

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

جامعة عمار تليجي بالاغواط

FACULTE DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE

كلية الهندسة المدنية و المعمارية

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

قسم الهندسة المعمارية



Mémoire projet de fin d'étude en vue de l'obtention

Du diplôme Master en Architecture

Domaine : Architecture urbanisme et métier de la ville

Filière : Architecture

Spécialité : Architecture & Environnement

Présenté par :

BAADJ Belkacem

Intitulé

Conception d'un Centre de Recherche Scientifique

Durable à Ghardaïa

Cas d'étude : confort thermique dans un laboratoire

Soutenu publiquement devant le jury composé de :

Mr. REZZOUG ABDELKADER	M.A.B	President
Mr. ZEGGAR ABDERRAZAK	M.A.A	Examineur
Mr. BOUKHALKHAL ABOUBAKER	M.A.A	Examineur
Mr. BELHADJ BELKACEM	M.C.B	Encadreur

Promotion: 2016/2017



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE AMAR TELIDJI – LAGHOUAT
FACULTE DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE



RESUME DE MEMOIRE

DOMAINE : Architecture urbanisme et métier de la ville

FILIERE : Architecture

SPECIALITE : Architecture et environnement

THEME : Conception d'un centre de recherche scientifique durable a GHARDAIA

PRESENTE PAR :

- BAADJ Belkacem

ENCADRE PAR :

- BELHADJ BELKACEM

Résumé :

La problématique abordée dans ce mémoire vise à répondre à la question suivante : "comment concevoir un centre de recherche scientifique répondant aux standards et normes internationalement reconnues en termes de confort intérieur ?

Les travaux entamés se sont focalisés sur le confort thermique. Et nous avons pris comme cas d'étude l'espace le plus défavorable du projet.

L'étude théorique a nécessité d'étudier l'architecture bioclimatique, le confort thermique.

Cette étude théorique nous a permis d'obtenir des données quantitatives et qualitatives qui modélisent au mieux des performances et à prendre en considération en vue des exigences souhaitées pour atteindre le confort intérieur au sein d'un laboratoire de recherche scientifique.

Notre travail a été complété par une phase de simulation numérique en utilisant l'outil logiciel ENERGIE+. Cette phase nous a permis d'obtenir des résultats plus intéressants par rapport au cas initial et ce, en introduisant certains éléments architecturaux tels que : les brises soleil.

L'apport de cette étude nous semble intéressant à être considérée lors de la conception d'un centre de recherche en milieu aride.

Mots clés :

Centre de recherche scientifique, Architecture bioclimatique, confort thermique, milieu aride.



People's Democratic Republic of Algeria
Ministry of Higher Education and Scientific Research
AMAR TELIDJI UNIVERSITY – LAGHOUAT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE



ABSTRACT

DOMAINE: Architecture urban planning and occupation of the city

FILIERE: Architecture

OPTION: Architecture and environment

THEME: conception of sustainable scientific research center in Ghardaia

PRESENTED BY

- BAADJ Belkacem

FRAMED BY

- BELHADJ BELKACEM

Abstract

The problem addressed in the thesis aims to answer the following question: "how to design a scientific research center meeting internationally recognized standards and norms for inner comfort?"

The work started to this end focused on thermal comfort and we took as a case study the most unfavorable space of the project.

Thus, this required theoretical studies on:

- Bioclimatic architecture. And,*
- Thermal comfort, its strategies and standards.*

This theoretical study has allowed us to obtain quantitative and qualitative data that best model the luminous and thermal performances to be considered in view of the desired requirements to achieve interior comfort within a scientific research laboratory.

Our work was completed by a numerical simulation phase using the software tools ENERGIE +. This last allowed us to obtain more interesting results compared to the initial case and this, by introducing certain architectural elements such as: the ventilated roof and the greenhouse.

The contribution of this study seems interesting to us to consider when designing an arid research center.

Keywords

Scientific research center, Bioclimatic architecture, thermal comfort, arid environment.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة عمار ثلجي - الأغواط
كلية الهندسة المدنية و الهندسة المعمارية
قسم الهندسة المعمارية

ملخص المذكرة

الميدان : هندسة معمارية و العمران و مهن المدينة
الشعبة : هندسة معمارية
التخصص : هندسة معمارية و بيئة
الموضوع : تصميم مركز ابحاث علمي مستدام في مدينة غرداية

مقدم من طرف :
- بعاج بلقاسم
مؤطر من طرف :
- بلحاج بلقاسم

الملخص :

تهدف هذه الدراسة إلى الإجابة على السؤال التالي: "كيفية تصميم مركز بحث علمي يفي بالمعايير والمقاييس المعترف بها دوليا من حيث الراحة الداخلية؟
بدأ العمل يركز على الراحة الحرارية. وأخذنا دراسة حالة أكثر مساحة غير مواتية للمشروع.
وتطلبت الدراسة النظرية دراسة العمارة البيولوجية المناخية، والراحة الحرارية.
وقد سمحت لنا هذه الدراسة النظرية بالحصول على بيانات كمية ونوعية أفضل أداء نموذجي، ومراعاة المتطلبات المطلوبة لتحقيق الراحة داخل مختبر البحث العلمي .
تم الانتهاء من عملنا من خلال مرحلة المحاكاة الرقمية باستخدام أداة البرمجيات إنبرجي +. مكنتنا هذه المرحلة من الحصول على نتائج أكثر إثارة للاهتمام مقارنة بالحالة الأولية من خلال إدخال بعض العناصر المعمارية مثل: نساءم الشمس.
يبدو أن مساهمة هذه الدراسة مثيرة للاهتمام بالنسبة لنا للنظر عند تصميم مركز البحوث القاحلة .

كلمات البحث :

مركز البحوث العلمية، والهندسة المعمارية بيوكليماتيك، الراحة الحرارية، والبيئة القاحلة .

REMERCIEMENTS

En préambule de ce mémoire, louanges a ALLAH son aide et pour nous avoir donné la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Nous tenons à remercier sincèrement Monsieur, BELHADJ Belkacem, pour avoir été toujours à notre écoute, pour sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

On n'oublie pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragés.

Dédicaces

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chères sœurs, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,

Merci d'être toujours là pour moi.

BAADJ Belkacem

Sommaire

Résumer

Remerciement

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Approche Introductive

Introduction générale	1
I.1.Motivation du choix du thème.....	3
I.2.Problématique.....	3
I.3.Hypothèses.....	4
I.4.Objectifs.....	4
I.5.Structure du mémoire	4

Chapitre I : Approche Thématique

Introduction	5
I. Généralité sur le thème	5
I.2. Aperçue historique de la recherche scientifique	6
I.3. Types de recherche scientifique	7
I.4. Développement durable	7
I.5. L'environnement	9
I.6. Les ressources énergétiques renouvelables	10
I.7. L'architecture bioclimatique	13
I.8. Le confort	16
I.9. Les régions Arides	20
I.10. L'architecture, le respect de l'environnement	21
II. Analyse des exemples	22

II.1. Exemple 01 : Solaris Immeuble	22
II.2 Exemple 02 : Centre d'éducation et de recherche	26
II.3 Exemple 03 : Centre de technologies énergétiques durables	31

Chapitre II Approche Contextuelle

I. Echelle territoriale	39
II. Echelle urbaine	42
II.1. KSAR DE GHARDAIA	42
II.2. Les éléments structurants de la ville	43
II.3. Etudes climatiques	45
III. Echelle de la zone d'étude.....	52
IV Echelle du terrain.....	56
IV.1. Situation.....	56
IV.2. L'environnement immédiat.....	56
V.3. L'accessibilité.....	57
IV.4. Caractéristiques de site.....	57
V.5. Vents et ensoleillement.....	58
V. Conclusion	58

Chapitre III Approche Architecturale

I .Programme quantitatif	59
II .Programme qualitatif	62
Introduction	64
III . Les données de site	64
III .2 – L'idée de projet	65
III .3 – La genèse de projet	65
Le plan de masse	72
Les accès	72

Les parkings	72
Occupation de terrain	73
Les espaces verts	73
Les parcours	74
Les gabarits du projet	74
L'organisation fonctionnelle du projet	77
IV. Les différents traitements de volume et l'aspect bioclimatique du projet.....	80

Chapitre IV confort thermique

II. Confort Thermique	101
II.1 Introduction	101
II.2 Définitions	101
II.3 PARAMETRES INFLUENCANT LE CONFORT THERMIQUE	102
II.4 Les techniques d'adaptation à l'échelle de plan architectural	102
II.5 les valeurs recommandées du confort hygrothermique	103
II.6 Présentation du cas d'étude	103
II.6.2 Description de logiciel EnergyPlus	105
II.6.3 les phases de simulation	106
II.7 Evaluation numérique des conditions de confort thermique (cas initiale)	109
II.7.1 Période estivale	109
II.7.2 Période hivernale	110
II.8 Evaluation numérique des conditions de confort thermique (cas amélioré)	111
I.8.1 Période estivale	111
I.8.2 Période hivernal	112
II.9 Synthèse	112
III- Système constructif	113
III-1 le choix de structure	113
III-2 Menuiserie	114
Conclusion générale	115
Références bibliographiques	

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : les composants de développement durable	08
Figure 02 : L'énergie hydraulique (Barrage).....	10
Figure 03 : La biomasse	10
Figure 04 : Géothermie	11
Figure 05 : Les éléments éoliens	11
Figure 06: éléments photovoltaïque	11
Figure 07 : éléments photovoltaïque	12
Figure 08 : Les formes d'intégration des panneaux photovoltaïque	12
Figure 09 : Les bases de l'architecture bioclimatique	13
Figure 10 : Site d'implantation	14
Figure 11 : Le role de végétation sur la bioclimat	15
Figure 12: Stratégie d'éclairage naturel	16
Figure 13: Stratégie du froid (En hiver)	17
Figure 14: Stratégie du froid (En été)	17
Figure 15: La ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux	17
Figure 16: La ventilation mécanique contrôlée (VMC) double flux	18
Figure 17 : Stratégie de confort visuel	18
Figure 18: Les paramètres de confort visuel	19
Figure 19: Stratégie d'éclairage naturel	19
Figure 20: Les régions arides	20
Figure 21: Vue sur l'immeuble	22
Figure 22: Vue sur l'intérieur	22
Figure 23 : Vue aérienne 'plan de masse'.....	22
Figure 24: Plan RDC	23

LISTE DES FIGURES

Figure 25: Parcours solaire	23
Figure 26: Vue sur l'atrium	24
Figure 27: Coupe schématique	24
Figure 28: Coupe schématique	25
Figure 29: Vue de Centre d'éducation et de recherche	26
Figure 30 : Plan de situation	26
Figure 31 : accessibilité	27
Figure 32 : Plan de masse	27
Figure 33 : Volumétrie	28
Figure 34: Vue	28
Figure 35 : Organigramme RDC	28
Figure 36: Plan RDC	29
Figure 37: Plan 1 ^{er} étage	29
Figure 38: Plan 2 ^{eme} étage	30
Figure 39: Vue intérieure	30
Figure 40 : Coupe transversal	30
Figure 41: Vue	31
Figure 42: Vue satellitaire	31
Figure 43 : Plan d'accessibilité	32
Figure 44 : Entrée principale	32
Figure 45 : Volumétrie	33
Figure 46 : éventail	33

LISTE DES FIGURES

Figure 47 : Volumétrie	33
Figure 48 : Vues	34
Figure 49 : Vues	34
Figure 50 : plan sous-sol	35
Figure 51 : Plan RDC	35
Figure 52 : Plan R+1	35
Figure 53 : Plan R+2	36
Figure 54 : Plan R+3	36
Figure 55 : Plan R+4	36
Figure 56 : état été	37
Figure 57 : Circulation d'air	37
Figure 58 : Ventilation en hiver	37
Figure 59 : Ventilation en été	37
Figure 60 : Situation de la wilaya	39
Figure 61 : Limites de la wilaya	39
Figure 62 : la vallée du m'zab	40
Figure 63 : positionnement de la vallée du m'zab	41
Figure 64 : ksar de Ghardaïa	42
Figure 65 : Mosquée Ghardaïa	43
Figure 66: Minaret	43
Figure 67 : Plan salle de prière	43
Figure 68 : Coupe minaret	43

LISTE DES FIGURES

Figure 69 : Vues aérienne sur Ghardaïa	44
Figure 70 : Moyenne haute et basse température	45
Figure 71 : Moyenne haute et basse température	46
Figure 72 : Catégories de couverture nuageuse	47
Figure 73 : Précipitation	47
Figure 74 : Précipitations mensuelles moyennes	48
Figure 75 : Heures de lumière du jour et de crépuscule	49
Figure 76 : Niveaux de confort d'humidité	49
Figure 77 : Vitesse moyenne du vent	50
Figure 78 : Direction du vent	51
Figure 79 : vue aérienne	52
Figure 80 : situation de la zone des sciences	53
Figure 81 : vue aérienne	54
Figure 82 : stade	54
Figure 83 : Centre universitaire Ghardaïa	54
Figure 84 : Aéroport	54
Figure 85 : Institut d'énergie renouvelable	54
Figure 86 : Logements	54
Figure 87 : vue aérienne	55
Figure 88 : Logements	56
Figure 89 : porte urbaine	56
Figure 90 : placette	56

LISTE DES FIGURES

Figure 91 : équipement pédagogique	56
Figure 92 : site d'étude	56
Figure 93 : vue aérienne	57
Figure 94 : vue aérienne	57
Figure 95 : vents et ensoleillement.....	58
Figure 96 : les données de site	64
Figure 97 : Choix des accès	65
Figure 98 : disposition du bloc (bâti) et les espace verts	66
Figure 99 : l'emplacement du bloc (bâti) sur le site	66
Figure 100 : l'affectation des entités	67
Figure 101 : la forme primaire de projet	67
Figure 102 : l'orientation des barres	68
Figure 103 : l'aspect de l'atrium et articulation entre les entités	68
Figure 104 : croquis de présentation de l'atrium et la forme d'articulation	69
Figure 105 : croquis présent l'emboîtement des couloire.....	69
Figure 106 : croquis présent prolongement des barres	70
Figure 107 : le patio – la forme de l'hébergement	70
Figure 108 : croquis présent la formalisation d'hébergement	71
Figure 109 : les accès	72
Figure 110 : stationnement	72
Figure 111 : occupation de terrain	73
Figure 112 : l'espace vert	73
Figure 113 : les parcours	74
Figure 114 : les gabarits	74
Figure 115 : Plan de masse de centre de recherche scientifique en énergie renouvelable	75

LISTE DES FIGURES

Figure 116 : croquis de projet	76
Figure 117 : organisation des espaces et la circulation de RDC	77
Figure 118 : organisation des espaces et la circulation de R+1	78
Figure 119 : organisation des espaces et la circulation de R+2	79
Figure 120 : Façade est du projet	80
Figure 121 : façade nord	80
Figure 122 : façade principale de projet	81
Figure 123 : façade principale de projet	81
Figure 124 : motif de base	82
Figure 125 : vue sur les laboratoires	82
Figure 126 : motif de base	82
Figure 127 : vue sur les salles de cour et bibliothèques la salle d'informatique	82
Figure 128 : vue sur cafeteria et les bureaux	83
Figure 129 : traitement de la façade ouest	83
Figure 130 : utilisation des brises soleil	84
Figure 131 : utilisation des brises soleil	84
Figure 132 : vue sur la serre	85
Figure 133 : zoom sur la serre	85
Figure 134 : toiture de projet	86
Figure 135 : vue sur l'élément architectonique	86
Figure 136 : vue sur la toiture	87
Figure 137 : perspective	87
Figure 138 : vue sur partie expérimentale	88
Figure 139 : choix des couleurs	88

LISTE DES FIGURES

Figure 140 : vue 3D	89
Figure 141 : vue 3D	89
Figure 142 : façade principale	90
Figure 143 : façade principale	90
Figure 144 : entrée principale	91
Figure 145 : façade principale	91
Figure 146 : façade principale	92
Figure 147 : façade principale	92
Figure 148 : vue zoomée	93
Figure 149 : vue sur réfectoire	93
Figure 150 : vue sur l'entrée du parking	94
Figure 151 : façade latérale	94
Figure 152 : vue sur la terrasse jardin	95
Figure 153 : vue sur l'entrée parking sous-sol	95
Figure 154 : vue sur les ateliers	96
Figure 155 : vue sur les laboratoires	96
Figure 156 : vue sur la partie expérimentale	97
Figure 157 : vue sur les laboratoires	97
Figure 158 : façade nord	98
Figure 159 : vue sur le patio	98
Figure 160 : vue sur le patio	99
Figure 161 : vue sur le parking	99

LISTE DES FIGURES

Figure 162 : vue nocturne façade principale	100
Figure 163 : vue nocturne façade principale	100
Figure 198 : vue en plan	104
Figure 199 : vue 3D	104
Figure 200 : introduire les coordonnées de la ville	106
Figure 201 : introduire les données climatiques de la ville	106
Figure 202 : introduire les matériaux de constructions	106
Figure 203 : introduire les constructions	107
Figure 204 : introduire les vertex et les constructions	107
Figure 205 : Rapport	107
Figure 206 : style Rapport	107
Figure 207 : introduire les vertex des portes et des fenêtres	108
Figure 208 : surface géométrie	108
Figure 209 : rapport variable	108
Figure 210 : courbe de température enregistre cas initial (été)	109
Figure 211 : courbe de température enregistre cas initial (hiver)	110
Figure 212 : Température Cas Amélioré 15/07	111
Figure 213 : Température Cas Amélioré 15/01	112
Figure 214: charpente métallique	113
Figure 215: structure ossature en béton armé	113
Figure 216: fenêtre double vitrage	114

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Programme quantitatif (Entité d'accueil et administration)	59
Tableau 2 : Programme quantitatif (Entité de recherche)	60
Tableau 3 : Programme quantitatif (Entité d'exposition et détente).....	60
Tableau 4 : Programme quantitatif (Entité d'hébergement).....	61
Tableau 5 : Entité technique.....	61
Tableau 6 : Programme qualitatif	62
Tableau 18 : Caractéristiques thermo physiques des matériaux du gros œuvre	102
Tableau 19 : Les matériaux d'isolation	103
Tableau 20 : les normes hygrothermique	103
Tableau 21 : les données climatique et astronomique de Ghardaïa	103
Tableau 22 : les dimensions de l'espace d'étude	104
Tableau 23 : Les matériaux de construction utilisée.....	105



APPROCHE INTRODUCTIVE



Introduction générale

La question environnementale est devenue, ces dernières années, une préoccupation majeure dans le domaine de la construction. Les réflexions pour le futur bâtiment ou encore pour la réhabilitation d'une construction existante sont complexes. Plus précisément, tout intervenant (responsables de projet, professionnels de la construction et décideurs) est confronté aux interrogations suivantes :

Comment choisir et combiner les innovations et avancées technologiques pour que celles-ci puissent apporter une solution efficace et participer utilement à la conception générale des projets ?

Ces innovations présentent-elles une architecture de qualité agréable à vivre et s'insèrent-elles harmonieusement dans leur environnement immédiat ?

L'architecte apporte sa contribution dans la détermination des caractéristiques architecturales menant notamment à des économies d'énergie, ou encore à la prise en compte des qualités environnementales du site dans lequel le projet s'inscrit. Quelles que soient les solutions envisagées, l'accompagnement proposé vise à ce que la conception architecturale de la future réalisation soit satisfaisante, tant à l'intérieur (qualité des espaces, distribution et traitement de la lumière et vues sur l'environnement alentour), qu'à l'extérieur (qualité des volumes et des façades, insertion dans son contexte de la construction).

Le présent mémoire s'intéresse aux confort visuel et thermique d'un centre de recherche scientifique en milieu aride. Il se compose de cinq chapitres.

Le premier concerne notre approche introductive présentant les hypothèses, l'objectif visé et la méthodologie de recherche.

Le deuxième chapitre expose notre approche thématique basée sur des recherches et une lecture d'exemples bibliographiques.

Le troisième chapitre montre notre approche contextuelle. Ainsi, nous présenterons la ville concernée par notre étude à savoir Ghardaïa et l'analyse du site d'intervention.

Le quatrième chapitre est dédié à la présentation de l'aspect architectural du projet et aux différentes phases d'évolution.

Au cinquième chapitre, nous nous intéresserons aux aspects concernés par notre étude à savoir le confort visuel et le confort thermique. Nous montrerons les résultats obtenus, par simulation, à l'aide d'outils logiciels tels que ECOTECH, RADIANCE et ENERGIE+.

Enfin, notre mémoire se termine par une conclusion générale montrant les acquis obtenus (étude théorique et maîtrise de logiciels) ainsi que les perspectives futures à envisager.

I.1.Motivation du choix du thème

Tout développement d'une notion repose sur ses compétences scientifiques. Ainsi, la recherche scientifique est primordiale et de ce fait, notre choix est, justifier par le fait qu'il faut réunir toutes les conditions pour permettre aux chercheurs de se consacrer pleinement à leurs activités.

Une des conditions reste le laboratoire qui doit être un cadre convivial, donc d'une architecture écologique.

Nous voulons en quelque sorte perpétuer les activités scientifiques et ses composantes dans un espace architectural bien défini.

I.2.Problématique

Il s'agit pour nous de concevoir un laboratoire de recherche implanté dans une région aride.

Bien qu'elle ait connu un développement très remarquable, l'université de Ghardaïa souffre encore de l'insuffisance des espaces de recherche.

La recherche scientifique est l'un des secteurs les plus importants dans tous les pays, l'évolution du pays dépend des résultats obtenus de ce secteur.

Mais, ce qu'on remarque l'absence dans notre pays d'une politique évidente pour ce secteur à cause de :

- Le manque des espaces nécessaire à l'enseignement de la recherche.
- Les espaces existants comme les laboratoires de recherche ne sont pas qualifier pour accueillir ce type d'activité.

C'est à travers ces perspectives que nous avons opté de faire un centre de recherche scientifique dans la ville de Ghardaïa.

- **Comment peut-on exploiter le site aux besoins des usagers sans compromettre les atouts de l'environnement?**
- **Quel type d'aménagement faut-il prévoir pour créer un équilibre entre l'équipement et l'être humain d'une part, et entre l'équipement et l'environnement d'une autre part?**
- **Comment faire une conception architecturale d'un centre de recherche scientifique qui offre un environnement intérieur confortable ?**

I.3.Hypothèses

Assurer de faire une conception architecturale de projet qui ne perde pas la valeur de style de la ville qui est classée comme un patrimoine mondial,

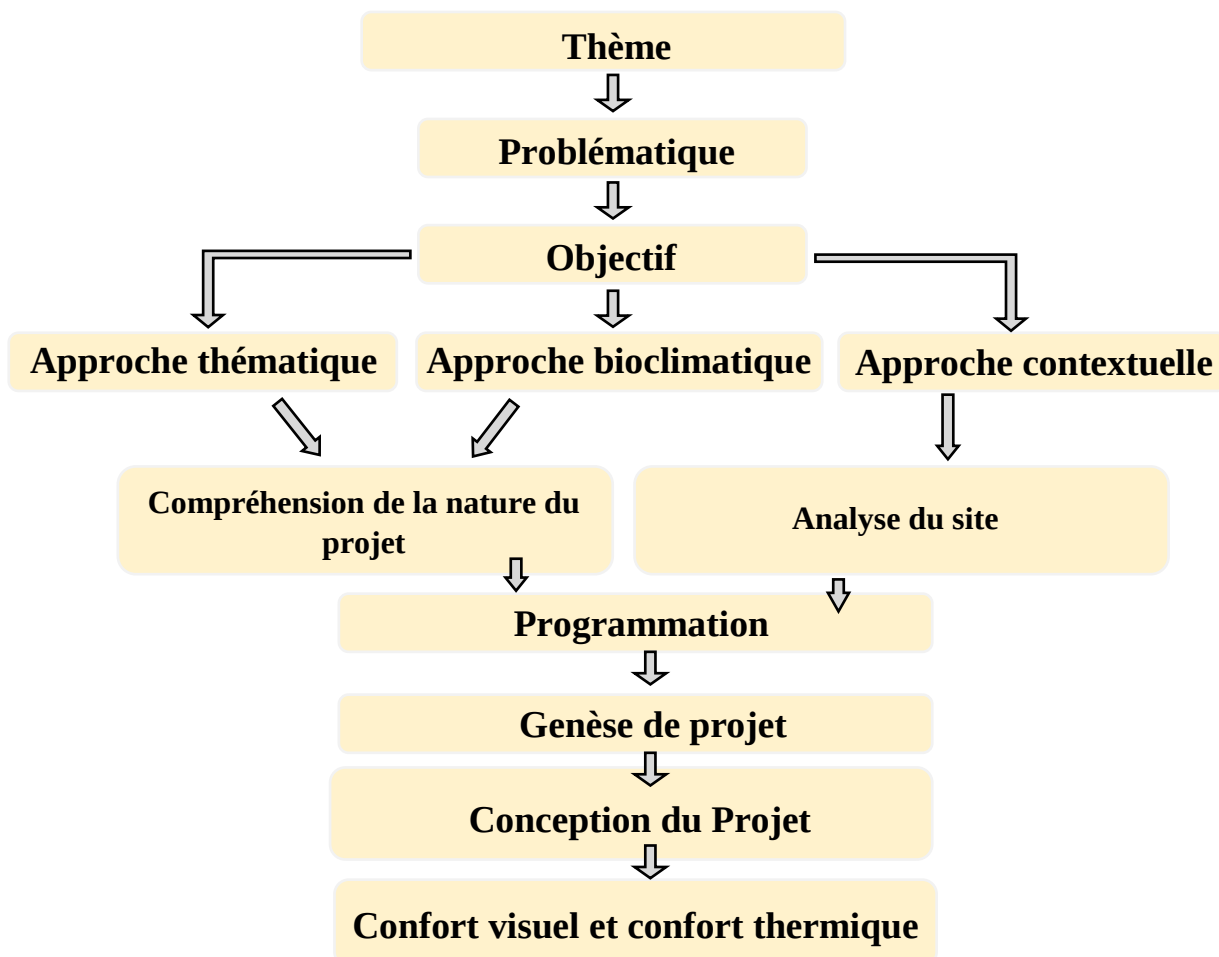
- l'intégration de projet avec le site et l'entourage de cote de style architecturale et environnementale
- utilisation des principes de l'architecture écologique durable et les systèmes bioclimatiques pour réduire l'utilisation d'énergie.

I.4.Objectifs

- **réduction des déperditions énergétiques** par la mise en place d'une isolation thermique efficace, notamment grâce à une utilisation judicieuse des matériaux
- **minimisation des besoins en énergie**, en particulier grâce à l'orientation du bâtiment en fonction du soleil et à l'implantation dans le site
- **récupération d'énergies naturelles**, par exemple avec la mise en place de système de ventilation et de refroidissement naturels
- **l'exploitation des atouts du site**

I.5.Structure du mémoire

La structure de notre mémoire est présenter dans la schéma au-dessous :





CHAPITRE I : APPROCHE THEMATIQUE



Introduction

« ...un édifice sans thème, sans une idée portante est une architecture qui ne pense pas, des ouvrages d'architecture qui naissent ainsi n'ont pas de sens, ils ne signifient rien et servent purement à satisfaire des besoins de la manière la plus trivial » [3].

L'histoire de l'humanité a été substantiellement marquée par l'évolution des sources d'énergie libre à qu'il a su ou pu utiliser. En maîtrisant le feu pour chauffer, cuire, éclairer ou travailler les métaux, il a franchi la première marche de son apprentissage énergétique. Sont venues ensuite l'utilisation de l'énergie animale domestiquée, éolienne, hydraulique à cycles, chimique, électrique, nucléaire, solaire ...etc. [4].

Chacune de ces étapes a été l'occasion d'une évolution le plus souvent majeure des structures des sociétés humaines, le futur s'inscrira probablement dans la même problématique, la croissance de la population de la planète, l'augmentation du niveau de vie des habitants des pays émergents, caractère fini et donc limité des réserves d'énergies fossiles contribueront à augmenter et tendre les besoins d'énergie libre.

Face à cela les réponses devront être trouvées dans une utilisation plus efficace de l'énergie, dans un surcroît d'utilisation des énergies renouvelables et nucléaire. La vitesse respective d'évolution de ces facteurs antagonistes créera les conditions d'un développement harmonieux de l'économie mondiale ou au contraire une crise d'approvisionnement mondiale aux conséquences potentiellement tragiques [5].

I. Généralité sur le thème

I .1. Définition

La recherche scientifique est un processus ou une démarche rationnelle qui permet d'examiner des phénomènes, des problèmes à résoudre et d'obtenir des réponses précises à partir d'investigation.

Ce processus se caractérise par le fait qu'il est systématique et rigoureux et conduit à l'acquisition de nouvelles connaissances. Les fonctions de la recherche sont de décrire, d'expliquer, de comprendre, de contrôler, de prédire des faits, de phénomènes et des conduites.

La rigueur scientifique est guidée par la notion d'objectivité, c'est-à-dire que le chercheur ne traite que des faits, à l'intérieur d'un canevas défini par la communauté scientifique [6].

I.2. Aperçue historique de la recherche scientifique

L'aperçue historique de la recherche scientifique peut se résumer par les périodes suivantes :

1)- Période 1

Les premières formes d'organisation de la science qui existe depuis la haute antiquité des formes de réflexion spéculatives sur le monde, ainsi que quelques tentatives de son exploration raisonnée, ces démarches scientifiques ou proto scientifiques relèvent jusqu'au 17^{ème} siècle [7].

2)- Période 2

C'est au 17^{ème} siècle, en particulier avec Francis Bacon (1561-1626), qu'est précisée l'idée que la science peut et doit s'organiser en vue d'une maîtrise de la nature et du développement des nations, en affirmant ainsi l'intérêt économique et politique du progrès scientifique, et la nécessité pour les gouvernants de ne pas mésestimer la valeur de leur savants, Bacon pose les bases d'une recherche scientifique institutionnalisée, encadrée par une politique scientifique participant à l'organisation des travaux des savants pour mieux servir le progrès économique et militaire de la nation [7].

3)- Période 3 : L'ère des académies

C'est au cours des 17^{ème} et 18^{ème} siècles que se développent les académies, qui sont la première véritable manifestation de l'institutionnalisation de la recherche jusque-là organisée au gré des mécènes [7].

4)- Période 4 : la professionnalisation de la recherche

Il faut cependant attendre le 17^{ème} siècle pour que la recherche se professionnalise réellement, avec l'apparition des premiers chercheurs. [7]

5)- Période 5 : les états modernes et la recherche scientifique

La seconde guerre mondiale a été le déclencheur de la conception de nombre des systèmes d'intégration de la recherche dans la stratégie de développement économique et de défense des états modernes, Vannevar Bush, aux Etats-Unis, est considéré comme un pionnier de cette organisation, qui a fait pression sur le monde politique pour la création de différentes instances, dont la National Science Foundation [7].

I.3. Types de recherche scientifique

La recherche scientifique se présente sous plusieurs types à savoir

1)- La recherche fondamentale

Elle stipule que la recherche fondamentale désigne des travaux expérimentaux ou théoriques entrepris essentiellement en vue d'acquérir de nouvelles connaissances sur les fondements de phénomènes ou de faits observables, sans qu'aucune application ou utilisation pratiques ne soient directement prévues [7].

2)- La recherche appliquée

Les activités de recherche appliquée visent à discerner les applications possibles des résultats d'une recherche fondamentale ou à trouver des solutions nouvelles permettant à l'entreprise d'atteindre un objectif déterminé choisi à l'avance. Le résultat d'une recherche appliquée consiste en un modèle probatoire de produit, d'opération ou de méthode [7].

3)- La recherche innovation

Loin d'être limité aux laboratoires de recherche, le champ de l'innovation englobe l'ensemble des utilisateurs, des fournisseurs et des consommateurs – que ce soit dans les administrations publiques, les entreprises ou les organismes à but non lucratif – et elle transcende les frontières entre pays, secteurs et institutions [7].

4)- La recherche pure

Donnée de tout objectif à caractère de développement ; elle permet l'accumulation de connaissances et l'élaboration de théories [7].

I.4. Développement durable

1)- Définition

a) Selon le rapport Brundtland

Le développement durable se définit comme « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs besoins.* » [8].

b) Selon la Commission des Communautés Européennes

Le développement durable est « *Une politique et une stratégie visant à assurer la continuité dans le temps du développement économique et social, dans respect de l'environnement et sans compromettre les ressources naturelles indispensables à l'activité humaine* » [9].

c) Autres définitions

Le développement durable est « *une conception de croissance qui a pour objectif de répondre aux besoins des générations actuelles et futures sans porter atteintes aux aspects écologiques de notre planète, cela signifie que l'homme peut utiliser les éléments naturels qu'ils entourent tout en les préservant et en assurant leur renouvellement* »[10].

2)- Les composantes du développement durable

Le concept du développement durable associe trois objectifs :

- L'efficacité économique ;
- L'équité sociale ;
- La préservation de l'environnement.

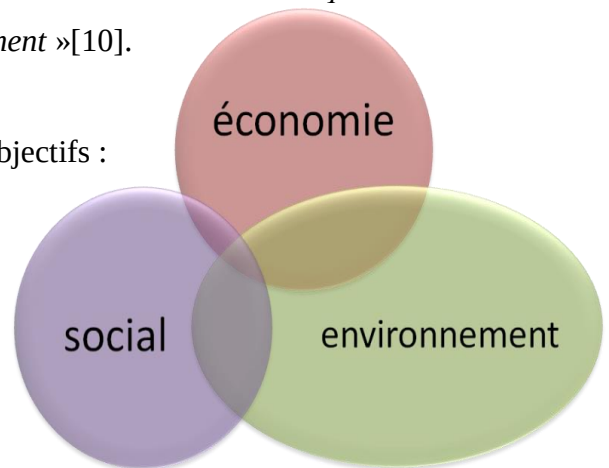


Figure 01 : les composants de développement durable

La mise en œuvre d'une politique de développement durable ne se limite pas seulement au pilier « environnement », mais vise également une gestion qui intègre les trois sphères.

3)- Les quatre principes fondamentaux du développement durable

a) La solidarité

Entre les pays, entre les peuples, entre les générations, et entre les membres d'une société partager les ressources de la Terre avec nos voisins en laissant à nos enfants.

Par exemple : économiser les matières premières pour que le plus grand nombre puisse en profiter.

b) La précaution

Dans les décisions afin de ne pas causer de catastrophes quand on sait qu'il existe des risques pour la santé ou l'environnement.

Par exemple : limiter les émissions du CO₂ pour réduire les effets du changement climatique.

c) La participation

De chacun, quel que soit sa profession ou son statut social, afin d'assurer la réussite de projets durables. Et par exemple : mettre en place des conseils d'enfants de jeunes.

d) La responsabilité

De tout un chacun citoyen industriel ou agriculteur. Pour que celui qui abîme, dégrade et pollue, répare.

Par exemple : faire payer une taxe aux industries qui polluent beaucoup.

I.5. L'environnement

1)- Définition

Le concept de l'environnement : l'environnement est à l'origine de « l'oikos » mot grec qui signifie maison et souvent confondue avec l'écologie et l'environnement, ou ce qu'on appelle parfois l'étude de l'écologie et de l'écologie humaine inclut tous les objets là où ils vivent tout en écologie humaine étude des relations humaines naturelles uniquement [11].

L'environnement est l'ensemble des conditions naturelles ou artificielles (physiques, chimiques et biologiques) et culturelles (sociologiques) dans lesquelles les organismes vivants se développent (dont l'homme, les espèces animales et végétales) [11].

La définition s'y rapproche : l'environnement est tout ce qui nous entoure. C'est l'ensemble des éléments naturels et artificiels au sein duquel se déroule la vie humaine. Avec les enjeux écologiques actuels, le terme environnement tend actuellement à prendre une dimension de plus en plus mondiale [11].

2)- La relation entre le développement et l'environnement

L'objet de concepts de développement très importants au niveau mondial et en particulier dans la période récente a été observée une attention internationale, plus au sujet de la nécessité pour le développement durable afin de parvenir à un avenir durable et par la suite, le monde s'orientait vers une catastrophe humaine puis la dégradation environnementale, thermique et environnementale d'emprisonnement et possible et la croissance de la population, pauvreté et perte de la biodiversité, la désertification et l'expansion .

Aux problèmes environnementaux sont inséparables des problèmes de développement économique et le bien-être de l'homme en général, autant les formes actuelles de développement pour les ressources environnementales du monde.

I.6. Les ressources énergétiques renouvelables

Une énergie renouvelable est une source d'énergie se renouvelant assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de temps humaine. Les énergies renouvelables sont issues de phénomènes naturels réguliers ou constants provoqués par les asters, principalement le soleil (rayonnement), mais aussi la lune (marée) et la terre.

1)- L'énergie hydraulique

Son principe ressemble à celui de l'éolienne. Simplement, ce n'est plus le vent mais l'énergie mécanique de l'eau qui entrainera la roue d'une turbine qui à son tour entraine un alternateur [12].



Figure02 :L'énergie hydraulique (Barrage)[12]

2)- La biomasse :

La biomasse désigne l'ensemble des matières organiques pouvant se transformer en énergie. On entend par matière organique aussi bien les matières d'origine végétale (résidus alimentaires, bois, feuilles) que celles d'origine animale (cadavres d'animaux, êtres vivants du sol).

Il existe trois formes de biomasse présentant des caractéristiques physiques très variées :

- les solides (paille, copeaux, bûches...) ;
- les liquides (huiles végétales, bio alcool...) ;
- les gazeux (biogaz...).

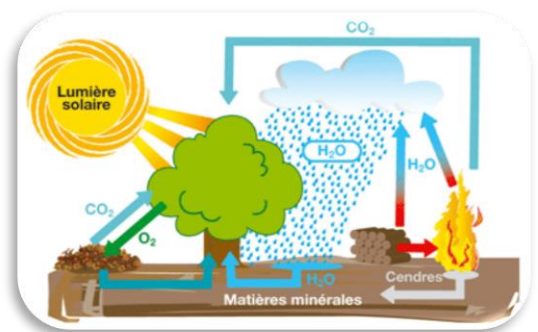


Figure 03 : La biomasse [12]

La biomasse est une réserve d'énergie considérable née de l'action du soleil grâce à la photosynthèse. Elle existe sous forme de carbone organique. Sa valorisation se fait par des procédés spécifiques selon le type de constituant [12].

3)- La géothermie

Dans certaines roches et à certaines profondeurs circule de l'énergie, sous forme de vapeur et d'eaux chaudes. Ces eaux puisées à leur source ou récupérées lorsqu'elles surgissent des geysers, sont collectées pour distribuer et pour alimenter des réseaux de chauffage urbains [12].

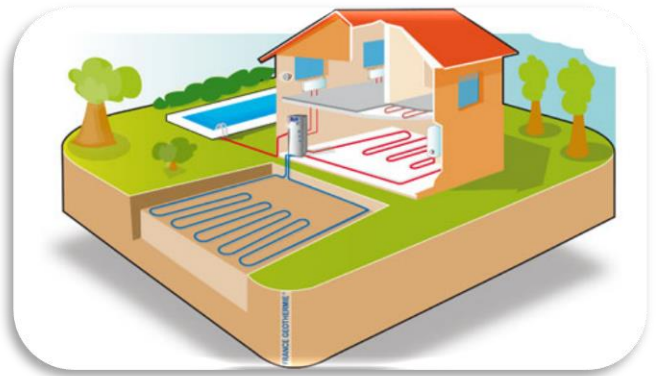


Figure 04 : Géothermie [12]

4)- L'énergie éolienne

L'énergie éolienne est l'énergie produite par le vent, elle est le fruit de l'action d'aérogénérateurs, de machines électrique mues par le vent et dont la fonction est de produire de l'électricité [12].



Figure 05 : Les éléments éoliens [12]

5)- L'énergie solaire :

L'énergie solaire photovoltaïque désigne l'énergie récupérée et transformée directement en électricité à partir de la lumière du soleil par des panneaux photovoltaïque [12].



Figure 06 : éléments photovoltaïque [12]

a) Motivations

- Produire et consommer de l'énergie propre.
- Réduire les émissions de CO₂.
- Rapprocher la production de la consommation.
- Améliorer la qualité du service électrique [12].

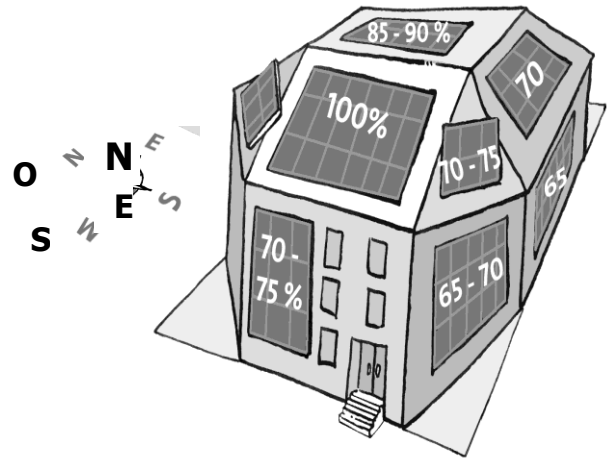


Figure 07 : éléments photovoltaïque [12]

b) Stratégies d'intégration architecturale

Les pertes de captation varient selon l'orientation des façades et les inclinaisons

La position horizontale donne un bon résultat annuel La position verticale est moins efficace.

1) Formes d'intégration aux bâtiments

- Superposé sur un toit
- Auvent
- En ligne sur un toit
- Ombrage

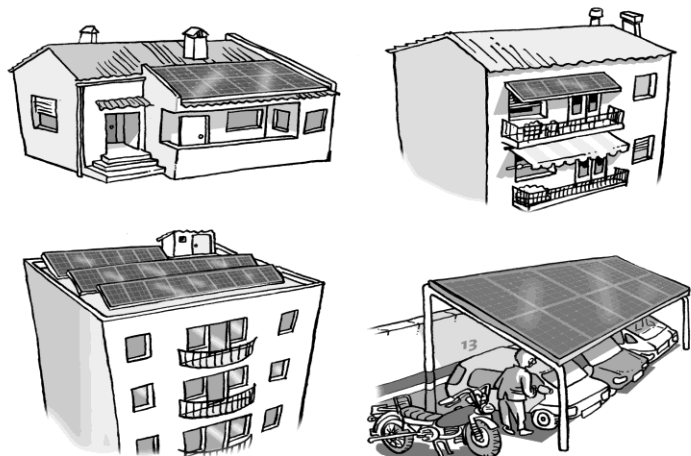


Figure 08 : Les formes d'intégration des panneaux photovoltaïque

I.7. L'architecture bioclimatique

Quand on parle de l'architecture bioclimatique, on parle de liaison qui existe entre l'architecture et le climat, entre l'homme et la nature, liaison qui date de l'âge de pierre ou l'homme des cavernes a su choisir ses grottes en fonction de l'orientation du soleil et a su se protéger en s'opposant à la direction du vent.

L'architecture bioclimatique utilise le potentiel local (climats, matériaux, main-d'œuvre ...) pour recréer un climat intérieure respectant le confort de chacun en s'adaptant aux variations climatologiques du lieu, elle rétablit l'architecture dans son rapport à l'homme et au climat, c'est pourquoi on ne peut définir une unique typologie de l'architecture bioclimatique : il y en a autant que de climats, ceci est d'autant plus vrai que le confort de chacun se déplace avec les conditions climatologiques [13].

1)- Les bases de l'architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique repose sur les principes suivants :

- Intégration de l'énergie renouvelable (capter les rayons solaires).
- Protection solaire.
- Distribuer cette chaleur dans l'équipement.
- Réguler la chaleur.
- Éviter les déperditions dues au vent (espace tampon) [13].

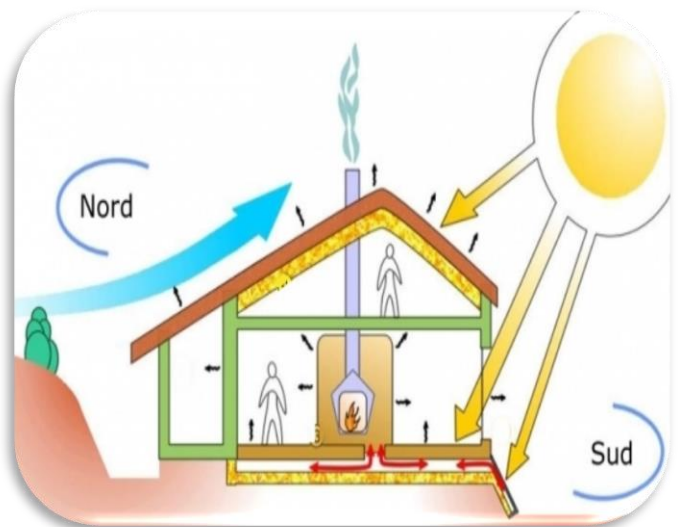


Figure 09 : Les bases de l'architecture bioclimatique

2)- Les notions liées à l'architecture bioclimatique :

- L'énergie solaire : le rayonnement solaire.
- source de chaleur et d'éclairages naturels.
- Les variables climatiques (les vents, la température, l'humidité, précipitation).
- Les reliefs.
- Type de végétation.

3)- Principe de la construction bioclimatique

a) Implantation et orientation

La démarche bioclimatique repose sur l'idée que l'édifice puisse par le choix de son orientation et sa conception, tirer le maximum d'énergie de l'élément naturel, et en particulier du climat et de la topographie locale [13].

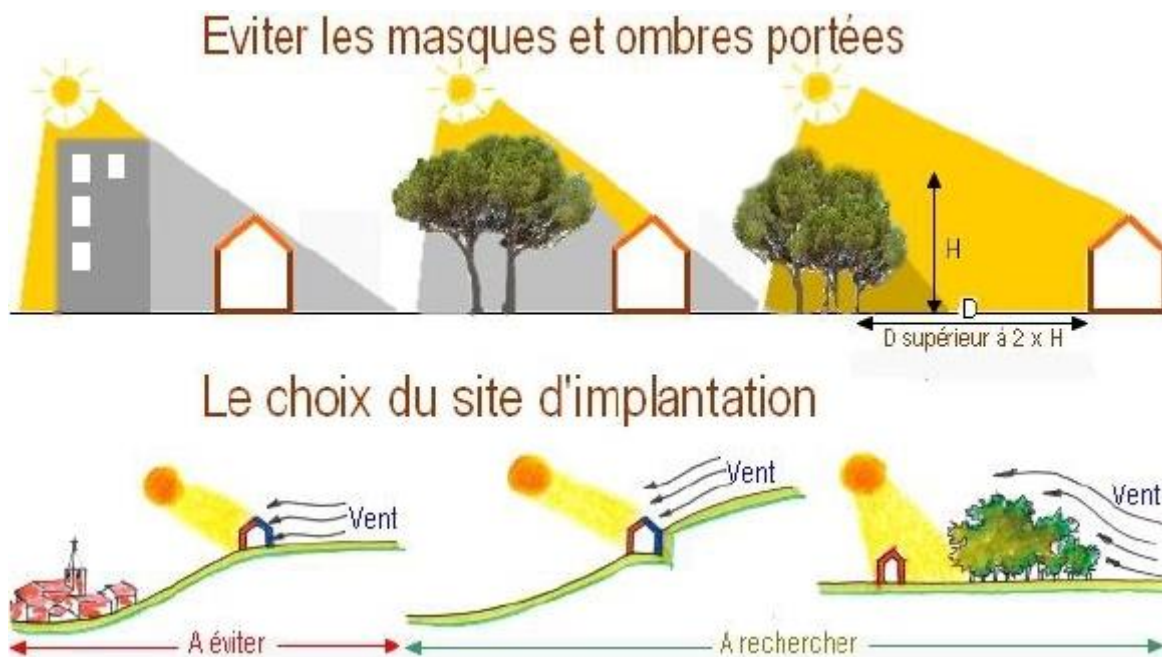


Figure 10 : Site d'implantation [13]

La construction sera orienté au sud en exposant au rayonnement solaire un grand nombre de surfaces vitrées, on s'abritera des vents de nord, derrière un talus ou un écran végétal, on évitera d'implanter la construction au sommet d'une colline ou d'une crête où elle sera systématiquement balayée par les vents, mais on choisira une implantation à flanc de coteau.

Ceci fait il faut encore bien utiliser la pente du terrain, et bénéficier ainsi l'énergie au sud et on évite les déperditions dues aux vents froids au nord, les façades nord seront dépourvues d'ouvertures, les façades ouest très peu ouverte afin d'évité les surchauffes en été, au nord sont généralement positionnées les pièces non chauffées comme le garage, atelier...ces pièces serviront d'espaces tampon entre l'extérieure et l'intérieure [13].

b)- La forme et volumes

La construction bioclimatique sera de forme simple et compacte. Plus le volume sera éclaté plus la consommation énergétique sera élevée, un volume compact limitera les déperditions et diminuera les besoins énergétiques. Afin d'améliorer le confort thermique, on utilisera des matériaux à fort inertie thermique (béton, pierre, terre, etc,...) qui emmagasineront la chaleur le jour, et qui la rediffuseront la nuit ou en période froide [13].

c)- L'isolation

L'isolation thermique est un complément primordial au bon fonctionnement de la construction bioclimatique. Placée à l'intérieur du bâtiment, seul le volume d'air est chauffé, la structure (murs et planchers) reste froide. A l'inverse, placée à l'extérieur comme une seconde peau, elle permet de conserver une bonne inertie et supprime les ponts thermiques [13].

d)- Les matériaux

L'utilisation de matériaux naturels (bois. Pierre. Terre. Chaux .etc.) Et respirant permet l'autorégulation de hygrométrie ambiante [13].

e)- Les plantes

Des plantes disposées aux endroits appropriés :

- Des arbres à feuilles caduques du côté Sud limitent la pénétration du soleil qu'en été.
- Des arbres persistants plantés du côté Nord protègent du vent.

Rôle de la végétation c'est de créer un microclimat [13].

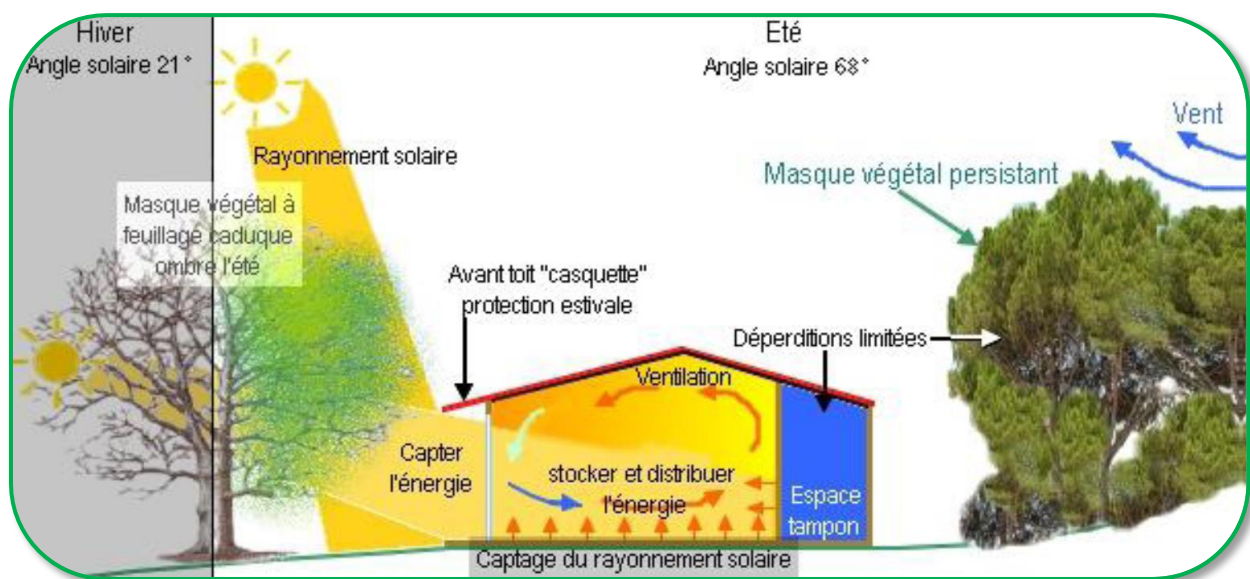


Figure 11 : Le rôle de végétation sur la bioclimat [13]

f)- Les ouvertures en façades :

En exposant et ouvrant au maximum la construction au sud, La façade sud peut bénéficier des apports solaires gratuits par la mise en place de grandes fenêtres ou d'une serre...

Le principe est d'absorber la chaleur du soleil à l'intérieur, par l'intermédiaire d'un mur capteur (mur "trombe" du nom de son inventeur), et de la restituer.

C'est ce que l'on appelle le "solaire passif", solaire car la source d'énergie est le soleil, passif car le système fonctionne seul sans système mécanique, on utilisera des doubles ou triples vitrages, si possible peu émissif, et des systèmes d'occultation extérieurs pour la nuit, débords de toitures ou casquettes pour la journée afin d'éviter les surchauffes, et l'utilisation d'écran végétal à feuillage caduque [13].

I.8. Le confort

1)- Définition

Etymologiquement, le terme confort, tiré du mot anglais « confort », est défini comme : un sentiment de bien-être et de satisfaction ou comme un ensemble des éléments qui contribuent à la commandité matérielle et au bien-être, le confort n'existe pas, ce n'est que par l'inconfort qu'on peut l'apprécier [14].

Il existe plusieurs types de confort à savoir : le confort thermique, le confort visuel, le confort acoustique, le confort olfactif et le confort hygrothermique. L'importance de chaque genre de confort est en relation direct avec deux caractères: les conditions de bien-être et la fonction exécutée(les tâches) [14].

2)- Le confort thermique

Le confort thermique est défini comme l'absence de gêne thermique, en physiologie il y a un confort thermique pour une activité sédentaire et un habillement donné, les systèmes thermorégulateur n'ont pas à intervenir selon des taux dépassant les valeurs de seuil.

La marge de confort thermique situe entre 22°C et 25°C, pour atteindre les conditions de confort thermique, soit pendant la période hivernale ou la période estivale, plusieurs stratégies et technique sont adoptées [15].

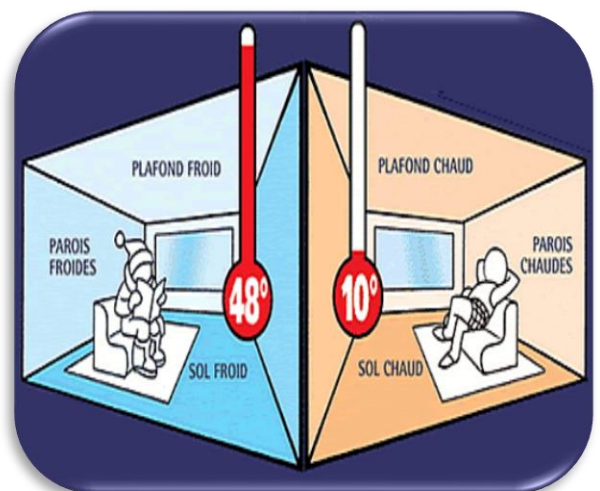


Figure 12: Stratégie d'éclairage naturel [15]

a) Stratégie du chaud pour le confort d'hiver :

Elle est basée sur les procédés suivants :

Capter la chaleur du rayonnement solaire et stocker dans la masse, conservée par l'isolation et la distribution dans le bâtiment tout en la régulant [15].

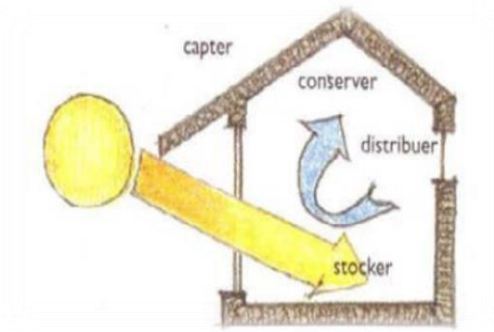


Figure 13: Stratégie du froid (En hiver) [15]

b) Stratégie du froid pour le confort d'été

Protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, minimiser les apports internes et dissiper la chaleur en excès et refroidir naturellement [15].

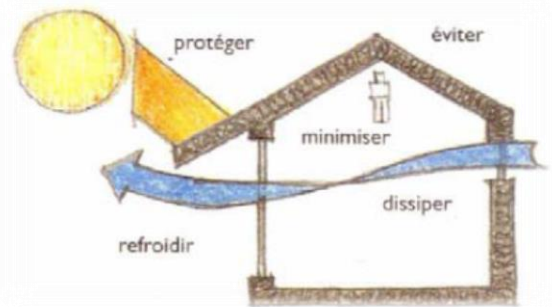


Figure 14 : Stratégie du froid (En été) [15]

c) La stratégie de ventilation

Elle possède deux rôles le premier est en relation avec le confort thermique et le deuxième le renouvellement de l'air, ce dernier et la ventilation visent à maintenir la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments dans un sens plus strict, est également un outil de lutte contre les surchauffes, Différents procédés de ventilation existent :

1)- La ventilation naturelle assistée

Traditionnellement par simple convection (élévation de l'air chaud) elle n'est pas motorisée.

2)- La ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux :

Le renouvellement d'air se fait par aspiration de l'air Extérieur (Propre) et rejet de l'air intérieur vicié, il existe aussi Une VMC hygrométrique qui permet de réguler le taux d'humidité ambiante du bâtiment [16].



Figure 15: La ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux [16]

3)- La ventilation mécanique contrôlée (VMC) double flux

Un système d'échangeur récupère les calories de l'air chaud évacué, ce principe très intéressant dans le climat froid, et moins adapté aux océaniques les plus doux [16].

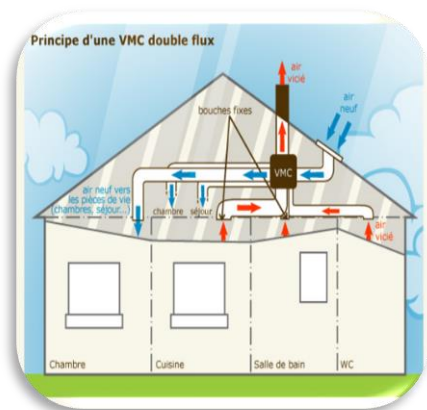


Figure 16 : La ventilation mécanique contrôlée (VMC) double flux [16]

3)- Le confort visuel

a)- Définition

Pour bien comprendre ce concept il faut définir la notion de lumière naturelle. Elle est une lumière dont la source principale est le soleil ou la voûte de ciel autrement dit, la lumière due aux radiations solaires. En plus, pour bien découvrir l'intérêt de ce type de lumière pour la conception architecturale des espaces en général et pour ceux d'enseignement et de recherche en particulière, il est indispensable de la comparer avec la lumière artificielle, dans ce sens Louis dit : il est radicales de penser qu'une ampoule électrique peut faire ce que le soleil et les saisons accomplissent, ainsi ce

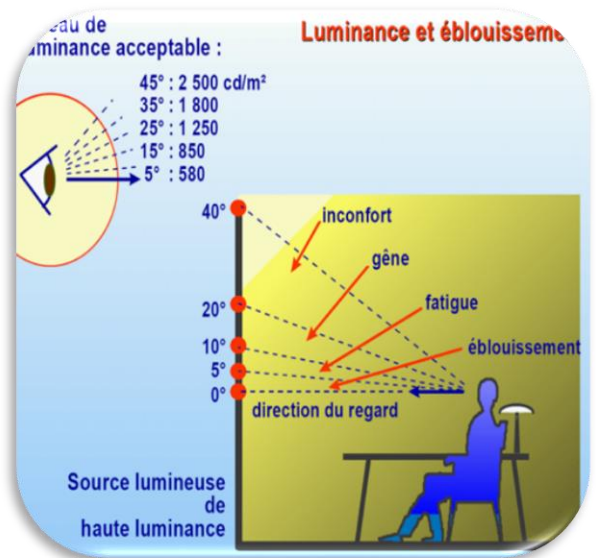


Figure 17 : Stratégie de confort visuel [17]

qui donne un authentique sens à l'espace architecturale, c'est la lumière naturelle [14].

Les différences entre les deux types de lumière se résument dans les points suivants :

- L'absence du composant ultraviolet de la lumière électrique
- L'intensité de la lumière naturelle est variable au long de temps
- La qualité de la vision et le rendu des couleurs

b)- Les paramètres du confort visuel :

- ✓ Le niveau d'éclairement de la tâche visuelle.
- ✓ Un rendu des couleurs correct.
- ✓ Les rapports de luminance dans le local est répartition harmonieuse de la lumière dans l'espace.
- ✓ L'absence d'ombre gênante.



Figure 18: Les paramètres de confort visuel [18]

- ✓ La mise en valeur du relief et du modèle des objets.
- ✓ Une vue vers l'extérieur et une teinte de lumière agréable.
- ✓ L'absence d'éblouissement [18].

c)- La stratégie de l'éclairage naturel :

La stratégie de l'éclairage naturel vise à mieux capter et faire pénétrer la lumière naturelle puis à mieux la répartir et la focaliser, on veillera aussi à contrôler la lumière pour éviter l'inconfort visuel [19].

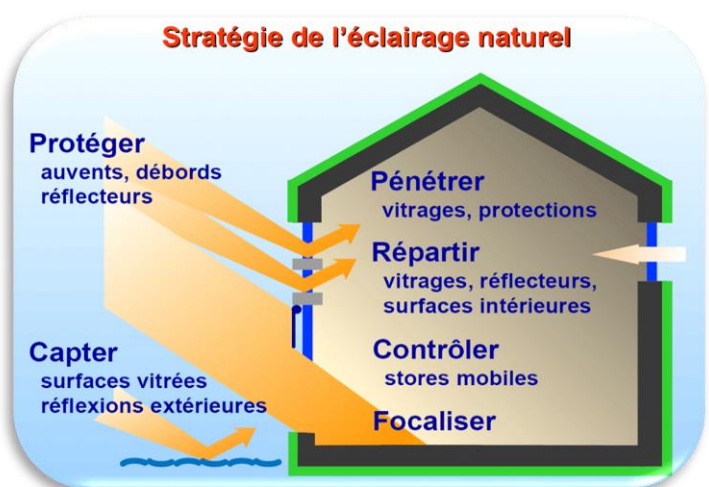


Figure 19 : Stratégie d'éclairage naturel [19]

4)- Le confort acoustique

Pour protéger un ou plusieurs bâtiments des bruits extérieurs, l'architecte doit étudier l'implantation et l'orientation des bâtiments en fonction des sources de bruits repérées, l'un de construction (entrepôt, garage) ou l'un des locaux (local technique) peut protéger des nuisances acoustique.

La création d'écrans acoustiques naturels (merlons) ou artificiels (mur antibruit) peut être envisagée :

- Des zones acoustiques différenciées peuvent également être créées à l'intérieure des bâtiments en fonction de l'usage des locaux (la hiérarchisation des espace bruit/calme).
- Des précautions doivent cependant être prises pour combiner l'isolation acoustique et isolation thermique au niveau du choix des solutions techniques et des matériaux.
- Une isolation thermique n'est pas forcément synonyme d'isolation acoustique [20].

I.9. Les régions Arides

De nos jours, les variabilités et changements climatiques constituent un défi de dimension planétaire, dont les répercussions sont perceptiblement constatées sur différents aspects de la vie humaine : le risque de diminution des ressources naturelles, le changement de modes cultureux, l'exode et mouvements migratoires, l'insécurité géopolitique et alimentaire. L'amplification des effets des risques climatiques sont des enjeux réels à considérer dans la planification territoriale et à la prise de décision [21].



Figure 20 : Les régions arides [22]

Il est évident que la gestion intégrée, rationnelle et durable des milieux naturels est conditionnée par l'adoption d'une stratégie globale fondée sur l'évaluation qualito-quantitative des ressources disponibles, et sur la prospection des mesures à prendre [21].

L'aridité est un phénomène climatique impliquant une pluviométrie faible. Dans les régions dites arides ou sèches, les précipitations sont inférieures à l'évapotranspiration potentielle.

Malgré les différentes classifications, on retrouve 3 degrés communs à quasiment tous les indices d'aridité :

- ✓ hyperaride (10 à 15 mm par an, en moyenne) ;
- ✓ aride (50 à 150 mm dans la zone tropicale, répartis de manière saisonnière en averses) ;
- ✓ semi-aride (rythme saisonnier, jusqu'à 500 mm de pluie).

Aridité se dit traditionnellement de ce qui est caractérisé par la sécheresse, la sécheresse fait mourir les plantes [21].

I.10. L'architecture, le respect de l'environnement

Pour cela, les concepteurs d'architecture bioclimatique effectuent une étude approfondie sur le site, son environnement, le climat, les risques naturels ou encore la biodiversité existante et font en sorte de tirer le meilleur du lieu d'implantation tout en prévoyant les contraintes éventuelles. Développement durable, sobriété d'usage, insertion dans le territoire et confort intérieur sont les fondements de l'architecture bioclimatique. Il s'agit donc de capter l'énergie nécessaire, de la diffuser et surtout de la conserver de manière naturelle et respectueuse de l'environnement. En parallèle, le principe est de réduire au maximum l'utilisation des énergies polluantes et non renouvelables telles que le gaz et l'électricité [23].

II. Analyse des exemples

Introduction : le choix de ces exemples base sur les critères suivants :

- Le fonctionnement de centre et les espaces excitant.
- Les différents aspects bioclimatiques utilisés.

II.1. Exemple 1 : Solaris Immeuble

1)- Présentation du projet

Lieu du projet : Clamart France.

Maitre d'ouvrage : Sercib.

Réalisation : 2014.

Superficie : 31 535 m².



Figure 21: Vue sur l'immeuble [24]

2)- Description :

SOLARIS, l'un des premiers immeubles tertiaires à énergie positive d'Ile de France, est un projet innovant fruit du partage de compétences pluridisciplinaires : architecte, bureaux d'études spécialisés, expert HQE, acousticien, paysagiste...



Figure 22 : Vue sur l'intérieur [24]

3)- Situation du projet :

Solaris est situé à Clamart (92).

Cette commune proche du projet du tramway Paris fait office de prolongement naturel des quartiers d'affaires du sud-ouest parisien tout en profitant du rayonnement de la Vallée Scientifique de la Bièvre [24].



Figure 23 : Vue aérienne 'plan de masse' [24]

4)- Disposition des blocs

Immeuble composé de deux bâtiments A et B de 15 000 m² chacun, Un jardin central créant un microclimat [25].

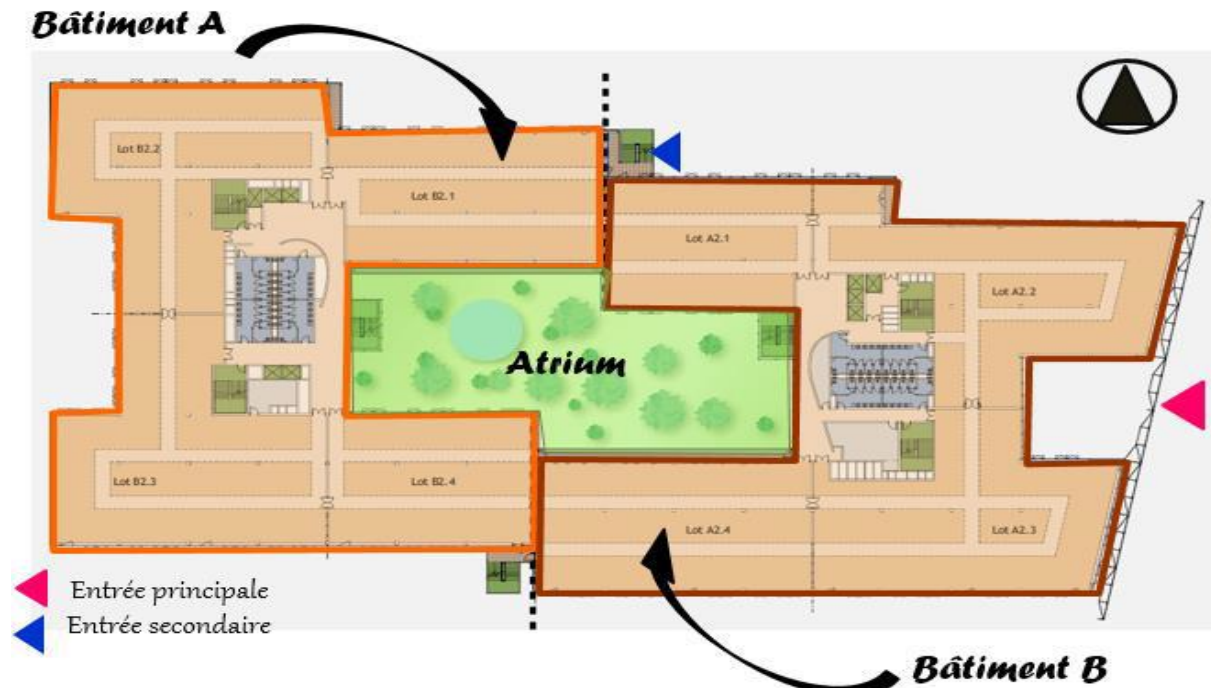


Figure 24: Plan RDC [25]

5)- Parcours solaire :

Un immeuble compact et une volumétrie dictée par l'ensoleillement.

Une organisation Nord/Sud du bâtiment et une optimisation de la forme de Solaris [25].

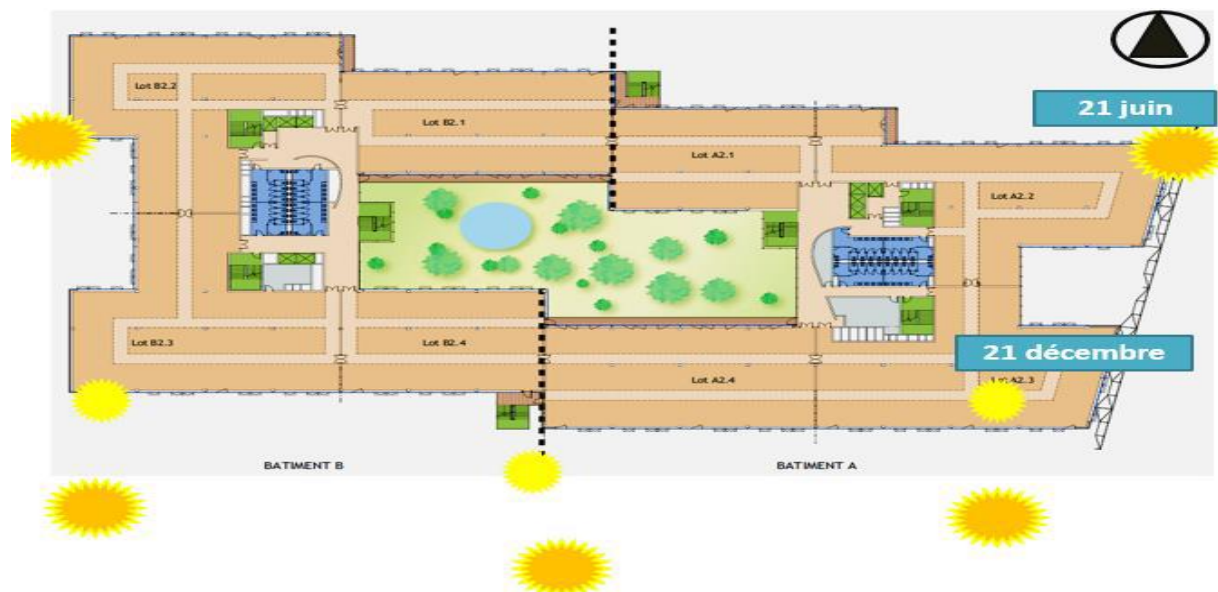


Figure 25: Parcours solaire [25]

6)- Confort Thermique et acoustique

Une isolation par l'extérieur coupant les ponts thermiques, couplée à des vitrages performants. Utilisation de l'inertie thermique (masse interne) [24].

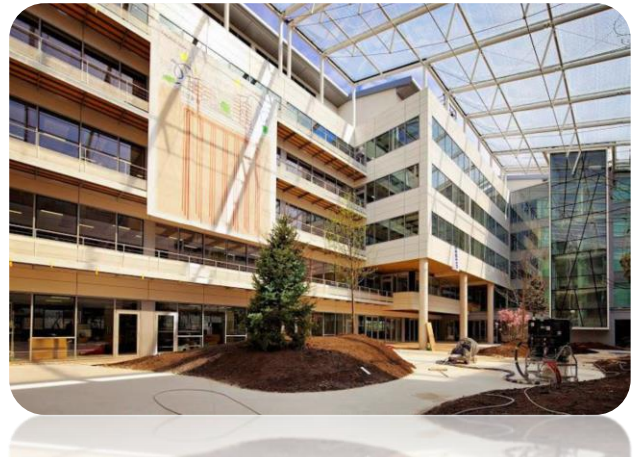


Figure 26 : Vue sur l'atrium [24]

7)- L'installation géothermique

L'installation géothermique du bâtiment capte la chaleur de la terre par des sondes parcourues par de l'eau en circuit fermé. Ces sondes géothermiques jouent le rôle d'échangeurs de chaleur avec le bloc de terre ainsi sollicité

La chaleur ou fraîcheur collectées dans la terre sont transmises au circuit hydraulique coulé dans la chape des planchers [24].

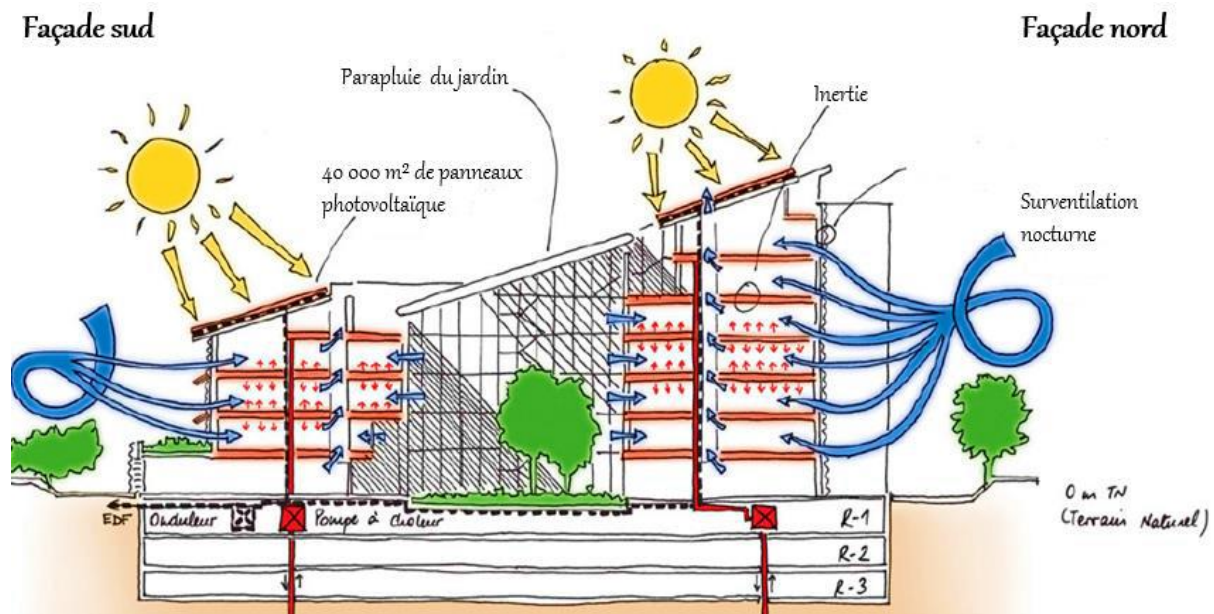


Figure 27 : Coupe schématique [24]

8)- Confort visuel

Les luminaires, placés en fonction des implantations des postes de travail, usent d'ampoules basse consommation.

La lumière se déclenche en fonction de la présence des utilisateurs (voir coupe schématique ci-dessous).

L'éclairage s'adapte à la luminosité extérieure, gradateurs.

Plancher chauffant rafraîchissant 8cm serpentin de circulation d'eau réversible la liaison avec des aiguilles géométrique. (Voir coupe schématique ci-dessous) :

-Dynamique en hiver (pompes à chaleur).

-Passif en été (circulation) [24].

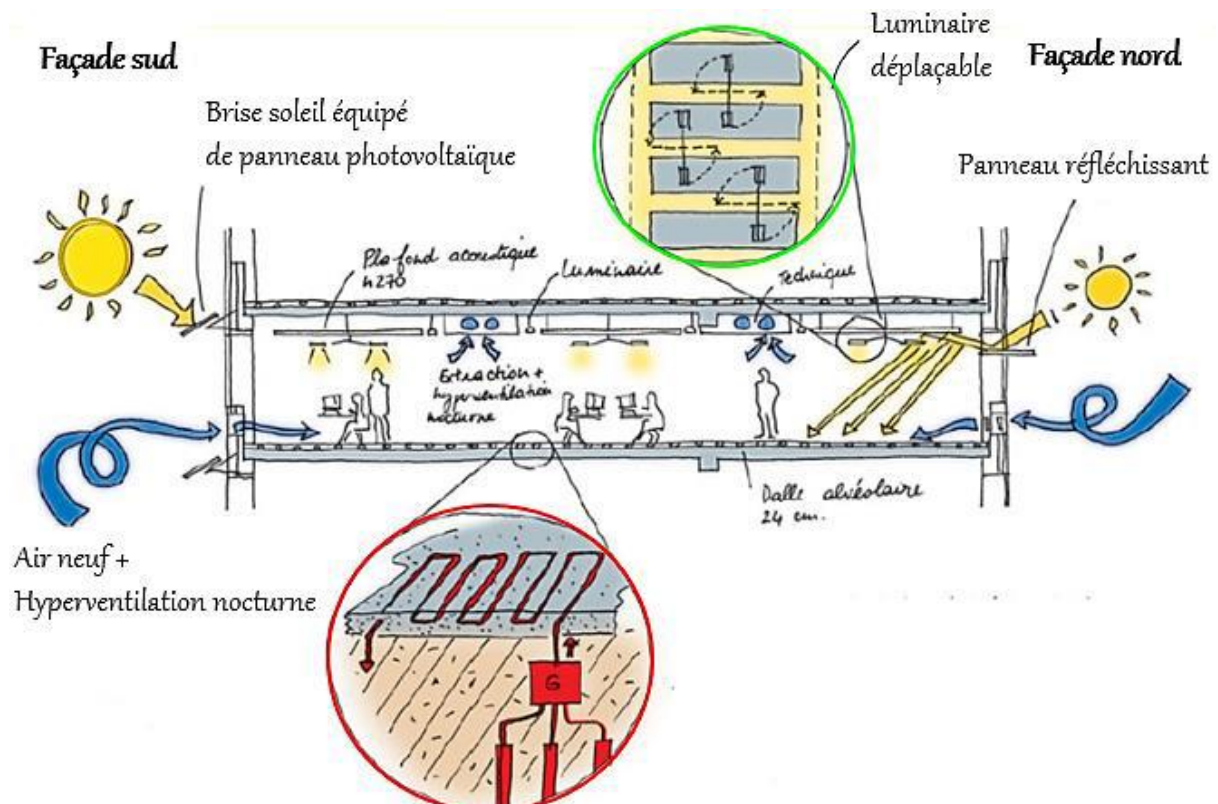


Figure 28: Coupe schématique [24]

II.2 Exemple 2 : Centre d'éducation et de recherche

1)- Présentation

Projet: centre d'éducation et de recherche.

Situation: Yanqihu Campus, China.

Architect: Henning Larsen Architect.

Surface : 8.000 M2.

Matériaux : verre/ bois/ métal/ granit.



Figure 29: Vue de Centre d'éducation et de recherche [26]

2)- Situation

Centre l'éducation et de recherche située à la ville yanqihu-campus, china, est limité par le capital au Nord et l'aéroport au l'est.

Le centre située dans un zone stratégique qui relié entre deux zones :

Zone administrative.

Zone militaire [26].

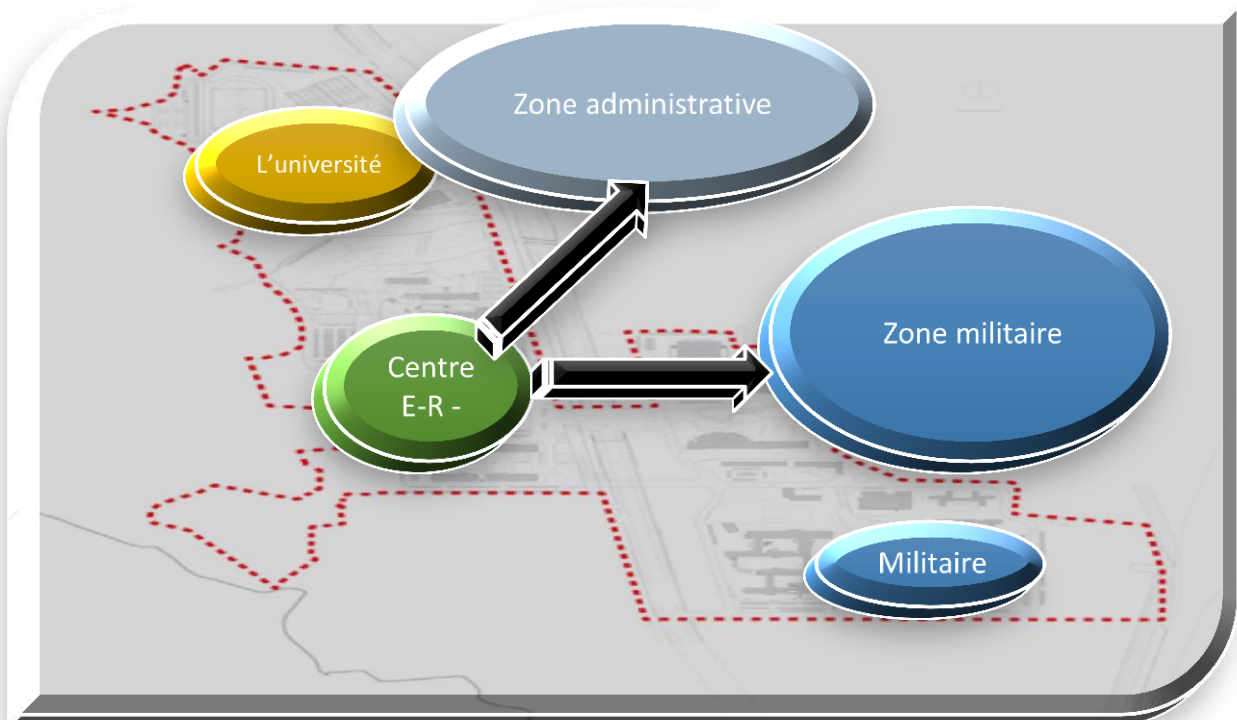


Figure 30 : Plan de situation [26]

3)- Accessibilité

Le centre est facilement accessible quel que soit le mode de transport choisi, par des réseaux des routes principales qui structurées la ville [26].

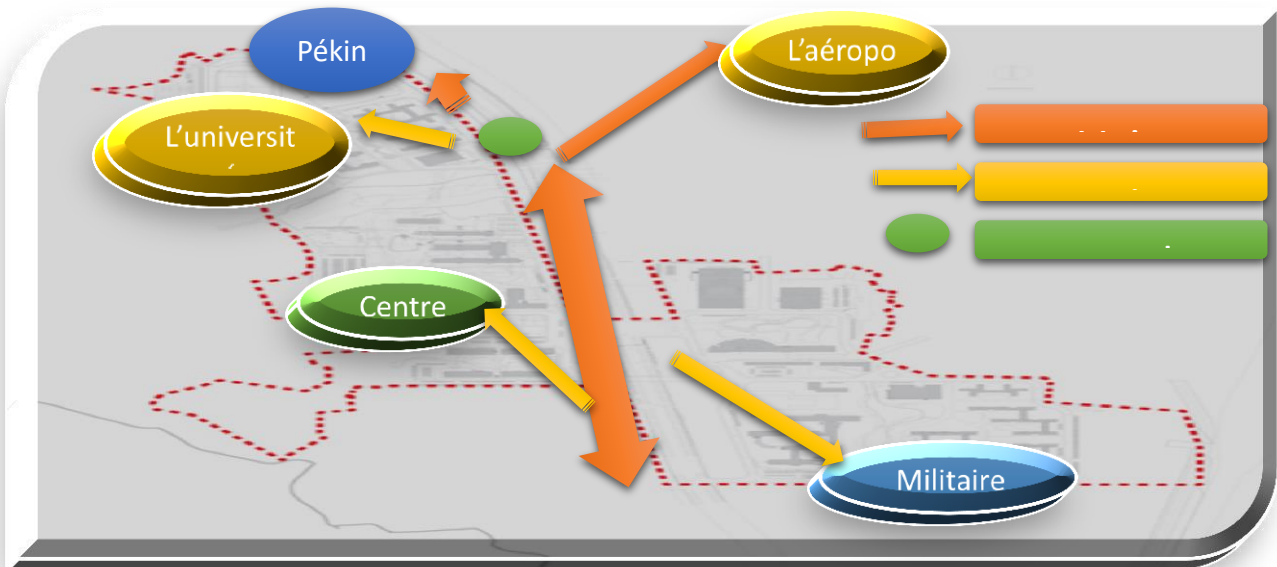


Figure 31 : Accessibilité [26]

4)- Plan de masse

La conception extérieure du battement repose sur concept essentiel dans le système éducatif danois.

Le projet est un processus multi disciplinaire dans laquelle l'équipe très tôt et de façon continue à fin d'identifier et d'intégrer des solutions optimales pour réduire la consommation d'énergie.

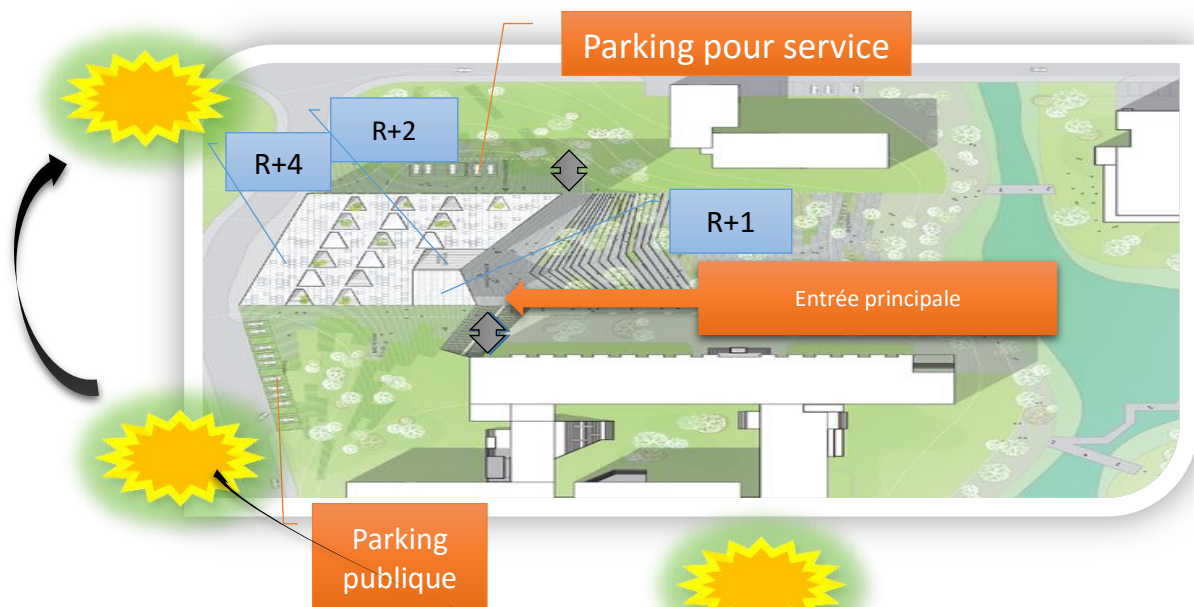


Figure 32 : Plan de masse [26]

5)- Volumétrie

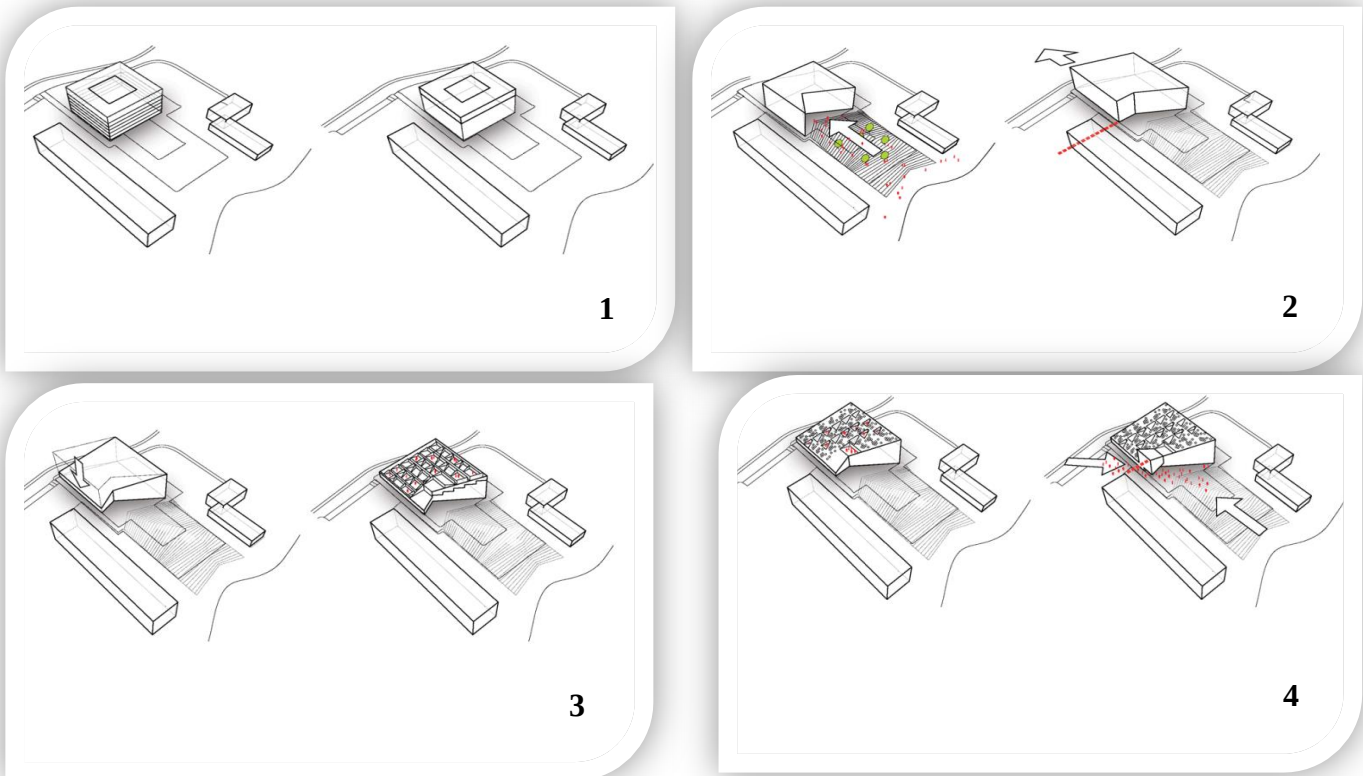


Figure 33 : Volumétrie [26]

6)- Les Façades

Les façades exposées au côté de soleil sont bien ensoleillé par une grande surface vitrée pour assurer une quantité de la lumière naturelle et la continuité visuelle. L'entrée principale ce marquée par une surface vitrée de 30 m dans les deux coté [26].

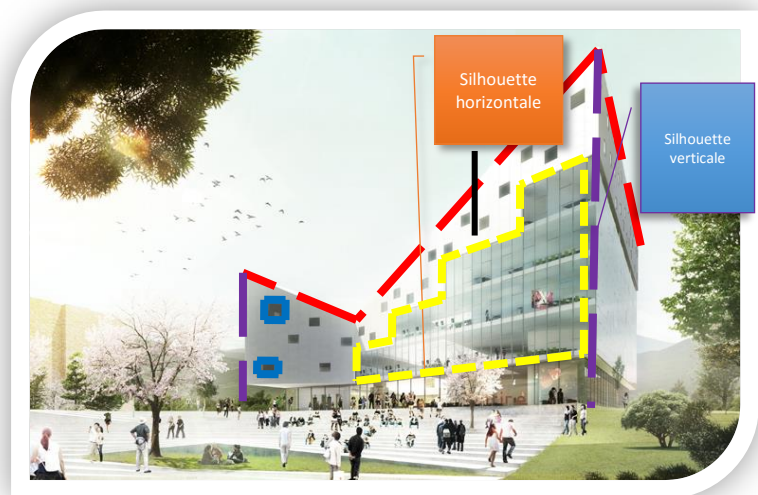


Figure 34 : Vue [26]

7)- Etude les plans

Fortement l'accent sur l'espace comme un interactif en courage la communauté sociale et les échanges des idées [26].

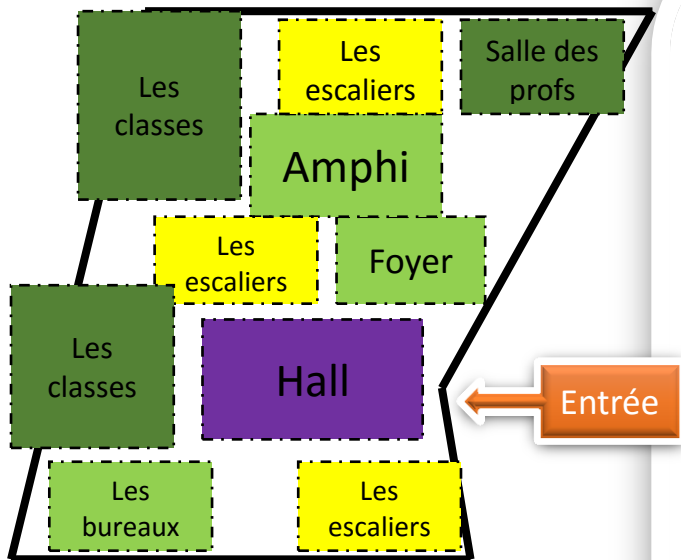


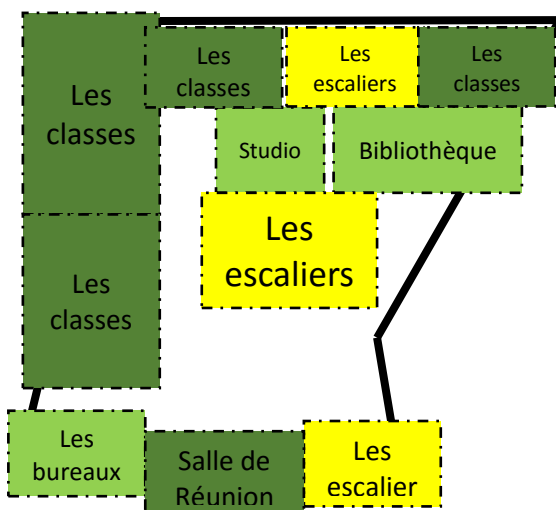
Figure 35: Organigramme RDC



Figure 36: Plan RDC [26]

Le programme académique est disposé dans une superficie de 2500M² avec une hauteur de 30m.

Cette géométrie cubique compacte comprend la recherche et des fonctions publiques [26].



Organigramme R+1

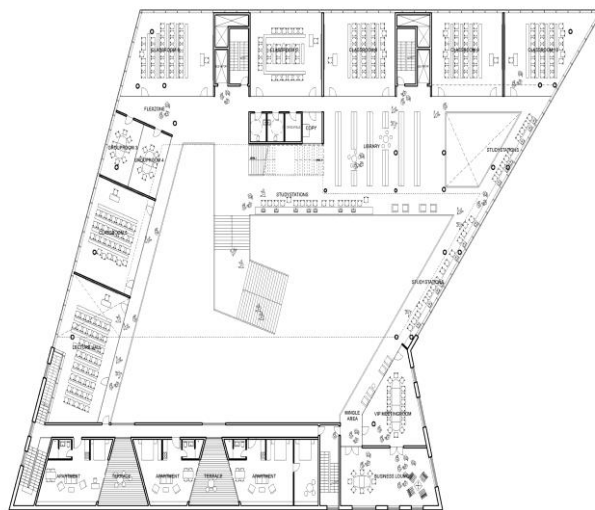
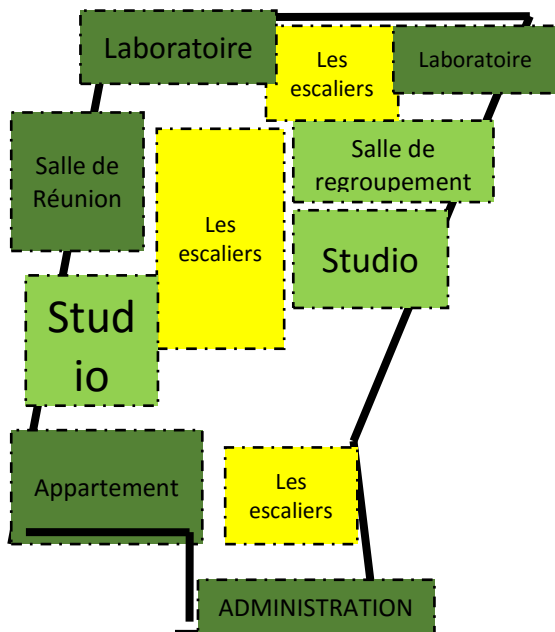


Figure 37: Plan 1^{er} étage [26]



Organigramme R+2



Figure 38: Plan 2^{ème} étage [26]

8)- Étude intérieure

Intégrer le système de transparence avec une toiture inclinée pour passer la lumière naturelle au milieu du projet [26].

Intégrer les terrasses jardin aux différents niveaux de projet pour créer un microclimat (voir figure 40).



Figure 39 : Vue intérieure

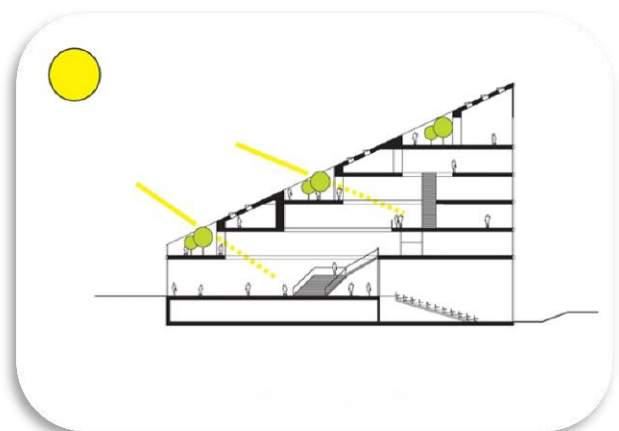


Figure 40 : Coupe transversal [26]

II.3 Exemple 3 : Centre de technologies énergétiques durables

Projet : Centre de technologies énergétiques durables.

Architect : Mario Cucinella Architect.

Situation : ningbo, chine.

Surface : 1300 sqm.

Année : 2008.



Figure 41 : Vue [26]

1)- Présentation

L'Université de Nottingham a ouvert un nouveau campus à Ningbo, au cœur du district chinois de Zhijiang. Le Centre de Technologies de l'Energie Durable (CSET) sera dédié à la diffusion de technologies durables telles que l'énergie solaire, photovoltaïque ou éolienne [26].

2)- Situation

Le centre est situé à ningbo à proximité de l'université et de la bibliothèque et sur les rives du lac de ningbo [26].



Figure 42 : Vue satellitaire [26]

3)- Accessibilité et Orientation

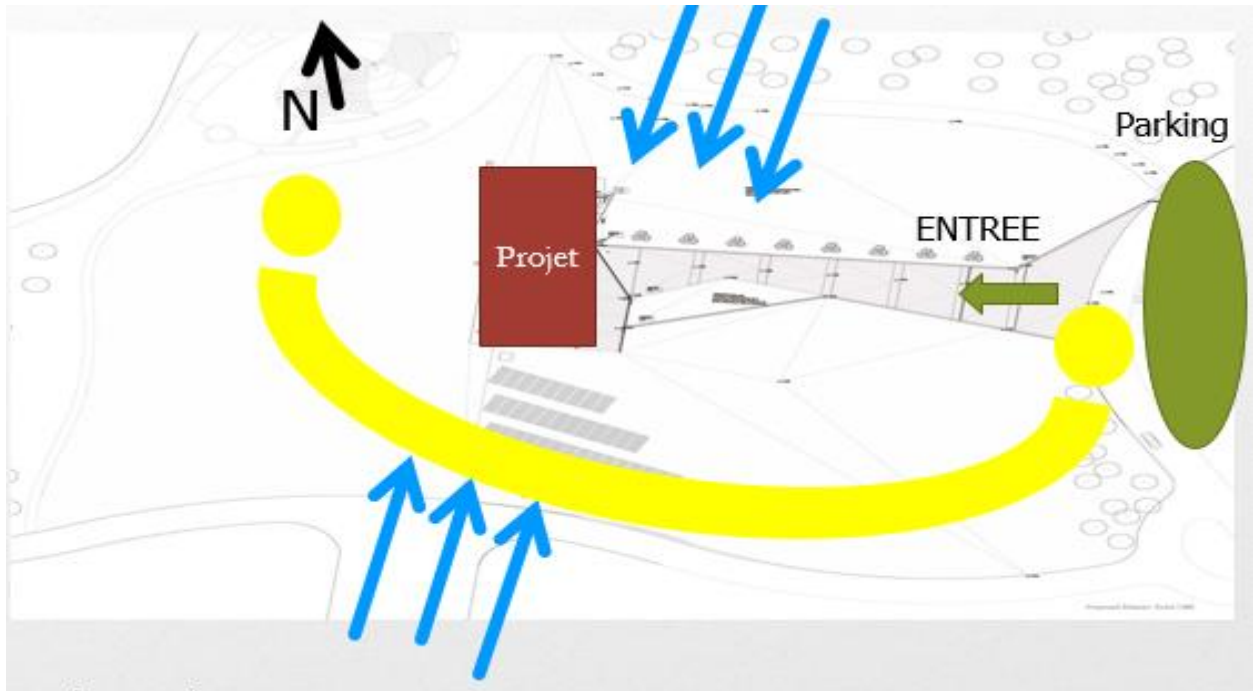


Figure 43 : Plan d'accessibilité [26]

L'Entrée du centre c'est une rampe qui donne une impression que le centre vous accueille [26].



Figure 44 : Entrée principale. [26]

4)- Volumétrie :

Murs en béton isolés

* Haute isolation thermique

Double vitrage

- Eclairage naturelle
- Isolation thermique

Panneaux d'isolation

- Protection solaire
- Eclairage naturelle
- isolation thermique

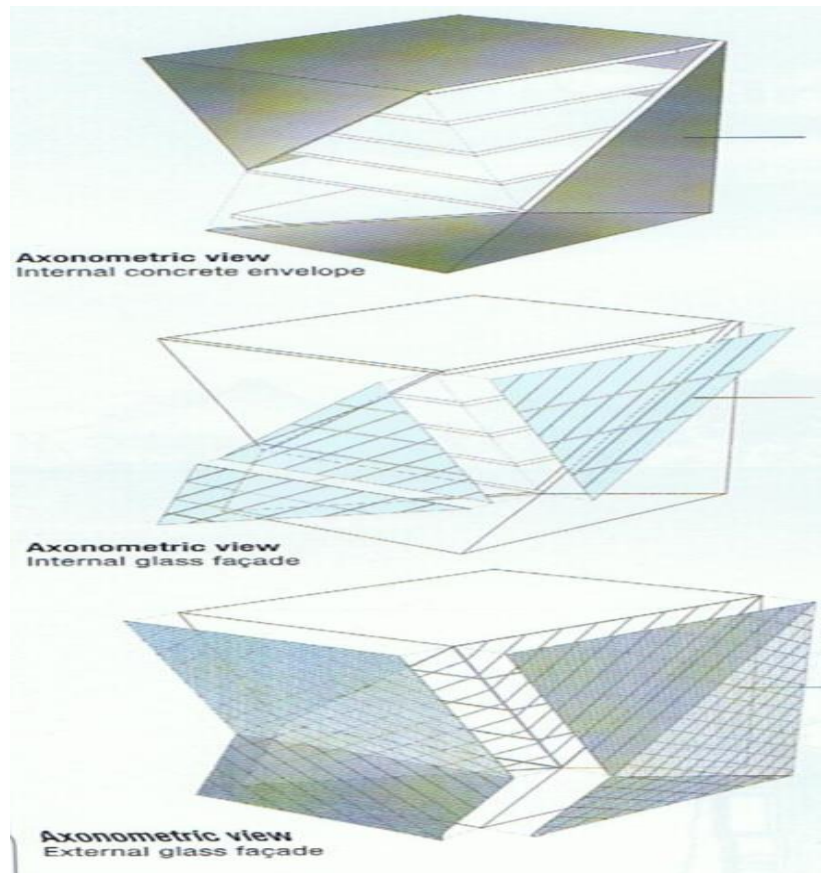


Figure 45 : Volumétrie [26]

5)- Les façades

Un design inspiré par des lanternes en papier et en forme d'éventail de la tradition chinoise. La façade du bâtiment se plie drastiquement pour créer une forme dynamique



Figure 46: éventail [26]

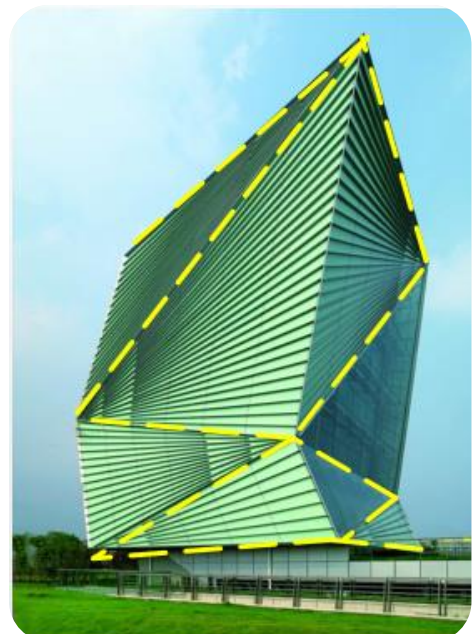


Figure 47 : Volumétrie [26]

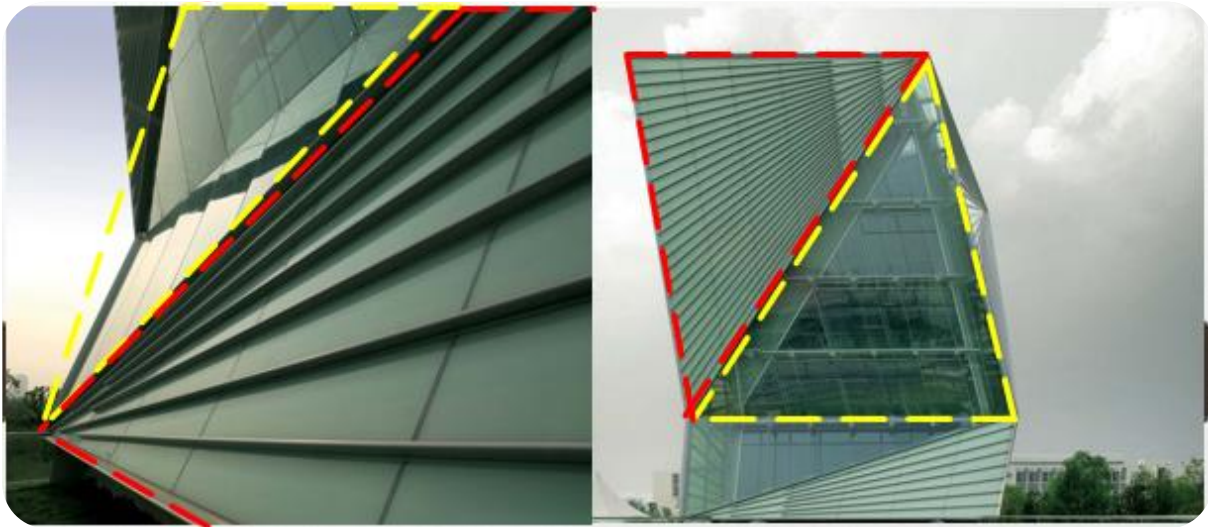


Figure 48 : Vues [26]

* utilisation des ouvertures a double vitrage pour profiter le maximum de rayonnement solaire pour l'éclairage Natural et économisé l'énergie.

* Utilisation des plaques en métal pour avoir un équilibre entre le plain et le vide.

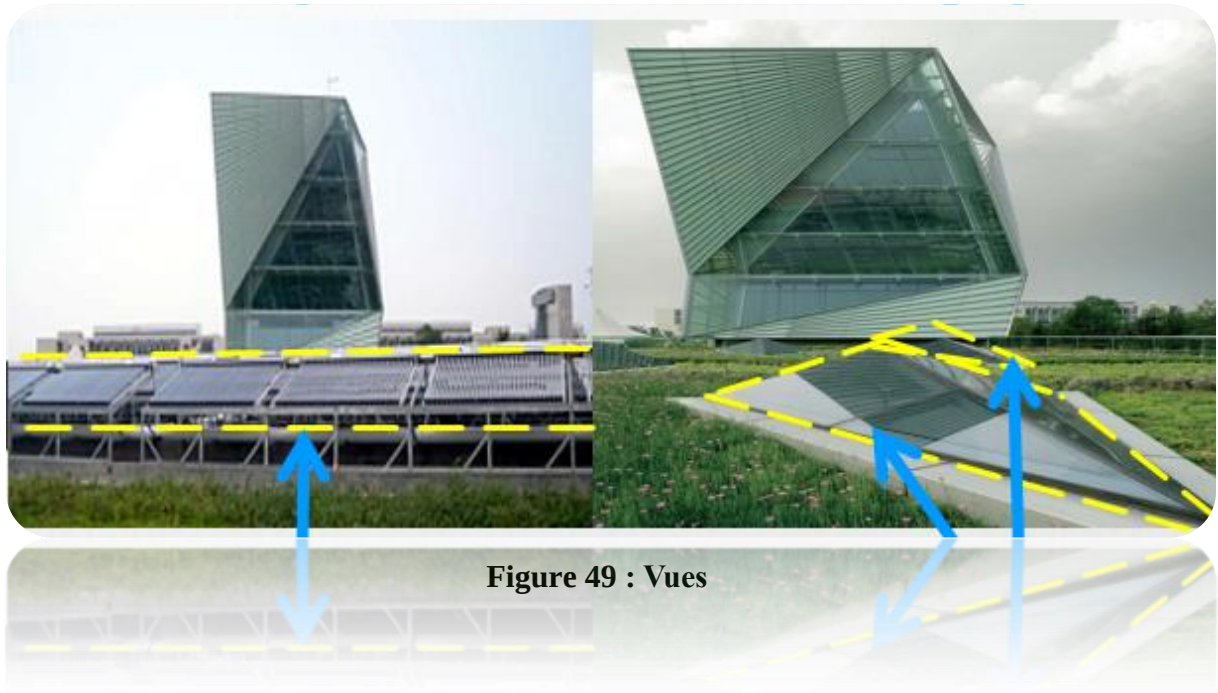


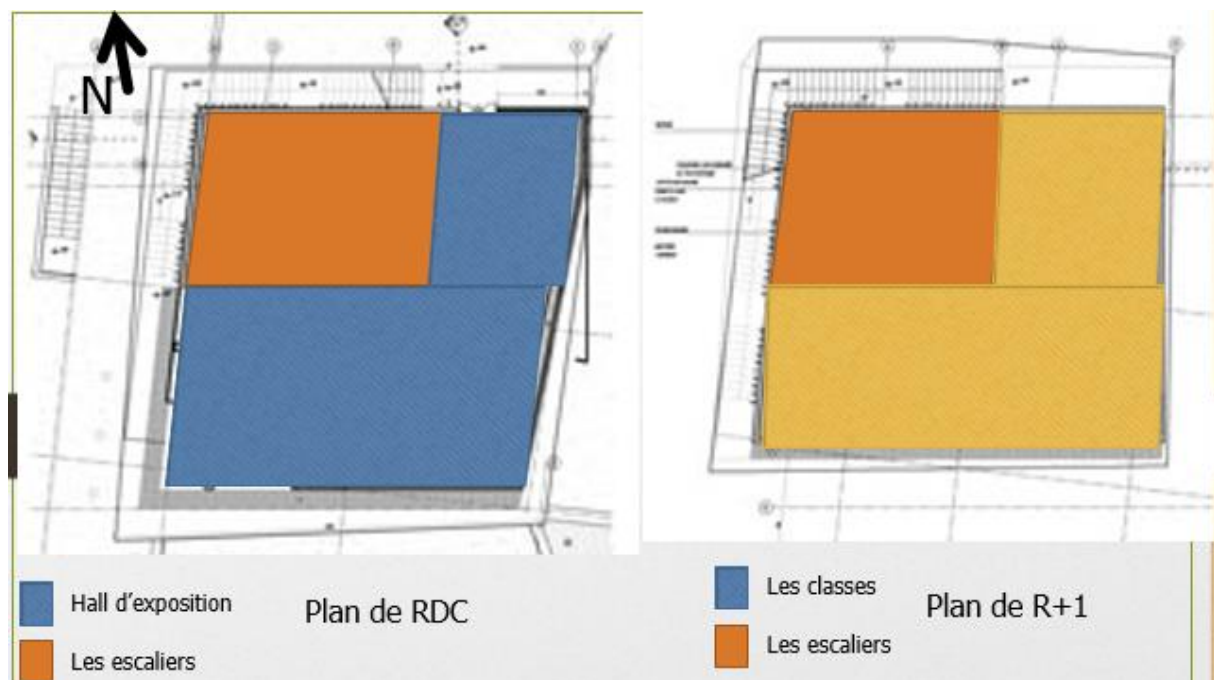
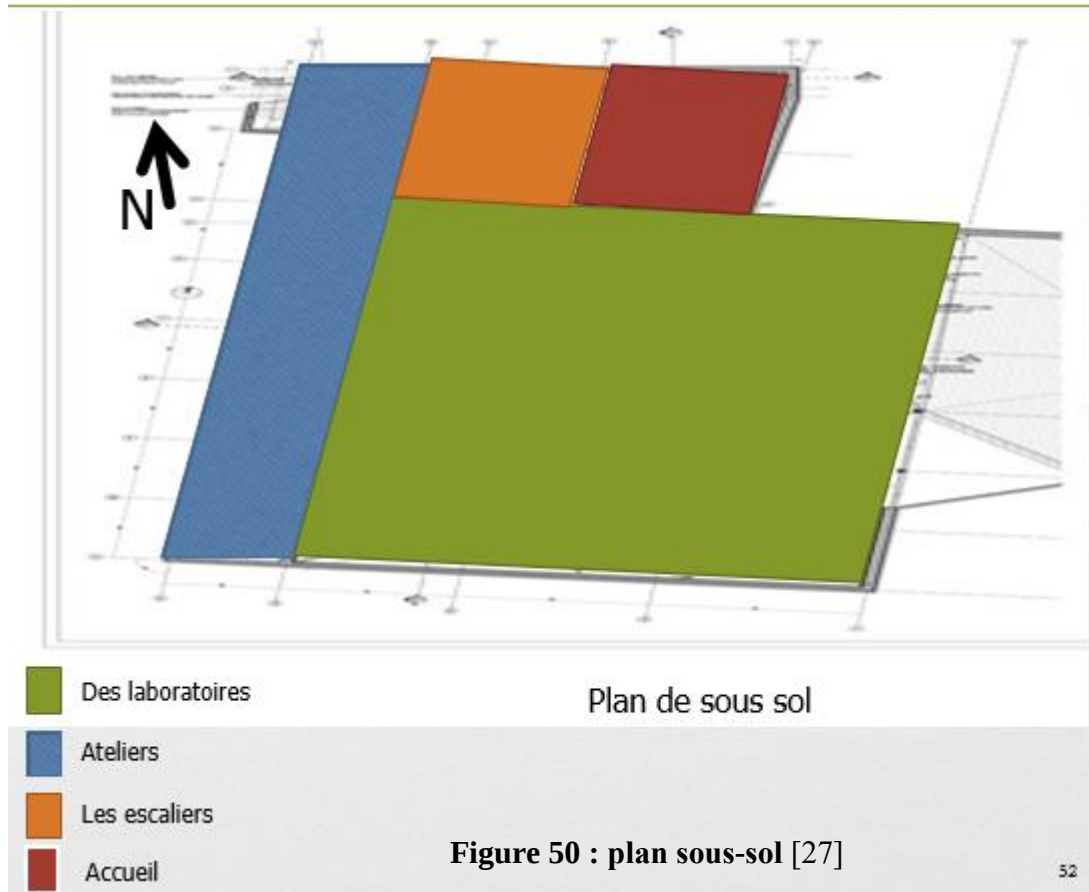
Figure 49 : Vues

Utilisation des panneaux photovoltaïque

Système pour avoir un éclairage naturelle

Dans le sous sole

6)- Etude des plans



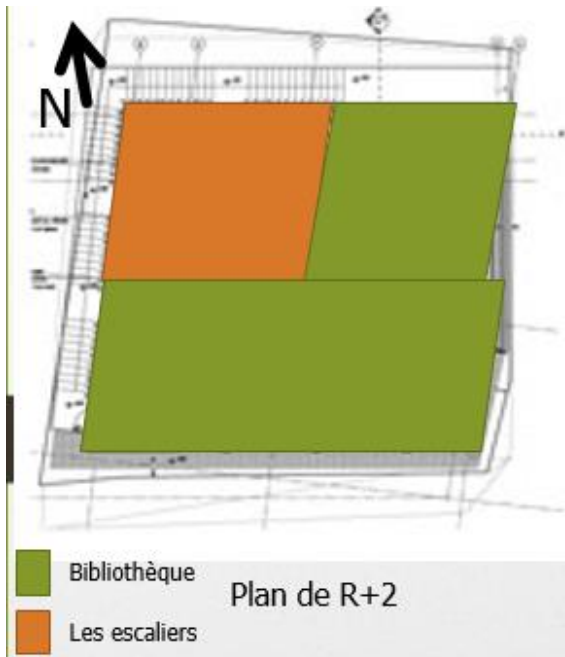


Figure 53 : Plan R+2 [27]

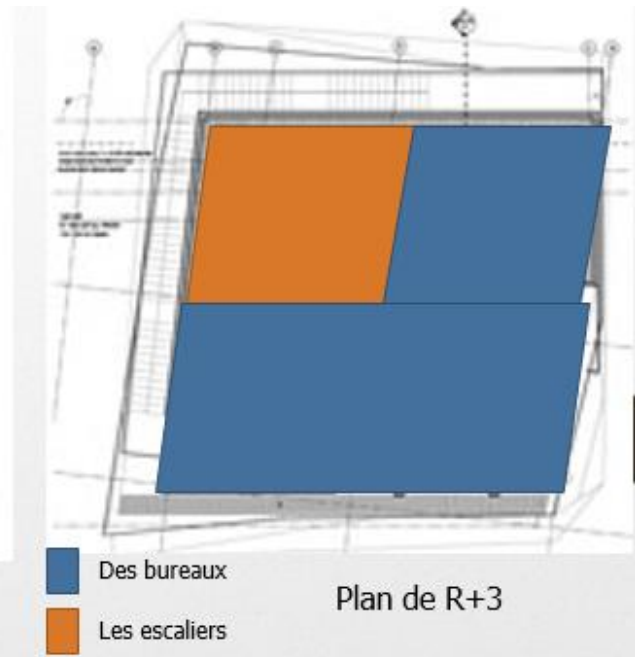
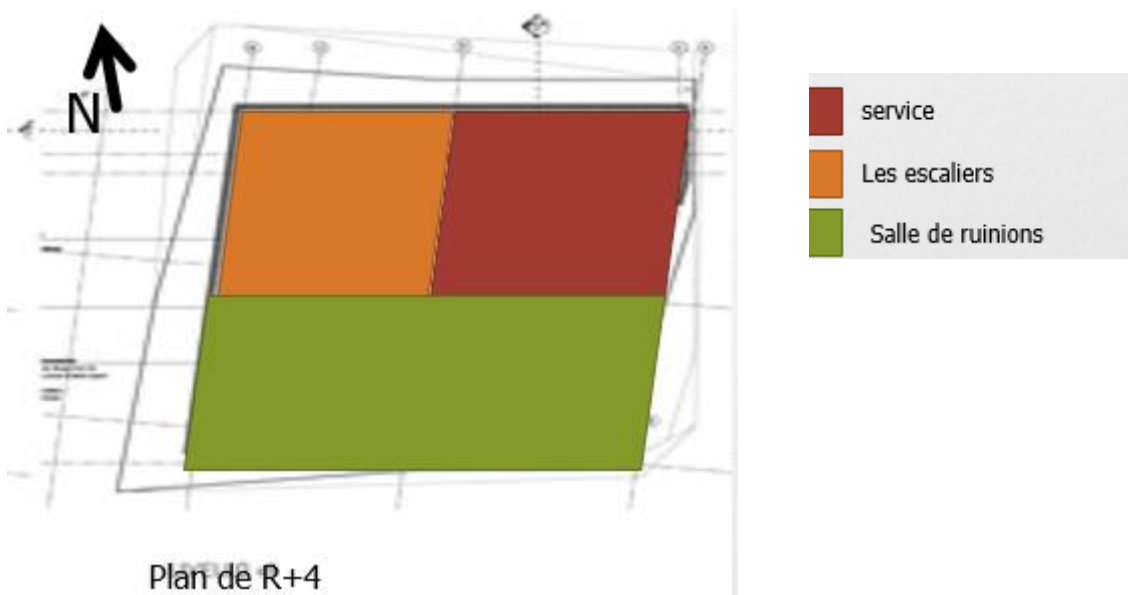


Figure 54 : Plan R+3 [27]



7)- Confort Thermique

Une isolation par l'extérieur coupant les ponts thermiques, couplée à des vitrages performants.

Utilisation de l'inertie thermique (masse interne) [26].

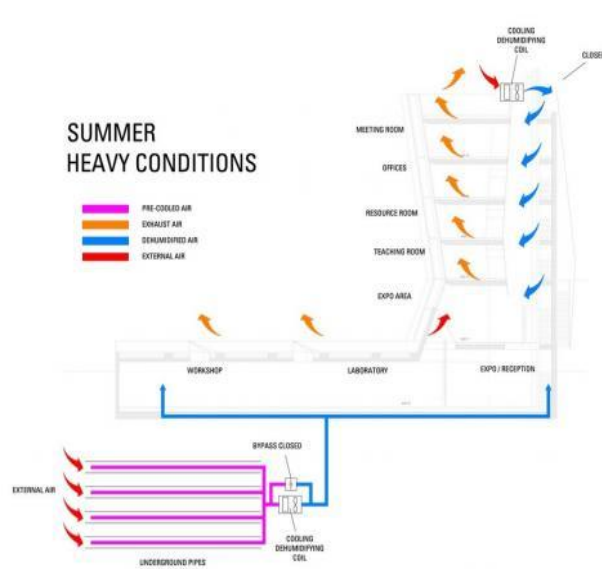


Figure 56 : état été [26]

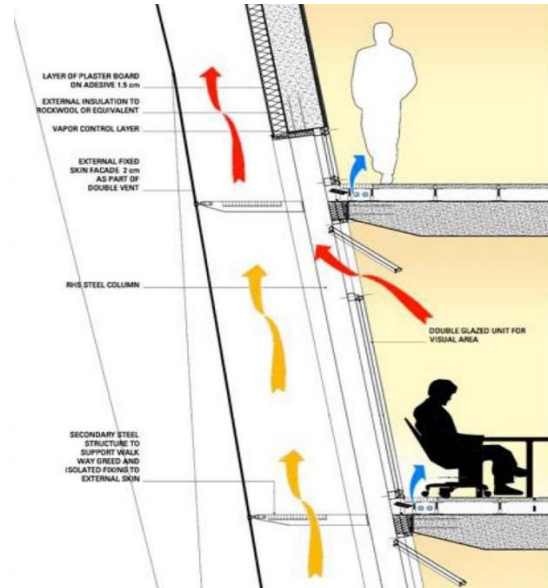


Figure 57 : Circulation d'air [26]

8)- Ventilation

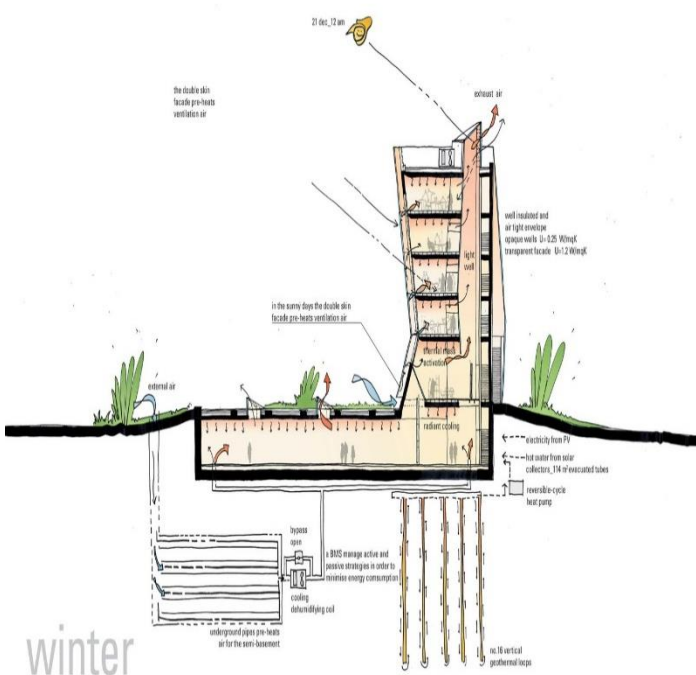


Figure 58 : Ventilation en hiver [26]

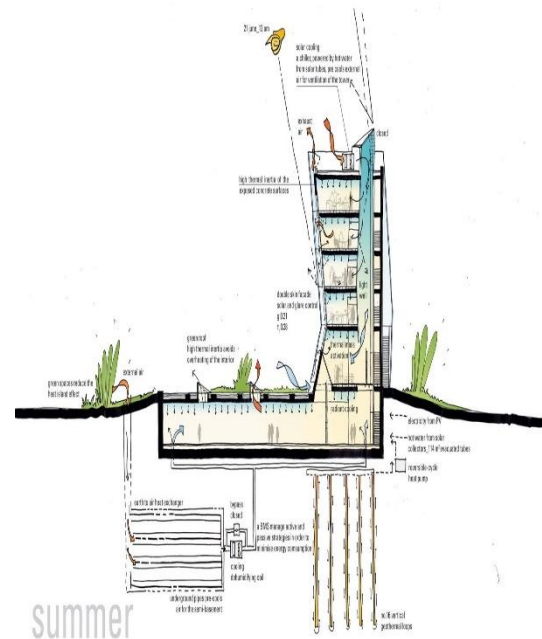


Figure 59 : Ventilation en été [26]

III. Synthèse

D'après notre analyse des exemples on a obtenue des points essentielles synthétique :

L'orientation des blocs, l'utilisation des energie renouvelable et l'utilisation des solution pasives.



CHAPITRE II : APPROCHE CONTEXTUELLE



Cette approche étudie le contexte du projet à travers les trois échelles :

- Territoriale.
- Urbaine
- Site



I. Echelle territoriale

1)- Situation de la wilaya de Ghardaïa

La wilaya de Ghardaïa occupe une position

Importante "porte" de Sahara" vue sa situation à point d'interse

Elle se trouve à 632 km au sud de la capitale "Alger".

-GHARDAIA disposé d'un réseau routier desservant la

Wilaya du centre et celle du sud par la route nationale N°01.

2)- Les limite

Au Nord par la wilaya de Laghouat (200 km).

Au Nord Est par la wilaya de Djelfa (300 km).

A l'Est par la wilaya d'Ouargla (200 km).

Au Sud par la wilaya de Tamanrasset (1470 km).

Au Sud-Ouest par la wilaya d'Adrar (400 km).

À l'Ouest par la wilaya d'El-Bayad (350 km).

La wilaya Ghardaïa partage ces limites avec deux wilayas au Nord (Laghouat et Djelfa) et trois autres du sud qui sont (Tamanrasset, Ouargla et Adrar).

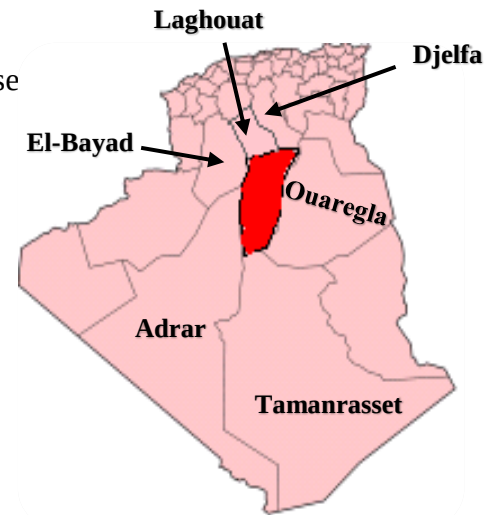


Figure 60 : Situation de la wilaya [22]

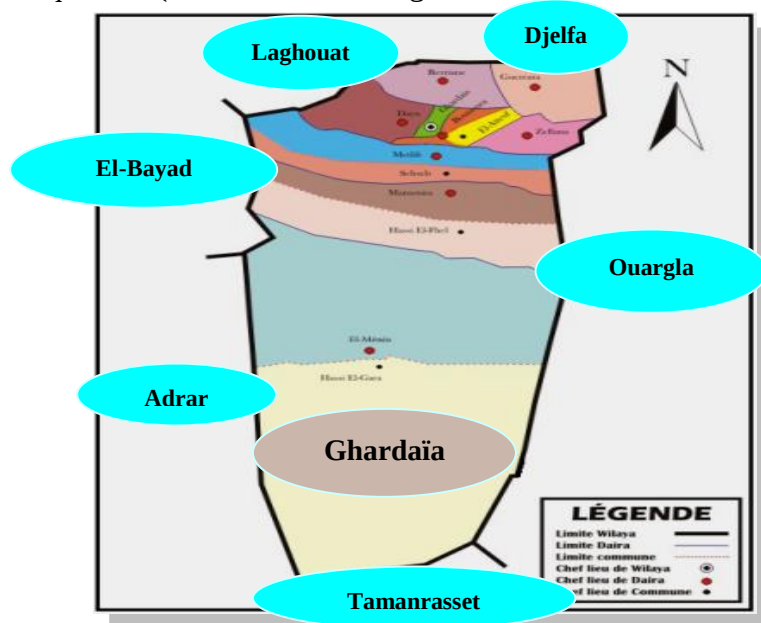


Figure 61 : Limites de la wilaya [22]

3)-Situation géographique de la valle du M'Zab

L'ensemble des cinq villes se situe entre 32° 30' et 33°2' de latitude nord et à 23' à 3 45' de longitude est.

La Vallée du M'ZAB est actuellement le passage obligé entre le nord et le sud du pays : elle est située sur la Nationale N°1 qui relie Alger à Tamanrasset.

L'ensemble géomorphologique dans lequel s'inscrit le M'ZAB est un plateau rocheux.



Figure 62 : la vallée du m'zab

[22]

4)- Phases historiques de la vallée de M'Zab

La doctrine Ibadite est l'origine de la formation de la communauté mozabite cette doctrine nous renvoie à la grande scission qui a éclaté entre les musulmans après la mort du troisième Khalifat Uthman Ibn-affane.

S'est propagé en Irak (Kufa), ensuite à Basra, au Yémen, à Tahert, Wardjelène, M'Zab. Le M'Zab région aride et sèche est choisie comme dernière halte. Il est vite transformé en célèbre-jardin grâce au mode de vie et la persévérance de l'Ibadite.

Ce sont les célèbres cités-jardins créées successivement :

El-Atteuf (Tadjninte) en 1012 => **Bounoura (Atbounour)** en 1046 => **Ghardaïa (Tagherdaite)** en 1053 => **Melika (Atamlichet)** en 1124 => **Beni-Isguen (Atisgen)** en 1347.

Plus tard suivant deux villes plus éloignées de la vallée successivement :

Guerrerra (Igrraren) en 1630 => **Berriane (Bergane)** en 1679

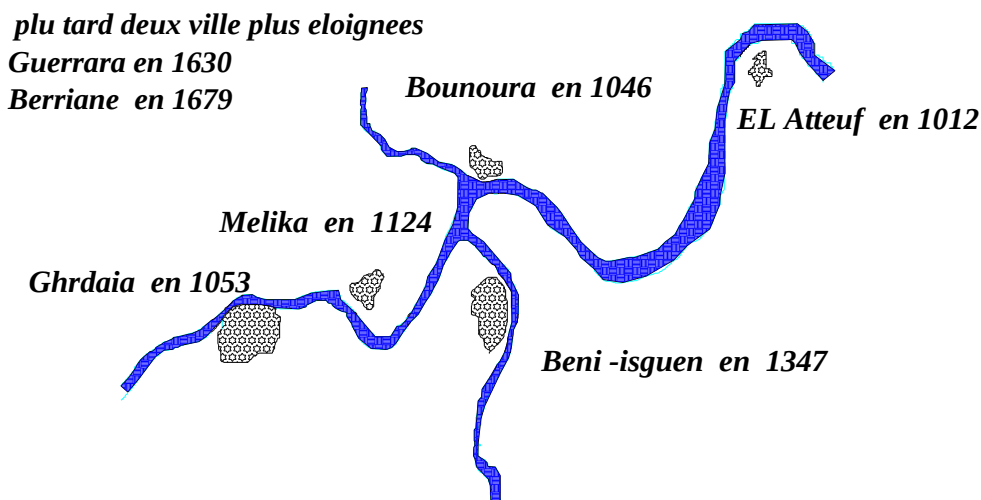


Figure 63 : positionnement de la vallée du m'zab

II. Echelle urbaine

II.1. KSAR DE GHARDAIA

L'organisation spatiale et structurelle de ksar de Ghardaïa, offre beaucoup d'analogies avec les ksars à travers le monde arabo-musulman. C'est le plus important de la vallée du M'Zab (Melika, Bounoura, El-Atteuf, Beni-Isguen...) crée en 1053, aujourd'hui c'est le chef-lieu de la région.

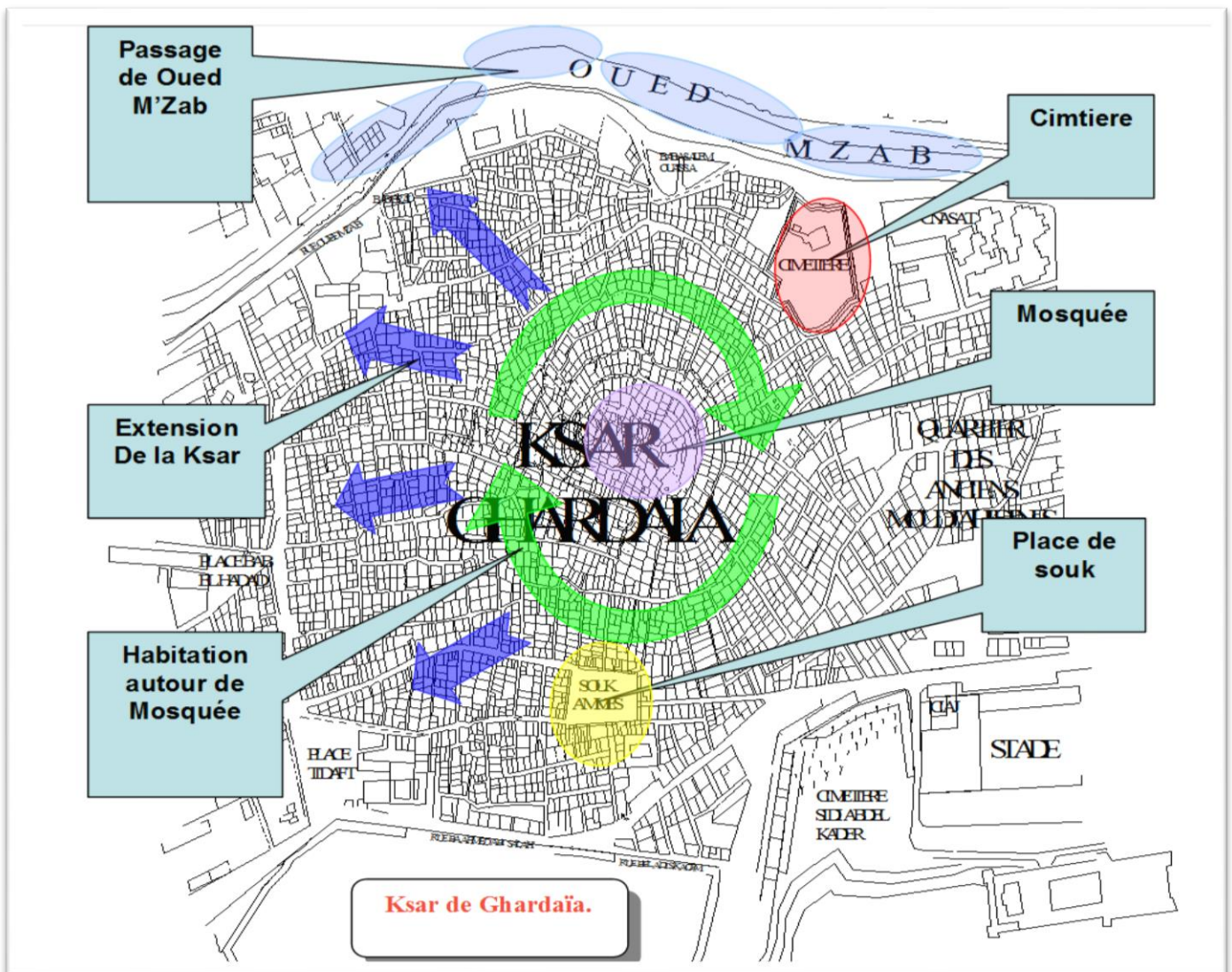


Figure 64 : ksar de Ghardaïa
[22]

II.2. Les éléments structurants de la ville

1)- La Mosquée

C'est le pôle spirituel, siège de pouvoir religieux, c'est le lieu sacré par excellence. Elle se situe au sommet de la ville, reprenant le principe de la hiérarchie des espaces (Sacré/Profane). Il n'est pas étonnant que la ville agrandi de telle sorte que la mosquée en soit le lieu le moins accessible plus éloigné des portes d'accès de la ville.



Figure 65 : Mosquée Ghardaïa [22]



Figure 66 : Minaret [22]

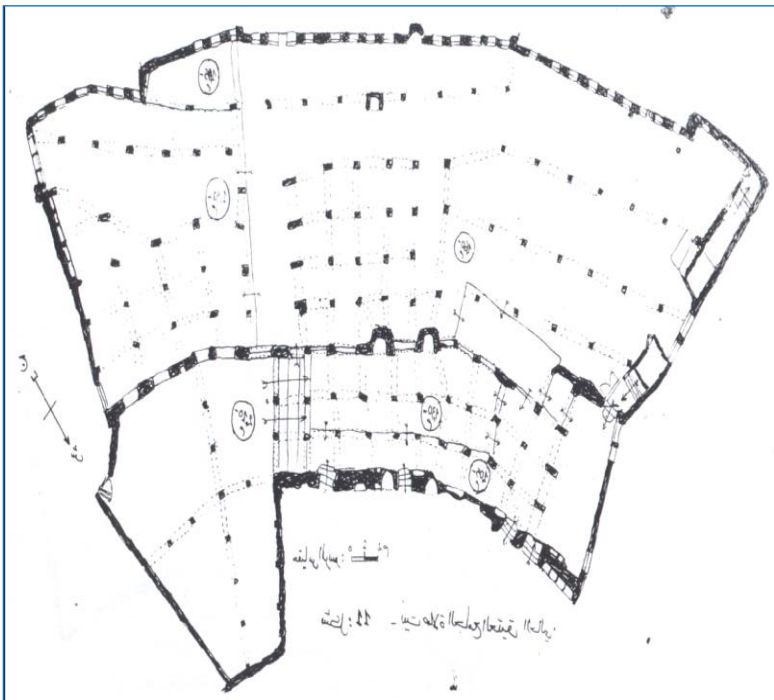


Figure 67 : Plan salle de prière [22]

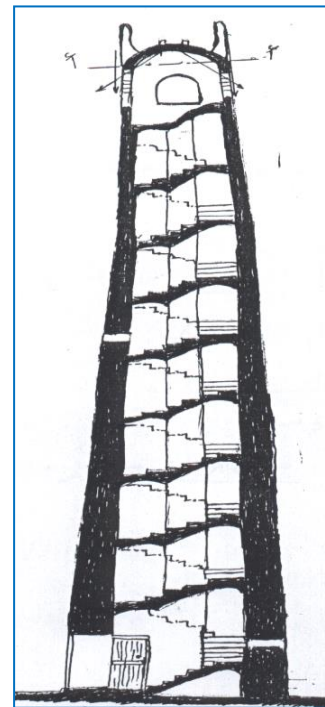


Figure 68 Coupe minaret [22]

2)- L'habitation

C'est autour de la mosquée que sont implantés les habitations selon le même procédé la construction de l'espace d'habitation résulte de la mise en réseau de cellule simple qui engendre un espace central, centre vitale de la maison. La maison est le symbole de l'intimité, le lieu où la femme passe la plus grande partie de son temps. Elle est conçue pour elle, pour protéger son intégrité, pour quelle y soit à l'aise. La maison est articulée avec l'espace public avec une impasse ou rue, par une entrée en chicane.



Figure 69 : Vues aérienne sur Ghardaïa [22]

3)- Parcours

C'est à travers un réseau de rues assez étroit et sinueux que la circulation s'effectue en ville.

Les parcours sont des couloirs délimités par l'alignement des façades de longs murs percés des portes, de rare et petite ouvertures.

Elle existe trois types des parcours :

Les rues : Espace public relie les portes de la ville.

Les ruelles : espace semi public.

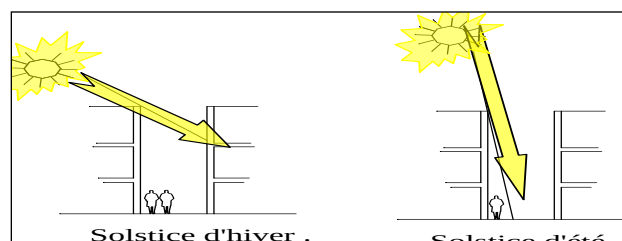
Les impasses : Espace semi privé qui *permet l'accès aux maisons*.



Rue -3.00 m

Ruelle 1.80 m -2.60 m

Impasse 1.4 m-1.80 m



II.3. Etudes climatiques

Dans la ville de Ghardaïa, les étés sont étouffants, arides et clairs et les hivers sont longs, froids, secs, venteux et surtout clairs. Au cours de l'année, la température varie généralement de 6°C à 40°C et est rarement inférieure à 3°C ou supérieure à 43°C [28].

La saison chaude dure 3 mois, du 7 juin au 12 septembre, avec une température moyenne quotidienne supérieure à 35°C. Le jour le plus chaud de l'année est le 18 juillet, avec une moyenne de 40°C et basse de 27°C [28].

La saison fraîche dure 7 mois, du 17 novembre au 8 mars, avec une température moyenne quotidienne élevée inférieure à 20°C. Le jour le plus froid de l'année est le 12 janvier, avec un seuil moyen de 6°C et un sommet de 15°C [28].

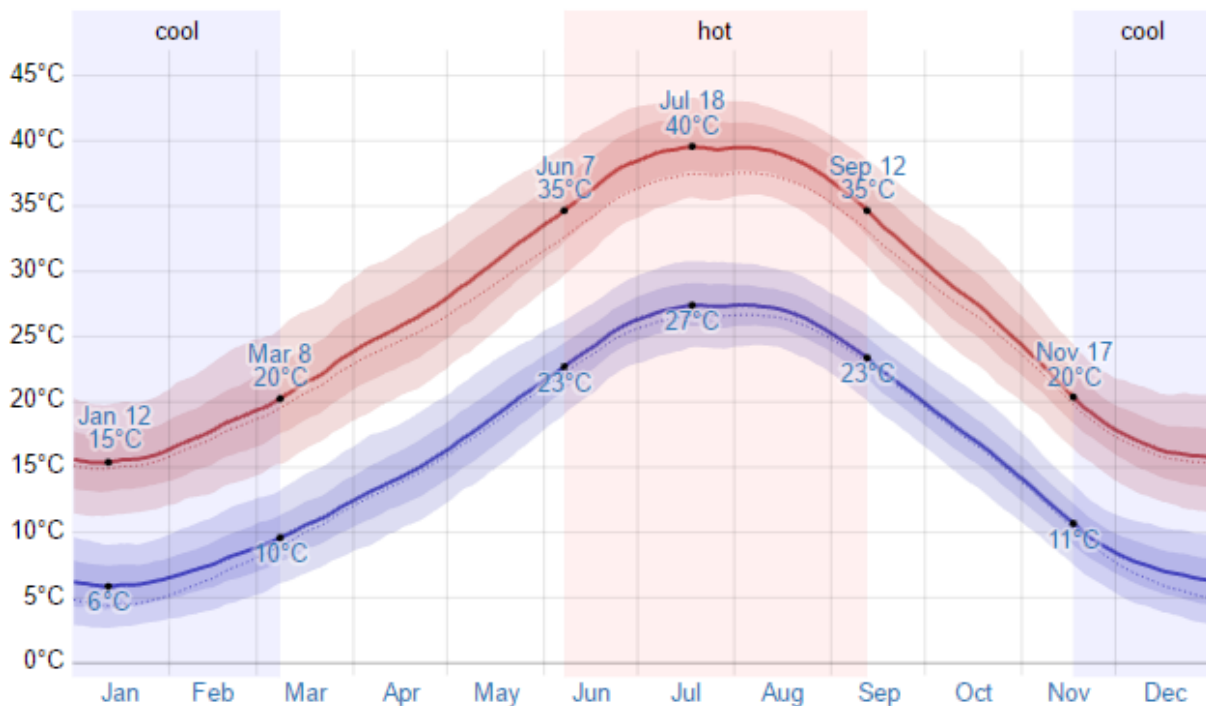


Figure 70 : Moyenne haute et basse température [28]

1)- Température

La figure ci-dessous vous montre une caractérisation compacte de l'année entière des températures moyennes par heure. L'axe horizontal est le jour des mois de l'année, l'axe vertical est l'heure du jour et la couleur est la température moyenne pour l'heure et le jour [28].

(La température horaire moyenne, la couleur est codée en bandes: frigide $< -9^{\circ}\text{C}$ < congélation $< 0^{\circ}\text{C}$ < refroidissement $< 7^{\circ}\text{C}$ < froid $< 13^{\circ}\text{C}$ < refroidissement $< 18^{\circ}\text{C}$ < confortable $< 24^{\circ}\text{C}$ < chaud $< 29^{\circ}\text{C}$ < chaud $< 35^{\circ}\text{C}$ < étouffant [28].

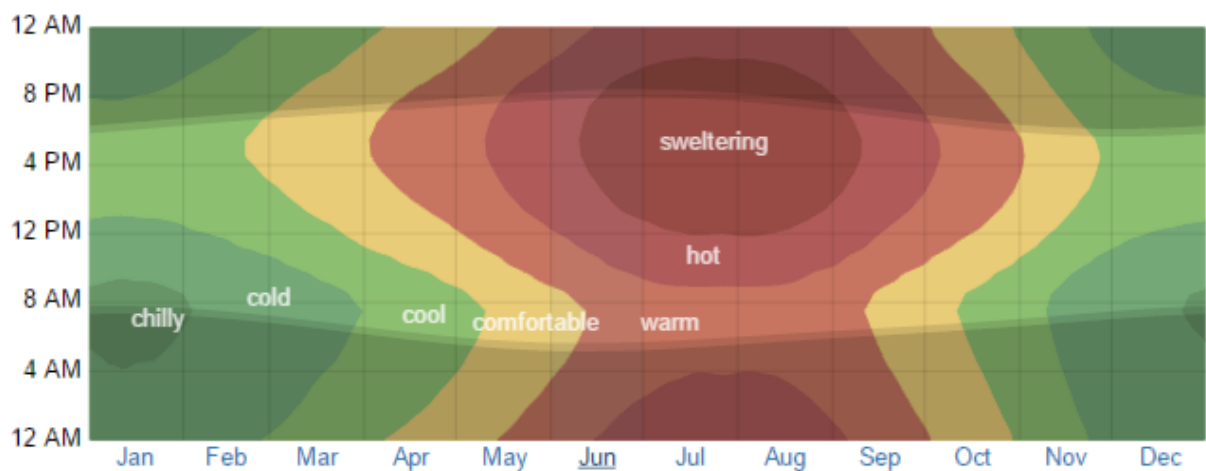


Figure 71 : Moyenne haute et basse température [28]

2)- Les nuages

Dans la ville de Ghardaïa, le pourcentage moyen du ciel couvert par les nuages connaît des variations saisonnières importantes au cours de l'année [28].

La partie la plus claire de l'année à Ghardaïa commence vers le 13 juin et dure 2,9 mois, se terminant vers le 9 septembre. Le 24 juillet, le jour le plus clair de l'année, le ciel est clair, surtout clair ou partiellement nuageux, 97% du temps, Et couvert ou principalement nuageux 3% du temps [28].

La partie la plus obscure de l'année commence vers le 9 septembre et dure 9,1 mois, se terminant vers le 13 juin. Le 13 octobre, le jour le plus clément de l'année, le ciel est couvert ou le plus ensoleillé 37% du temps et clair, le plus clair possible, Ou partiellement nuageux 63% du temps [28].

(Le pourcentage de temps passé dans chaque bande de couverture de nuage, classé par le pourcentage de ciel couvert par les nuages: nettoyer <20% <surtout clair <40% <en partie nuageux <60% <en partie nuageux <80% <couvert.) [28].

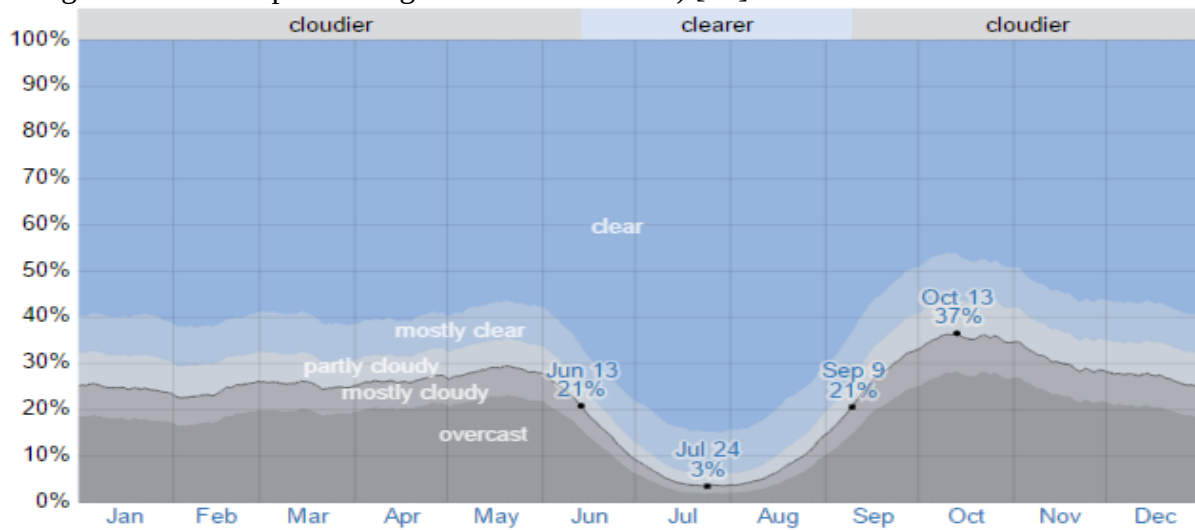


Figure 72 : Catégories de couverture nuageuse [28]

3)- Précipitation

Ghardaïa ne présente pas de variation saisonnière significative dans la fréquence des jours humides (c'est-à-dire ceux ayant plus de 1 millimètre de précipitation liquide ou équivalente liquide). La fréquence varie entre 1% et 6%, avec une valeur moyenne de 4%. Parmi les jours humides, nous distinguons ceux qui vivent la pluie seule, la neige seule ou un mélange des

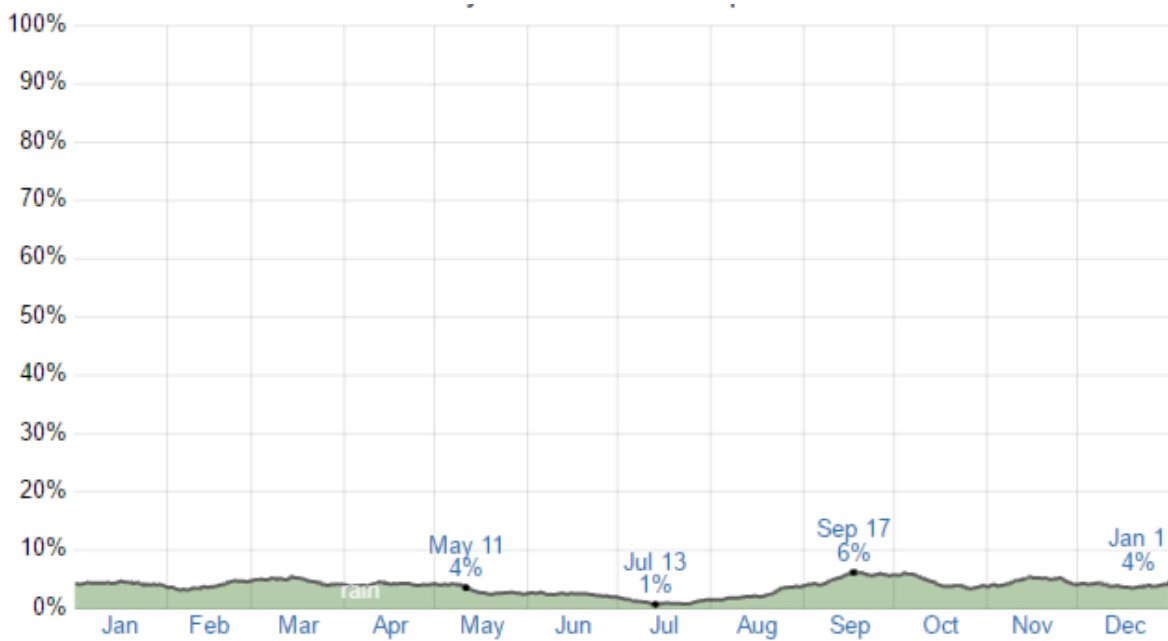


Figure 73 : Précipitation. [28]

Deux. Sur la base de cette catégorisation, la forme la plus fréquente de précipitations tout au long de l'année est la pluie seule, avec une probabilité maximale de 6% le 17 septembre [28].

Pour montrer les variations dans les mois et pas seulement les totaux mensuels, nous montrons les précipitations accumulées au cours d'une période de 31 jours glissante centrée autour de chaque jour de l'année. Ghardaïa connaît une variation saisonnière des précipitations mensuelles [28].

La pluie tombe tout au long de l'année à Ghardaïa. Le plus de pluie tombe au cours des 31 jours autour du 29 septembre, avec une accumulation totale moyenne de 9 millimètres.

La moindre pluie tombe vers le 24 juillet avec une accumulation totale moyenne de 1 millimètre [28].

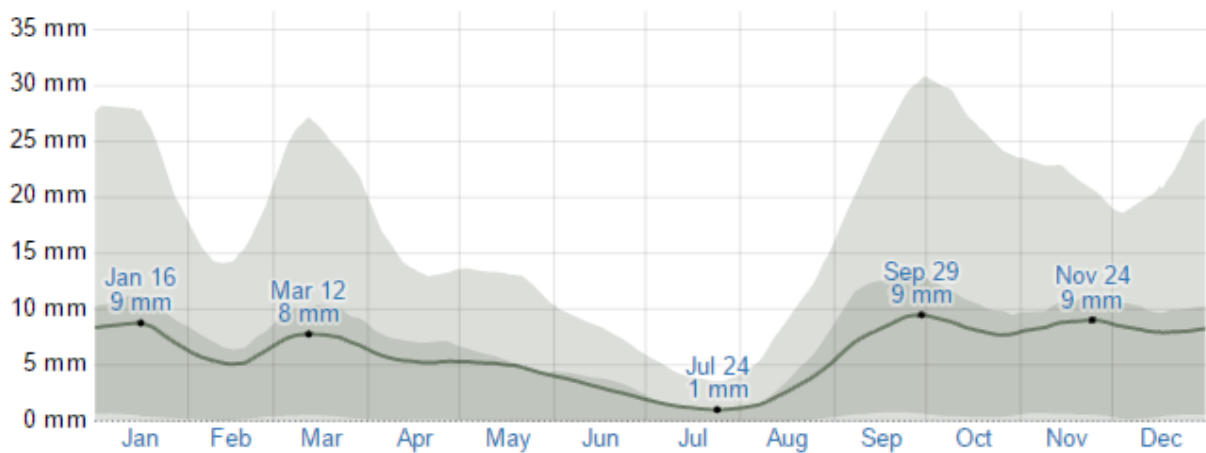


Figure 74 : Précipitations mensuelles moyennes [28]

4)- Soleil

La durée de la journée à Ghardaïa varie considérablement au cours de l'année. En 2017, le jour le plus court est le 21 décembre, avec 10 heures, 1 minute de lumière du jour; La plus longue journée est le 21 juin, avec 14 heures, 17 minutes de lumière du jour [28].

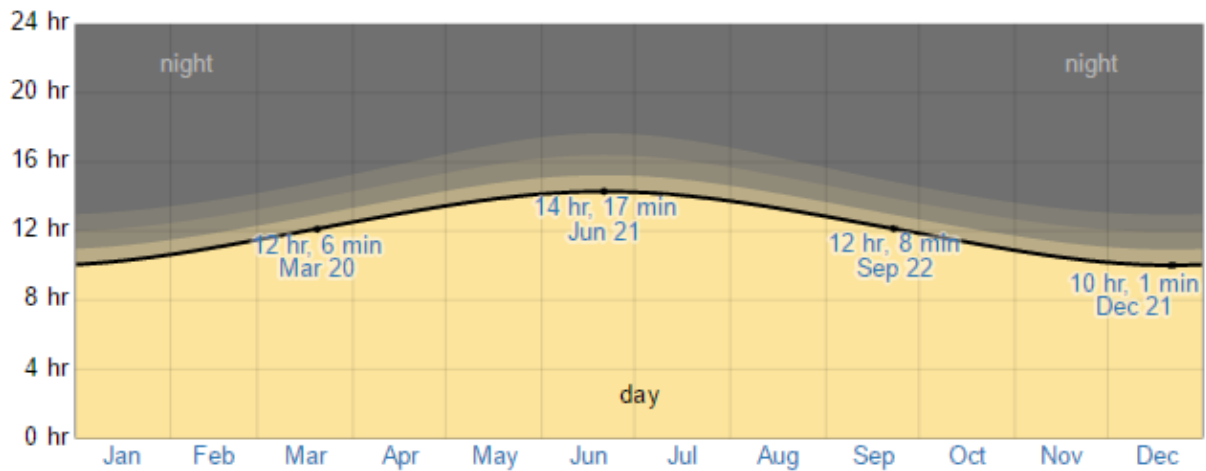


Figure 75 : Heures de lumière du jour et de crépuscule [28]

5)- Humidité

Nous basons le niveau de confort d'humidité sur le point de rosée, car il détermine si la transpiration s'évapore de la peau, refroidissant ainsi le corps. Les points de rosée inférieurs se sentent plus sec et les points de rosée plus élevés se sentent plus humides. Contrairement à la température, qui varie généralement de manière significative entre la nuit et le jour, le point de rosée tend à changer plus lentement, alors pendant que la température peut tomber la nuit, un jour moche est habituellement suivi d'une nuit mouillée [28].

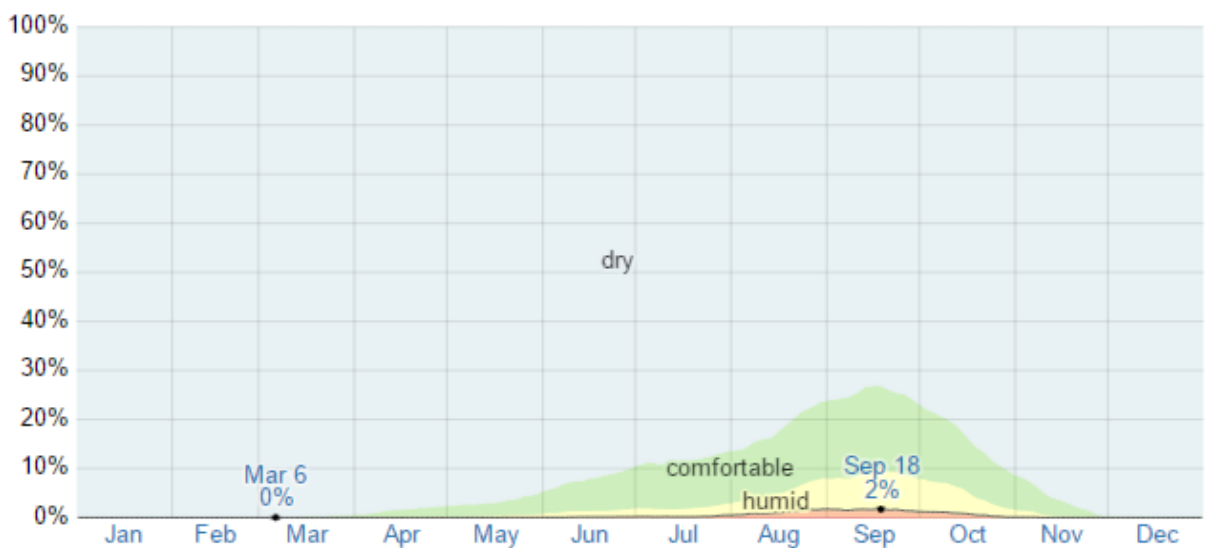


Figure 76 : Niveaux de confort d'humidité [28]

6)- Vent

Cette section traite du vecteur de vent moyen horaire (vitesse et direction) à large échelle à 10 mètres au-dessus du sol. Le vent expérimenté à un emplacement donné dépend fortement de la topographie locale et d'autres facteurs, et la vitesse et la direction des vents instantanés varient plus largement que les moyennes horaires [28].

La vitesse horaire moyenne du vent dans Ghardaïa connaît des variations saisonnières importantes au cours de l'année [28].

La partie éolienne de l'année dure 5,8 mois, du 18 janvier au 11 juillet, avec une vitesse moyenne du vent de plus de 4,4 kilomètres à l'heure. Le jour le plus venteux de l'année est le 26 avril, avec une vitesse de vent horaire moyenne de 9,1 kilomètres par heure [28].

Le temps le plus calme de l'année dure 6,2 mois, du 11 juillet au 18 janvier. Le jour le plus calme de l'année est le 20 octobre, avec une vitesse horaire moyenne de 7,2 kilomètres par heure [28].

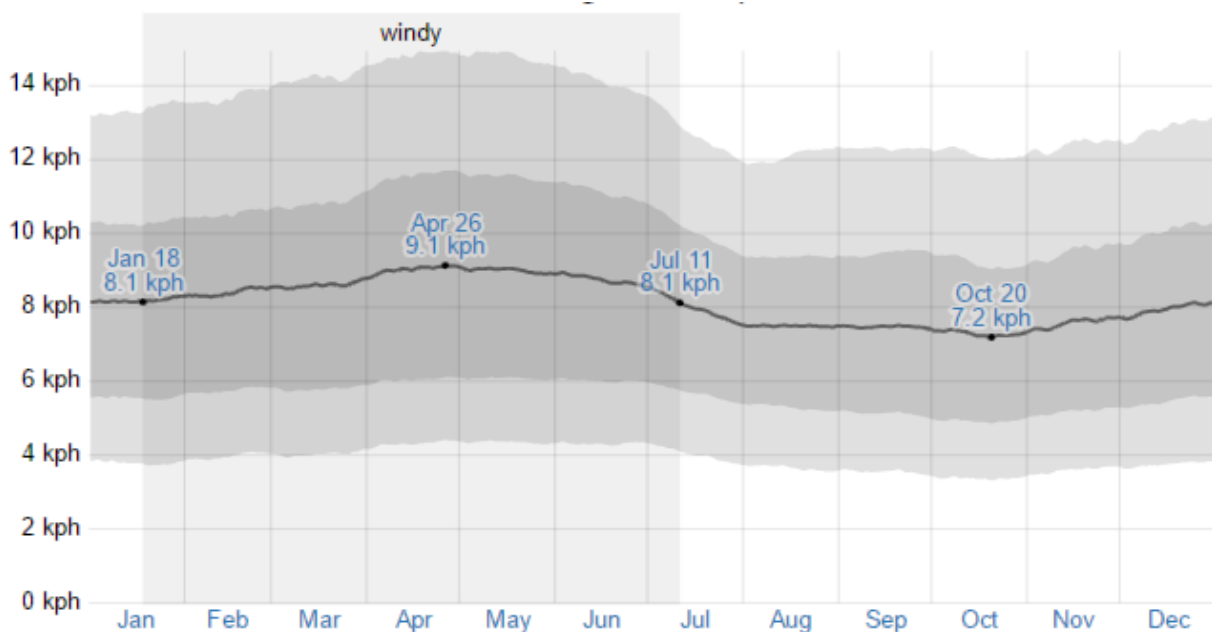


Figure 77 : Vitesse moyenne du vent [28]

La direction de vent horaire moyenne prédominante dans Ghardaïa varie tout au long de l'année.

Le vent est le plus souvent de l'est pendant presque 6 mois, du 27 avril au 20 octobre, avec un pourcentage maximal de 49% le 3 juillet. Le vent est le plus souvent du nord pendant presque 6 mois, du 20 octobre au 27 avril, avec Un pourcentage maximal de 41% le 1er janvier [28].

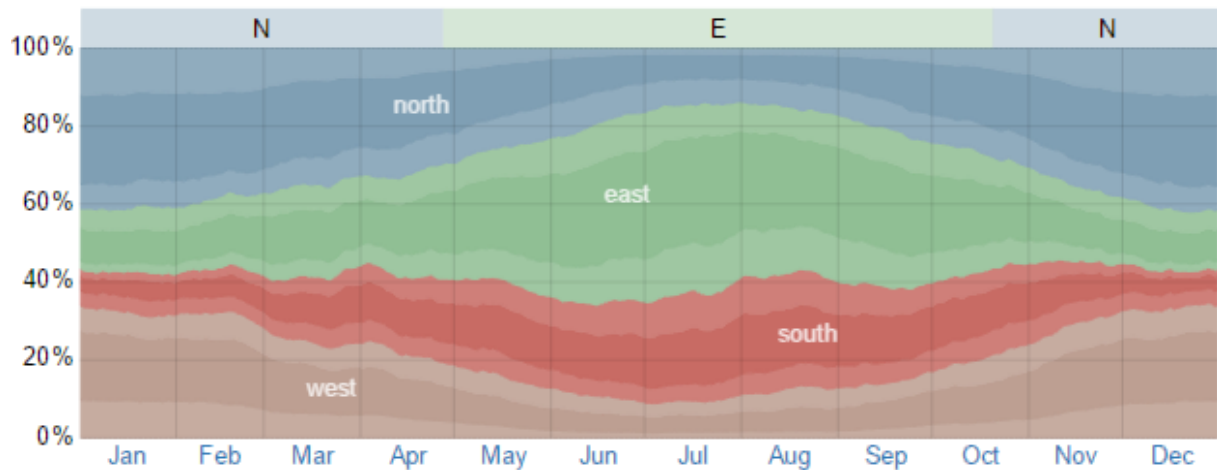


Figure 78 : Direction du vent [28]

III. Echelle de la zone d'étude

La zone des sciences se situe dans la partie sud de Ghardaïa à 17 KM de la vallée à laquelle elle est reliée par voie rapide.

Le site d'intervention présente beaucoup d'avantages entant que nouveau pôle d'extension en dehors de la vallée :

- Le site présente des étendues non urbanisée.
- Le site est bien desservi, RN1, aéroport.
- Le site possède déjà de nombreux équipement à l'échelle régionale et nationale.

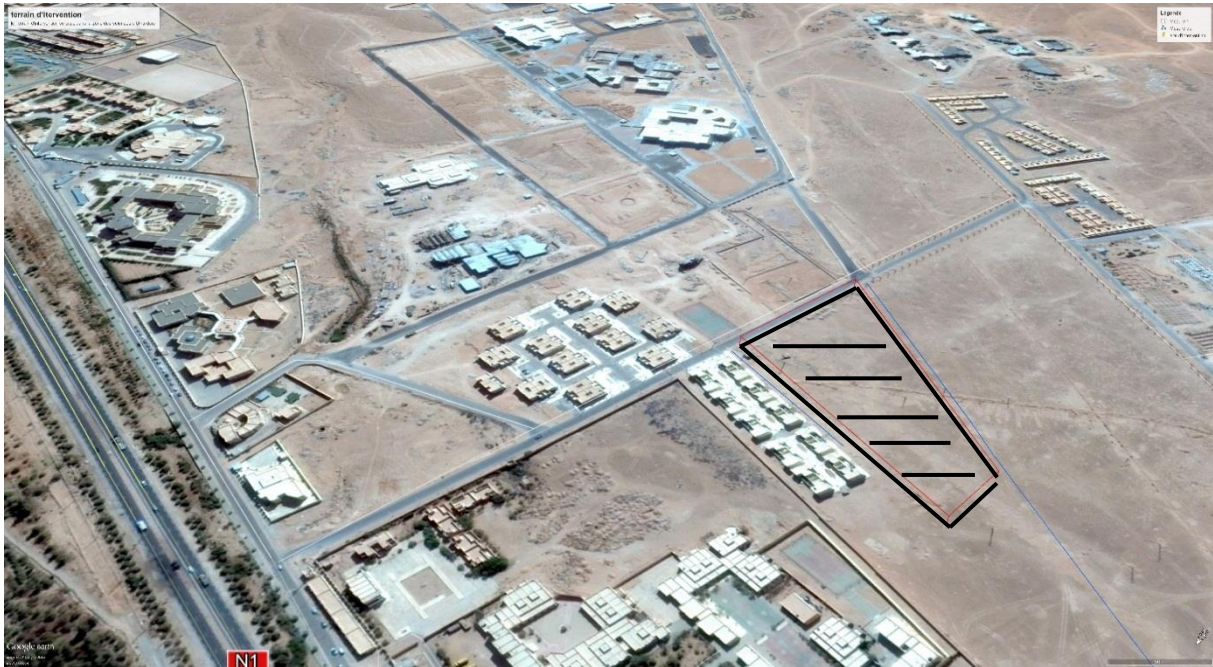


Figure 79 : vue de la zone d'étude [44]

1) situation

Le périmètre se situe sur le prolongement de RN1 au sud de la ville de Ghardaïa, en allant vers Ouargla, occupant le territoire de deux communes El atteuf (la partie qui est au nord de la RN1) et bounoura (la partie qui est au sud de la RN1).

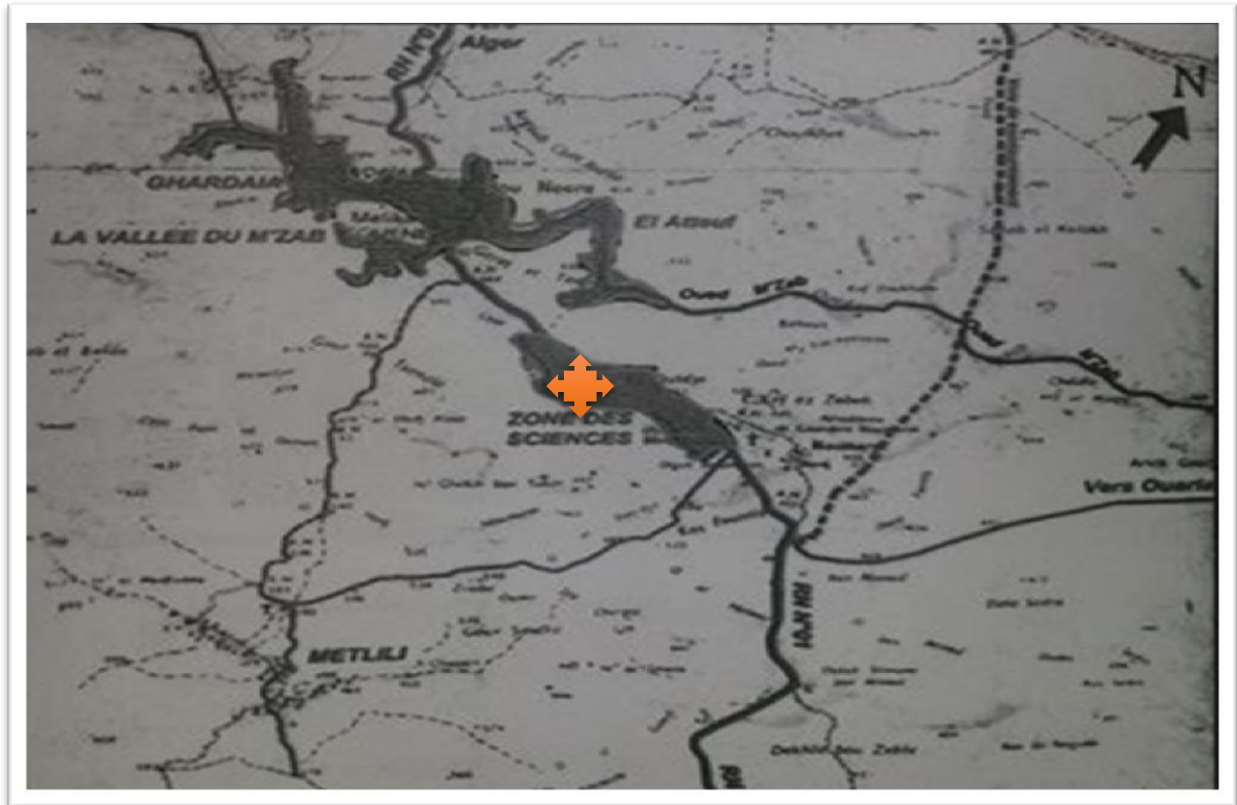


Figure 80 : situation de la zone des sciences [22]

2) Limites et accessibilité

La zone des sciences est accessible par la RN1 et limitée par :

- Au Nord l'aéroport de Moufdi Zakaria.
- A l'Est la colline limitant le périmètre de Metlili El Djida.
- A L'Ouest limité sud de la zone industrielle (station NAFTAL)
- Au Sud commune de Metlili

3) Voisinages :

- La figure 81 montre la situation de terrain du projet.
- les figures du 86 jusqu' au 32 montrent les principaux Equipement dans la zone d'étude

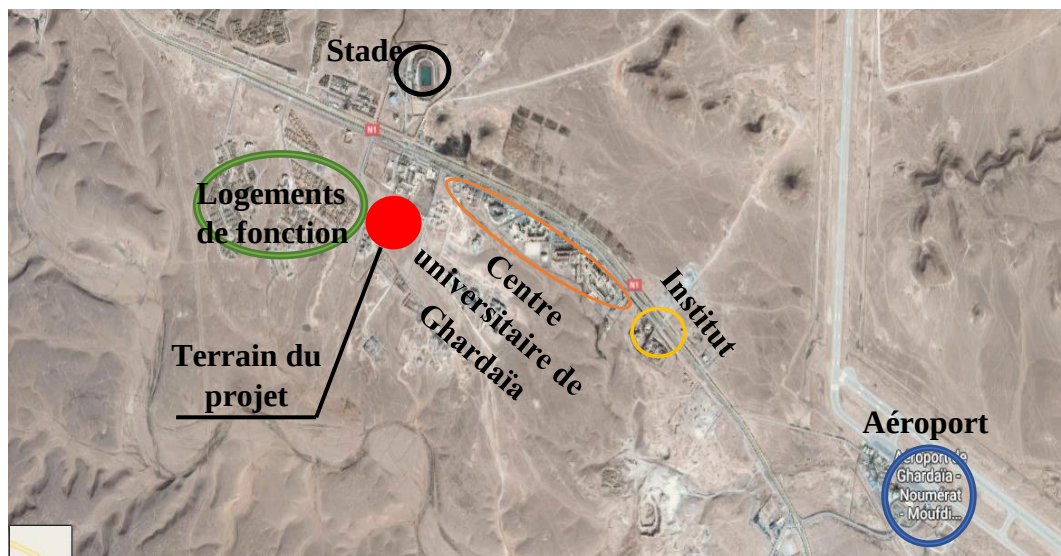


Figure 81 : vue satellitaire de la zone des sciences [44]



Figure 82 : stade [27]



Figure 83 : Centre universitaire Ghardaïa [27]



Figure 84 : aéroport



Figure 85 : Institut d'énergie renouvelable [22]



Figure 86 : Logements [27]

4) Accessibilité

L'accessibilité au projet est facile car il est limité par 3 voies



Figure 87 : vue aérienne [44]

- RN1
- Route principale
- Route secondaire
- Route tertiaire

IV Echelle du terrain

Analyse du site

IV.1. Situation

Le site se situe dans la partie sud-est de la ville dans la zone des sciences.

IV.2. L'environnement immédiat

Le site est limite par :

Nord-est : Des logements de fonction.

Sud-ouest : la porte urbaine de l'université (en construction).

Sud et sud-ouest : placette public (en construction).

Sud : équipements pédagogiques.



Figure 88 : Logements



Figure 89 : porte urbaine



Figure 90 : placette



Figure 91 : équipement pédagogique



Figure 92 : site d'étude

IV.3. L'accessibilité



Figure 93 : vue aérienne [44]

↔ Flux mécanique important

↔ Flux piéton important

IV.4. Caractéristiques de site

- Le terrain est presque plat.
- La forme de terrain est presque rectangulaire.
- le gabarit de son environnement :

Habitat semi collectifs (R+1), porte urbaine (double hauteurs et 1/2), équipement pédagogique (R+2).

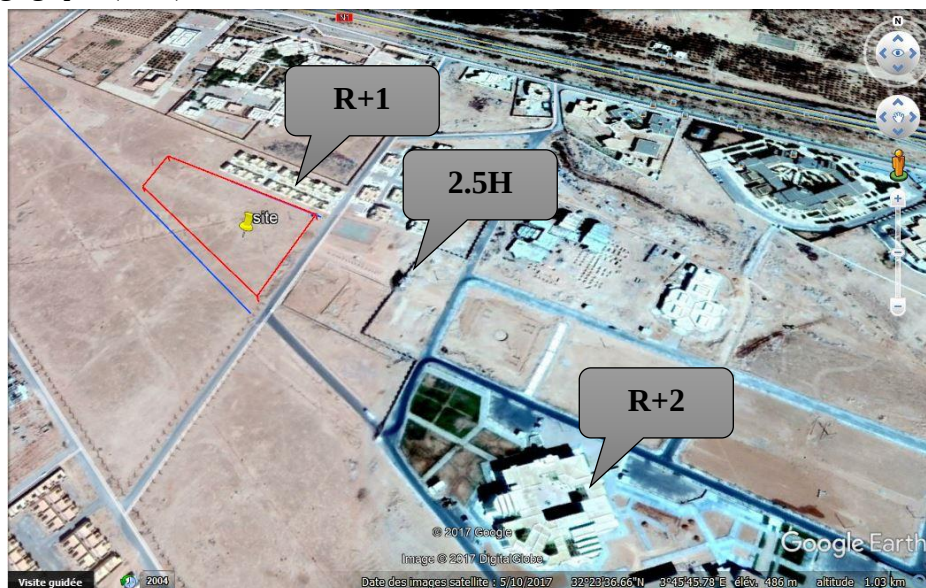


Figure 94 : vue aérienne [44]

IV.5. Vents et ensoleillement

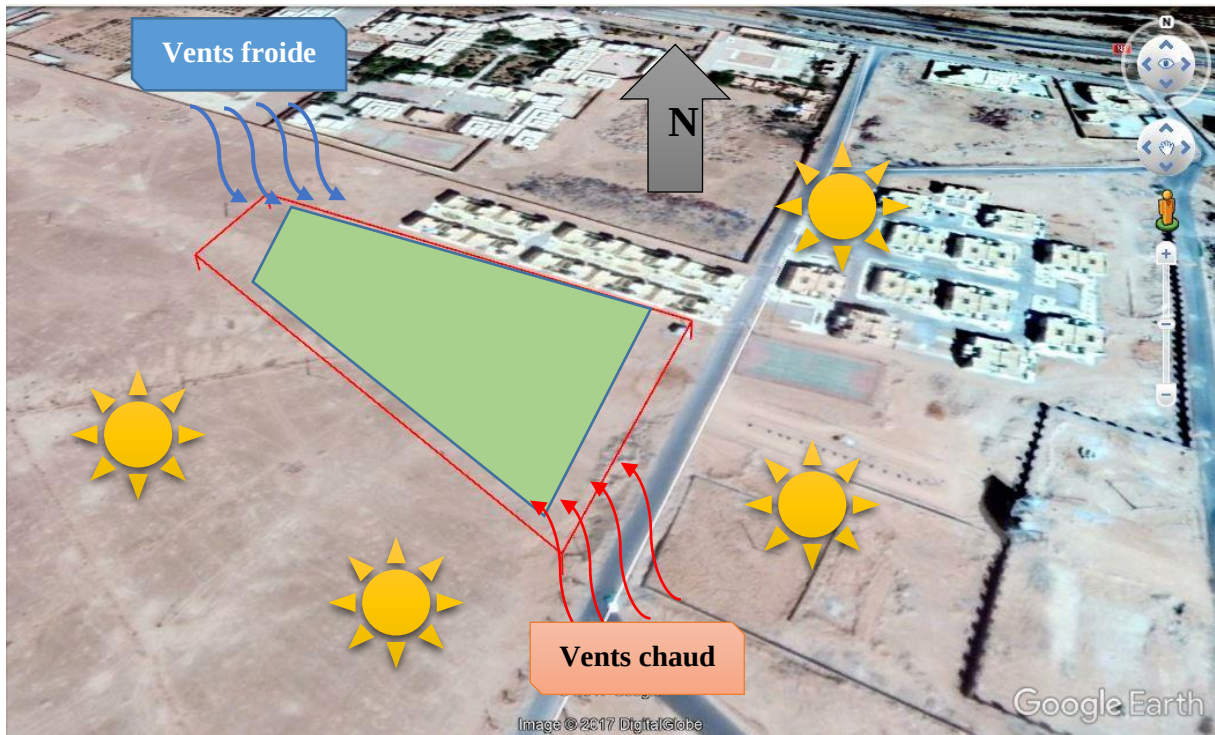


Figure 95 : vents et ensoleillement [44]

V. Conclusion

Après l'analyse que nous avons faite sur le site présenté :

Le site est choisi pour les raisons suivantes :

- Le site présenté de vastes étendues non urbanisées.
- Les vastes étendues permettent l'extension du nouveau tissu.
- Le site est bien desservi, la RN1, l'aéroport.
- Le site possède déjà des nombreux équipements à l'échelle régionale et nationale.
- La nature rocheuse et le relief du terrain sont favorables à l'urbanisation.
- Existence d'un pôle universitaire.
- Existence d'un institut de recherche scientifique des énergies renouvelables.

1- Programme quantitatif

1-a . Programme du projet :

- Espace non bâti : parking / patio / partie expérimentale
- Espace bâti : les différentes entités (entité de recherche / entité exposition et détente entité d'hébergement / entité technique)

1-b . Programme surfacique :

Tableau 1 : Entité d'accueil et administration

Espace	Nombres	Surfaces unitaire (m2)	Surface total
Hall d'accueil	1	350	350
Salle d'attente	/	/	/
Bureau de directeur	1	27.5	27.5
Secrétariat générale	1	25	25
Bureau de finance	2	20	40
Bureau d'achat et de finance	2	18	36
Bureau de chef de service	1	27.5	27.5
Bureau de comptable	1	12.5	12.5
Bureau personnelle	1	23.5	23.5
Responsable de recherche	2	25	50
Secrétaire	2	15	30
Service des relations interne	1	25	25
Bureau d'archive	4	18	72
Bureaux	8	18.5	148
Sanitaire h / f	16	1.3	20.8
Circulation		20%	
Surface total		1065	

Tableau 2 : Entité de recherche

Espace	Nombre	Surface unitaire	Surface totale
Amphi	1	270	270
Les laboratoires	12	90	1080
Salle du cours	18	50	900
Atelier de captage 1	2	93	186
Atelier e captage 2	2	60	120
Atelier de stockage	6	60	360
Bibliothèque	1	120	120
Salle d'informatique	1	115	115
Locaux technique	3	32	96
Sanitaire H/F	69	1.3	89.7
Circulation		20%	
Surface totale			

Tableau 3 : Entité d'exposition et détente

Espace	Nombres	Surface unitaire (m2)	Surface totale
Espace d'exposition interne	1	220	220
Espace d'exposition externe	1	100	100
Stockage	1	18	18
Cafeteria	1	165	165
Restauration	1	13	13
Sanitaire h/f	2	1.3	2.6
Circulation		20%	
Surface totale		622	

Tableau 4 : Entité d'hébergement

Espace	Nombres	Surface unitaire (m2)	Surface totale
Hall d'accueil et réception	1	30.5	30.5
Studios	8	27.5	220
chambre	16	20	320
Foyer	1	128.5	128.5
Salle de loisir	1	128.5	128.5
Circulation		20%	
Surface totale		993	

Tableau 5 : Entité technique

Espace	nombre	Surface unitaire	Surface totale
Magasin technique	1	200	200
Magasin pour alimentation	1	120	120
Batterie	1	25	25
Parking sous-sol	/	1800	1800
Surface totale		2145	

2- Programme qualitatif

Tableau 6 : les exigences des espaces

Espace	Exigences
Hall de réception et d'exposition	• C'est l'espace de jonction (entre public et privé) conçu pour renseigner les visiteurs les informer et les diriger. • L'intensité lumineuse nécessaire (750 lux a 1000 lux) a fin de faciliter la transition entre l'éclairage extérieur et intérieur.
Laboratoires	• Prévoir un isolement thermique par des murs en brique avec une lame d'air et les ouvertures un double vitrage (le vitrage des baies participe au dispositif de protection solaire et limite les apports calorifiques) • Le niveau d'éclairage dans les zones de travail (paillasse) 500 lux • La commande de l'éclairage est placée à l'extérieur du laboratoire • La porte d'accès au laboratoire s'ouvre obligatoirement vers l'extérieur elle est équipée d'un oculus permettant la vision de l'ensemble du laboratoire ; sa résistance au feu ; ainsi que celui de l'oculus est de coupe-feu 1 heure. • Norme pour une paillasse normal 120 cm de largeur pour les expériences avec un 85 cm de hauteur • Traiter le sol par un carrelage avec plinthe à gorge (résistant aux produits chimiques) et pour le mur par des peintures sur support brut.
Salle des cours	• Couleur clair • Eclairage 500 lux • Confort thermique 21°C à 26 °C
Stockage	• Il doit être situé à proximité des laboratoires • renouvellement d'air 2 fois par heure avec l'intégration de système de traitement d'air a la poussière.

Salle de lecture	• Eclairage spécifique naturel • Orientation des espaces de lecture du côté nord • La température d'ambiance 22 en été , 20 en hiver .
Bureaux	• Le niveau d'éclairement 500 lux mais pour les bureaux avec poste de travail à proximité de fenêtre 300 lux • La ventilation doit être individualisée, réglable et naturelle dans chaque bureau
Salle réunion	• Doit être a proximité du bureau de directeur • Le niveau d'éclairement c'est 300 lux.
Bureaux d'archive	• Le bureau doit être spacieux et équiper pas des étagers • Eviter l'humidité pour conserve les documents par la bonne aération soit naturel dans les jours venteux soit par l'emploi d'une cheminée solaire dans les journées chaudes.
Cafeteria	• Le cafeteria lie avec les voie principale par un voie tertiaire de service pour alimenter par la matière primaire (café, thé..) et pour jet les déchets. • Un espace spécial avec une ambiance de couleurs • Le niveau d'éclairement 200 lux
Sanitaires	• Le besoin de l'espace est l'aération et lumière naturelle • Le revêtement du sol antidérapant, résistance à l'eau facile à nettoyer



CHAPITRE III : APPROCHE ARCHITECTURALE



I. Introduction

Le projet architectural doit s'appuyer sur trois dimensions :

- Le programme et ses exigences.
- Le site et ses contraintes.
- Les références architecturales et techniques.

Les idées créatives primaires du projet doivent être des idées fortes, qui ont une relation directe sur la conception du projet.

I. 1– les données de site

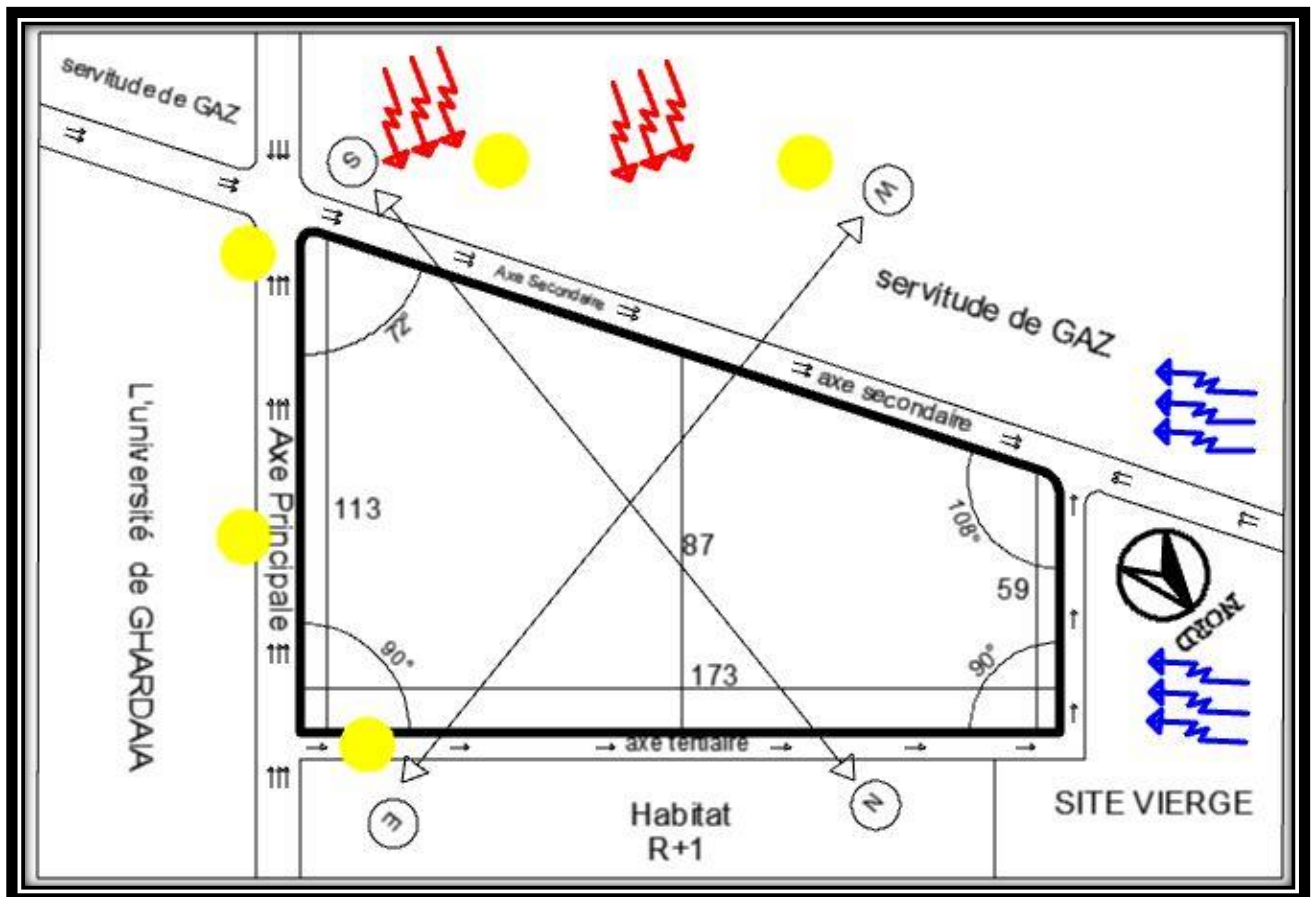


Figure 96 : les données de site

I.2 – L'idée de projet

Les centres de recherche sont les lieux de savoir et de connaissance par excellence.

Le projet est compact avec un patio.

I.3 – La genèse de projet

*** Etape 01 : Choix des accès**

-  Accès principale : sur la façade la plus importante, en face à la porte de l'université (flux fort)
-  Accès mécanique privé : à proximité de la voie principale pour faciliter l'entrée au projet.
-  Accès mécanique public : par la voie secondaire.



Figure 97 : Choix des accès

* Etape 02 : disposition du bloc

a – le recule :

- mettre le projet en valeur.
- choix de positionnement du bloc selon les exigences
- le recul du bâti est fait selon la servitude de la voie principale et secondaire pour raison de calme et de confort.

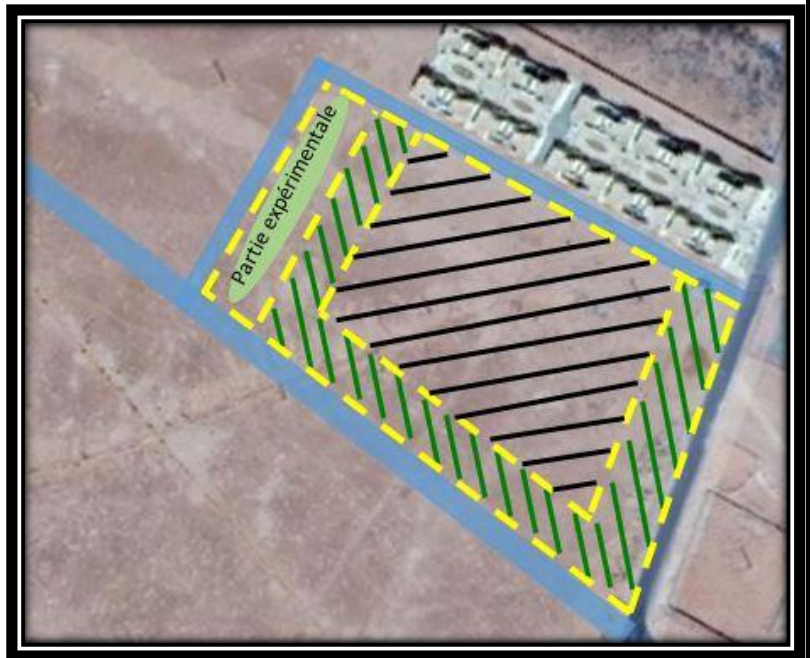


Figure 98 : disposition du bloc (bâti) et les espace verts

b – l’implantation de projet selon un axe de développement et création de l’espace expérimentale.



Figure 99 : l’emplacement du bloc (bâti) sur le site

* Etape 03 : l'affectation des entités :

- 1 - Accueil et administration : près à l'accès principale
- 2 - Exposition et détente : proximité du l'accueil pour bien organiser les flux
- 3 - Recherche : le cœur de notre projet et à l'extrémité de site pour raison de confort et le calme.

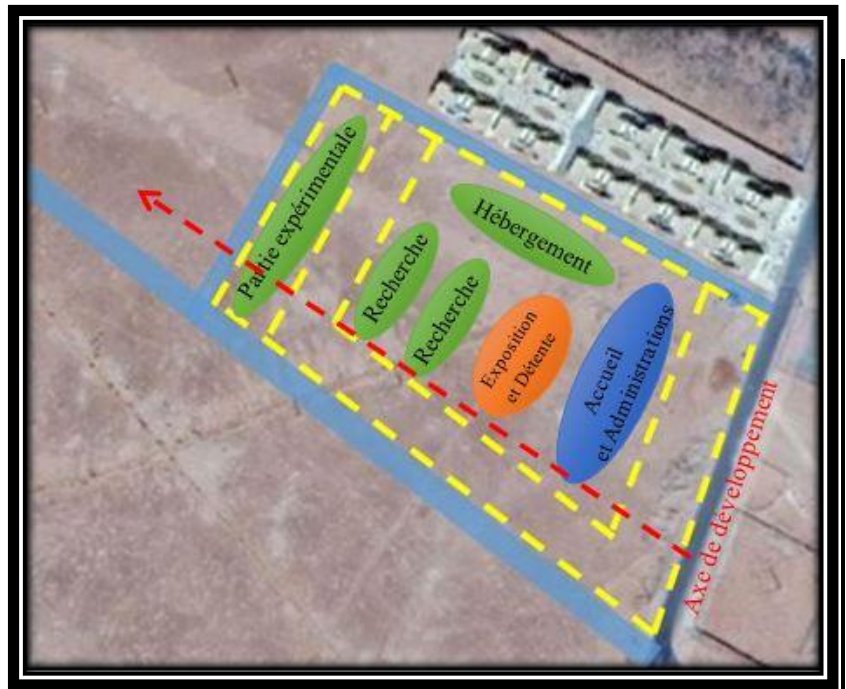


Figure 100 : l'affectation des entités

* Etape 04 : la forme de projet

- a** – l'intégration par rapport la forme de site, une forme linière rectangulaire suit l'alignement de site par un axe de développement.
- b** – la forme rectangulaire des blocs assurer un bon éclairage naturel pour les espaces.



Figure 101 : la forme primaire de projet

* Etape 04 : la forme de projet

L'orientation des blocs on a fait une rotation pour les blocs selon l'axe N-S :

- L'entité de recherche : les 3 rectangles.
 - NORD : éclairage uniforme
 - SUD : exploiter l'effet de serre sur l'atrium
- L'entité d'accueil et administration et l'entité d'exposition et détente restent sur l'orientation originale à cause de l'emplacement idéal de l'accès principale.

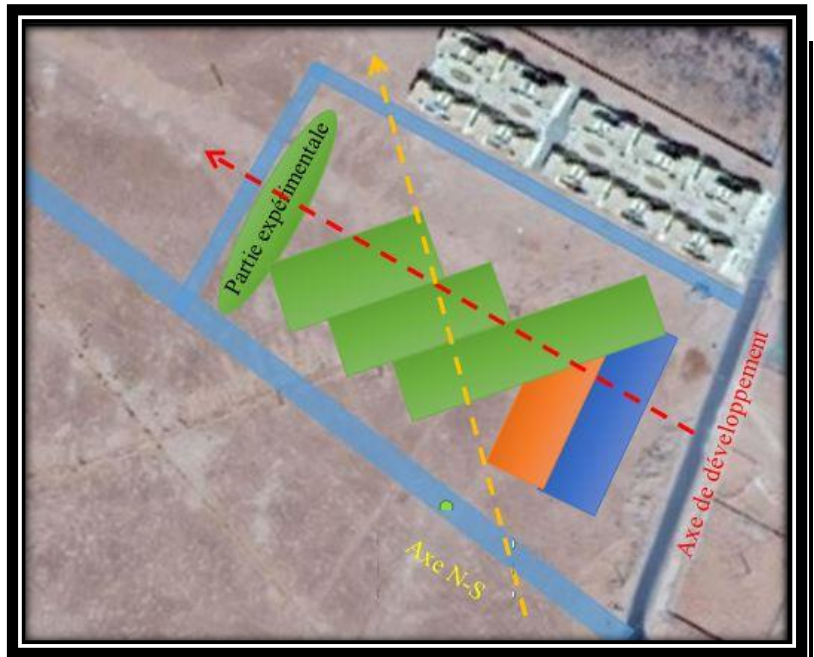


Figure 102 : l'orientation des barres

* Etape 05 : la formalisation finale du projet.

* Création d'une forme d'articulation entre l'entité de recherche et l'exposition et détente pour :

- Création d'atrium au cœur de projet.

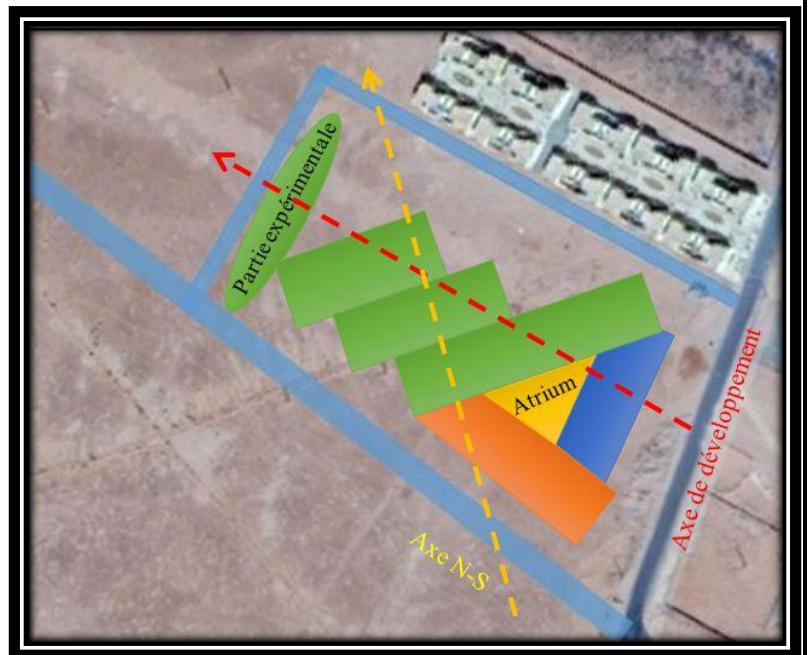


Figure 103 : l'aspect de l'atrium et articulation entre les entités

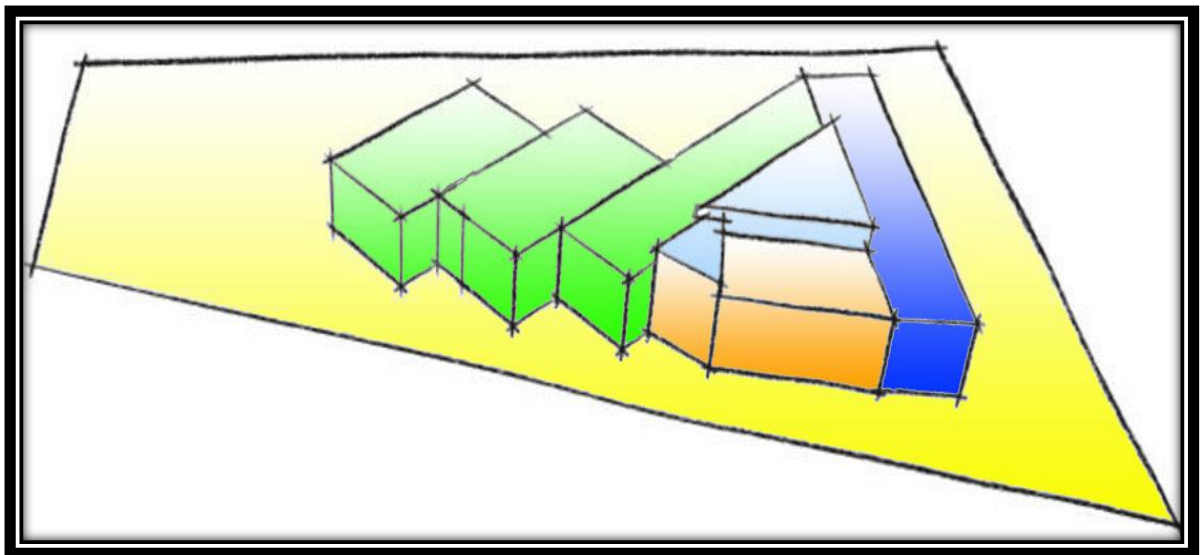


Figure 104 : croquis de présentation de l'atrium et la forme d'articulation

- Emboitement des couloirs entre les entités pour :
 - Assurer aération et la ventilation naturelle pour les espaces.
 - Profiter de l'éclairage naturel.

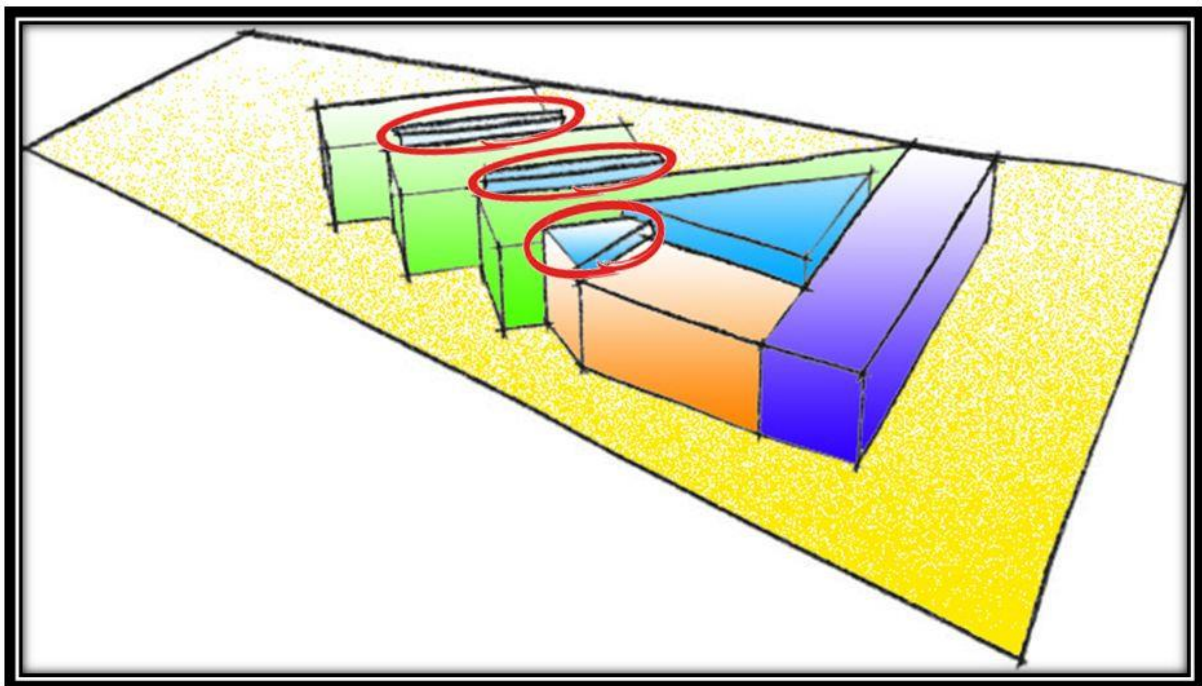


Figure 105 : croquis présent l'emboitement des couloirs

- Prolongement de la forme d'articulation et la barre d'entité de recherche sur les deux coté d'accueil pour avoir en forme accueillante sur la façade principale.

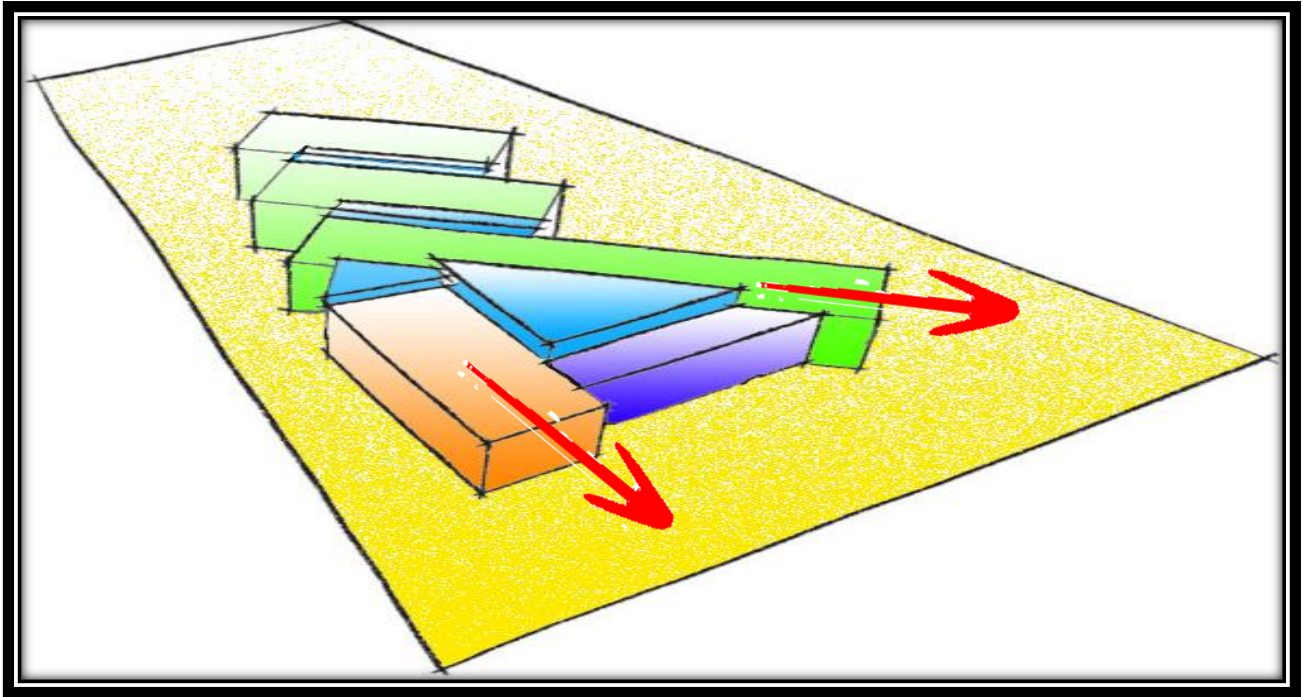


Figure 106 : croquis présent prolongement des barres

- **Création de la forme d'entité d'hébergement** par prolongement virtuel des barres d'entité de recherche.
- **Création d'un patio**
 - La touche et la topologie de la ville de GHARDAIA
 - Séparation entre l'entité d'hébergement et les autres entités.

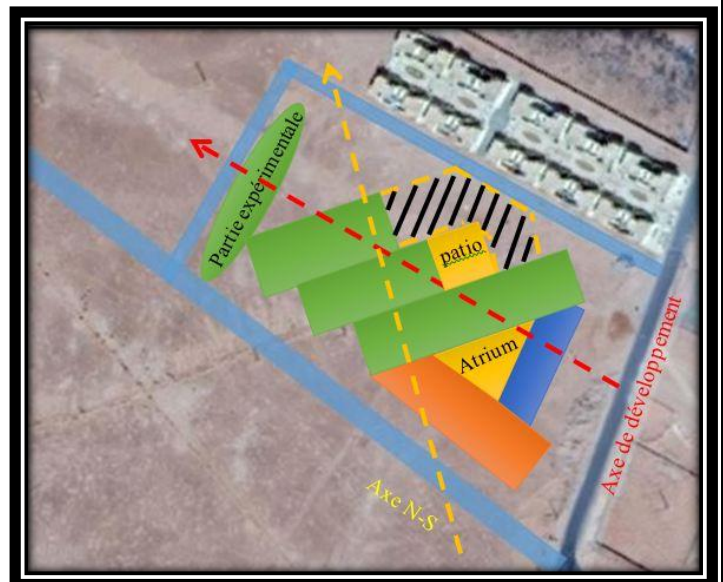


Figure 107 : le patio – la forme de l'hébergement

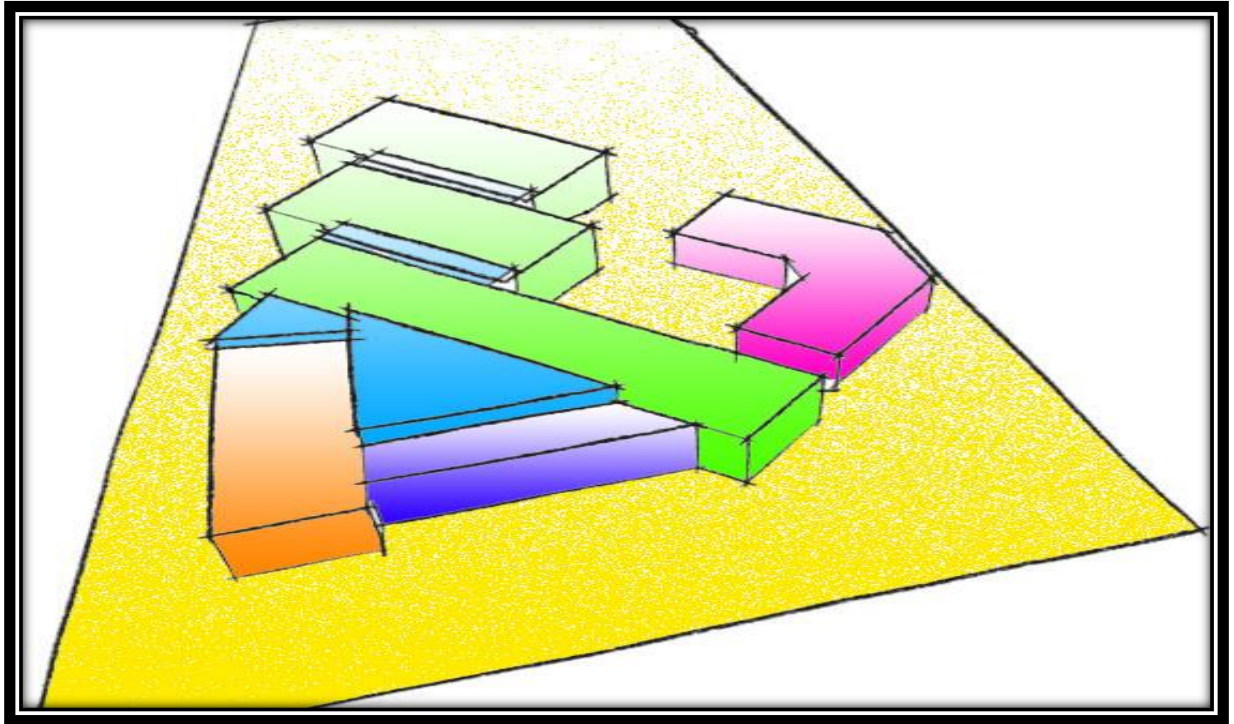


Figure 108 : croquis présent la formalisation d'hébergement

1- Le plan de masse

L'enveloppe globale de projet est de type monobloc composés de plusieurs entités.

2- Les accès

Pour assurer un bon fonctionnement de projet et pour organiser l'accessibilité on a créé plusieurs accès :

-  **Accès piéton principale : vers le hall d'accueil**
-  **Accès secondaire piéton : vers les entités**
-  **Accès mécanique : vers les parkings**



Figure 109 : les accès

3- Les parkings

Les parkings sont placés dans le sous-sol, la raison de choix de ce type est :

- Réduire la circulation mécanique et assurer une circulation douce
- Profiter du terrain pour l'aménagement extérieur

Création d'un aire de stationnement pour l'administration.

-  **Aire de stationnement** : ce parking préservé a l'administration
-  **Parkings publique** : ce parking est pour les chercheurs et le publique



Figure 110 : stationnement

4- Occupation de terrain

— Espace bâti

— Espace non bâti

$$\text{CES} = \frac{\text{Surface construite au sol}}{\text{Surface de la parcelle}} = 0.27$$

$$\text{COS} = \frac{\text{Surface planché totale}}{\text{Surface de la parcelle}} = 0.77$$

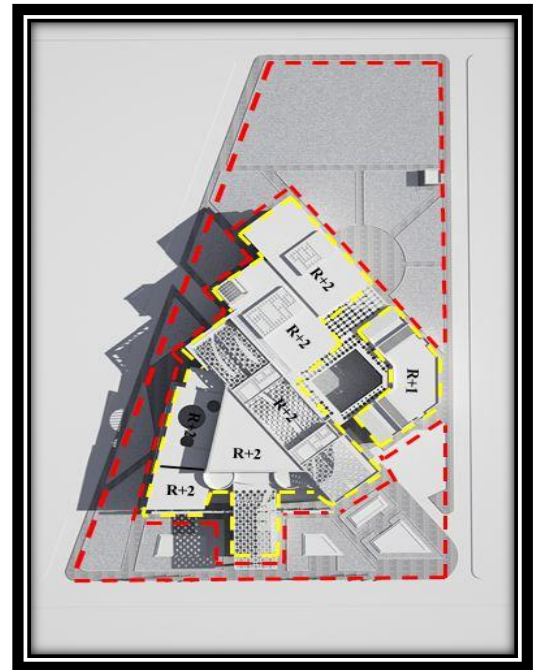


Figure 111 : occupation de terrain

5- Les espaces verts

La conception d'espaces verts fluide et harmonieuse :

- à travers la forme de projet.
- détermination des parcours piéton.
- l'utilisation des fontaines pour le rafraichissement d'aire.

Le principe global c'est l'intégration de projet dans un milieu naturel sans impact négatif sur l'environnement.

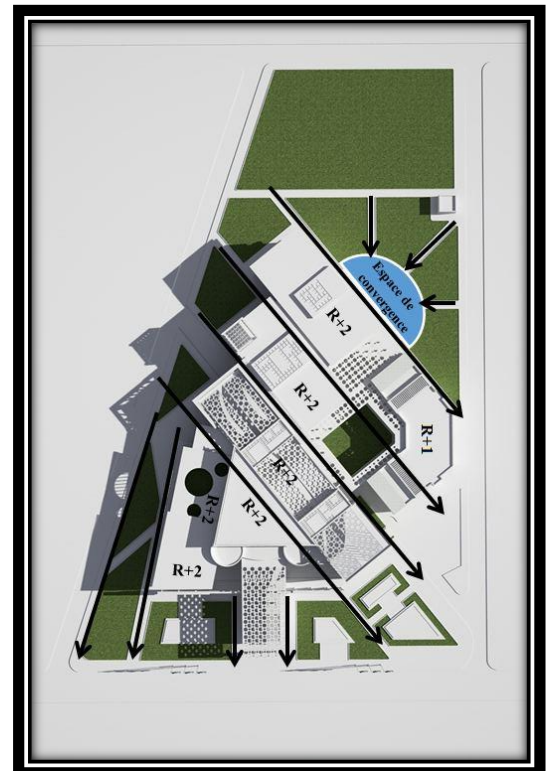


Figure 112 : l'espace vert

6- les parcours

-  Point de départ
-  Point de séquence
-  Point de fin
-  Parcours franchissement
-  Parcours périphérique

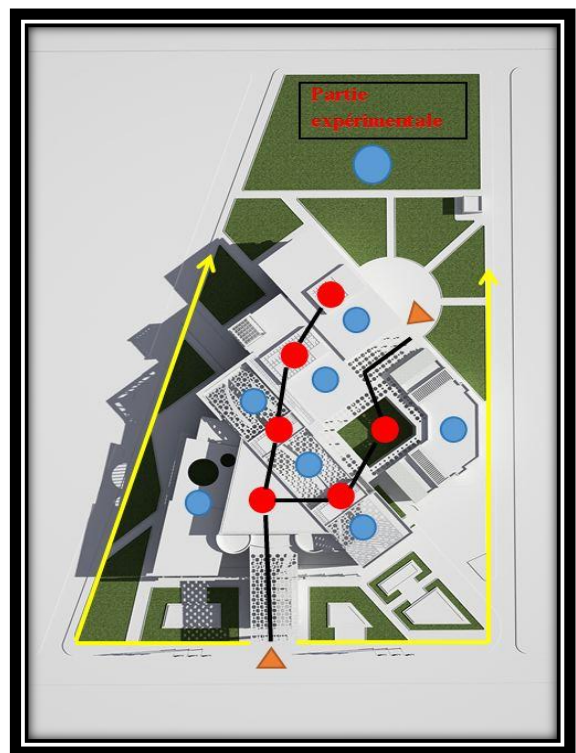


Figure 113 : les parcours

7- Les gabarits du projet

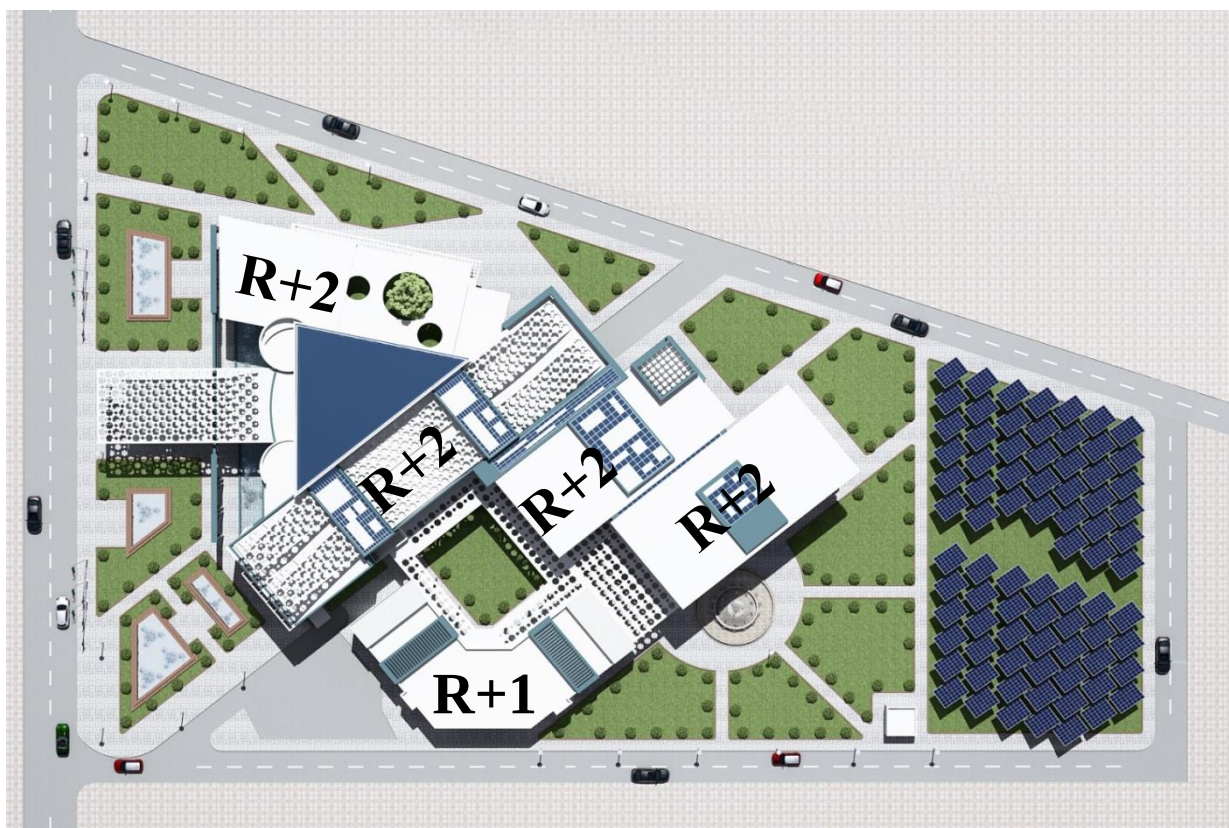


Figure 114 : les gabarits

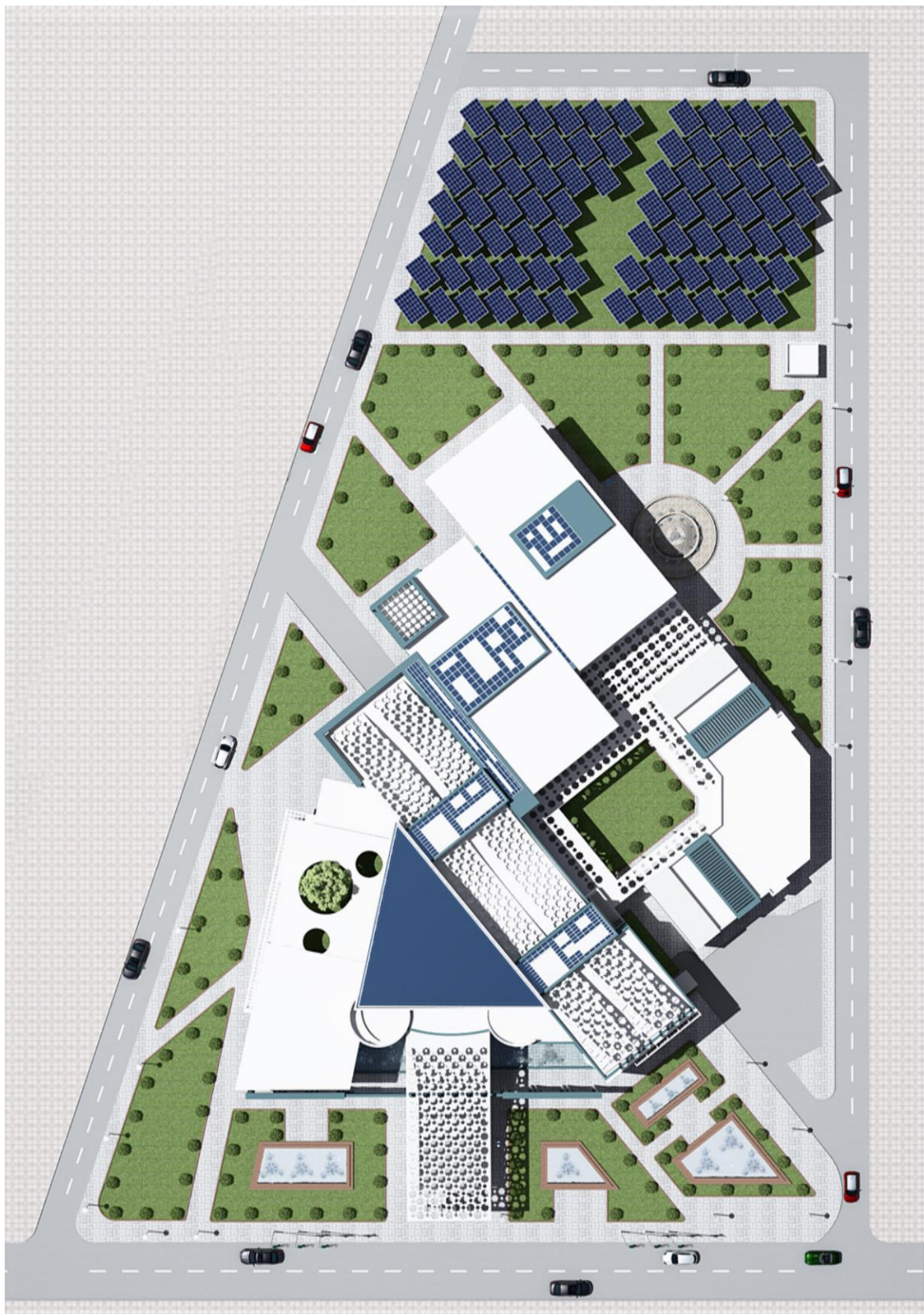


Figure 115 : Plan de masse de centre de recherche scientifique en énergie renouvelable

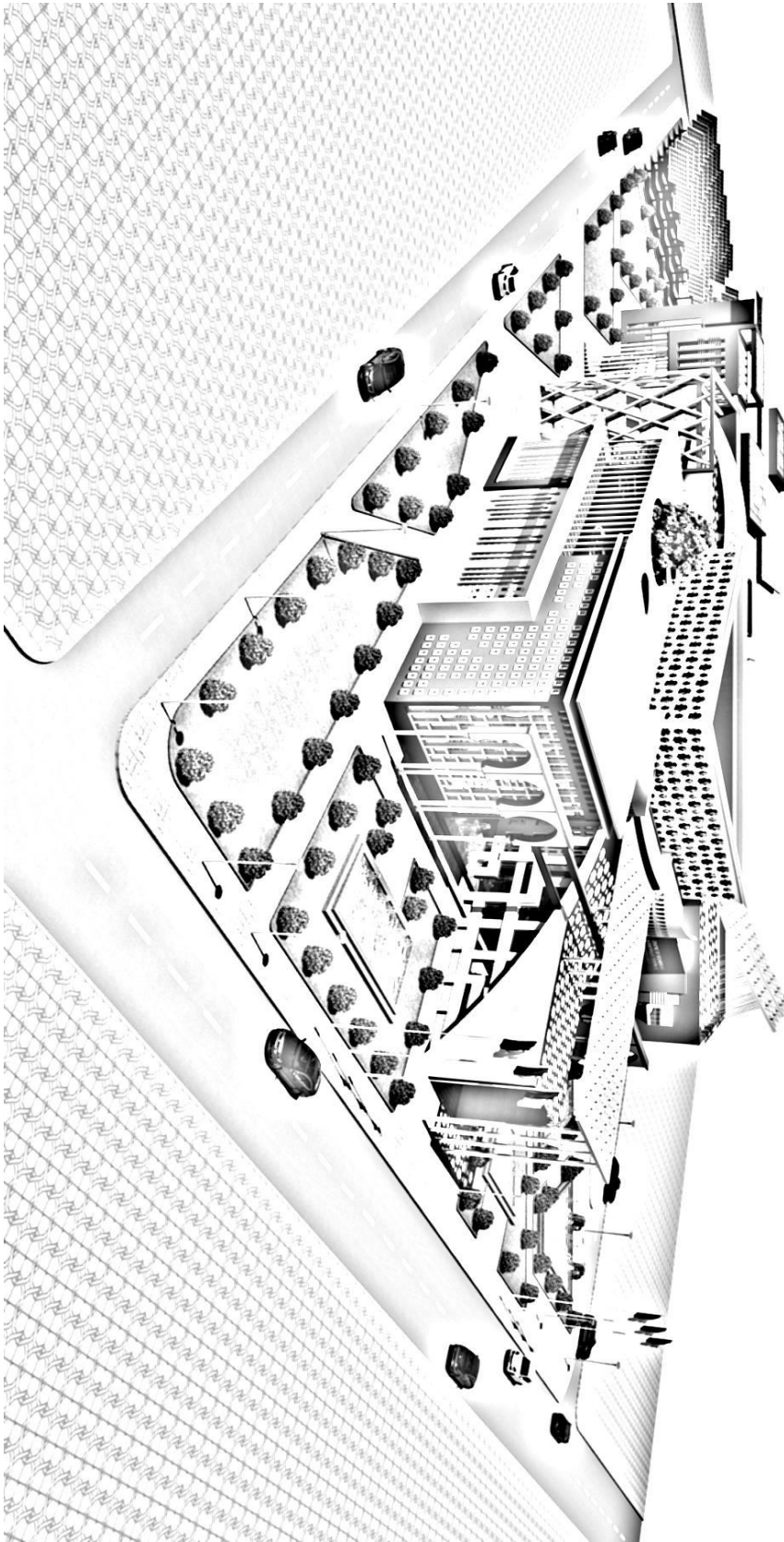


Figure 116 : croquis de projet

8- L'organisation fonctionnelle du projet

a)- RDC

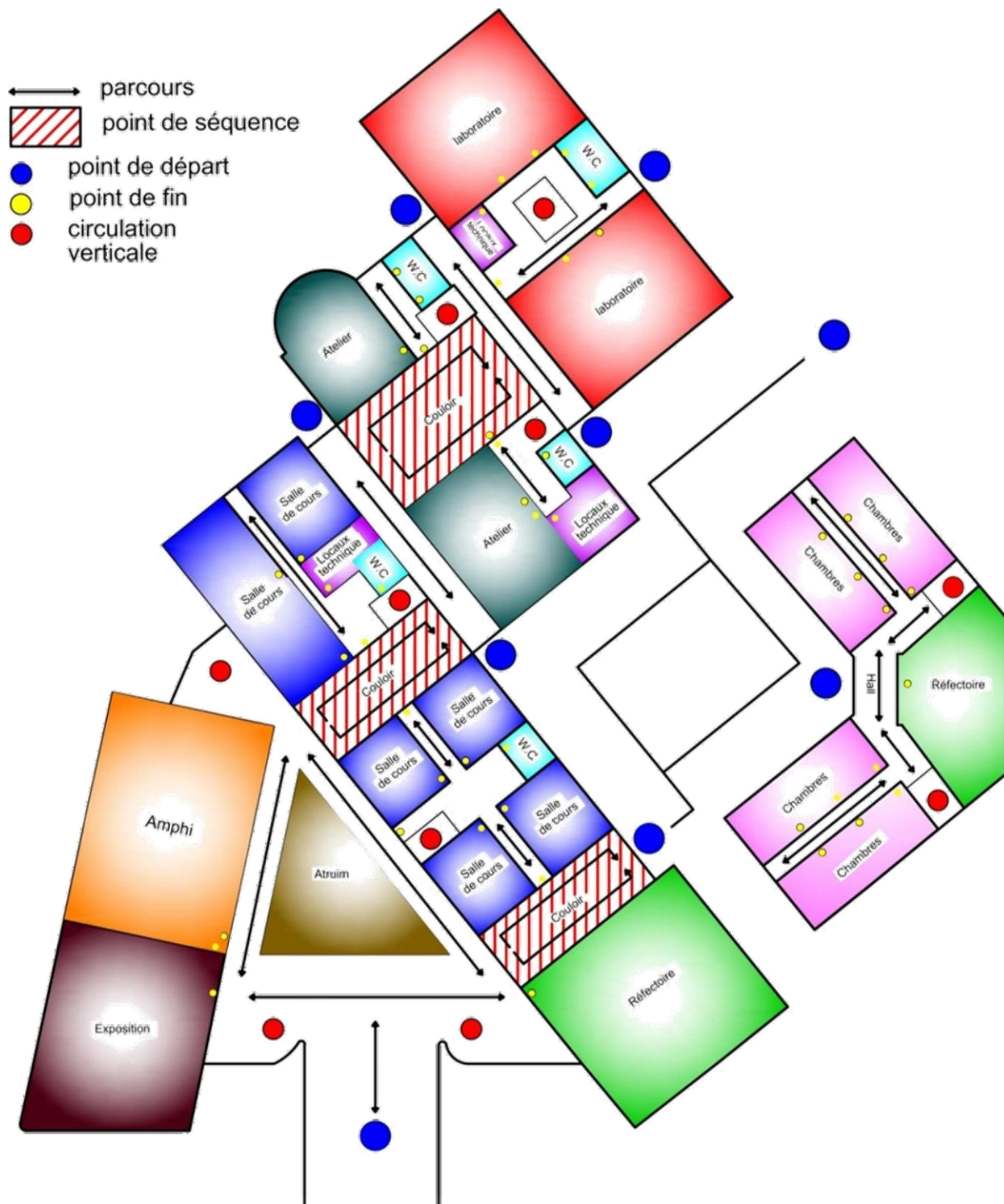


Figure 117 : organisation des espaces et la circulation de RDC

b)- 1^{er} Etage

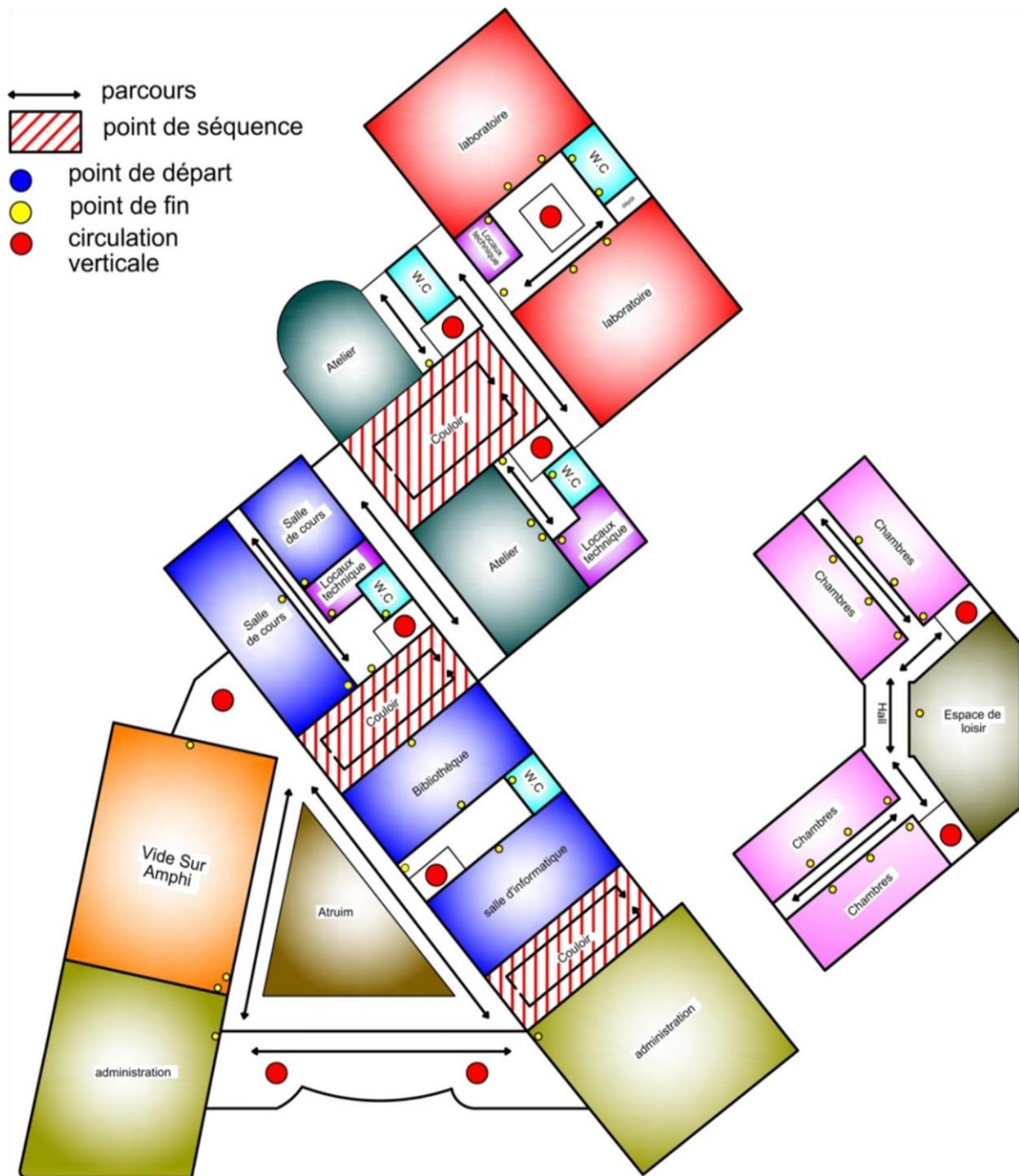


Figure 118 : organisation des espaces et la circulation de R+1

c)- 2^{ème} Etage

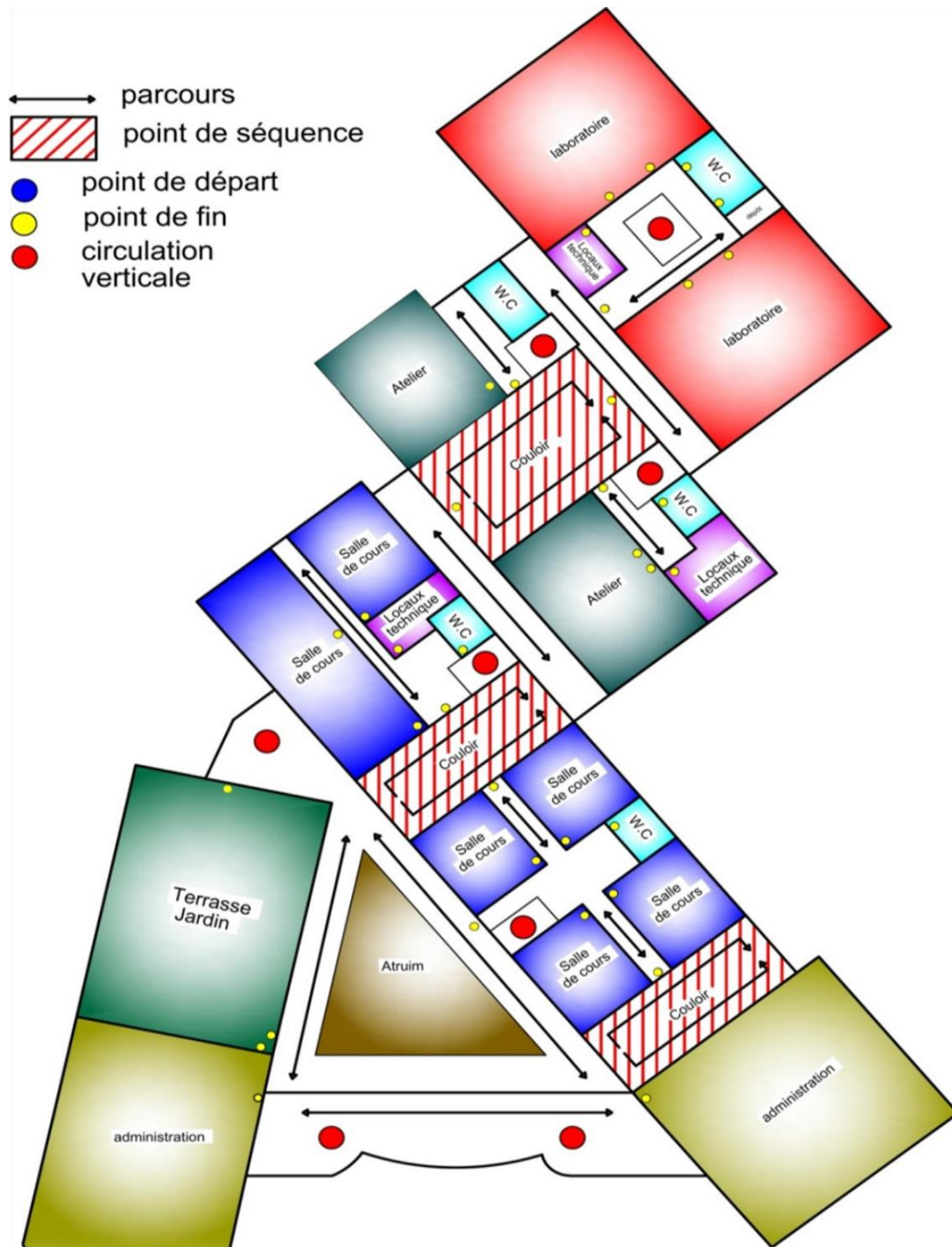


Figure 119 : organisation des espaces et la circulation de R+2

III. Les différents traitements de volume et l'aspect bioclimatique du projet

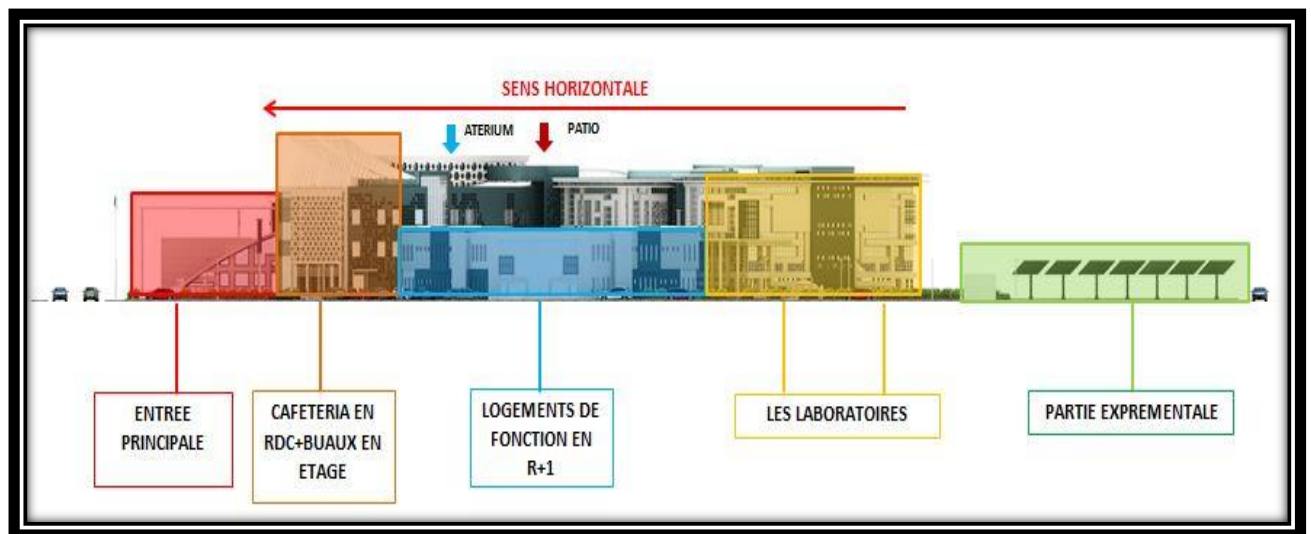


Figure 120 : Façade est du projet

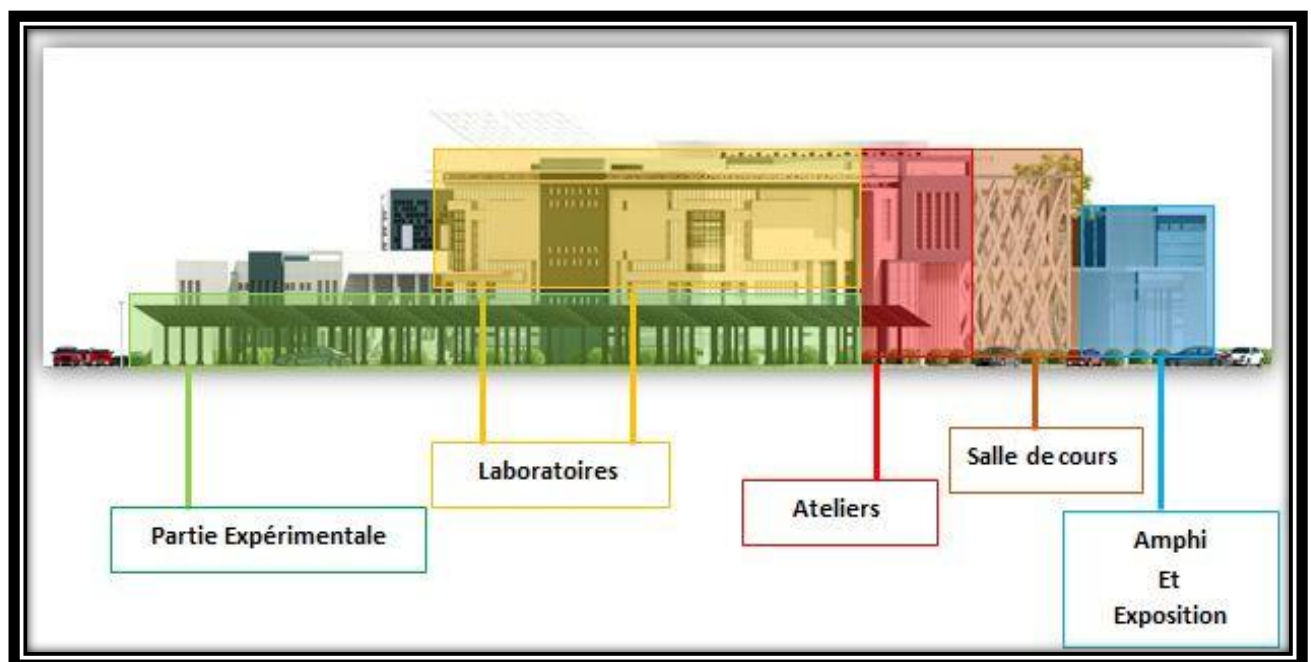


Figure 121 : façade nord

- Utilisation de l'atrium et le patio

- Exploitation totale d'éclairage naturel pour l'ensemble des espaces entourée de l'atrium.
- La ventilation naturelle des espaces.
- L'effet de serre pour chauffer l'intérieur en hiver

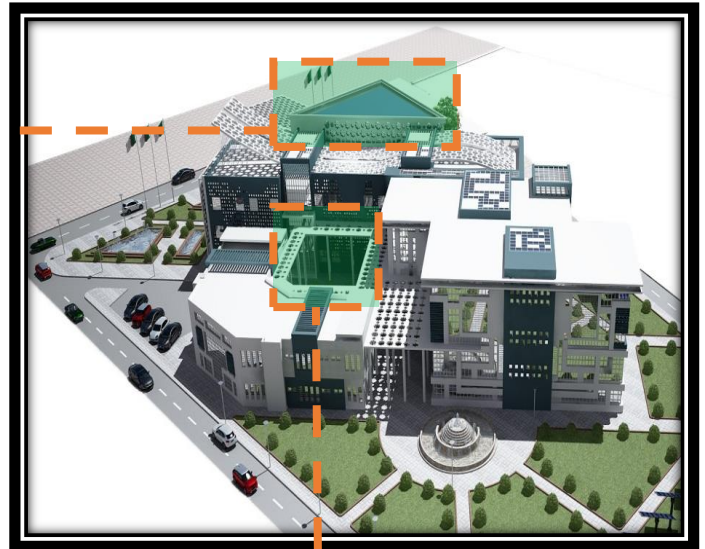


Figure 122 : façade principale de projet

- Un espace indispensable dans l'architecture traditionnelle locale pour rafraîchissement des espace dans la période estival et séparer l'hébergement du centre, en même temps un lieu de convergence.

- Logique de traitement des façades 1- Traitement de l'Entrée principale

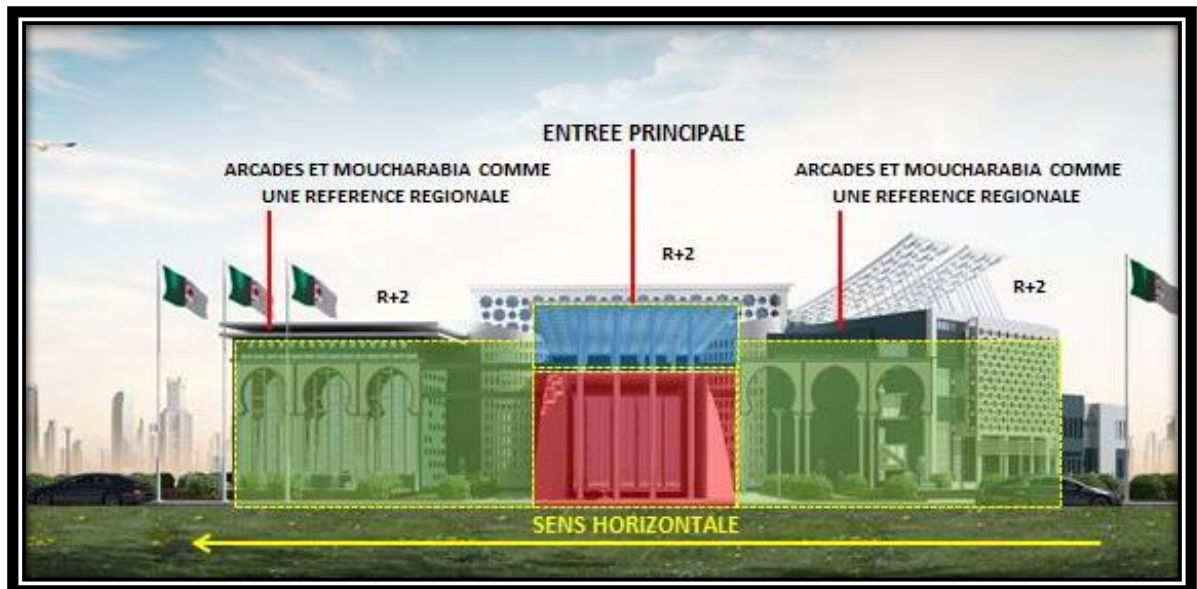


Figure 123 : façade principale de projet

Façades vitrées au nord pour profiter de l'éclairage uniforme pour les laboratoires avec des brise soleil a partir d'un motif de base qui est caractériser par :

- Multiplicité / continuité
- Technologie / originalité

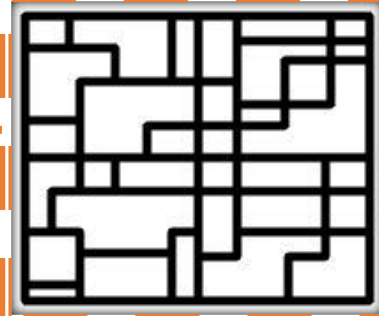


Figure 124 : motif de base



Figure 125 : vue sur les laboratoires

Des grande ouvertures sur la façade nord pour profiter l'éclairage uniforme qui suit certain proportion qui donne l'impression de harmonie entre la science et l'art de architecture.

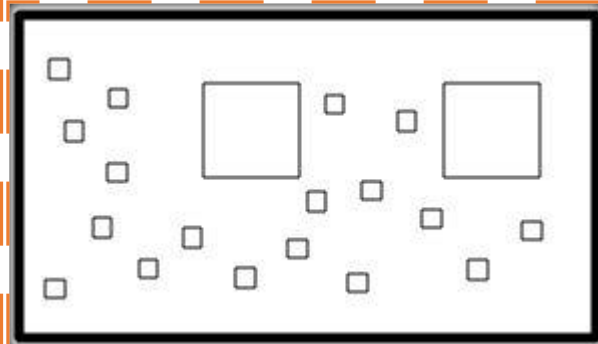


Figure 126 : motif de base



Figure 127 : vue sur les salles de cour et bibliothèques la salle d'informatique.

utilisation des mochrabiaet des arcades comme des elements de refernce de la region

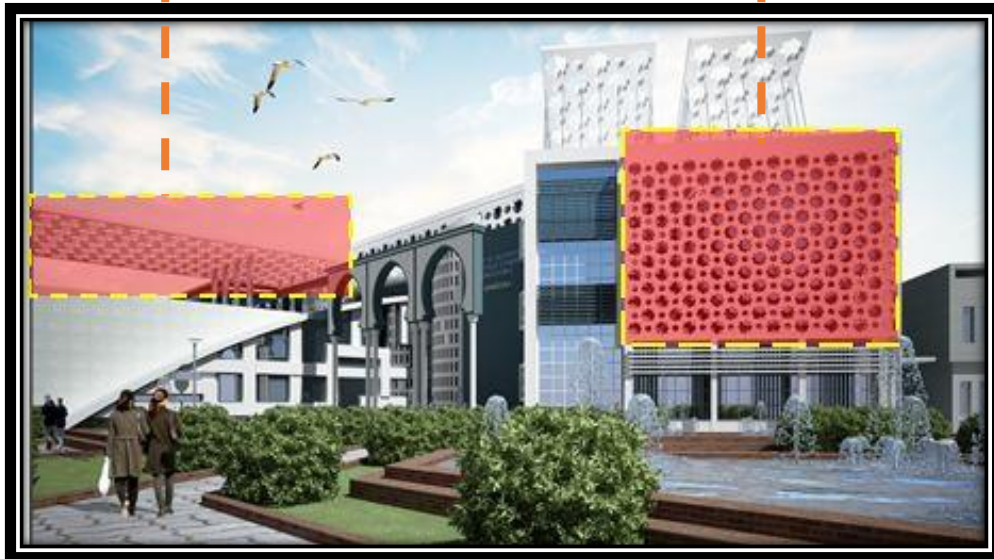


Figure 128 : vue sur cafeteria et les



Figure 129 : traitement de la façade ouest.

Terrasse accessible pour but de crée un micro climat vers l'atrium et en même temps un espace de repos pour les utilisateurs.

Des ouvertures en longueur pour l'amphi.

Utilisation des petites ouvertures pour crée une ambiance visuel et éviter l'éblouissement dans la salle d'exposition.

Utilisations des brises- soleils et moucharabiés pour contrôler la quantité de lumière a l'intérieur:

- Eviter l'éblouissement.
- Eviter la surchauffe.
- Eviter la pénétration des rayons solaires à l'intérieur des espaces.



Figure 130 : utilisation des brises soleil



Figure 131 : utilisation des brises soleil



Figure 132 : vue sur la serre

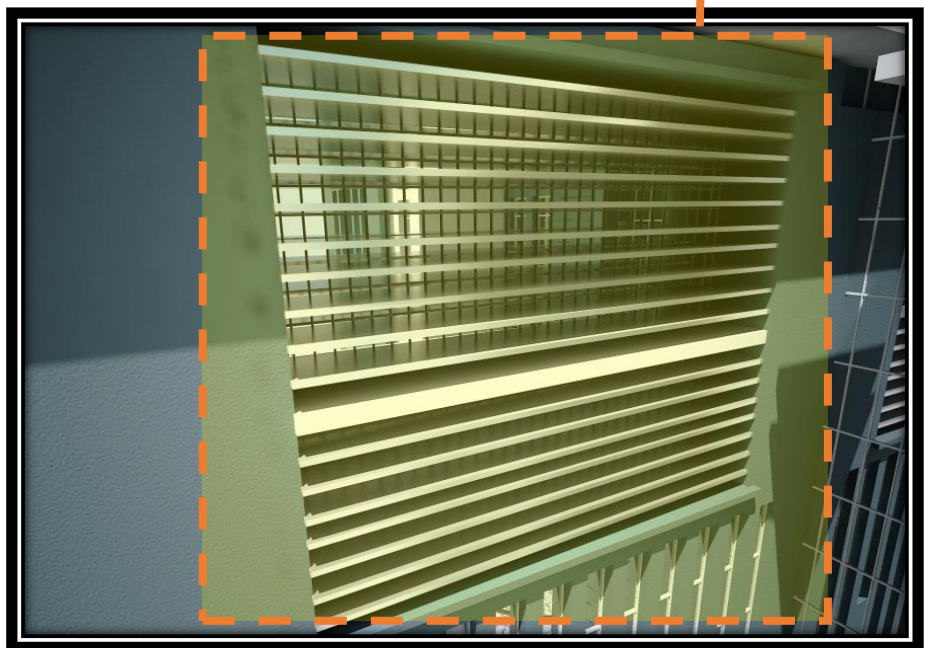


Figure 133 : zoom sur la serre

Introduire une serre dans les laboratoires sur la façade sud pour chauffer en hiver avec un vitrage amovible et en été ils ouvrent comme brise soleil.

Utilisation de la double toiture pour arrêter la pénétration des rayons solaire et crée l'ombre.



Figure 134 : toiture de projet



Conception des formes architectoniques inspirées de l'architecture traditionnelle de la ville entre les toitures



Figure 135 : vue sur l'élément architectonique

Pour donner une fluidité au projet, animée la façade principale et exploiter un effet d'ombre au espace sous-plafond

*On a créé une toiture on moucharabié d'une forme curviligne

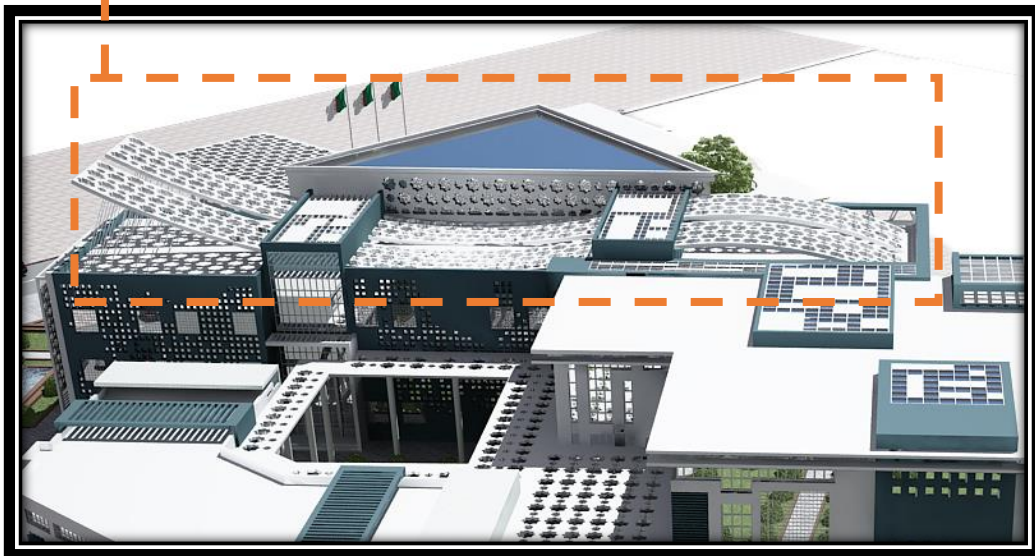


Figure 136 : vue sur la toiture

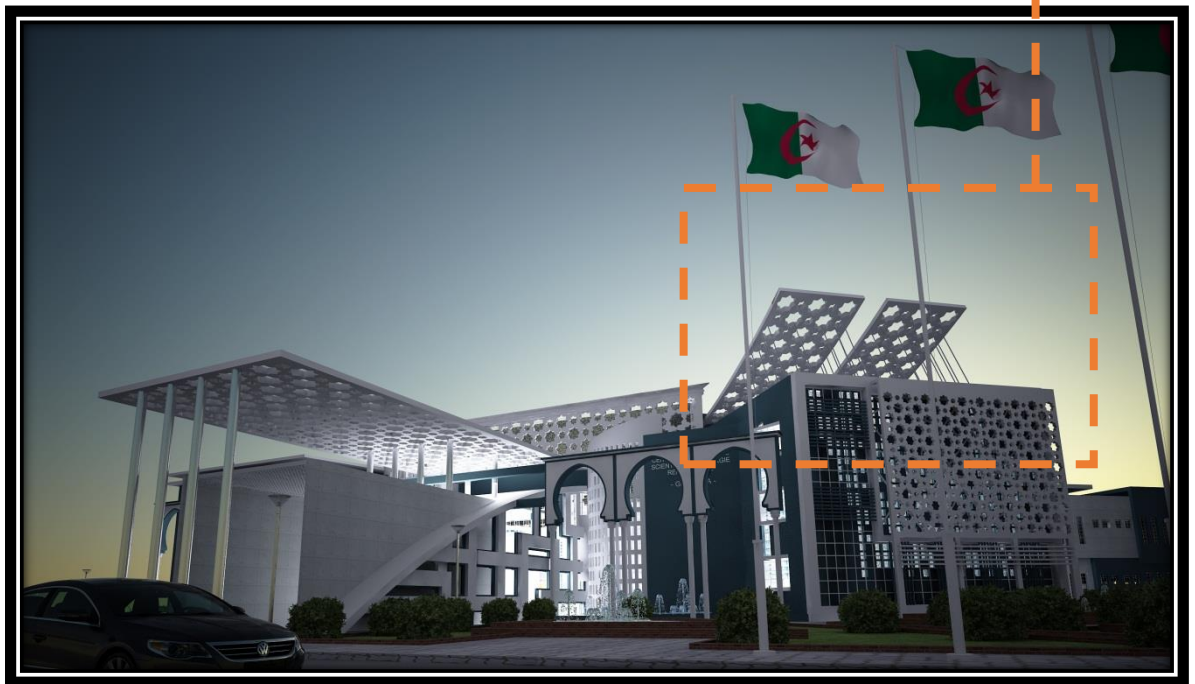


Figure 137 : perspective



Figure 138 : vue sur partie expérimentale

Partie expérimentale

Ensemble des panneaux solaires.



Figure 139 : choix des couleurs

L'utilisation des couleurs clairs (blanc, bleu et gris) suivent la clarté du projet sur le plan technologique, actualité et modernité.



Figure 140 : vue 3D

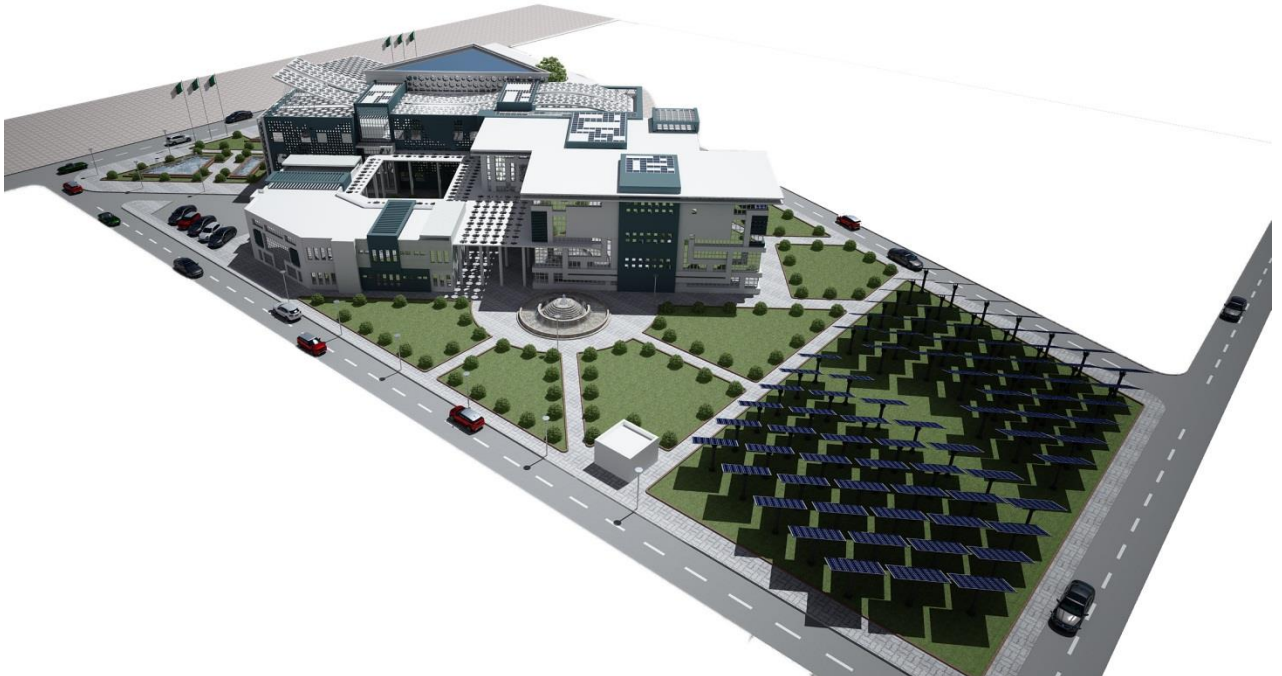


Figure 141 : vue 3D



Figure 142 : façade principale



Figure 143 : façade principale



Figure 144 : entrée principale



Figure 145 : façade principale



Figure 146 : façade principale



Figure 147 : façade principale



Figure 148 : vue zoomée



Figure 149 : vue sur réfectoire



Figure 150 : vue sur l'entrée du parking



Figure 151 : façade latérale



Figure 152 : vue sur la terrasse jardin



Figure 153 : vue sur l'entrée parking sous-sol



Figure 154 : vue sur les ateliers



Figure 155 : vue sur les laboratoires



Figure 156 : vue sur la partie expérimentale



Figure 157 : vue sur les laboratoires



Figure 158 : façade nord



Figure 159 : vue sur le patio



Figure 160 : vue sur le patio



Figure 161 : vue sur le parking



Figure 162 : vue nocturne façade principale



Figure 163 : vue nocturne façade principale

CHAPITRE IV



CONFORT THERMIQUE



II. Confort Thermique

II.1 Introduction

Le confort thermique constitue une demande reconnue et justifiée dans les espaces de travail du fait de son impact sur la qualité des ambiances thermiques intérieures, il est donc considéré comme un élément important de la qualité globale d'usage.

Ce confort ne peut pas être assuré que par l'optimisation de l'isolation thermique et le mouvement d'air, du critère de l'inertie thermique et bien sur la prise en considération des paramètres de l'architecture bioclimatiques lors de sa conception.

La maîtrise des éléments passifs, contribuant au confort thermique, tel que : l'orientation des façades, les ouvertures, la compacité de l'édifice minimisera sans aucun doute les déperditions et gains thermiques dont souffrent les édifices à caractère public [40].

II.2 Définitions

Confort : Tout ce qui contribue au bien être, à la commodité de la vie matérielle, Absence d'éléments pénibles ou difficiles [30].

Thermique : Relatif à la chaleur, à la température [30].

Le confort thermique définit des plages de températures, de vitesse d'écoulement d'air et des niveaux d'humidité dans lesquelles les occupants ne ressentent pas d'inconfort. Il est essentiellement fonction des échanges de chaleur entre le corps humain et son environnement [35].

L'appréciation du confort thermique dépend des personnes. Cependant, en jouant sur des paramètres essentiels comme la température, les mouvements d'air et l'humidité, un équilibre satisfaisant peut être trouvé, L'ajustement de ces paramètres s'obtient en isolant thermiquement le logement [35].

L'homme est capable de maintenir sa température plus ou moins constante, dans une fourchette de conditions environnementales données, soit par des mécanismes physiologiques involontaires, soit avec un usage judicieux de tenue vestimentaire ou avec la variation de l'activité physique [35].

Ceci ne peut pas être suffisant sous des conditions climatiques difficiles comme c'est le cas dans les zones arides du Sahara à climat très rude. Dans ce cas, c'est le bâtiment qui doit assurer la fonction de confort de l'utilisateur, pour qu'il puisse pratiquer ses activités normalement [35].

II.3 PARAMETRES INFLUENCANT LE CONFORT THERMIQUE

Métabolisme : production de chaleur interne au corps humain [41].

Habillement : résistance thermique entre la peau et l'environnement [41].

Température : ambiante de l'air, température des parois, humidité relative et la vitesse de l'air. En plus de l'influence des paramètres physiques, selon l'approche adaptative :

Physiologique : modification en quelques jours de la réaction du corps à un même environnement [41]. En hiver, température de la peau ou niveau métabolique, En été, capacité de sudation, réduction de la vitesse du cœur [41].

Comportementale : Réactions conscientes ou inconscientes à une situation ressentie, habillement, boissons, déplacement, modification d'horaires (sieste) [41].

Psychologique : Intolérance aux écarts si l'occupant n'a pas de contrôle, Anticipation importante. Un effet de surprise est plus mal vécu qu'une modification annoncée [41].

II.4 Les techniques d'adaptation à l'échelle de plan architectural

1) Les matériaux de construction

Les matériaux de construction sont divisés en deux grandes familles :

a) Les matériaux du gros œuvre

Les matériaux de gros œuvre doivent conférer aux murs de bonnes qualités d'isolation et d'accumulation de la chaleur pour atténuer les variations de température extérieure au cours de la journée : c'est l'inertie. La chaleur emmagasinée pendant la journée par les murs est restituée pendant la nuit. Cette caractéristique est définie par le temps de transfert. Plus celui-ci est grand, plus l'inertie est importante [42].

Tableau 18 : Caractéristiques thermo physiques des matériaux du gros œuvre [42]

matériaux	Masse volumique (kg/m ³)	Conductivité thermique (W/m. °C)	Capacité thermique c (J/kg. °C)
Pierre dures	2350 à 2580	2.4	936
Marbre	≥2590	2.9	936
Béton plein	2200 à 2500	1.75	1080
Brique creuse	900	0.48	900

b) Les matériaux d'isolation

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

Tableau 19 : Les matériaux d'isolation [42]

Nature d'isolant	matériaux	Masse volumique (kg/m ³)	Conductivité Thermique (W/m. °C)	Capacité thermique (J/kg. k)
synthétiques	Polystyrène expansé	9 à 13	0,046	1404
		16 à 20	0,040	1404
	Mousse de polyuréthane	30 à 40	0,031	1404
		40 à 60	0,034	1404
minéraux	Laines de roche	18 à 25	0,047	612
		25 à 35	0,041	612
		35 à 80	0,038	612
	Laines de verre	12 à 18	0,039	612
		18 à 25	0,037	612
végétaux	Liège Comprimé	500	0,10	1512
	Expansé pur	100 à 150	0,044	1512
	granulats en vrac	120	0,06	1512

II.5. LES VALEURS RECOMMANDEES DU CONFORT HYGROTHERMIQUE

Tableau 20 : les normes hygrothermique [42]

Locaux	Température de l'air (°C)	Taux d'humidité	Vitesse de l'air V [m/s]
<i>bureaux, salles Audio-visuel, clubs, cafeteria, salles de réunion, salle de conférence.</i>	21	30-70 %.	0,1 à 0,17
<i>ateliers, laboratoires</i>	17	30-70 %.	0,1 à 0,17
<i>salles de gymnastique, salles de sport.</i>	17	30-70 %.	0,1 à 0,17

II.6 Présentation du cas d'étude

L'évaluation se fait sur de paramètres numériques niveaux de température intérieure.

Ces paramètres sont vérifiés sous les différentes périodes de l'année estivale (15 juin), hivernale (15 décembre) et à de période d'étude de la journée (24h) afin d'examiner le changement journalier de la température.

Tableau 21 : les données climatique et astronomique de Ghardaïa

Ghardaïa	15 Juillet	15 janvier
Lever du soleil	05 :18	07 : 47
Coucher du soleil	19 :53	18 : 01

	Les valeurs
température max hiver (15janvier)	16.7°C
température min hiver (15janvier)	4.4°C
température max été (15juillet)	42.7°C
température min été (15juillet)	25°C
vitesse des vents	14.2 m/s
latitude	32.4° nord
longitude	3.81° est
Altitude	450 m

La partie choisie pour l'étude est l'espace le plus défavorable dans notre projet (laboratoire) qui se situe dans le dernier étage du bloc des laboratoires.

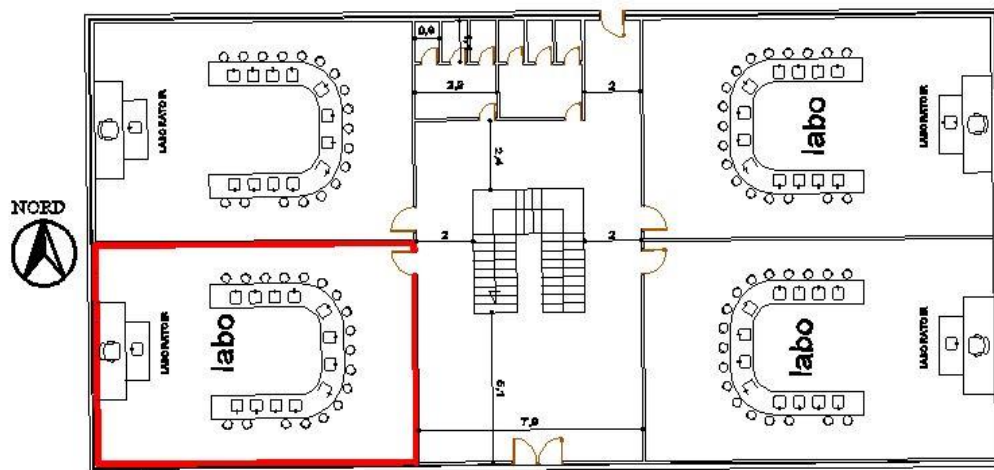


Figure 198 : vue en plan

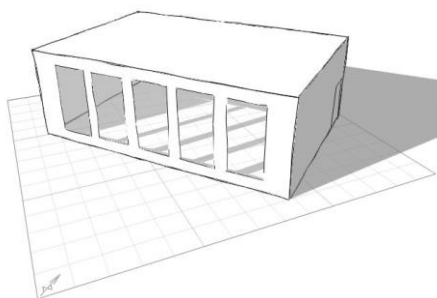


Figure 199 : vue 3D

Tableau 22 : les dimensions de l'espace d'étude

	Dimensions	Nombre de fenêtres	Dimension de fenêtres
Laboratoire	L : 12 m, l : 8 m, h : 4m	5	L : 1 m, h : 2.5 m

Tableau 23 : Les matériaux de construction utilisés [42]

Matériau	Conductivité thermique (W/m.k)	Chaleur spécifique (J/kg.k)
Brique de 15 cm	0.44	940
Lame d'air 5 cm	0,047	1 000
Brique de 10 cm	0.44	940
Enduit de ciment	0.800	864
Enduit plâtre	0.570	1008

II.6.2 Description de logiciel EnergyPlus

Un outil nouvelle génération développé sur les bases des capacités des outils BLAST et DOE (Département of Energy, Etats-Unis).

EnergyPlus intègre des capacités innovantes de simulation telles que l'utilisation de pas de temps inférieurs à l'heure, des modules spécifiques à l'introduction des équipements dans le bilan énergétique de la zone thermique.



Le logiciel est capable de faire des différentes simulations telles que énergétique, éclairage, optimisation thermique, études d'ombrage ...etc.

Les caractéristiques des murs, fenêtres, portes, planchers et plafonds (dimensions, matériaux, orientation, etc.) dans chaque zone ont été obtenues à partir des dessins d'architecture. Le modèle de bâtiments multizones par le logiciel EnergyPlus permet à l'utilisateur de construire des types de murs à partir de couches, dans lequel chaque couche est un matériau unique.

Les propriétés thermo physiques de chaque couche (conductivité thermique, densité, chaleur spécifique, épaisseur, etc.) sont entrées par l'utilisateur [43].

II.6.3 les phases de simulation

[.....] DIAGNOSTICS
 [.....] ZONE VOLUME CAPACITANCE MULTIPLIER
 [.....] RUN CONTROL

Location - Climate - Weather File Access

[.....] RunPeriod
 [.....] SpecialDayPeriod
 [.....] DaylightSavingPeriod
 [0001] Location
 [0002] DesignDay
 [0001] GroundTemperatures
 [.....] GroundTemperatures:Surface
 [.....] GroundTemperatures:Deep
 [.....] GroundReflectances
 [.....] Snow Ground Reflectance Modifiers
 [.....] WATER MAINS TEMPERATURES

Field	Units	Obj1
LocationName		Ghardaia
Latitude	deg	32.4
Longitude	deg	3.81
TimeZone	hr	1
Elevation	m	450

Figure 200 : introduire les coordonnées de la ville

[.....] DIAGNOSTICS
 [.....] ZONE VOLUME CAPACITANCE MULTIPLIER
 [.....] RUN CONTROL

Location - Climate - Weather File Access

[.....] RunPeriod
 [.....] SpecialDayPeriod
 [.....] DaylightSavingPeriod
 [0001] Location
 [0002] DesignDay
 [0001] GroundTemperatures
 [.....] GroundTemperatures:Surface
 [.....] GroundTemperatures:Deep
 [.....] GroundReflectances
 [.....] Snow Ground Reflectance Modifiers
 [.....] WATER MAINS TEMPERATURES

Explanation of Keyword

ID: A1
Enter a alphanumeric value

Field	Units	Obj1	Obj2
DesignDayName		juliet 15	janvier 15
Maximum Dry-Bulb Temperature	C	42.7	16.7
Daily Temperature Range	deltaC	17.7	12.3
Humidity Indicating Temperature at Max T	C	28	16
Barometric Pressure	Pa	101500	120000
Wind Speed	m/s	18	12
Wind Direction	deg	315	360
Sky Clearness		0.98	1.2
Rain Indicator			
Snow Indicator			
Day Of Month		15	15
Month		7	1
Day Type		SummerDesignDay	WinterDesignDay
Daylight Saving Time Indicator			
Humidity Indicating Temperature Type		Wet-Bulb	Wet-Bulb
Relative Humidity Day Schedule			
Dry-Bulb Temperature Range Modifier Ty		Default Multipliers	Default Multipliers
Dry-Bulb Temperature Range Modifier Sc			

Figure 201 : introduire les données climatiques de la ville

[0001] Location
 [0002] DesignDay
 [0001] GroundTemperatures
 [.....] GroundTemperatures:Surface
 [.....] GroundTemperatures:Deep
 [.....] GroundReflectances
 [.....] Snow Ground Reflectance Modifiers
 [.....] WATER MAINS TEMPERATURES

Surface Construction Elements

[0018] MATERIAL:REGULAR
 [.....] MATERIAL:REGULAR-R
 [0001] MATERIAL:AIR
 [0002] MATERIAL:WINDOWGLASS
 [.....] MATERIAL:WINDOWGLASS:AllInput
 [0002] MATERIAL:WINDOWGAS
 [.....] MATERIAL:WINDOWGASMIXTURE

Explanation of Keyword

Regular materials described with full set of thermal properties

ID: A1
Enter a alphanumeric value

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7	Obj8	Obj9	Obj10	Obj11
Name		Enduit Plâtre	Enduit Ciment	Brique 10 cm	Brique 15 cm	B.T.S	Dalle de compressio	Dalle Flottante 10 ci	Hérissonage	Carelage	Bois	POLYSTEREIN
Roughness		Smooth	Rough	VeryRough	VeryRough	Rough	Smooth	Rough	VeryRough	VerySmooth	Smooth	Smooth
Thickness	m	0.02	0.3	0.1	0.15	0.4	0.2	0.1	0.2	0.02	0.05	0.04
Conductivity	W/m.K	0.35	1.4	0.44	0.44	1.15	1.45	2.09	2.4	1.2	0.23	0.04
Density	kg/m3	1000	2200	1200	1200	1950	1450	2400	2580	2000	2160	20
Specific Heat	J/kg.K	936	1080	940	940	936	1080	1080	936	936	750	1404
Absorptance:Thermal		0.4	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.4	0.8	0.5
Absorptance:Solar		0.4	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.4	0.8	0.5
Absorptance:Visible		0.4	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.4	0.8	0.5

Figure 202 : introduire les matériaux de constructions

Thermal Zone Description/Geometry

[0001] ZONE LIST

[0001] ZONE GROUP

[0001] ZONE

[0001] ZONE LIST

[0001] ZONE GROUP

Explanation of Keyword

Start with outside layer and work your way to the Inside Layer
Up to 10 layers total, 8 for windows
Put in the ascii material name for each layer

ID: A1

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7	Obj8	Obj9
Name		mur interieur	porte	double vitrage	simple vitrage	dalle de compression	type vitrage	mur exterieur	mur exterieur01	Dalle plafond
Outside Layer		Enduit Ciment	Bois	vitrage 3 mm	vitrage 3 mm	Dalle de compressic	vitrage 3 mm	Enduit Ciment	Enduit Ciment	Enduit Ciment
Layer #2		Brique 15 cm		AIRGAP02		Enduit Ciment	AIRGAP	Brique 15 cm	Brique 15 cm	Corp Creu
Layer #3		Enduit Platre		vitrage 3 mm		Carrelage	vitrage 3 mm	POLYSTERENE	POLYSTERENE	Dalle de compressic
Layer #4							AIRGAP	Brique 10 cm	Enduit Ciment	Enduit Ciment
Layer #5							vitrage 3 mm	Enduit Platre	Enduit Ciment	Carrelage
Layer #6										
Layer #7										
Layer #8										
Layer #9										
Layer #10										

Figure 203 : introduire les constructions

Thermal Zone Description/Geometry

[0001] ZONE LIST

[0001] ZONE GROUP

[0001] SurfaceGeometry

[0006] Surface:HeatTransfer

[0006] Surface:HeatTransfer:Sub

[0006] Surface:HeatTransfer:InternalMass

[0006] Surface:Shading:Detached:Fixed

[0006] Surface:Shading:Detached:Building

[0006] Surface:Shading:Attached

[0006] Shading Surface Reflectance

[0006] WindowShadingControl

[0006] WindowFrameAndDivider

[0006] WindowGapAirflowControl

[0006] StormWindow

Explanation of Keyword

used for base surfaces of all types

ID: A1

Enter a alphanumeric value

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6
User Supplied Surface Name		Mur Sud	Mur Ouest	Mur Nord	Mur Est	dalle	plafond
Surface Type		WALL	WALL	WALL	WALL	ROOF	FLOOR
Construction Name of the Surface		mur exterieur	mur exterieur	mur interieur	mur interieur	dalle de compression	Dalle plafond
InsideFaceEnvironment		LABORATOIRE	LABORATOIRE	LABORATOIRE	LABORATOIRE	LABORATOIRE	LABORATOIRE
OutsideFaceEnvironment		ExteriorEnvironment	ExteriorEnvironment	OtherZoneSurface	OtherZoneSurface	OtherZoneSurface	ExteriorEnvironment
OutsideFaceEnvironment Object							
Sun Exposure		SunExposed	SunExposed	NoSun	NoSun	NoSun	SunExposed
Wind Exposure		WindExposed	WindExposed	NoWind	NoWind	NoWind	WindExposed
View Factor to Ground		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Number of Surface Vertex Groups -- Num		4	4	4	4	4	4
Vertex 1 X-coordinate	m			11	11		
Vertex 1 Y-coordinate	m	1	9	9	1	9	9
Vertex 1 Z-coordinate	m	4	4	4	4		4
Vertex 2 X-coordinate	m			11	11		
Vertex 2 Y-coordinate	m	1	9	9	1	1	1
Vertex 2 Z-coordinate	m						4
Vertex 3 X-coordinate	m	11			11	11	11
Vertex 3 Y-coordinate	m	1	1	9	9	1	1
Vertex 3 Z-coordinate	m						4
Vertex 4 X-coordinate	m	11			11	11	11
Vertex 4 Y-coordinate	m	1	1	9	9	9	9
Vertex 4 Z-coordinate	m	4	4	4	4		4
Vertex 5 X-coordinate	m						0

Figure 204 : introduire les vertex et les constructions

Economics:Charge:Block

Economics:Ratchet

Economics:Variable

Economics:Computation

Report

[0002] Report Variable

[0002] Report Meter

[0002] Report MeterFileOnly

[0002] Report Environmental Impact Factors

[0002] Environmental Impact Factors

[0002] Fuel Factors

[0002] Report

[0001] Report:Table:Style

[0001] Report:Table:Predefined

[0001] Report:Table:TimeBins

[0001] Report:Table:Monthly

Explanation of Keyword

ID: A1

Select from list of choices

Field	Units	Obj1	Obj2
Type_of_Report		Surfaces	Variable Dictionary
Name_of_Report		DXF	DetailsWithVertices
Specifications_for_Report		Thick Polyline	Thick Polyline

Figure 205 : Rapport

Economics:Charge:Block

Economics:Ratchet

Economics:Variable

Economics:Computation

Report

[0002] Report Variable

[0002] Report Meter

[0002] Report MeterFileOnly

[0002] Report Environmental Impact Factors

[0002] Environmental Impact Factors

[0002] Fuel Factors

[0002] Report

[0001] Report:Table:Style

[0001] Report:Table:Predefined

[0001] Report:Table:TimeBins

[0001] Report:Table:Monthly

Explanation of Keyword

default import procedure

Field	Units	Obj1
ColumnSeparator		HTML

Figure 206 : style Rapport

Thermal Zone Description/Geometry

[0001] ZONE
[.....] ZONE LIST
[.....] ZONE GROUP
[0001] SurfaceGeometry
[0006] Surface:HeatTransfer
[0006] Surface:HeatTransfer:Sub
[.....] Surface:HeatTransfer:InternalMass
[.....] Surface:Shading:Detached:Fixed
[.....] Surface:Shading:Detached:Building
[.....] Surface:Shading:Attached
[.....] Shading Surface Reflectance
[.....] WindowShadingControl
[.....] WindowFrameAndDivider
[.....] WindowGapAirflowControl
[.....] StormWindow

Explanation of Keyword
Used for windows, doors
ID: A1
Enter a alphanumeric value

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6
User Supplied Surface Name		PORTE 01	Fenetre 1	Fenetre 2	Fenetre 3	Fenetre 4	Fenetre 5
Surface Type		DOOR	WINDOW	WINDOW	WINDOW	WINDOW	WINDOW
Construction Name of the Surface		porte	simple vitrage	simple vitrage	simple vitrage	simple vitrage	simple vitrage
Base Surface Name		Mur Est	Mur Sud	Mur Sud	Mur Sud	Mur Sud	Mur Sud
OutsideFaceEnvironment Object							
View Factor to Ground		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Name of shading control							
WindowFrameAndDivider Name		bois	bois	bois	bois	bois	bois
Multiplier		1	1	1	1	1	1
Number of Surface Vertex Groups -- Num		4	4	4	4	4	4
Vertex 1 X-coordinate	m	11	1	3	5	7	9
Vertex 1 Y-coordinate	m	7,3	1	1	1	1	1
Vertex 1 Z-coordinate	m	2,1	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Vertex 2 X-coordinate	m	11	1	3	5	7	9
Vertex 2 Y-coordinate	m	7,3	1	1	1	1	1
Vertex 2 Z-coordinate	m		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Vertex 3 X-coordinate	m	11	2	4	6	8	10
Vertex 3 Y-coordinate	m	8,5	1	1	1	1	1
Vertex 3 Z-coordinate	m		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Vertex 4 X-coordinate	m	11	2	4	6	8	10
Vertex 4 Y-coordinate	m	8,5	1	1	1	1	1
Vertex 4 Z-coordinate	m	2,1	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5

Figure 207 : introduire les vertex des portes et des fenêtres

[0008] CONSTRUCTION
[.....] CONSTRUCTION WITH INTERNAL SOURCE
[.....] CONSTRUCTION FROM WINDOW5 DATA FILE

Thermal Zone Description/Geometry

[0002] ZONE
[.....] ZONE LIST
[.....] ZONE GROUP
[0001] SurfaceGeometry
[0010] Surface:HeatTransfer
[0006] Surface:HeatTransfer:Sub
[.....] Surface:HeatTransfer:InternalMass
[.....] Surface:Shading:Detached:Fixed
[.....] Surface:Shading:Detached:Building
[.....] Surface:Shading:Attached
[.....] Shading Surface Reflectance
[.....] WindowShadingControl

Explanation of Keyword
type c
Spec
Uppe
ID: A
Sele

Field	Units	Obj1
SurfaceStartingPosition		UpperLeftCorner
VertexEntry		CounterClockWise
CoordinateSystem		WorldCoordinateSys

Figure 208 : surface géométrie

[.....] Economics:Charge:Block
[.....] Economics:Ratchet
[.....] Economics:Variable
[.....] Economics:Computation

Report

[0002] Report:Variable
[.....] Report:Meter
[.....] Report:MeterFileOnly
[.....] Report:Environmental Impact Factors
[.....] Environmental Impact Factors
[.....] Fuel Factors
[0002] Report
[0001] Report:Table:Style
[.....] Report:Table:Predefined
[.....] Report:Table:TimeBins
[.....] Report:Table:Monthly

Explanation of Keyword
each Report Variable com
some variables may not be
ID: A2
Enter a alphanumeric value

Field	Units	Obj1	Obj2
Key_Value		*	*
Variable_Name		Outdoor Dry Bulb	Mean Air Temperat
Reporting_Frequency		imestep	imestep
Schedule_Name			

Figure 209 : rapport variable

II.7 Evaluation numérique des conditions de confort thermique (cas initiale)

II.7.1 Période estivale

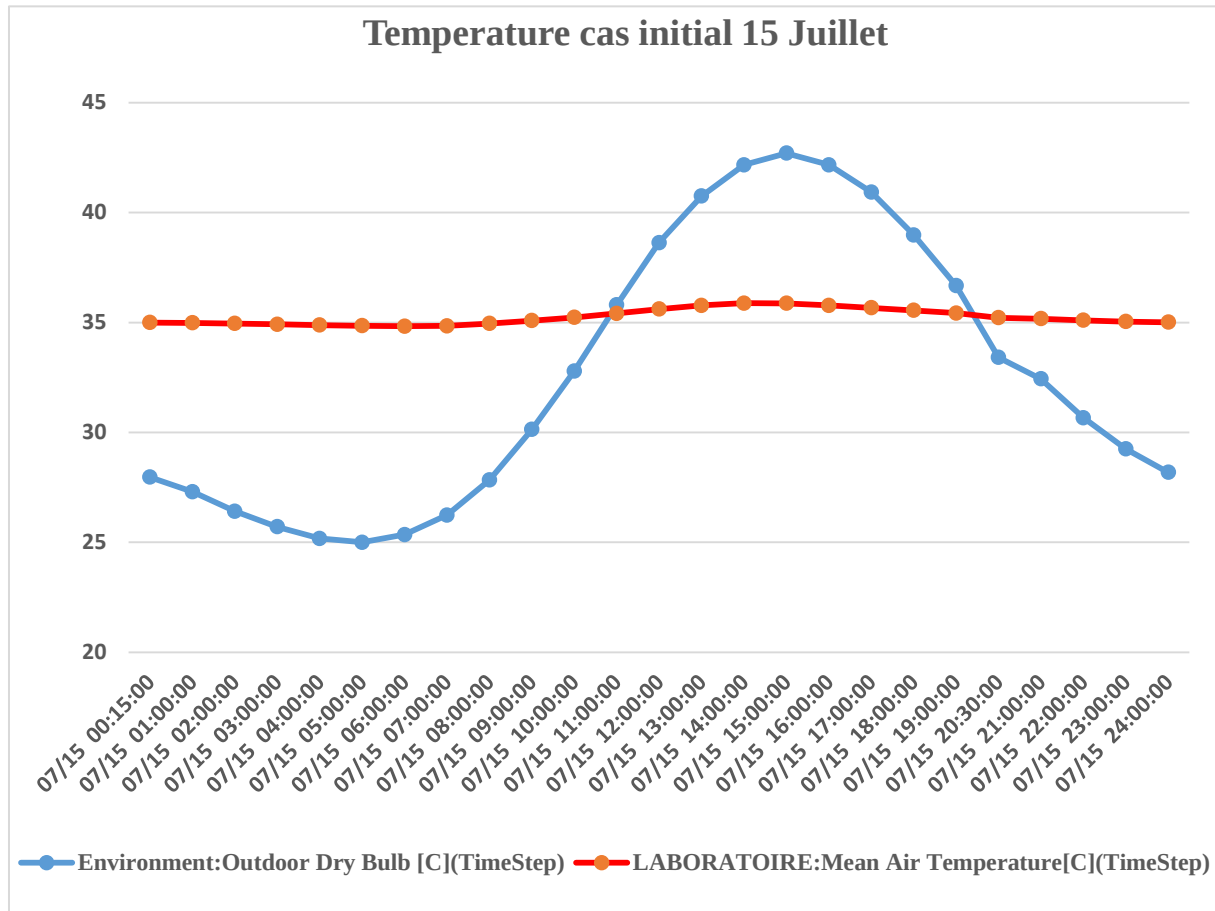


Figure 210 : courbe de température enregistrée cas initial (été)

Interprétation des résultats

La température intérieure dans le laboratoire varie de (35°C à 36°C) durant les heures de travail (de 8h jusqu'au 17h), ces valeurs affectent négativement le confort thermique.

Une température extérieure maximale de 43 °C, l'intérieur du laboratoire, la température est de 35°C à 36 °C, presque une stabilité de la température intérieure pendant toute la journée 35°C (effet de surchauffé).

Les températures enregistrées dans cette zone sont totalement au-dessus du confort souhaité (20°C à 27°C).

II.7.2 Période hivernale :

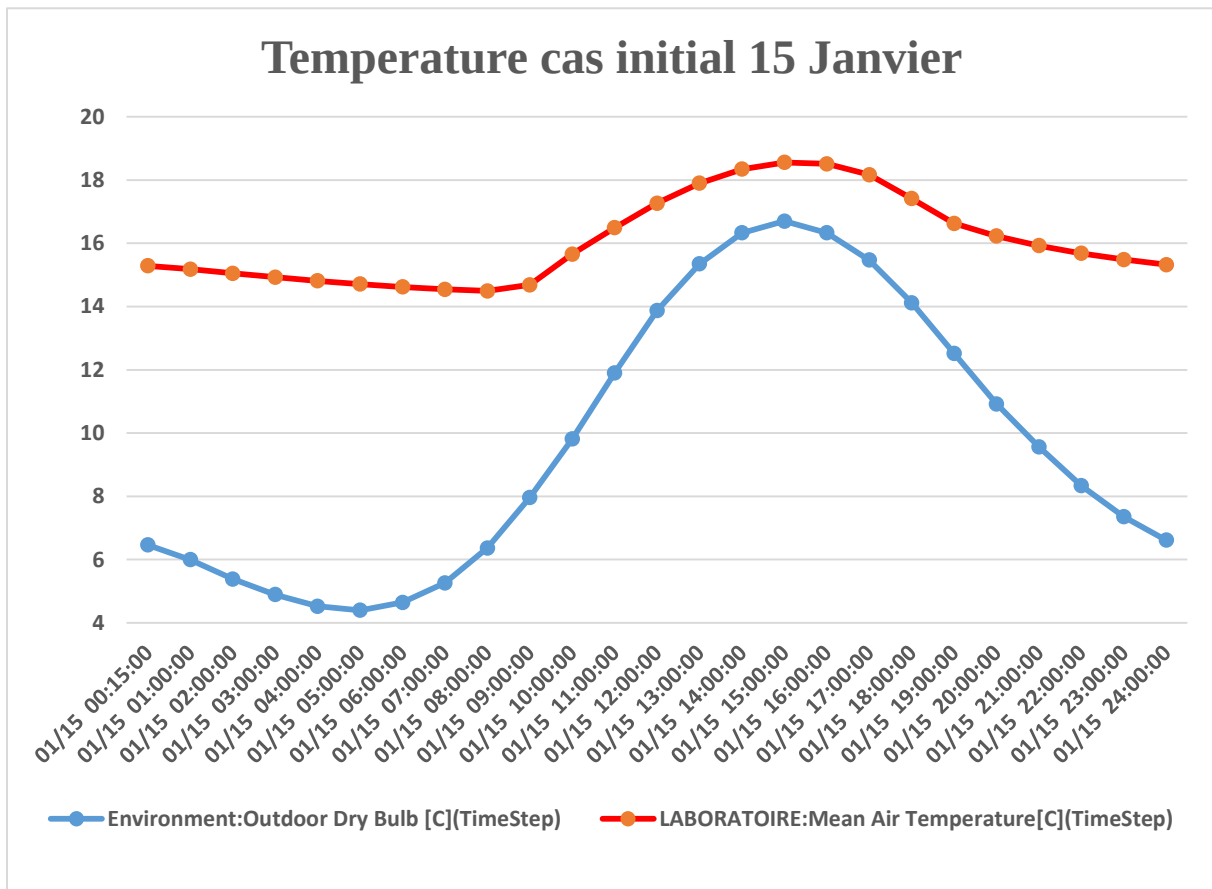


Figure 211 : courbe de température enregistre cas initial (hiver)

Interprétation des résultats

Une température extérieure maximale de 18°C, l'intérieur du laboratoire, la température est de 15°C à 19°C, La température intérieure pendant les heures de travail est proches à la valeur minimale de la zone de confort (18°C à 25°C).

Nous avons opté pour ces améliorations :

- 1- Introduire un matériau isolant (la laine de verre) dans la lame d'air et le plancher.
- 2- changer les fenêtres de simple vitrage par des fenêtres à double vitrage.
- 3- Ajouter une toiture ventilée pour la protection du plancher des rayons solaire.
- 4- concevoir une serre pour augmenter la température en hiver avec un vitrage amovible électrique pour l'ouvrir et éviter l'effet de serre et l'exploiter comme brise soleil en été

II.8 Evaluation numérique des conditions de confort thermique (cas amélioré)

II.8.1 Période estivale

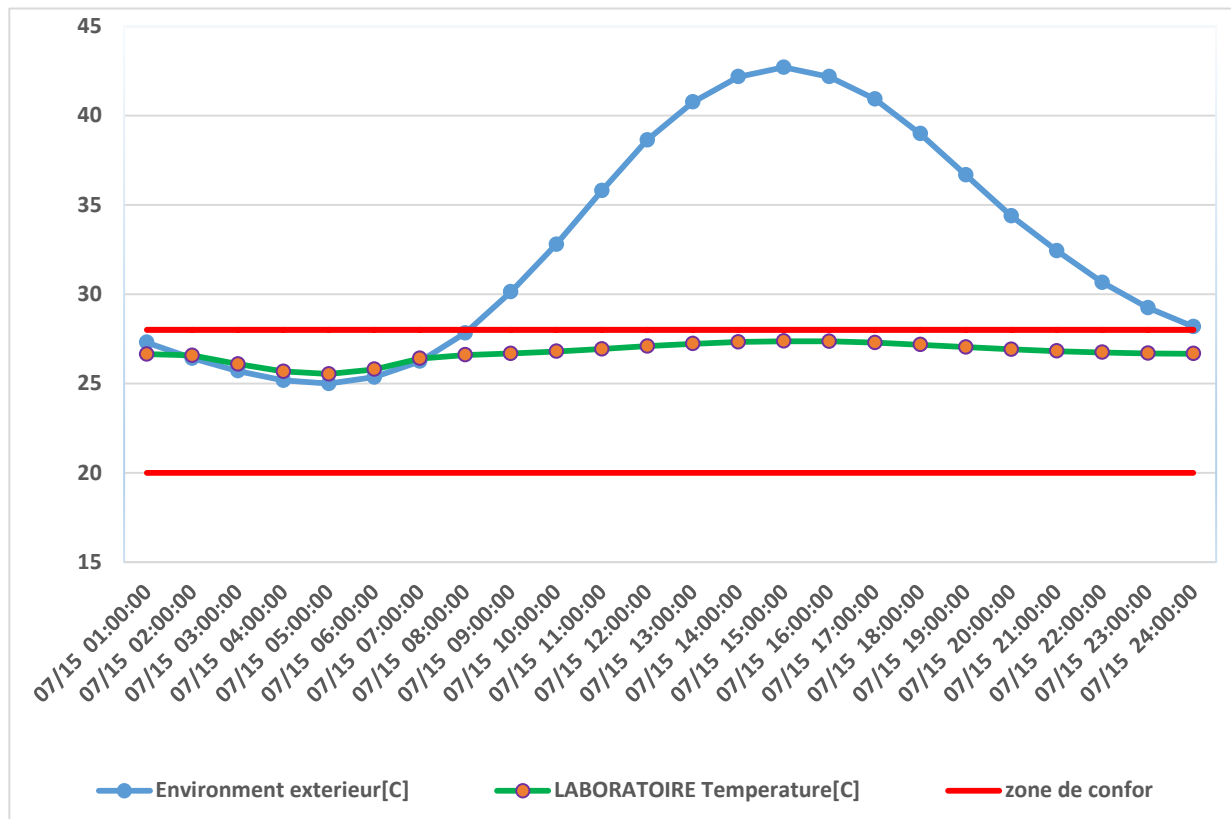


Figure 212 : Température Cas Amélioré 15/07

Interprétation des résultats

L'utilisation de la toiture ventilée, matériaux isolant (la laine de verre et la paille) et les fenêtres à double vitrage ont contribué à l'amélioration des conditions de confort thermique dans le laboratoire, les valeurs de simulation varient de (25°C à 27°C) par rapport aux valeurs initiales (35°C à 36°C), durant les heures de travail.

En remarque que durant les heures de travail, les valeurs est dans la zone de confort (20°C à 27°C).

II.8.2 Période hivernal

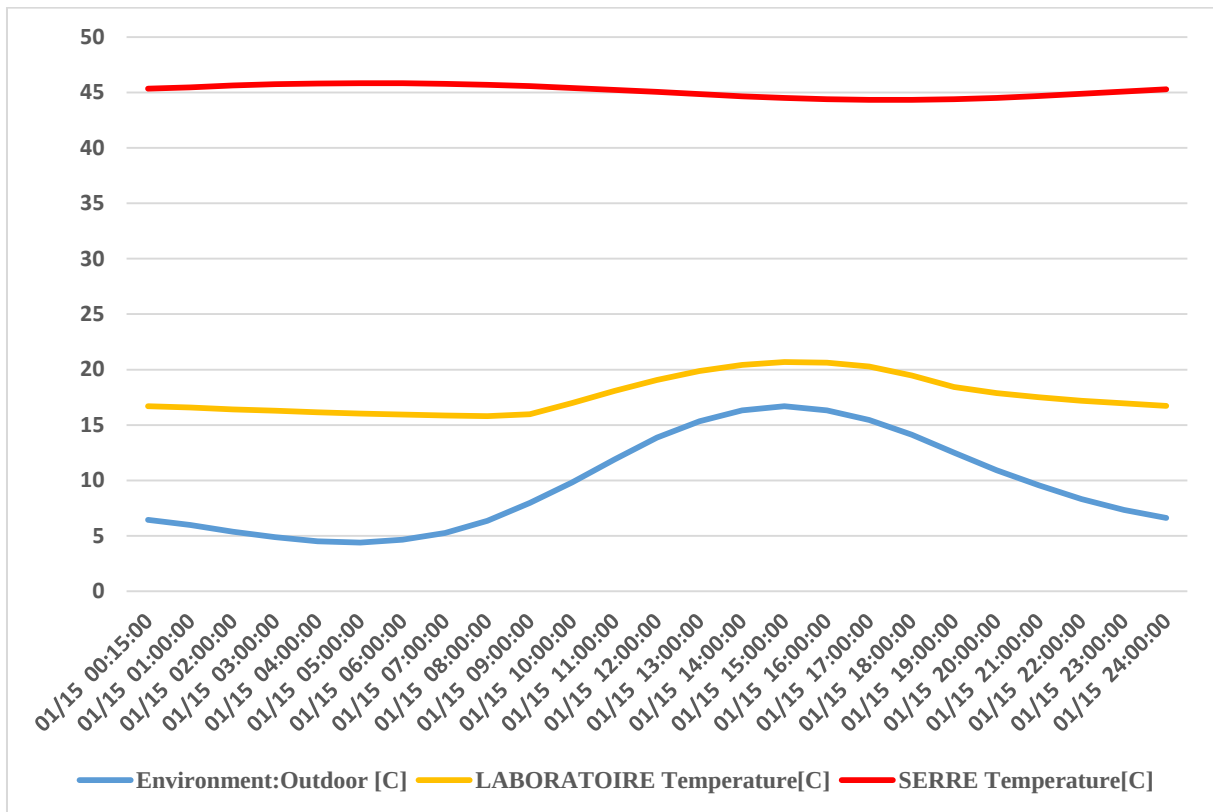


Figure 213 : Température Cas Amélioré 15/01

Interprétation des résultats

L'utilisation de la serre contribue à l'amélioration des conditions de confort thermique dans le laboratoire, les valeurs de simulation est de (17°C à 21°C), durant les heures de travail par rapport aux valeurs initiales (15°C à 19°C).

II.9 Synthèse

Il est important de noter que l'impact final de l'isolation des espaces intérieur est le résultat de l'influence de l'orientation des blocs, de la direction et vitesse du vent, de la position, et dimensions des ouvertures.

La notion de confort thermique dans les lieux de travail en milieu aride est une notion très complexe qui nécessite beaucoup d'exigences afin d'assurer un niveau optimal de rentabilité, ces exigences sont mises en exergue dans les résultats de notre simulation.

III- Système constructif

Introduction

La conception du projet architecturale exige la coordination entre la structure, la forme et la fonction, toute en assurant aux usagers la stabilité et la solidité de l'ouvrage.

L'objectif de cette étape est non seulement de faire tenir le projet structurellement, de lui donner les moyens d'assurer les fonctions qui lui sont assignées, de garantir sa longévité et d'assurer sa sécurité.

III-1- le choix de structure

Pour notre projet, on a opté le choix de système ossature (poteaux-poutre) en béton armé, avec des doubles toitures en charpente métallique.

Un système ossature (poteau-poutre) est la solution la plus adéquate pour répondre au besoin du projet (la flexibilité, c'est-à-dire une capacité d'extension, plus grand portique, permet une grande souplesse).

- La disponibilité sur le marché est synonyme d'économie et de possibilités de fabrication.
- La maniabilité des matériaux s'adaptant à toutes les intentions de l'architecte.
- Une bonne résistance au feu, à la compression et une durabilité dans le temps.



Figure 214: charpente métallique

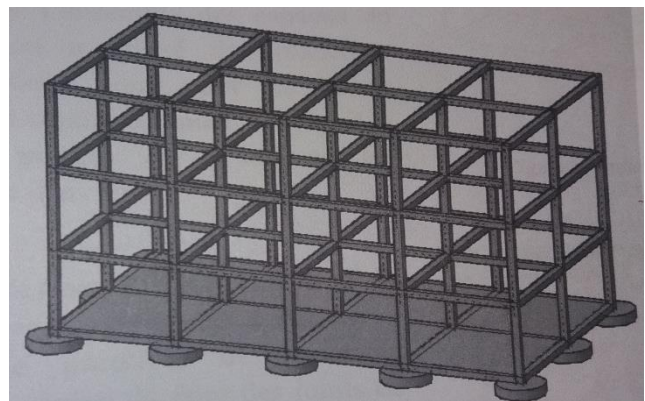


Figure 215: structure ossature en béton armé

III-2- Menuiserie

Les fenêtres

Toutes les fenêtres de notre projet sont de double-vitrage.

Le double vitrage

Une isolation renforcée en matière d'isolation thermique, c'est le vitrage le plus efficient.

Son coefficient de conductivité thermique est de $1\text{W/m}^2.\text{K}$.

En plus de sa qualité d'isolation thermique, le double vitrage vous apporte un confort supplémentaire par rapport au simple vitrage.

Les bruits extérieurs sont réduits, ce qui permet un confort acoustique.

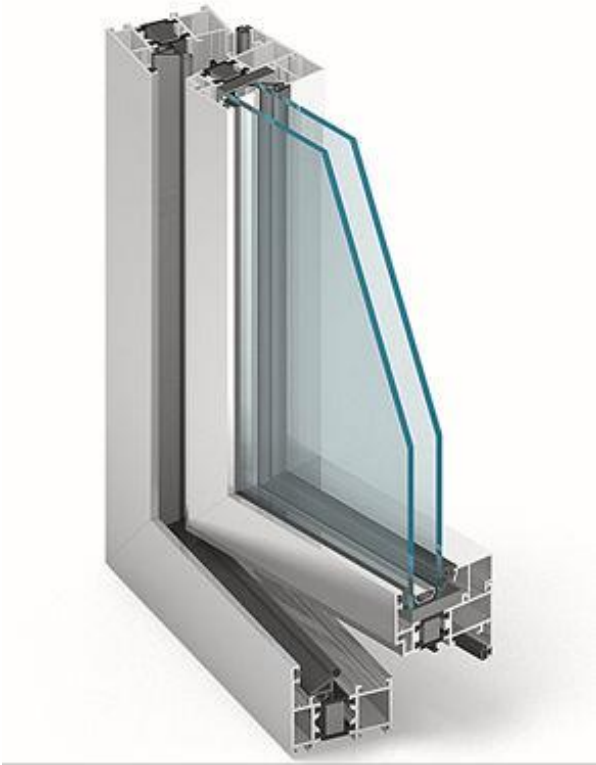


Figure 216: fenêtre double vitrage



CONCLUSION GENERALE



CONCLUSION GENERALE

Les travaux réalisés au cours de notre mémoire de fin d'étude nous ont été bénéfique a plus d'un titre

Nous avons conçu un centre de recherche scientifique, chose totalement inconnue au départ, ayant la particularité d'être implanté au milieu aride. Sachant qu'un tel projet imposait un ensemble de contraintes, nous avons tenu compte de ces derniers.

Elles sont plusieurs :

Contraintes du site : appelé zone des sciences, se trouvant à proximité d'une zone de servitude, ce qui explique la forme du terrain.

Climat : le centre se trouve dans un milieu chaud et aride. Ce qui impose l'orientation du projet.

Entre autres il fallait agencer l'intérieur pour un confort visuel et thermique.

Enfin, ce mémoire a été pour nous, un excellent moyen de mettre en pratique des connaissances théorique acquise du cursus et de rassembler de nouvelles connaissances concernant le confort visuel et thermique ainsi que l'utilisation des logiciels.

Nous estimons humblement que notre travail peut constituer une première contribution pour élaborer dans le future, des projets aussi importants (centre de recherche, hôpitaux, etc.) particulièrement au milieu aride.

Liste bibliographique

- [1]- Service gratuit de conseil spécialisé Architecture Environnement, conseil générale de la Haute-Savoie, 2014-2015.
- [2]- Ecole Doctorale de Français, Antenne de l'Université de Ouargla, Mémoire Présenté pour l'obtention du diplôme de Magistère de français, Option : Sciences des textes littéraires, Présenté et soutenu publiquement par : M. AIFA Douadi, Année universitaire : 2009/2010.
- [3]- Oswald Mathias Ungers "Cosmos of Architecture" 1972.
- [4]- ACTES DU COLLOQUE VILLE, ÉNERGIE ET ENVIRONNEMENT ACTES DU COLLOQUE VILLE, ÉNERGIE ET ENVIRONNEMENT, Beyrouth (Liban) 17, 18 ET 19 septembre 2001.
- [5]- Livre : Sources d'énergie dans le monde.
- [6]- Livre : méthodologie de recherche /DR. KOUASSI ROLAND RAOUL, Enseignant-chercheur des universités.
- [7]- document Internet : <http://www.techno-science.net>
- [8]- le rapport Brundtland, Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations unies, 1987.
- [9]- la Commission des Communautés Européennes, Revue française de science politique, vol. 18, 1968.
- [10]- LIVRE : Développement durable, Dossier pédagogique 5 Langues, géographie, sciences naturelles, dossier CZE N° 5.
- [11]- Livre : Environnement Quelques définitions, caue de la Martinique, 2016.
- [12]- document Internet : www.fnh.org/francais/doc/en_ligne/energie/dossier_art2.htm
- [13]- L'architecture bioclimatique comment « concevoir efficace » ?, Marie Pauly, 2006.
- [14]- L'architecture bioclimatique – confort bois l'architecture bioclimatique ou comment concevoir efficace ? Marie Pauly, le 07/11/06.
- [15]- site internet : poeleco.fr
- [16]- site internet : travaux.com

Liste bibliographique

[17]- site internet : mysti2d.net

[18]- site internet : www.energie.arch.ucl.ac.be

[19]- livre : la conception bioclimatique, Jean-Pierre Oliva, Samuel Courgey, 2006.

[20]- le patrimoine ferroviaire du xix et xx siècle en Algérie, mémoire de magistère, safir muhand ou said, juillet 2011.

[21]- Journal Algérien des régions arides numéro N° 13, 2016.

[22]- Google photos.

[23]- site internet : <http://www.futura-sciences.com/maison/definitions/maison-architecture-bioclimatique-10514/>

[24]- site internet : <http://clamart.solaris-energie-positive.com>

[25]- site internet : www.archietenvironnement.com

[26]- site internet : Www.archdaily.com

[27]- sources auteur.

[28]- site internet : <https://weatherspark.com/y/48886/Average-Weather-in-Ghardaïa-Algeria>.
« 11/2017 »

[29]- Le confort visuel et l'ambiance lumineuse dans l'espace architectural .biskra thesis.

Site internet : <http://thesis.univ-biskra.dz/1126/4/CHAPITRE%20II.pdf>

[30]- le petit Larousse 2011.

[31]- mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de magistère en : architecture, option : ville et architecture au Sahara. Étude des effets de l'orientation sur le confort visuel dans les salles de cours avec éclairage naturel latéral, cas des salles de classe de l'université de Laghouat, présentée par : Melle matallah zineb.

[32]- Thème optique PRINCIPALES GRANDEURS PHOTOMETRIQUES ordres de grandeur.

Site internet : http://lyc-renaudeau-49.ac-nantes.fr/IMG/pdf/photometrie_et_ordres_de_grandeur.pdf

Liste bibliographique

[33]- Lumière sur la lumière! Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue.

Site internet : <http://cegepat.qc.ca/tphysique/sebas/page%20accueil/Lumière.htm>

[34]- site internet : <https://www.energieplus-lesite.be>

[35]- livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Liébard, A. et De Herde, A., 2005.

[36]- Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments. (C.Terrier et B.Vanvyver., 1999).

[37]- les éléments des projets de construction, ernest neufert, Edition 10.

[38]- Ecotect Analysis Discontinuation FAQ.

[39]- Desktop Radiance knowledge.

[40]- étude et évaluation thermique des bâtiments a caractère public, mémoire de magistère, m'mazari mohamed, univ tizi.2012.

[41]- REDEFINIR LA NOTION DE CONFORT, THERMIQUE FEVRIER 2007.

Site internet : <http://www.guidebatimentdurable.brussels>

[42]- république algérienne démocratique et populaire, Ministère de l'habitat, Document Technique Réglementaire (D.T.R.C3-2), Réglementation thermique des bâtiments d'habitation, Règles de calcul des déperditions calorifiques, Fascicule 1.

[43]- Logiciel, ENERGY+ Simulation Program.

[44]- Google earth pro.