois pour les habitants et les visiteurs. Il ambitionne de proposer un mode de vie intégré, combinant travail, la recherche et l'innovation technologique, dans un cadre durable et innovant. Enfin, l'approche volumétrique vise une architecture repérable, audacieuse et emblématique, qui participe à la dynamique de transformation de l'extension Ouest de Hussein dey. Situé dans un territoire en mutation, appelé à devenir un pôle administratif, culturel et scientifique, le projet est pensé comme un symbole de prospérité, de vitalité et de développement pour le futur de la wilaya d'Alger

Pour répondre à nos objectifs fonctionnels et programmatique, nous avons choisi une composition volumétrique composée de deux éléments complémentaires, un socle multifonctionnel et une Tour.

Finalement, la genèse formelle de notre projet a été obtenue après plusieurs transformations que nous avons synthétisées en sept grandes étapes, tel que présenté sur la figure ci-dessous.

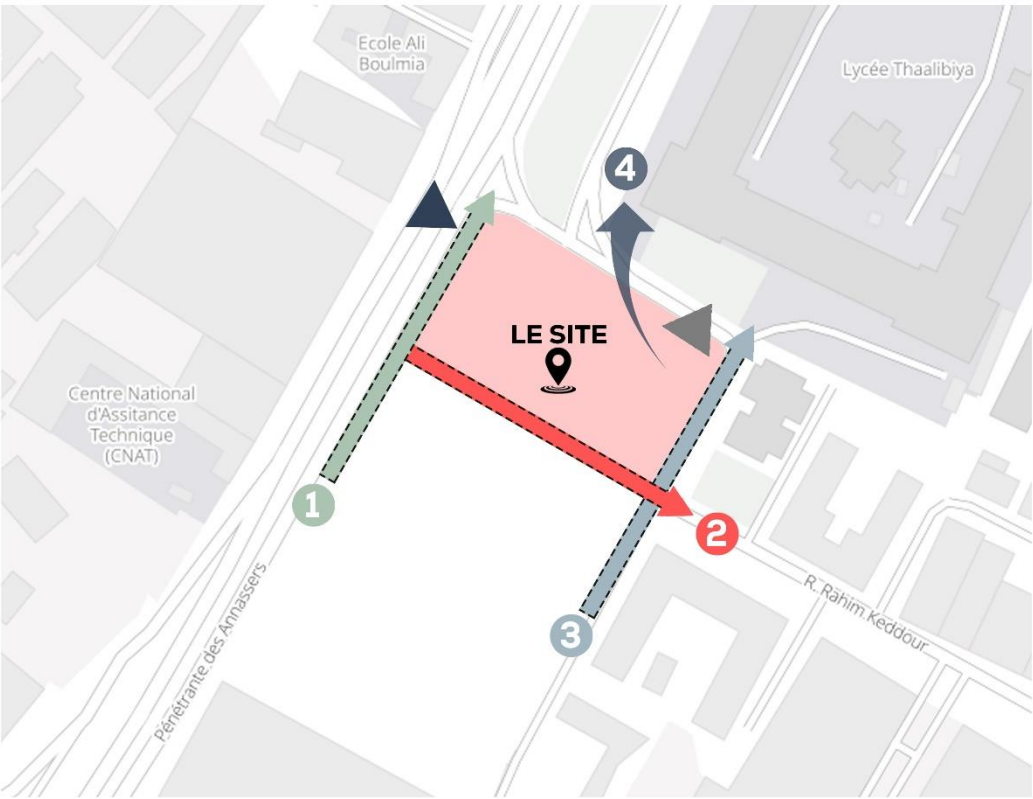
 Le processus de conception de notre projet :



Figure 80: Schéma de processus de la conception du projet, Source : mémoire,2023

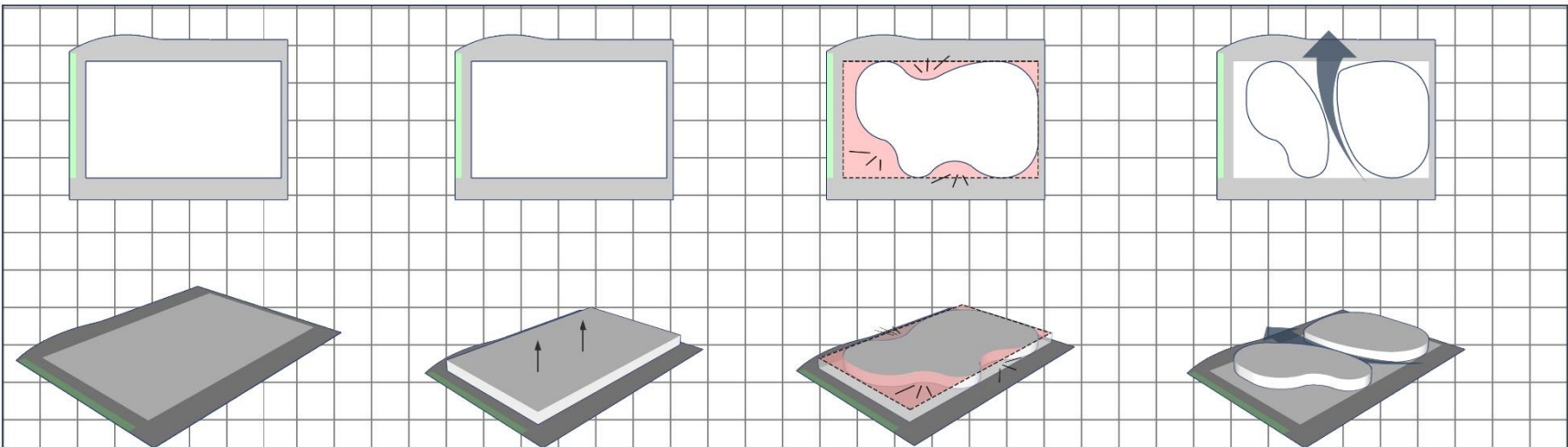
GENES DE LA FORME

A L'ECHELLE URBAIN

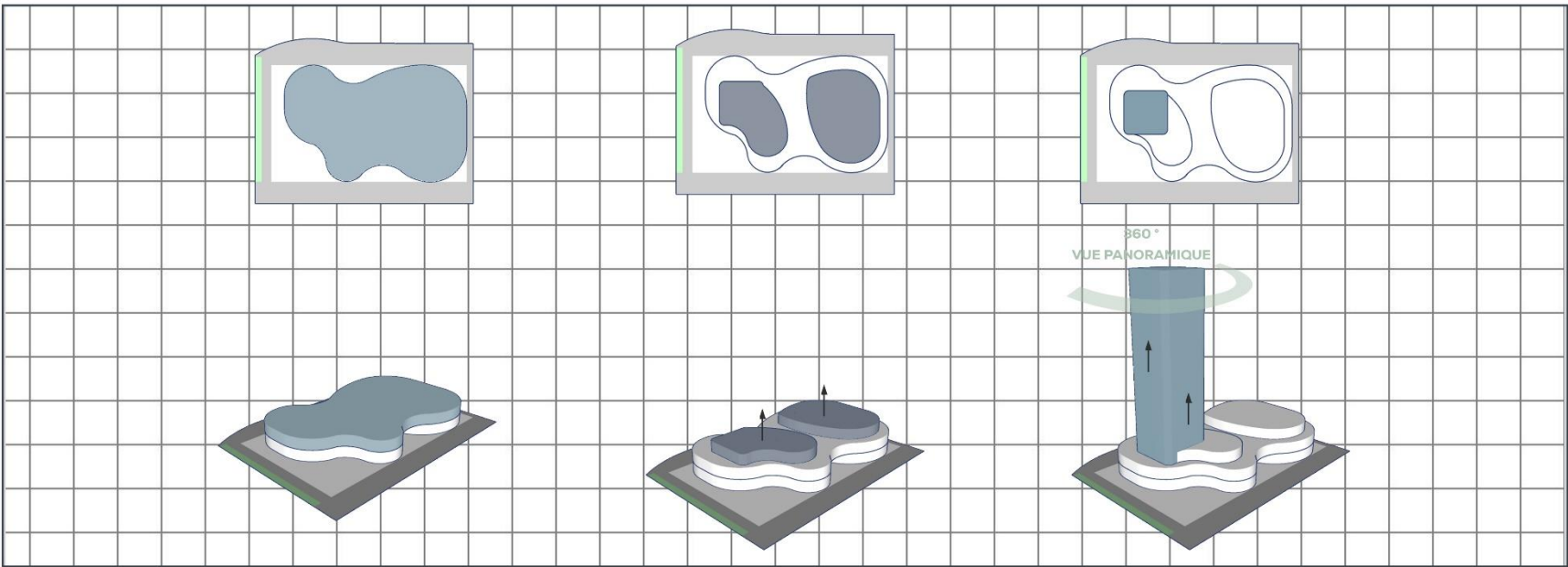


- 1 Prolongation de la 3 ème voie qui va servir d'une voie de ralentissement
- 2 Prolongation de voie mécanique qui va devenir une voie a double sens.
- 3 Prolongation de voie mécanique qui va devenir une voie a double sens.
- 4 Aménagement de la sortie vers la voie a forte vitesse
- Entrée vers le parking en sous sol
- Sortie parking

A L'ECHELLE ARCHITECTURAL



- 1 **TERRAIN VIERGE**  
Terrain vierge
- 2 **Volume de base**  
volume rectangulaire comme un Volume de base
- 3 **FELUIDITE**  
masse grise rectangulaire ou on a fluidifié les angles et les accès au projet avec une application de pression.
- 4 **PROLONGEMENT**  
prolongations de l'axe routier arrivant de Tripoli pour diviser le volume en 2 parties pour créer une coursière piétonne qui relie les 2 accès au projet



- 5 **ADDITION**  
extraire les volumes pour créer le RDC et dupliquer ce dernier pour créer le r+1
- 6 **ADDITION**  
dupliquer le rdc et réduire la taille afin de créer des terrasses
- 7 **EMERGENCE**  
émergence de la tour à l'ouest : Découverte du projet à partir de la tour depuis : le point le plus haut du pont la farge, de la RN05 . Profiter des vues panora-



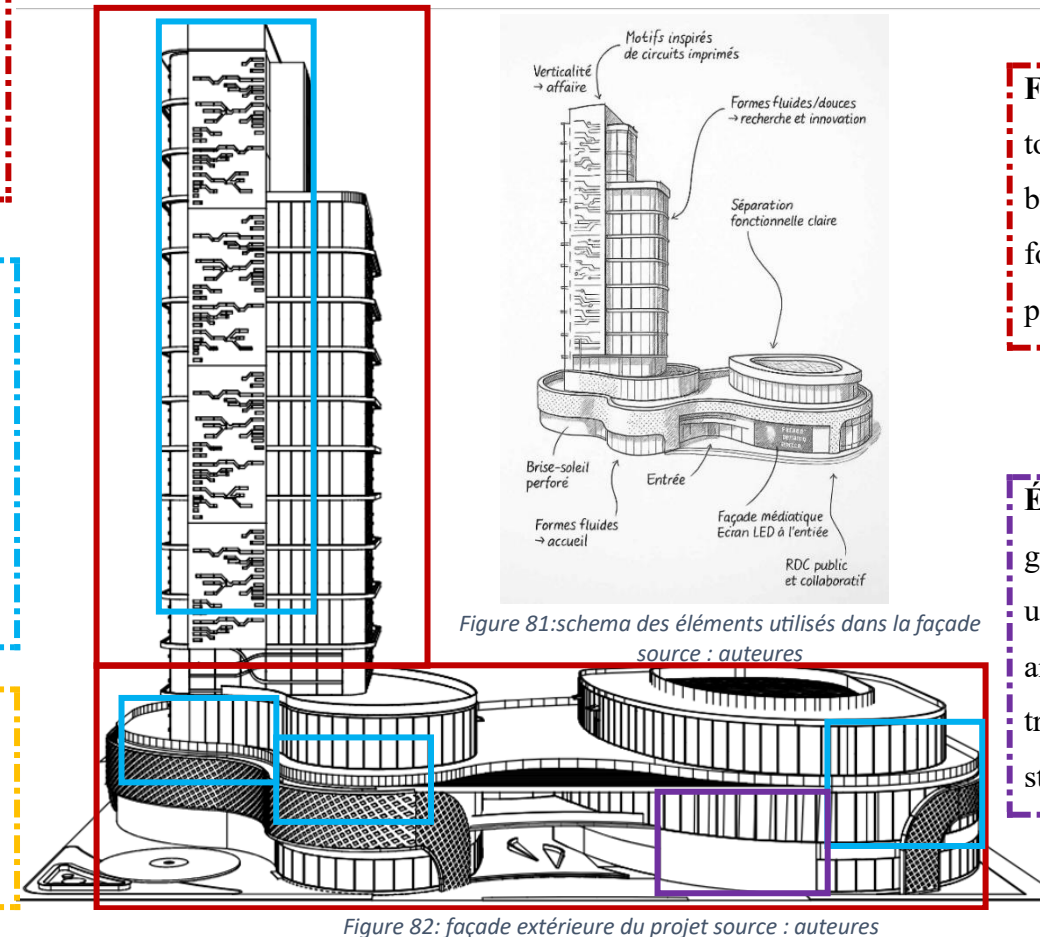
### 3.5.3 LES FACADES :

La façade de notre projet architectural ne se limite pas à une simple enveloppe bâtie : elle incarne l'identité visuelle, technologique et environnementale du bâtiment. Conçue comme un dialogue entre innovation, transparence et durabilité, elle traduit les valeurs de recherche, d'affaire et de technologie que porte le projet. En alliant matériaux contemporains, systèmes de régulation climatique passive et composition dynamique, la façade devient un marqueur fort du paysage urbain, tout en répondant aux exigences fonctionnelles, esthétiques et bioclimatiques.

**Composition générale :** La façade est composée d'un socle horizontal à double courbure fluide et d'une tour verticale. Cette juxtaposition donne un contraste dynamique entre horizontalité et verticalité, affirmant la coexistence entre ancrage urbain (socle) et ambition verticale (tour).

**Matérialité et expression :** Le vitrage en façade est très présent, favorisant la transparence, la lumière naturelle et les échanges visuels avec l'extérieur. Il traduit l'ouverture du projet à la société et à l'innovation. Des éléments de parement perforé métalliques blancs enveloppent une partie du socle, introduisant une texture rythmée, à la fois esthétique et fonctionnelle (ombrage, légèreté visuelle). La tour est ponctuée de motifs graphiques inspirés de réseau neuronal qui a pour but d'affirmer l'identité numérique et technologique du projet.

**Lecture symbolique :** La tour agit comme un repère urbain, un signal fort dans le paysage qui affirme le rôle structurant du projet dans le tissu urbain. Le socle, quant à lui, est plus humain et accessible, dédié à la collaboration et à l'échange, avec des espaces publics ouverts.



**Fonctionnalité et expression :** Articulation claire des fonctions, La tour exprime l'aspect affaire + recherche, avec des étages dédiés à des bureaux, laboratoires et espaces de coworking. Le socle suggère des fonctions plus ouvertes et accessibles : accueil, innovation participative, lieux d'exposition.

**Éléments technologiques intégrés :** Le design de la façade intègre un grand écran numérique visible au niveau du socle. Celui-ci peut être utilisé à des fins informatives ou de communication (conférences, annonces, innovation). L'usage du verre courbe et des volumes arrondis traduit un souci de fluidité des usages et d'adaptation aux nouveaux standards ergonomiques et technologiques.



Figure 83: facade principale de CRI-TECH source : auteures

**La végétation :** intégration de contour végétalisé afin de créer un micro climat qui va aider à régulariser la température et l'humidité

**Choix de la couleur blanche :** Il évoque la pureté, la transparence institutionnelle et la neutralité. Il renforce également la lisibilité architecturale, en mettant en valeur les jeux de volumes, les percements. Le blanc possède un albédo élevé, ce qui signifie qu'il réfléchit fortement les rayonnements solaires. Cela réduit l'absorption thermique des enveloppes opaques. Il permet également de mieux capter et rediffuser la lumière naturelle à l'intérieur,

**Le vitrage teinté thermochrome :** Il exprime la technologie et la modernité. Réduction de l'éblouissement solaire. Il réagit aux conditions climatiques, il peut apparaître plus ou moins sombre selon l'ensoleillement, créant un bâtiment vivant qui change d'aspect au fil de la journée. Contrôle des gains solaires, en diminuant les surchauffes estivales. La réduction des consommations d'énergie.

## 3.6 Façade, matériaux et revêtement de sol :

### 3.6.1 La composition des parois et le choix des matériaux :

Utiliser des matériaux à faible impact environnemental pour assurer le confort des occupants afin d'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.

### 3.6.2 Vitrage :

#### 3.6.2.1 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).

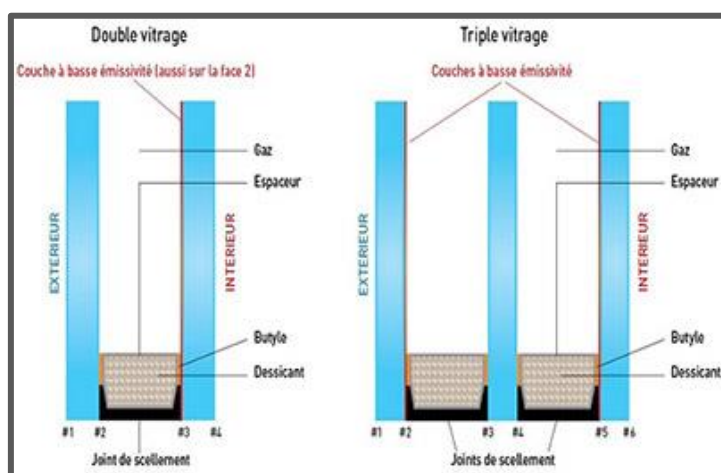
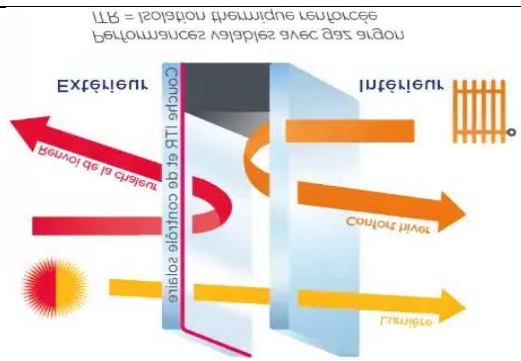
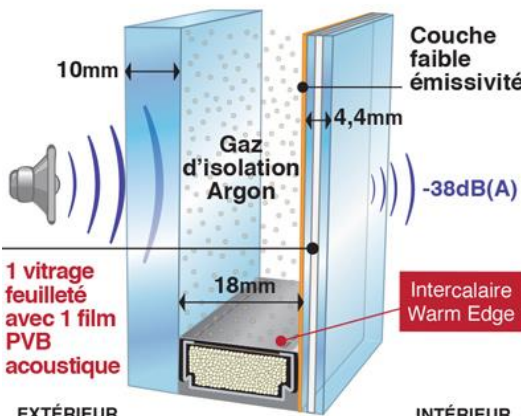
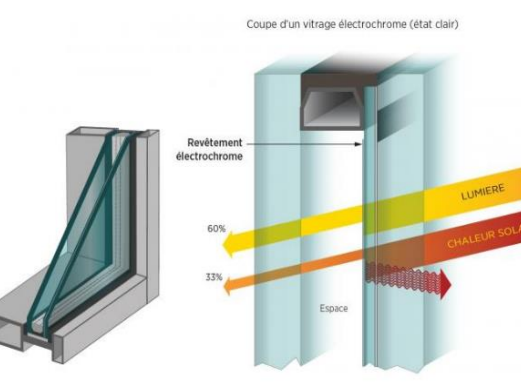


Figure 84: Composants d'un double et triple vitrage Source : fenetre-isolation.com

### 3.6.2.2 Les vitrages par isolation :

Table 16: les types de vitrage source : auteures

| Type de vitrage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Caractéristiques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Le vitrage pare-soleil :</b> Ce type bloque la chaleur et la lumière du soleil en été et la chaleur en hiver. Il s'agit d'une teinte légèrement plus foncée que les autres types de verre pour aider à protéger l'intérieur des regards indiscrets, mais il existe divers types de verre pare-soleil neutre qui ne sont pas différents du verre.</p>                                     |  <p>Le diagramme illustre un vitrage pare-soleil. À l'extérieur, des flèches rouges et jaunes représentent la chaleur et la lumière du soleil. Une partie de ces flèches est réfléchie par la surface du verre, tandis qu'une autre partie est absorbée par une couche IR (isolant thermique renforcé) qui est remplie de gaz argon. À l'intérieur, des flèches orange et jaunes indiquent la chaleur et la lumière qui pénètrent, mais à un niveau réduit. Le texte 'IR = isolation thermique renforcée performances améliorées avec gaz argon' est visible en haut. Les étiquettes 'Extérieur' et 'Intérieur' sont présentes.</p> <p>Figure 85:le vitrage pare soleil Source : janneau.com</p> |
| <p><b>Le vitrage acoustique :</b> il utilise une structure vitrée asymétrique. 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>Le diagramme illustre un vitrage acoustique. À l'extérieur, des ondes sonores (flèches bleues) sont envoyées vers une structure vitrée asymétrique. La structure est composée d'un verre feuilleté de 10mm, d'un gaz d'isolation Argon de 18mm, d'un verre feuilleté avec un film PVB acoustique de 4,4mm, et d'une couche faible émissivité. Un intercalaire Warm Edge est également visible. À l'intérieur, le bruit est réduit de -38dB(A). Les étiquettes 'EXTÉRIEUR' et 'INTÉRIEUR' sont présentes.</p> <p>Figure 86:isolation du vitrage acoustique Source : forumconstruire.com</p>                                                                                                  |
| <p><b>Le vitrage électrochrome :</b> il a besoin d'un logiciel et de commandes qui lui indique quand et comment se teinter. Grâce à la combinaison de données prédictives et en temps réel telles que : la météo, la localisation et la couverture nuageuse, le vitrage s'adapte en fonction de la luminosité, de l'éblouissement, de l'utilisation de l'énergie et du rendu des couleurs.</p> |  <p>Le diagramme illustre un vitrage électrochrome. À l'extérieur, des flèches jaunes et oranges représentent la lumière et la chaleur solaire. Le vitrage est divisé en deux parties : une partie qui laisse passer 60% de la lumière et 33% de la chaleur, et une autre partie qui est teinte et bloque plus de lumière et de chaleur. Le revêtement électrochrome est visible sur la surface du verre. L'espace entre les vitres est également indiqué. Le texte 'Coupe d'un vitrage électrochrome (état clair)' est visible en haut.</p> <p>Figure 87:le vitrage électrochrome Source : batirama.com</p>                                                                                   |



### 3.6.3 Le Pavegen :

Le Pavegen ou le pavé piézoélectrique est un système de revêtement de sol intelligent qui permet de générer de l'électricité à partir de l'énergie cinétique produite par les pas des piétons. Chaque dalle est équipée d'un mécanisme électromagnétique, lorsqu'on exerce une pression de pas au-dessus, elle active le système interne et cela génère une petite quantité d'électricité. L'énergie produite peut être stockée ou utilisée en temps réel. Cela va réduire la consommation d'Energie de notre bâtiment.

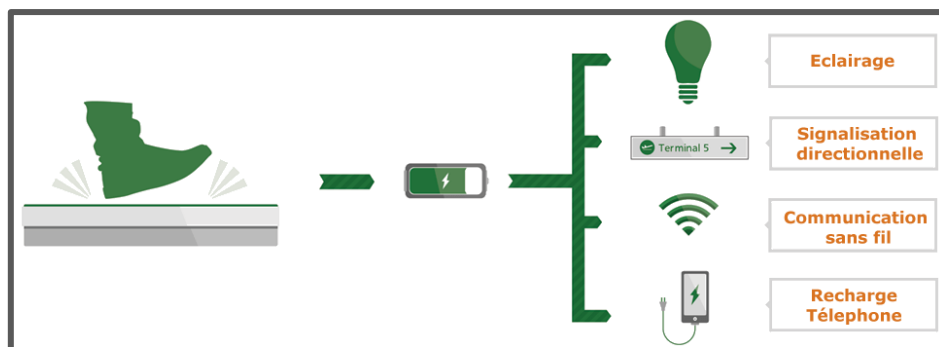


Figure 88: fonctionnement du pavegen Source : [projets.polytech-lille.fr](http://projets.polytech-lille.fr)

### 3.6.4 Inspiration dès le moucharabieh :

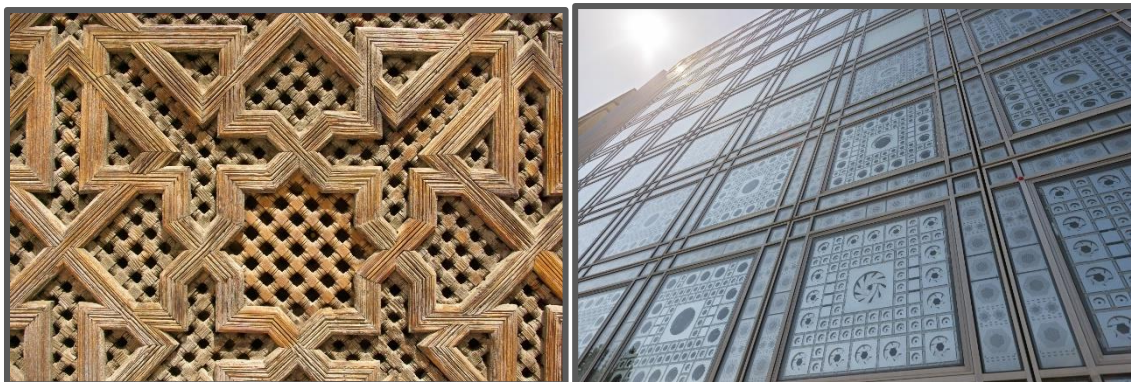


Figure 89: moucharabieh traditionnel et moderne source : [lightzoomlumiere.fr](http://lightzoomlumiere.fr)

C'est un élément de l'architecture arabo-islamique, il est à la fois fonctionnel et décoratif. Il est souvent utilisé pour filtrer la lumière, protéger l'intimité tout en favorisant la ventilation naturelle. Aujourd'hui, il connaît une réinterprétation moderne dans l'architecture contemporaine, cela à travers l'utilisation de motifs abstraits, paramétriques ou inspirés du contexte fonctionnel des projets. Il devient un outil puissant pour connecter l'identité culturelle au langage architectural moderne. Dans notre projet, son intégration vise à raconter l'identité de Hussein Dey, tout en faisant écho à l'innovation et à la technologie à travers des motifs soigneusement choisis, qui dialoguent avec la vocation du centre de recherche.

## 4 PARTIE III : PARTIE BIOCLIMATIQUE :

### 4.1 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.

### 4.2 La simulation en 'architecture :

La simulation constitue aujourd'hui un outil essentiel pour analyser le comportement thermique d'un bâtiment et optimiser la ventilation hybride. Elle permet d'anticiper les performances des équipements et des choix architecturaux bien avant la phase de réalisation. Grâce à elle, il est possible de conduire une étude détaillée du projet sans subir les contraintes habituelles de temps ou de budget liées aux essais physiques. Elle offre ainsi un gain précieux, en évitant les dépenses superflues et les retards. Mais au-delà de cet aspect pratique, la simulation joue un rôle stratégique dans le processus de conception. Elle aide à prendre des décisions éclairées, à mieux maîtriser les risques et à réduire les coûts à long terme. En testant différents scénarios dès les premières phases du projet, les architectes peuvent identifier les faiblesses, corriger les incohérences, et affiner leurs choix, ce qui limite les ajustements onéreux en cours de chantier.

La simulation contribue aussi à une meilleure coordination entre les acteurs du projet. En rendant les intentions architecturales visibles et compréhensibles par tous, elle favorise le dialogue et la synergie entre architectes, ingénieurs, maîtres d'ouvrage et utilisateurs finaux. En ce sens, elle ne se contente pas d'améliorer la qualité du bâti, elle en devient un véritable levier de cohérence, d'innovation et de performance collective (ASSOCIATION APOGEE, 2015).

### 4.3 Optimisation énergétique du confort hygrothermique par amélioration de la ventilation naturelle via l'atrium et les ouvrants

#### 4.3.1 La recherche des indicateurs les plus influents à travers les simulations :

La simulation a été réalisée sur un volume qui contient un atrium central le volume plus important de notre projet, situé dans le socle, orienté vers le nord-sud. Ce volume contiendra un aménagement des espaces numériques et De VR.

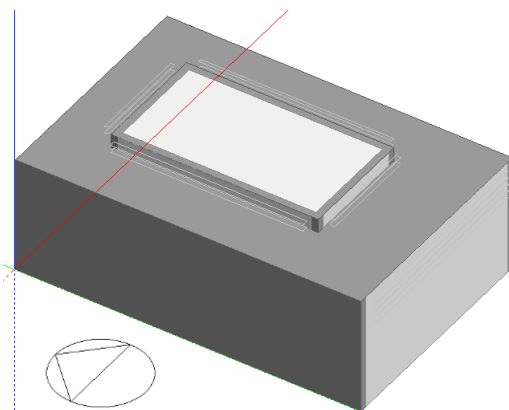


Figure 90: volume de simulation dans design Builder  
source auteures, 2025

On a essayé de simplifier l'étude on s'appuie sur un volume qui se rapproche du grand volume de notre bâtiment et c'est un archétype sur laquelle on va étudier les caractéristiques géométriques de notre atrium

### 4.3.2 Le protocole de simulation :

Nous avons effectué la simulation pour une semaine la plus chaude de l'année (8 juillet jusqu'à 14 juillet)

- Forme de volume : parallélépipède
- Dimension : 15\*10
- Ouverture : une ouverture

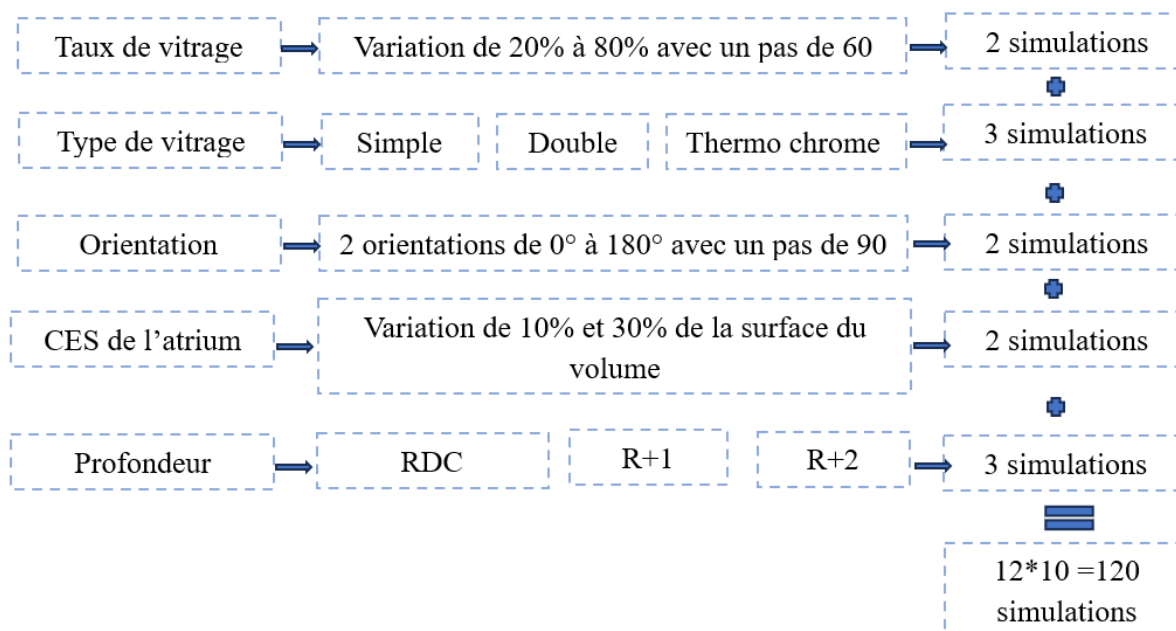


Figure 91: protocole de simulation source : auteures

Les tableaux ci-dessus représenté le 1<sup>er</sup> cas ou l’atrium est de 10% de la surface totale du volume :

Table 17:tableau de résultats de simulation de 10% dans le RDC par DesignBuilder source auteures 2025

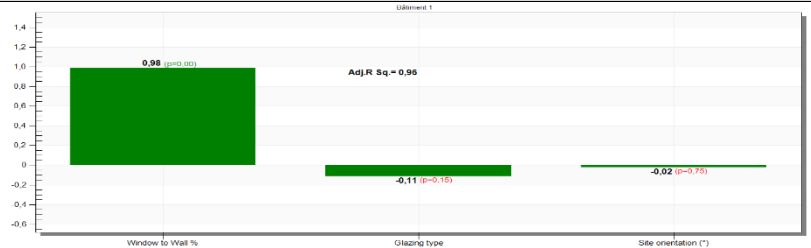
| Scenarios | Forme     | CES % | Profondeur | Taux de vitrage % | Type de vitrage       | Orientation | Consommation d'électricité en kWh | POURCENTAGE                                                                                                                            | CRS                                                                                                                                                                             |
|-----------|-----------|-------|------------|-------------------|-----------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | Rectangle | 10%   | RDC        | 20                | Dbl Blue 6mm/13mm Air | 180 Sud     | 293,984                           | Le pourcentage entre le cas qui consomme moins d'Energie et les cas qui consomme plus d'Energie dans ce cas est de :<br><br><b>11%</b> | <br>Table 18:Figure 92 : Coef de representations standard RDC 10% CRS source : designbuilder |
| 2         |           |       |            | 20                | Dbl Blue 6mm/13mm Air | 0 Nord      | 295,862                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                 |
| 3         |           |       |            | 20                | Sgl Blue 6mm          | 180 Sud     | 295,983                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                 |
| 4         |           |       |            | 20                | Thermochromic Glazing | 0 Nord      | 296,45                            |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                 |
| 5         |           |       |            | 20                | Dbl Blue 6mm/13mm Air | 0 Nord      | 300,315                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                 |
| 6         |           |       |            | 80                | Dbl Blue 6mm/13mm Air | 180 Sud Sud | 321,662                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                 |
| 7         |           |       |            | 80                | Thermochromic Glazing | 0 Nord      | 325,917                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                 |
| 8         |           |       |            | 80                | Thermochromic Glazing | 0 Nord      | 325,917                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                 |
| 9         |           |       |            | 80                | Sgl Blue 6mm          | 180         | 326,106                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                 |

Table 19:tableau de résultats de simulation de 10% dans le R+1 par DesignBuilder source auteures 2025

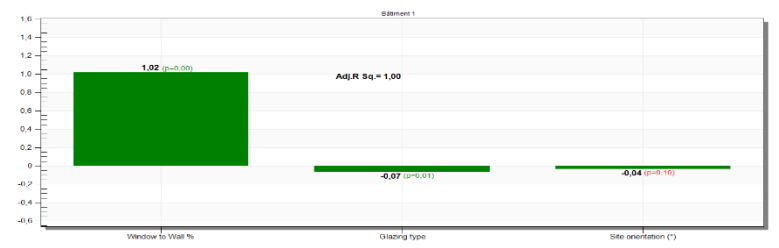
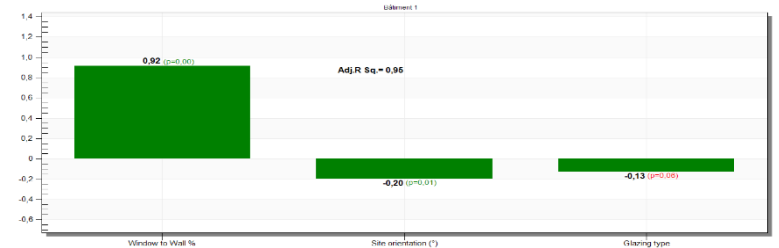
| Scenarios | Forme     | CES % | Profondeur | Taux de vitrage % | Type de vitrage         | Orientation | Consommation d'électricité en kWh | POURCENTAGE                                                                                                                            | CRS                                                                                                                                                                    |
|-----------|-----------|-------|------------|-------------------|-------------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | Rectangle | 10%   | R+1        | 20                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 180         | 306,647                           | Le pourcentage entre le cas qui consomme moins d'Energie et les cas qui consomme plus d'Energie dans ce cas est de :<br><br><b>19%</b> | <br>Figure 92: Coef de representations standard R+1 10% CRS source : designbuilder |
| 2         |           |       |            | 20                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 0           | 307,931                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                        |
| 3         |           |       |            | 20                | Sgl Blue 6mm            | 0           | 307,931                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                        |
| 4         |           |       |            | 20                | Thermochromic Glazing E | 180         | 308,845                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                        |
| 5         |           |       |            | 80                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 0           | 314,154                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                        |
| 6         |           |       |            | 80                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 180         | 360,46                            |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                        |
| 7         |           |       |            | 80                | Thermochromic Glazing   | 180         | 360,46                            |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                        |
| 8         |           |       |            | 80                | Thermochromic Glazing   | 0           | 365,356                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                        |
| 9         |           |       |            | 80                | Sgl Blue 6mm            | 180         | 365,476                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                        |

Table 20:tableau de résultats de simulation de 10% dans le R+2 par DesignBuilder source auteures 2025

| Scenarios | Forme     | CES % | Profondeur | Taux de vitrage % | Type de vitrage         | Orientation | Consommation d'électricité en kWh | POURCENTAGE                                                                                                                            | CRS                                                                                                                                                                     |
|-----------|-----------|-------|------------|-------------------|-------------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | Rectangle | 10%   | R+2        | 20                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 180 Sud     | 349,024                           | Le pourcentage entre le cas qui consomme moins d'Energie et les cas qui consomme plus d'Energie dans ce cas est de :<br><br><b>26%</b> | <br>Figure 93: Coef de representations standard R+2 30% CRS source : designbuilder |
| 2         |           |       |            | 20                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 0 Nord      | 349,024                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                         |
| 3         |           |       |            | 20                | Sgl Blue 6mm            | 180 Sud     | 349,742                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                         |
| 4         |           |       |            | 20                | Thermochromic Glazing E | 0 Nord      | 352,383                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                         |
| 5         |           |       |            | 20                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 180 Sud     | 352,383                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                         |
| 6         |           |       |            | 80                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 0 Nord      | 409,25                            |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                         |
| 7         |           |       |            | 80                | Thermochromic Glazing   | 180 Sud     | 421,716                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                         |
| 8         |           |       |            | 80                | Thermochromic Glazing   | 0 Nord      | 430,585                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                         |
| 9         |           |       |            | 80                | Sgl Blue 6mm            | 0 Nord      | 440,725                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                         |

**SYNTHESE :** une discussion analytique croisée avec la littérature scientifique autour des résultats de ta simulation DesignBuilder pour un atrium couvrant 10 % de la surface bâtie, en fonction de la profondeur (RDC, R+1, R+2), du taux de vitrage et du type de vitrage :

Les résultats montrent une corrélation directe entre l'augmentation du taux de vitrage et la hausse de la consommation électrique. Par exemple, dans les trois profondeurs analysées (RDC, R+1, R+2), la consommation est systématiquement plus élevée pour un vitrage simple à 80 % que pour un vitrage double à 20 %.

→ Cette tendance est largement confirmée dans la littérature : selon Attia et al. (2012), un fort taux de vitrage, mal adapté au climat, provoque des gains solaires excessifs en été et des pertes thermiques importantes en hiver, surtout si le vitrage est peu performant.

➤ Comportement thermique selon la profondeur du bâtiment :

Les résultats montrent une augmentation progressive de la consommation énergétique du RDC vers le R+2 :

- RDC : 11 % de variation énergétique entre scénario le moins et le plus consommateur
- R+1 : 19 %
- R+2 : 26 %

→ Ce comportement est expliqué par la surface d'exposition croissante aux apports solaires directs, et la moindre inertie thermique des niveaux supérieurs. Cette observation est soutenue par Gou et Lau (2014), qui indiquent que la compacité et le rapport surface/enveloppe influencent directement les besoins énergétiques.

➤ Performance du vitrage thermochrome

Le vitrage thermochrome présente une performance intermédiaire entre le double vitrage bleu et le vitrage simple, mais reste moins performant que le double vitrage quand le taux de vitrage est élevé.

→ Cette performance modérée est cohérente avec les travaux de Baetens et al. (2010) qui montrent que les vitrages intelligents (thermochromes, électrochromes) sont pertinents pour les climats tempérés, mais nécessitent un contrôle actif ou couplage avec protections solaires passives dans les climats chauds comme celui d'Alger.

➤ Orientation et consommation énergétique

Les simulations montrent que les orientations Sud et Nord présentent les consommations les plus contrastées :

- À R+2, l'orientation Sud avec vitrage simple à 80 % donne une consommation de 440 kWh,
- Alors que l'orientation Nord avec double vitrage à 20 % n'atteint que 349 kWh.

→ Cette différence est expliquée par les gains solaires directs au Sud, qui peuvent être utiles en hiver mais deviennent un fardeau thermique en été. En zone méditerranéenne, il est recommandé d'éviter les grandes baies au Sud sans protection solaire (Selkowitz, 2004).



Les tableaux ci-dessus représenté le 2em cas ou l’atrium est de 30% de la surface totale du volume :

Table 21:: tableau de résultats de simulation de 30% dans le RDC par DesignBuilder source auteures 2025

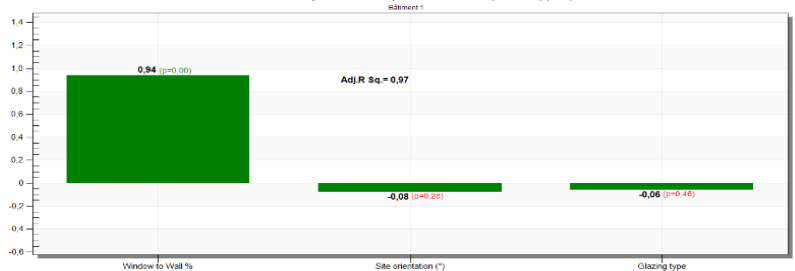
| Scenarios | Forme     | CES % | Profondeur | Taux de vitrage % | Type de vitrage         | Orientation | Consommation d'électricité en kWh | POURCENTAGE                                                                                                                    | CRS                                                                                                                                                                   |
|-----------|-----------|-------|------------|-------------------|-------------------------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | Rectangle | 30%   | RDC        | 20                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 180 Sud     | 448,014                           | Le pourcentage entre le cas qui consomme moins d'Energie et les cas qui consomme plus d'Energie dans ce cas est de :<br><br>7% | <br>Figure 94: Coef de representations standard RDC 30% CRS source : designbuilder |
| 2         |           |       |            | 20                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 180 Sud     | 448,014                           |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                       |
| 3         |           |       |            | 20                | Sgl Blue 6mm            | 180 Sud     | 449,192                           |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                       |
| 4         |           |       |            | 20                | Thermochromic Glazing E | 0 Nord      | 450,668                           |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                       |
| 5         |           |       |            | 20                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 0 Nord      | 451,649                           |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                       |
| 6         |           |       |            | 80                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 0 Nord      | 482,414                           |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                       |
| 7         |           |       |            | 80                | Thermochromic Glazing   | 180 Sud     | 487,484                           |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                       |
| 8         |           |       |            | 80                | Thermochromic Glazing   | 0 Nord      | 489,373                           |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                       |
| 9         |           |       |            | 80                | Sgl Blue 6mm            | 0 Nord      | 480,494                           |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                       |

Table 22:tableau de résultats de simulation de 30% dans le R+1 par DesignBuilder source auteures 2025

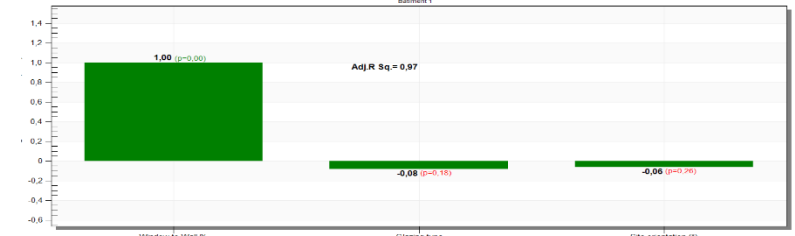
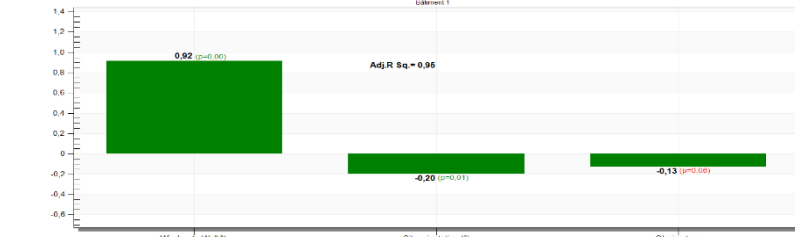
| Scenarios | Forme     | CES % | Profondeur | Taux de vitrage % | Type de vitrage         | Orientation | Consommation d'électricité en kWh | POURCENTAGE                                                                                                                     | CRS                                                                                                                                                                    |
|-----------|-----------|-------|------------|-------------------|-------------------------|-------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | Rectangle | 30%   | R+1        | 20                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 180 Sud     | 568,318                           | Le pourcentage entre le cas qui consomme moins d'Energie et les cas qui consomme plus d'Energie dans ce cas est de :<br><br>12% | <br>Figure 95: Coef de representations standard R+1 30% CRS source : designbuilder |
| 2         |           |       |            | 20                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 180 Sud     | 569,756                           |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                        |
| 3         |           |       |            | 20                | Sgl Blue 6mm            | 180 Sud     | 570,682                           |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                        |
| 4         |           |       |            | 20                | Thermochromic Glazing E | 0 Nord      | 571,857                           |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                        |
| 5         |           |       |            | 20                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 0 Nord      | 573,147                           |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                        |
| 6         |           |       |            | 80                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 180 Sud     | 609,515                           |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                        |
| 7         |           |       |            | 80                | Thermochromic Glazing   | 0 Nord      | 622,046                           |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                        |
| 8         |           |       |            | 80                | Thermochromic Glazing   | 0 Nord      | 632,157                           |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                        |
| 9         |           |       |            | 80                | Sgl Blue 6mm            | 0 Nord      | 641,964                           |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                        |

Table 23:tableau de résultats de simulation de 30% dans le R+2 par DesignBuilder source auteures 2025

| Scenarios | Forme     | CES % | Profondeur | Taux de vitrage % | Type de vitrage         | Orientation | Consommation d'électricité en kWh | POURCENTAGE                                                                                                                     | CRS                                                                                                                                                                     |
|-----------|-----------|-------|------------|-------------------|-------------------------|-------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | Rectangle | 30%   | R+2        | 20                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 180 Sud     | 680,122                           | Le pourcentage entre le cas qui consomme moins d'Energie et les cas qui consomme plus d'Energie dans ce cas est de :<br><br>14% | <br>Figure 96: Coef de representations standard R+2 30% CRS source : designbuilder |
| 2         |           |       |            | 20                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 0 Nord      | 682,896                           |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                         |
| 3         |           |       |            | 20                | Sgl Blue 6mm            | 180 Sud     | 685,256                           |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                         |
| 4         |           |       |            | 20                | Thermochromic Glazing E | 0 Nord      | 686,26                            |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                         |
| 5         |           |       |            | 80                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 180 Sud     | 733,517                           |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                         |
| 6         |           |       |            | 80                | Dbl Blue 6mm/13mm Air   | 0 Nord      | 750,646                           |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                         |
| 7         |           |       |            | 80                | Thermochromic Glazing   | 180 Sud     | 751,225                           |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                         |
| 8         |           |       |            | 80                | Thermochromic Glazing   | 0 Nord      | 767,359                           |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                         |
| 9         |           |       |            | 80                | Sgl Blue 6mm            | 0 Nord      | 780,531                           |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                         |

**SYNTHESE** : une discussion approfondie et référencée scientifiquement à propos de la deuxième série de simulations DesignBuilder, pour un atrium couvrant 30 % de la surface bâtie, selon les profondeurs RDC, R+1 et R+2, en fonction du taux de vitrage, du type de vitrage et de l'orientation.

### ➤ Effet de l'augmentation de la surface d'atrium (30 % au lieu de 10 %)

L'augmentation de la CES (Surface d'Éclairage Zénithal) de 10 % à 30 % s'accompagne d'une hausse significative de la consommation énergétique à tous les niveaux :

- RDC : de 326 kWh à 480 kWh (+47 %)
- R+1 : de 365 kWh à 641 kWh (+75 %)
- R+2 : de 440 kWh à 780 kWh (+77 %)

### ➤ Profondeur et comportement thermique du bâtiment

Plus la profondeur verticale augmente, plus la différence de consommation entre scénarios extrêmes augmente (écart de 7 % au RDC, 12 % au R+1, 14 % au R+2). Cela indique que l'impact de la configuration du vitrage est amplifié en hauteur.

→ Cette observation est appuyée par les travaux de Reinhart et al. (2006) qui insistent sur le fait que les étages supérieurs subissent des gains solaires directs plus intenses et que l'inertie thermique y est souvent plus faible, ce qui augmente les besoins de refroidissement.

### ➤ Comportement des vitrages selon les orientations

Les résultats montrent que l'orientation Sud avec un simple vitrage à 80 % produit la consommation maximale, atteignant 780,5 kWh à R+2. À l'inverse, l'orientation Sud avec un double vitrage à 20 % génère une consommation minimale (680,1 kWh).

→ Cela est dû à la capacité des vitrages performants à limiter les apports thermiques indésirables, surtout pour les façades Sud dans les climats chauds. L'orientation Sud, bien que bénéfique en hiver dans les climats froids, peut devenir problématique en été sans protections (cas d'Alger, climat méditerranéen chaud). (Wong, N. H., & Hien, W. N. 2007).

### ➤ Vitrage thermochrome : intérêt limité à taux de vitrage élevé

Le vitrage thermochrome montre des performances meilleures que le simple vitrage, mais reste moins efficace que le double vitrage à faible taux. À 80 % de vitrage, il atteint des consommations similaires au vitrage simple.

→ Cela rejoint les conclusions de Goia (2016) qui explique que les vitrages dynamiques ne suffisent pas seuls à réguler les apports thermiques s'ils sont utilisés sans stratégie de contrôle actif, surtout en toiture ou en orientation Sud.

### ***4.3.3 Synthèse générale de l'analyse énergétique par simulation DesignBuilder***

L'ensemble des simulations thermiques menées sur différents scénarios de configuration de l'atrium — variant la profondeur (RDC, R+1, R+2), le taux de vitrage (20 %, 80 %), le type de vitrage (simple, double, thermochrome) et l'orientation (Nord, Sud) — a permis de dégager des tendances significatives en matière de performance énergétique.

Les résultats démontrent que la consommation électrique varie fortement selon ces paramètres, avec une influence majeure du taux de vitrage, du type de vitrage et de l'orientation. Parmi tous les scénarios testés, la configuration la plus performante est observée pour :

- Un atrium occupant 10 % de la surface bâtie,
- Une profondeur en R+2 (favorisant la ventilation naturelle par tirage thermique),
- Un vitrage double performant à 20 % de surface vitrée,
- Orienté plein Sud (180°),
- Avec une consommation électrique minimale de 349,024 kWh/an, soit jusqu'à 120 % d'économie comparée aux cas les plus énergivores.
- Les scénarios avec atrium à profondeur R+2 montrent un potentiel de stratification thermique verticale, favorable à une ventilation naturelle hybride par effet cheminée, surtout avec une orientation sud.
- Ces résultats permettent de prendre des décisions précises et fondées dès la phase de conception, limitant les erreurs coûteuses liées à l'inefficacité thermique et à une mauvaise orientation.

**Conclusion :** L'intégration de la simulation énergétique dans le processus de conception a offert une vision claire des interactions entre les paramètres d'enveloppe (vitrage, orientation, profondeur) et les performances énergétiques du bâtiment. Cela renforce l'idée qu'un atrium bien dimensionné et orienté, associé à un vitrage performant, contribue non seulement à réduire la consommation d'énergie, mais aussi à valoriser la ventilation naturelle, en cohérence avec les stratégies bioclimatiques passives recommandées dans la littérature scientifique (Goumba et al., 2022 ; Ghiaus, 2006).

# **CONCLUSION GENERALE**

### 4 Conclusion générale :

Au cours de la dernière année universitaire, nous avons consacré nos efforts à des travaux de recherche visant à explorer la relation entre l'architecture, l'environnement et l'efficacité énergétique. Notre travail de recherche et de conception nous a permis d'explorer en profondeur les liens entre architecture, technologie, innovation et durabilité dans un contexte urbain contemporain. Le projet « L'AFFAIRE & INNOVATION - TECHNOLOGY » incarne une synthèse de cette réflexion, en proposant une architecture à la fois innovante, fonctionnelle et adaptée aux enjeux climatiques et sociaux de la ville d'Alger.

Notre démarche a été guidée par la volonté de créer un lieu emblématique qui serve à la fois de catalyseur pour l'innovation technologique et de moteur pour le développement de la jeunesse locale. L'objectif était de concevoir un centre d'affaires et de recherche capable d'intégrer les dynamiques du numérique, de la recherche scientifique et de l'entrepreneuriat dans un espace architectural cohérent, lisible et résilient.

Grâce à l'utilisation de logiciels de simulation comme DesignBuilder, nous avons pu analyser et optimiser la performance thermique et la ventilation naturelle du bâtiment selon différents scénarios. Ces simulations ont validé nos choix de conception en démontrant que certaines configurations spatiales et matérielles (orientation, type de vitrage, proportion de l'atrium) permettent de renforcer le confort thermique tout en réduisant la consommation énergétique.

En parallèle, la façade de la tour a été conçue comme un manifeste architectural, inspirée des réseaux neuronaux pour symboliser l'intelligence collective et le progrès numérique. Le traitement en blanc et vitrage teinté assure à la fois une esthétique futuriste et une réponse fonctionnelle aux besoins de confort lumineux et thermique.

Ce projet s'inscrit donc dans une vision prospective de l'architecture, où les espaces de travail deviennent modulables, intelligents et intégrés dans leur environnement. Des espaces comme les data rooms, les simulateurs immersifs (wargaming), les plateformes de prototypage ou encore les zones d'échanges interactifs viennent enrichir ce dispositif spatial.

Enfin, bien que certaines limites matérielles aient restreint la portée de nos simulations, cette recherche ouvre des perspectives futures sur la question de la performance énergétique, de la qualité de vie au travail et de l'architecture comme outil de développement local. L'ambition est claire : faire d'Alger une capitale régionale de l'innovation, où les nouvelles générations pourront s'épanouir dans des espaces adaptés aux enjeux de demain.



# **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE**

## BIBLIOGRAPHIE

### ➤ Ouvrages :

- Academos ., 2019, LA GÉNÉRATION Z DU QUÉBEC ET SA VISION DU MILIEU DU TRAVAIL, Québec: Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales (ISBN : 978-2-9818250-0-1).
- Alain L. André H. «Traité de l'architecture et d'urbanisme bioclimatique »
- Appleget, J., Burks, R., & Cameron, F. (2020). The craft of wargaming. Naval Institute Press.
- Arnaud, G. (2020). *IA et architecture : vers des projets auto-générés ?* Presses de l'ENSA.
- Awad, J. (2022). Wind catchers: An element of passive ventilation in hot, arid and humid regions, a comparative analysis of their design and function. *Sustainability*, 14(17), 11088.
- Belmaaziz, M. , IZARD , J-L. , DAGUSE-DAUTIN, S. , & DEPECKER, P. Study of thermal behaviour of a linear atrium: solar calculations and coupling with a CFD code
- Bendar, M.J. (1986). « The new atrium ».McGraw-Hill Inc, New York (USA)
- Benmoussa, L. (2021). *Politiques culturelles et valorisation de la science en Algérie*. Revue Algérienne des Sciences Sociales, 15(2), 35–50.
- Bourguilleau, A. (2020). Jouer la guerre. Passés Composés.
- Bourouina, A. (2023, 26 juin). *Alger, et la ville tuera le site !*. L'Expression.
- Brynen, R. (2020). *Wargaming for Education and Policy Development*. Georgetown University Press.
- Chabane, N. (2016). *Dynamiques démographiques et développement urbain dans la métropole d'Alger*. Observatoire démographique et statistique de l'espace francophone (ODSEF).
- Cheng, J.(2014). Feng shui office. 21 tips for turning your office into a success magnet using feng shui, 2014.
- CICDE. (2023). Manuel du jeu de guerre. Mener un projet de Wargaming.
- **Crogan, P. (2007).** *Wargaming and Computer Games*
- Dell Technologies. Gen Z is here : are you ready?, [Data file] ,2018, <https://www.delltechnologies.com/en-us/perspectives/gen-z.htm>
- Dunnigan, J. (2012). *Wargames Handbook: How to Play and Design Commercial and Professional Wargames*. Writers Club Press.
- Fouillet, T. (2022). Wargaming : un outil de recherche stratégique. Fondation pour la Recherche Stratégique - L'Harmattan.
- Geiling, J. & Perla, P. (2020). *Wargaming and its architectural interfaces: Designing immersive environments for strategic thinking*. Defense Modeling Journal, 6(2), 47–63.

## BIBLIOGRAPHIE

- Gerber, D. J., et al. (2022). *AI and Design Automation in Architecture*. Routledge.
- Givoni, B. (1998). *Climate Considerations in Building and Urban Design*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Givoni, B. (1978). *L'Homme, L'Architecture et le Climat*. édition : Edition Le Moniteur, Paris.
- Givoni, B. (1969). *Man, Climate and Architecture*. Elsevier Architectural Science Series.
- Göçer, Ö., & TAVIL, A.H. (2008). Performance evaluation model for energy consumption and usage in atrium type buildings. *Itüdergisi/a Architecture, planning, design*. (Volume: 7), 1, 3-12.
- Graham, T., & Colella, S. (2022). *Wargaming for Leaders: Strategic Decision Making from the Battlefield to the Boardroom*. McGraw-Hill.
- Guides bio-tech, Ventilation naturelle et mécanique : Ile de France expertise et ressources pour un développement durable.
- Hadj Miliani, M. (2017). *Le patrimoine scientifique algérien, un levier pour le développement culturel*. In *Revue du Patrimoine*, 6, 45–58.
- Heiselberg, P. (2016). *Design of natural and hybrid ventilation*. In *ASHRAE Handbook Fundamentals* (pp. 24.1–24.22). American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
- Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT). (2018). *Carte topographique et hydrographique de la région algéroise*. Alger : INCT.
- Izard J.L., BELMAAZIZ .M 1997 « Le confort d'été dans les atriums » ; Adema PACA ; Rapport final
- Japan International Cooperation Agency (JICA) & Ministère des Transports. (2017). *Etude du Plan Directeur de Transport de l'agglomération algéroise à l'horizon 2035 (PDTA)*.
- Kriz, W. C. (2010). *Simulation gaming for professional training, education and change*. *Simulation & Gaming*, 41(6), 898–920. <https://doi.org/10.1177/1046878109343609>
- Lardon, S., Piveteau, V., & Puech, C. (2005). L'analyse stratégique des territoires : Méthodes et pratiques. In *Représenter les territoires : enjeux et méthodes* (pp. 139-157). Paris : Éditions de l'Aube.
- Levasseur, G. (2017). De l'utilité du Wargaming. Note de recherche n° 47, Institut de recherche stratégique de l'École militaire (Irsem).
- Li, R., & Pitts, A. Effects of Design on the Wind Roof The performance of atrium ventilation

## BIBLIOGRAPHIE

- LONGLEY-BROWN, G., Successful Professional Wargames: A Practitioner's Guide, John Curry: The History of Wargaming Project, Milton Keynes, 2019
- Lynch, K. (1960). *The Image of the City*. MIT Press.
- Mak, M.Y. & Ng, S.T. (2005). *The Art and Science of Feng Shui a study on architects' perception. Building and Environment*, 40(3).
- Melanie A. Rose, Shaun M. Ryer . Streamlined AI architecture for wargaming. Dans Proceedings of SPIE Vol. 13051: Artificial Intelligence and Machine Learning for Multi-Domain Operations Applications V. (2024)
- Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. (2019). *Schéma Directeur d'Aménagement Urbain (SDAU) de la Wilaya d'Alger*. Alger : MATE.
- Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. (2018). *Schéma Directeur d'Aménagement Urbain de la Wilaya d'Alger (SDAU)*. République Algérienne Démocratique et Populaire.
- Ministère du Tourisme et de l'Artisanat. (2021). *Stratégie nationale de développement du tourisme en Algérie*. République Algérienne Démocratique et Populaire.
- NATO SAS-139. UK Ministry of Defence-DCDC. (2017). Wargaming Handbook.
- NAVAL POSTGRADUATE SCHOOL MONTEREY, CALIFORNIA INTERACTIVE WARGAMING CYBERWAR: 2025 by David Tyler Long Christopher M. Mulch December 2017
- NEUFERT E, « éléments des projets de construction », 7e édition française
- Olgyay, V., & Olgyay, A. (1973). *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. Princeton University Press.
- Perla, P. (1990). *The Art of Wargaming: A Guide for Professionals and Hobbyists*. Naval Institute Press.
- PERLA, P., The art of Wargaming, Naval Institute Press, Annapolis, 2011
- Perla, P. (2011). The art of wargaming. United States Naval Institute.
- Perla, P., & McGrady, E. (2011). *Why Wargaming Works*. Naval War College Review, 64(3), 111–130.
- Perlado, A., & Métral, C. (2023). *Générativité et IA dans les processus de conception*. Revue XYZ.
- Plan Bâtiment Durable. (2021). *GT4, Confort et santé*. Ministère de la Transition écologique et solidaire.
- Plassart.S. (2015). «l'atrium central dans les bâtiments tertiaires contemporains» école nationale supérieure d'architecture de Nantes

## BIBLIOGRAPHIE

- Pournelle, J. (2016). *The utility of wargaming as a decision support tool in defense analysis*. Journal of Defense Modeling and Simulation, 13(4), 327–336. <https://doi.org/10.1177/1548512916633326>
- Renda, A., et al. (2021). *Wargaming and Simulation for Urban Security*. Centre for European Policy Studies (CEPS).
- Roulet, C.-A. (2004). *Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments*. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes.
- Romero, M-A-B. (2000). «Princípios bioclimáticos para o desenho urbano». 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Pro E.
- Rossbach, S. Feng Shui: The Chinese Art of Placement.
- Sabin, P. (2012). *Simulating war: Studying conflict through simulation games*. Bloomsbury.
- Selkowitz, S. (2004). Advanced glazing technology. In: ASHRAE Handbook of Fundamentals, Chapter 27. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Stéphane Goriat Université de Lorraine, Crem (centre de recherche sur les médiations), France, Publié le 23 mars 2025
- Szokolay, S. V. (2008). *Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design*. Architectural Press.
- Thomas J. Ryan., 2023, La génération Alpha émerge en tant que perturbateurs du commerce de détail [Data file]. Disponible sur : <https://sgbonline.com/>
- Van Lengen, J. «Manual do arquiteto descalço». 1<sup>a</sup> ed. São Paulo: B4 Editores, 2014. p.46-53.
- Wei, W., Wargocki, P., & Zirngibl, J. (2020). "Review of parameters used to assess the quality of the indoor environment in Green Building certification schemes for offices and hotels". *Energy and Buildings*, 209
- WOJTOWICZ, N., Wargaming experiences: Discussions, J10 Gaming, Delft, 2023.
- Wojciechowski, S. (2023). *Introduction au wargaming professionnel*. Revue Défense & Stratégie, 42(2), 45-60.
- Wilaya d'Alger. (2020). *Plan stratégique de développement de la wilaya d'Alger à l'horizon 2030*. Direction de l'Aménagement du Territoire.
- Zumthor, P. (2006). *Penser l'architecture* (B. Bideau, Trad.). Éditions Infolio
- 4 IPSOS. « Génération Z, les nouveaux partenaires de consommation », dans Publications : marques et médias, [En ligne], 2016, <https://www.ipsos.com/fr-fr/generation-z-les-nouveaux-partenaires-de-consommation>



### ➤ Articles, Revues Et Divers Publications :

- Association APOGEF, 2015, Revue pratique des logiciels de simulation énergétique dynamique (SED), juin ;1 ,39
- Cheyrouze, M., & Tremblay, D.-G. (2024). *Le travail dans les espaces ouverts et de coworking : deux études en ergonomie de l'activité* (Rapport n° R-1200-fr). Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST). <https://doi.org/10.70010/EIMZ3154>
- Evans, G. W., & McCoy, J. M. (1998). When buildings don't work: The role of architecture in human health. *Journal of Environmental Psychology*, 18(1), 85–94.
- Fang , L. (1992), Grands immeubles et petites histoires : le Feng shui à Hong Kong, pp.26-29
- Halilović-Terzić, S., Kljuno, A. H., & Šabić-Zatrić, Z. (2024). Atrium as the element of spatial configuration in health-promoting schools. In M. Arslanagić-Kalajdžić, N. Ademović, & T. Tufek-Memišević (Eds.), *Interdisciplinary Advances in Sustainable Development II* (pp. 273–288). Springer.
- Hohotă, R., Colda, I., Enache, D., Găvan, M., & Enache, R. (2008). Etude numérique des «puits canadiens» pour la diminution des consommations énergétiques liées à la ventilation des bâtiments. Proceedings of IBPS4 France, Lyon, France.
- Islamic Azad University. (2025). The role of feng shui factors in reducing stress and promoting mental health in the environment: a qualitative study. *Middle Eastern Journal of Disability Studies*. Retrieved from <https://jdisabilstud.org/article-1-3272-en.html>
- Jérémy Bernard, Musy Marjorie, Héloïse Marie, 2020 .Rafraîchissement des villes : solutions existantes et pistes de recherche
- Jung, C., & Abdelaziz Mahmoud, N. S. (2023). Ventilation strategies for mitigating indoor air pollutants in high-rise residential buildings: A case study in Dubai. *Atmosphere*, 14(11), 1600.
- Kim, J., & de Dear, R. (2013). Workspace satisfaction: The privacy-communication trade-off in open-plan offices. *Journal of Environmental Psychology*, 36, 18-26.
- Linden, P. F. (1999). The Fluid Mechanics of Natural Ventilation. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 31(1), 201–238.
- Malakoff Humanis. (2023). *Baromètre Santé des salariés 2023*
- Portman, J. C. (1968). *Hyatt Regency Atlanta: A new concept in hotel design*. *Architectural Record*, 144(6), 140–143
- Recart, C., & Dossick, C. (2022). Hygrothermal behavior of post-retrofit housing: a review of the impacts of the energy efficiency upgrade strategies. *Energy and Buildings*.

## BIBLIOGRAPHIE

### ➤ Document en version électronique / PDF :

- ABNT 15.575. Guia para arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho (pdf). Acesso em 31 Dez 2017.
- ©ADEME Éditions, /Des solutions pour rafraîchir les villes S'inspirer d'expériences dans le monde selon la variabilité des climats d'aujourd'hui et de demain,(pdf). Novembre 2021
- Evans, J. M. (1980). *The comfort triangles: a new tool for bioclimatic design*. [PDF]. Academia.edu
- ONU habitat/ programme des nations unies pour les établissements humains/ Les Villes et le Changement Climatique Orientations Générales,(pdf).2011

### ➤ thèses / mémoires :

- Abd Halid ,A. (2007). A Study on Thermal Environment Performance in Atria in the Tropics with Special Reference to Malaysia.(thèse de doctorat).Université Heriot-Watt.
- Belmaaziz,M.(2003). Les ambiances thermo-aérauliques dans les atriums linéaires. Contribution à la constitution de règles expertes utilisables dans la conception du projet.(these de doctorat), Ecole polytechnique de l'Université de Nantes.
- Benseba, C. (2017). *La ventilation naturelle pour le confort d'été dans le contexte climatique Algérien* [Mémoire de master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou]. DSpace UMMTO.
- Fekkous k. (2017). L'influence de l'atrium ventilé des centres commerciaux sur le comportement thermo-aéraulique, memoire de magister, Université de constantite, Algerie, 234p.
- RAHAL. S. 2011. L'impact de l'atrium sur le confort thermique dans les bâtiments publics (Cas de la Maison de culture à Jijel), mémoire de magister, Université de Constantine, Algerie.

### ➤ Site web :

- Attia, S., Beltrán, L., De Herde, A., & Hensen, J. L. M. (2012). "Architect friendly": A comparison of ten different building performance simulation tools. Building and Environment, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.08.016>
- Baetens, R., Jelle, B. P., & Gustavsen, A. (2010). Properties, requirements and possibilities of smart windows for dynamic daylight and solar energy control in buildings: A state-of-the-art review. Solar Energy Materials and Solar Cells, 94(2), 87–105. <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2009.08.021>
- Breathing buildings:  
[www.breathingbuildings.com](http://www.breathingbuildings.com) consulté le 05/02/2025

## BIBLIOGRAPHIE

- Commission Européenne. (n.d.). *European Digital Innovation Hubs (EDIHs)*. EuropeanCommission.  
<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/edihs>
- Chong, K. Z., & Bahaiddin, A. (2017). Feng Shui: The Shape of Five Elements of Low Ti Kok Mansion. *Planning Malaysia*, 15(1).  
<https://doi.org/10.21837/pm.v15i1.226>
- Cóstola, D., Blocken, B., & Hensen, J. L. M. (2009). Overview of pressure coefficient data in building energy simulation. *Energy and Buildings*, 41(5), 496–503.  
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2008.10.018>
- Eminence., 2023, Comprendre la génération Alpha pour mieux adapter sa stratégie marketing [Data file]. Disponible sur : <https://eminence.ch/> (Consulté le : 21 – 05 -2025 ).
- Gacem, H. (2017). *Projet de requalification urbaine des friches industrielles à Hussein Dey (Alger)* [Mémoire de Master, Université Saâd Dahlab – Blida 1]. <https://di.univ-blida.dz/jspui/handle/123456789/1403>Office National des Statistiques (ONS). (2021). *Statistiques démographiques de la wilaya d'Alger – Recensement général de la population et de l'habitat 2020*. Alger : ONS.
- Ghiaus, C. (2006). Natural ventilation in buildings: Theoretical background and applications. *Energy and Buildings*, 38(4), 388–399.  
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2005.08.004>
- Goia, F. (2016). Search for the optimal window-to-wall ratio in office buildings in different European climates and the implications on total energy saving potential. *Solar Energy*, 132, 467–492.  
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.03.031>
- Goumba, A., Keita, M., & Coulibaly, A. (2022). Évaluation des performances énergétiques d'un bâtiment administratif en climat sahélien à l'aide du logiciel DesignBuilder. *Revue Nature & Technologie*, série A – Sciences fondamentales et de l'ingénieur, n°27, 1–14.  
<https://revue.univ-setif.dz/index.php/natec/article/view/1469>
- Gou, Z., & Lau, S. S. Y. (2014). Post-occupancy evaluation of the thermal environment in a green building. *Facilities*, 32(11/12), 575–591.  
<https://doi.org/10.1108/F-02-2013-0012>

## BIBLIOGRAPHIE

- <https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate> consulté le 26/01/2025 à 17h00
- <https://www.build-green.fr/ventilation-croisee-effet-de-cheminee-et-autres-concepts> consulté le 29/02/2025 à 21h54
- Islamic Azad University. (2025). The role of feng shui factors in reducing stress and promoting mental health in the environment: a qualitative study. *Middle Eastern Journal of Disability Studies*. Retrieved from <https://jdisabilstud.org/article-1-3272->
- Le bon marché, l'architecture au service du commerce [http://passerelles.bnf.fr/albumsmobile/bon\\_marche/index.htm](http://passerelles.bnf.fr/albumsmobile/bon_marche/index.htm) consulté le 05/02/2025
- Li, Z. R., Ai, Z. T., Wang, W. J., Xu, Z. R., Gao, X. Z., & Wang, H. S. (2014). Evaluation of airflow pattern in wind-driven naturally ventilated atrium buildings: Measurement and simulation. *Building Services Engineering Research & Technology*, 35(2), 139–154. <https://doi.org/10.1177/0143624412474941>
- Ministère de l'Économie. (n.d.). *Tout savoir sur les pôles de compétitivité*. Gouvernement français. <https://www.economie.gouv.fr/entreprises/tout-savoir-sur-poles-competitivite>
- Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. (n.d.). *Structuration de la recherche et innovation technologique*. Gouvernement français. <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/>
- Moosavi, L., Mahyuddin, N., Ab Ghafar, N., & Ismail, M. A. (2014). Thermal performance of atria: An overview of natural ventilation effective designs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 654–670. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.02.035>
- Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE). (2019). *Digital Innovation: Seizing Policy Opportunities*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/innovation/>
- Reinhart, C. F., & Voss, K. (2006). Monitoring manual control of electric lighting and blinds. *Lighting Research & Technology*, 38(1), 7–41. <https://doi.org/10.1191/1365782806li158oa>
- Rojsawadsuk, J. (2019). Natural ventilation in atrium for comfort. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies*, 16(1), 1–12. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jars/article/view/169229>

## BIBLIOGRAPHIE

- SimScale. (2020). *Stack effect and ventilation system design*. <https://www.simscale.com/blog/stack-effect-ventilation-system/>
- S’inspirer du Feng Shui pour aménager son bureau : une affaire de bon sens  
<https://www.wojo.com/blog/fr/du-bonheur-en-boite/amenager-un-bureau-feng-shui-principes-et-explications/> consulté le 20/01/2025
- S’inspirer du Feng Shui pour aménager son bureau : une affaire de bon sens  
<https://www.wojo.com/blog/fr/du-bonheur-en-boite/amenager-un-bureau-feng-shui-principes-et-explications/> consulté le 20/01/2025
- Shen, X., He, W., Chen, B., & Ding, L. (2016). *A Study on the Rationality of Office Feng Shui Based on Ergonomics*. In *Advances in Affective and Pleasurable Design* (pp. 295–304). Springer.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-41661-8\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41661-8_29)
- Sokkar, R., & Alibaba, H. Z. (2020). Thermal comfort improvement for atrium building with double-skin skylight in the Mediterranean climate. *Sustainability*, 12(6), 2253.  
<https://doi.org/10.3390/su12062253>
- Wu, S.-J. (2019). *Feng Shui: A Comparison of the Original Concept and Its Current Westernized Version* (Master's thesis, Rochester Institute of Technology). <https://repository.rit.edu/theses/10226/>
- Wong, N. H., & Hien, W. N. (2007). Residential envelope design for natural ventilation in the tropics. *Energy and Buildings*, 39(5), 515–521.  
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.10.003>



## BIBLIOGRAPHIE

### LISTE DES FIGURES

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1:Schéma de la méthodologie de recherche Source : auteures .....                                        | 7  |
| Figure 2:Schéma représente type de confort Source : auteures .....                                             | 10 |
| Figure 3::diagramme d'olgayay Source : ResearchGate.....                                                       | 12 |
| Figure 4:Diagramme de Givoni Source : ResearchGate .....                                                       | 12 |
| Figure 5:diagramme d'Evans Source : ResearchGate.....                                                          | 12 |
| Figure 6:diagramme de Szokolay Source : wordpress.com.....                                                     | 13 |
| Figure 7:ventilation naturelle Source : Architecture et climat 2023 .....                                      | 14 |
| Figure 8:ventilation verticale.....                                                                            | 15 |
| Figure 9:schéma de ventilation par effet cheminée Source : Guide CIBSE,2005 .....                              | 15 |
| Figure 10:Ventilation transversale Source : Studio MK27 Fernando Guerra .....                                  | 15 |
| Figure 11:Schéma de ventilation transversale Source : Guide CIBSE,2005.....                                    | 15 |
| Figure 12: Bagudir Source : ICCO Iran .....                                                                    | 16 |
| Figure 13:effet cheminee Source : Guide CIBSE,2005.....                                                        | 16 |
| Figure 14:Atrium Romain Source : www.pinterest.com .....                                                       | 17 |
| Figure 15: Reform Club à Londres Source : traditionalgentlemensclub.com.....                                   | 18 |
| Figure 16:Crystal palace Source : passerelles.essentiels.bnf.fr .....                                          | 18 |
| Figure 17:Hôtel Hyatt Regency a Atlanta Source: hiddenarchitecture.net.....                                    | 19 |
| Figure 18: Typologie des atriums Source : Plassart, 2015 .....                                                 | 20 |
| Figure 19:L'effet du tirage thermique Source : www.elios.fr.....                                               | 21 |
| Figure 20:L'effet du vent Source : energieplus-lesite.be .....                                                 | 21 |
| Figure 21: Température de l'air Source : Izard J.L., Belmaziz .M 1997 .....                                    | 22 |
| Figure 22: Champ radiatif solaire Source : Izard J.L., Belmaziz .M 1997 .....                                  | 22 |
| Figure 23:Champ radiatif solaire Source : Izard J.L., Belmaziz .M 1997 .....                                   | 23 |
| Figure 24: positionnement des stations de mesures Source : Rahal Samira, 2011 .....                            | 25 |
| Figure 25:positionnement des stations de mesures Source : Rahal Samira, 2011 .....                             | 26 |
| Figure 26: photos explicatives des éléments de wragaming Source : auteures générer par AI .....                | 31 |
| Figure 27: espace de wargaming.....                                                                            | 32 |
| Figure 28:couleur utilise dans un espace avec concept Feng shui Source : limobelinwo.com.....                  | 34 |
| Figure 29: agencement du mobilier selon le concept Feng shui Source : limobelinwo.com .....                    | 34 |
| Figure 30:v réseau d'entité de recherche en Algérie Source : dgrsdt.dz .....                                   | 37 |
| Figure 31:la grille d'analyse des exemples, source : auteurs .....                                             | 38 |
| Figure 32:Ferring Pharmaceuticals Source: archDaily 2022.....                                                  | 39 |
| Figure 33:Al Hilal Bank Office Tower Source: archDaily,2017.....                                               | 39 |
| Figure 34:Centre des opérations sur site de BMW Source : archDaily,2017 .....                                  | 39 |
| Figure 35:Siège social de SAP. Source : Arch Daily. 2020 .....                                                 | 43 |
| Figure 36:Huawei nanjing Research & Development Center Source: arch Daily. 2019.....                           | 43 |
| Figure 37:Comcast Technologie Source : Arch Daily 2020 .....                                                   | 43 |
| Figure 38: Schéma qui explique le chemin vers le projet. Source : Auteures .....                               | 48 |
| Figure 39: Alger la capitale. Source : <a href="https://www.airfrance.dz/">https://www.airfrance.dz/</a> ..... | 49 |
| Figure 40:Figure39 :la ville d'Alger, source ; Algérie 360 .....                                               | 49 |
| Figure 41: Alger la capitale et ses limites administratives. Source : airfrance.dz .....                       | 51 |
| Figure 42: Cadre Physique et hydrographie. Source : auteurs.....                                               | 51 |
| Figure 43: Limite naturelle et la topographie de la ville source : atelier colibri,2021-2022 .....             | 51 |
| Figure 44: les infrastructures de la ville. Source : Auteures.....                                             | 51 |
| Figure 45:accessibilite de la commune de Hussein dey SOURCE : traitée par auteures.....                        | 52 |
| Figure 46: les limites de la communes Hussein dey SOURCE : traitée par auteures .....                          | 52 |

## BIBLIOGRAPHIE

|                                                                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 47: Tracé du modèle théorique de la deuxième phase et projection sur le territoire algérois.                                                                                      |    |
| Source : Atelier Colibri.2021/2022 .....                                                                                                                                                 | 53 |
| Figure 48: carte des remparts et les voies d'Alger (à la recherche d'icosium, marcel le glav) .....                                                                                      | 53 |
| Figure 49: L'Hussein Dey en 1867 et en 1930 et en 1962Source : Bibliothèque des Glycines Éditer Par : Auteurs .....                                                                      | 54 |
| Figure 50: L'Hussein Dey en 1834 Source : Bibliothèque des Glycines Éditer Par : Auteurs .....                                                                                           | 54 |
| Figure 51: Carte des Fahs Algérois.source : auteurs .....                                                                                                                                | 54 |
| Figure 52: Les différentes chronologies de tissu urbaine à l'Hussein dey Source : Auteurs .....                                                                                          | 54 |
| Figure 53:L'Hussein Dey après l'indépendance Source : Bibliothèque des Glycines Éditer Par : Auteurs .....                                                                               | 54 |
| Figure 54: West dar Source : Bibliothèque des Glycines Éditer Par : Auteur .....                                                                                                         | 55 |
| Figure 55: carte des voies source : Auteurs .....                                                                                                                                        | 56 |
| Figure 56: carte des nœuds source : Auteurs.....                                                                                                                                         | 56 |
| Figure 57: carte de transport source : Auteurs .....                                                                                                                                     | 57 |
| Figure 58: carte de flux source : Auteurs .....                                                                                                                                          | 57 |
| Figure 59:des photos représentent le manque des espaces de stationnement source : auteur(s) .....                                                                                        | 58 |
| Figure 60: des photos représentent des locaux commerciaux ferme, imperméabilité, déchets et les sdf .....                                                                                | 58 |
| Figure 61: carte de géométries des voies source : Auteurs .....                                                                                                                          | 59 |
| Figure 62:carte de point de repère source : Auteurs .....                                                                                                                                | 60 |
| Figure 63: carte de la densité source : Auteurs.....                                                                                                                                     | 60 |
| Figure 64: carte de l'état de bâtis source : Auteurs .....                                                                                                                               | 61 |
| Figure 65: carte du gabarit source : Auteurs .....                                                                                                                                       | 62 |
| Figure 66: carte du gabarit source : Auteurs .....                                                                                                                                       | 62 |
| Figure 67:Une carte qui représente les séquences de l'analyse séquentielle source : auteur(s) .....                                                                                      | 64 |
| Figure 68:les stratégies ressortis. Source : Auteurs .....                                                                                                                               | 67 |
| Figure 69: Carte aérienne qui représente les stratégies de la synthèse d'approche SWOT. Source : auteurs.....                                                                            | 67 |
| Figure 70:Figure78 : Diagramme de l'humidité à Hussein-dey Source : Climate Consultant .....                                                                                             | 69 |
| Figure 71: Direction des vents dominants à Hussein-dey Source : Climate Consultant .....                                                                                                 | 69 |
| Figure 72:Variation de température mensuelle à Hussein-dey .....                                                                                                                         | 69 |
| Figure 73: Diagramme psychométrique d'Hussein-dey pour les mois : juin-juillet – aout Source : Climate Consultant .....                                                                  | 69 |
| Figure 74:Diagramme de précipitation à Hussein-dey Source : Climate Consultant .....                                                                                                     | 69 |
| Figure 75:Figure 83 : durée d'ensoleillement à Hussein-dey Source : Climate Consultant .....                                                                                             | 69 |
| Figure 76:: les caractéristiques de génération Z. Source : <a href="https://www.dell.com/en-us/dt/perspectives/gen-z.htm">https://www.dell.com/en-us/dt/perspectives/gen-z.htm</a> ..... | 70 |
| Figure 77: schéma résume l'idée mère de projet, Source : auteures .....                                                                                                                  | 71 |
| Figure 78: schéma représente la nuisance du nom du projet, Source : auteures .....                                                                                                       | 72 |
| Figure 79: schéma représente des raccourcis de processus de conception, Source : auteurs.....                                                                                            | 72 |
| Figure 80: Schéma de processus de la conception du projet, Source : mémoire,2023 .....                                                                                                   | 73 |
| Figure 81:schema des éléments utilisés dans la façade source : auteures.....                                                                                                             | 74 |
| Figure 82: façade extérieure du projet source : auteures.....                                                                                                                            | 74 |
| Figure 83: facade principale de CRI-TECH source : auteures .....                                                                                                                         | 74 |
| Figure 84:Composants d'un double et triple vitrage Source : fenetre-isolation.com.....                                                                                                   | 75 |
| Figure 85:le vitrage pare soleil Source : janneau.com .....                                                                                                                              | 76 |
| Figure 86:isolation du vitrage acoustique Source : forumconstruire.com.....                                                                                                              | 76 |
| Figure 87:le vitrage électrochrome Source : batirama.com.....                                                                                                                            | 76 |

## BIBLIOGRAPHIE

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 88:fonctionnement du pavegen Source : projets.polytech-lille.fr .....       | 77 |
| Figure 89: moucharabieh traditionnel et moderne source : lightzoomlumiere.fr ..... | 77 |
| Figure 90:volume de simulation dans design Builder source auteures,2025 .....      | 78 |
| Figure 91: protocole de simulation source : auteures .....                         | 79 |
| Figure 92: Coef de repressions standard R+1 10% CRS source : designbuilder .....   | 80 |
| Figure 93:Coef de repressions standard R+2 30% CRS source : designbuilder .....    | 80 |
| Figure 94: Coef de repressions standard RDC 30% CRS source : designbuilder .....   | 82 |
| Figure 95:Coef de repressions standard R+1 30% CRS source : designbuilder .....    | 82 |
| Figure 96:Coef de repressions standard R+2 30% CRS source : designbuilder .....    | 82 |

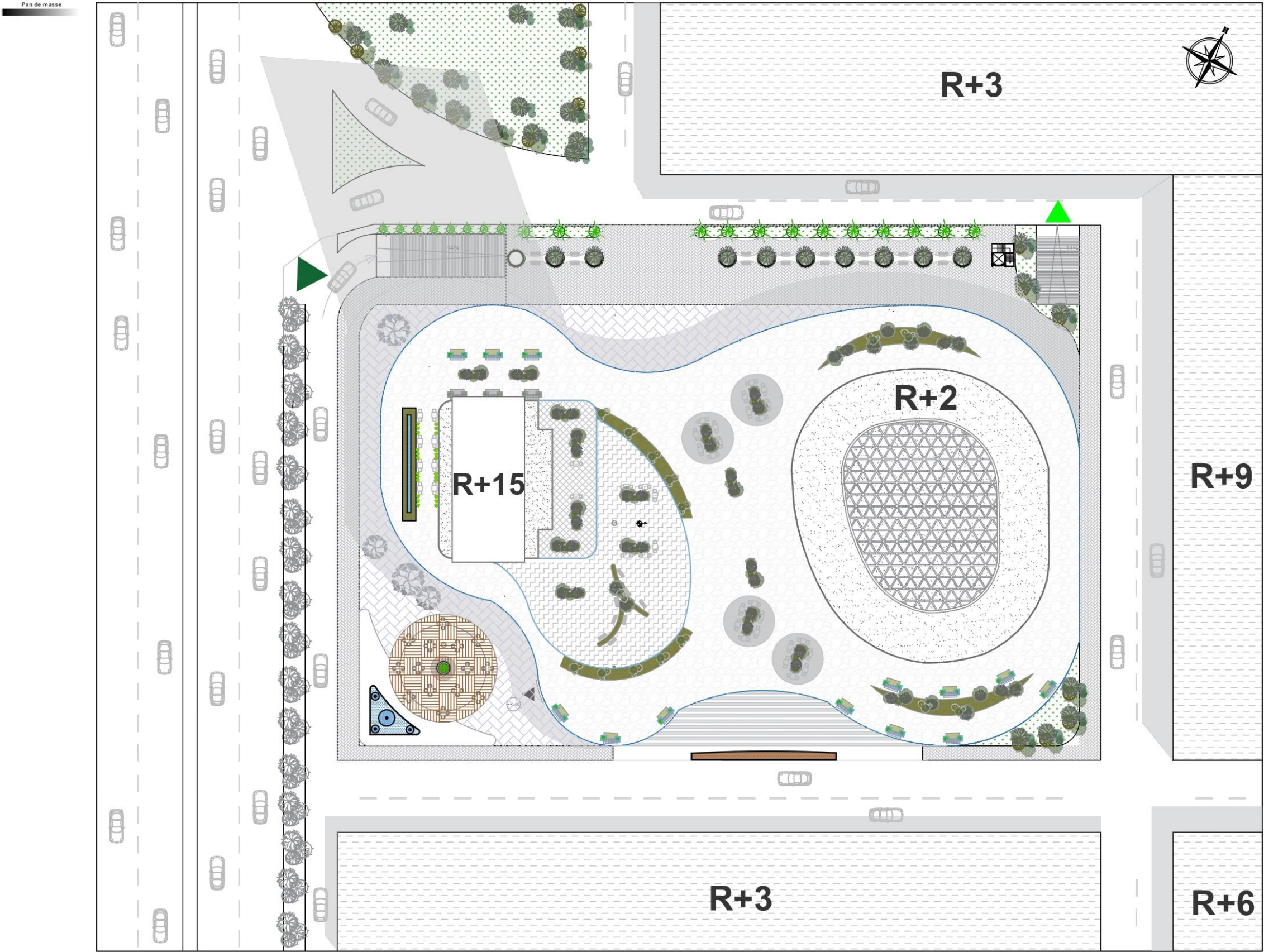
## LISTE DES TABLEAU

|                                                                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Table 1: Diagrammes du confort thermique ; source : compilée par auteures à partir de Olgyay, V., & Olgyay, A. (1973), Givoni, B. (1969), Evans, J. M. (1980) et Szokolay, S. V. (2008). ..... | 11 |
| Table 2: des recommandations dans la conception des atriums, source : compilée par auteure a partir de : Moosavi et al. (2014) et Sokkar (2020). .....                                         | 24 |
| Table 3:avantages et inconvénients du wargaming, source : auteures .....                                                                                                                       | 29 |
| Table 4:Présentation des éléments, source : auteures .....                                                                                                                                     | 30 |
| Table 5:Présentation des exemples d'un centre d'affaire, source : auteurs .....                                                                                                                | 39 |
| Table 6:Analyse d'exemple 01, Source : Auteures .....                                                                                                                                          | 40 |
| Table 7:Analyse d'exemple 02, Source : Auteures .....                                                                                                                                          | 41 |
| Table 8:Analyse d'exemple 03, Source : Auteur .....                                                                                                                                            | 42 |
| Table 9:: Présentation des exemples d'un centre de recherche et d'innovation technologique, source : auteurs.....                                                                              | 43 |
| Table 10:Les fonctions retenus. Source : Auteures.....                                                                                                                                         | 44 |
| Table 11:: Le programme retenu de cette analyse. Source : Auteures.....                                                                                                                        | 45 |
| Table 12: des personnes questionnes et leurs réponses source : auteures .....                                                                                                                  | 64 |
| Table 13:Les problématiques ressortis de l'analyse urbaine. Source : Auteurs.....                                                                                                              | 65 |
| Table 14:Table 14 : Un tableau représente les éléments ressortis selon l'approche AFOM. Source : Auteurs .....                                                                                 | 66 |
| Table 15:Un tableau représente les éléments ressortis selon l'analyse climatique. Source : Auteures .....                                                                                      | 69 |
| Table 16: les types de vitrage source : auteures .....                                                                                                                                         | 76 |
| Table 17:tableau de résultats de simulation de 10% dans le RDC par DesignBuilder source auteures 2025.....                                                                                     | 80 |
| Table 18:Figure 92 : Coef de repressions standard RDC 10% CRS source : designbuilder .....                                                                                                     | 80 |
| Table 19:tableau de résultats de simulation de 10% dans le R+1 par DesignBuilder source auteures 2025.....                                                                                     | 80 |
| Table 20:tableau de résultats de simulation de 10% dans le R+2 par DesignBuilder source auteures 2025.....                                                                                     | 80 |
| Table 21:: tableau de résultats de simulation de 30% dans le RDC par DesignBuilder source auteures 2025.....                                                                                   | 82 |
| Table 22:tableau de résultats de simulation de 30% dans le R+1 par DesignBuilder source auteures 2025.....                                                                                     | 82 |
| Table 23:tableau de résultats de simulation de 30% dans le R+2 par DesignBuilder source auteures 2025.....                                                                                     | 82 |

## BIBLIOGRAPHIE

# **LES ANNEXES**



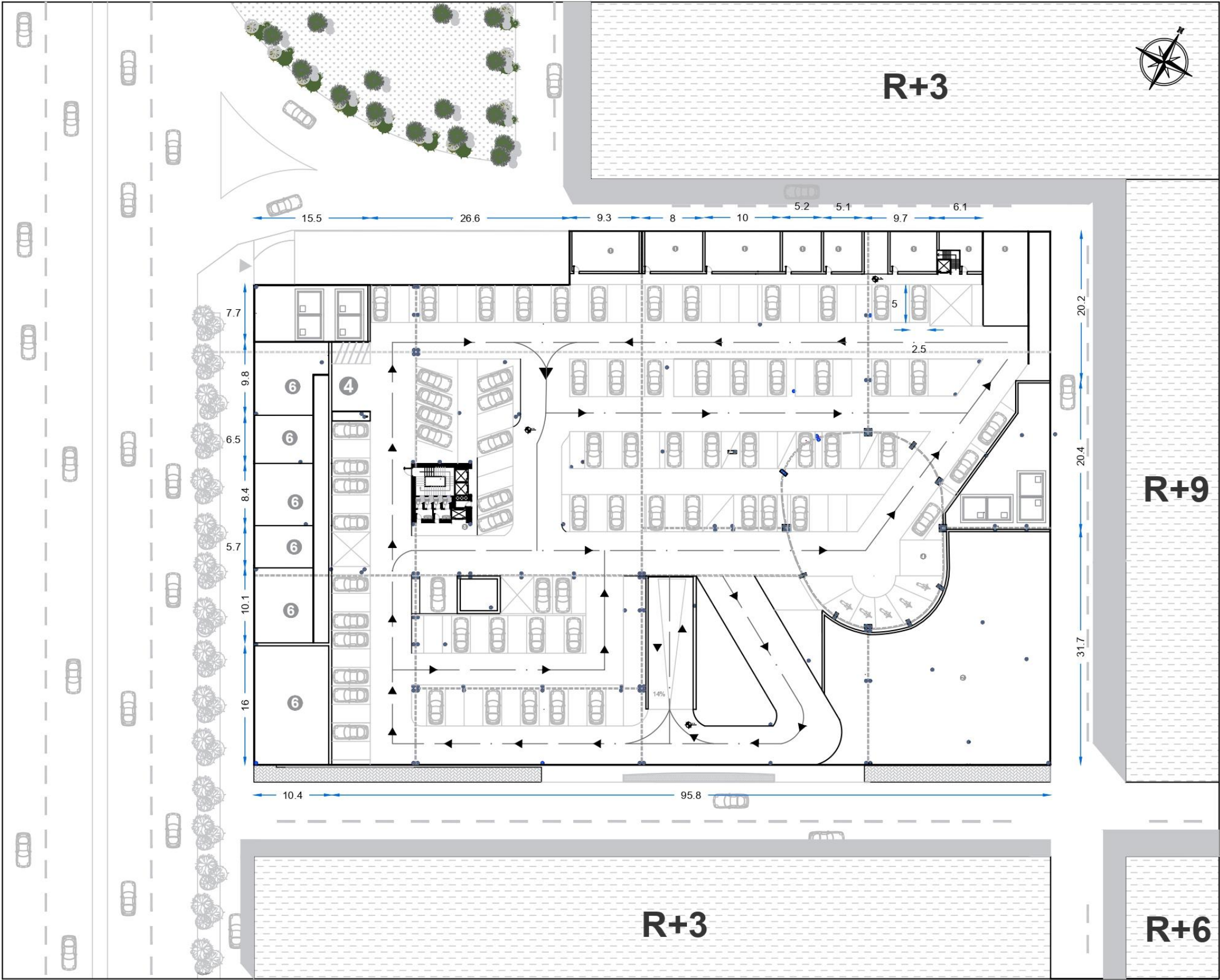




## LES ANNEXES



PLAN DU R-2 (126 places)  
Légende  
① local technique  
② local de maintenance  
③ sanitaires  
④ dépôt  
⑤ monte charge  
⑥ stockage





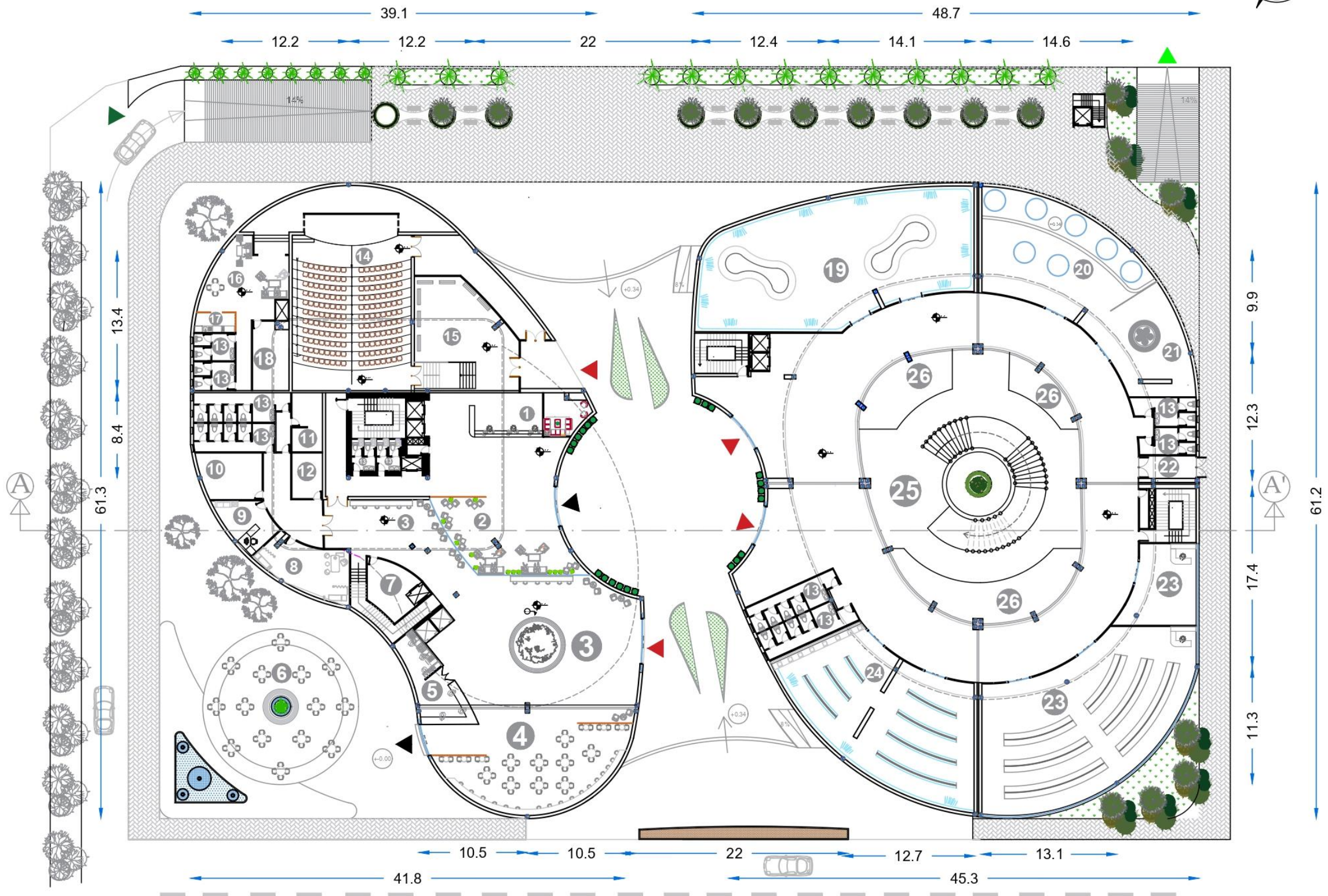
LES ANNEXES



PLAN DU REZ-DE-CHAUSSE

Légende

- ▲ Accès principal de la tour
- ▲ Accès principal du centre
- ▲ Accès du parking
- ▲ Sortie du parking
- 1 Réception
- 2 Attente
- 3 Hall de détente
- 4 Espace de consommation
- 5 Cuisine
- 6 espace de consommation extérieur
- 7 Stockage et monte charge
- 8 salle de soin
- 9 salle de surveillance
- 10 salle de prière homme
- 11 salle de prière femme
- 12 local de ménage
- 13 Sanitaires
- 14 Auditorium
- 15 Espace d'exposition
- 16 salon
- 17 kitchenette
- 18 local de rangement
- 19 digital art musuem
- 20 VR experience
- 21 VR wall drawing
- 22 sortie de secours
- 23 boutique informatique
- 24 salle d'exposition digitale
- 25 atrium
- 26 Box de vente et d'exposition



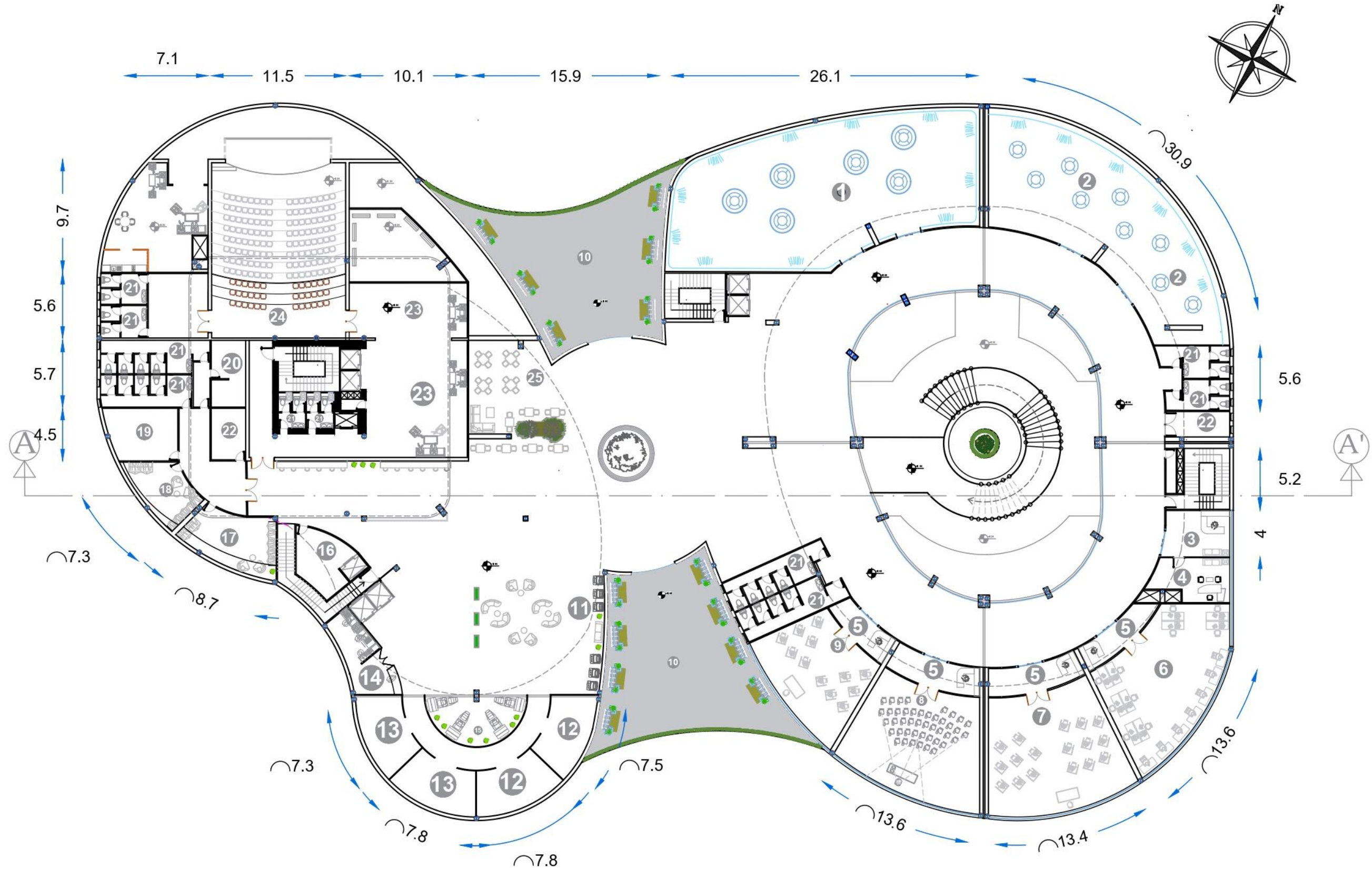


LES ANNEXES

PLAN DU R+1

Légende

- 1 salle de robotique
- 2 salle de tactique-spatial
- 3 bureau de la secrétaire
- 4 bureau de la direction des formations
- 5 espace check in
- 6 médiathèque
- 7 salle de formation informatique
- 8 salle de conférence
- 9 salle de formation TECH- IA
- 10 Terrasse
- 11 espace de jeux vidéo
- 12 Box assistant IA
- 13 Box Q&A IA
- 14 vente de consommation rapide
- 15 jeux video 3D
- 16 stockage et monte charge
- 17 vestiaire pour femme
- 18 vestiaire pour homme
- 19 salle de prière homme
- 20 salle de prière femme
- 21 sanitaires
- 22 local de ménage
- 23 salon VIP
- 24 zone vip
- 25 espace de consommation
- 26 Box de vente et d'exposition

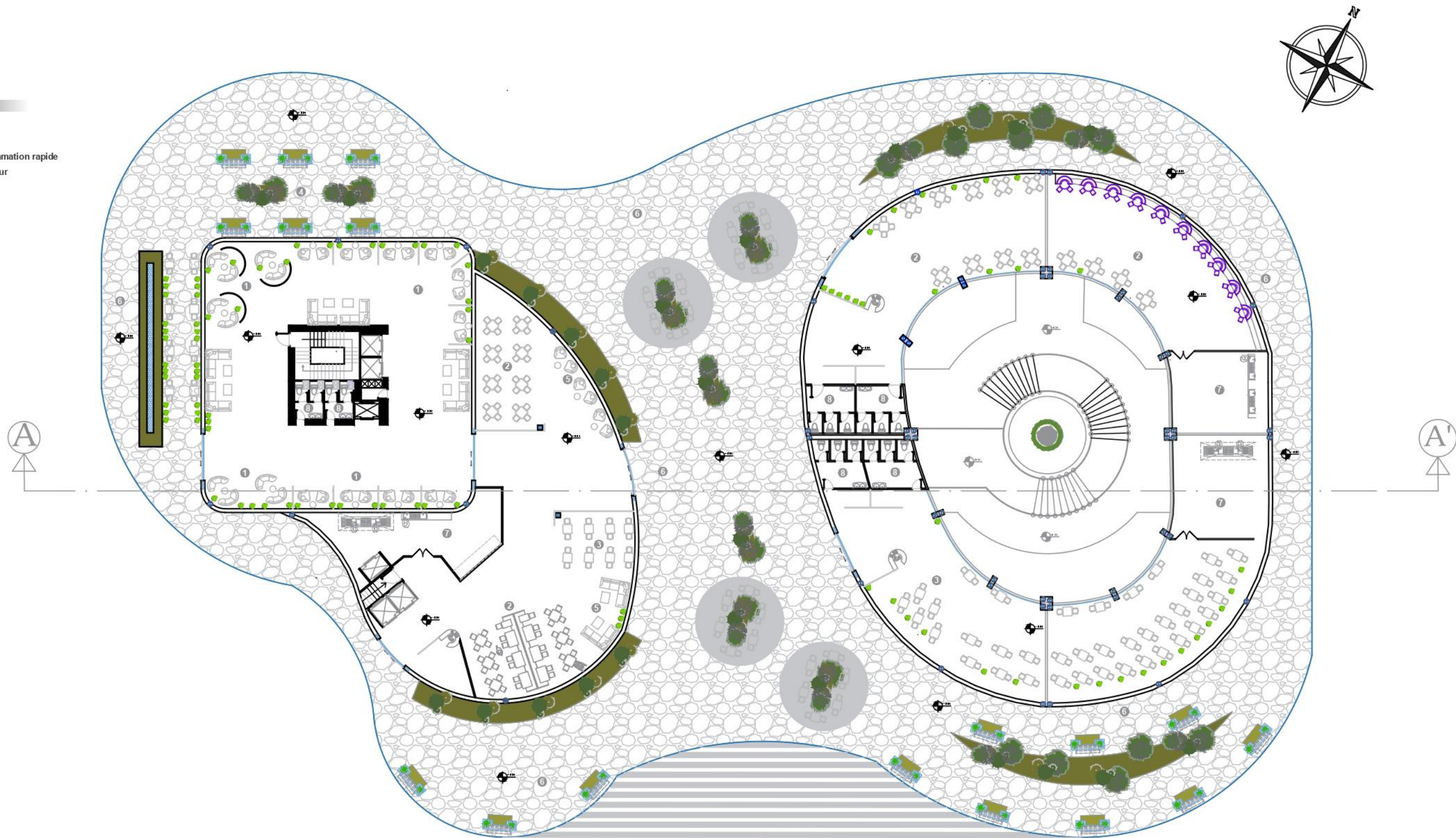




PLAN DU R+2

Légende

- ① espace convivial
- ② espace familial
- ③ espace de consommation rapide
- ④ espace pour fumeur
- ⑤ espace attente
- ⑥ Terrasse
- ⑦ cuisine
- ⑧ sanitaires

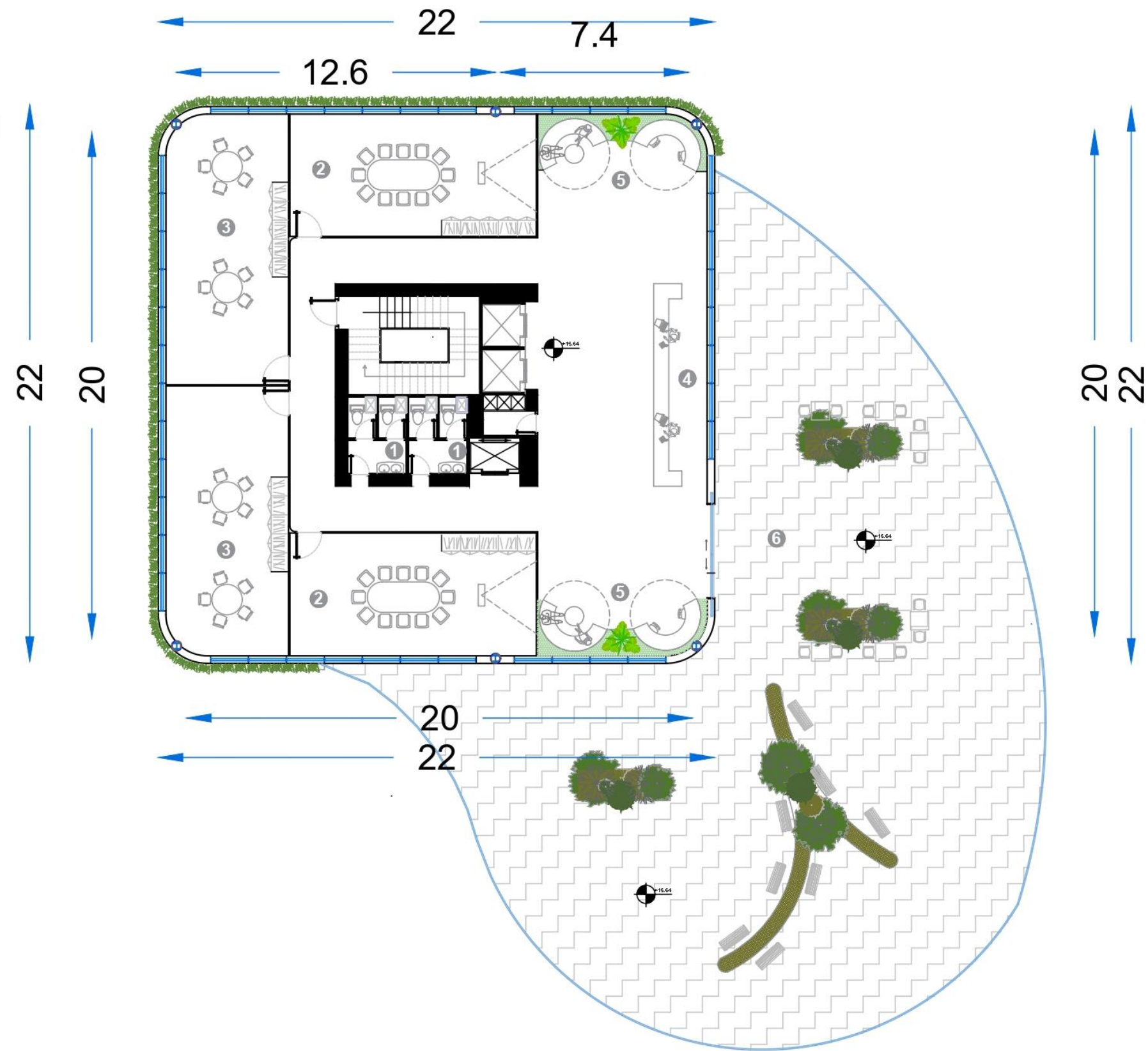




PLAN DU R+3 (TOUR )

Légende

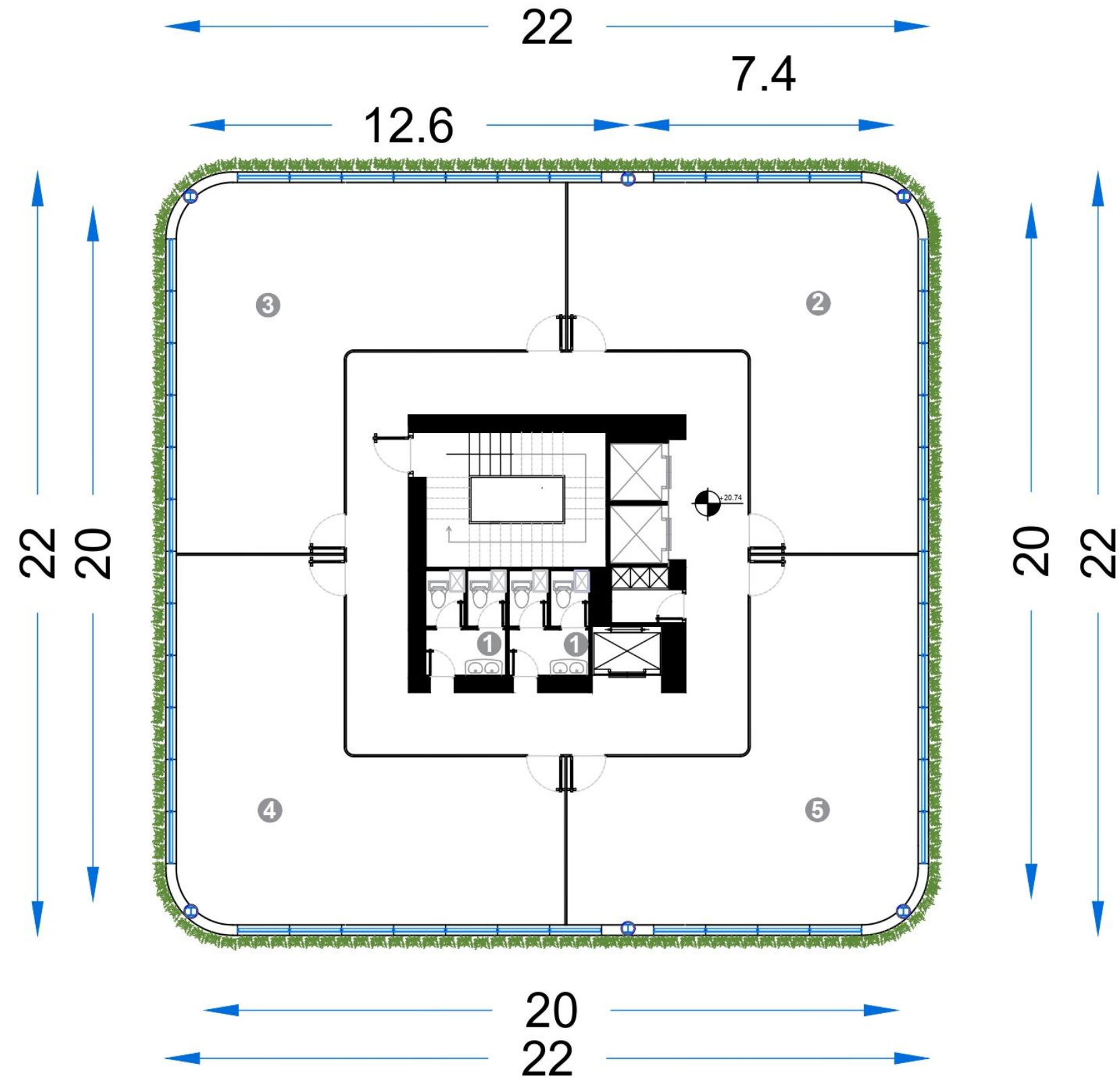
- ① sanitaires
- ② salle de reunion
- ③ salle polyvalente
- ④ réception
- ⑤ espace attente
- ⑥ Terrasse



# PLAN DU R+4 (TOUR)

## Légende

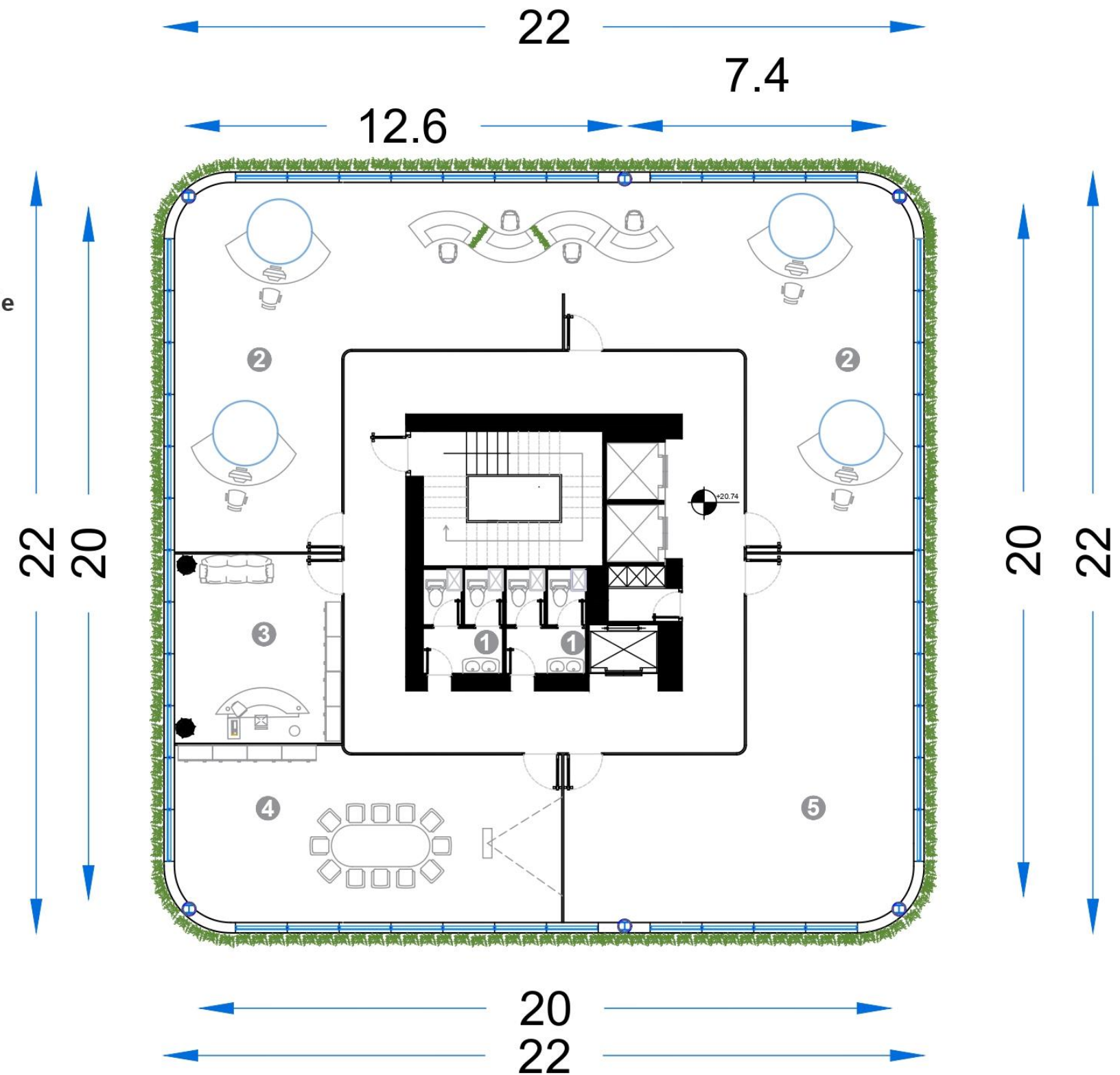
- ① sanitaires
- ② laboratoire robotique
- ③ laboratoire de prototypage
- ④ atelier electronique
- ⑤ salle de test



# PLAN DU R+5 (TOUR)

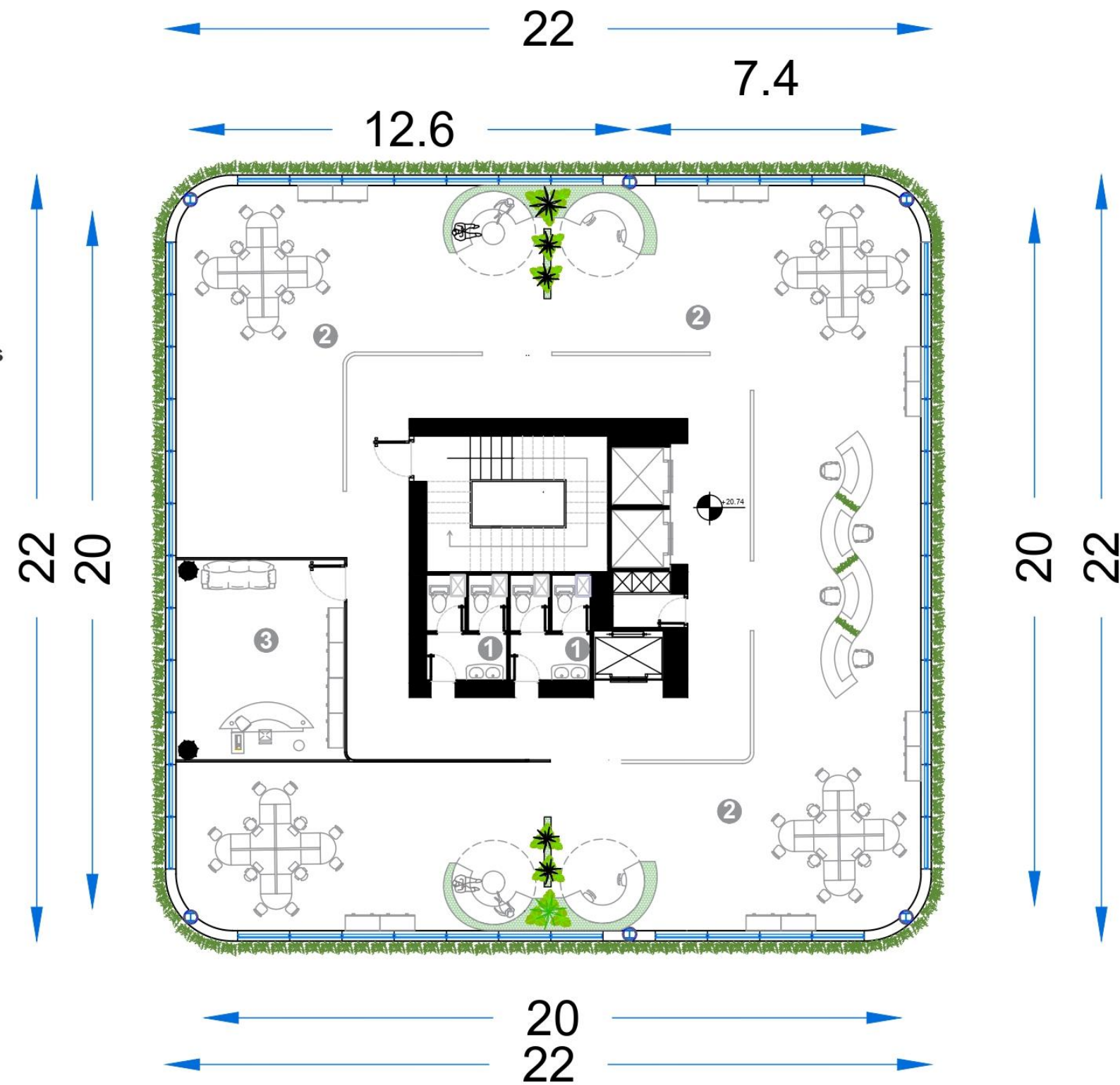
## Légende

- ① sanitaires
- ② laboratoire de simulation et de réalité virtuelle
- ③ bureau de programmation
- ④ salle de projection
- ⑤ salle de test



PLAN DU R+6 (TOUR)

- Légende**
- ① sanitaires
  - ② laboratoire de cybersécurité
  - ③ bureau des contrôles d'accès biométrique





PLAN R+13 adminsitration

Légende

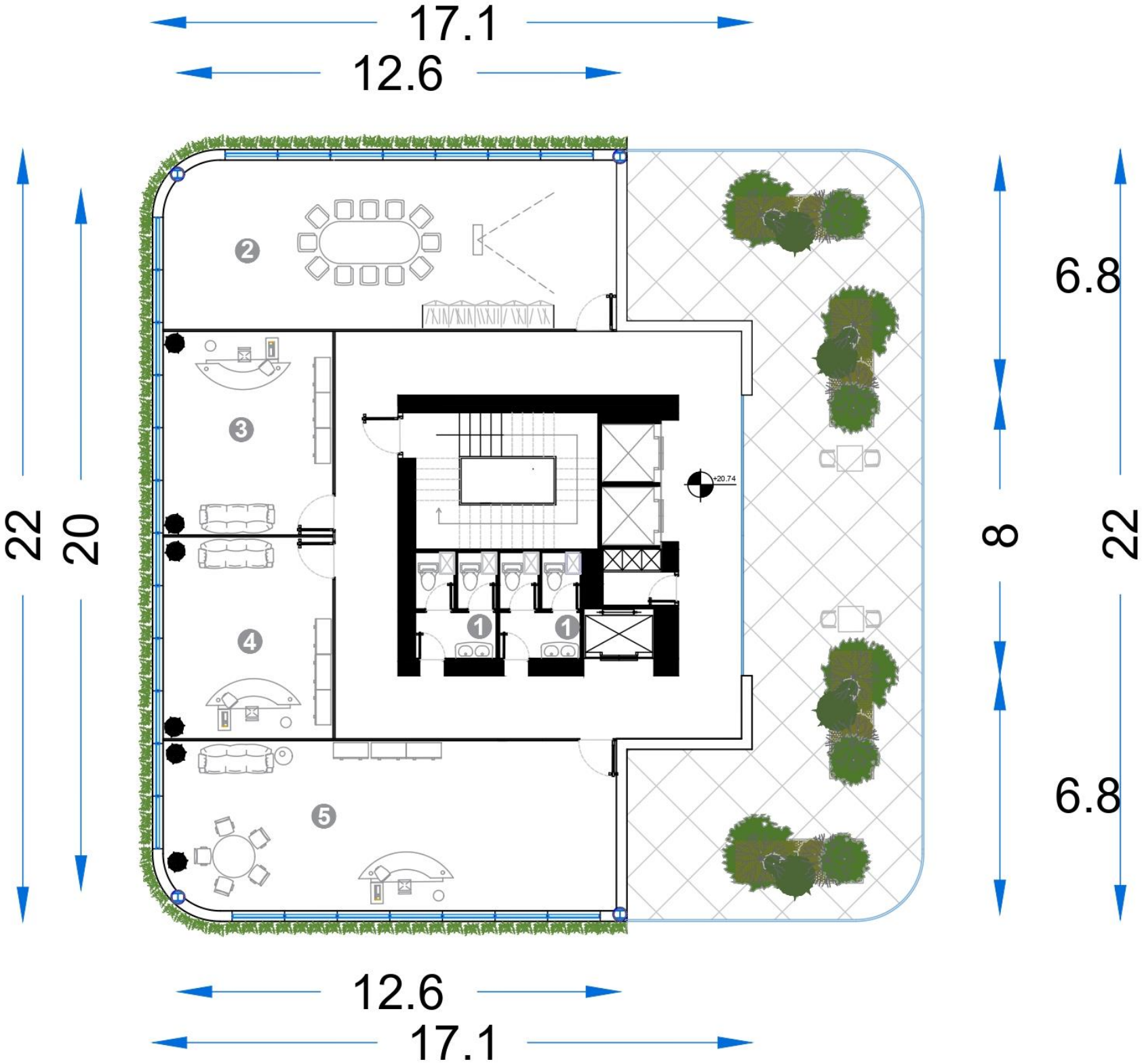
- ① sanitaires
- ② salle de reunion
- ③ bureau de gestion
- ④ archives
- ⑤ bureau d'assistance de direction
- ⑥ stockage





PLAN R+14 adminsitration  
Légende

- ① sanitaires
- ② salle de reunion
- ③ bureau de comptabilité
- ④ bureau de secretaire
- ⑤ bureau du directeur





# LA COUPE AA



**LA FACADE PRINCIPALE**





**LA FACADE NORD**



**LA FACADE EST**





LA FACADE OUEST





PERSPECTIVE 01





PERSPECTIVE 02





PERSPECTIVE 03





PERSPECTIVE 04





PERSPECTIVE 05





PERSPECTIVE 06





## RENDU DU CORRIDOR URBAIN



















## RENDU DES ESPACES INTERIEURS



ESPACES WARGAMING



SALLE DE VR





**DEGITAL ART MEUSUM**



**AI ASSISTANT BOX**