

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA -01-

INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME

Département d'Architecture

**Mémoire de Mastère en Architecture**

Thème de l'atelier : Architecture Environnement et technologie

**L'effet de light-shelfs sur le confort visuel dans les  
équipements éducatifs aux zone arides  
Conception d'un institut national spécialisé de la  
formation professionnelle (INSFP) à Hassi  
Messaoud-Ouargla**

**Présenté par :**

Hadj Djilani Soufiane

Fekrache Abdelhaq

**Encadré par :**

Mr Semahi S

Mr Tibermacine I

**Membres du jury :**

-Dr. Boukarta .S (MCB).

-Dr. Ouadah .O(MCB)

Année universitaire : 2020/2021

## Remerciements

Aujourd'hui, à la veille de la clôture de notre parcours universitaire, nous tenons à noter que cette année fut la plus marquante de toutes.

Nous remercierons en premier lieu Dieu, aux personnes qui nous ont apporté leurs aides et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Pour cela nous exprimons tout d'abord notre gratitude et notre plus vif remerciement à nos encadreurs Mr SEMAHI et Mr Tibermacine pour leur présence, leur soutien, leur patience, et leurs conseils judicieux et pertinents. De même nous tenons à remercier les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait d'avoir assistés à notre soutenance.

Nous voudrions rendre hommage et exprimer notre gratitude à l'ensemble du corps enseignant de notre département d'architecture de l'université Saad Dahleb de Blida Pour tous leurs efforts et le transfert de leurs savoirs.

Nous espérons que ce mémoire servira d'exemple et de support pour les années à venir.

## *Dédicaces*

Je remercie Dieu tout puissant de m'avoir donné la force et le courage de finir ce modeste travail, que je dédie :

A mes parents, à laquelle je rends hommage pour tout le sacrifice qu'elle a enduré pour me voir un jour triompher.

A mes frères Mohammed et Elias ,et mes sœurs, et tout ma grande famille, à mes encadreurs et à mon binôme que je respecte, et à toute sa famille.

A mes amis, et la famille Matari ,gouasmi et derwach , ahmed, aymen ,farouk . A tous les enseignants et professeurs qui ont fortement contribué à ma formation.

FEKRACHE ABDELHAQ

Je dédie ce modeste travail, avec une énorme joie et un grand plaisir, à mes parents qui m'ont aidé et guidé vers la réussite.

A mes frères et mes sœurs

A tous les membres de ma famille.

A mes chers amis :

Aymen, islam, fouad, mekkar

Enfin toutes les personnes qui m'ont encouragé et aidé pour réaliser ce modeste travail.

HADJ DJILANI SOUFIANE

## **Table des matières :**

Liste des tableaux.....	
Listes des figures .....	
Résumé.....	
Abstract .....	
ملخص.....	
<b>CHAPITRE I : INTRODUCTIF.....</b>	
I. Introduction : .....	1
II. Objectifs : .....	1
III. Méthodologie de travail :.....	2
IV. Structure de mémoire : .....	2
<b>CHAPITRE II : ETAT DE L'ART .....</b>	
V. Introduction : .....	5
VI. Thématique environnementale : .....	5
VI.1 Ecologie :.....	5
VI.2 L'architecture écologique :.....	5
VI.2.1 Définition de l'architecture écologique :.....	5
VI.2.2 Principe de l'architecture écologique : .....	6
VI.3 L'architecture bioclimatique : .....	7
VI.3.1 Définition :.....	7
VI.3.2 Les principes de la conception bioclimatique : .....	7
VI.4 Confort thermique : .....	8
VI.4.1 Définition :.....	8
VI.4.2 Les paramètres affectant le confort thermique : .....	8
VI.5 Le confort visuel : .....	8
VI.6 L'efficacité énergétique : .....	9
VI.6.1 Efficacités énergétique active et passive : .....	9
VI.6.2 Solution technique d'efficacité énergétique : .....	9
VII. Dispositifs architecturaux et stratégies bioclimatique :.....	10
VII.1 L'orientation :.....	10
VII.1.1 Définition :.....	10
VII.1.2 Cas d'étude : .....	10
VII.2 Les énergies renouvelables : .....	12

VII.2.1	Définition : .....	12
VII.2.2	Les types des énergies renouvelables : .....	13
VII.3	Patio : .....	14
VII.3.1	Définition : .....	14
VII.3.2	Les rôles du patio : .....	14
VII.3.3	Les variables environnementales du patio : .....	16
VII.3.4	Les formes du patio : .....	16
VII.3.5	La dimension bioclimatique des patios (Confort thermique) : .....	17
VII.3.6	Cas d'étude : .....	17
VII.4	L'atrium : .....	19
VII.4.1	Définition : .....	19
VII.4.2	Typologie morphologique des atriums : .....	20
VII.4.3	Critères de proportion: .....	21
VII.4.4	L'impact de l'atrium sur le confort thermique et la consommation énergétique : .....	21
VII.4.5	Cas d'étude : .....	23
VII.5	Matériaux de construction écologiques: .....	24
VII.5.1	Introduction : .....	24
VII.5.2	Type des matériaux écologiques selon leurs usages: .....	24
VII.5.3	Pour les isolants: .....	25
VII.5.4	Pour les revêtements: .....	26
VII.6	Les isolants thermiques : .....	26
VII.6.1	Définition : .....	26
VII.6.2	Les différents types des isolants thermiques : .....	26
VII.6.3	Les caractéristiques des matériaux isolants : .....	26
VII.7	La protection solaire : .....	27
VII.7.1	Définition : .....	27
VII.7.2	Objectifs des protections solaires : .....	27
VII.7.3	Types des protections solaires : .....	28
VII.8	Le vitrage: .....	29
VII.8.1	Définition : .....	29
VII.8.2	Les types de vitrage : .....	29
VII.8.3	Caractéristique principale de vitrage : .....	30
VII.8.4	Exemple d'un cas d'étude : .....	30
VII.9	Les toitures végétalisées : .....	31

VII.9.1	Définition : .....	31
VII.9.2	Types des toitures végétalisés : .....	31
VII.9.3	L'effet des Toitures Végétalisées : .....	32
VIII.	Thématique spécifique .....	33
VIII.1	Recherche thématique : .....	33
VIII.2	Introduction : .....	33
VIII.2.1	Définition des équipements : .....	33
VIII.2.2	Public : .....	33
VIII.2.3	Equipement public : .....	33
VIII.2.4	Les catégories des équipements : .....	33
VIII.3	Les équipements de la formation professionnelle en Algérie : .....	34
VIII.3.1	Définition : .....	34
VIII.3.2	Aperçu historique : .....	34
VIII.4	Analyse des exemples : .....	34
VIII.4.1	Exemple :Santo Tomas professional institut .....	35
VIII.4.2	Université Mohammed VI Polytechnique : .....	38
VIII.4.3	centre de formation national affroun: .....	41
IX.	Conclusion : .....	46
<b>CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET .....</b>		
I.	Introduction : .....	48
II.	Présentation de site d'intervention : .....	48
II.1	Situation de l'aire d'étude : .....	48
II.1.1	A l'échelle de territoire : .....	48
II.1.2	A l'échelle de la ville : .....	48
II.1.3	Situation de la ville nouvelle de Hassi Messaoud : .....	49
II.1.4	A l'echelle du quartier : .....	49
II.2	Données de l'environnement naturel : .....	49
II.2.1	forme, surface et dimension du terrain : .....	49
II.2.2	Topographie de terrain : .....	50
II.2.3	Couverture végétale : .....	50
II.2.4	L'ombrage : .....	51
II.3	l'environnement construit : .....	51
II.3.1	Système viaire : .....	51
II.3.2	Système bâti : .....	52
III.	L'analyse bioclimatique de la ville de Hassi Messaoud : .....	53

III.1	Les données climatiques de la ville :.....	53
III.1.1	La température :.....	53
III.1.1	Précipitations :.....	54
III.1.2	Pluviométrie .....	55
III.1.3	Humidité.....	55
III.1.4	Direction et vitesse des vents : .....	56
III.2	Les conditions de confort intérieur : .....	56
III.2.1	Application de la gamme de confort thermique de « DEAR ».....	56
III.2.2	Les tables de Mahoney : .....	57
III.2.3	Diagram de psychométrie :.....	58
III.2.4	Interprétation : .....	59
III.2.5	Les stratégies de conception :.....	59
III.2.6	Schéma de synthés :.....	60
IV.	Les étapes de réalisations de plan d'aménagement :.....	60
V.	Phase conceptuelle :.....	62
V.1	Production fonctionnelle :.....	62
V.1.1	Identification et classification des fonctions : .....	62
V.1.2	Les besoins des usagers .....	63
V.1.3	L'organisation fonctionnelle : .....	64
V.1.4	L'organisation spatiale : .....	65
V.2	La genèse de la forme : .....	66
VI.	Description de plan de masse : .....	68
VII.	Genèse des façades : .....	69
VII.1.1	Façade sud-ouest :.....	69
VII.1.2	Façade sud-est :.....	69
VII.1.3	Façade nord-est :.....	70
VII.1.4	Façade nord-ouest :.....	70
VIII.	Système constructif :.....	70
VIII.1	Béton armé : .....	70
VIII.1.1	Critères de choix :.....	71
VIII.1.2	Structure métallique :.....	71
IX.	Les matériaux : .....	72
IX.1	Brique silico calcaire :.....	72
IX.2	Mur rideau :.....	72
IX.3	L'isolation : .....	72

IX.4	Les fenêtres :	72
X.	Les aspects bioclimatiques :	73
X.1	Patio :	73
X.1.1	Définition :	73
X.2	Les brises soleil :	73
X.2.1	Définition :	73
X.3	Les façades dynamiques :	73
X.3.1	Définition :	73
X.4	Le moucharabieh :	74
X.4.1	Définition :	74
X.5	Une étagère lumineuse (light shelf) :	74
X.5.1	Définition :	74
X.6	Façade double peau :	75
X.6.1	Définition :	75
XI.	Evaluation de l'éclairage naturel :	75
XI.1	Introduction :	75
XI.2	Problématique :	75
XI.3	Hypothèses :	75
XI.4	Objectifs :	76
XI.5	Cas d'étude :	76
XI.5.1	Salle de classe :	76
XI.5.2	Ouvertures :	76
XI.5.3	Mur :	76
XI.5.4	Nature et couleurs de revêtements muraux intérieurs :	76
XI.5.5	Les variables :	76
XI.6	Présentation du logiciel :	76
XI.7	Les données de la simulation :	77
XI.7.1	Interprétation :	80
X.	Conclusion :	81
XII.	Conclusion Général :	81

### Liste des figures :

Figure VI-1 schéma qui représente l'énergie renouvelable. ....	6
Figure VI-2 Principes de base d'une conception bioclimatique. ....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure VII-1 plan et schéma montre l'orientation sud privilégiée .....	10
Figure VII-2 Plan de masse du site objet de l'étude .....	11
Figure VII-3 Comparaison des températures intérieures et extérieures des trois orientations pour la période estivale .....	11
Figure VII-4 l'absorption du rayonnement pendant la période .....	15
Figure VII-5 coupe et perspective démontrant l'angle d'incidence solaire dans un patio .....	15
Figure VII-6 le ré-rayonnement pendant la période nocturne .....	15
Figure VII-7 L'effet du patio sur la ventilation diurne et nocturne .....	17
Figure VII-8 Plan synoptique d'une maison à patio et d'une maison type moderne .....	18
Figure VII-9 tableau: Situation géographique et données climatiques des villes étudiées .....	18
Figure VII-10 Nombres des heures dans l'année, obtenue par classement des températures ..	18
Figure VII-11 Besoins annuels de refroidissement et de chauffage .....	19
Figure VII-12 Un atrium recouvrant deux bâtiments. ....	19
Figure VII-13 Un atrium recouvrant le cœur d'un bâtiment .....	20
Figure VII-14 exemples d'atriums accolés .....	20
Figure VII-15 exemple d'atriums semi-encastrés .....	21
Figure VII-16 exemples d'atrium encastrés .....	21
Figure VII-17 impact de l'atrium sur le confort thermique .....	22
Figure VII-18 schéma montre l'effet de cheminée .....	22
Figure VII-19 schéma montre l'effet de serre et l'effet de cheminée créée par l'atrium .....	23
Figure VII-20 profils d'évolution des températures de l'air de l'espace atrium par rapport à la zone du confort pour la période estivale .....	23
Figure VII-21 : béton cellulaire. ....	24
Figure VII-22 : Briques en terre cuite. ....	24
Figure VII-23 : béton cellulaire. ....	24
Figure VII-24 : vitrage écologique. ....	25
Figure VII-25 : parpaing en bois. ....	25
Figure VII-26 : mur au liège Source: .....	25
Figure VII-27 les objectifs de protection solaires .....	28
Figure VII-28 store en toile, .....	28
Figure VII-29 stores lames horizontal .....	29
Figure VII-30 protection verticale pour une orientation est .....	29
Figure VII-31 Protection horizontale pour une orientation sud .....	29
Figure VII-32 consommation d'énergie pour le chauffage entre le simple et le double vitrage .....	31
Figure VIII-1 vue extérieure du projet .....	35
Figure VIII-2 plan de masse .....	35
Figure VIII-3 plan RDC .....	36
Figure VIII-4 plan 1er étage .....	36
Figure VIII-5 plan 3 étage .....	36

Figure VIII-6plan 2 étage .....	36
Figure VIII-7coupe A-A montre l'atrium .....	37
Figure VIII-8vue extérieure du projet .....	37
Figure VIII-9vue extérieur du projet .....	37
Figure VIII-10vue extérieur du projet .....	37
Figure VIII-11plan de masse .....	37
Figure VIII-12 vues extérieures du projet .....	38
Figure VIII-13 vues extérieures du projet .....	39
Figure VIII-14vues extérieures du projet .....	40
Figure VIII-15 vue 3d de projet.....	41
Figure VIII-16 acces vers projet.....	42
Figure II-1 la carte de situation de la ville de hassi messaoud .....	48
Figure II-2 situation de la nouvelle ville de hassi messaoud.....	49
Figure II-3 accessibilité de la nouvelle ville de hassi messaoud .....	49
Figure II-4 accessibilité de site d'intervention.....	49
Figure II-5 forme et dimension de terrain .....	50
Figure II-6 coupes nord-sud .....	50
Figure II-7 coupes est-ouest .....	50
Figure II-8 couverture végétale .....	51
Figure II-9 tableau d'ombrage .....	51
Figure II-10 plan de système viaire de la nouvelle ville Hassi Messaoud .....	52
Figure II-11 plan de système bâti de la nouvelle ville Hassi Messaoud.....	52
Figure III-1diagramme d'analyse climatique.....	53
Figure III-2diagramme de température moyenne maximale et minimale.....	53
Figure III-3diagramme de température.....	54
Figure III-4diagramme de précipitations.....	54
Figure III-5 diagramme de Pluviométrie mensuelle moyenne .....	55
Figure III-6 diagramme de niveaux de confort selon l'humidité .....	56
Figure III-7 La rose des vents.....	56
Figure III-8 Diagramme de Givoni.....	59
Figure III-9 synthés des données naturel .....	60
Figure IV-1 étape 1 de plan d'aménagement .....	60
Figure IV-2 étape 2 de plan d'aménagement .....	61
Figure IV-3étape 3 de plan d'aménagement .....	61
Figure IV-4 étape 4 de plan d'aménagement .....	61
Figure IV-5 résultat de schéma d'aménagement .....	62
Figure V-1 classifications des fonctions.....	62
Figure V-2 schéma représente l'organisation des activités .....	64
Figure V-3schéma représente l'organisation fonctionnelle .....	64
Figure V-4 schéma d'organisation spatiale .....	65
Figure V-5 résultat de schéma d'aménagement .....	66
Figure V-6 première étape de genèse de la forme .....	66
Figure V-7 schéma représente l'ombrage .....	66
Figure V-8 deuxième étape de genèse de la forme.....	66
Figure V-9 troisième étape de genèse de la forme .....	67
Figure V-10 quatrième étape de genèse de la forme .....	67
Figure V-11 résultat finale de genèses de la forme .....	67

Figure VI-1 schéma de description de plan de masse .....	68
Figure VII-1description de façade sud-ouest .....	69
Figure VII-2description de façade sud-est .....	69
Figure VII-3description de façade nord-est.....	70
Figure VII-4description de façade nord-ouest.....	70
Figure X-1 vue 3d montre les brises soleil .....	73
Figure X-2 vue 3d sur la façade dynamique .....	73
Figure X-3 vue 3d sur le moucharabieh .....	74
Figure X-4 VUE 3d montre l'utilisation de 'light-shelf' .....	74
Figure XI-1 logo de logiciel .....	76

**Liste des tableaux :**

Tableau III-1 recommandations du tableau de Mahoney .....	58
Tableau I-1les simulations de moins de septembre .....	79
Tableau I-2les simulations de moins de mars .....	80
Tableau I-3 les simulations de moins de Juin .....	81

## **Résumé :**

Dans ce travail on a essayé de concevoir un projet d'institut national de formation professionnelle bioclimatique qui répond aux exigences architecturales et environnementales dans la nouvelle ville de Hassi Messaoud, tout en assurant un confort visuel et thermique optimal dans les salles de classe, pour assurer un bon rendement des étudiants et des enseignants, tout en minimisant la consommation énergétique.

Afin d'atteindre ces objectifs et pour arriver à des résultats satisfaisants, nous avons passé par deux phases :

L'analyse et l'investigation : cette phase a pour but de collecter le grand nombre possible d'informations de base importantes liées à l'architecture bioclimatique, ensuite l'analyse de site pour identifier les points forts et les obstacles auxquels nous pouvons être confrontés lors de la conception du projet tout en cherchant à y trouver des solutions.

L'application et l'évaluation : concevoir un institut de formation professionnelle et prendre en compte des études et analyses effectuées en précédent.

mots clés :

bioclimatique, confort visuel, confort thermique, consommation énergétique

**Abstract :**

In this work we tried to design a project for a national bioclimatic vocational training institute that meets the architectural and environmental requirements in the new town of Hassi Messaoud, while ensuring optimal visual and thermal comfort in the classrooms, to ensure good performance of students and teachers, while minimizing energy consumption.

In order to achieve these objectives and to achieve satisfactory results, we must go through two phases:

Analysis and investigation: this phase aims to collect as many important basic information as possible related to bioclimatic architecture, then site analysis to identify the strengths and obstacles to which we may be confronted during the design of the project while thinking of finding solutions

application and evaluation: design a vocational training institute and take into account the studies and analyzes carried out above.

key words:

bioclimatic, visual comfort, thermal comfort, energy consumption

## ملخص :

حاولنا في هذا العمل تصميم مشروع لمعهد تدريب مهني وطني مناخي حيوي يلبي المتطلبات المعمارية والبيئية في مدينة حاسي مسعود الجديدة ، مع ضمان الراحة البصرية والحرارية المثلى في الفصول الدراسية ، لضمان الأداء الجيد للطلاب والمعلمين. ، مع تقليل استهلاك الطاقة.

من أجل تحقيق هذه الأهداف وتحقيق نتائج مرضية ، يجب أن نمر بمرحلتين:

التحليل والتحقيق: تهدف هذه المرحلة إلى جمع أكبر عدد ممكن من المعلومات الأساسية المهمة المتعلقة بالعمارة المناخية الحيوية ، ثم تحليل الموقع لتحديد نقاط القوة والعيقات التي قد نواجهها أثناء تصميم المشروع أثناء التفكير في إيجاد الحلول التطبيقية والتقييم: تصميم معهد تدريب مهني ومراعاة الدراسات والتحليلات المنفذة أعلاه.

الكلمات الدالة:

المناخ الحيوي ، الراحة البصرية ، الراحة الحرارية ، استهلاك الطاقة

# Chapitre I :

# introduction

# CHAPITRE I : INTRODUCTIF

## I. Introduction :

Notre travail s'est porté sur la ville de Hassi Messaoud, le témoignage des mutations de la centralité des villes. Elle se présente comme une ville nouvelle née en 1959 après la découverte du pétrole dans la région. Elle représente un pôle économique très important. Mais cette zone est exposée aux problèmes et aux crises écologiques : pollution, forte consommation des ressources, dégradation de l'environnement, augmentation de l'émission des gaz à effet de serre le réchauffement climatique à cause de l'utilisation intensive des climatisations qui dépend directement de gaz et l'augmentation de l'émission des gaz à effet de serre.

Le réchauffement climatique est un défi qui nécessite des solutions internationales car il représente un objectif de développement durable. La consommation énergétique représente la principale source de gaz à effet de serre, c'est la quantité d'énergie utilisée par l'homme en brûlant des énergies comme le gaz ou le pétrole comme c'est le cas de la ville de Hassi Messaoud pour produire de l'énergie qui contribue au réchauffement climatique. La consommation énergétique de la construction forme une grande partie de la consommation énergétique mondiale. À ce stade la question qui se pose est : est-ce que l'énergie est seulement un facteur déterminant lié aux problèmes ? L'énergie n'est pas seulement un facteur lié aux problèmes mais aussi elle peut contribuer à leurs solutions car on peut utiliser l'énergie dans plusieurs cas parmi : l'amélioration de la qualité d'air et d'environnement de l'amélioration sonore, ainsi que le cadre bâti en développant une tentative bioclimatique.

Nous avons visé dans ce travail à promouvoir une construction écologique avec des techniques adaptées aux régions de sud à climat aride et chaud qui représente également la synthèse d'une adaptation des besoins et du choix des matériaux.

Problématique :

- Depuis l'existence l'être humain cherche à avoir un confort idéal dans ses constructions,

On arrive au 20<sup>em</sup> siècle le développement industriel a donné des solutions non écologiques

Pour créer un confort thermique et visuel on consomme un tût très élevé d'énergie.

- Au 21<sup>em</sup> siècle les villes à travers le monde cherchent à développer des stratégies pacifiques pour arriver à ce confort, au sud d'Algérie précisément à « Hassi Messaoud » quelle est la méthode optimale pour répondre aux exigences des constructions ?

## II. Objectifs :

Notre objectif consiste à chercher les moyens pour assurer un niveau de confort thermique et visuel idéal avec une consommation énergétique réduite. Un ensemble d'analyse et d'intervention sur le site a été fait au cours de ce travail, afin de nous permettre de mettre en évidence les problématiques des constructions dans la ville de Hassi Messaoud et les besoins de ces habitants.

# CHAPITRE I : INTRODUCTIF

## III. Méthodologie de travail :

Pour réaliser ce travail, nous avons suivi la méthodologie suivante en utilisant des outils et des logiciels qui nous ont facilité la recherche :

- L'analyse et l'investigation :

Cette première démarche vise l'appréhension du sujet dans sa globalité, elle porte sur les aspects théoriques du thème.

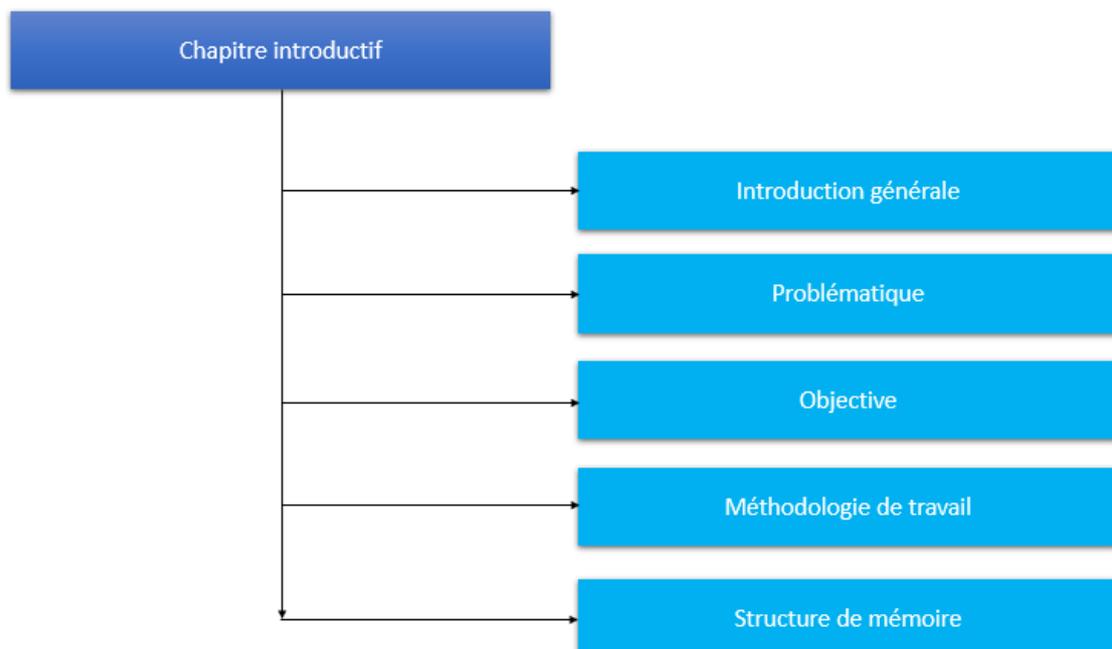
Ensuite on a analysé des exemples des instituts de formation professionnelle, afin de comprendre leur fonctionnement, composantes et exigences.

Basant sur les données climatique et environnementale, on analyse le site d'intervention (la nouvelle ville Hassi Messaoud) afin d'exploiter ses potentialités et de trouver des solutions aux problèmes posés.

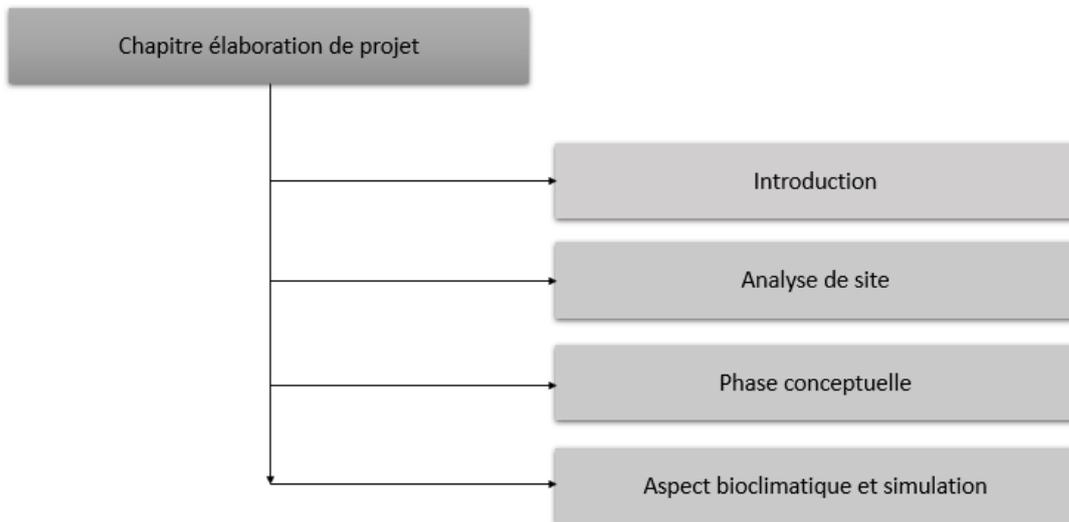
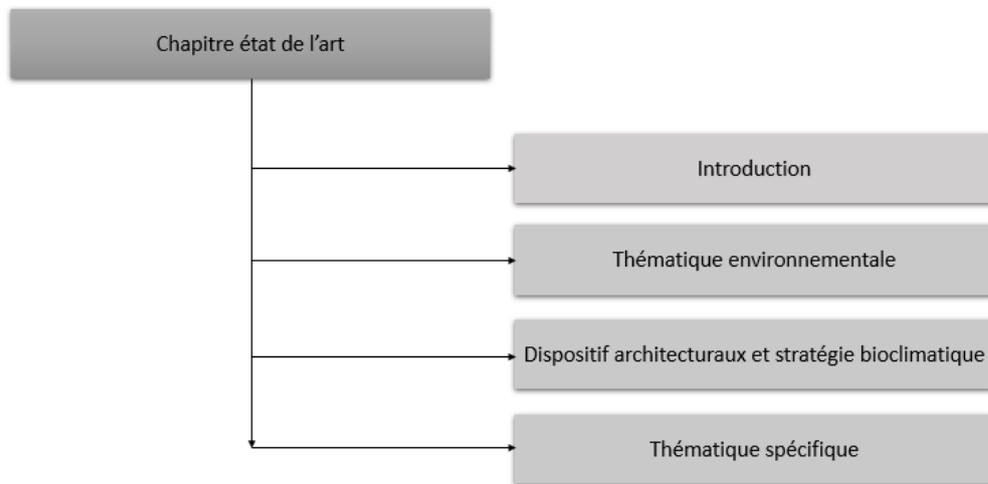
- L'application et l'évaluation :

Cette étape porte sur l'élaboration des recommandations résultantes des études et analyses effectués en précédent, et de concevoir un institut de formation professionnelle qui répond aux besoins fonctionnels et de l'architecture bioclimatique.

## IV. Structure de mémoire :



# CHAPITRE I : INTRODUCTIF



# Chapitre II :

## état de l'art

## V. Introduction :

Pour améliorer le confort on a besoin d'une augmentation constante de l'énergie, cela engendre une pénurie d'énergies fossiles et donne naissance à la pollution qui se dégage par les activités humaines. Cette pollution a de graves conséquences sur la vie sur terre. En effet elle menace à la fois, l'homme, l'environnement et provoque une dégradation de l'écosystème naturel.

Comme on a vu la consommation d'énergie dans le bâtiment dans le monde représente approximativement 40 % de la consommation totale d'énergie, elle est responsable à 25% du total des émissions de CO<sub>2</sub>. Pour cela, il est nécessaire de s'orienter vers le développement durable afin d'améliorer la qualité de vie et de créer une harmonie entre l'occupant et son environnement.

## VI. Thématique environnementale :

### VI.1 Ecologie :<sup>1</sup>

Le terme écologie qui nous vient du grec " Oikos " signifiant maison et " Logos " signifiant science a été inventé en 1866 par le biologiste allemand Ernst Haeckel. Il désigne la science qui étudie la dynamique des populations et des peuplements (animaux, végétaux ou microbes) et le fonctionnement des écosystèmes et des paysages (cycle de matière, flux d'énergie). C'est la science qui s'intéresse aux relations des êtres vivants entre eux et avec leur environnement.

### VI.2 L'architecture écologique :<sup>2</sup>

#### VI.2.1 Définition de l'architecture écologique :

L'architecture écologique est un mode de conception et de réalisation ayant pour préoccupation de concevoir une architecture respectueuse de la personne, de l'environnement et de l'écologie. La qualité de vie des utilisateurs et de toute la population est dépendante de la stratégie d'action à une échelle « micro » en vue d'un bien-être à une échelle « macro ».

Une architecture écologique est basée sur :

- Le site qui doit être étudié a fin d'assurer l'intégration harmonieuse du bâtiment avec le lieu.
- L'orientation solaire, les vents, la végétation, les pentes, l'accès, les vues.

L'architecture écologique est la prise en compte de différentes énergies et leurs intégrations (solaire, éolienne, géothermique, hydraulique, biomasse) ainsi que la mise en œuvre des matériaux respectueux de l'environnement et de l'occupant, ce qui peut nous permettre de réduire notre demande énergétique et par conséquent nos rejets de gaz à effet de serre.

---

<sup>1</sup> LEROY Arnault. 2005, l'architecture écologique, Licence 3 Génie Civil option Ingénierie du Bâtiment, Faculté des sciences de La Rochelle, p.2.

<sup>2</sup> LEROY Arnault. 2005, l'architecture écologique, Licence 3 Génie Civil option Ingénierie du Bâtiment, Faculté des sciences de La Rochelle, p.2.

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

### VI.2.2 *Principe de l'architecture écologique :*

- Gestion des déchets :

Une bonne conception écologique aide les occupants à réduire la quantité de déchets dont on souhaite se débarrasser. Elle offre ainsi des solutions telles que des bacs de compostage et le tri sélectif des déchets, afin de réduire la quantité de matière à enfouir.

- Matériaux de construction écologiques :

Les matériaux écologiques constituent une alternative aux matériaux traditionnellement utilisés dans l'industrie de la construction. Ces matériaux, beaucoup plus respectueux de l'environnement, permettent d'intégrer le bâtiment dans son environnement. Une importance particulière doit donc être accordée aux matériaux naturels qui utilisent peu d'énergie grise et qui ont éventuellement un impact positif ou, du moins, ne nuisent pas à l'environnement lors de leur production.

- Energies renouvelables :

Les énergies renouvelables (ou EnR) et on peut aussi dire « énergies vertes » ou « énergies propres » sont des énergies inépuisables, Elles sont issues des éléments naturels et sont des sources et des ressources théoriquement illimitées à l'échelle humaine, et disponibles sans limite de temps et reconstituable plus rapidement qu'elles ne sont consommées.

Les énergies renouvelables sont multiples et fondamentalement diverses par leurs mécanismes physiques, chimiques ou biologiques.<sup>3</sup>



Figure VI-1 schéma qui représente l'énergie renouvelable.

Source : (« [https://conseils-thermiques.org/contenu/energie\\_renouvelable.php](https://conseils-thermiques.org/contenu/energie_renouvelable.php) » 2021)

<sup>3</sup> <https://e-rse.net/definitions/energies-renouvelables-definition/#gs.i58mpg>, (Consulté le 03-02-2021).

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

### VI.3 L'architecture bioclimatique :<sup>4</sup>

#### VI.3.1 *Définition :*

L'architecture bioclimatique est l'art et le savoir-faire de bâtir en alliant respect de l'environnement et confort de l'habitant. Elle a pour objectif d'obtenir des conditions de vie agréables de la manière la plus naturelle possible, en utilisant par exemple les énergies renouvelables (comme les éoliennes ou l'énergie solaire) disponibles sur le site.

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.

#### VI.3.2 *Les principes de la conception bioclimatique :*

- Capter / se protéger de la chaleur
- Transformer, diffuser la chaleur
- Conserver la chaleur ou la fraîcheur

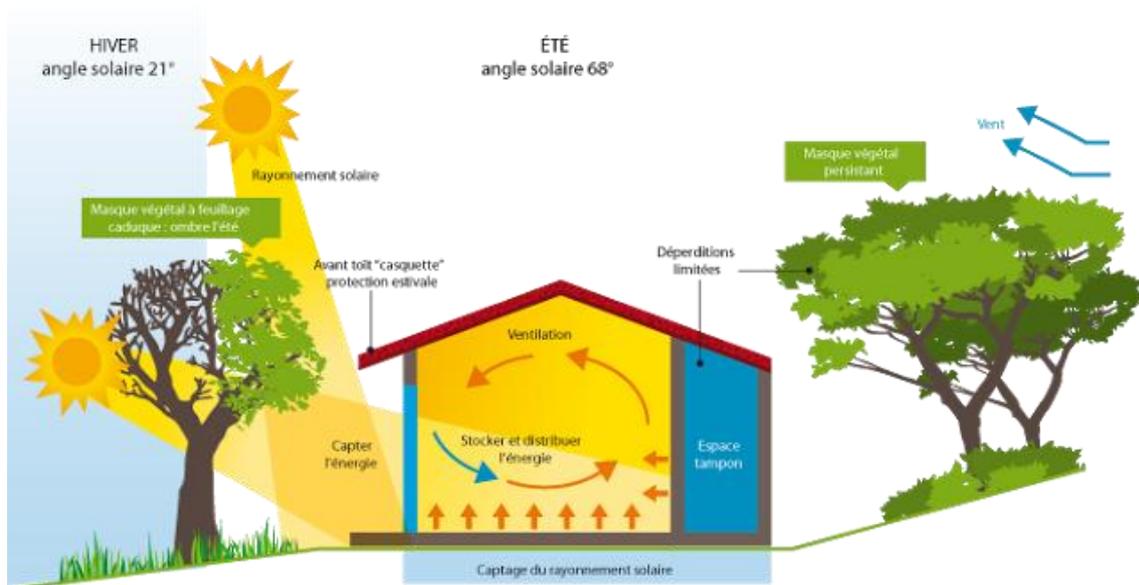


Figure VI-2 Principes de base d'une conception bioclimatique.

Source : (« Les principes de base d'une conception bioclimatique "https://www.e-rt2012.fr" » 2021)

<sup>4</sup>Définition | Architecture bioclimatique | Futura Maison (futura-sciences.com)

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

### VI.4 Confort thermique :

#### VI.4.1 *Définition :*

Le confort thermique est un phénomène physique soumis à une faible part de subjectivité. Il peut être défini comme une sensation complexe produite par un système de facteurs physiques, physiologiques et psychologiques, conduisant l'individu à exprimer le bien être de son état. <sup>5</sup>

Aussi, le confort thermique se définit comme la satisfaction exprimée à l'égard de l'ambiance thermique du milieu environnant. Pour qu'une personne se sente à l'aise, trois conditions doivent être réunies<sup>6</sup> :

- Le corps doit maintenir une température interne stable.
- La production de sueur ne doit pas être trop abondante et la température moyenne de la peau doit être confortable.
- Aucune partie du corps ne doit être trop chaude ni trop froide (inconfort local).

#### VI.4.2 *Les paramètres affectant le confort thermique :*

Il existe plusieurs paramètres variables qui interviennent dans la notion de confort :

- Les paramètres physiques d'ambiance, au nombre de trois, sont la température de l'air, la vitesse de l'air, et l'humidité relative de l'air.
- Les paramètres liés à l'individu, ils sont multiples, on recense notamment deux paramètres principaux qui sont l'activité et la vêtue de l'individu.
- Les Paramètres liés aux gains thermiques internes.

### VI.5 Le confort visuel<sup>7</sup> :

L'environnement visuel procure une sensation de confort lorsqu'il est possible de voir les objets nettement et sans fatigue dans une ambiance colorée agréable. Le confort visuel peut aussi être interprété comme la réception claire d'un message provenant de l'environnement visuel. Il est fonction de la quantité, la distribution et la qualité de la lumière. Ces trois paramètres dépendent principalement des cinq principaux paramètres physiques suivants :

- l'éclairement,
- la luminance,
- le contraste,
- l'éblouissement,
- le spectre lumineux.

---

<sup>5</sup>BOUCHAHM.Y - Une Investigation Sur La Performance Thermique Du Capteur A Vent Pour Un Rafraîchissement Passif Dans Les régions Chaudes Et Arides- cas d'Ouargla, Thèse de doctorat d'état, université de Constantine,2004, p 21.

<sup>6</sup>Jean-Yves Charbonneau, « Guide Confort thermique à l'intérieur d'un établissement ». Direction des communications. Québec ,2004p 8.

<sup>7</sup>Création d'un outil d'aide au choix optimisé du vitrage du bâtiment, selon des critères physiques, économiques et écologiques, pour un meilleur confort visuel et thermique, Thèse de doctorat, université catholique de Louvain,2002, p70.

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

### VI.6 L'efficacité énergétique :

L'efficacité énergétique est le rapport entre l'énergie directement utilisée (dite énergie utile) et l'énergie consommée (en général supérieure du fait des pertes).

Elle s'applique à un équipement énergétique particulier, par exemple une chaudière ou une pompe à chaleur. Elle relève des qualités intrinsèques de cet équipement.

L'efficacité énergétique est exprimée par le COP (Coefficient de Performance quand il s'agit de production de chaleur) et par l'EER (coefficient d'efficacité énergétique) pour les appareils produisant du froid.

L'efficacité énergétique des bâtiments passe par une bonne conception architecturale, un traitement adapté de l'enveloppe et du renouvellement d'air mais aussi par une bonne gestion du bâtiment (ouverture - fermeture des stores, températures de consigne adaptées etc..)<sup>8</sup>.

#### *VI.6.1 Efficacités énergétique active et passive :*

L'efficacité énergétique passive se rapporte à l'isolation, la ventilation et aux équipements de chauffage. L'efficacité énergétique active touche à la régulation, la gestion de l'énergie, la domotique et la gestion technique du bâtiment (GTB)<sup>9</sup>

#### *VI.6.2 Solution technique d'efficacité énergétique<sup>10</sup> :*

Les Trois leviers d'action complémentaires :

- Les mesures d'efficacité énergétique passives : elles concernent le bâti, Elles évitent les déperditions en renforçant la performance technique du bâtiment (isolation, parois vitrées...).
- Les solutions d'efficacité énergétique actives : elles agissent sur l'exploitation et l'optimisation des flux énergétiques via l'utilisation d'appareils performants et de systèmes de mesure, de contrôle et de régulation.
- La sensibilisation des utilisateurs à leur empreinte environnementale : elle entraîne une baisse immédiate des consommations. De ce point de vue, l'information et la formation de chacun d'entre nous aux gestes éco responsables est indispensable.

---

<sup>8</sup> Pierre Tittlein, Environnements de simulation adaptés, l'étude du comportement énergétique des bâtiments basse consommation , Thèse de doctorat spécialité génie civil et sciences de l'habitat, Université de Savoie, 2008, p8

<sup>9</sup> Intelligent énergie Europe, énergie bits

<sup>10</sup> <http://www.schneider-solution-d'efficacité-énergétique>.

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

### VII. Dispositifs architecturaux et stratégies bioclimatique :

#### VII.1 L'orientation :

##### VII.1.1 Définition :

L'orientation dépend de l'utilisation et de la destination du bâtiment, de ses besoins en lumière naturelle, de l'intérêt ou non du rayonnement solaire, de l'existence des vents qui vont contribuer à rafraîchir en été par exemple. L'intérêt étant de minimiser et de réduire les consommations de chauffage et d'éclairage, sachant que le sud permet de tirer parti du meilleur ensoleillement. Pour la position géographique de l'Algérie, l'orientation sud est la plus privilégiée, En effet pendant la période hivernale les ouvertures vers le sud nous permettent de capter les rayons solaires, vue la position basse du soleil, le contraire est juste pour la période estivale où la position du soleil est haute.<sup>11</sup>



Figure VII-1 plan et schéma montre l'orientation sud privilégiée

source : Images correspondant à Orientation d'un bâtiment. [www.google.com](http://www.google.com)

##### VII.1.2 Cas d'étude :

La figure VII-1 présente un aménagement collectif à Biskra, où trois bâtiments ayant la même conception architecturale sont utilisés pour l'étude de cas. Les mesures effectuées dans ces bâtiments se sont déroulées pendant la période estivale, plus précisément le 5 juillet 2011. L'espace objet de l'expérimentation est le séjour.

<sup>11</sup>A.Liebard, traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique , page64

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

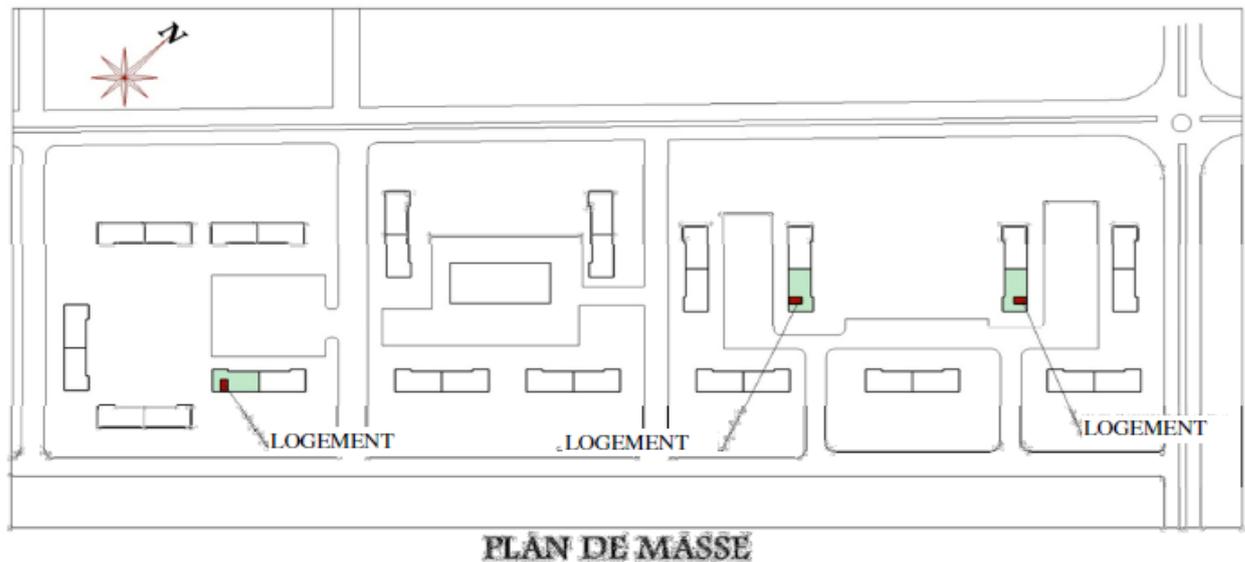


Figure VII-2 Plan de masse du site objet de l'étude

- Effet de l'orientation :

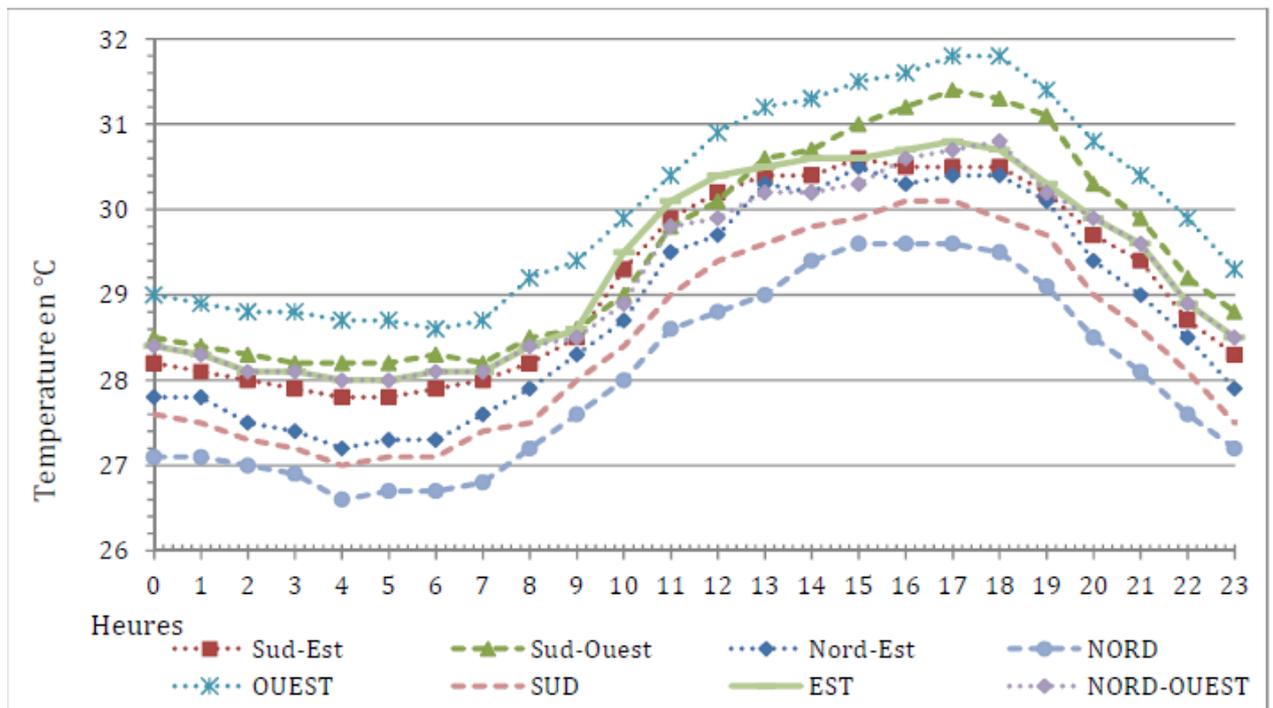


Figure VII-3 Comparaison des températures intérieures et extérieures des trois orientations pour la période estivale

L'analyse des résultats présentés sur les Figures VII-4 et VII-5 illustre l'effet de l'orientation de la paroi extérieure sur les ambiances intérieures durant la période estivale et hivernale, respectivement.

L'influence de la prise en compte du changement d'orientation, qui est surtout perceptible dans le cas des orientations semi-cardinales Sud-Est, Nord-Est et Sud-Ouest, est plus importante. Par exemple, alors que l'orientation Nord a permis un abaissement de la température de 0,5°C par

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

rapport à l'orientation Sud, l'écart entre la mauvaise orientation et la meilleure est de 2°C, tel qu'illustré sur la Figure VII-6 D'autre part, les orientations Nord et Sud pour la période d'été

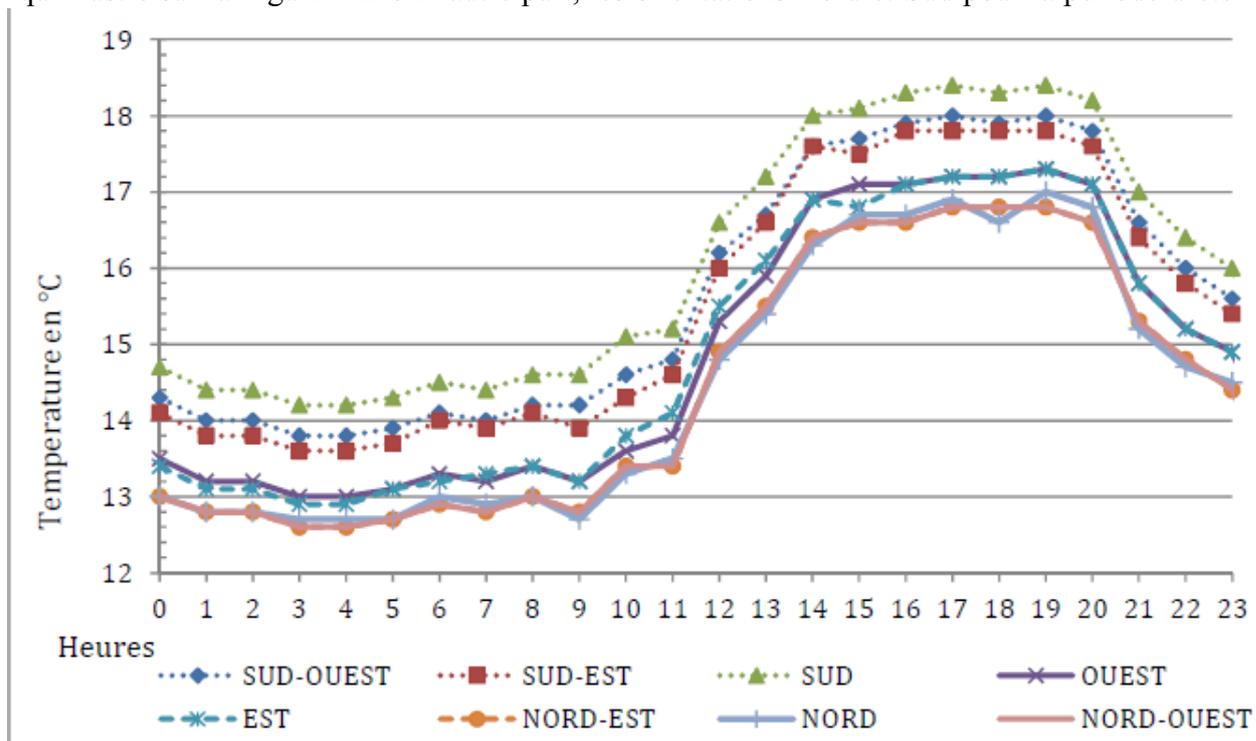


Figure VII-6 Comparaison des températures intérieures simulées des différentes orientations

sont considérées, à priori, les plus favorables, contrairement aux orientations Ouest et Est qui sont à éviter, vu les hausses des températures enregistrées durant vingt-quatre heures.

L'impact de l'orientation reste perceptible surtout pour les orientations semi-cardinales. L'orientation Sud-Est considérée, à priori, la plus favorable enregistre les températures les plus élevées. Cela s'explique par le fait que de fortes quantités d'énergie sont absorbées par la paroi et la fenêtre.

Quant aux orientations Sud-Est et Sud-Ouest, elles sont moins favorables que l'orientation Sud, les températures étant inférieures à celles du Sud à cause de la course du soleil. Donc elles sont moins exposées. Cependant, les orientations Nord, Nord-Est et Nord-Ouest sont à éviter durant cette période vu les basses températures qui influent sur le degré de confort intérieur.

### VII.2 Les énergies renouvelables :

*Les énergies renouvelables sont multiples et fondamentalement diverses par leurs mécanismes physiques, chimiques ou biologiques<sup>12</sup>.*

<sup>12</sup> <https://e-rse.net/definitions/energies-renouvelables-definition/#gs.i58mpg>, (Consulté le 03-02-2021).

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

### VII.2.1 Les types des énergies renouvelables <sup>13</sup>:

#### ➤ Energie solaire photovoltaïque :

L'énergie solaire photovoltaïque provient de la conversion de la lumière du soleil en électricité au sein des matériaux semi-conducteurs comme le silicium. Les performances d'une installation photovoltaïque dépendent de l'orientation des panneaux solaires.

#### ➤ Energie solaire thermique :

Elle désigne l'utilisation de l'énergie thermique du rayonnement solaire dans le but d'échauffer un fluide (liquide ou gaz). L'énergie reçue par le fluide peut être ensuite utilisée directement (eau chaude sanitaire, chauffage, etc.) ou indirectement (production de vapeur d'eau pour entraîner des alternateurs et ainsi obtenir de l'énergie électrique, production de froid, etc.)<sup>14</sup>.

#### ➤ Energie éolienne:

Grace aux éoliennes, l'énergie cinétique du vent est transformée en énergie mécanique. Celle-ci peut être utilisée directement pour le pompage de l'eau par exemple, ou transformée en électricités consommée sur place ou envoyée à un réseau. On admet généralement que l'installation d'une éolienne nécessite une vitesse de vent minimale 5 m/s.

#### ➤ Energie géothermique:

Cette énergie est issue de la chaleur émise par la Terre et stockée dans le sous-sol. Selon la ressource et la technologie mise en œuvre, les calories sont exploitées directement ou converties en électricité.

La géothermie peut permettre de chauffer des locaux (avec une température moyenne ou faible), ou de produire de l'électricité par vapeur interposée (avec une température élevée).

#### ➤ Energie de la biomasse :

La biomasse est l'ensemble de la matière organique d'origine végétale ou animale employés comme combustibles pour la production de chaleur, la biomasse comprend trois familles principales :

#### ➤ Le bois énergie ou biomasse solide :

Le bois est une énergie renouvelable. C'est la principale ressource ligneuse, mais il faut également prendre en compte d'autres matières organiques.

#### ➤ Le biogaz :

---

<sup>13</sup> [www.dictionnaire-environnement.com](http://www.dictionnaire-environnement.com)

<sup>14</sup> GAUZIN-MULLER, Dominique. 2001, L'architecture écologique, Le moniteur, Paris, p.288.

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

Ce sont les matières organiques qui libèrent le biogaz lors de leur décomposition selon un processus de fermentation (méthanisation), le biogaz est un gaz combustible. Il sert à la production de chaleur, d'électricité ou de biocarburant.

➤ Les biocarburants :

Les biocarburants, parfois appelés agrocarburants, sont issus de la biomasse.

➤ Energie hydraulique :

L'énergie hydraulique est l'énergie qui permet de fabriquer de l'électricité par le mouvement d'eau, elle peut être directement utilisée par ex: le Moulin à eau.

L'énergie cinétique de l'eau (fleuves et rivières, barrages, courants marins, marées) actionne des turbines génératrices d'électricité.

### VII.3 Patio :

#### *VII.3.1 Définition <sup>15</sup>:*

Le patio est l'élément principal d'adaptation climatique : puits de lumière et de fraîcheur. Thermiquement, il se comporte comme un puits de fraîcheur : la nuit, le sol du patio émet rapidement son énergie vers le ciel d'autant plus qu'il est dégagé : sa température devient plus faible que celle de l'air environnant qui vient se refroidir et s'accumuler en glissant le long des murs et des terrasses. Au matin, le soleil encore bas, n'échauffe que les parties hautes des parois et ce n'est qu'au zénith que ses rayons atteignent le sol, qui reste donc bien plus confortable que les environs. L'après-midi l'ombre se revient et un arrosage permet de rafraîchir l'ambiance, en attendant le soir. L'air de la nuit est conservé au maximum, protégé du soleil dans le patio, puis vient en fin de matinée rafraîchir les pièces par les portes et les fenêtres qui ont des allèges basses.

#### *VII.3.2 Les rôles du patio :*

Il s'agit d'un espace structurant qui alimente la maison en lumière et en air, mais il constitue aussi une source d'inspiration spirituelle et favorise la vie en communauté et la convivialité entre les habitants d'une même demeure. Le patio joue plusieurs rôles importants, on pourra mettre à la lumière quelques-uns.

---

<sup>15</sup>Construire une architecture bioclimatique dans par le retour aux origines traditionnel ; thèse de magistère ,Mesli Houda , université Mohammed Kheider Biskra

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

Le patio, en étant le cœur et le centre de la maison, est un espace structurant qui nourrit et se nourrit de la maison. Il représente une sorte de microcosme qui met la maison en relation avec l'extérieur, le soleil, l'air frais, l'eau et la végétation.

La configuration spatiale de la maison à patio fait en sorte que tous les espaces, y compris le patio, aient un minimum de confort pour abriter les activités attribuées à ces derniers. Le patio permet aux autres espaces une exposition et une protection aux rayons solaires et à l'air frais, la maison de son côté, participe au confort du patio en le réchauffant par les déperditions calorifiques par rayonnement, et lui assure l'ombre et l'ensoleillement selon un rythme journalier et saisonnier.

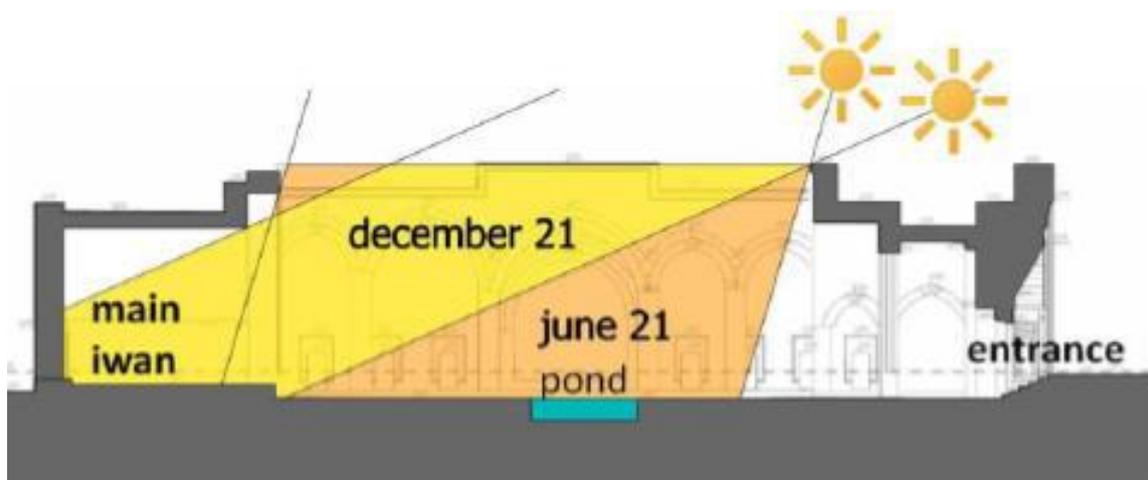


Figure VII-8 coupe et perspective démontrant l'angle d'incidence solaire dans un patio ; Source : Hakan Hisarligil

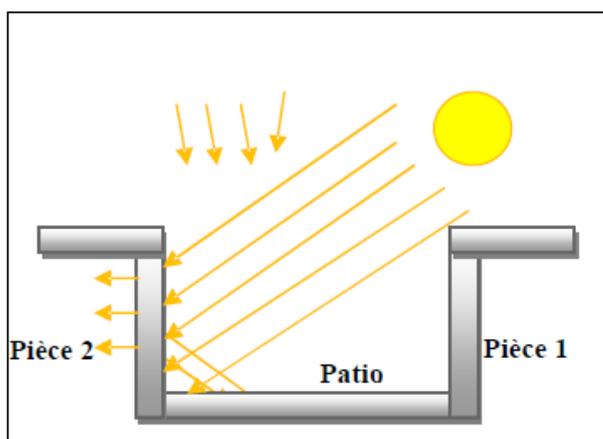


Figure VII-9 le ré-rayonnement pendant

la période nocturne

;source : W.

BOULFANI, 2009

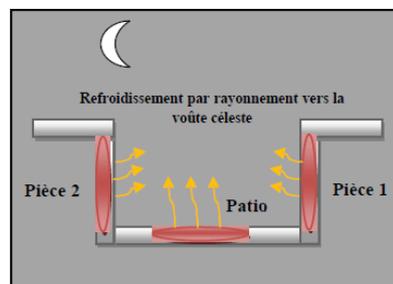
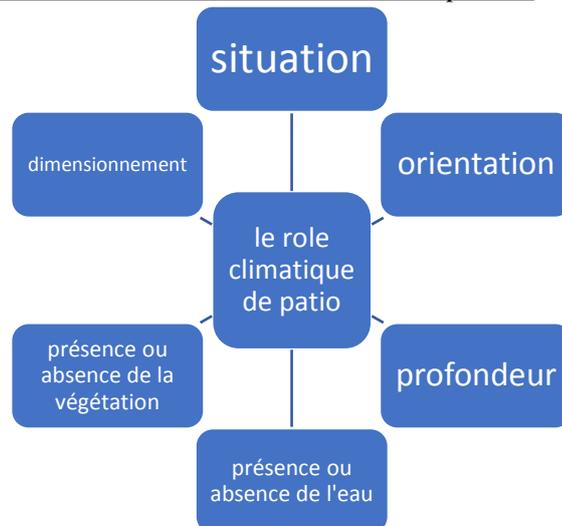


Figure VII-7 l'absorption du rayonnement pendant la période;source : W. BOULFANI, 2009

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

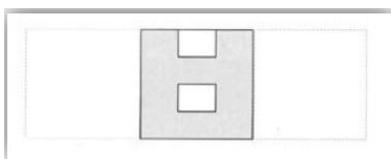
### VII.3.3 *Les variables environnementales du patio :*



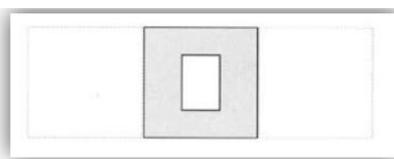
### VII.3.4 *Les formes du patio :*

Les formes et les dimensions des patios varient selon plusieurs facteurs : le temps, la région c'est à-dire le climat, la tradition, mais aussi selon le savoir-faire locale en matière de construction. On peut classer les patios à partir de plusieurs critères à savoir :

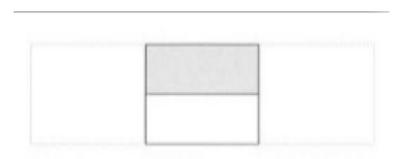
- La forme en plan
- Les proportions (rapport longueur/largeur, surface au sol/hauteur moyenne des parois)
- La taille
- Selon le climat
- La position dans la parcelle
- Les espaces intermédiaires
- L'ouverture ou bien la couverture au ciel.



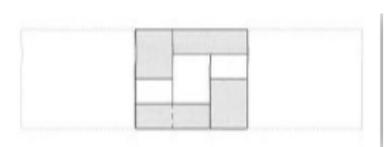
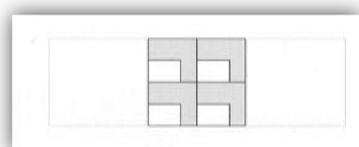
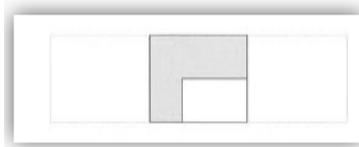
La maison à patio



la maison à atrium couvert



la maison jardin à patio



La maison à patio en forme L // // // // la maison à patio en forme de groupe // // // // la maison à patio commun

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

### VII.3.5 *La dimension bioclimatique des patios (Confort thermique) :*

Un des avantages majeurs du patio, pendant les saisons froides, le patio fait augmenter les gains de chaleur solaire directe dans les chambres qui ont une surface vitrée. Sa performance en été est différente, il peut être un protecteur solaire en plantant des arbres à feuilles caduques dans la cour. En outre, la ventilation naturelle pendant les saisons chaudes se fait par ce patio, particulièrement dans les climats chauds. Pendant la journée, l'air dans le patio devient plus chaud et remonte et s'évacue à travers les ouvertures. Par conséquent, il permet une bonne circulation de l'air à l'intérieur du bâtiment adjacent. Pendant la nuit le processus est inversé, l'air frais ambiant circule dans le patio et entre dans les espaces internes à travers les ouvertures du rez-de-chaussée. Cela provoque des flux d'air dans les chambres et l'air refroidi devient chaud, puis il remonte et s'évacue à travers les ouvertures des chambres à l'étage.

Un patio peut être plus efficace pour le refroidissement naturel via évaporation à l'aide de la végétation et des fontaines d'eau.

Le patio peut être entouré par des murs, ce que permet de réduire la température de la surface du sol, donc on peut utiliser le patio pendant la journée.

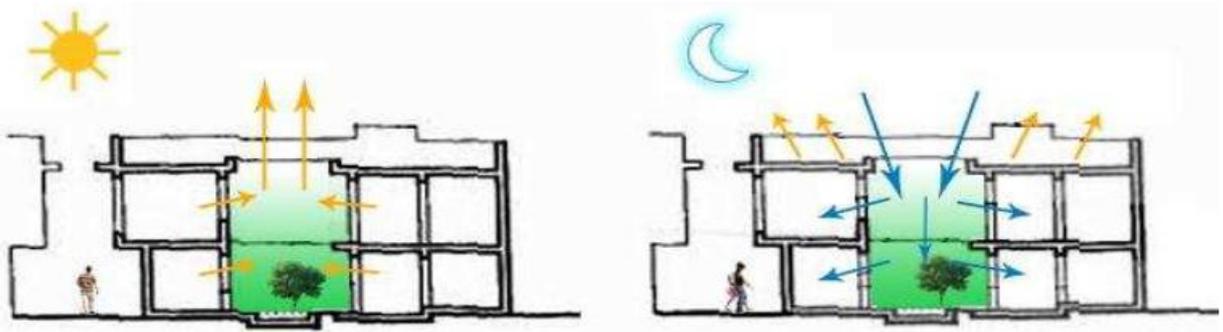


Figure VII-10 L'effet du patio sur la ventilation diurne et nocturne

### VII.3.6 *Cas d'étude :<sup>16</sup>*

Le but de cette étude est de faire ressortir les points forts, ainsi que les défaillances de ce type d'habitat et d'évaluer le degré d'adaptation climatique de ce type de construction.

L'auteur avait utilisé le logiciel TRNSYS. En entrée du logiciel, il avait introduit la description géométrique et thermo-physique de l'habitat. Pour comprendre leur comportement thermique, une comparaison avec une maison type moderne est effectuée.

<sup>16</sup> Revue des énergies renouvelables vol.15 N :3 (2012) 399-405

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART



Figure VII-11 Plan synoptique d'une maison à patio et d'une maison type moderne

Pays	Ville	Situation	Tmax	Tmin	Humid.	Vit. vent
Algérie	Béchar	Alt: 874m 31.37N; 2.14W	42.39	-0.73	37.94	4.54
	Tamanrasset	Alt: 1733m 22.37N; 5.31E	37.94	-0.60	29.41	3.18
	Oran	Alt: 110m 35.37N; 0.36N	37.88	0.28	74.33	2.50
Maroc	Casablanca	Alt: 58m 33.34N; 7.40W	30.05	4.65	80.63	2.25
Tunisie	Tunis	Alt: 4m 36.5N; 10.14E	40.01	2.25	71.22	4.57
Libye	Tripoli	Alt: 81m 32.4N; 13.09E	43.90	1.97	66.39	3.82
	Sebha	Alt: 432m 27.0N; 14.26 <sup>E</sup>	43.90	-0.93	48.60	3.55
	Koufra	Alt: 417m 24.21N; 23.3E	41.08	01	33.29	2.47

Figure VII-12 tableau: Situation géographique et données climatiques des villes étudiées

Les résultats de la simulation montrent que la maison à patio reste plus efficace pour pallier le problème de la chaleur pour les climats chauds. On remarque que chaque chambre constitue une zone thermique distincte, que pour la maison à patio, le nombre des heures où  $T > 34^{\circ}\text{C}$  est réduit de 550 à 206 par rapport à une maison type moderne avec un pourcentage de plus que 4 %. Même remarque que pour le nombre des heures dans l'intervalle  $32 < T < 34^{\circ}\text{C}$  avec un pourcentage de 2 %.

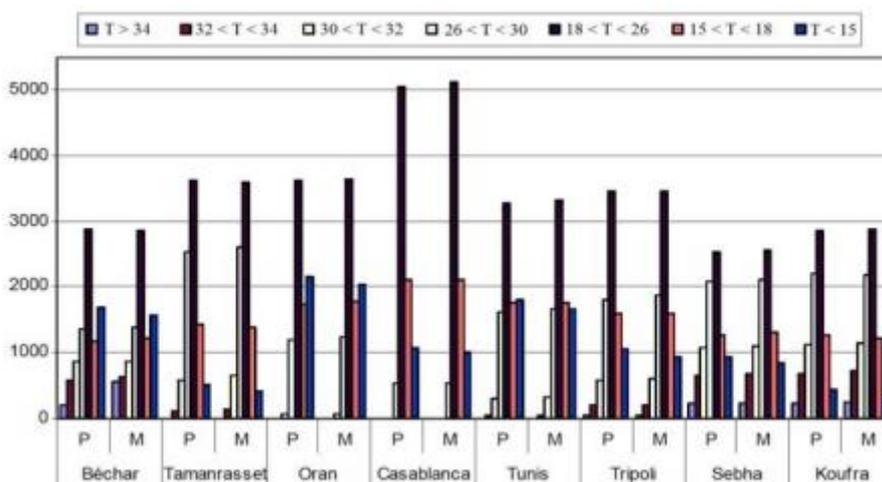


Figure VII-13 Nombres des heures dans l'année, obtenue par classement des températures

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

Pour le comportement hivernal, les résultats montrent une situation d'inconfort pour ce type de construction. On constate un pourcentage de 19.03 % des heures où la température est inférieure à 15°C ( $C T < 15^\circ$ ), ce qui correspond à deux mois de froid. En effet, même que si l'hiver est très court, il peut être très rigoureux. Une augmentation d'un pourcentage de 1.5 % par rapport à la construction type moderne était enregistrée, mais nous avons observé la température minimale pour le type construction moderne pour toutes les autres villes étudiées. On a remarqué des températures très basses pour le mois de Mai, cette température arrive au-dessous de 13.4 °C. Pour les mois de Mars et Avril, la température peut atteindre 26 °C, mais les nuits restent très fraîches, la température nocturne se balance entre 12 à 9.57 °C, par contre la température extérieure atteint facilement -0.7 °C. La différence de température entre l'extérieur et l'intérieur est de l'ordre de 9 à 14°C les nuits.

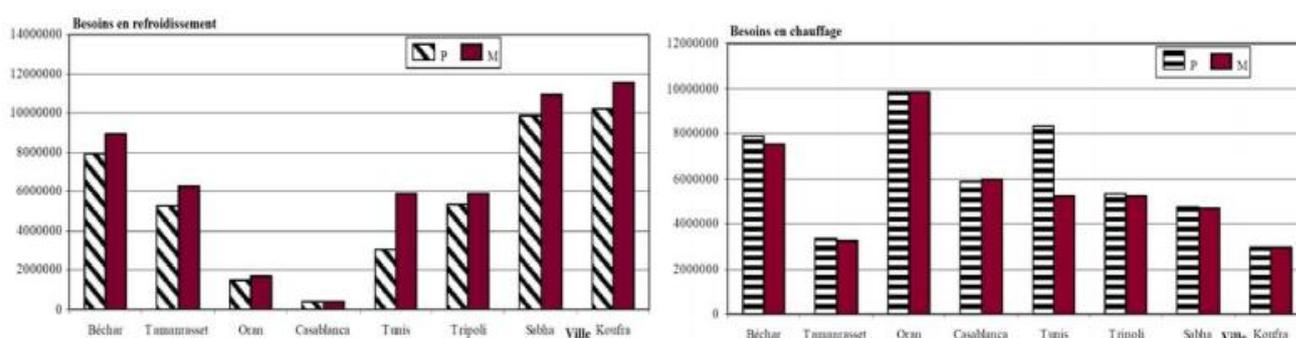


Figure VII-14 Besoins annuelles de refroidissement et de chauffage

La figure VII-14 donne les valeurs annuelles pour chaque construction : on remarque que la maison type moderne présente un besoin en refroidissement supérieur par rapport à l'autre construction traditionnelle, tandis que la demande pour le chauffage reste assez similaire pour les villes de Tamanrasset, Oran, Casablanca, Koufra. Elle atteint sa pointe pour la maison à patio pour la ville de Tunis, et la ville de Béchar.

-La maison à patio participe, spécialement, à l'amélioration des conditions de confort pour les climats chauds.

### VII.4 L'atrium<sup>17</sup> :

#### VII.4.1 Définition :

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

L'atrium a une double définition ;

- Un atrium est créé "en recouvrant d'une verrière l'espace séparant 2 bâtiments".

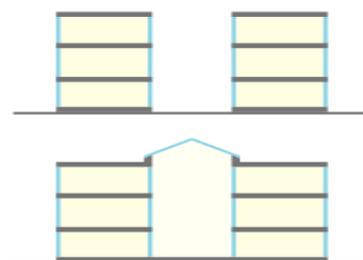


Figure VII-15 Un atrium recouvrant deux bâtiments (la conception d'un atrium, PH-Online, energie plus le site.

<sup>17</sup>Thèse de magister : l'impact de l'atrium sur le confort thermique dans les bâtiments publics, Rahal Samira, 2011)

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

C'est donc un espace protégé, tampon thermique par rapport à l'extérieur.

- Un atrium est créé "en ouvrant le cœur d'un large bâtiment". Sous ce regard, c'est un puits de lumière qui est recherché.

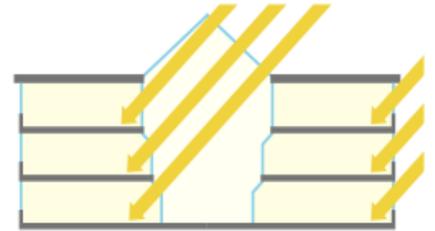


Figure VII-16 Un atrium recouvrant le cœur d'un bâtiment (la conception d'un atrium, PH-Online,

### VII.4.2 Typologie morphologique des atriums :

Il existe une diversité des formes architecturales sous lesquelles un atrium peut exister. La démarche qui consiste à répertorier toutes les formes d'atriums construits et les classer a le mérite d'être exhaustive puisqu'elle fait de chaque forme une classe à part entière.

La typologie morphologique (non liée à la taille) des atriums peut être faite à partir de deux critères :

- ✓ Le positionnement par rapport au volume habité
- ✓ La proportion des dimensions de son volume intérieur
- Critères de positionnement :

Le critère de positionnement par rapport au bâtiment a nécessairement une influence sur la fonctionnalité de l'atrium :

- Les atriums « accolés » servent à marquer et/ou protéger l'entrée d'un bâtiment

(fonction de « sas »), ou à couvrir une extension de ce bâtiment (comme une sorte de protubérance).

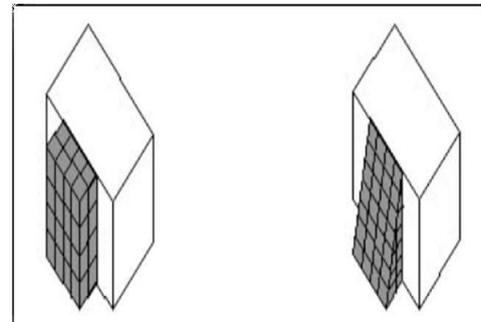


Figure VII-17 exemples d'atriums accolés (l'impact de l'atrium sur le confort thermique dans les

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

- Les atriums « semi-encastrés » peuvent avoir la même fonction, à laquelle on peut ajouter celle de la desserte interne puisqu'il y a pénétration de ce volume dans celui du bâtiment.

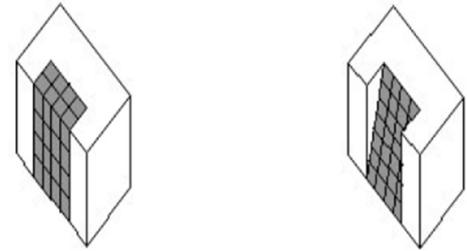


Figure VII-18 exemple d'atriums semi-encastrés (l'impact de l'atrium sur le confort thermique dans les bâtiments publics, Rahal Samira, 2011)

- les atriums « encastrés » servent avant tout de desserte interne, la fonction d'accès se faisant alors par le bâtiment lui-même qui entoure le volume de l'atrium. On peut citer aussi pour ce type, la création d'une fonction de « centralité » du bâtiment, lieu de rencontre privilégié.

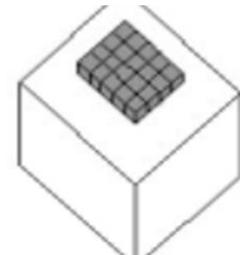


Figure VII-19 exemples d'atrium encastrés (l'impact de l'atrium sur le confort thermique dans les bâtiments publics, Rahal Samira, 2011)

### VII.4.3 Critères de proportion:

Pour un positionnement donné, un atrium peut revêtir diverses formes, qui se traduisent par des rapports de proportion entre ses dimensions : longueur, largeur (profondeur), hauteur.

La pertinence de ce critère se mesure essentiellement au plan thermique : la compacité, par exemple, est une caractéristique importante pour les échanges thermiques.

De ce point de vue, on se limitera à deux cas :

- ✓ L'atrium « ponctuel », dont aucune dimension n'est prédominante.
- ✓ L'atrium « linéaire », dont une dimension, en général la longueur, est nettement plus importante que les autres.

### VII.4.4 L'impact de l'atrium sur le confort thermique et la consommation énergétique :

L'atrium reproduit un environnement intérieure souhaitable en fournissant les aspects bienveillants de l'environnement extérieur; lumière naturelle, des températures modérées tout en nous protégeant contre les éléments les plus durs de températures extrêmes, la pluie et les vents

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

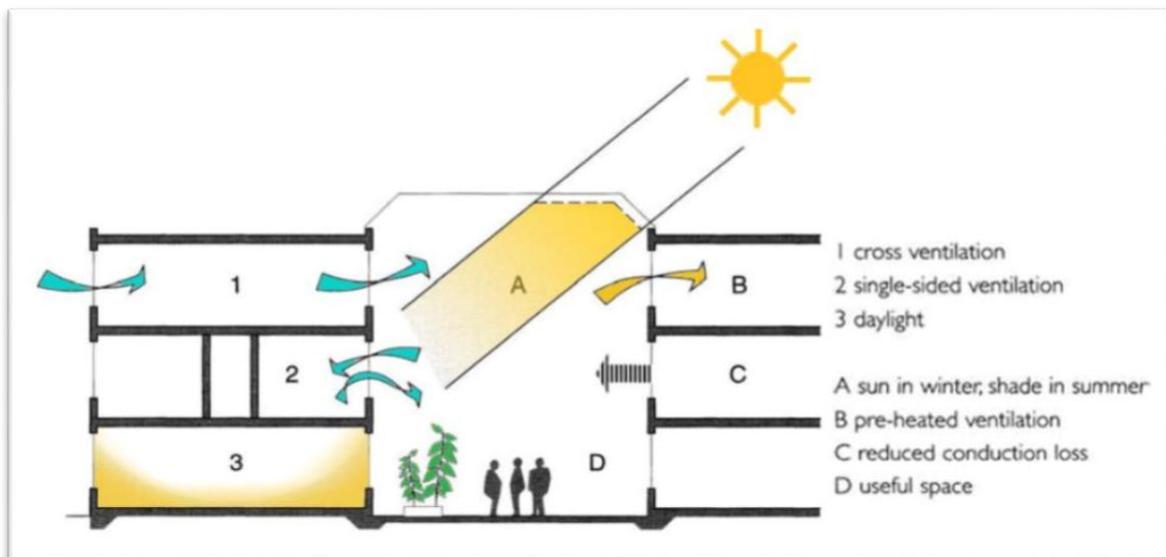


Figure VII-20 impact de l'atrium sur le confort thermique

### ➤ Contrôle lumineux :

L'importance de la lumière du jour dans une performance environnementale d'atrium, en particulier sa capacité à réduire l'éclairage électrique et les charges thermiques associés, a donné lieu à plusieurs enquêtes de la lumière naturelle dans les atriums et leurs espaces adjacents.

### ➤ Contrôle thermique :

L'atrium constituer une excellente stratégie de contrôle thermique des espaces adjacents. L'atrium, selon sa géométrie et ses gains internes et solaires, peut induire un effet de cheminée permettant de ventiler naturellement les espaces adjacents.

### ➤ Le contrôle de ventilation et de mouvement d'air :

Une approche conversationnelle au mouvement de l'air dans les bâtiments implique de se servir des espaces d'atrium pour déplacer passivement de l'air à travers le bâtiment. Le mouvement de l'air, sans la nécessité d'une force mécanique et l'utilisation de l'énergie.

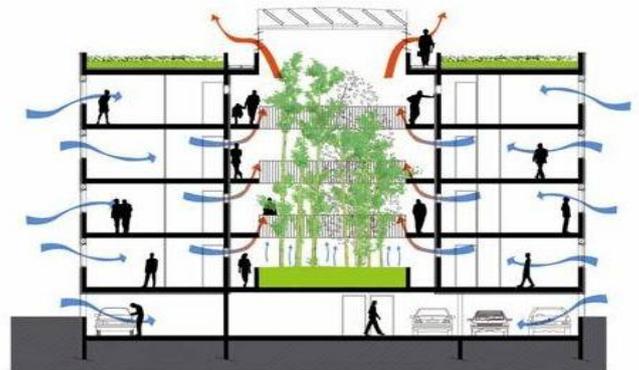


Figure VII-21 schéma montre l'effet de cheminée

### ➤ Le contrôle énergétique :

La conception d'atrium est l'une des stratégies pour obtenir un meilleur confort en utilisant moins d'énergie. Par exemple, l'effet de réchauffement et l'utilisation du toit vitré pour l'éclairage naturel réduiraient la consommation d'énergie. Cependant, il faut prendre soin en été pour le refroidissement des zones occupées de l'atrium. En outre, l'effet de tirage induit par la

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

différence de température entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment donnerait une force motrice pour la ventilation naturelle pour réduire la charge de refroidissement.

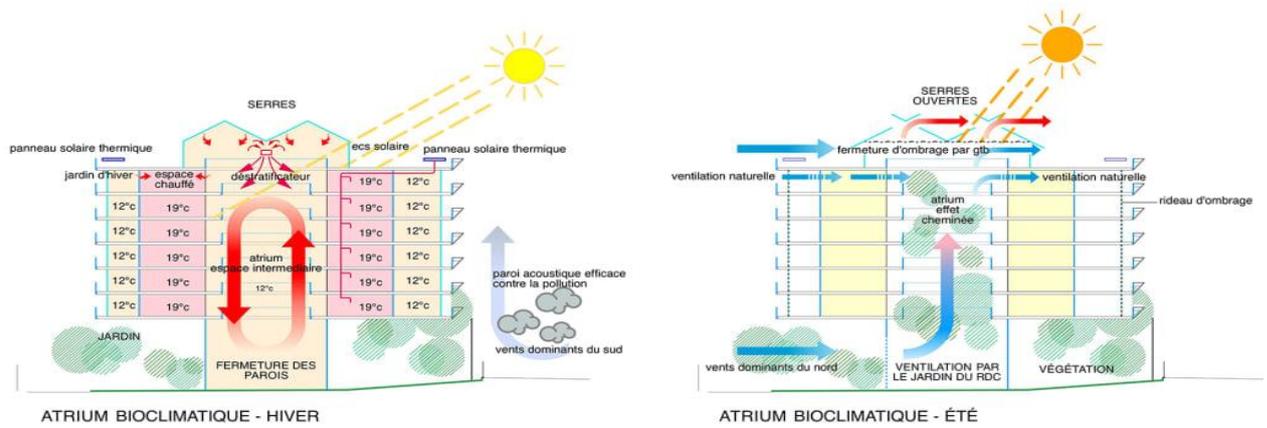


Figure VII-22 schéma montre l'effet de serre et l'effet de cheminée créée par l'atrium

### VII.4.5 Cas d'étude :

Un bâtiment administratif et pédagogique pour la faculté des sciences sociales et humaines a atrium, ce dernier est situé dans la partie ouest de la ville de laghouat au pôle universitaire 1000 places pédagogiques.

#### • Evaluation des températures intérieures par rapport à la zone du confort :

- ✓ On remarque les températures intérieures mesurées dans l'atrium par rapport à la zone du confort thermique calculée pour le mois de juillet par la formule (Humphrey) selon Nicol, 2002, étant de 28,4°C, nous constatons que celles-ci sont situées en dehors des limites de la zone du confort particulièrement pour le 2ème étage pendant toutes les heures d'occupation, malgré l'abaissement des températures intérieures par rapport à la température extérieure. Par ailleurs les températures de l'air au RDC sont situées dans les limites de la zone du confort, uniquement pour la tranche horaire de 8h00 à 12h00 dans un intervalle de température de 26,6°C et 30,4°C, et pour le 1er étage dans un intervalle de température de 29,9°C et 30,4°C de 8h00 à 9h00. ce qui exprime une situation d'inconfort ressentie en général à l'intérieur d'atrium malgré l'abaissement de la température de l'air à l'intérieur, du principalement à la typologie et à la configuration de l'atrium.

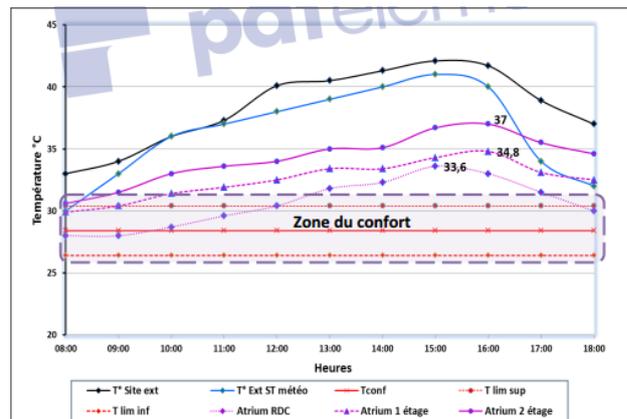


Figure VII-23 profils d'évolution des températures de l'air de l'espace atrium par rapport à la zone du confort pour la période estivale

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

### VII.5 Matériaux de construction écologiques:

#### VII.5.1 *Introduction :*

Les matériaux écologiques constituent une alternative aux matériaux traditionnellement utilisés dans l'industrie de la construction. Ces matériaux, beaucoup plus respectueux de l'environnement, permettent d'intégrer le bâtiment dans son environnement. Une importance particulière doit donc être accordée aux matériaux naturels qui utilisent peu d'énergie grise et qui ont éventuellement un impact positif ou, du moins, ne nuisent pas à l'environnement lors de leur production<sup>18</sup>.

#### VII.5.2 *Type des matériaux écologiques selon leurs usages<sup>19</sup>:*

- Pour les gros - œuvres:

➤ La pierre naturelle : Construire en pierre, s'inscrit complètement dans la démarche de développement durable : la pierre est un matériau par nature écologique ; une part d'énergie minimale, en effet, est nécessaire à son extraction et non pas à sa fabrication, car elle est naturelle.



Figure VII-24 : béton cellulaire. Source: [www.leguidedelamaison.com](http://www.leguidedelamaison.com)

➤ la brique en terre cuite : La brique est fabriquée avec des argiles cuites à très haute température et compressées. Deux modèles existent : les briques pleines et creuses. C'est surtout ces dernières qui sont utilisées pour la construction (on utilise plutôt les briques pleines pour les finitions car elles sont plus légères). Les briques en terre cuite sont très résistantes et offrent un bon confort thermique, deux fois supérieur au parpaing. La brique en terre cuite a l'avantage d'être un matériau entièrement naturel.



Figure VII-25 : Briques en terre cuite. Source: [wienerberger.fr](http://wienerberger.fr)

➤ Le béton cellulaire : Le béton cellulaire est associé au verre pour la structure et l'enveloppe extérieure des différents équipements. Également le béton cellulaire a l'avantage d'être isolant contrairement au béton simple. C'est aussi un produit très léger, facile à poser, non polluant et bon isolant thermique.



Figure VII-26 : béton cellulaire. Source: [www.leguidedelamaison.com](http://www.leguidedelamaison.com)

➤ L'acier écologique : L'acier possède une image encore peu écologique due à son utilisation pour les gratte-ciels et les constructions de masse. Cependant, C'est un matériau très intéressant et recyclable à l'infini et aussi respectueux de l'environnement.

<sup>18</sup>VENOLIA, Carol. LERNER, Kelly. 2007, Rénovation écologique, La plage, Barcelone, p.280.

<sup>19</sup><https://construction-maison.ooreka.fr/astuce/voir/564511/materiaux-ecologiques>

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

- Le vitrage écologique : Avec des caractéristiques de performance supérieure de façon spectaculaire, le vitrage écologique peut jouer un rôle crucial dans la réduction de la consommation d'énergie depuis plus de 40% de cette énergie est perdue par les fenêtres. Avec des fenêtres ayant une faible conductivité thermique (d'environ 1 ou 1,5 W/m<sup>2</sup>. K), vous pouvez réduire sensiblement votre consommation d'énergie et faire des économies d'énergie en ayant une attitude écologique.



Figure VII-27 : vitrage écologique. Source: [www.guide-fenêtres-volets.fr](http://www.guide-fenêtres-volets.fr)

- Le bois : Le bois est le matériau écologique par excellence. Grâce à sa structure cellulaire particulière, il économise l'énergie. Utilisé dans la construction, c'est un bon isolant thermique et les différences de température entre l'air ambiant et les parois sont beaucoup moins ressenties qu'avec un autre matériau. Agréable et naturel, le bois résiste au temps et est très facile d'entretien. C'est également un matériau sain qui minimise les risques d'allergies et de prolifération des acariens.

- Le parpaing en bois : Le parpaing en bois est un produit très récent, il ressemble aux parpaings en béton dans la manière de s'empiler mais se fixe différemment, grâce à des vis et des clous. Sa facilité d'utilisation en fait un matériau idéal pour l'auto construction. C'est également un matériau très isolant. Il est résistant et résolument écologique, car il est souvent fabriqué à partir de chutes de sciage, de bois d'éclaircie ou de bois tombés lors de tempêtes



Figure VII-28 : parpaing en bois. Source: [www.aquadesign.be](http://www.aquadesign.be)

### VII.5.3 Pour les isolants:

- Le liège : Il est très résistant et son isolation thermique et phonique est très bonne. Le seul point faible de ce matériau est qu'il reste aujourd'hui difficile à trouver, et par conséquent, il est cher. On l'utilise généralement en quantité limitée et dans des endroits où ses qualités sont particulièrement intéressantes : il est très léger, résiste très bien à l'humidité, aux insectes, au feu. Il convient parfaitement pour isoler des toitures plates ou en tant qu'isolant phonique.



Figure VII-29 : mur au liège. Source: <http://www.organygo.fr/>

- La laine de coton : La laine de coton est un isolant qui constitue une très bonne alternative écologique aux laines minérales. Non toxique, elle minimise les risques d'allergies et possède un haut pouvoir d'isolation phonique et thermique.
- La paille : Bonne résistance au feu en matière de construction car les bottes de paille et panneaux compressés ont une forte densité et sont assez pauvres en oxygène (gaz incontournable pour toutes combustions). Isolation phonique et thermique. Traitée au sel de bore contre les insectes.

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

### *VII.5.4 Pour les revêtements:*

- Le pavage écologique : Les pavés filtrants offrent le style et les caractéristiques d'un pavé traditionnel, combiné à des valeurs écologiques. Les pavés filtrants se différencient des pavés traditionnels uniquement par leur structure légèrement plus poreuse. Cela permet une infiltration directe des eaux de pluies eaux travers du pavé, combinant ainsi les avantages d'un solide pouvoir autobloquant et d'une surface carrossable avec des propriétés écologiques.
- Le lambris : Le lambris constitue un revêtement de mur à la fois écologique et très décoratif. Il donne une ambiance chaleureuse à une pièce et on trouve aujourd'hui toutes sortes de couleurs et de bois. Tous les lambris ne se valent pas du point de vue écologique. Les bois les plus écologiques sont le bambou et le châtaigner. On veillera à leur provenance (bois issus de parcs en renouvellement) et à ce qu'ils ne soient pas traités avec des produits chimiques.

### **VII.6 Les isolants thermiques :**

#### *VII.6.1 Définition :*

- Isolation thermique :

Permet à la fois de réduire vos consommations d'énergie de chauffage et / ou de climatisation et d'accroître votre confort.

Mais ce n'est pas tout : l'isolation est également bénéfique pour l'environnement car, en réduisant les consommations, elle permet de préserver les ressources énergétiques et de limiter les émissions de gaz à effet de serre.

Ainsi, l'isolation thermique est intéressante en termes de protection de l'environnement, de confort et d'économies financières. Apprenez quels sont les endroits de la maison les plus importants à isoler et quelle isolation correspond le mieux à votre logement.

- Isolant thermique :

Un isolant thermique est un matériau qui permet d'empêcher la chaleur ou le froid de s'échapper d'une enceinte close. Son contraire est un conducteur thermique.

#### *VII.6.2 Les différents types des isolants thermiques :*

- Isolants minéraux
- Isolants mince
- Isolants naturels
- Isolants synthétiques
- Isolants de nouvelle génération

#### *VII.6.3 Les caractéristiques des matériaux isolants :*

- La conductivité thermique ( $\lambda$ ) :

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

C'est le flux de chaleur traversant un matériau d'un mètre d'épaisseur pour une différence de température de 1 degré entre les deux faces. Elle s'exprime en  $W/m \cdot ^\circ C$ . Elle permet de connaître le pouvoir isolant de chaque matériau. Plus elle est faible, plus le matériau sera isolant.

- La résistance thermique (R) :

Pour les parois opaques (murs, toits, planchers), la résistance thermique R d'un matériau traduit sa capacité à empêcher le passage de la chaleur, pour une épaisseur donnée. Elle permet de quantifier le pouvoir isolant des matériaux selon l'épaisseur donnée.

Une paroi est d'autant plus isolante que sa résistance thermique est élevée. Elle s'exprime selon la formule :

$R = e / \lambda$ . Où, R- résistance thermique ( $m^2 \cdot K / W$ ), e- épaisseur de l'isolant (m) et  $\lambda$ - conductivité thermique ( $W/m \cdot ^\circ C$ )

- Le coefficient de transmission surfacique (U) :

Il correspond à l'inverse de la résistance thermique R, s'exprimant en  $W/m^2 \cdot ^\circ C$ . Il représente le flux de chaleur qui passe à travers  $1m^2$  de paroi pour une différence de température de  $1^\circ C$  entre les deux environnements séparés par la paroi. Une paroi est d'autant plus isolante que son coefficient U est faible.

- La diffusivité thermique (a) :

C'est la vitesse à laquelle la chaleur se propage par conduction dans un corps. Elle s'exprime en  $m^2/heure$ . Plus la diffusivité thermique est faible, plus la chaleur mettra de temps à traverser l'épaisseur du matériau. On parle de déphasage. Par exemple, un déphasage de 10 à 12 h permet d'atténuer les différences de température entre le jour et la nuit).

- L'effusivité thermique (E) (chaleur subjective) :

Elle représente la rapidité avec laquelle la température superficielle d'un matériau augmente. Plus le coefficient E est bas, plus vite le matériau se réchauffe.

### VII.7 La protection solaire :

#### VII.7.1 Définition :

Les protections solaires sont des dispositifs appartenant à l'édifice, permet de limiter la gêne visuelle due à l'ensoleillement direct, et à limiter les gains d'énergie directe lorsque l'énergie solaire est importante<sup>20</sup>.

#### VII.7.2 Objectifs des protections solaires :

-Diminuer les surchauffes

-Gérer la lumière pour limiter l'éblouissement

<sup>20</sup>[http://audience.cerma.archi.fr/cerma/pageweb/effet/prottec\\_solaire.html](http://audience.cerma.archi.fr/cerma/pageweb/effet/prottec_solaire.html)

## CHAPITRE II :ETAT DE L'ART

- Limiter l'ensoleillement
- Supprimer l'insolation directe
- Diminuer les déperditions thermiques de la fenêtre.
- Assurer l'intimité des occupants
- Éviter la décoloration de certains matériaux traiter la façade du bâtiment

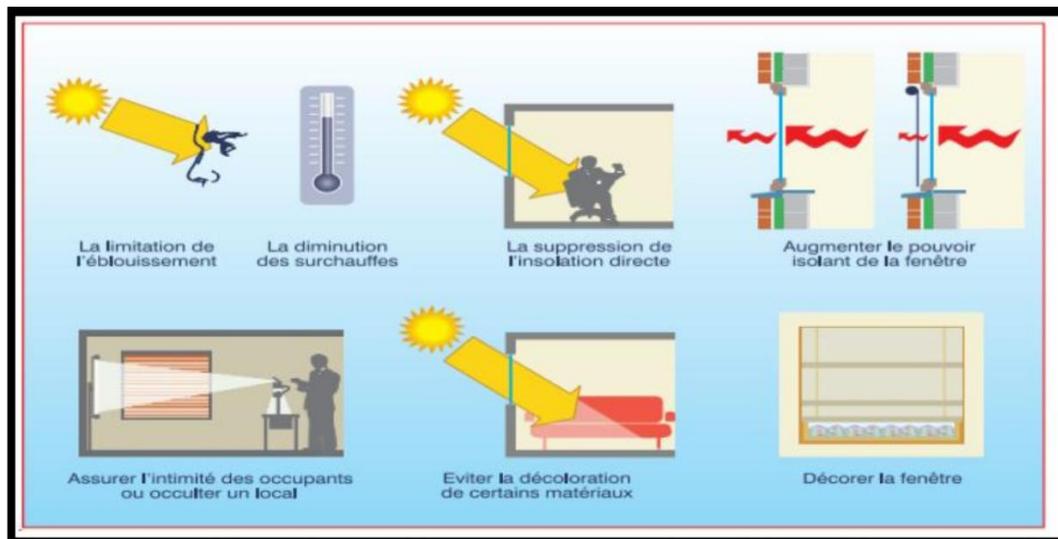


Figure VII-30 les objectifs de protection solaires ; source : (ALAIN LIEBARD et ANDRE DE HERDE : traité de l'architecture et d'urbanisme bioclimatiques)

### VII.7.3 Types des protections solaires :

On a trois types de protections solaires : Les Protections mobiles, Les Protections fixes, Les protections environnementales.

- Protection solaire mobile :

- Store à lame horizontale
- La banne à bras articulé
- Store en toile
- Store à projection
- Store vénitiens
- Jalousies



Figure VII-31 store en toile,

source : guide éclairage naturel

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

- Protection solaire fixe :
  - Les masques horizontaux
  - Les masques verticaux
  - Les masques combinant

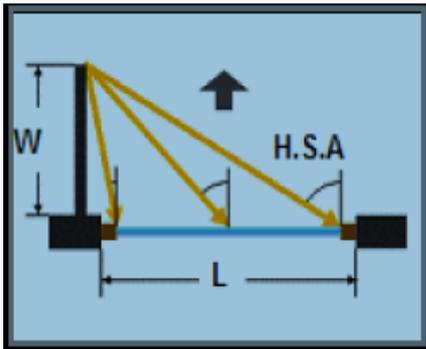


Figure VII-33 protection verticale pour une orientation est

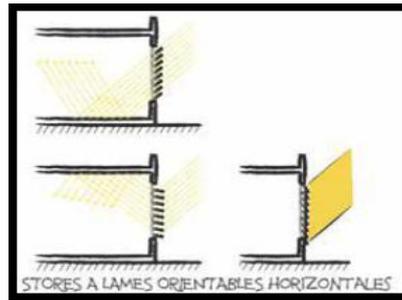


Figure VII-32 stores lames horizontal  
;source ;guide éclairage naturel 2014

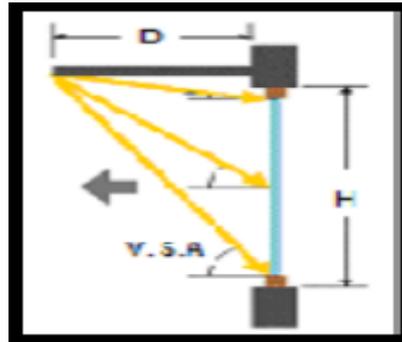


Figure VII-34 Protection horizontale pour une orientation sud

- Protection solaire végétale :
  - Persistante
  - saisonnière

### VII.8 Le vitrage<sup>21</sup>:

#### VII.8.1 Définition :

Le vitrage est un moyen simple de laisser passer le plus de lumière naturelle possible afin de réduire le recours à un éclairage artificiel durant la journée. Le vitrage joue un grand rôle dans le domaine de la construction.

#### VII.8.2 Les types de vitrage :

1. Verre de base :
  - Le simple vitrage : Il s'agit d'un verre obtenu par le procédé de fabrication «Float» est un verre plan, recuit, transparent, clair ou coloré, dont les deux faces sont planes et parallèles.
  - Le verre armé : On incorpore dans le verre, lors de la phase de fabrication, un treillis métallique destiné à maintenir les morceaux de verre en place en cas de bris mais ne participant pas à la résistance mécanique ou thermique

<sup>21</sup> Cours :NOUVEAU MATERIAU : LE VERRE DANS LE BATIMENT, Elaboré par Dr. AATTACHE AMEL (Docteur en Génie Civil – Option : Matériaux et Conception des Structures, U.S.T.O)

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

- Le verre imprimé : Le verre imprimé est obtenu par coulée continue, dont une ou les deux faces comportent des dessins réalisés en faisant passer la feuille de verre entre des rouleaux texturés au moment du laminage
- Le verre profilé : Il s'agit d'un verre recuit obtenu par coulée continue suivie d'un laminage et d'un processus de formage, le plus souvent en forme de U.

### 2. Verre transformé :

- Le verre trempé : Il s'agit d'un verre ayant subi un traitement thermique de renforcement augmentant considérablement sa résistance aux contraintes mécaniques et thermique.
- Le verre feuilleté : Il est composé de deux ou plusieurs feuilles de verre assemblées à l'aide d'un ou plusieurs films plastiques.

#### VII.8.3 Caractéristique principale de vitrage :

- Le coefficient de transmission thermique  $U_g$  :

La valeur  $U_g$ , exprimée en  $W/m^2K$ , est le coefficient de transmission thermique par conduction, par convection et par rayonnement au centre d'un vitrage .

Plus cette valeur est faible, plus l'isolation thermique du vitrage est importante et moins les besoins en chauffage sont importants.

- La transmission lumineuse TL:

La transmission lumineuse TL, exprimée en %, correspond à la quantité de lumière naturelle qui pénètre au travers d'un vitrage.

Plus cette valeur est élevée, plus l'éclairage naturel est important et moins le recours à l'éclairage artificiel est nécessaire.

- Le facteur solaire g:

Le facteur solaire g, exprimé en %, représente la transmission totale d'énergie solaire au travers d'un vitrage. Il s'agit de la somme du rayonnement transmis directement et du rayonnement absorbé qui est réémis vers l'intérieur du bâtiment. Plus ce facteur est élevé, plus les apports solaires sont importants.

#### VII.8.4 Exemple d'un cas d'étude :

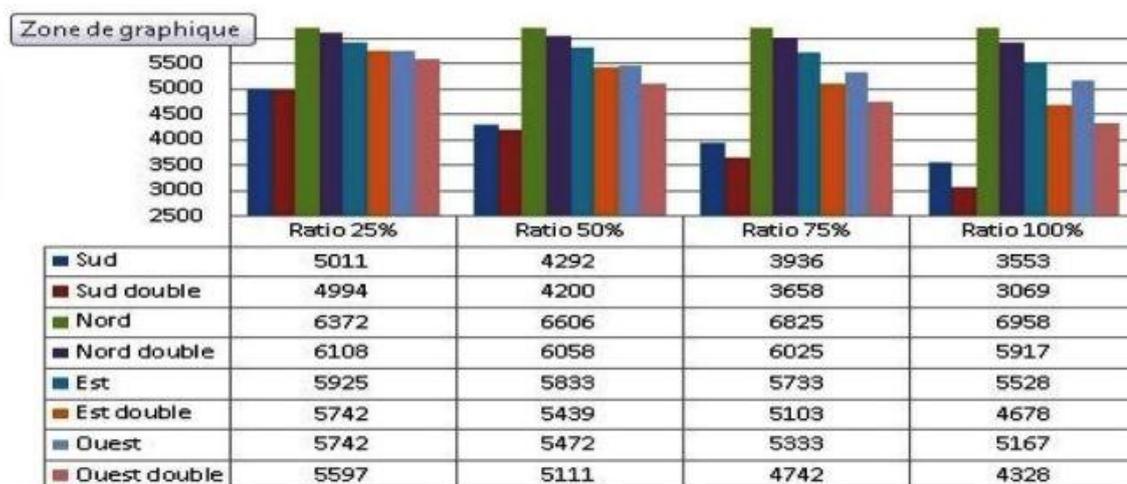
-La location: la ville de Biskra

Bloc administratif contenant six (06) bureaux avec un couloir de deux mètres .

les orientations: Sud, Nord, Est et Ouest sous un climat chaud et sec

Les paramètres variantes : Le type de vitrage

### • Comparaison de la consommation d'énergie entre le simple vitrage et le double vitrage



Gr 11: Consommation d'énergie pour le chauffage entre le simple et le double vitrage

Figure VII-35 consommation d'énergie pour le chauffage entre le simple et le double vitrage

On constate selon les graphes que la consommation d'énergie en matière de chauffage et de climatisation diminue par rapport des ouvertures du simple vitrage. Le double vitrage se caractérise par une valeur de déperdition très réduite,  $U 2.6 \text{ W/m} \cdot \text{K} 2$ .

### VII.9 Les toitures végétalisées :

#### VII.9.1 Définition :

Une toiture végétalisée, aussi appelée toiture verte, est une toiture pourvue d'un certain type de végétation. Celle-ci peut être des herbes, des épices, des plantes grasses ou un autre type de végétation.

#### VII.9.2 Types des toitures végétalisés :

##### ➤ Toiture Végétalisée Intensive

C'est là où nous avons un choix quasi illimité de plantes (gazon, plantes basses, arbustes, ...), accessible, entretien similaire à celui d'un jardin, substrat d'épaisseur importante ( $800 \text{ kg/m}^2$ ), support de pente comprise entre 2 et 10%.

##### ➤ Toiture Végétalisée Semi-Intensif

C'est là où nous avons un choix limité de plantes (gazon, plantes basses de petites tailles...), accessibilité, entretien similaire à celui d'un jardin, substrat d'épaisseur moindre ( $400 \text{ kg/m}^2$ ), support de pente comprise entre 2 et 58%

##### ➤ Toiture Végétalisée Extensive

Là nous avons la choix de plantes à végétation extensive (mousse, sedums, plantes vivaces, ...), accès inexistant ou limité, substrat d'épaisseur faible (entre  $30$  et  $100 \text{ kg/m}^2$ ), entretien réduit, support de pente comprise entre 2 et 70%, possible en rénovation

## CHAPITRE II :ETAT DE L'ART

### *VII.9.3 L'effet des Toitures Végétalisées :*

les toitures végétalisées permettent un meilleur confort thermique et acoustique. Elles protègent la couche étanche et le gros œuvre des chocs thermiques et des UV.

- En été, les plantes d'un toit vert protègent l'immeuble contre les rayons solaires et, grâce au phénomène d'évapotranspiration, peuvent atténuer les gains thermiques, ce qui contribue à rafraîchir et à réduire les besoins énergétiques en climatisation du bâtiment.
- L'hiver, l'isolation supplémentaire fournie par le substrat contribue à limiter les pertes de chaleur et à réduire les besoins énergétiques en chauffage de l'immeuble. L'ampleur des économies d'énergie dépend de la taille de l'immeuble, de son emplacement, de la profondeur du substrat de croissance et du type de plantes.
- *Protection et prolongation de la durée de vie du toit*

Les toits verts contribuent à protéger les membranes de toit contre les grands écarts de température et la dégradation par les rayons ultraviolets. La protection d'une étanchéité, dont la durée de vie est limitée à une quinzaine d'années, peut être doublée dans le cas d'une toiture végétalisée en limitant le choc thermique. Selon l'Association pour le développement et l'innovation de la végétalisation extensive des toitures (ADIVET), en été, sur une étanchéité, des températures de 60°C à 75°C sont régulièrement enregistrées alors qu'avec une végétalisation, cette température sera de 25°C à 35°C.

### VIII. Thématique spécifique

#### VIII.1 Recherche thématique :

#### VIII.2 Introduction :

Civil, politique, pédagogique, médiatique, quotidien urbain, l'architecture publique a pour mission de porter des symboles. Créant des équipements, Elle outrepassa cette fonction pour ériger des monuments, tel est son pouvoir. Elle participe du paysage des villes de la constitution de la culture telle est ses enjeux.

##### *VIII.2.1 Définition des équipements :*

- Matière essentielle de la pratique d'activité, L'équipement public est une portion d'espace constitué d'une surface occupée et/ou libre et d'un volume bâti ou se déroule des activités déterminées, Avec leur propre organisation, leur structure et leurs modalités de fonctionnements, au service de la collectivité ou animée par la collectivité<sup>22</sup>

##### *VIII.2.2 Public :*

- C'est un ensemble de la population auxquelles s'adresse une oeuvre ou une production
- Ensemble des personnes qui sont admises dans un lieu ouvert à tous ou dans un lieu privé et ne font pas partie de la personne

##### *VIII.2.3 Equipement public :*

C'est des bâtiments qui accueillent les activités hors logements et liés au logements, Ouverte à toute catégories des gens sans exception.

La population doit-elle même se détermine et définir les qualités des services qu'elle se voir offrir par ce que l'on appelle « équipement », Elle seule doit choisir, dire si l'usage doit permanent, spécialisé, polyvalent, si sa référence va à une concentration des services, à une dispersion des équipements.

##### *VIII.2.4 Les catégories des équipements :*

Ils peuvent être classé :

- Selon la nature de l'activité et la prestation de service ou de l'usage peut être actif o passif
- Selon l'emprise géographique ou l'aire de desserte « équipement à caractère national, urbain, local de quartier résidentielle de base »
- Selon ne niveau occupé dans la hiérarchie du système d'équipements
- Selon la fonction structurelle de l'espace urbain et du territoire qui leur est dévolue, c'est les équipements qui marquent les axes de l'organisation urbaine

---

<sup>22</sup> Alberto zucchelli,

## CHAPITRE II :ETAT DE L'ART

### VIII.3 Les équipements de la formation professionnelle en Algérie :

#### VIII.3.1 Définition :

- L'établissement national des équipements techniques et pédagogiques de la formation et de l'enseignement professionnels (ENEFEP) est un établissement public à caractère administratif, dont le statut est fixé par le décret exécutif n° 10-100 du 18 mars 2010. Etablissement sous tutelle du ministère de formation et de l'enseignement professionnel, il est chargé de concrétiser la politique du ministère en matière de fourniture et maintenance des équipements technique et pédagogiques au profit de plus de 1000 établissements de formation.

#### VIII.3.2 Aperçu historique :

- Issu de la restructuration de l'agence nationale des équipements techniques et pédagogiques de la formation professionnelle (ANEFP), conformément au décret n° 98-239 du 25 juillet 1998, transformant la nature juridique et modifiant la fonctionnement de l'ANEFP créée en 1986 , établissement à caractère industriel et commercial ( EPIC) en établissement à caractère administratif (EPA), il a pris et prenant la dénomination d'établissement national des équipements techniques et pédagogiques de la formation professionnelle (ENEFEP).

-Enfin, le décret n° 10-100 du 18 mars 2010 a actualisé le statut de l'établissement, tout en lui attribuant la dénomination d'établissement national des équipements techniques de la formation et de l'enseignement professionnels (ENEFEP).

### VIII.4 Analyse des exemples :

VIII.4.1 *Exemple : Santo Tomas professional institut*



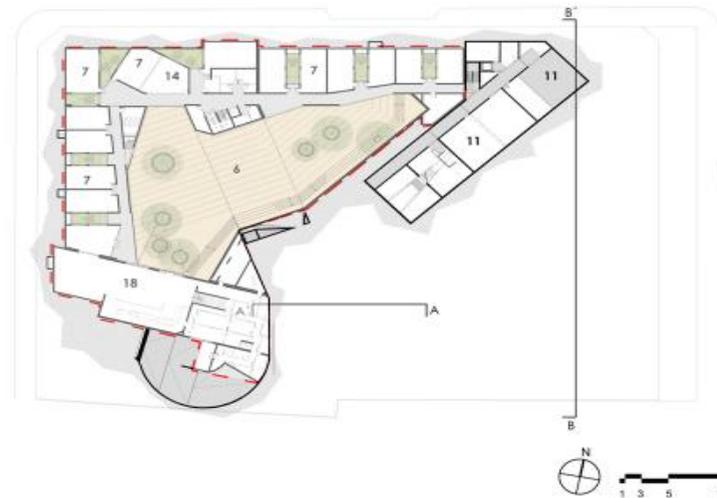
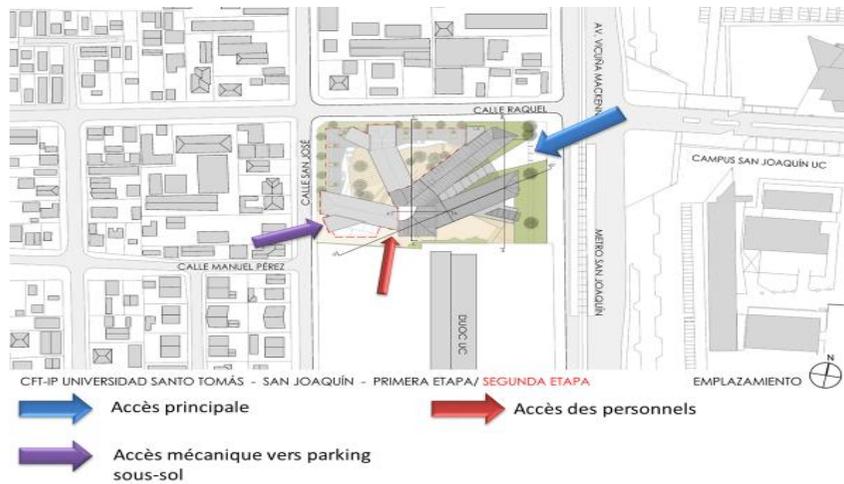
Figure VIII-1 vue exterieur du projet ; source : archdaily

Fiche technique de projet :

- ✓ Situation : San Joaquin, chile
- ✓ Surface du terrain : 9861,5 m<sup>2</sup>
- ✓ Architecte : Browne Swett architectos
- ✓ Gabarit : R+4
- ✓ Inauguration : 2013

Accessibilité:

analyse fonctionnel :



- Légende :
- 6-cour central
  - 7-classe
  - 11- salle audio visuelle
  - 14-administration
  - 18-restaurant

Figure VIII-2 plan de masse ; source : archdaily élaboré par l'auteur

# CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

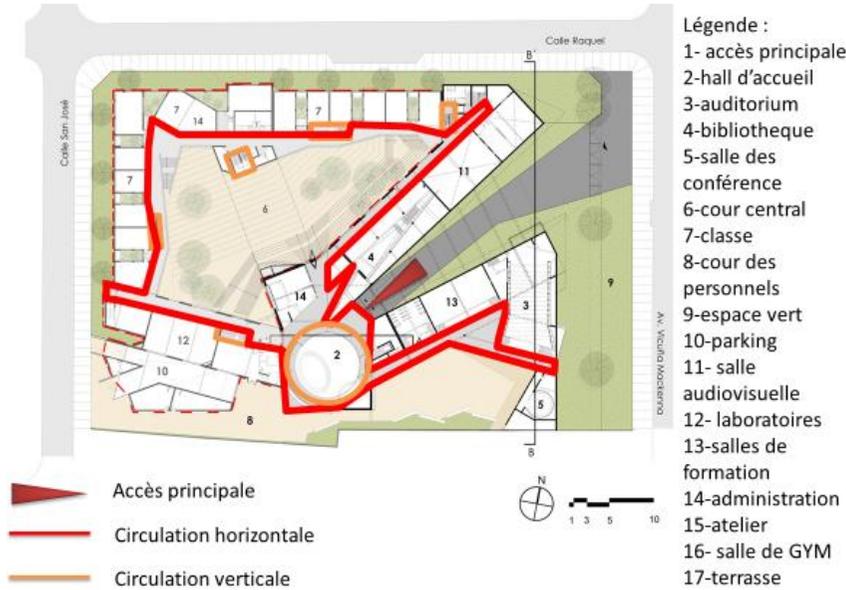


Figure VIII-3 plan RDC ;source:archdaily



Figure VIII-4 plan 1er étage



Figure VIII-5 plan 3 étage ;source :archdaily



Figure VIII-6 plan 2 étage ;source :archdaily

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

Aspect bioclimatique:

✓ La présence d'un atrium au niveau du hall central

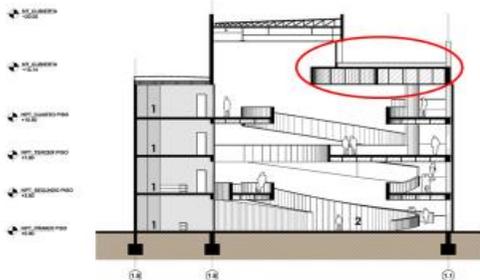


Figure VIII-7 coupe A-A montre l'atrium ; source : archdaily

✓ La présence des toiture et façades végétalisées



Figure VIII-8 vue extérieure du projet ; source : archello

✓ L'utilisation des brise soleil



Figure VIII-9 vue extérieur du projet ; source : archdaily

La présence de deux grandes cours

La forme éclatée du projet pour bénéficier le maximum d'éclairage et de ventilation

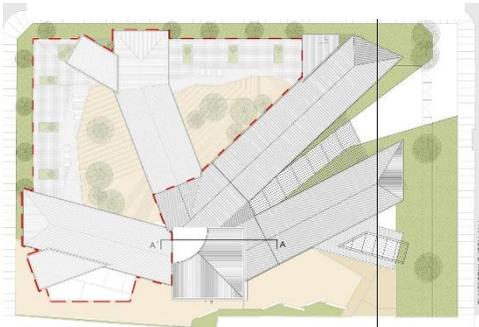


Figure VIII-11 plan de masse ; source : archdaily



Figure VIII-10 vue extérieure du projet ; source : archdaily

-Utilisation des grandes baies vitrées pour bénéficier d'éclairage naturel  
-les avant-toit pour assurer le confort visuel

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

### VIII.4.2 Université Mohammed VI Polytechnique :

#### Fiche technique :

Localisation : au cœur de la nouvelle ville verte de

Ben Guérir à 70km de Marrakech au Maroc

Surface: 300000 m<sup>2</sup>

Architecte: Ricardo Bofill

L'année: 2011

#### Analyse fonctionnel :

-Les étudiants bénéficieront d'un cadre de vie alliant les exigences de mixité, de confort urbain et de respect de l'environnement.

-Le plan de l'université favorise la circulation piétonnière, les cours, les jardins et les chemins semi-couverts, sert les étudiants et les enseignants, favorisant ainsi un échange intellectuel et social, renforçant le sens de la communauté.



Figure VIII-12 vues extérieures du projet ( source: archidaily )

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

le campus est divisé en deux parties principales. La première partie identifie: l'école de gestion industrielle (EMINES), des résidences pour étudiants (650 chambres), des installations sportives et un espace de stationnement. La deuxième partie identifie: le Centre de recherches minières et géologiques, un centre de congrès, un restaurant et un club-house, deux groupes résidentiels pour 325 étudiants, des installations sportives et un parking. On identifie cinq centres de recherche et d'enseignement situés de part et d'autre de l'axe principal, d'autres services tels qu'un restaurant, un espace dédié aux enseignants, un centre pour étudiants, un centre de médicaments et autres services d'enseignement situés au sud du campus. L'usine facilite une circulation verte le long des deux rues principales, tandis que l'usage privé de voitures n'est autorisé que dans les boulevards périphériques Mohammed VI, Boulevard A et Boulevard B, avec accès aux zones de stationnement.

### Analyse de la forme :

Le plan est un carré dont les sommets sont orientés vers les points cardinaux, où les côtés Nord-Ouest et Sud-Est sont clairement identifiés par la bande des blocs résidentiels, des bâtiments indépendants avec cour et plan carré, en ligne avec la géométrie principale.

-Accent sur la géométrie du carré, travaille à travers toutes les variations du patio pour bénéficier d'un maximum d'ouvertures qui donnent à l'extérieur par conséquent un maximum de lumière et air naturels

-le campus dispose d'une place centrale et d'une passerelle piétonne qui va d'un bout à l'autre. Ses couleurs évoquent les villes du désert. Il est planté d'oliviers, de cyprès et de palmiers, les arbres emblématiques du Maroc. Mais il a aussi une pergola du genre unique pour bénéficier d'un espace ombré au sein de l'université.



Figure VIII-13 vues extérieures du projet ( source: archidaily )

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

- La réalisation d'algorithmes, à travers l'acier et le verre, que seuls les logiciels informatiques pouvaient maîtriser.
- Le design urbain et le style architectural des villes marocaines, et notamment les villes de la région de Benguerir, sont la véritable source d'inspiration du projet

La riche tradition architecturale des villes marocaines comme Fès, Meknès, Rabat et Marrakech, et les ksour (terme arabe pour « château ») du Sud Atlas, révèlent leur histoire, leur culture et les capacités locales à s'adapter aux conditions climatiques spécifiques tout en alliant avec la modernité.

### Analyse des façades :

- En étudiant la grille des ouvertures des façades intérieures et extérieures du campus, on remarque l'accent sur la géométrie du carré (et parfois le cercle),

la répétition des formes carrées et rectangulaires des brise-soleil, des fenêtres et des grandes baies vitrées, ainsi que dans les vides du périmètre mural.

- Une interprétation, de mémoire postmoderne, de l'élément décoratif et de masquage de la tradition marocaine. Ainsi, les couvertures des places, des structures métalliques légères avec des panneaux photovoltaïques, sont un insert occidental dans les blocs du complexe qui s'inspire du "ksour" (en arabe, "château").

- La couleur rouge, inspirée par la terre crue typique de la tradition locale en matière de construction et par le sable du désert, jusqu'aux ouvertures rythmées.

- des petites ouvertures pour protéger du rayonnement solaire intense et de favoriser la ventilation naturelle des cours et de l'intérieur des constructions.

### Analyse spatiale :

- Le plan est une grille à mailles serrées de bâtiments à développement linéaire parallèle à l'axe, qui s'alternent à des zones très vertes ayant pour but spécifique de permettre des moments de détente. Les instituts et les salles de cours se trouvent quant à eux le long de l'Avenue Mohammed VI, selon un schéma par blocs individuels caractérisés par une structure avec cour.



Figure VIII-14 vues extérieures du projet ( source: archidaily )

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

-Vers le centre du campus se trouvent deux grandes zones linéaires occupées par des jardins, où ont été construites d'un côté les structures pour le sport, tandis que de l'autre côté, un espace entièrement vert a été prévu, conçu pour favoriser l'interaction entre la communauté des étudiants et celle des enseignants, ou, dans le futur, pour la conception de jardins potagers et de petits élevages.

### VIII.4.3 centre de formation national affroun:

#### 1. Fiche technique de projet :

- ✓ Situation : Affroun, Blida, Algérie
- ✓ Surface du terrain : 20.480,10 m<sup>2</sup>
- ✓ Architecte : AB(ARCHI.BAT)
- ✓ Gabarit : R+6

Accessibilité :



Figure VIII-15 vue 3d de projet



- ➡ Accès principale
- ➡ Accès secondaire mécanique
- ➡ Accès secondaire piéton

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

Analyse fonctionnelle :

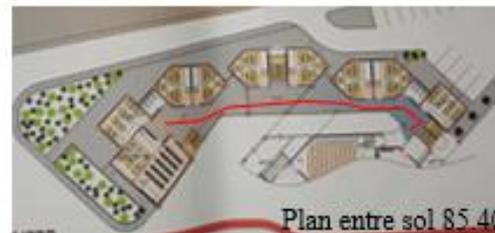


- Circulation verticale
- Circulation horizontale

Figure VIII-16 acces vers projet



Plan entre sol 82.00



Plan entre sol 85.40

- 1- Salle de cours
- 2- Salles pour informatique
- 3- Salles des travaux d'ateliers
- 4- Laboratoires
- 5- Bureau
- 6-accueil
- 7-attente
- 8-bloc de sanitaire
- 9- Atelier d'entretien véhicules
- 10- Atelier de maintenance
- 11-cafeteria
- 12- Magasin de stockage
- 13- Salle de tirage
- 14- Salle d'inetrent
- 15- Salle des professeurs
- 16- Amphithéâtre

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART



Plan de 1<sup>er</sup> étage



Plan de 2ème étage



Plan de 3ème étage

- 1- Salle de cours
- 2- Salles pour informatique
- 3- Salles de lecture
- 4- Laboratoires
- 5- Bureau
- 6- prêt
- 7- archive
- 8- bloc de sanitaire
- 9- salle de réunion
- 10- salle d'attente

### Analyse formelle :

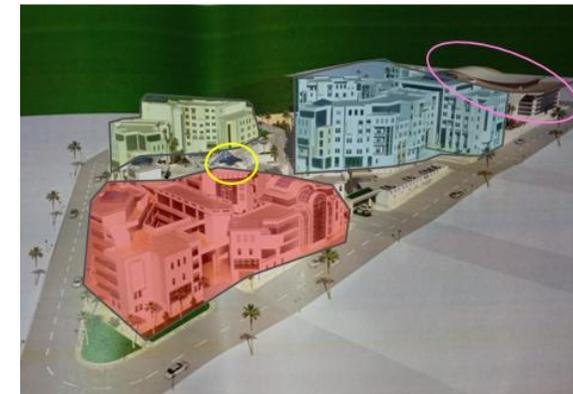
Cinq volumes fonctionnant d'une manière anti-perspective (On ne peut avoir une vision globale du projet d'un même endroit). créer entre eux un amphithéâtre (un seul niveau).

Un bloc (amphithéâtre) au milieu de projet.

La forme architecture :

Chaque bloc représente une fonction (séparation des blocs).

Bloc de didactique : il rassemble le bloc pédagogique et bloc d'administratif (R+3)



## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

Bloc d'hébergements de 200 chambres individuelles. (R+6).

Bloc d'hébergement de 400 chambres doubles. (R+6).

Salle de sport avec un parking au sous-sol

(Un seul niveau).

### Les aspects bioclimatique :

La présence des cours et l'esplanade et les patios et les cheminés, les grandes baies vitrées pour gagner maximum de l'éclairage et la ventilation naturelle.



## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

- L'utilisation des matériaux durables et écologique 'verre ,acier, bois
- Protection solaire par L'utilisation des brise soleil et moucharabieh

La présence des espaces verres pour un climat fraîche en été et pour un barrière pour les vents en hiver



### **IX. Conclusion :**

Après avoir abordé ce chapitre qui concerne l'état de connaissances, dans le but de collecter un maximum d'information sur thématique environnementale et spécifique. Ainsi, l'application des résultats de ses recherches dans notre projet, cela pour créer un institut de formation professionnelle qui répond aux contraintes climatiques au sein de la ville saharienne 'Hassi Messaoud', on minimisant la consommation énergétique.

# Chapitre III : élaboration du projet

# CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

## I. Introduction :

Afin de la réussite du projet, et après avoir recueillir toutes les informations concernant notre thème d'étude, il faut bien analyser et connaître l'environnement immédiat de notre site d'intervention afin de bénéficier de ses potentialités et de trouver des solutions aux problèmes posés, ainsi on va élaborer la genèse fonctionnelle et formel du projet.

## II. Présentation de site d'intervention :

### II.1 Situation de l'aire d'étude :

#### II.1.1 A l'échelle de territoire :

La ville nouvelle située sur le territoire de la commune de Hassi Messaoud dans la Wilaya de Ouargla dans le Sud Est du pays.

#### II.1.2 A l'échelle de la ville :

Hassi Messaoud est une commune algérienne de la wilaya d'Ouargla, située à 86 km au sud-est d'Ouargla ; à 172 km au sud de Touggourt et à 800 km au sud-est de la capitale Alger. Elle est limitée :

- ✓ Au Nord-Ouest par les communes de M'Nagueur, Rouisset, Ain Beida, Hassi Ben Abdallah.
- ✓ Au Nord-Est par la commune de Taibet.
- ✓ A l'Est par la Daïra d'ElBorma.
- ✓ Au Sud par la wilaya d'Illizi.
- ✓ Au Sud-Ouest par la wilaya de Tamanrasset.
- ✓ A l'Ouest par la wilaya de Ghardaïa.

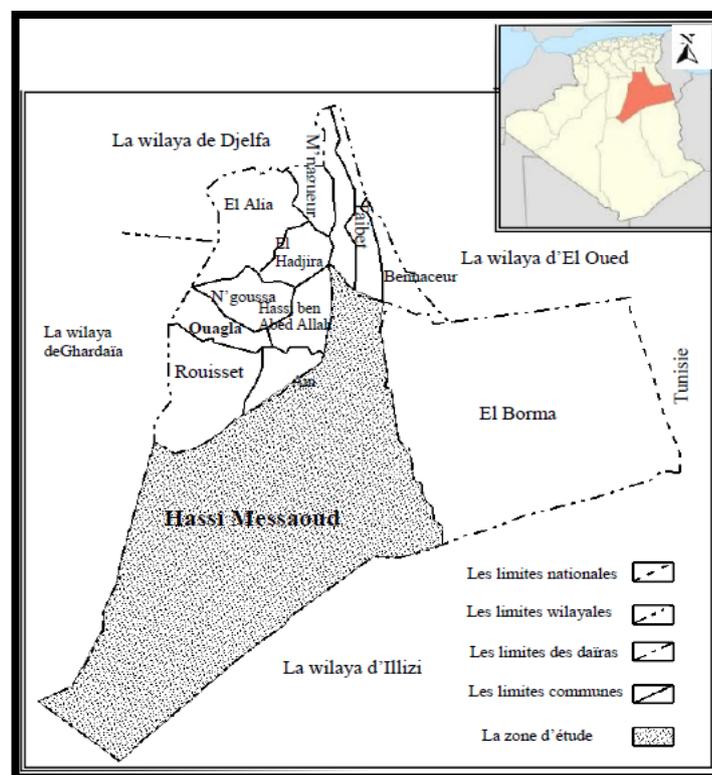


Figure II-1 la carte de situation de la ville de hassimessaoud

( source : google photo )

# CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

## II.1.3 Situation de la ville nouvelle de Hassi Messaoud :

La ville nouvelle de Hassi Messaoud, dimensionnée pour accueillir une population de 80.000 habitants, est située dans la région d'Oued El Meraa à équidistance de 80km de Ouargla, de Touggourt et de l'actuelle ville de Hassi Messaoud.



Figure II-2 situation de la nouvelle ville de Hassi Messaoud

### ✓ Accessibilité de la ville nouvelle :

(source groupement dongmyeong )

La ville nouvelle de Hassi Messaoud est accessible par la route nationale n°03 du côté est qui arrive de Touggourt et mène vers la ville actuelle de Hassi Messaoud.



Figure II-3 accessibilité de la nouvelle ville de Hassi Messaoud (source groupement dongmyeong )

## II.1.4 A l'échelle du quartier :

Le site se trouve au quartier 1 de la ville entre une voie principale de 30m et deux voies secondaires de 22m et 20m, une voie tertiaire de 15m.

### ✓ L'accessibilité :

L'accessibilité au site est assurée au nord et par une voie principale(V1), au sud par une voie principale(V1) et une voie tertiaire(V9), à l'Est par une voie secondaire(V5), à l'ouest par deux voies secondaires (V4+V5).

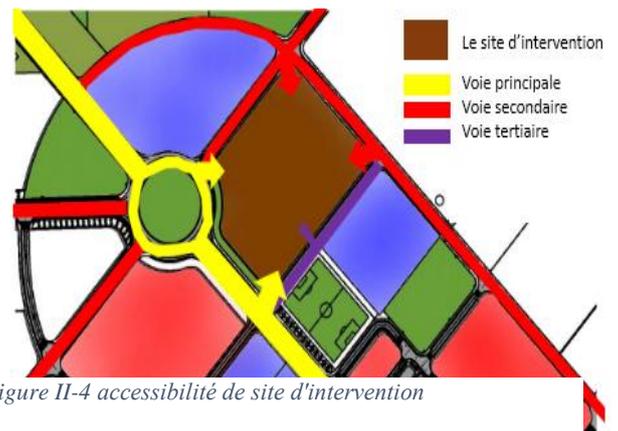


Figure II-4 accessibilité de site d'intervention

(source groupement Dongmyeong ; élaborer par l'auteur )

## II.2 Données de l'environnement naturel :

### II.2.1 forme, surface et dimension du terrain :

La forme de notre terrain est irrégulière, avec une surface totale de 32936.27.27m<sup>2</sup>

# CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

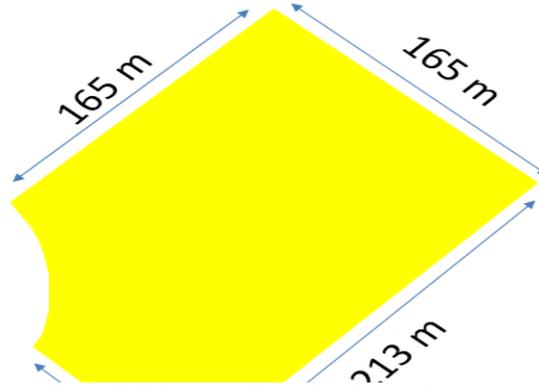


Figure II-5 forme et dimension de terrain (source : élaborer par l'auteur)

## II.2.2 Topographie

de terrain :



Figure II-7 coupes est-ouest

(source : google earth)



Figure II-6 coupes nord-sud (source : google earth)

le terrain est plat « pente 0% »

## II.2.3 Couverture végétale :

Dans le quartier 1 où se trouve notre site d'intervention on a la présence des parcs et les espaces verts avec plusieurs types de végétation la plus résistante aux conditions climatiques de la région saharienne :

## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

Eucalyptus –Tamaris- Acacias- Casuarinas-Parkinsonias- Cyprès- Oliviers- Pins d'Alep et Caroubiers etc.



Figure II-8 couverture végétale

### II.2.4 L'ombrage :

Le site est ensoleillé durant toute l'année.

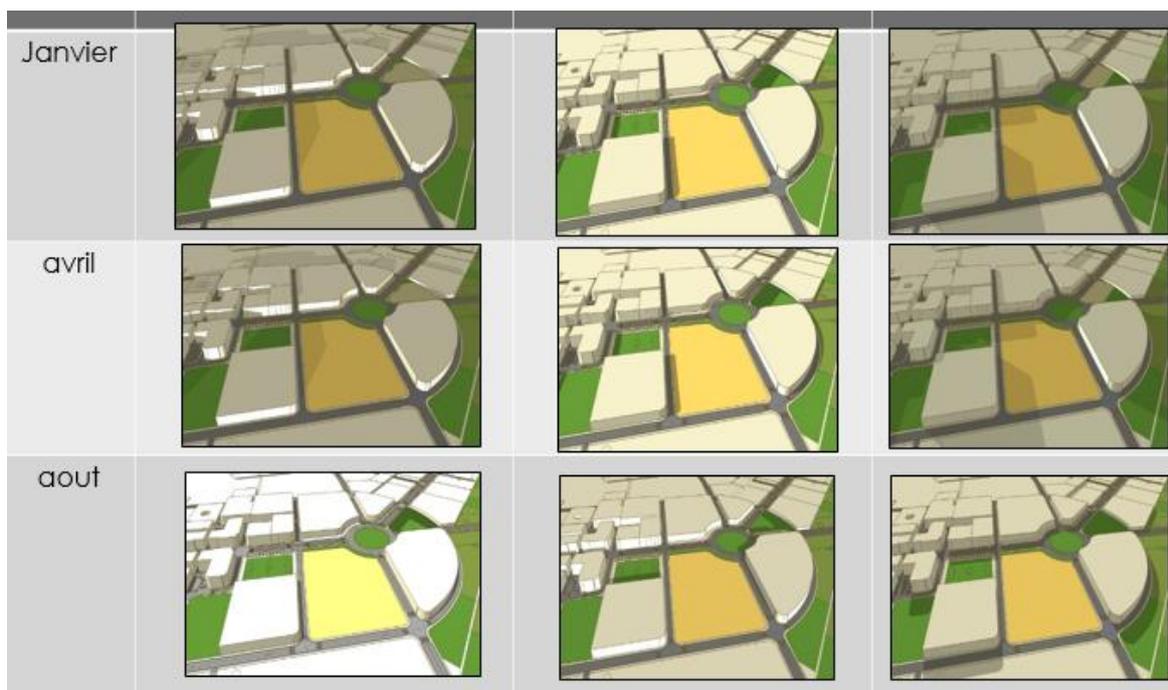


Figure II-9 tableau d'ombrage (source : auteur)

### II.3 L'environnement construit :

#### II.3.1 Système viaire :

Le système viaire est radioconcentrique, traversé par des axes structurants, le mettant en relation avec le système routier inter urbain. C'est un réseau bien hiérarchisé tel qu'on voit sur la carte.

# CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

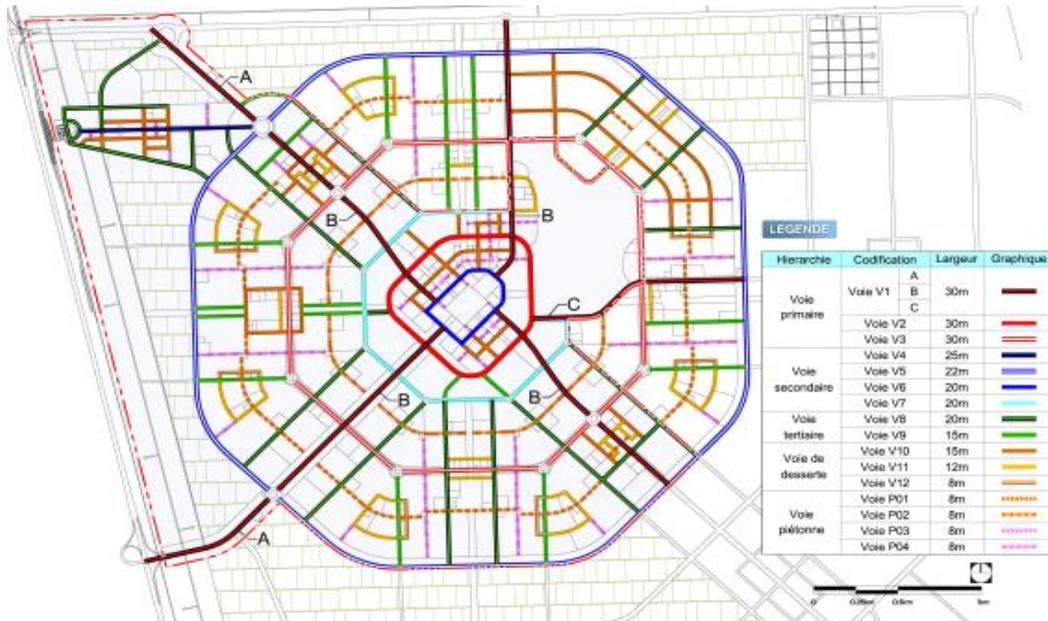


Figure II-10 plan de système viaire de la nouvelle ville Hassi Messaoud ( source:groupement Dongmyeong )

### II.3.2 Système bâti :

Le site est entouré par des équipements publics et des habitats semi collectif ; les gabarits sont variés entre rdc et R+2

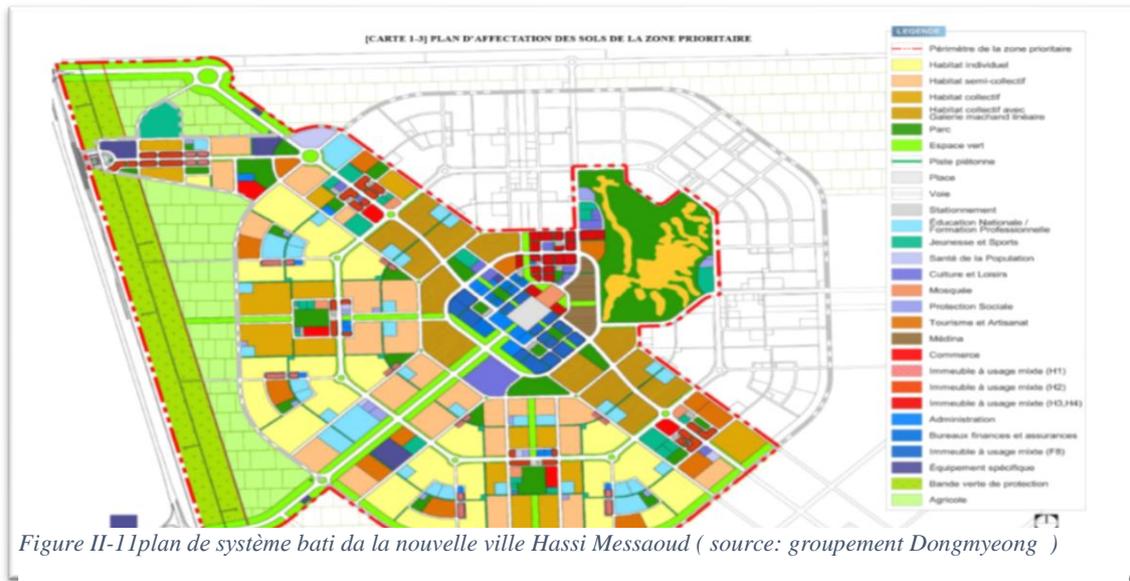


Figure II-11 plan de système bâti de la nouvelle ville Hassi Messaoud ( source: groupement Dongmyeong )

# CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

## III. L'analyse bioclimatique de la ville de Hassi Messaoud :

### III.1 Les données climatiques de la ville :

À Hassi Messaoud, les étés sont caniculaires, aride et dégagé et les hivers sont frais, sec et dégagé dans l'ensemble. Au cours de l'année, la température varie généralement de 5 °C à 42 °C et est rarement inférieure à 1 °C ou supérieure à 46 °C.

En fonction du score de plage/piscine, les meilleurs moments de l'année pour visiter Hassi Messaoud pour les activités estivales sont de mi-avril à début juin et de mi-septembre à fin octobre.

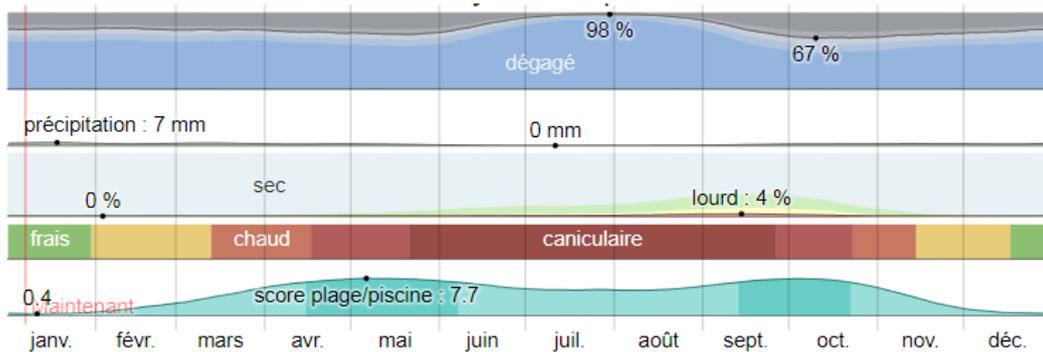


Figure III-1 diagramme d'analyse climatique

(« Weather Spark » 2021)

#### III.1.1 La température :

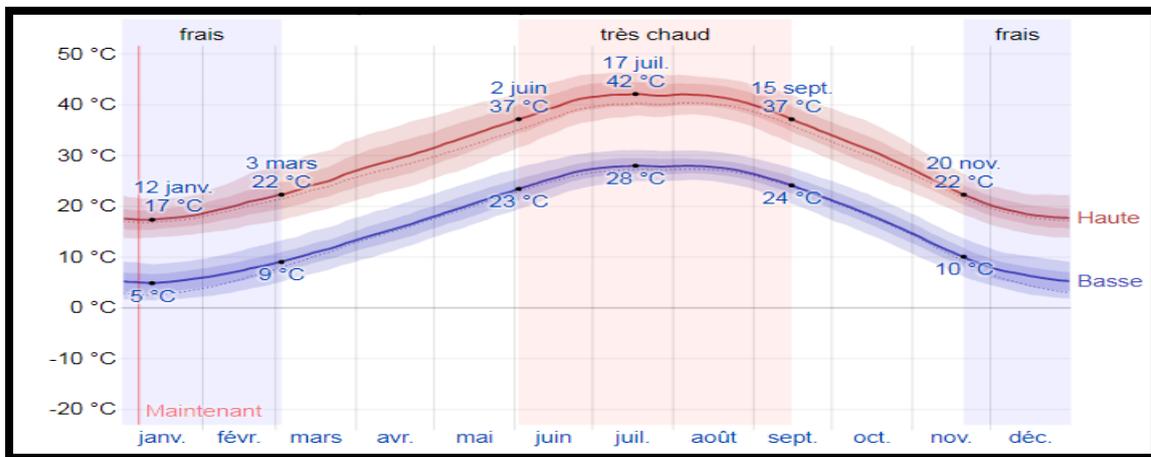


Figure III-2 diagramme de température moyenne maximale et minimale

(« Weather Spark » 2021)

La saison très chaude dure 3,4 mois, du 2 juin au 15 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 37 °C. Le jour le plus chaud de l'année est le 17 juillet, avec une température moyenne maximale de 42 °C et minimale de 28 °C.

## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

La saison fraîche dure 3,5 mois, du 20 novembre au 3 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 22 °C. Le jour le plus froid de l'année est le 12 janvier, avec une température moyenne minimale de 5 °C et maximale de 17 °C

(CLIMATE CONSULTATE (version 6.0) 2021)

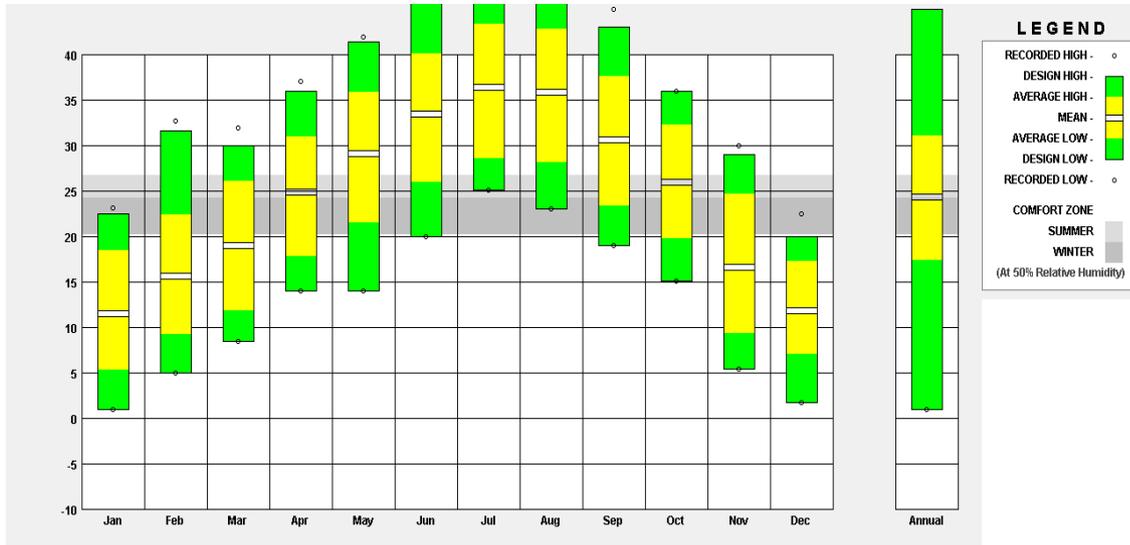


Figure III-3 diagramme de température

A travers le diagramme de logiciel « climate consultate » on constate que :

- la température de confort dans la période estivale est entre 24 et 26 °C
- Et dans la période d'hiver est entre 20 et 24 °C

### III.1.1 Précipitations :

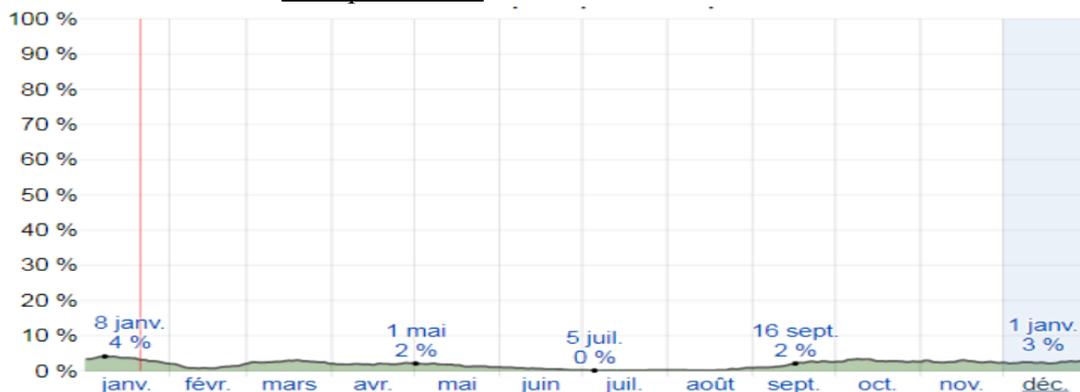


Figure III-4 diagramme de précipitations

(« Weather Spark » 2021)

Hassi Messaoud connaît une variation saisonnière minimale en termes de fréquence des jours de précipitation (c'est-à-dire les jours connaissant une précipitation d'eau ou mesurée en eau supérieure à 1 millimètre). La fréquence varie de 0 % à 4 %, avec une valeur moyenne de 2%.

## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

Pour les jours de précipitation, nous distinguons les jours avec pluie seulement, neige seulement ou un mélange des deux. En fonction de ce classement, la forme de précipitation la plus courante au cours de l'année est de la pluie seulement, avec une probabilité culminant à 4 % le 8 janvier.

### III.1.2 *Pluviométrie*

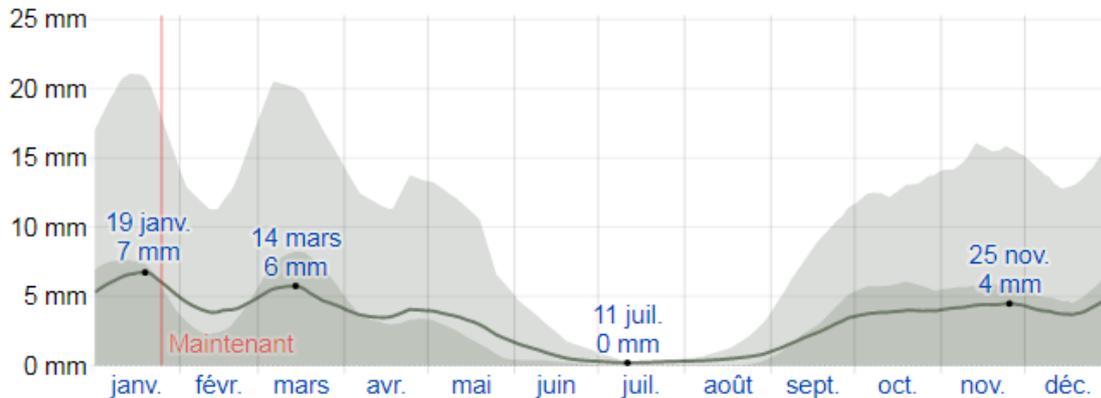


Figure III-5 diagramme de Pluviométrie mensuelle moyenne

(« Weather Spark » 2021)

Pour montrer la variation au cours du mois et pas seulement le total mensuel, nous montrons l'accumulation de pluie au cours d'une période glissante de 31 jours centrée sur chaque jour.

La pluviométrie moyenne sur une période glissante de 31 jours en novembre à Hassi Messaoud est principalement constante, se maintenant à environ 4 millimètres et rarement supérieure à 16 millimètres ou inférieure à -0 millimètre

### III.1.3 *Humidité*

Nous estimons le niveau de confort selon l'humidité sur le point de rosée, car il détermine si la transpiration s'évaporera de la peau, causant ainsi un rafraîchissement de l'organisme. Les points de rosée plus bas sont ressentis comme un environnement plus sec et les points de rosée plus haut comme un environnement plus humide. Contrairement à la température, qui varie généralement considérablement entre le jour et la nuit, les points de rosée varient plus lentement. Ainsi, bien que la température puisse chuter la nuit, une journée lourde est généralement suivie d'une nuit lourde.

La probabilité qu'un jour donné soit lourd à Hassi Messaoud est principalement constante en novembre, se maintenant autour de 0 %.

Pour référence, le 10 septembre, le jour le plus lourd de l'année, le climat est lourd 4 % du temps, tandis que le 1 janvier, le jour le moins lourd de l'année, le climat est lourd 0 % du temps.

# CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

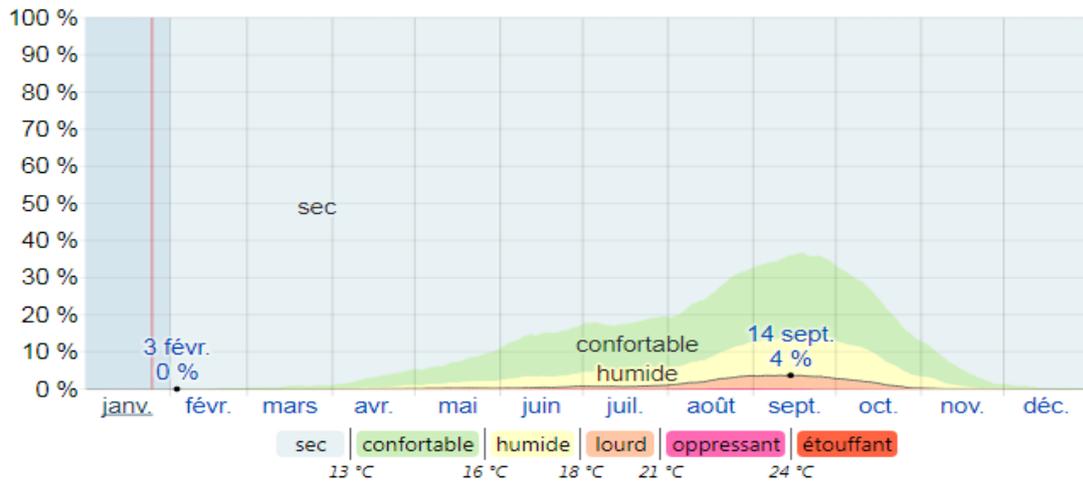


Figure III-6 diagramme de niveaux de confort selon l'humidité

(« Weather Spark » 2021)

## III.1.4 Direction et vitesse des vents :

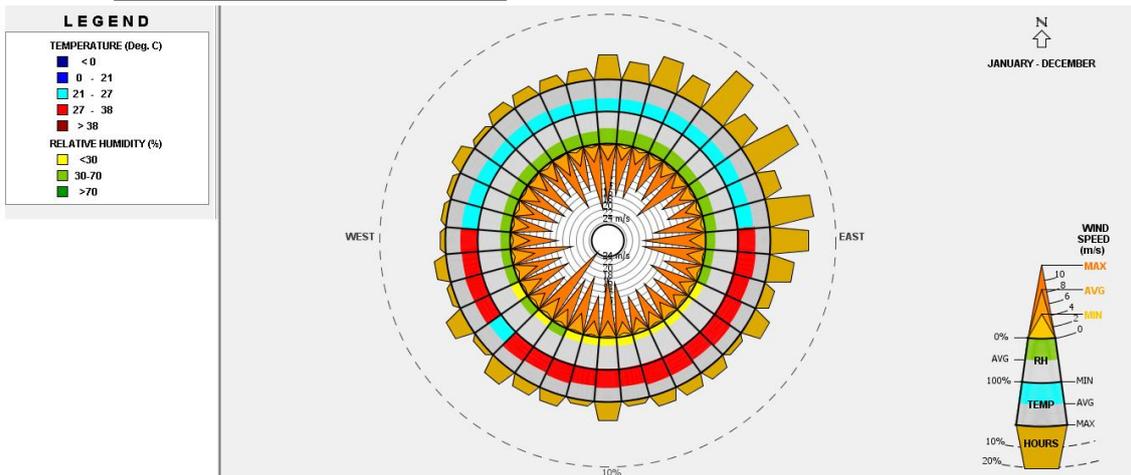


Figure III-7 La rose des vents

(CLIMATE CONSULTATE (version 6.0) 2021)

Les vents qui prédominent la ville de Hassi Messaoud sont :

- Des vents du nord-est et l'est, ce sont des vents humides « de 30 % à 70 % » et pratiquement froids « de 21 °C à 27 °C », avec une vitesse maximale de 24 m/s ; avec une fréquence de moins de 10 % par an
- Des vents du sud, ce sont secs, et chauds « de 27 °C à 38 °C »

## III.2 Les conditions de confort intérieur :

### III.2.1 Application de la gamme de confort thermique de « DEAR »

Définitions :

## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

Le confort adaptatif est un modèle de confort thermique. Il vise à proposer un contrôle moins strict des températures au sein d'un bâtiment, incitant l'utilisateur à participer de manière active à son confort. Ce contrôle réduit trouve son utilité par l'absence de climatisation centralisée, qui régule avec précision la température des bâtiments équipés.

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAY	JUIN	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
<b>T moy</b>	16	17	19	22	26	31	35	35	31	27	21	17
<b>Tc min</b>	20.26	20.57	21.19	22.12	23.36	24.91	26.15	26.15	24.91	23.67	21.81	20.57
<b>Tc moy</b>	22.76	23.07	23.69	24.62	25.86	27.41	28.65	28.65	27.41	26.17	24.31	23.07
<b>Tc max</b>	25.26	25.57	26.19	27.12	28.36	29.91	31.15	31.15	29.91	28.67	26.81	25.57

Tableau III-1 La température de confort adaptative de la ville de Hassi Messaoud

Source : auteur

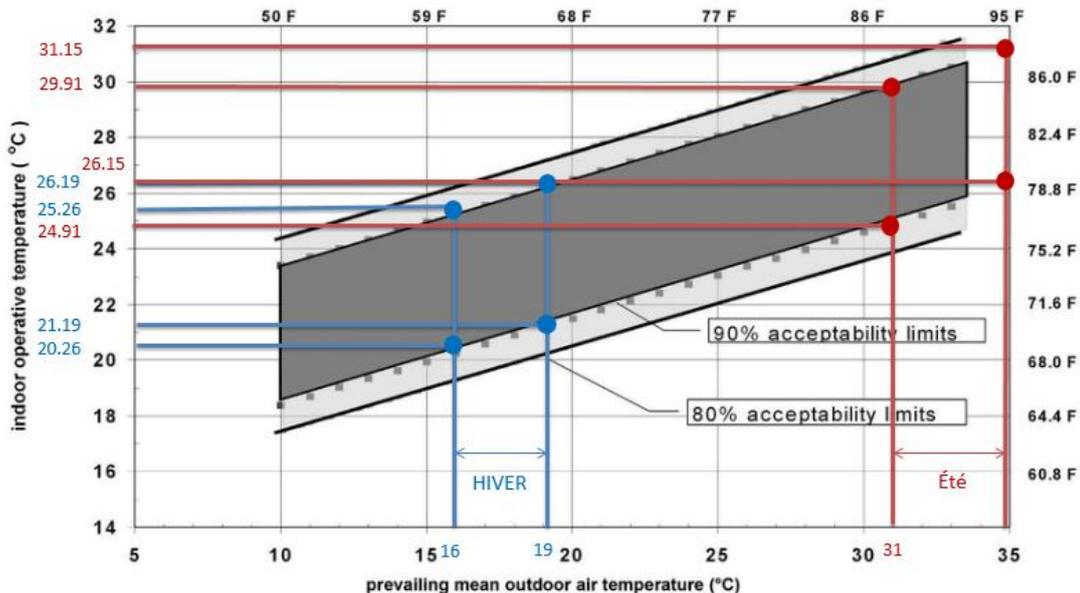


Tableau III-2 gamme de confort adaptatif dans la région de Hassi Messaoud (source : ASHARAE standard 55-2004. Adapté par l'auteur.)

### III.2.2 Les tables de Mahoney :

#### ➤ Définition :

Les tables de Mahoney sont une série de tables de référence d'architecture utilisées comme guide pour obtenir des bâtiments au design adapté aux conditions climatiques. Elles tirent leur nom de l'architecte Carl Mahoney qui les a créées avec John Martin Evans et Otto Königsberger. Elles ont été publiées pour la première fois en 1969 par le département des affaires économiques et sociales des Nations Unies.

#### ➤ Méthodologie :

## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

Les tables utilisent des données climatiques faciles à obtenir et des calculs simples aboutissent aux lignes directrices. Ainsi elles ne donnent que des indications qualitatives mais évitent la complexité de modélisations telles que la simulation thermique dynamique.

### Les tables de diagnostic :

Il y a six tables. Quatre sont utilisées pour entrer les données climatiques :

1. Températures : moyennes mensuelles des températures maximales et minimales ;
2. Humidité, précipitations et vent ;
3. Comparaison des limites de confort et du climat ;
4. Indicateurs : par combinaison des données des tables précédentes, classification de l'humidité ou de l'aridité pour chaque mois.

Les deux autres tables indiquent les recommandations architecturales à respecter telles que l'orientation du bâtiment, la position, la dimension ou l'exposition des ouvertures.

### ➤ Les recommandations du tableau de Mahoney :

Dispositions	Recommandations
Dimensions des ouvertures	Petites ouvertures 15,25 % de la surface totale de la façade
Position des ouvertures	Ouvertures au N et au S à hauteur d'homme, du côté du vent et en ajoutant des ouvertures, au niveau des murs intérieurs
Protection des ouvertures	Exclure le rayonnement direct
Murs et planchers	Légers : faible capacité thermique
Toitures	Lourds : déphasage au-delà de 8 heures
Traitement des surfaces extérieures	Espaces extérieurs nécessaires pour dormir
Plan	Organisation d'une cour intérieure compacte
Espacement	Conception compacte
Mouvement de l'air	Pas de mouvement de l'air
Ouvertures	Ouvertures très petites, 10-20%
Murs	Murs extérieurs et intérieurs lourds
Terrasse (outdoor sleeping)	Espaces extérieurs nécessaires pour dormir

Table III-1 recommandations du tableau de Mahoney

### III.2.3 Diagram de psychométrie :

L'analyse des résultats de simulation faite par le logiciel « climate consultante » montre que la période de confort thermique ne représente que 19,8 % des heures de l'année

# CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

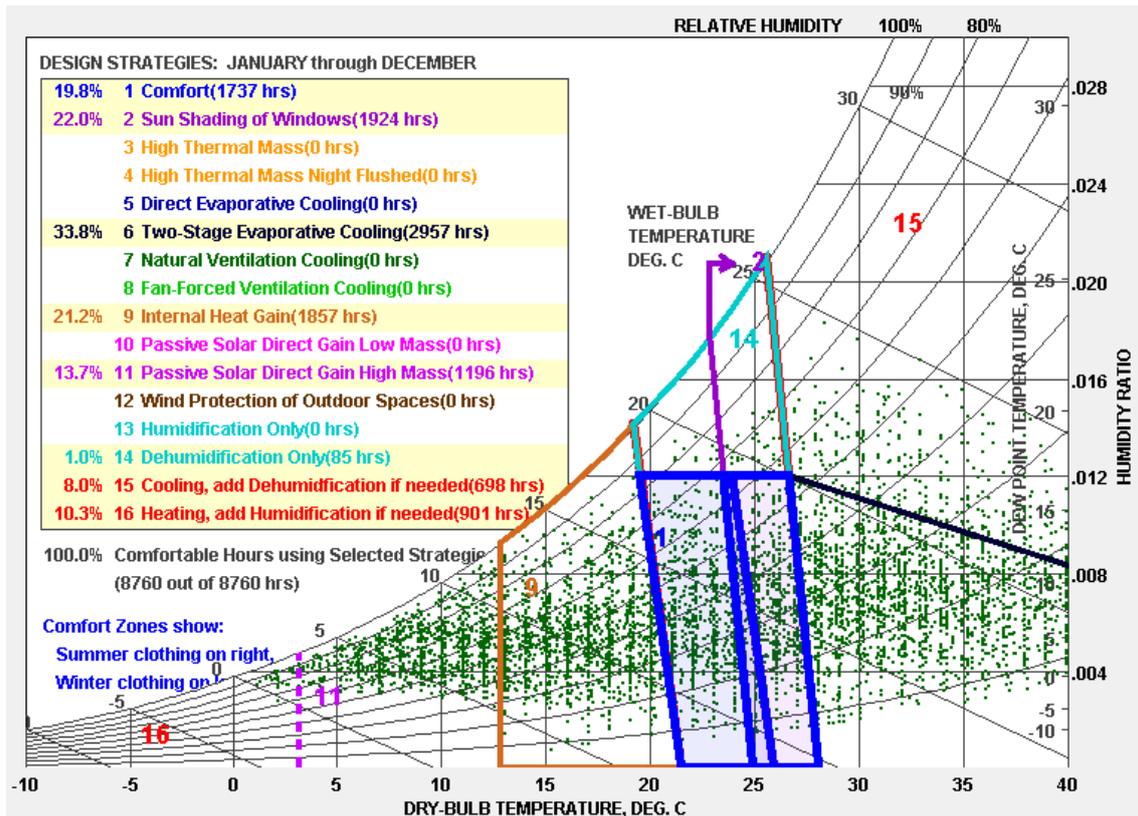


Figure III-8 Diagramme de Givoni

Source : (CLIMATE CONSULTATE (version 6.0) 2021)

### III.2.4 Interprétation :

- La zone de sous-chauffe :

Elle s'étale de mois de décembre au mois d'avril, elle est définie par une température froide entre 0°C et 20°C

- La zone de surchauffe :

S'étale entre la fin d'avril et le mois de septembre, avec une température maximale qui dépasse 45°C.

- La zone de confort :

Correspond au mois d'octobre et novembre, représente que 19,8 % heures de l'année.

### III.2.5 Les stratégies de conception :

- Prévoir des protections solaires pour les fenêtres.
- Refroidissement par évaporation
- Les gains de chaleur interne.
- Masse élevée à gain direct solaire passif.
- Climatisation.
- Chauffage.

# CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

## III.2.6 Schéma de synthés :

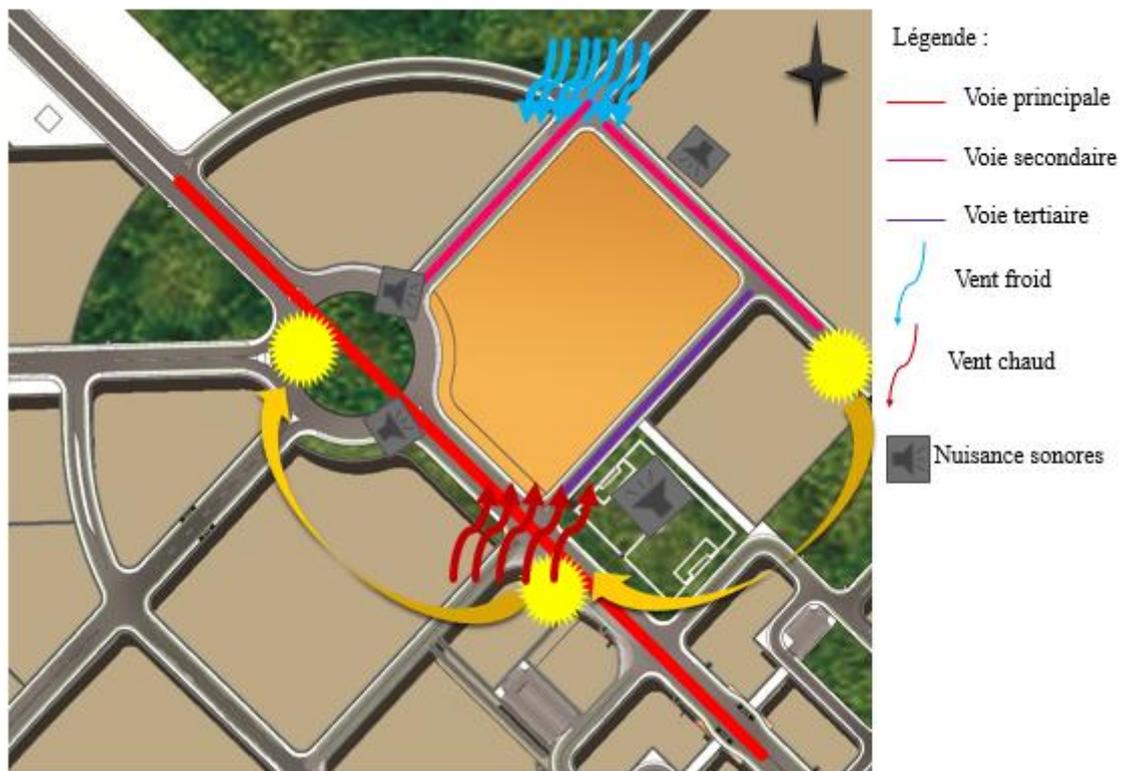


Figure III-9 synthés des données naturel (source : auteur )

## IV. Les étapes de réalisations de plan d'aménagement :

### ➤ Etape 01 :

Matérialisation de l'axe de continuité visuelle de l'entrée de la ville « la gare ferroviaire » vers le centre de projet ,

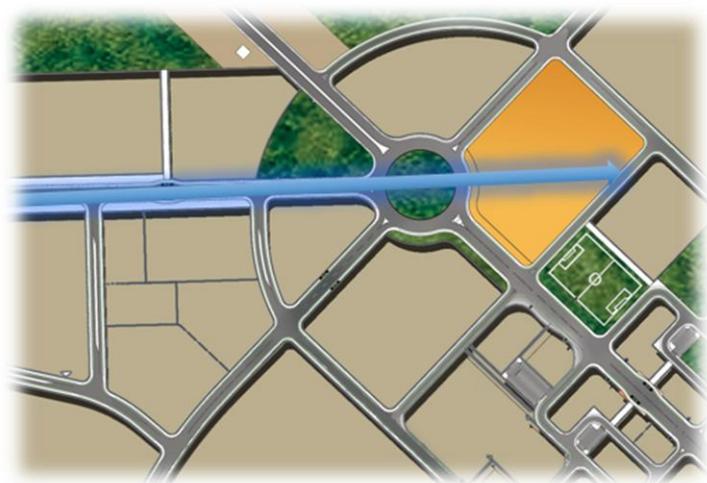


Figure IV-1 étape 1 de plan d'aménagement (source : auteur )

## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

### ➤ Etape 02 :

La création d'un deuxième axe parallèle à la voie secondaire "V5"

Qui représente un parcours piéton vers le centre de projet, et une entrée mécanique et piétonne sur la voie tertiaire "V8"

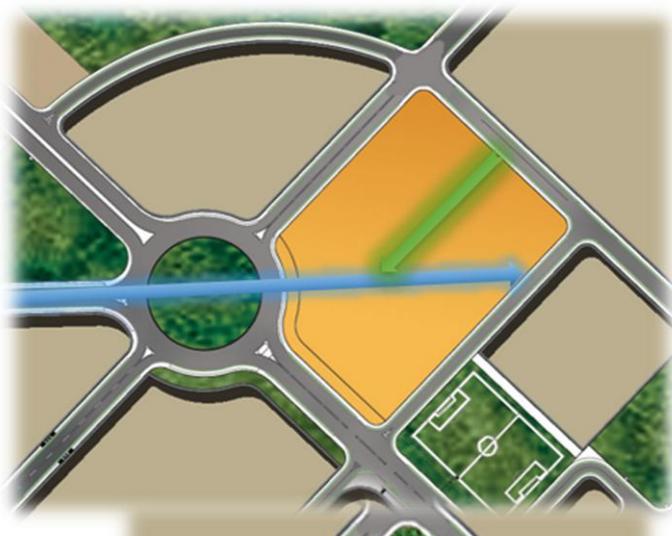


Figure IV-2-étape 2 de plan d'aménagement (source : auteur )

### ➤ Etape 03 :

Recul e création des barrières végétale autour de la parcelle pour diminuer les nuisances sonores et la vitesse des vents

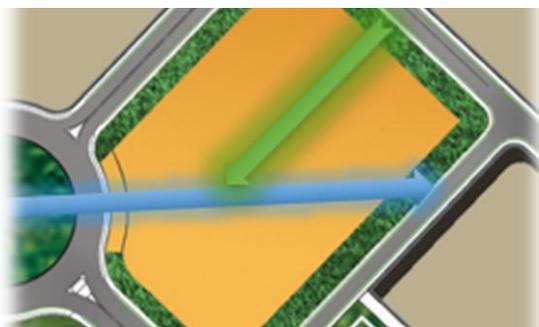


Figure IV-3-étape 3 de plan d'aménagement (source : auteur )

### ➤ Etape 04 :

Création d'un espace de regroupement dans l'intersection de deux axes structurants de projet, sous forme triangulaire dont deux arrêtes sont parallèle aux axes

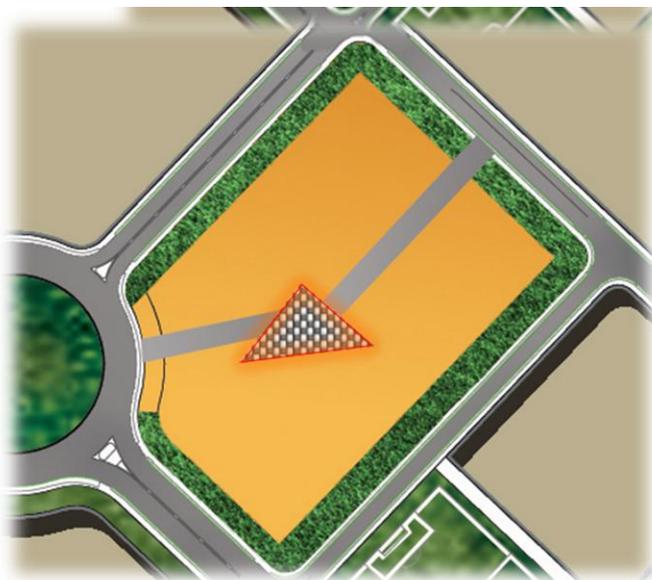


Figure IV-4-étape 4 de plan d'aménagement (source : auteur )

# CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

## ➤ Etape 05 :

Implanter les blocs autour de l'espace de regroupement

-l'implantation du bloc pédagogique et administratif au milieu de la parcelle pour les éloigner de bruit, et proche vers les entrées pour faciliter l'accès. Création des terrasses dans le bloc pédagogique pour profiter des vues panoramique sur l'oasis de la ville sur le côté est.

### -Legende :

-  -pédagogique
-  -administration
-  -hébergement garçon
-  -hébergement fille
-  - Salle de sport

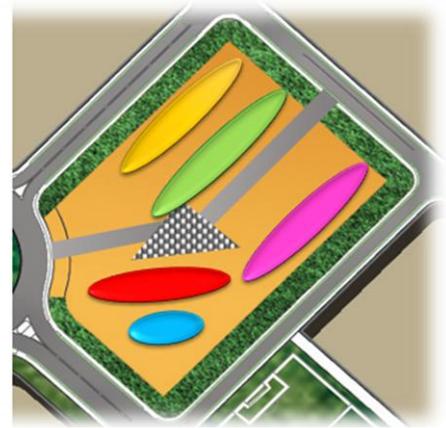


Figure IV-5 résultat de schéma d'aménagement (source : auteur )

- séparation des hébergement fille et garçon pour l'intimité, et les implanter dans le coté nord-est pour bénéficier des vue panoramique sur l'oasis.

- création d'une barrière de béton vert entre le bloc pédagogique et l'hébergement pour éviter le vis-à-vis.

- implanter la salle de sport dans le coté le plus bruyant de site.

## V. Phase conceptuelle :

### V.1 Production fonctionnelle :

#### V.1.1 Identification et classification des fonctions :

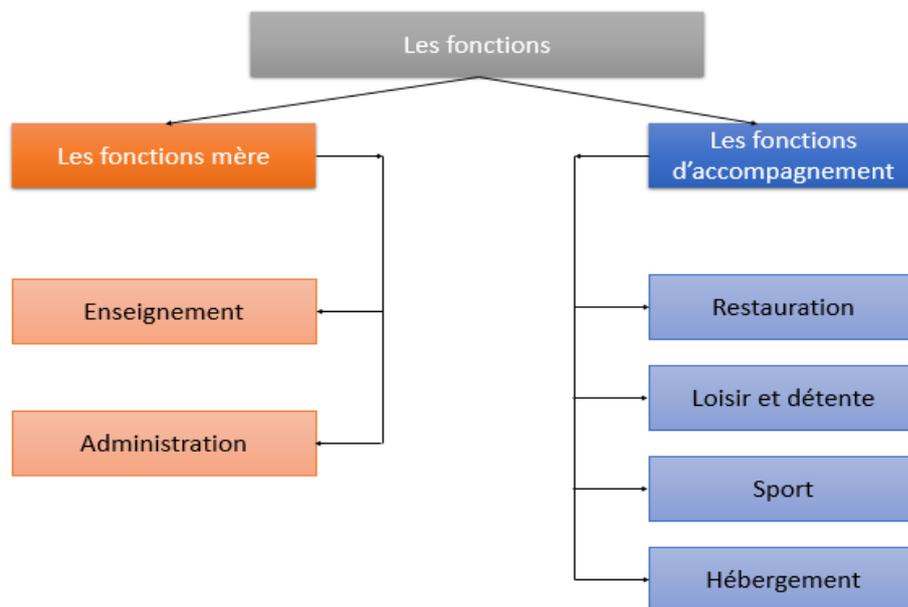


Figure V-1 classifications des fonctions

# CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

## V.1.2 Les besoins des usagers

L'utilisateurs/ Usager	Les espaces		Besoin en fonction d'activité	Les activités	
Les étudiants	Principal Pédagogique	La classe	Fonction éducative intellectuelle	Étudier, écrire, écouter, observer, lire Calculer, apprendre, comprendre.	
		Bibliothèque		Consulter les livres, lire	
		Atelier	Fonction de création	Faire des travaux manuels, travailler en groupe	
	Principale d'attente	-La cour -jardin -préau	Fonctionne de mouvement	-déplacer -circuler -reposer -Pratiquer le sport -Changer les vêtements	
		-salle de sport -vestiaire			
	Complémentaire	-Amphi théâtre	Fonction éducative	-faire des conférences, Étudier	
		-réfectoire	Fonction physiologique	Manger	
		-vestiaire		Se lever Reposer	
	Annexe	Coin de repos			
	Les enseignants	Principale pédagogique	La classes	Fonction éducative	-Enseigner, circuler dans la classe, écrire, parler, former. -Chercher dans la bibliothèque -Préparer les cours
Complémentaire		Bibliothèque			
Annexe		Salle des profs	-Réunir, discuter		
		Salle de réunion			
Complémentaire		Réfectoire Cafeteria	Fonction physiologique	Manger -reposer, prendre café	
Le personnel administrative	Directeur	Annexe	Bureau de Directeur	Fonction éducative intellectuelle	Faire marcher autour des classes, gérer l'institut, signe les dossier
	Secrétaire		Bureau de Secrétaire	Fonction secrétariat	Organiser les dossiers recevoir les invités de directeur
	Chef de bureau		Bureaux	Fonction de gestion Fonction de calculer les moyennes	Faire le programme d'année vérifier le budget Calculer les moyennes
Le personnel technique	Gardiennne		Poste de garde	Fonction de surveillance	Garder l'équipement, ouvrir et fermé la porte
	Jardinier		Jardin	Fonction d'entretien de végétation	Jardinage Aménager l'espace Ranger les matérielles de jardinage Changer les vêtements
	Femme de ménage		Vestiaire	Fonction de propreté	Nettoyage Changer les vêtements Ranger les matérielles de nettoyage
			Dépôt mobilier		
	Le cuisinier		Tout l'espace	Fonction de cuisinier	Préparer les repas Nettoyer les vaisselles
			Vestiaire		
	Dépôt mobilier				
Réfectoire					
Le personnel de soin	Médecin		Salle de soin	Fonction de soin	Soigner, visite médicale

Tableau V-1 besoins des usagers

# CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

## V.1.3 *L'organisation fonctionnelle :*

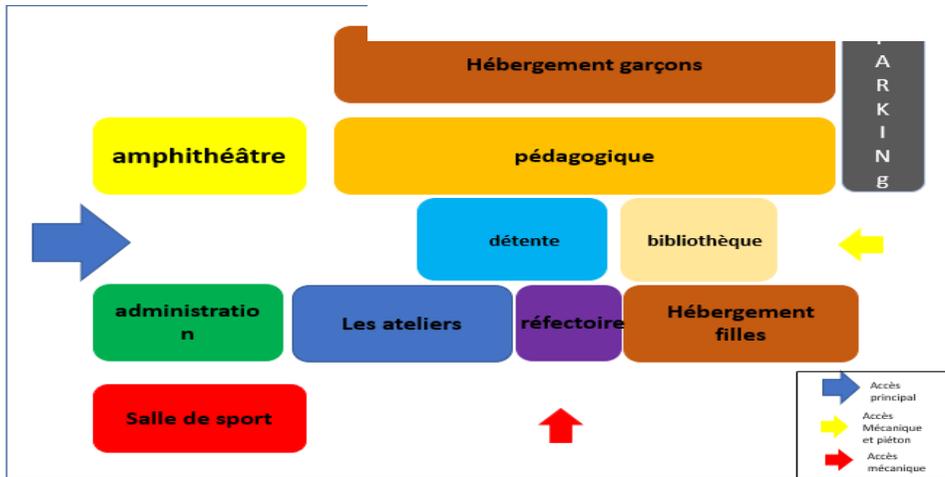
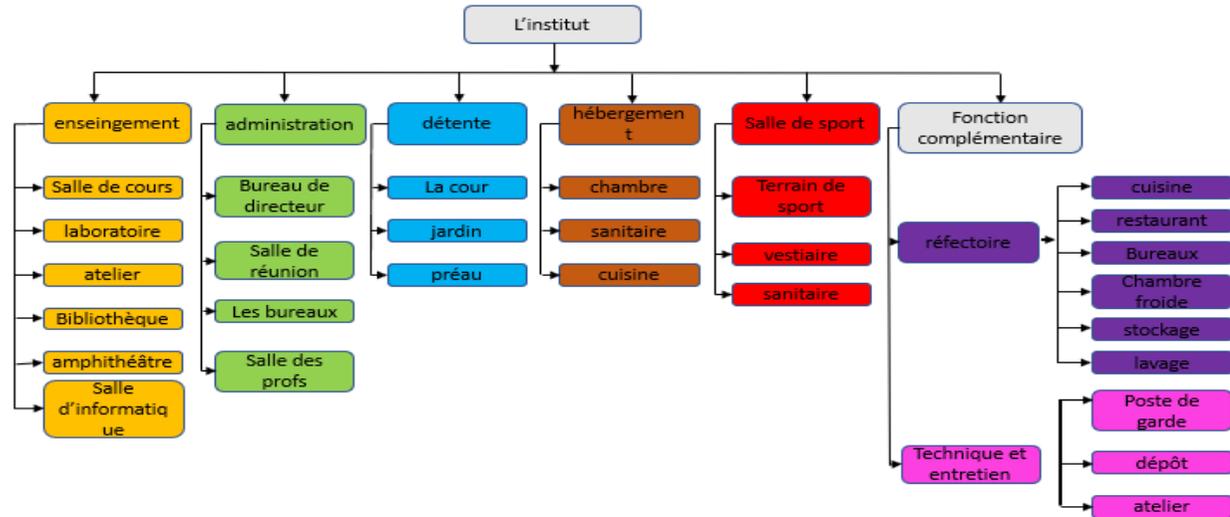


Figure V-3 schéma représente l'organisation fonctionnelle (Source : auteur)

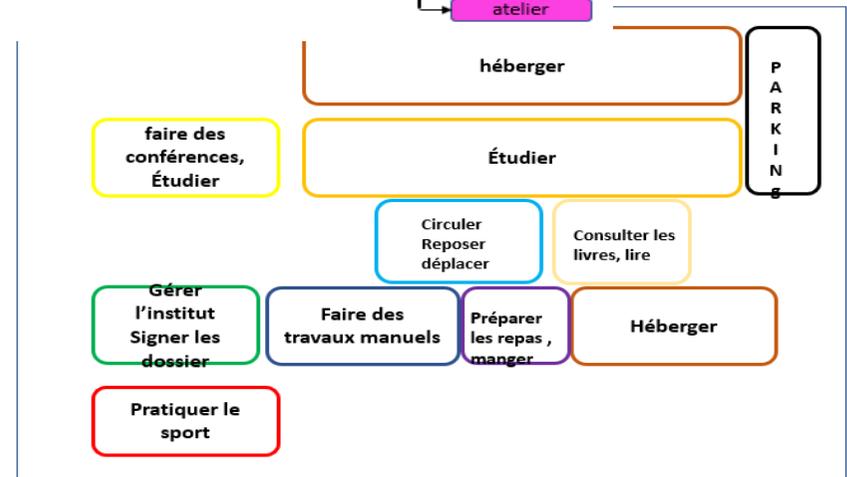


Figure V-2 schéma représente l'organisation des activités (Source : auteur)



## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

### V.2 La genèse de la forme :

- Résultat de schéma d'aménagement

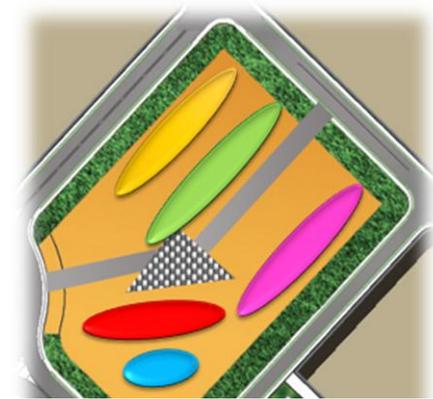


Figure V-5 résultat de schéma d'aménagement (Source : auteur)

- Création de parallélépipède rectangle

Autour de l'espace de regroupement et

Parallèle aux axes structurants du projet, et incliner par rapports au nord pour créent plus d'ombre durant toute la journée. Et bénéficier de l'éclairage naturel

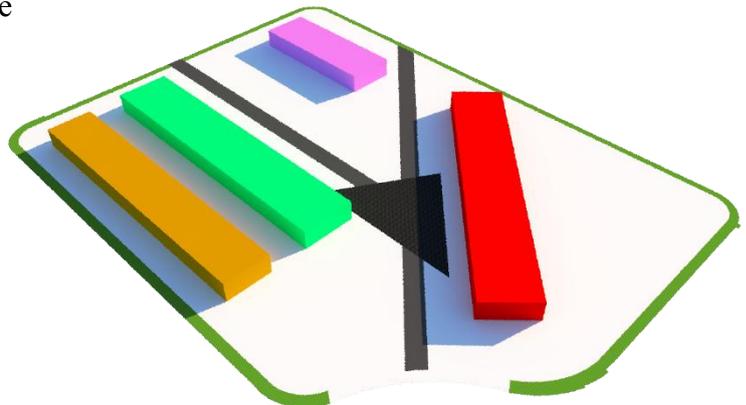


Figure V-6 première étape de genèse de la forme (Source : auteur)

- Imbriqué deux parallélépipèdes rectangles

“parallèle a l'axe de continuité visuelle ” Avec le bloc pédagogique et l'hébergement

des filles ; et la création du salle de sport sous forme d'un rectangle imbriqué dans un triangle, ce dernier est crée par la symétrie inversé de l'espace de regroupement.

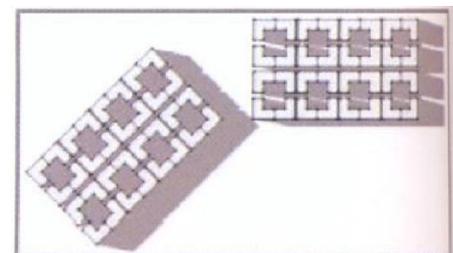


Figure V-7 schéma représente l'ombrage

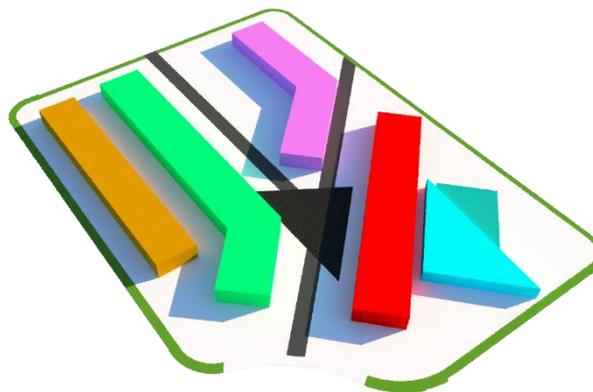


Figure V-8 deuxième étape de genèse de la forme (Source : auteur)

## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

➤ articuler les deux bloc 'hébergement et atelier' par un parallélépipède rectangle .  
séparation entre l'administration et les ateliers et création d'un espace de circulation pour faciliter l'accès vers la salle de sport

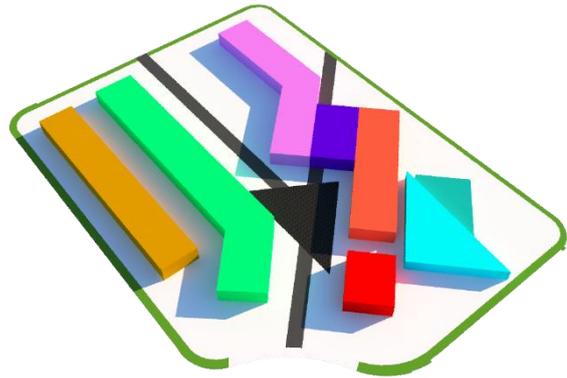


Figure V-9 troisième étape de genèse de la forme

(Source : auteur)

➤ La création d'une extension du bloc pédagogique et une articulation entre les blocs, profitant de vue panoramique de l'oasis sur le côté est.  
Perçer des patio pour bénéficier de l'éclairage et l'aération naturel

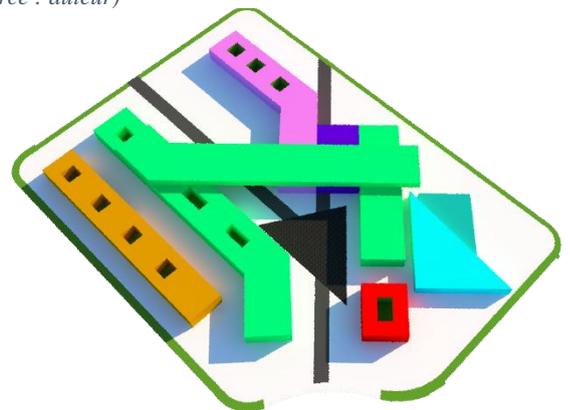


Figure V-10 quatrième étape de genèse de la forme

(Source : auteur)

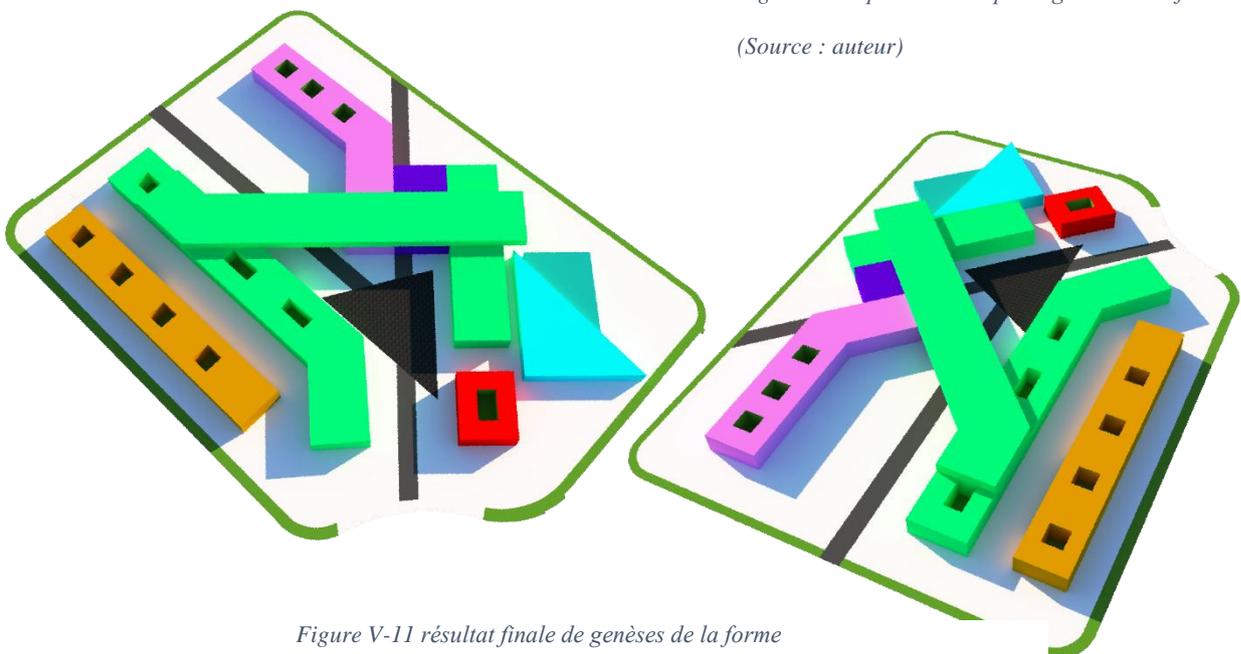


Figure V-11 résultat finale de genèses de la forme

(Source : auteur)

## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

### VI. Description de plan de masse :



Légende :

-  Accès piéton principale
-  Accès mécanique
-  Accès mécanique de service
-  Parasoleil
-  Espace extérieur annexe
-  jardin
-  Lacs artificiel
-  Parking

Figure VI-1 schéma de description de plan de masse

( source auteur )

# CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

## VII. Genèse des façades :

### VII.1.1 *Façade sud-ouest :*

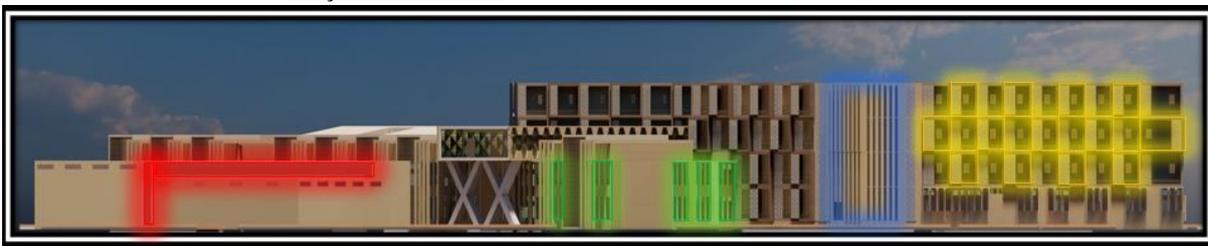


-  - Création des ouverture en forme carrée de petite dimension dans la salle de conférence, l'administration et la salle de sport pour diminuer l'ensoleillement
-  - Ajouter des décrochement sur les façades de l'administration et le bloc pédagogique , pour cassé l'horizontalité des volumes et pour crée l'ombre sur la façade, avec l'utilisation des façades en double peau

Figure VII-1 description de façade sud-ouest

(source autour )

### VII.1.2 *Façade sud-est :*



-  - Utilisation de petites ouvertures verticales , avec des brises soleil horizontale pour diminuer les rayonnements solaires
-  - Ajouter des décrochements dans les façades du bloc d'hébergement pour crée l'ombre  
- Utilisation de moucharabieh
-  - Des ouvertures verticales pour éclairer les espaces séjour de l'hébergement
-  - Montrer l'imbrication dans la forme du salle de sport par vitrage

Figure VII-2 description de façade sud-est

(Source : autour)

## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

### VII.1.3 Façade nord-est :



-  - Utilisations des grands ouvertures avec des brises soleil verticale qui offrent une bonne protection solaire et assurent le confort visuel
-  - Utilisations de "light shelves" qui offrent un bon éclairage naturel et assurent le confort visuel dans les salles de classe
-  - création des terrasse pour profiter des vues panoramique de l'oasis
-  - utilisations des façades dynamique pour contrôler l'ensoleillement et l'éclairage naturel et assurer le confort visuel

Figure VII-3 description de façade nord-est

(Source : autour)

### VII.1.4 Façade nord-ouest :



-  - Ajouter des décrochements dans les façades du bloc d'hébergement pour crée l'ombre
-  - Utilisation de moucharabieh
-  - Création des ouverture en forme carrée de petite dimension dans la salle de conférence, l'administration et la salle de sport pour diminuer l'ensoleillement

Figure VII-4 description de façade nord-ouest

(Source : autour)

## VIII. Système constructif :

On a utilisé deux types de structure pour un institut durable stable et fonctionnelle structure métallique pour la salle de sport et l'amphithéâtre, structure en béton armé pour les autres les blocs.

### VIII.1 Béton armé :

Le béton armé est un matériau composite constitué de béton et de barres d'acier alliant les propriétés mécaniques complémentaires de ces matériaux (bonne résistance à la compression du béton et bonne résistance à la traction de l'acier). Il est utilisé comme matériau de construction, en particulier pour le bâtiment.

## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

### VIII.1.1 Critères de choix :

Les avantages du béton armé peuvent se résumer ainsi :

- Une bonne résistance aux efforts de compression et de cisaillement.
- Facilite d'emploi, et disponibilité du matériau
- Grande variété de formes possibles
- Absence d'assemblages
- Économies dues à l'emploi d'une main-d'œuvre non spécialisée pour plusieurs étapes de sa mise en œuvre
- Absence d'entretien des ouvrages finis

#### ➤ La trame structurelle :

La trame structurelle de notre projet se varie entre 2 m et 6.5 m, cette trame nous permet de gérer et matérialiser l'espace architectural en générale et l'unité plus intéressé du notre projet (salle de cours).

#### ➤ La superstructure :

- Les poteaux : On a opté pour un dimensionnement de 40 \*40 cm pour plus de résistance
- Les poutres : Selon la portée on a opté pour un pré dimensionnement de 50\*40 cm
- Les joints :

-joints de dilatation qui sont destinés à absorber les variations de dimensions des matériaux de la structure sous l'effet des variations de température.

-joints de rupture : un joint de rupture ne joue pas le même rôle que le joint de dilatation. Ce trait de meuleuse, effectué après la construction d'une chape, d'une dalle ou d'un mur, permet le contrôle du lieu d'apparition (probable) des fissures, pour qu'elles ne soient pas dommageables à l'esthétique bâti. La réalisation de joints de rupture ou de pré fissuration concerne principalement les dalles de grandes surfaces (entrepôts, parkings souterrains) et grands bâtiments.

### VIII.1.2 Structure métallique :

Ce type de structure pour les parties qu'on a grande portée (salle de sport, amphithéâtre)

La trame structurelle selon les espaces et les besoins on a utilisé ce type de profilé :

-Poteau HEA 1000 pour la salle de spectacle et terrain de sport de dimension (h= 1000mm, b=300mm).

Toiture : le toit avec (le panneau sandwich) car c'est un matériau Léger, robuste, économique, facile de montage par emboîtement, il offre selon la gamme diverses qualités de résistance des matériaux, isolation thermique, étanchéité, résistance au feu, isolation phonique et d'esthétique architecturale.

### IX. Les matériaux :

#### IX.1 Brique silico calcaire :

Les murs extérieurs sont en brique silico calcaire, il est différent de la brique creuse classique, Construire durablement en respectant l'environnement, avec des matériaux de construction naturels tels que les briques silico-calcaires, est actuellement tendance. Les briques silico-calcaires offrent un excellent bilan écologique, une isolation phonique exceptionnelle, une sécurité élevée concernant la résistance au feu, une atmosphère intérieure agréable, des conditions optimales pour satisfaire le standard Minergie, une longue durée de vie, une haute précision dimensionnelle et une esthétique avantageuse pour la réalisation de maçonneries apparentes.

Les avantages du brique silico- calcaire :

Les briques silico- calcaires ont des résistances mécaniques en compression qui s'échelonnent entre 6 et 60 MPa. Leur masse volumique varie de 600 à 2 200 kg/m<sup>3</sup>. Leur conductivité thermique est de l'ordre de celle des matériaux usuels denses : béton, briques d'argile. Cette conductivité s'étend de 1,16 à 1,63 W/ (m · K) pour des masses volumiques classiques de 1 700 à 2 100 kg/m<sup>3</sup>.

#### IX.2 Mur rideau :

Pour un but esthétique qui matérialise l'un des concepts de notre projet (la transparence, et pour obtenir la souplesse désirée dans notre projet, les cloisons extérieurs sont essentiellement faites de mur rideaux à double vitrage, pour raison d'isolation acoustique

Les avantage de mur rideau :

- Il optimise également l'espace à l'intérieur du bâtiment, en permettant de gagner de 10 à 30 cm sur la superficie comparativement à des murs conventionnels.
- Il comporte une durabilité supérieure à de nombreux autres revêtements de façade.
- Il présente une performance toujours plus grande sur le plan de l'étanchéité à l'eau et à l'air.
- Il est plus léger que les murs conventionnels.

#### IX.3 L'isolation :

Pour l'isolation acoustique et thermique (les salles de cours) on a choisi une laine minérale, la laine de verre pour ses caractéristiques qui lui permettent d'être également employer comme absorbant pour la correction acoustique ou dans la protection contre les incendies.

On visera une résistance thermique minimale de 3.7 m<sup>2</sup>. K/W ce qui correspond à une épaisseur de laine de verre de 12 cm. Idéalement, on préférera une épaisseur de 16 cm si cela n'empêche pas trop sur la surface

#### IX.4 Les fenêtres :

Tous les espaces sont équipés de fenêtres en triple vitrage, il est composé de 3 vitres espacées par 2 lames, pour ses caractéristiques d'isolation acoustique et thermique.

- Les avantages des fenêtres en triple vitrage :

Le triple vitrage, se compose de 3 couches de verre (4 voire 6 mm) entre lesquelles deux lames de gaz (argon ou krypton ,12 ou 16mm) jouent le rôle d'isolant. Pour le double vitrage,

## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

il n'y a qu'une lame de gaz (argon, 16 mm pour les plus performants). Ainsi, le triple vitrage est plus isolant que son aîné avec un coefficient Ug (coefficient de déperdition de chaleur du vitrage seul) plus faible : 0,7 W/m<sup>2</sup>K contre 1,1 W/m<sup>2</sup>K pour le double vitrage soit une augmentation des performances de près de 40%.

### X. Les aspects bioclimatiques :

#### X.1 Patio :

##### X.1.1 Définition :

Un patio est une cour intérieure à ciel ouvert.

On a utilisé différente type de patio selon les besoins, pour bénéficier de l'éclairage et l'aération naturel et diminuer la consommation énergétique.

#### X.2 Les brises soleil :

##### X.2.1 Définition :

Un brise-soleil est un élément d'architecture servant à diminuer l'inconfort lié au rayonnement direct du soleil.

Pour protéger le bâtiment a les rayons solaires directe, on a utilisé deux types de brise soleil horizontal pour le côté (sud) et vertical pour le côté (Est, Ouest).

#### X.3 Les façades dynamiques :

##### X.3.1 Définition :

Les façades dynamiques, ou façades cinétiques, sont une innovation assez récente dans le domaine du bâtiment. Il s'agit des façades équipées de systèmes de panneaux et de lamelles qui bougent (ou donnent à ceux qui les regardant l'impression de bouger), très différents des façades statiques et immobiles auxquelles l'architecture traditionnelle nous a habitués.

Les façades dynamiques présentent de nombreux avantages. Elles permettent de minimiser la consommation d'énergie, favoriser la circulation de l'air, créer de l'intimité ou agrandir l'espace. Leur flexibilité et leur attrait visuel.



Figure X-1 vue 3d montre les brises soleil (source :auteur)



Figure X-2 vue 3d sur la façade dynamique (source : auteur )

## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

-On a utilisé les façades dynamiques pour contrôler l'éclairage et aération naturel et accroître l'efficacité énergétique de la grande barre de la bibliothèque.

### X.4 Le moucharabieh :

#### X.4.1 Définition :

Le moucharabieh est une cloison ajourée permettant une ventilation naturelle forcée fréquemment utilisé dans l'architecture traditionnelle des pays arabes.

Nous avons utilisé le moucharabieh au niveau des balcons de chambres pour ses caractéristiques qui permettent de protéger aux rayons solaires, obtenir l'éclairage et d'aération naturel, garder l'intimité en même temps.

### X.5 Une étagère lumineuse (light shelf)

#### X.5.1 Définition :

Une étagère lumineuse est une surface horizontale qui reflète la lumière du jour profondément dans un bâtiment. Les étagères légères sont placées au-dessus des yeux et ont des surfaces supérieures à haute réflectance, qui reflètent la lumière du jour sur le plafond et plus profondément dans l'espace.

#### ➤ Avantages :

Il a été prouvé que les étagères lumineuses architecturales réduisent le besoin d'éclairage artificiel dans les bâtiments. Puisqu'ils peuvent refléter la lumière plus profondément dans un espace, l'utilisation d'éclairage incandescent et fluorescent peut-être réduite ou complètement éliminée, selon l'espace. Les étagères légères permettent à la lumière du jour de pénétrer dans l'espace jusqu'à 2,5 fois la distance entre le sol et le haut de la fenêtre. Aujourd'hui, la technologie avancée d'étagère lumineuse permet d'augmenter la distance jusqu'à 4 fois. Dans les espaces tels que les salles de classe et les bureaux, il a été prouvé que les étagères légères augmentent le confort et la productivité des occupants. De plus, l'intégration d'étagères lumineuses dans un bâtiment est admissible pour le système de points LEED, qui relève de la catégorie « Qualité de l'environnement intérieur : lumière du jour et vues ».

- On a utilisé les étagères lumineuses au niveau des salle de cours et les bureaux pour bien bénéficier de l'éclairage naturel et minimiser la consommation énergétique.



Figure X-3 vue 3d sur le moucharabieh ( source : auteur )



Figure X-4 VUE 3d montre l'utilisation de 'light-shelf' ( source : auteur )

## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

### X.6 Façade double peau :

#### X.6.1 Définition :

- Une façade double peau peut être définie comme une façade simple traditionnelle doublée à l'extérieur par une façade essentiellement vitrée. L'objectif d'une telle façade est multiple : diminuer les déperditions thermiques, créer une isolation phonique.

Les avantages de façade double peau :

- La création d'une ventilation naturelle : la FDP joue le rôle d'une ventilation mécanique en utilisant l'effet du tirage thermique
- Le préchauffage de l'air introduit dans le bâtiment : diminue les pertes thermiques liées au renouvellement d'air
- isolation acoustique
- L'optimisation du facteur de lumière du jour : permet de diminuer les consommations liées à l'éclairage.
- L'esthétique : crée un aspect « high-tech » apprécié dans les bâtiments tertiaires
- L'amélioration du confort d'été : la FDP joue un rôle de protection solaire
- L'isolation thermique : en rénovation l'application d'une façade vitrée en complément de la paroi opaque traditionnelle peut être une solution pour diminuer les ponts thermiques.

On a utilisé les façades double peau au côté sud de bloc pédagogique et bloc d'administration pour bénéficier plus d'éclairage et de ventilation naturel avec une protection solaire, et améliorer l'aspect esthétique de la façade.

## XI. Evaluation de l'éclairage naturel :

### XI.1 Introduction :

L'homme a toujours besoin d'éclairage pour effectuer ses fonctions quotidiennes (écrire, lire, jouer, manger, travailler ...). Parfois il utilise l'éclairage naturel et parfois il utilise l'éclairage artificiel beaucoup plus, donc il consomme grande quantité d'énergie pour obtenir le confort visuel.

### XI.2 Problématique :

Dans notre cas on va baser sur les salles de cours d'un institut de formation professionnelle national. et pour obtenir un bon rendement de la part des étudiants et des professeurs, il est nécessaire de créer des conditions de confort dans l'institut et spécialement les salles de cours, parmi ces confort on a le confort visuel qui nécessite un éclairage adéquat respecte les normes. et pour le garantir on doit exploiter l'éclairage naturelle tout en tenant compte la réduction d'utilisation de l'éclairage artificiel.

Comment assurer le confort visuel dans une salle de cours tout en minimisant la consommation d'énergie ?

### XI.3 Hypothèses

-Utilisation des patios et les étagère lumineuses (light shelf) nous aide d'améliorer la quantité de lumière qui pénètre les salles de cours. et on utilise brise-soleils pour la contrôler.

## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

### XI.4 Objectifs :

- Garantir le confort visuel dans les salles de cours.
- Utilisation de l'éclairage naturel, en réduisant la consommation énergétique.

### XI.5 Cas d'étude :

#### XI.5.1 Salle de classe

Surface : 56 m<sup>2</sup>

Longueur et largeur : 9.4m\*6 m

Hauteur : 3,74 m

#### XI.5.2 Ouvertures

Longueur : 3 m

Largeur : 1.2 m

Hauteur de l'allège : 0.9 m

Type de vitrage : fenêtres en triple vitrage

#### XI.5.3 Mur

Matériau : Brique silico-calcaire

Epaisseur : 0,3 m

#### XI.5.4 Nature et couleurs de revêtements muraux intérieurs

Peinture : blanche

Degré de réflexion : 80 %

#### XI.5.5 Les variables

Sans ouvertures à côté de patio, sans light-shelf.

Avec les ouvertures à côté de patio, avec light-shelf.

### XI.6 Présentation du logiciel :

Design Builder est un logiciel de simulation dynamique, possédant une interface graphique offrant de nombreuses fonctionnalités non disponibles simultanément dans les logiciels existants :

- Calcul des déperditions/gains thermiques de l'enveloppe en hiver/été
- Dimensionnement du chauffage
- Dimensionnement du rafraîchissement par ventilation naturelle et/ou climatisation
- Simulation dynamique (STD) restituant des données de confort, de bilan thermique, ventilation, etc.
- Construction en 3D réaliste avec vue des ombres portées (maquette BIM)



Figure XI-1 logo de logiciel (design Builder)

Source : <https://designbuilder.co.uk/>

## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

- Modeleur du bâtiment incluant des assistants de création de fenêtre, composition de la construction, détection automatique du type de paroi qui vous évitent de nombreuses saisies ou dessin
- Gestion de l'occupation, de la ventilation mécanique, des ouvertures de fenêtre, de l'occultation des baies, des apports internes ... par planning paramétrable selon le type de jour, les mois, les heures (ou infra horaire)
- Economie d'énergie : free-cooling, récupérateur d'énergie sur air extrait, ventilation nocturne, gradation de l'éclairage selon la luminosité, régulation des températures d'air soufflé selon la demande, volume d'air variable ... déjà disponible en quelques clics.
- Plusieurs centaines de matériaux et exemples sont livrés en français avec le Pack Français
- Carte d'éclairage naturel en FLJ et Autonomie lumineuse.

### **XI.7 Les données de la simulation :**

-Localisation du projet : Hassi Messaoud – Ouargla

-Coordonnées géographiques : Latitude : 31.67, Longitude : 6.14°

-La superficie de la salle de classe : 40 m<sup>2</sup>

-Jours de simulation :

21 mars à (9h, 12h, 15h)

21 juin à (9h, 12h, 15h)

21 décembre à (9h, 12h, 15h)

### **Les étapes de la simulation :**

1/ Conception de la pièce concernée par le logiciel autocad

2/ Enregistrer le fichier au format (dxf)

3/ Exportation du fichier vers le logiciel design Builder et Redessiner la pièce

4/ ajouter le fichier climatique de Hassi Messaoud (la configuration géographique du site)

5/ Choisir l'orientation de la pièce

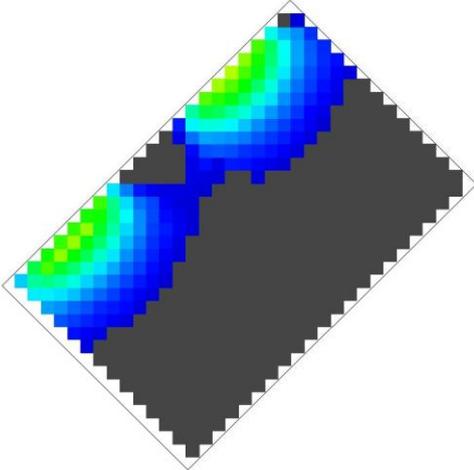
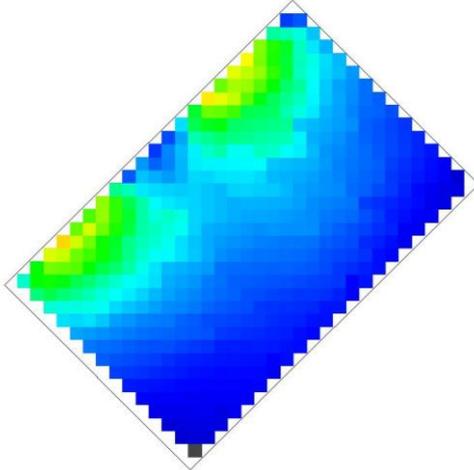
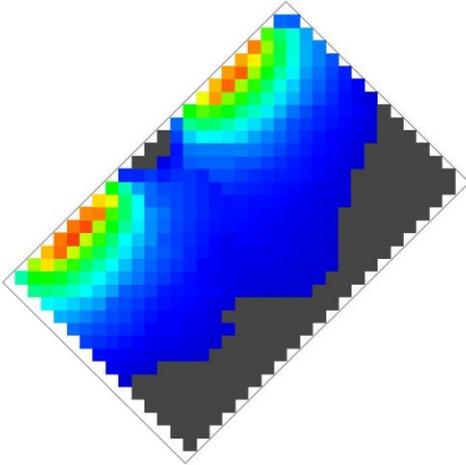
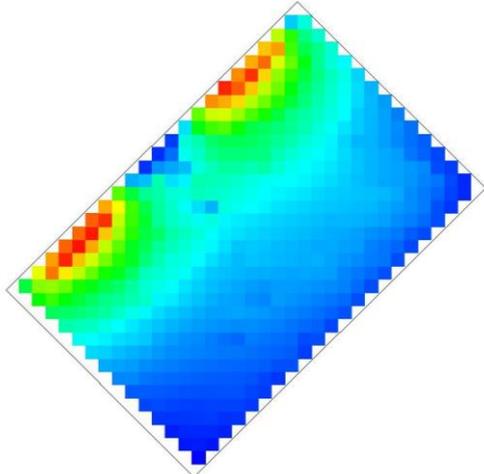
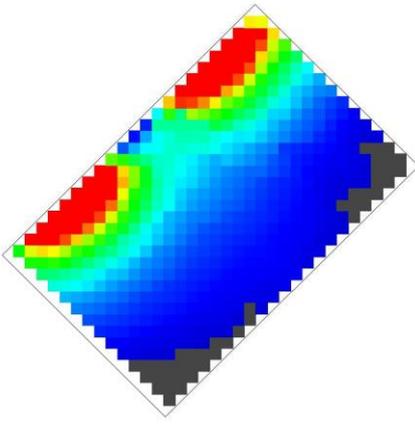
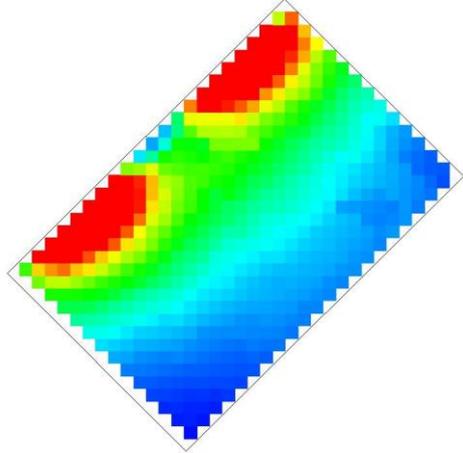
6/ Préciser les jours et les heures de la simulation

7/ Lancer la simulation

8/ Faire des exportations format(JPG) image.

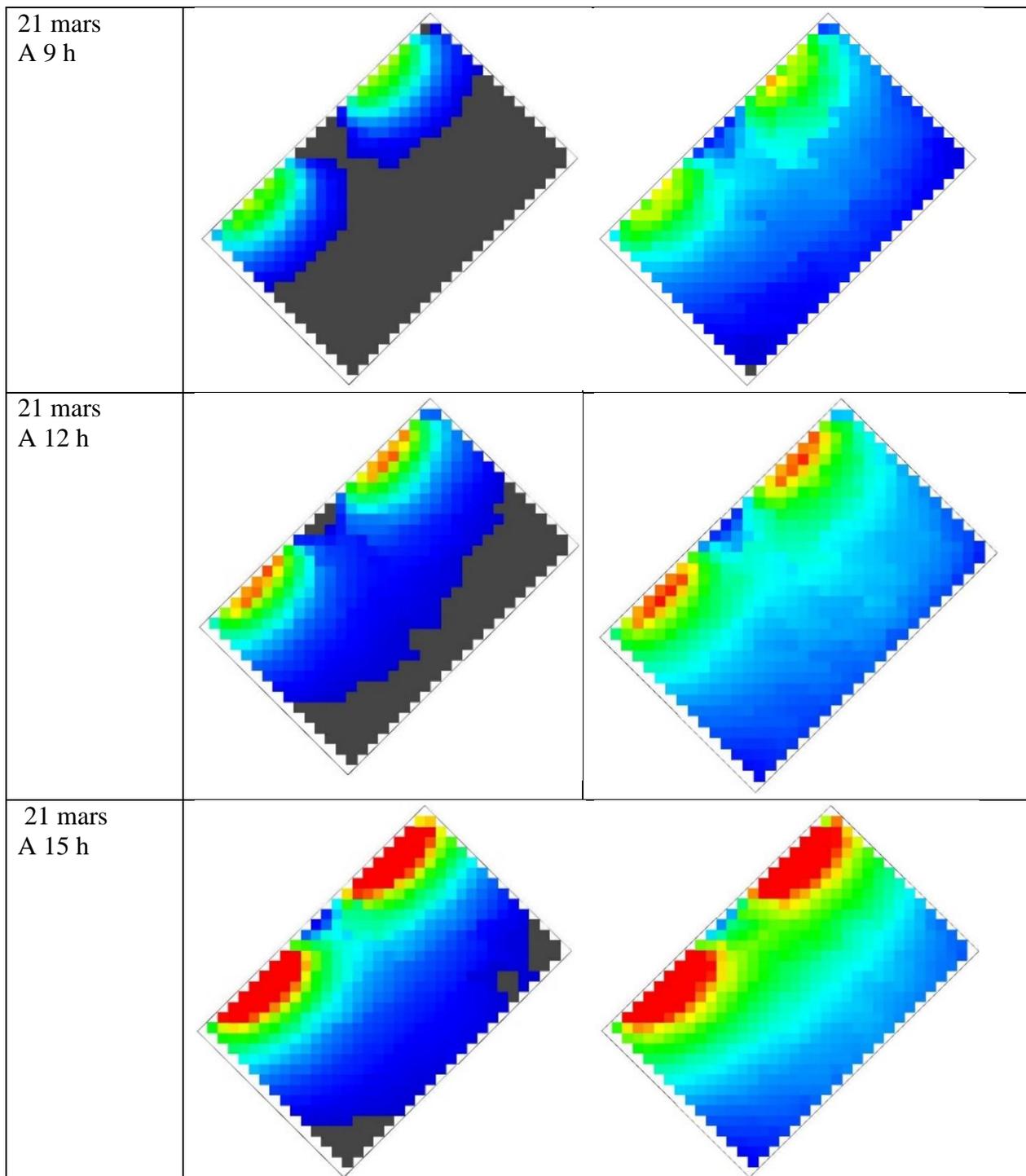
# CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

Tableau XI-1 les simulations de moins de septembre

	Sans light-shelf	Avec light-shelf
21 septembre A 9 h		
21 septembre A 12 h		
21 septembre A 15 h		

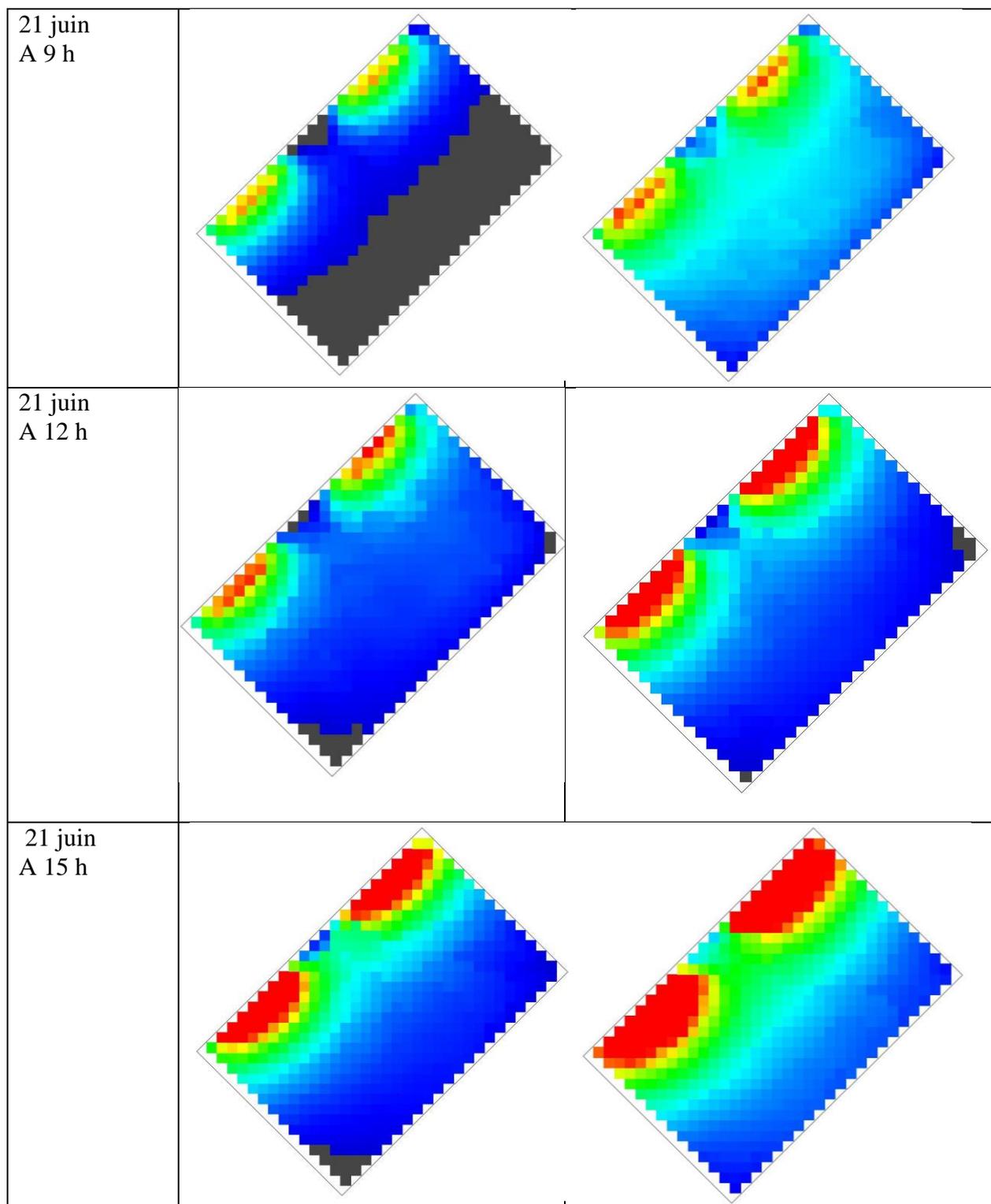
# CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

Tableau XI-2 les simulations de moins de mars



## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

Tableau XI-3 les simulations de moins de juin



### *XI.7.1 Interprétation :*

Selon les résultats de simulations obtenus, on remarque qu'on ne peut pas atteindre un confort visuel optimale dans les salles de classe presque durant toute l'année, cela juste avec les ouvertures proposées.

Par contre, l'utilisation de light-shelf nous permet d'atteindre au confort visuel optimale dans les salles de classe.

## CHAPITRE III : ELABORATION DU PROJET

### X. Conclusion :

- Tous les problèmes de confort causé dans les projets architecturaux ont fait perdre de l'énergie, alors il est nécessaire de faire une intervention sur ce type de projet avec une proposition Architectural sur la conception, et le choix de la technologie doit rendre notre projet « Centre de formation professionnelle » Plus confortable en minimisant la consommation énergétique et en améliorant le confort Visuelle et thermique.

### XII. Conclusion Général :

L'objectif de notre travail et de tout architecte qui travaille sur Les Projets Saharien principalement et de construire des projet plus confortables dans le climat dure du désert, et moins couteux que les projets réalisés au nord à fin d'encourager la construction au Sud Algérien qui souffre d'un manque terrible de l'infrastructure et des équipements , et pour atteindre cet objectif il faut qu'on passe par deux volée très sensible dans la conception du projet

- Des conceptions architecturales qui favorise l'adaptation du bâtiment au climat
- Avec l'utilisation de l'énergie la plus disponible en sud Algérien – énergie solaire- et profiter de l'exploiter dans le service du confort projets .

## Les annexes:

Tableau de mahoney :

<b>Tableau 1: Situation</b>	
Localisation	
Longitude	
Latitude	
Altitude	

<b>Tableau 2: Température</b>													
Température	Jan	Fév	Mar	avr	mai	juin	juil	aou	sep	oct	nov	déc	
T moy Max (c°)	19	22	26	31	36	41	44	43	39	33	25	20	
T moy Min (c°)	4	5	9	12	17	22	23	24	21	16	10	5	AMR (T max-T min) (40)
T moy mensuelle	11.5	13.5	17.5	21.5	26.5	31.5	33.5	33.5	25.5	24.5	17.5	12.5	AMT (T max + T min)/2 (24)

<b>Tableau 3: Groupes d'humidité</b>	
Groupe d'humidité	Humidité relative
1	H < 30 %
2	H : 30-50%
3	H : 50-70%
4	H > 70%

<b>Tableau 4: Humidité relative, précipitation et vent</b>													
Humidité relative	Jan	Fév	Mar	avr	mai	juin	juil	aou	sep	oct	nov	déc	
HR moy Max (%)	70	57	76	39	52	35	33	34	88	31	67	76	
HR moy Min (%)	31	23	13	0	10	11	0	16	43	9	26	27	
HR moy mensuelle	50.5	40	44.5	19.5	31	23	16.5	25	65.5	20	46.5	51.5	
Groupe d'humidité	3	2	2	1	2	1	1	1	3	1	2	3	Total
précipitation (mm)	7	1	4	4	3	2	0	1	3	6	4	3	38
V moy du vent (m/s)													

<b>Tableau 5: Limites de confort</b>						
Groupe d'humidité	AMT > 20°C		AMT : 15-20 °C		AMT < 15°C	
	jour	nuît	jour	nuît	jour	nuît
1	26-34	17-25	23-32	14-23	21-30	12_21
2	25-31	17-24	22-30	14-22	20-27	12_20

3	23-29	17-23	21-28	14-21	19-26	12_19
4	22-27	17-21	20-25	14-20	18-24	12_18

**Tableau 6: Diagnostique**

mois	Jan	Fév	Mar	avr	mai	juin	juil	aou	sep	oct	nov	déc
T moy Max (c°)	19	22	26	31	36	41	44	43	39	33	25	20
confort diurne Max	29	31	31	34	31	34	34	34	29	34	31	29
confort diurne Min	23	25	25	26	25	26	26	26	23	26	25	23
T moy Min (c°)	4	5	9	12	17	22	23	24	21	16	10	5
confort nocturne Max	23	24	24	25	24	25	25	25	23	25	24	23
confort nocturne Min	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
stress thermique jour	c	c	o	o	h	h	h	h	h	o	o	c
stress thermique nuit	c	c	c	c	o	o	o	o	o	c	c	c

C: trop froid

O: confort

H : trop chaud

**Tableau 7: Indicateurs**

mois	Jan	Fév	Mar	avr	mai	juin	juil	aou	sep	oct	nov	déc
<b>H1</b> mouvement d'aire essentiel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>H2</b> mouvement d'aire désirable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>H3</b> protection contre la pluie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>A1</b> stockage thermique nécessaire	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>A2</b> dormir dehors désirable	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
<b>A3</b> protection de froid	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Indicateur	Confort thermique		Précipitation	G. d'humidité	AMR
	Jour	Nuit			
H1	H			4	
	H			2.3	< 10°
H2	O			4	
H3			+ 200 (mm)		
A1				1,2,3	> 10°
A2		H		1.2	
	H	O		1.2	> 10°
A3	C				

Indicateurs totaux induit du tableau 7

H1	H2	H3	A1	A2	A3
0	0	0	12	4	3

**Programme :****Bloc administratif**

DESIGNATION	SURFACE (M²)	NOMBRE	TOTAL(M²)
Bureau de directeur	45	1	45
Bureau de directeur des études et des stages	36	1	36
Bureau de directeur de l'administration et des moyens	28	1	28
Bureau des chefs de services	26	7	182
Bureau des chefs de bureau	15	17	255
Salle de réunion	70	1	70
Salon d'hôte	35	1	35
Bloc sanitaire	15	3	45
TOTAL 01			696

**Bloc pédagogique :**

Amphithéâtre de 300 places	260	1	260
Amphithéâtre de 120 places	125	1	125
Amphithéâtre de 140 places	150	1	150
Salles des travaux d'ateliers	40	8	320
Salle d'honneur	110	1	110
Salle de cours de 25 places	40	40	1600
Laboratoires	60	3	180

Salles pour informatique	39	4	156
Unité de recherche pédagogique	60	1	60
Salle d'internet	62	1	62
Salle des professeurs	54	1	54
Bibliothèque pour 200 places	540	1	450
Sanitaire (correspondant aux différents blocs)	14	10	140
TOTAL 02			3658

**Bloc réfectoire :**

Chambre froides	33	2	33
Restaurant des élèves	578	1	578
Restaurant des enseignants	132	1	132
Cafétéria (enseignants-élèves)	88	1	88
Foyer	185	1	185
Cuisine	595	1	595
Sanitaires	30	1	30
TOTAL 03			1641

**Hébergement :**

200 chambres individuelles	15	200	3000
20 chambres d'hôtes	18	20	360

Infirmierie	60	1	60
400 chambres doubles avec sanitaire et douches	17	400	6800
TOTAL 04			10220

**Locaux annexes :**

Salle omnisport avec douches	1700	1	1700
Atelier de maintenance	75	1	75
Atelier d'entretien véhicules	80	1	80
Bâche a eau	16	1	16
Magasin de stockage	65	1	65
Buanderie	20	1	20
Local pour groupe électrogène	20	1	20
Salle de tirage et de reprographie	40	1	40
Loge gardien + poste de sécurité	20	1	20
Poste transformateur	20	1	20
Salle de prière	240	1	240
Chaufferie	20	1	20

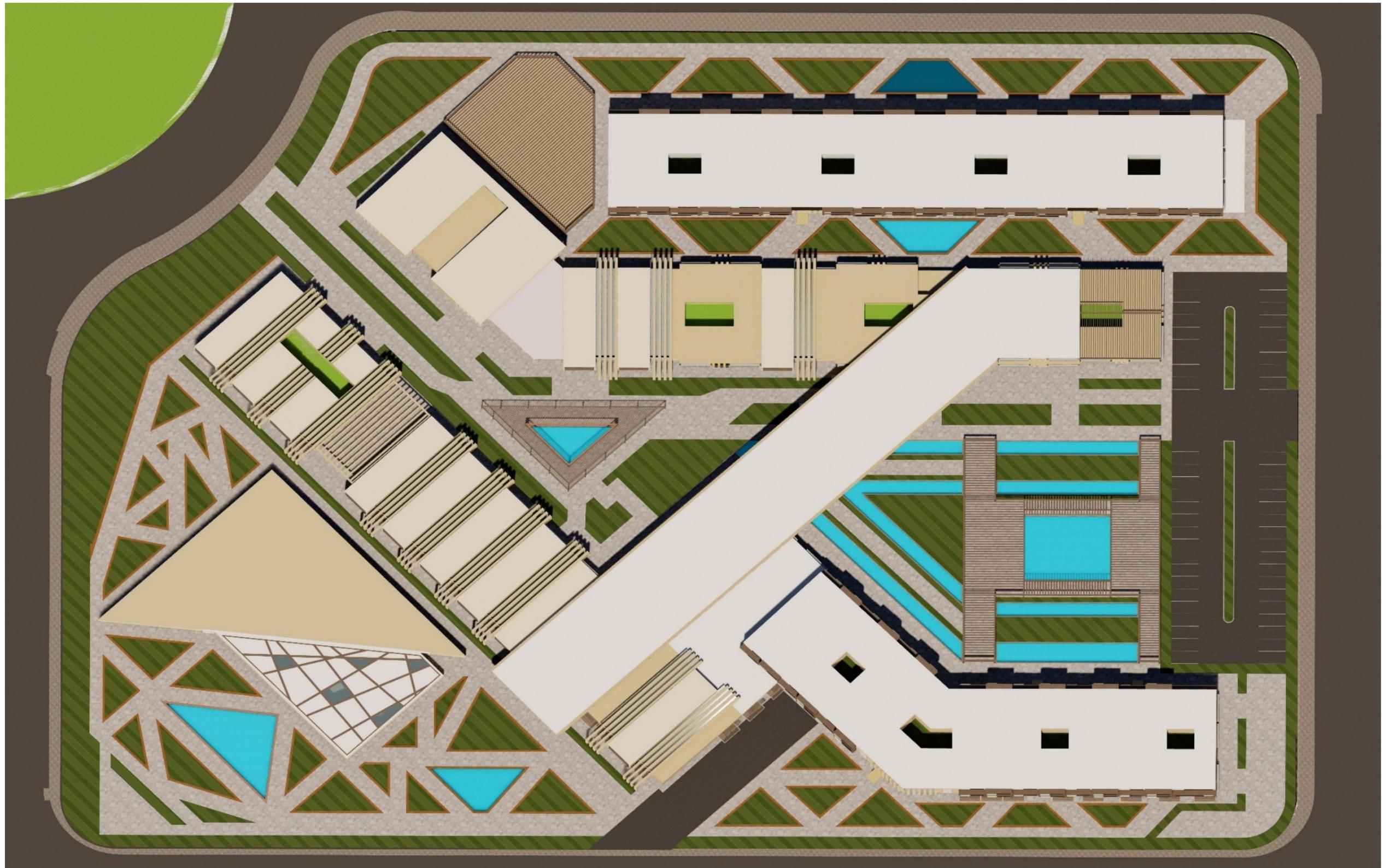
TOTAL 05	2316
----------	------

**PARKING :**

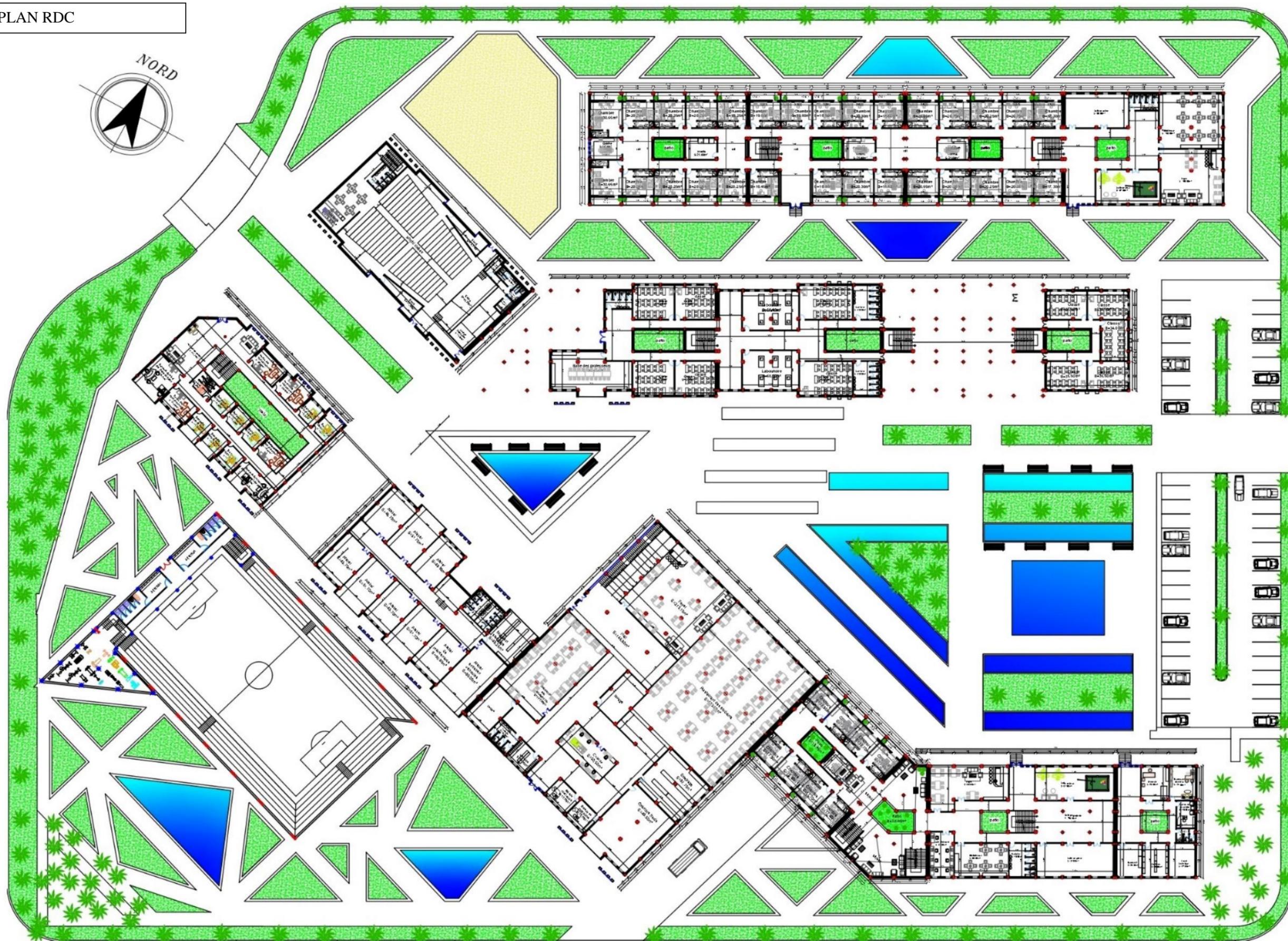
Parking	270	1	270
Surface totale			18531M <sup>2</sup>

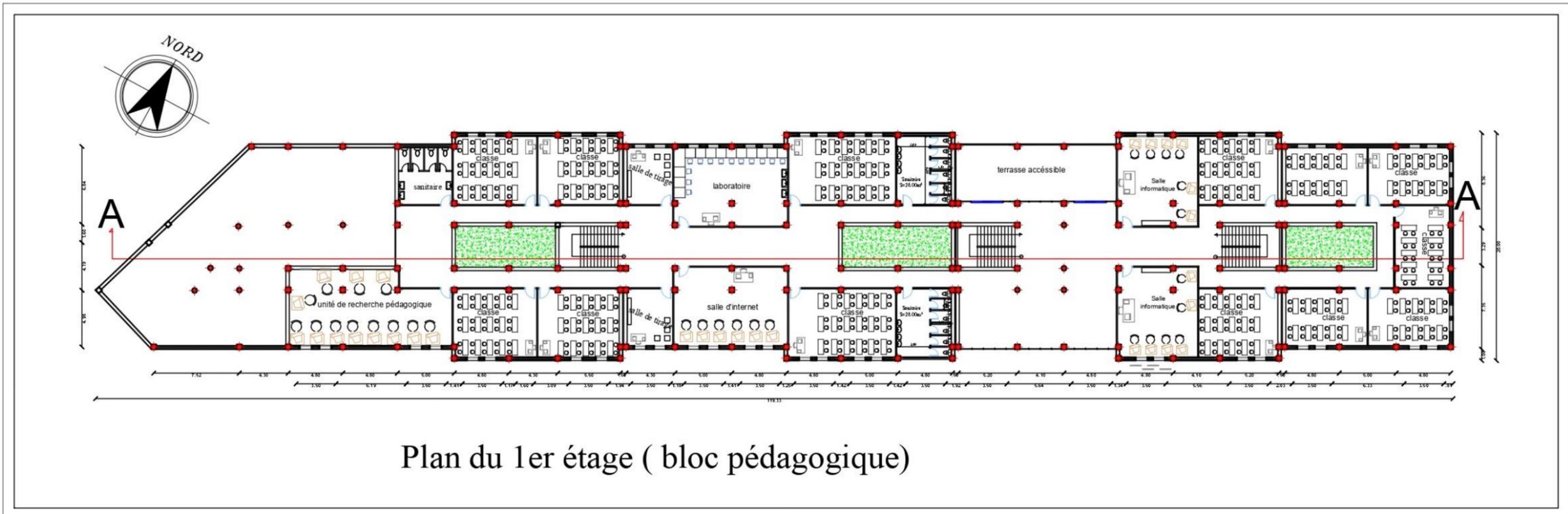
➤ Dossier graphique :

Plan de masse :



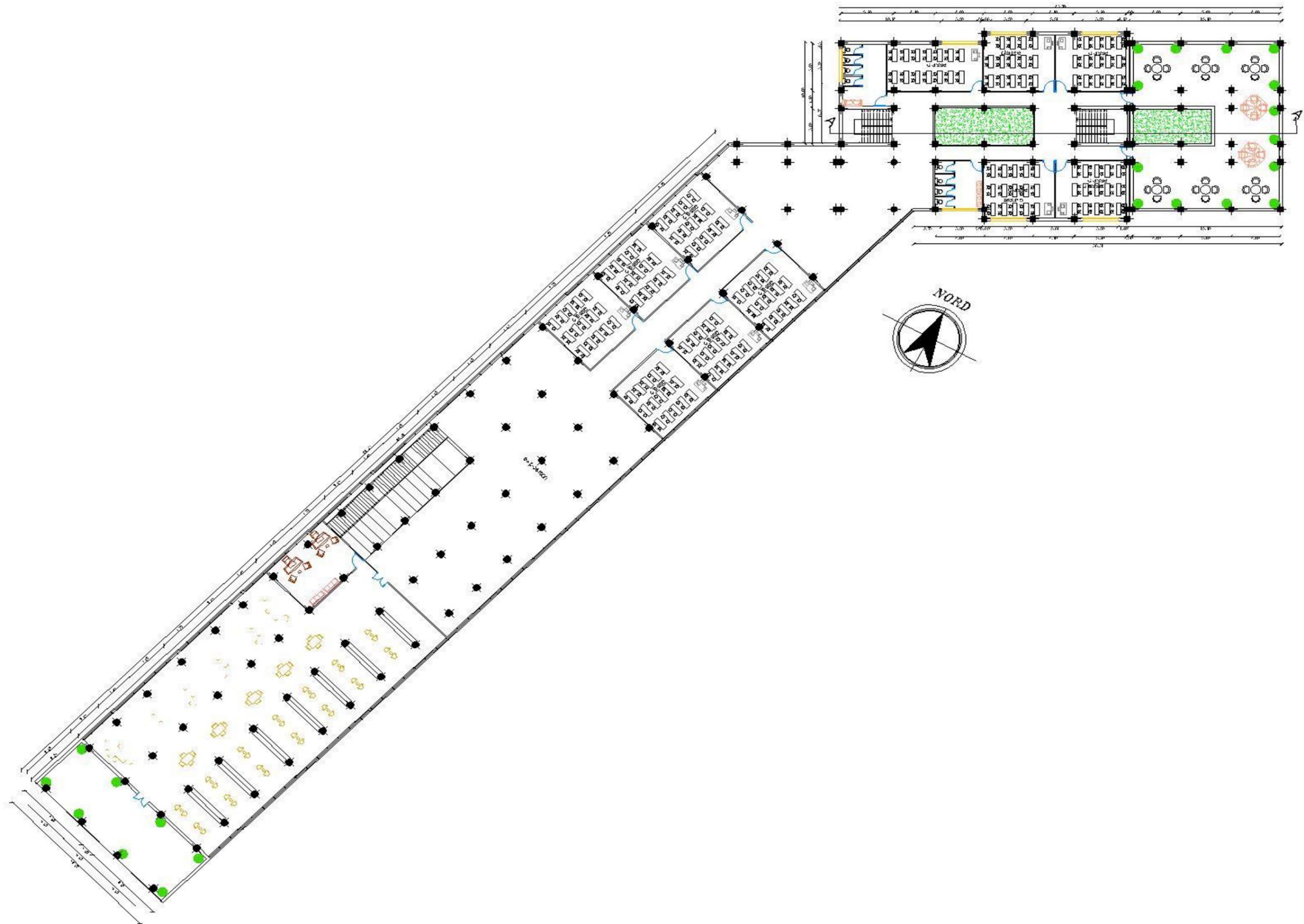
PLAN RDC





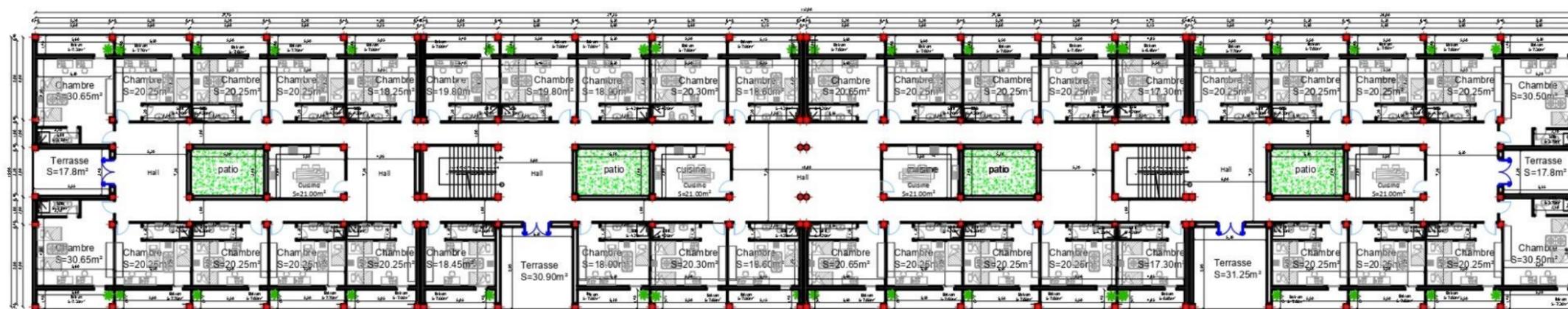
Plan du 1er étage ( bloc pédagogique)

PLAN 2 eme étage -bloc pédagogique

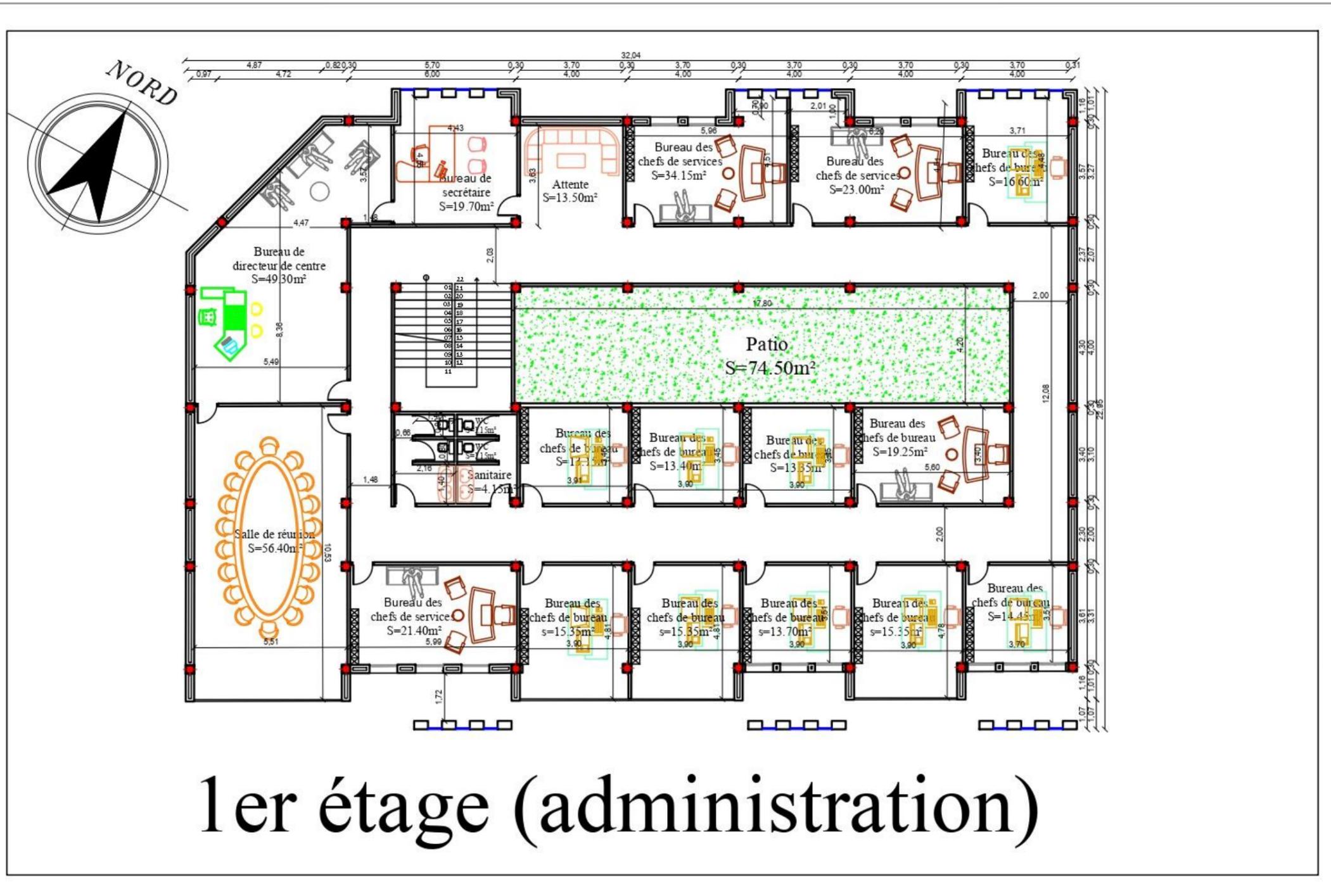




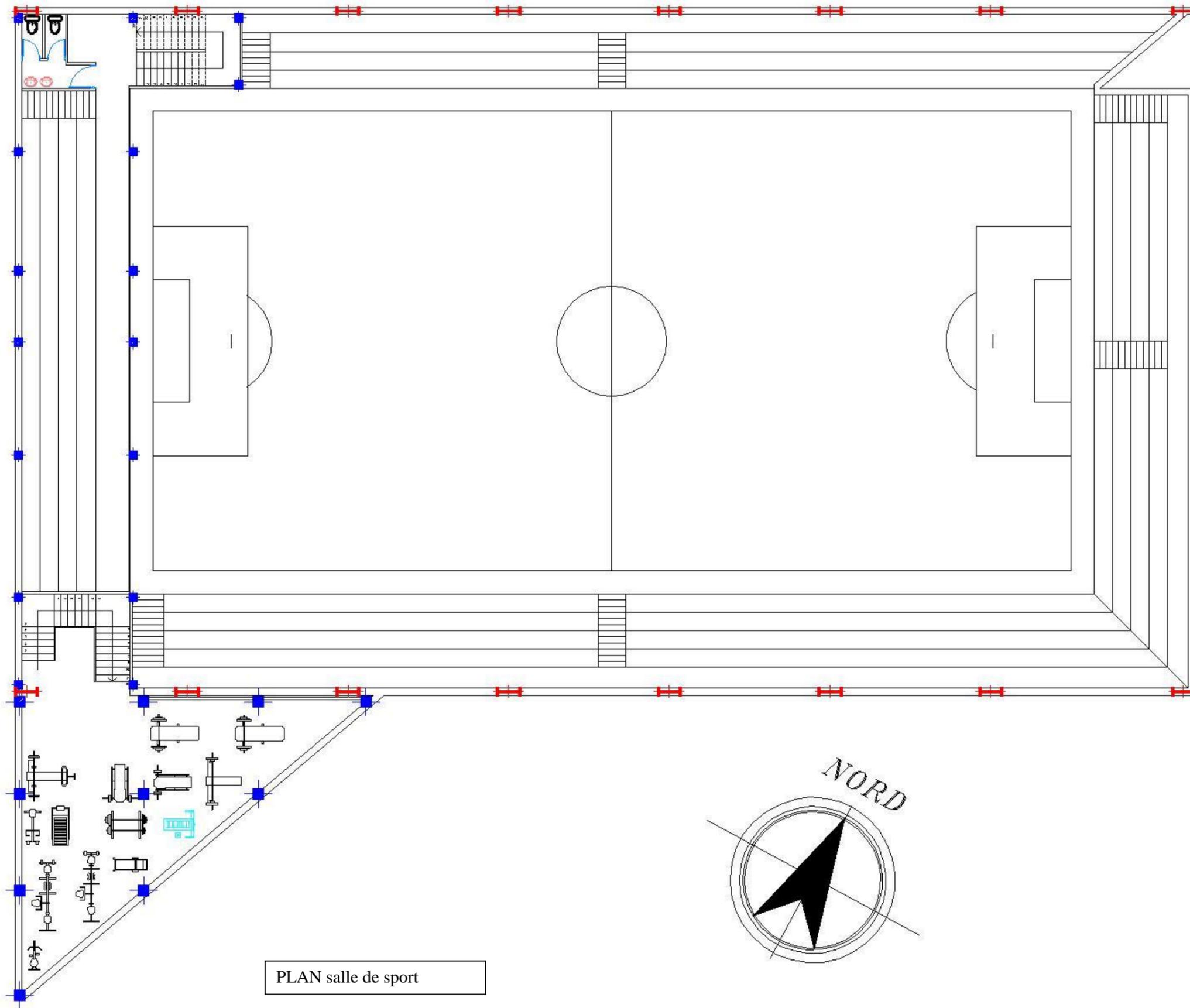
Plan du 1er étage ( Hébergement pour filles)



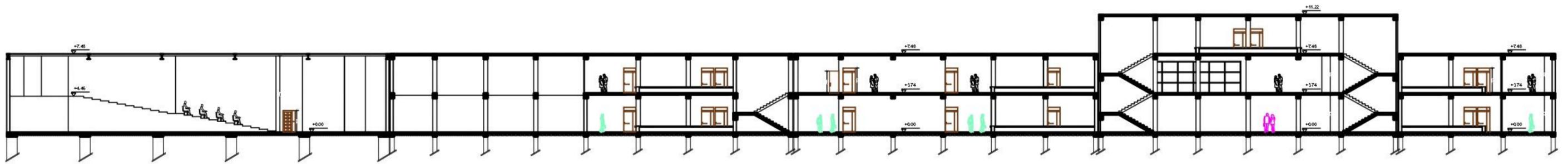
Plan du 1er étage ( Hébergement pour garçons)



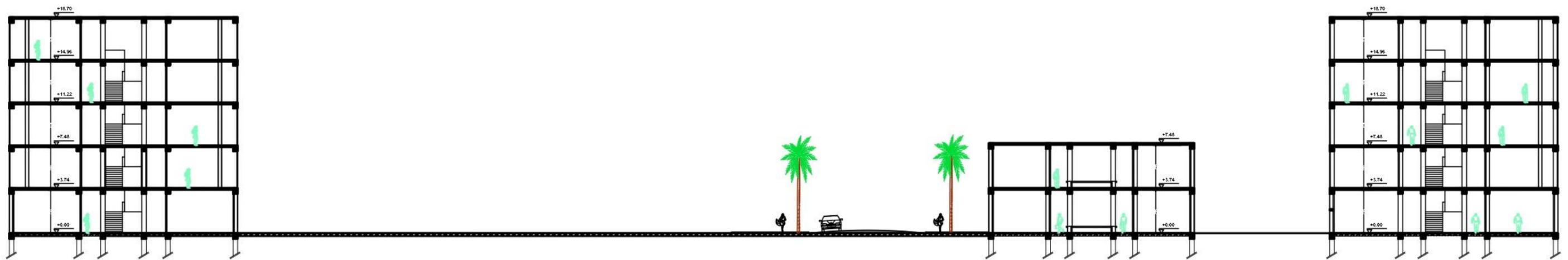
# 1er étage (administration)



PLAN salle de sport



**COUPE A-A**



**COUPE B-B**

*Les façades :*





Les vues 3d :





















