

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Saad Dahleb de Blida 01

Institut d'architecture et d'urbanisme



Mémoire de Fin d'Études pour l'obtention du diplôme de Master II

Option : ARCHITECTURE ENVIRONNEMENT ET TECHNOLOGIE.

**Titre de recherche : conception bioclimatique d'une habitation semi collectif a la nouvelle ville de Hassi Massoud Ouargla**

**Thème de recherche : L'effet de la végétation sur le confort thermique du bâtiment d'habitation dans les zones arides**

**Présente par :**

**SELLAMI Mohamed el amine.**

**BOUSSOUBEL Nourelhouda.**

**Groupe : 02**

**Encadré par :**

**Dr.SAMAHI Samir**

**Mr. TIBERMACHINE Islam.**

**Membres du jury :**

**Mr.ATIK Tarik**

**Mr. ZOUGUARI Zakarya**

**Année Universitaire : 2020-2021**

## Remerciement :

Je tiens à remercier tout d'abord Dieu qui m'a donné la force et la patience pour résister et continuer tous les années de l'architecture et d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier nos encadreurs Mr : SEMAHI Samir et Mr : TIBERMACHINE Islam pour ses précieux Conseils et leur aide durant toute la période du travail.

Mes vifs remerciements vont également : Aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre Recherche en acceptant d'examiner notre travail.

A tous nos enseignants A toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la Réalisation de ce travail.

Dédicace :

A la prunelle de mes yeux, celle qui m'a soutenu jour et nuit pour qu'elle me voie toujours au sommet et comme une étoile filante :

A toi ma chère mère.

A mon très cher père en reconnaissance de son affection de son soutien illimité, de sa gentillesse et de son amour : pour moi vous êtes le meilleur papa du monde.

A mon très chère frère docteur Mohammed que j'aime beaucoup vous êtes mon deuxième papa.

A ma chère sœur Fatiha et ma petite Chaima je vous aime vous êtes les meilleures.

A tous mes frères et sœurs que dieu vous protège a moi je vous aime.

A mon fiancé Abdenour je partage cette réussite avec toi et même pour réaliserons des autres dans la future prochaine.

A mes chères amies Rofaida, Hiba et Chourouk et toutes mes amies de résidence universitaires.

Ma réussite, A toute la famille BOUSSOUBEL.

A tous mes amis et camarades de la spécialité : architecture et enivrement technologie.

A mon binôme SELLAMI Amine pour son compréhensive et sa patience.

Et à tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

NOUR

## Dédicace

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux  
Tout d'abord je tiens à remercier le tout puissant de m'avoir  
donné le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de  
réaliser ce travail que Je dédie :

A ma très chère mère, qui n'a jamais cessé de prier pour moi.

A mon très cher père, pour ses encouragements.

A mes très chers frères.

A toute ma grande famille. Mes meilleurs amis chacun à son nom.

A tous mes amis de département d'architecture.

A la fin je dédie très chaleureusement ce mémoire à mes  
enseignants qui m'ont aidé dans la réalisation de ce travail.

AMINE

:

## Résumé :

La conception bioclimatique d'une habitation semi collectif a pour objectif de proposer des logements pour tous dans un cadre de vie de qualité, tout en limitant son empreinte écologique. Pour ce faire, un Quartier durable doit respecter les principes du développement durable : Promouvoir une gestion responsable des ressources. S'intégrer dans la ville nouvelle de Hassi Messoud. Notre objectif de travail c'est de faire des logements durables, conçu de façon à diminuer son empreinte écologique, en visant notamment à favoriser son autonomie énergétique. L'urbanisme qui a pour souci majeur la ville et seulement la ville, pourra grâce à une dimension écologique répondre à ses problèmes environnementaux. L'écologie lui donnera les moyens de faire une lecture environnementale, et de ce fait, trouver les solutions correspondantes au moyen de la technique.

Les mots clés : Quartier durable, un cadre de vie, développement durable, la ville, le territoire, autonomie énergétique, L'urbanisme, problèmes environnementaux.

## المخلص:

يهدف التصميم المناخي الحيوي للمسكن شبه الجماعي إلى توفير السكن للجميع في بيئة معيشية جيدة، مع الحد من آثاره البيئية. للقيام بذلك، يجب أن يحترم الجوار المستدام مبادئ التنمية المستدامة: تعزيز الإدارة المسؤولة للموارد. الاندماج في بلدة حاسي مسعود الجديدة. هدف عملنا هو إنشاء مساكن مستدامة، مصممة لتقليل أثرها البيئي، لا سيما من خلال تعزيز استقلالية الطاقة. التخطيط الحضري، الذي تعتبر المدينة والمدينة فقط مصدر قلق كبير، سيكون قادراً، بفضل البعد البيئي، على الاستجابة لمشاكلها البيئية. ستمنحه علم البيئة الوسائل. للقيام بقراءة بيئية، وبالتالي إيجاد الحلول المناسبة عن طريق التكنولوجيا.

الكلمات الرئيسية: منطقة مستدامة، بيئة معيشية، تنمية مستدامة، المدينة، الإقليم، استقلالية الطاقة، التخطيط الحضري، المشكلات البيئية.

**Abstract :**

The bioclimatic design of a semi-collective dwelling aims to provide housing for all in a quality living environment, while limiting its ecological footprint. To do this, a sustainable neighborhood must respect the principles of sustainable development: Promote responsible management of resources. Integrate into the new city of Hassi Messaoud. Our work objective is to make sustainable housing, designed to reduce its ecological footprint, in particular by aiming to promote energy autonomy. Urban planning, which has the city and only the city as a major concern, will be able, thanks to an ecological dimension, to respond to its environmental problems. Ecology will give him the means to do an environmental reading, and therefore find the corresponding solutions by means of technology.

**The key words :** Sustainable district, a living environment, sustainable development, the city, the territory. energy autonomy, Urban planning, environmental problems.

## Tables des matières :

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Introduction :   | 7  |
| 2     | Thématique environnemental :                                     | 7  |
| 2.1   | Définitions des concepts :                                       | 7  |
| 2.1.1 | Ecologie et architecture écologique                              | 7  |
| 2.2.2 | L'écologie :   | 7  |
| 2.2.3 | L'architecture écologique :                                      | 7  |
| 2.2.4 | Architecture bioclimatique :                                     | 7  |
| 2.2.5 | Les axes fondamentaux de l'architecture bioclimatique            | 8  |
| 2.2.6 | Les principes de base de l'architecture bioclimatique            | 8  |
|       | Le stockage de la chaleur ou de la fraîcheur selon les besoins : | 9  |
| 2.2.7 | Privilégier les apports de lumière naturelle :                   | 9  |
| 2.2.8 | Le confort :   | 9  |
| 2.3   | Confort thermique  | 10 |
|       | Les paramètres qui peuvent influencer le confort thermique       | 10 |
| 3     | Efficiéce énergétique :  | 11 |
| 3.1   | L'énergie :  | 11 |
| 3.2   | Efficacité énergétique :   | 11 |
| 4     | Dispositifs architecturaux et Stratégies bioclimatiques :        | 11 |
| 4.1   | Forme et orientation :   | 11 |
| 4.1.2 | Définition d'orientation :                                       | 11 |
| 4.1.3 | Orientation des espaces :  | 12 |
| 4.1.4 | La Forme et l'Orientation :                                      | 12 |
| 4.    | LE PATIO :   | 14 |
| 4.2.1 | Définition :   | 14 |
| 4.2.2 | Les formes du patio :  | 15 |
| 4.2.3 | La dimension bioclimatique des patios :                          | 15 |
| 4.2.4 | Les rôles de patio :   | 16 |
| 4.3   | L'atrium :   | 19 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 4.3.2   | Typologie morphologique des atriums :.....  | 19 |
| 4.3.3   | Critères de proportion :.....   | 19 |
| 4.3.4   | L'impact de l'atrium sur le confort thermique et la consommation<br>énergétique : ..... | 20 |
| 4.3.5   | Le contrôle lumineux :.....   | 21 |
| 4.3.6   | Le contrôle thermique :.....  | 21 |
| 4.4     | Matériaux de construction :.....  | 23 |
| 4.4.1   | Définition :.....   | 23 |
| 4.4.2   | Type de matériau de construction : .....  | 23 |
| 4.4.3   | Conductivités thermiques : .....  | 23 |
| 4.4.4   | Cas d'étude :.....  | 25 |
| 4.5     | Les isolants :.....   | 25 |
| 4.5.1   | Définition :.....   | 25 |
| 4.5.2   | Caractéristiques :.....   | 26 |
| 4.5.3   | Cas d'étude :.....  | 27 |
| 4.6     | Le vitrage :.....   | 27 |
| 4.6.1   | Définition :.....   | 27 |
| 4.6.2   | Principaux types de vitrage : .....   | 28 |
| 4.6.3   | Le vitrage isolant : .....  | 29 |
| 4.6.4   | Transferts de chaleur à travers un vitrage : .....                                      | 29 |
| 4.6.5   | Cas d'étude : .....   | 30 |
| 4.7     | Protection solaire :.....   | 31 |
| 4.7.1   | Définition :.....   | 31 |
| 4.7.2   | Le rôle de protection solaire : .....   | 31 |
| 4.7.2   | Les types de protection solaire : .....   | 31 |
| 4.7.3   | Les protections mobiles :.....  | 32 |
| 4.7.3.4 | Cas d'étude :.....  | 32 |
| 4.8     | Toiture végétalisé :.....   | 33 |



|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 4.8.1    | Définition : .....  | 33        |
| 4.8.2    | Types de toitures : .....   | 33        |
| 4.8.3    | Classification des toitures végétalisées : .....                                  | 34        |
| 4.8.3    | Cas d'étude : .....   | 35        |
| 4.9      | Energies Renouvelables : .....  | 35        |
| 4.9.3    | Cas d'étude : .....   | 36        |
| <b>5</b> | <b>Thématique spécifique.....</b>   | <b>37</b> |
| 5.1      | Introduction : .....  | 37        |
| 5.1.1    | Définitions : .....   | 38        |
| 5.1.2    | Typologies de l'habitat : .....   | 38        |
| 5.1.3    | Habitat intermédiaire : .....   | 40        |
|          | <b>Définitions.....</b>   | <b>40</b> |
|          | L'histoire de l'habitat intermédiaire.....  | 40        |
|          | <b>Typologie de l'habitat intermédiaire .....</b>                                 | <b>40</b> |
| 5.1.3.3  | Les caractéristiques d'habitat intermédiaire :.....                               | 41        |
| <b>6</b> | <b>Exemples d'assemblage et de combinaison De l'habitat intermédiaire : .....</b> | <b>42</b> |
|          | <b>Exemple d'habitat semi collectif(Cambridge).....</b>                           | <b>42</b> |
| <b>7</b> | <b>Présentation de site : .....</b>   | <b>43</b> |
| 7.1      | Situation de l'aire d'étude : .....   | 43        |
| 7.1.1    | introduction : .....  | 43        |
| 7.1.2    | Situation : .....   | 43        |
| 7.1.3    | Le site et les limites.....   | 45        |
| 7.1.4    | Topographie de site : .....   | 46        |
| 7.1.5    | Orientation et vent : .....   | 46        |
| 7.1.6    | Ombrage : .....   | 47        |
| 7.1.7    | Végétation : .....  | 47        |
| <b>8</b> | <b>L'analyse Climatique.....</b>  | <b>48</b> |
| 8.1      | Les paramètres du climat : .....  | 48        |
| 8.1.1    | Température : .....   | 48        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 8.1.2    | Précipitation :.....   | 49        |
| 8.1.3    | Soleil :.....  | 49        |
| 8.1.4    | Rayonnement solaire.....   | 50        |
| 8.1.5    | Humidité :.....  | 51        |
| 8.1.6    | Vent :.....  | 52        |
| 8.1.7    | Température de confort :.....  | 53        |
| 8.2      | Les Tables De MAHONEY : .....  | 55        |
| 8.3      | Les recommandations de notre projet à travers les tableaux de MOHONEY sont : ..... | 56        |
| <b>9</b> | <b>Conceptualisation du projet :.....</b>  | <b>57</b> |
| 9.1      | INTRODUCTION :.....  | 57        |
| 9.2      | Le site :.....   | 57        |
| •        | La codification :.....   | 58        |
| 10       | Les étapes (la genèse de la forme du projet) :.....                                | 59        |
| 11       | La genèse de la forme du plan de masse :.....                                      | 61        |
| 12       | Principe de composition de façade : .....  | 62        |
| 13       | L'organigramme fonctionnel : .....   | 62        |
| 14       | L'organisation des espaces :.....  | 63        |
| 15       | Les organigrammes spatiaux : .....   | 63        |
| 16       | Les dispositifs bioclimatiques : .....   | 64        |
| 16.1     | Les dispositifs bioclimatiques passifs :.....                                      | 64        |
|          | L'éclairage naturel :.....   | 65        |
| 16.2     | Les dispositifs bioclimatiques actifs :.....                                       | 66        |
| •        | L'énergie solaire :.....   | 66        |
| 17       | Les eaux pluviales : .....   | 66        |
| 18       | Traitement des déchets :.....  | 67        |
| 19       | Structure et matériaux de construction :.....                                      | 67        |
| 20       | Les joints :.....  | 67        |
| 20.1     | Joins de dilatation :.....   | 68        |
| 21       | Les matériaux de construction :.....   | 68        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 21.1      | Les principes de choix d'un matériau de construction : ..... | 68        |
| 21.2      | Pierre :.....  | 68        |
| <b>22</b> | <b>Simulation :.....</b>                                     | <b>69</b> |
| 22.1      | Introduction :.....  | 69        |
| 22.2      | Description du modèle de simulation Design Builder :.....    | 69        |
| 22.3      | Lancer la simulation : .....                                 | 70        |
| 22.4      | Remarque : .....   | 72        |
| 22.4      | Conclusion :.....  | 72        |
| <b>23</b> | <b>Conclusion générale :.....</b>                            | <b>73</b> |

# 1. Chapitre01 :

## Chapitre introductif

### **I. Introduction générale :**

De nos jours, l'environnement est au centre de l'attention de tous les pays, les organismes, les organisations et aussi les architectes, et si nous sommes aujourd'hui exposés à tous ses risques environnementaux c'est à cause des activités humaines non réfléchies telles que l'épuisement des ressources naturelles, la forte croissance, l'industrie, le transport et le domaine des bâtiments...etc. Le réchauffement climatique est l'un des grandes menaces de l'environnement, qui se définit en augmentation de température c'est pourquoi des nouveaux records de températures maximales ont été battus dans plusieurs villes du pays. Donc, la nécessité de l'adaptation de bâtiments pour un environnement naturel et propre a été toujours posée comme une priorité de l'architecture vernaculaire. Le confort intérieur reste aussi le souci majeur de tous les concepteurs. Pour résoudre ces problèmes les chercheurs et les savants créent une démarche de développement durable qui vise à trouver un équilibre entre trois piliers à savoir : le pilier environnemental, économique et social.

Le développement durable est appliqué à plusieurs domaines, En l'occurrence, on cite le domaine de l'architecture où on trouve plusieurs démarches s'inscrivant dans le développement durable. Ces démarches consistent à chercher une synthèse harmonieuse entre la destination du bâtiment, le confort des utilisateurs et le respect de l'environnement ainsi que la réduction des besoins énergétiques par des énergies renouvelables.

Dans le domaine de l'architecture, les architectes sont devenus des concepteurs de manière respectueuse de l'environnement. Ils tiennent en compte de la réduction de la consommation d'énergie, des matériaux et des ressources, tout en minimisant les effets néfastes de la construction sur l'environnement. Ceci s'appelle l'architecture durable, son objectif est de concevoir un bâtiment durable et confortable. Et donc tous les conceptions et la volonté d'aménagement futur doit être planifié d'une manière qui respecte l'environnement et la vie de l'être humain. Si on parle des planifications et conceptions futures, les nouvelles villes vont être notre premier objectif et si on parle de la vie d'être humain l'habitat va être aussi l'une de nos objectifs importants sur tout après les dernières crises du covid-19.

L'habitat ou verbe habiter d'une manière philosophique c'est le confort de l'individu et d'une manière scientifique c'est l'ensemble des facteurs physiques et dans laquelle vit un individu.

Notre objectif est donc de concevoir un groupement de logement avec des caractéristiques bioclimatique. Ce groupement doit être compatible avec l'environnement. Elle répond également aux besoins des individus et il crée un climat propice à son confort.

## Chapitre I introductif

### II. Problématique générale :

Actuellement, L'Algérie comme tous les pays du monde se trouvent devant un phénomène de croissance démographique accompagné d'un développement économique, ce qui a provoqué un étalement urbain excessif caractérisé par une architecture standardisée qui provoque une négligence et une disparition progressive de notre cachet architectural.

Face à ces dommages irréversibles sur nos villes ainsi que les risques géologiques et environnementaux, des stratégies soutenables prennent en compte la qualité et la préservation de l'environnement ainsi que la consommation de l'énergie du projet est toujours considérée comme significative sans oublier la quantité qui est un élément majeur dans la planification des logements qui doit être confortable aux niveaux thermique pour un premier degré sur tout dans les zones arides.

Hassi Messoud est l'une des villes sahariennes qui a été choisie pour la création d'un nouveau centre urbain de développement dans le sud-est de l'Algérie. Cette dernière est considérée comme une zone aride où la température joue un grand rôle dans la conception des bâtis et surtout l'habitat.

Vu tout ce qui précède cela nous a conduits à poser la problématique suivante :

**Comment élaborer un groupement d'habitat semi collectif tout en répondant aux dimensions environnementales et fonctionnelles pour réduire le manque de logement qui caractérise la ville de Hassi Messoud ?**

### III. Hypothèses :

Nous pensons qu'à travers l'analyse climatique ainsi que l'analyse de site et les données de la nouvelle ville, il nous sera possible d'identifier les stratégies passives qui nous permettant d'améliorer la performance environnementale et fonctionnelle de nos bâtis.

- La végétation améliore le confort thermique à l'intérieur du bâti dans un climat chaud et aride
- La création des patios a une grande influence sur le degré du confort thermique fournis ainsi que le confort visuel offert aux occupants de l'habitation.

### IV. Motivation de choix de thème :

L'habitat est un abri, mais aussi un fait culturel, Un développement intégré des Communautés doit tenir compte des cultures locales et mettre en valeur leurs caractéristiques Positives est donc l'habitat est un aspect important dans un pays assez grand comme l'Algérie c'est pourquoi ont choisi ce thème ainsi que le manque de logement par rapport la population de Hassi Messoud tout en suivant la programmation et la planification de cette nouvelle ville.

## Chapitre I introductif

### **Objectifs :**

L'objectif principal de notre travail et la conception d'un groupement habitat semi collectif tout intégrant les principes de l'architecture bioclimatiques pour assurer le confort thermique et minimiser la consommation d'énergie à travers :

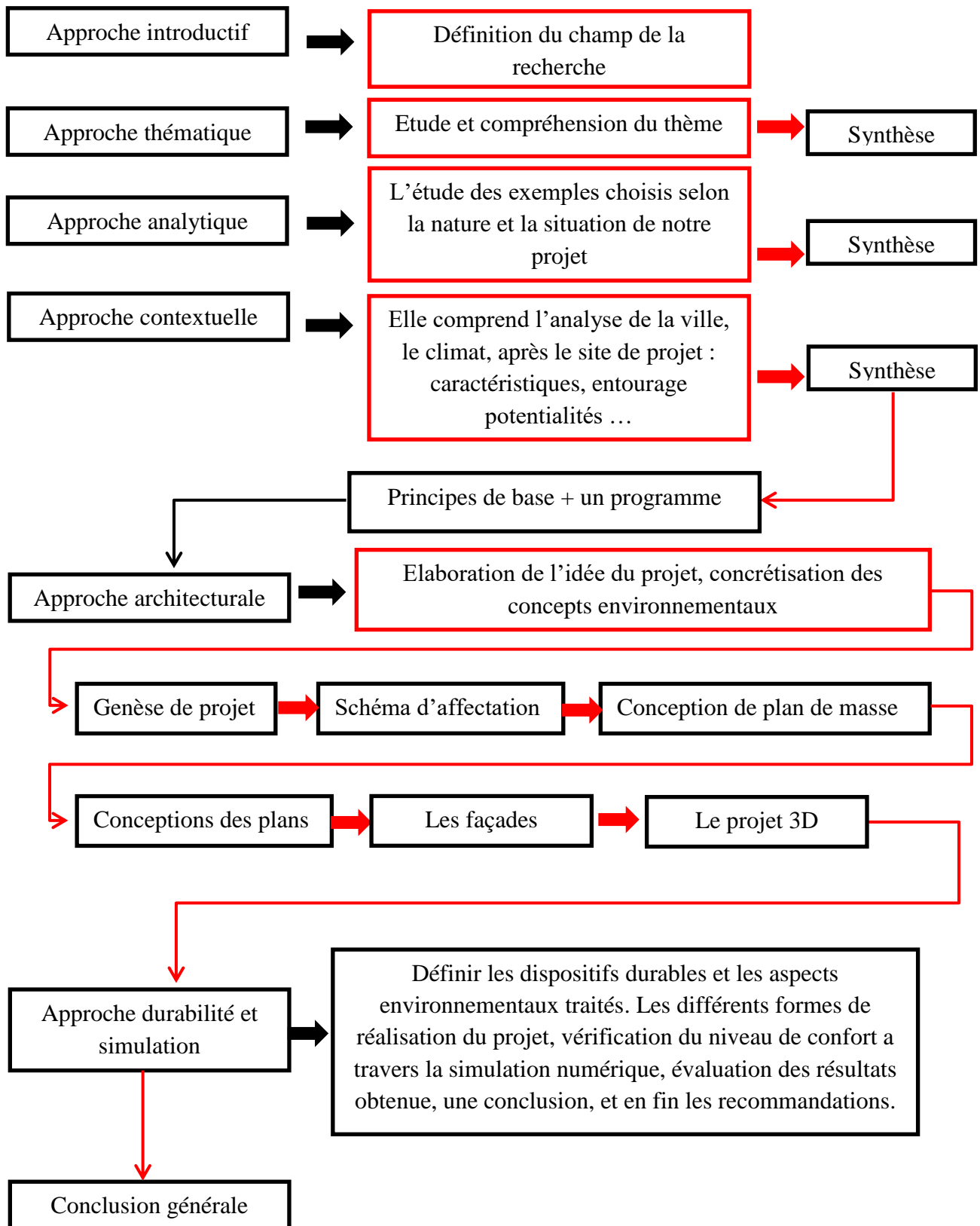
- L'intégration au site et le respect de l'environnement en se basant sur une analyse bioclimatique pointue.
- La proposition d'une forme architecturale qui aide à produire un bâtiment à base consommation énergétique.
- L'utilisation de la ventilation naturelle par l'intégration des patios et les techniques passives

### **V. Structure de mémoire :**

Le présent travail est structuré selon trois chapitres.

- **Un premier chapitre :** c'est une approche introductive dans laquelle nous exposons les problèmes énergétiques accusés à l'échelle mondiale, les lacunes au niveau de la conception durable ainsi que c'est une introduction générale met exergue l'objet et l'importance de la recherche, suivi par la problématique posé la question fondamentale de la recherche, les objectifs, présentation de cas d'étude méthodologie et les moyens utilisés dans la recherche.
- **Un second chapitre :** dédié à les définitions brève des concepts et les notions qui se rapportant à notre sujet afin de consolider notre thème d'intervention, aussi à la recherche thématique concernant l'habitat semi collectif et la lecture analytique des exemples, et la présentation des concepts et leçons tirés de cette lecture.
- **Un troisième chapitre :** destiné pour une présentation du contexte d'étude et ses différentes composantes ainsi que l'approche conceptuelle du projet et aussi une évaluation de la performance énergétique, conjugué par une simulation numérique, touchant l'aspect thermique. Ce chapitre sera finalisé par une synthèse illustrant les cas de figures défavorables et favorables.

**VI. Méthodologie de recherche :**





# Chapitre 2 :

# L'état de l'art

## Chapitre 2 : état de l'Art

### 1 Introduction :

Le deuxième chapitre est organisé par deux parties, la première partie est basée sur la thématique environnementale qui contient des définitions du concept et les dispositifs architecturaux et stratégies bioclimatiques. Pour la deuxième partie on a la thématique spécifique qui est basé sur le contexte de projet et analyse des exemples.

### 2 Thématique environnemental :

#### 4.1 Définitions des concepts :

##### 4.2.1 Ecologie et architecture écologique

##### 4.2.2 L'écologie :

Le terme écologie vient du grec oikos (maison, habitat) et logos (science) : c'est la science de la maison, de l'habitat. Il fut inventé en 1866 par Ernst Haeckel, biologiste allemand pro-darwiniste. Dans son ouvrage morphologie générale des organismes, il désignait par ce terme (la science des relations des organismes avec le monde environnant, c'est-à-dire, dans un sens large, la science des conditions d'existence)<sup>1</sup>.

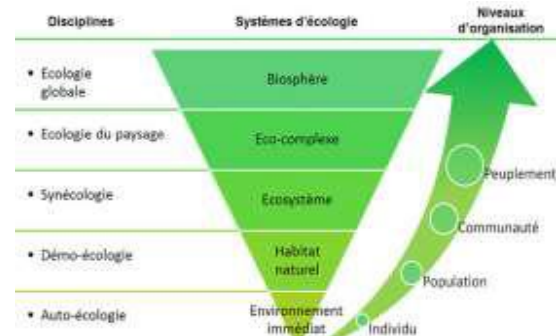


Figure 1 : les systèmes d'écologie

##### 4.2.3 L'architecture écologique :

Est un mode de conception et de réalisation qui a pour préoccupation de concevoir une architecture respectueuse de l'environnement et de l'écologie.

##### 2.1.1.1 Les principes de l'architecture écologique

- Le choix des matériaux, naturels et respectueux de la santé de l'homme.
- Le choix de la disposition des pièces (par exemple) pour favoriser les économies d'énergie en réduisant les besoins énergétiques.
- Le choix des méthodes d'apports énergétiques.
- Le choix du cadre de vie offert ensuite à l'homme (jardin...)<sup>2</sup>

##### 4.2.4 Architecture bioclimatique :

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

<sup>1</sup> <https://fr.wikipedia.org/wiki/Ecologie>.

<sup>2</sup> Envies de ville

## Chapitre 2 : état de l'Art

vié agréables de la manière la plus naturelle possible, en utilisant par exemple les énergies renouvelables (les éoliennes ou l'énergie solaire) disponible sur le site<sup>3</sup>.

« La conception architecturale bioclimatique s'inscrit dans la problématique contemporaine liée à l'aménagement harmonieux du territoire et à la préservation du milieu naturel. Cette démarche, partie prenante du développement durable, optimise le confort des habitants, réduit les risques pour leur santé et minimise l'impact du bâti sur l'environnement. »<sup>4</sup>

### *4.2.5 Les axes fondamentaux de l'architecture bioclimatique*

L'intérêt du bioclimatique va donc à 3 grands axes : <sup>5</sup>

Axe 1 : s'inscrire harmonieusement dans le site, tout en favorisant une gestion économique du sol.

Axe 2 : s'orienter vers des matériaux respectueux de l'environnement et des procédés constructifs adaptés et réduire les besoins énergétiques.

Axe 3 : créer un climat de bien-être et de confort dans des espaces accessibles à tous.

### *4.2.6 Les principes de base de l'architecture bioclimatique*

L'architecture bioclimatique se base sur les principes suivants :

#### 2.1.1.2 Captation et/ou protection de la chaleur :

L'objectif est de gérer l'énergie fournie par le soleil ou par les activités intérieures au bâtiment, dans les pays tempérés les hivers sont froids, souvent les chauffages traditionnels sont coûteux, polluants ou nocifs pour l'environnement.

En règle générale, dans l'hémisphère nord, on propose :

Une maximisation des surfaces vitrées orientées au Sud, protégées du soleil estival par des casquettes horizontales, Une minimisation des surfaces vitrées orientées au Nord. En effet, les apports solaires sont très faibles et un vitrage sera forcément plus déprédatif qu'une paroi isolée, Des surfaces vitrées raisonnées et réfléchies pour les orientations Est et Ouest afin de se protéger des surchauffes estivales. Par exemple, les chambres orientées à l'ouest devront impérativement être protégées du soleil du soir.

Transformation et la diffusion de la chaleur : Une fois le rayonnement solaire capté et transformé en chaleur, celle-ci doit être diffusée et/ou captée. Le bâtiment bioclimatique est conçu pour maintenir un équilibre thermique entre les pièces, diffuser ou évacuer la

---

<sup>3</sup> [www.futura-sciences.com/magazine/.../d/maison-architecture-bioclimatique-](http://www.futura-sciences.com/magazine/.../d/maison-architecture-bioclimatique-)

<sup>4</sup> Alain Liébard et André de Herde : traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique(2005).

<sup>5</sup> (CFIUE : 2015)

## Chapitre 2 : état de l'Art

chaleur via le système de ventilation. La conversion de la lumière en chaleur se fait principalement au niveau du sol. Naturellement, la chaleur a souvent tendance à s'accumuler vers le haut des locaux par convection et stratification thermique, provoquant un déséquilibre thermique.

*Le stockage de la chaleur ou de la fraîcheur selon les besoins :*

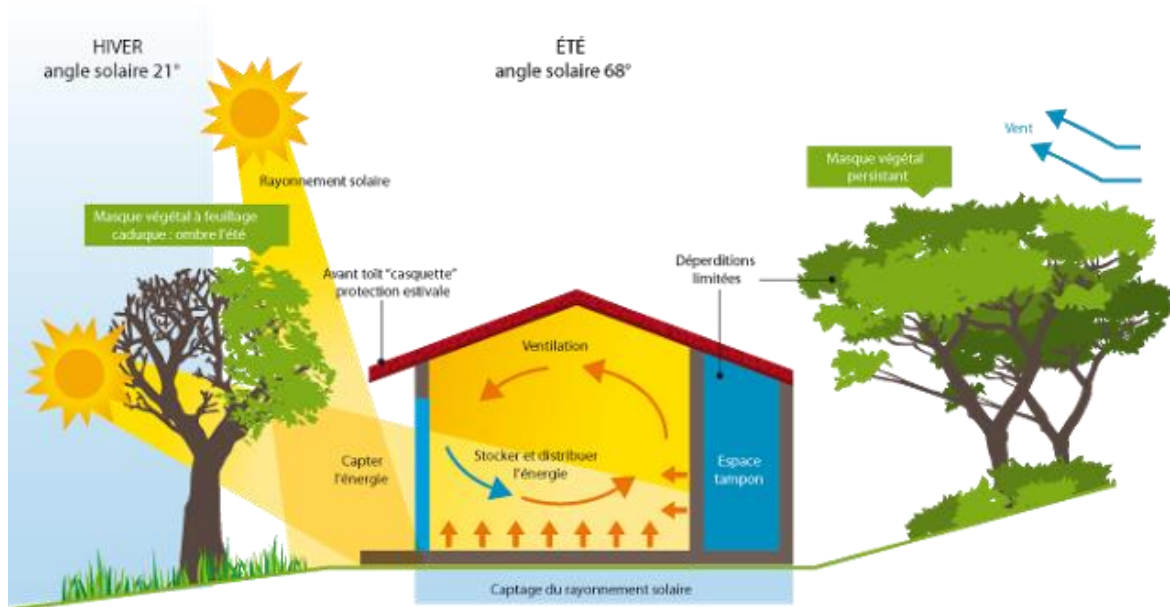


Figure 2 ; stratégie de la conception bioclimatique. (Source : site web eRT2012)

Lors de la conception d'un bâtiment, il est essentiel de trouver un équilibre pour conserver et optimiser l'énergie qu'on reçoit l'hiver, tandis que pendant l'été, il faut évacuer l'excédent de la chaleur. Donc de manière générale, cette énergie est stockée dans les matériaux lourds de la construction. Afin de maximiser cette inertie, on privilégiera l'isolation par l'extérieur.

### 4.2.7 Privilégier les apports de lumière naturelle :

L'architecture bioclimatique a pour but de créer une ambiance lumineuse agréable pour permettre le bon déroulement des activités et de valoriser le confort visuel tout en réduisant le recours à l'éclairage artificiel et à la dépense d'énergie en procédant de la sorte :

- Intégration d'éléments transparents bien positionnés.
- Choix des couleurs.

### 4.2.8 Le confort :

Le confort est une notion étroitement liée à la sensation de bien-être et qui ne possède pas de définition absolue. Et aussi c'est une notion subjective qui résume tout un ensemble de sensation.

## Chapitre 2 : état de l'Art

On distingue 4 types suivants : <sup>6</sup>

- Le confort thermique.
- Le confort visuel.
- Le confort acoustique.
- Le confort olfactif.

### 2.1.1.3 Confort thermique :

Le confort thermique est défini comme un état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement Thermique. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son environnement immédiat. <sup>7</sup>

### 2.1.1.4 Les différents échanges thermiques :

Le corps échange en permanence de la chaleur avec son environnement. Ces échanges se font suivant 3 mécanismes :

- La conduction : c'est-à-dire le contact direct entre deux corps de température différente.
- La convection : qui fait monter l'air chaud dans la pièce.
- Le rayonnement : qui réchauffe un corps par les rayons infrarouges d'une source de chaleur.<sup>8</sup>)

*Les paramètres qui peuvent influencer le confort thermique*

Table 1 : les paramètres qui peuvent influencer sur le confort thermique

|   |  |
|---|--|
| <b>- les paramètres liés à l'occupant</b>     | -Le métabolisme : qui est la chaleur générée par l'intérieur du corps humain.<br>-L'habillement : représente une résistance thermique aux échanges de chaleurs entre la surface de la peau et l'environnement. |
| <b>-Les paramètres liés à l'environnement</b> | -La température ambiante de l'air.<br>- La température des parois.<br>- L'humidité relative de l'air les échanges de chaleur par convection.   |
| <b>-Les paramètres liés au bâti</b>           | -La forme<br>- L'orientation.<br>- Les matériaux utilisés.<br>- Les ouvertures.  |

---

<sup>6</sup> (herde.lebard :2006).

<sup>7</sup> (Charbonneau : 2004)

<sup>8</sup> (maachi : 2020)

### 3 Efficience énergétique :

#### 3.1 L'énergie :

C'est la capacité de la matière à réaliser un travail, et la capacité d'un système à produire une activité, ou a quantité de travail réalisé est présentée par la quantité d'énergie<sup>9</sup>

##### 3.1.1 Les énergies renouvelables :

Les énergies renouvelable sont issues de sources naturelles et qui sont durable comme :

- Energie solaire : elle est utilisée par l'installation des panneaux solaires ou les piles solaires.
- Energie hydraulique : elle dépend sur le cycle de l'eau dans son passage à travers les barrages.
- Energie éolienne : elle utilise la force du vent.
- Energie de la biomasse : elle provient de la combustion de la biomasse qui se représente par : les arbres, les plantes, animaux et en fin les microorganismes.<sup>10</sup>

#### 4.2.9 Efficacité énergétique :

C'est le rapport entre la quantité d'énergie produite et la quantité d'énergie absorbée, tout en prenant le même confort avec l'utilisation de moins d'énergie.<sup>11</sup>

Optimisation énergétique à l'échelle de Bâtiment : Les préoccupations tout au long de la conception d'un bâtiment sont d'une part l'économie D'énergie et d'autre part, l'amélioration du confort. Pour réduire la consommation d'énergie d'un bâtiment et alléger sa facture, il faut améliorer son rapport son environnement en optimisant la forme et l'enveloppe du bâtiment concerné. Ainsi, le confort thermique sera assuré en minimisant les besoins de chauffage en hiver et grâce au rafraîchissement par l'introduction de l'air frais en été. Il faut aussi réaliser des économies d'énergie en réduisant les pertes de chaleur.<sup>12</sup>

### 4 Dispositifs architecturaux et Stratégies bioclimatiques :

#### 4.1 Forme et orientation :

##### 4.2.10 Définition d'orientation :

Orientation est le positionnement d'un bâtiment par rapport aux variations saisonnières dans la course du soleil, ainsi que la configuration des vents dominants. Bonne orientation peut augmenter l'efficacité énergétique de votre maison, ce qui rend plus confortable à vivre

---

<sup>9</sup> (Meunier:2008)

<sup>10</sup> (Mercier:2010)

<sup>11</sup> (Boumaaza:2018)

<sup>12</sup> (Benayache, A .Boumrar,N :2017)

## Chapitre 2 : état de l'Art

et moins coûteux à exploiter. Orientation est souvent prévue pour profiter au maximum des variations quotidiennes et saisonnières de rayonnement du soleil. Orientation optimale d'une structure est, en fin de compte, un compromis entre sa fonction, son emplacement, et les facteurs environnementaux en vigueur de la chaleur, la lumière, l'humidité et le vent

### 4.2.11 *Orientation des espaces :*

La plupart des cours d'architecture proposent une disposition des activités et des locaux correspondants établie en fonction de l'orientation et du mouvement du soleil. Ces indications ne sont pas impératives, bien sûr, mais importantes, puisqu'elles génèrent un mode de vie et une qualité de relation à l'environnement.<sup>13</sup>

- OUEST : (côté des intempéries) ensoleillement profond l'après-midi avec forte chaleur et éblouissement. Planter des arbres).
- NORD : pas de soleil, vents d'hiver froids, lumière uniforme, peu de mouches, nécessité de grandes fenêtres pour la lumière diffuse du jour.
- EST : bien ensoleillé le matin, agréablement chauffé en été, très grand refroidissement en hiver. Des doubles fenêtres s'imposent
- SUD : (côté le plus précieux de la maison) soleil au zénith l'été, bien ensoleillé l'hiver, marquise pour protéger du soleil, toits saillants.<sup>14</sup>

### 4.2.12 *La Forme et l'Orientation :*

On constate une évolution constante de la forme des bâtiments quand on se déplace des climats froids vers les climats chauds et arides. Des études sur des formes carrées, oblongues de divers types et sur l'orientation des bâtiments dans la plupart des régions climatiques montrent qu'il existe quelques formes standard pour minimiser les transferts thermiques. Ces formes sont un équilibre entre la saison froide où les gains solaires peuvent être utiles et la saison chaude où ils doivent être évités.<sup>15</sup>

L'effet de la forme du bâtiment sur son comportement thermique est grandement fonction du degré d'exposition de l'enveloppe à la température extérieure et au vent.

- Le bâtiment carré n'est pas une forme optimale où que l'on soit,
- Toutes les formes allongées selon l'axe nord- sud fonctionnent hiver comme été avec une efficacité énergétique inférieure à celle du bâtiment carré,

---

<sup>13</sup> Soleil et architecture – Guide pratique pour le projet, 1991, P.16

<sup>14</sup> Neufert 1955

<sup>15</sup> INTEGRATION ARCHITECTURALE - learn [http://www.new-learn.info/packages/tareb/docs/lea/lea\\_ch2\\_fr.pdf](http://www.new-learn.info/packages/tareb/docs/lea/lea_ch2_fr.pdf)

## Chapitre 2 : état de l'Art

- L'optimum dans tous les cas est une forme allongée dans une direction voisine d'axe est – ouest

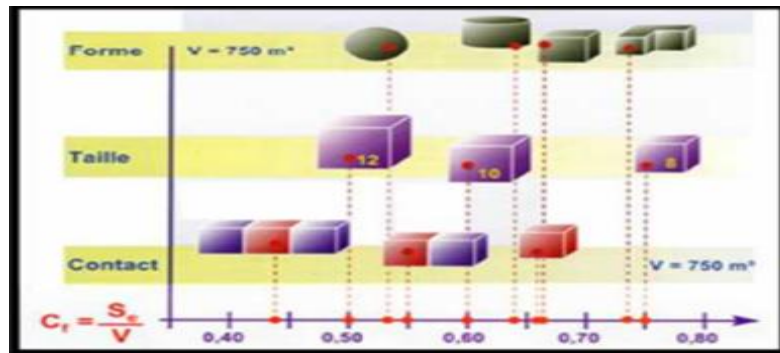


Figure 3: Le coefficient de forme source : karine farge.

La compacité exprime le rapport entre la surface de l'enveloppe et le volume interne chauffé. On comprend donc que la compacité puisse donner rapidement une indication non seulement sur les performances thermiques du projet (les surfaces extérieures étant considérées comme de potentielles surfaces d'échanges thermiques), mais aussi sa dimension économique (le moins de matière pour le plus de volume intérieur et de surface habitable).

### 4.2.13 Cas d'étude :<sup>16</sup>

**Situation de bâtiment :** Le bâtiment se trouve à la ville de Tunis dans la région RT2 à une latitude de 36°50'N, longitude de 10°14'E et une altitude de 3.00m, avec un climat méditerranéen.

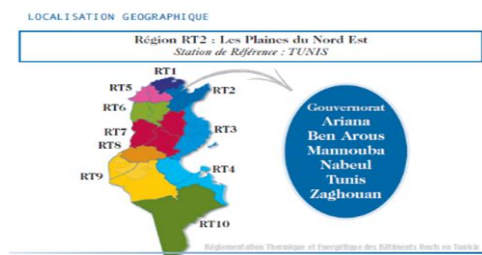


Figure 4 : localisation géographique

### Présentation de bâtiment :

Le bâtiment possède une surface de 80 m<sup>2</sup> pour un volume de 240 m<sup>3</sup>. L'entrée du bâtiment est orientée vers le nord comme l'indique la figure



Figure 5: plan de bâtiment

Le bâtiment initial orienté Nord-Sud a été modifié et orienté Est-Ouest comme indique la figure : (a) : Nord-Sud. (b) : Est-Ouest.

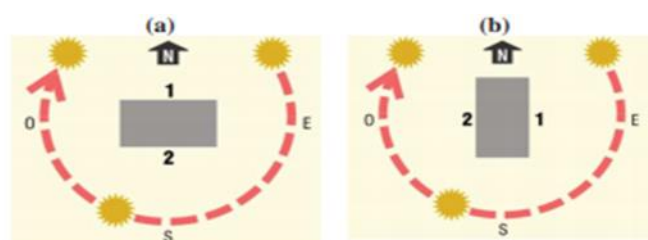


Figure 6 : l'orientation du bâtiment

<sup>16</sup> Malek Jedidi, Anis Abroug, 27,28 et 29 Avril 2018, Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment en Tunisie, 1er Colloque International des Energies Nouvelles et Renouvelables - NRIPS'2018



### Résultat après le changement d'orientation :

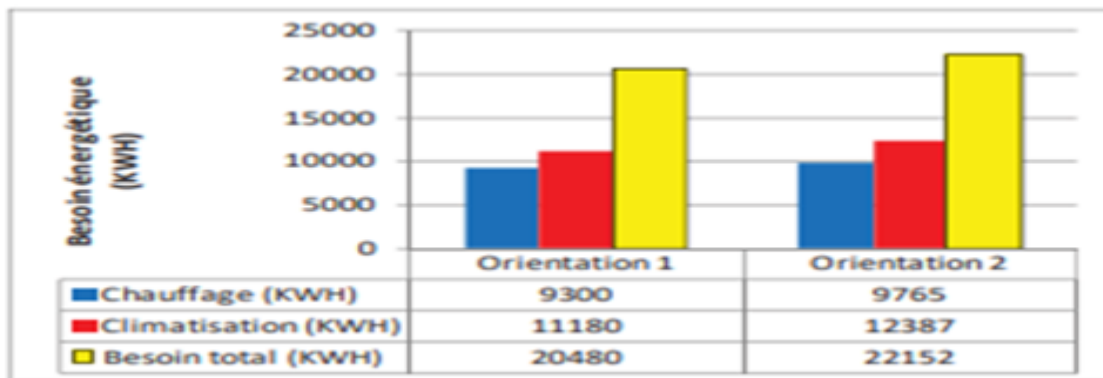


Figure 7: besoin énergétique annuel en fonction de l'orientation de bâtiment. (Source : Malek Jedidi 2018)

Pour la façade orientée au Sud, elle reçoit d'importants apports solaires au milieu de la journée. Dans la situation modifiée, elle est orientée à l'Ouest et l'ensoleillement se produit plus tard. Il faut donc chauffer plus en hiver. En été, les apports de fin de journée seront stockés dans le bâtiment pendant la nuit et restitués le matin, il faudra donc également refroidir plus.

Pour la façade orientée au Nord, elle reçoit un peu d'ensoleillement le matin et le soir. Dans la situation modifiée, elle est orientée à l'Est et elle ne reçoit des apports solaires que le matin, mais de façon plus importante. On devrait donc chauffer moins en hiver mais refroidir plus en été.

## 4.2 LE PATIO :

### 4.2.1 Définition :

Le patio est un concept tellement riche que sa compréhension ne peut pas se limiter à des définitions et de l'historique.

- Cour intérieure : on confie surtout dans les villes, des cours intérieures dont l'importance architecturale est marquée par l'emploi de l'expression à cour centrale ; les cours intérieures sont aussi presque la règle dans les palais et les temples : leur rôle est principalement de permettre la circulation et de distribuer la lumière dans les différentes parties de l'édifice. <sup>17</sup>

John Reynolds quand à lui, a confirmé qu'un patio ne se limite pas à la notion d'espace ouvert au centre de la maison<sup>18</sup>. Un patio, selon lui, peut avoir un ou deux murs qui le séparent de l'espace extérieur. Il a défini trois caractéristiques qui font d'un espace domestique, un patio :

- L'ouverture au ciel ;

<sup>17</sup> Dictionnaire illustré multilingue de l'architecture du Proche-Orient ancien, O. Aurenche, Lyon 1977.

<sup>18</sup> (Reynolds 2002)

## Chapitre 2 : état de l'Art

- Etre une partie intégrante de la maison ;
- Le caractère privé et sécurisé, assuré par son caractère clos.

### 4.2.2 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

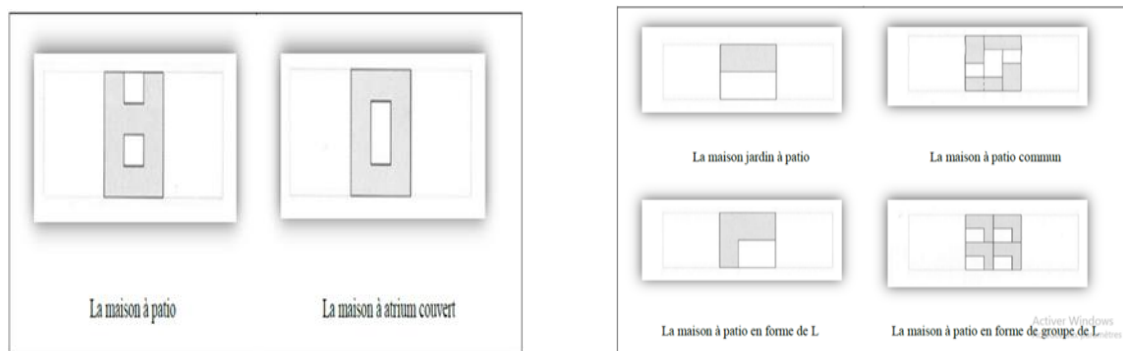


Figure 8 : quelques typologies de maisons à patio (Source : Pfeifer et Brauneck, 2008)

### 4.2.3 La dimension bioclimatique des patios :

#### 4.2.3.1 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

## Chapitre 2 : état de l'Art

d'air dans les chambres et l'air refroidi devient chaude, puis il remonte et s'évacue à travers les ouvertures des chambres à l'étage<sup>19</sup>

En termes de ventilation, soulignent qu'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.<sup>20</sup>

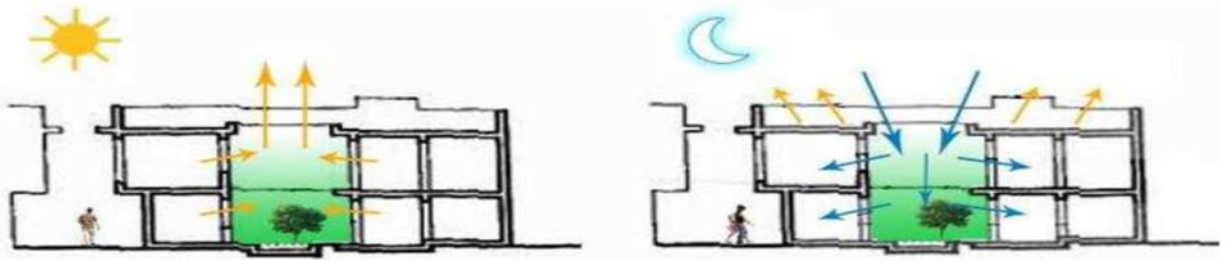


Figure 9 : L'effet du patio sur la ventilation diurne et nocturne (Source : Qadir Ahmed, 2013)

### 4.2.4 Les rôles de patio :

Le patio joue plusieurs rôles importants, on pourra mettre à la lumière quelques-uns dont :<sup>21</sup>

#### 4.2.4.1 Le rôle organisationnel :

Le patio joue le rôle de l'espace structurant de la maison, sa position centrale permet aux pièces qui le bordent de profiter de manière égale de l'espace extérieur. Cette forme d'organisation spatiale renforce la relation entre différents espaces, ce qui fait que tous les espaces communiquent entre eux, ne laissant ainsi aucun espace isolé.

#### 4.2.4.2 Le rôle psychologique :

Psychologiquement le patio représente un espace agréable à vivre et aspire à recevoir des activités de détente et de repos, il est perçu comme une sorte d'abri découvert où l'utilisateur se sent à l'abri tout en étant dans un espace extérieur. D'après Jean Cousin, un espace parfaitement satisfaisant psychologiquement.

<sup>19</sup> El-Deeb, K., El-Zafarany, A., & Sherif, A. (2012). Effect of building form and urban pattern on energy consumption of residential buildings in different desert climates. PLEA, 28, Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an environmentally responsible architecture. Lima, Peru

<sup>20</sup> Bahbudi, K.T., Taleghani, M., & Heidari, S. (2010). Energy Efficient Architectural Design Strategies in Hot Dry Area of Iran. In Best 2 Conference. USA : Hilton Portland & Executive Tower.

<sup>21</sup> Le rôle psychologique : Psychologiquement le patio représente un espace agréable à vivre et aspire à recevoir des activités de détente et de repos, il est perçu comme une sorte d'abri découvert où l'utilisateur se sent à l'abri tout en étant dans un espace extérieur. D'après Jean Cousin, un espace parfaitement satisfaisant psychologiquement.

## Chapitre 2 : état de l'Art

### 4.2.4.3 Le rôle climatique :

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. Enfin l'effet « cuvette » assure une protection des vents

### 4.1.1.4 Le rôle social :

La position centrale du patio facilite la communication, favorise la rencontre, et renforce les liens sociaux des occupants de la maison. Dans le cas des maisons qui abritent une seule famille, c'est l'espace où se regroupent tous les membres de la même famille durant les fêtes religieuses, les cérémonies traditionnelles...

### 4.2.5 Cas D'étude : (la ville de Rome)

Les cas étudiés sont présentés sur la figure 9 :  $R_1$  prend les valeurs de : 1, 5, 10 Et  $R_2$  : 0.2, 1 avec un pas de 0.2.

Où :  $R_1 = P/H$  avec : P : représente le périmètre et H : la hauteur du patio

$R_2 = W/L$  avec : W : représente la largeur et L la longueur

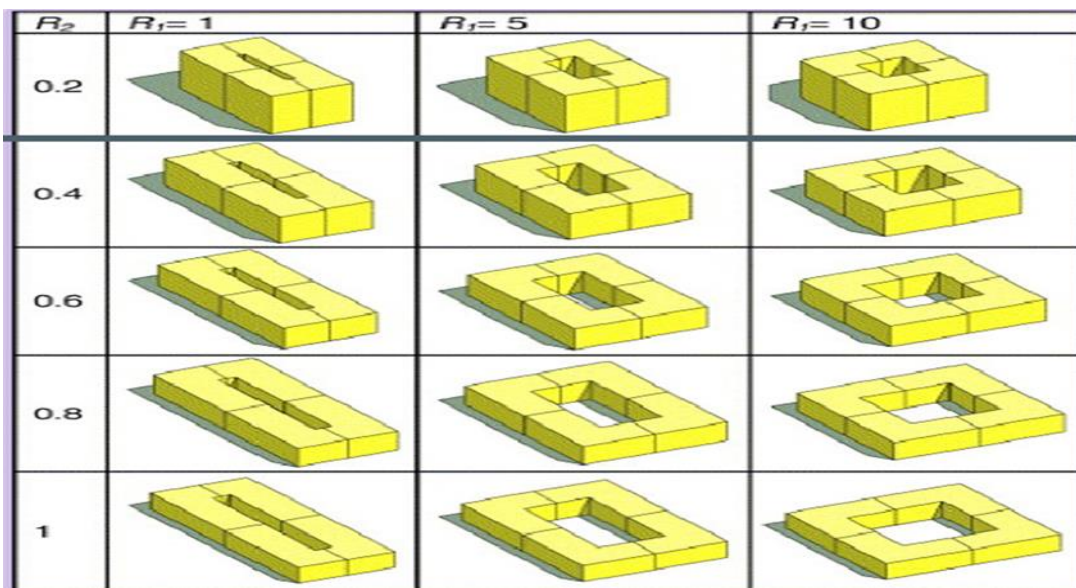


Figure 10 : Les formes rectangulaires simulées Source : Muhaisen.S A et Gadi. B M, 2005

## Chapitre 2 : état de l'Art

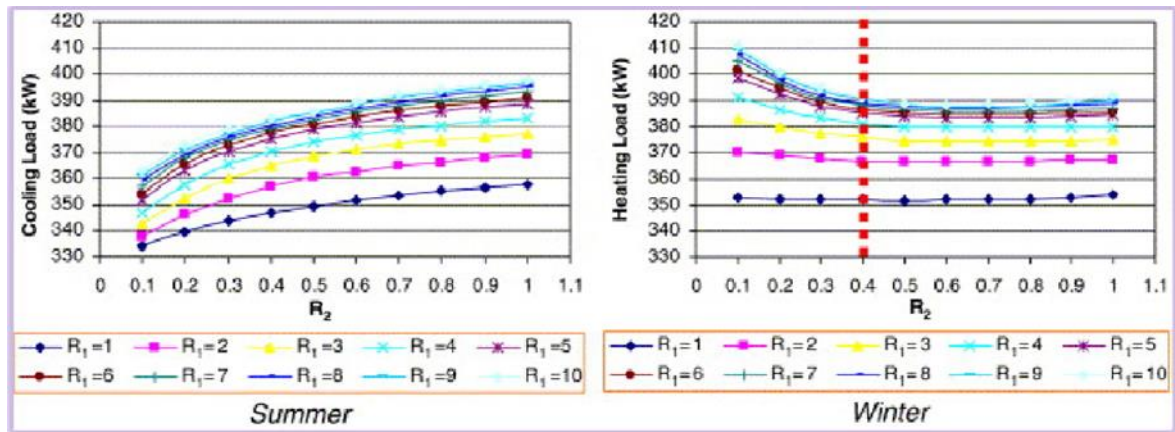


Figure 11 : Effet de changement des ratios du patio sur les besoins annuels de refroidissement et de chauffage.

Source : Muhaisen.S A et Gadi. B M, 2005

### Les résultats :

La figure 10 représente les besoins en chauffage et refroidissement selon les différents types géométriques du patio

- **Le refroidissement** : Plus ( $R_2$ ) est élevé plus le besoin en refroidissement augmente pour toutes les valeurs de ( $R_1$ ) en notant que ce besoin est maximale pour les formes superficielles (de petite hauteur), le rythme de cette augmentation sera plus petit lorsque  $R_1 > 5$ .
- **Le chauffage** : Les graphes en besoin de chauffage sont celles du refroidissement, mais d'une façon renversée. Lorsque ( $R_1 = 1$  et 2) et pour n'importe quelle valeur de ( $R_2$ ), ces valeurs ne provoquent pas une augmentation en besoin de chauffage, mais à partir de ( $R_1 > 2$ ) et ( $R_2$ ) inférieure à (0.4) on remarque un développement remarquable, Il est remarqué aussi pour n'importe quelle valeur de  $R_1$ , en augmentant  $R_2$  plus de 0,4 n'influe pas sur la demande énergétique en chauffage, la valeur maximale est signalée pour ( $R_1 = 10$  et  $R_2 = 0.1$ ) et qui représente. La lecture horizontale des graphes montre que pour des valeurs  $R_1 > 5$  on ne remarque pas une augmentation significative dans les besoins en chauffage.
- **La demande énergétique globale annuelle** : D'une manière générale, la forme la plus adéquate est celle qui assure moins de consommation énergétique pour les deux périodes (chaude et froide). Il est clair que le besoin annuel s'accroît en augmentant le ratio ( $R_2$ ) et cela pour toutes les valeurs de ( $R_1$ ), en signalant un minimum pour ( $R_1 = 1$ ) et le maximum pour ( $R_1 = 10$ ). La forme optimale est celle qui possède ( $R_1 = 1$  et  $R_2 = 0.1$ ), mais cette forme est architecturalement non préférée ou irréalisable. Généralement, les besoins énergétiques sont maximaux pour  $R_2 = 1$  (forme carrée), tandis que le minimum est remarqué lorsque  $R_2 = 0.1$

**Synthèse** : Sur le plan thermique, on peut dire que le patio est l'un des éléments d'une conception bioclimatique qui joue de concert avec les autres éléments pour réaliser un

## Chapitre 2 : état de l'Art

confort de qualité dans un logement, et aussi dans cet espace ouvert mais privatif que constitue l'aire même du patio.

### 4.3 L'atrium :

#### 4.3.1 Définition :

Dans l'architecture moderne, un atrium (pluriel atriums) est un grand espace souvent ouvert, sur plusieurs étages en hauteur avec un toit vitré ou des grandes fenêtres, souvent situé dans un immeuble de bureaux et généralement situés immédiatement au-delà des principales portes d'entrée L'atrium c'est une forme qui a évolué d'une simple idée traditionnelle très complexe en solution au problème de fournir un abri à la cour.<sup>22</sup>

#### 4.3.2 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.<sup>23</sup>

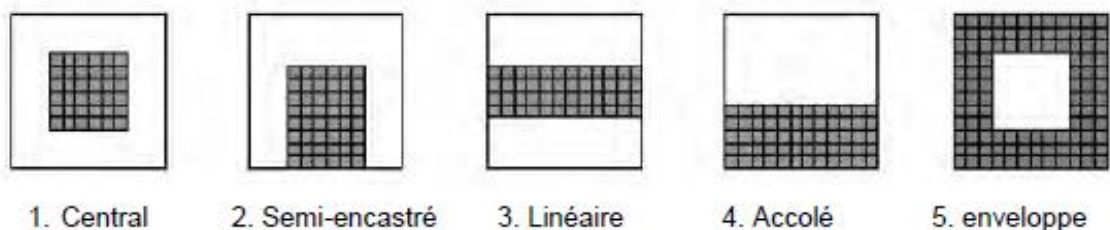


Figure 12 : Typologie générale des atriums Source : Melle RAHAL Samira, 2011

#### 4.3.3 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 :

<sup>22</sup> Melle RAHAL Samira, 2011, L'IMPACT DE L'ATRIUM SUR LE CONFORT THERMIQUE DANS LES BATIMENTS PUBLICS, mémoire de Magistère en Architecture, UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE, 9-10p

<sup>23</sup> <https://energieplus-lesite.be/?id=10382>

## Chapitre 2 : état de l'Art

- 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.<sup>24</sup>



Figure 14 : L'atrium « ponctuel »



Figure 13 : L'atrium « linéaire »

25

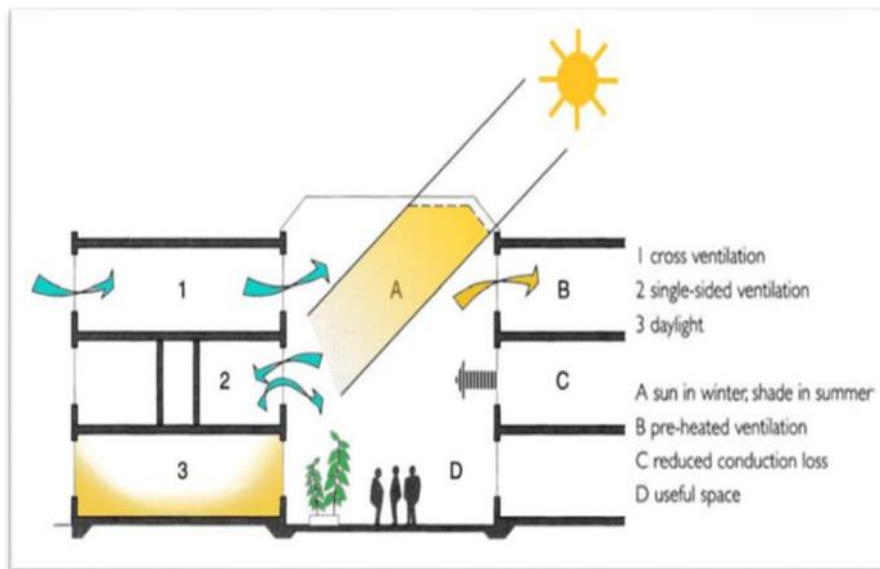


Figure 15 : les avantages environnementaux d'un atrium (Baker et Steemers 2005 (source : W.Y.Hung et W.K.Chow, 2011))

### 4.3.4 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.

<sup>24</sup> aicha ghozlane, La contribution de l'atrium dans l'amélioration des performances thermiques des bâtiments tertiaires, thèse de master 2014



## Chapitre 2 : état de l'Art

### 4.3.5 Le 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.<sup>26</sup>

### 4.3.6 Le 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.<sup>27</sup>

### 4.3.7 Cas d'étude :<sup>28</sup>

Situation de projet : La maison de la culture OMAR OUSSEDIK de la ville de Jijel qui possède un climat méditerranéen.

#### Présentation de projet :

La construction est en monobloc à trois niveaux (R+2), avec un système poteau-poutre. L'atrium représente le Hall central du bâtiment, espace de circulation et d'exposition.



Figure 16 : plan de situation de projet (Source : RAHAL Samira, 2011)

Le but de la campagne de mesures est d'examiner le comportement thermique de l'espace atrium pendant les deux périodes estivale (été 2009, et 2010), et hivernale (hiver 2010) à travers la prise de mesures et l'évaluation des données paramétriques de l'ambiance thermique enregistrées à l'intérieur de l'espace atrium.

Cas N° 1 : représente le cas où les portes au niveau du Rez-de-chaussée sont ouvertes (ventilation transversale).

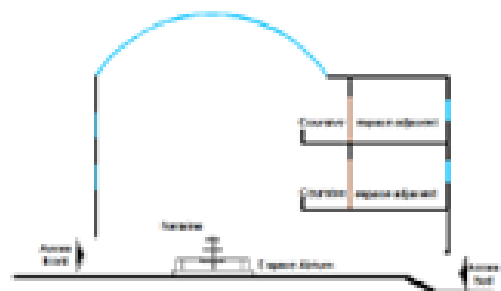


Figure 17 : schéma présente la coupe de la maison cas N° 1 (Source : RAHAL Samira, 2011)

<sup>26</sup> Swinal samant (2011) A parametric investigation of the influence of atrium facades on the daylight performance of atrium buildings

<sup>27</sup> [ClaudeMH Demers et André Potvin, 2005].

<sup>28</sup> Source : Melle RAHAL Samira, 2011, L'IMPACT DE L'ATRIUM SUR LE CONFORT THERMIQUE DANS LES BATIMENTS PUBLICS, mémoire de Magistère en Architecture, UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE



## Chapitre 2 : état de l'Art

Cas N° 2 : cas d'une journée à ciel couvert sans soleil.

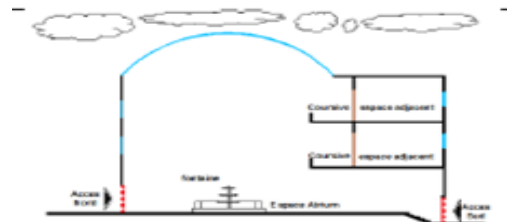
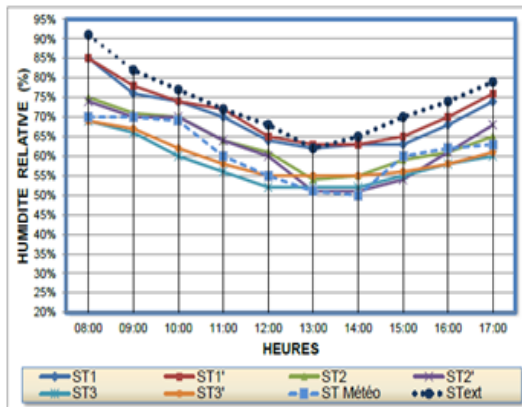
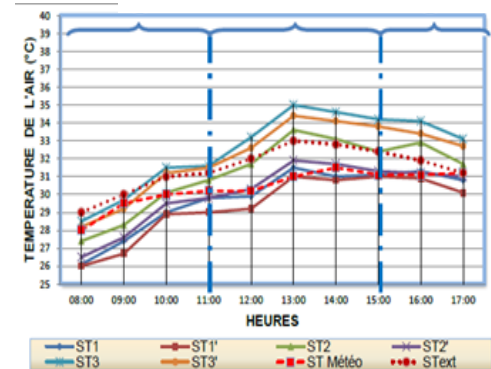


Figure 18 : schéma de la maison Cas N° 2 Source : RAHAL Samira, 2011)

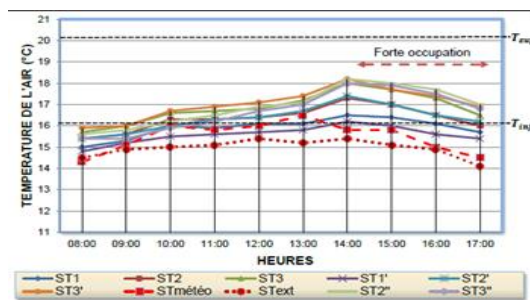


N°1: La température de l'air

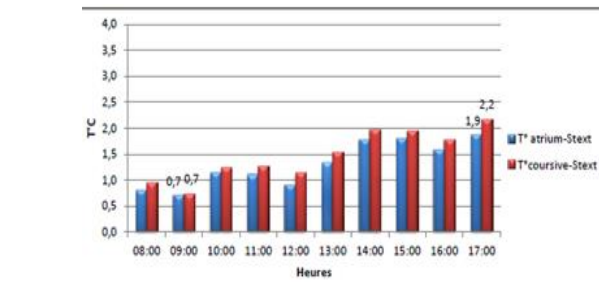


L'Humidité relative de l'air

Cette distribution hétérogène peut causer une gêne pour les usagers empruntant les coursives, notamment celle du dernier étage. Du fait qu'il n'y a pas une évacuation de l'air chaud et il est cumulé au niveau haut de l'atrium provoquant ainsi une surchauffe, et un inconfort.



N°2 : La température de l'air



Evolution des écarts des températures de l'air

À partir de 9 :00h les températures d'air enregistrées, peuvent être classées comme des températures confortables puisque leurs valeurs dépassent la température inférieure de la zone de confort pour le mois de Février d'une valeur de 16,1°C.

### Synthèse :

On a pu constater le comportement de l'ambiance interne de l'espace atrium durant cette période, qui dépende fortement des conditions externes, en grand partie de l'effet des radiations solaires, d'où la présence de ces dernières améliore l'ambiance interne de l'espace atrium par l'augmentation de sa température de l'air, et qui influe par suite sur les

## Chapitre 2 : état de l'Art

ambiances de ces espaces adjacents. Donc l'atrium est une stratégie passive afin d'atteindre le confort.

### 4.4 Matériaux de construction :

#### 4.4.1 Définition :

Ils couvrent aujourd'hui une large gamme de produits et trouvent de multiples applications dans le domaine du bâtiment et de la construction, en tant qu'isolants (laines de fibres végétales ou animales, de textile recyclé, ouate de cellulose, chènevotte, anas, bottes de paille, etc.), mortiers et bétons (béton de chanvre, de bois, de lin, etc.), panneaux (particules ou fibres végétales, paille compressée, etc.), matériaux composites plastiques (matrices, renforts, charges) ou encore dans la chimie du bâtiment (colles, adjuvants, peintures, etc.).<sup>29</sup>




#### 4.4.2 Type de matériau de construction :

- Matériaux de construction naturels : la pierre, l'argile, les roseaux et les types de plantes.
- Matériaux de construction naturels traités : les briques et le bois, Neige ils doivent être un peu traités
- construction manufacturés : comme les briques, le béton et l'acier passent par une phase de fabrication.
- Matériaux de construction industriels : verre et plastique.

#### 4.4.3 Conductivités thermiques :

Terre :

Tableau 1 : conductivités thermique de la terre


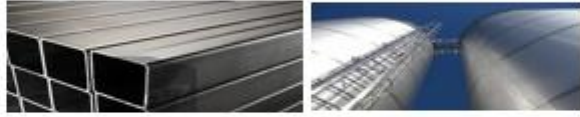
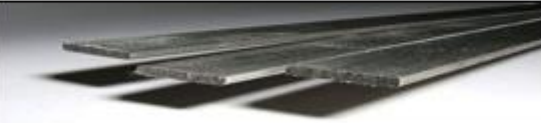

| Matériaux                          | Figure   | Lambda à 20d |
|------------------------------------|--|--------------|
| Le Torchis                         |  | 0,15-1       |
| l'adobe<br>(argile + paille)       |  | 0,3-2        |
| terre crue<br>(argile +sable+ eau) |  | 0,32         |

<sup>29</sup> [http://www.vegetal-e.com/fr/materiaux-de-construction-definition\\_213.html](http://www.vegetal-e.com/fr/materiaux-de-construction-definition_213.html)

## Chapitre 2 : état de l'Art





### Métaux :

Tableau 2 : conductivités thermique de métaux

| Matériaux                                  | Figure   | Conductivités thermiques<br>$W m^{-1} K^{-1}$ |
|--|--|---|
| Titane                                     |  | 20  |
| Acier inoxydable (18 % chrome, 8 % nickel) |  | 26  |
| Acier doux                                 |  | 46  |
| Fonte                                      |  | 50  |

### Pierre naturelle :

Tableau 3 : conductivités thermique de la pierre naturelle

| Matériaux                     | Figure   | Conductivités thermiques<br>$W m^{-1} K^{-1}$ |
|-------------------------------|--|---|
| Calcaire (Craie)              |  | 0,92  |
| Grès (2,2 g/cm <sup>3</sup> ) |  | 1,3   |
| Basalte                       |  | 2   |
| Marbre                        |  | 2,08 à 2,94                                   |

## Chapitre 2 : état de l'Art

### 4.4.4 Cas d'étude :<sup>30</sup>

#### Présentation de bâtiment :

Le bâtiment possède une surface de 80 m<sup>2</sup> pour un volume de 240 m<sup>3</sup>. L'entrée du bâtiment est orientée vers le nord comme l'indique (la figure 4 et figure 5).

L'enveloppe du bâtiment joue un rôle de séparation thermique entre l'ambiance intérieure et extérieure puisqu'il permet le stockage de la chaleur dans le bâtiment et la distribue par la suite à l'air intérieur et extérieure. On va utiliser différents matériaux et comparer leurs résultats énergétiques :

La figure donne le besoin énergétique du bâtiment pour quelques matériaux de construction. On remarque que l'utilisation d'un double cloison d'épaisseur 30 cm permet un gain de 22% alors que le remplacement du mur en briques creuses (e = 15cm) par un mur en briques creuses mais d'épaisseur différente (e = 10cm) permet une baisse de la performance énergétique de 11.20%. Pour un mur en pierre d'épaisseur 45 cm, on note une baisse de la consommation de l'énergie qui peut atteindre 11.70%.

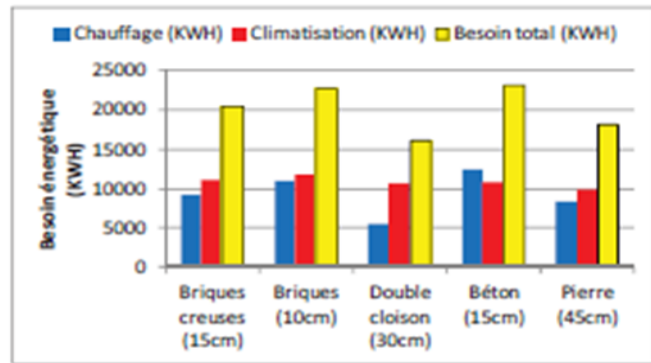


Figure 19 : graphe de besoin énergétique. Source malek jedidi 2018

**Synthèse :** Les résultats montrent le besoin énergétique en climatisation est plus important que celui de chauffage, ce qui nous conduit à choisir des matériaux qui permettent le rafraîchissement passif et abaissent le besoin en chauffage.

#### 4.5 Les isolants :

##### 4.5.1 Définition :

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. Les isolants thermiques sont caractérisés par une valeur R de résistance thermique du produit isolant (en m<sup>2</sup>C/W) en établissant le rapport entre l'épaisseur du matériau en mètres et son coefficient lambda de conductibilité (en W/m°C). Plus l'isolant est épais, plus la résistance thermique est forte. Il est donc faux de dire que seuls les premiers centimètres isolent.<sup>31</sup>

Différents types des isolants thermiques :

<sup>30</sup> Source : Malek Jedidi, Anis Abroug, 27,28 et 29 Avril 2018, Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment en Tunisie, 1er Colloque International des Energies Nouvelles et Renouvelables - Innovation et Progrès Scientifique CIENRIPS'2018

<sup>31</sup> <https://www.climamaison.com/lexique/isolant-thermique.htm>

## Chapitre 2 : état de l'Art

- Les isolants minéraux
- Les isolants naturels.
- Les isolants synthétiques.
- Les isolants minces.
- Les isolats nouvel génération.

### 4.5.2 Caractéristiques :

Tableau 4 : Tableau Différentes caractéristiques des isolants thermiques

| TYPE        | MATERIAUX          | MASSE   | CONDUCTIVITE THERMIQUE $\Lambda$ | RESISTANCE A LACOMPRESION | RESISTANCE AU FEU | ETE CLIMATISATION | HIVER CHAUFAGE |
|-------------|--------------------|---------|----------------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| MINIRAL     | Laine de roche     | 150-175 | 0.45                             | 0.7à13                    | +                 | Faible            | bon            |
|             | Laine de verre     | 13-60   | 0.045                            | 0.2                       | +                 | Très mauvais      | Très bon       |
|             | Verre cellulaire   | 120-135 | 0.055                            | 7à16                      | +                 |                   |                |
|             | Perlite expansée   | 170     | 0.060                            | 3.5                       | -                 | mauvais           | Très bon       |
| SYNTHETIQUE | POLYURETHANE       | 30      | 0.035                            | 1.2                       | -                 | MAUVAIS           | BON            |
|             | POLYSIOCYANURATE   | 30      | 0.035                            | 1.2                       | +                 |                   |                |
|             | MOUSSE PHRNOLIQUE  | 40      | 0.045                            | 1.2                       | +                 |                   |                |
|             | POLYSTEREN         | 15-40   | 0.045                            | 0.7à3.5                   | -                 | MAUVAIS           | TRES BON       |
|             | POLYSTEREN EXTRUDE | 32-42   | 0.040                            | 3à7                       | -                 | ACCEPTABLE        | OPTIMAL        |

Plus la valeur  $\lambda$  est petite, plus le matériau n'est isolant.

Récapitulatif des exigences de la RT 2012 en matière de résistance thermique <sup>32</sup>:

Tableau 5 : les exigences la RT 2012 en matière de résistance thermique

| Type de travaux d'isolation  | Exigences RT 2012                           |
|------------------------------|---|
| Murs en façade               | Supérieure ou égale à 3.7m <sup>2</sup> K/W |
| Planchers des combles perdus | Supérieure ou égale à 7m <sup>2</sup> K/W   |
| Planchers bas                | Supérieure ou égale à 3m <sup>2</sup> K/W   |
| Comble aménagés              | Supérieure ou égale à 6m <sup>2</sup> K/W   |
| Toiture terrasse             | Supérieure ou égale à 4.5m <sup>2</sup> K/W |

<sup>32</sup> rt-2012-en-resume besoins énergétique

## Chapitre 2 : état de l'Art

### 4.5.3 Cas d'étude :<sup>33</sup>

#### Présentation de bâtiment :

Le bâtiment possède une surface de 80 m<sup>2</sup> pour un volume de 240 m<sup>3</sup>. L'entrée du bâtiment est orientée vers le nord comme l'indique (la figure 4 et figure 5).

Les besoins énergétiques annuels du bâtiment sont représentés dans la figure 17. Les valeurs sont de l'ordre de 9300 (KWH) pour le chauffage et de 11180 (KWH), pour la climatisation soit un besoin total annuel de 20480. donc on va essayer l'isolation des parois et de toiture pour diminuer ce besoin énergétique

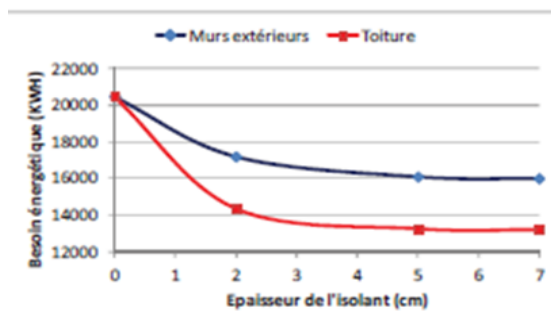


Figure 21 : graphe de besoin énergétique par rapport à l'épaisseur de l'isolant. (source : Malek Jedidi 2018)

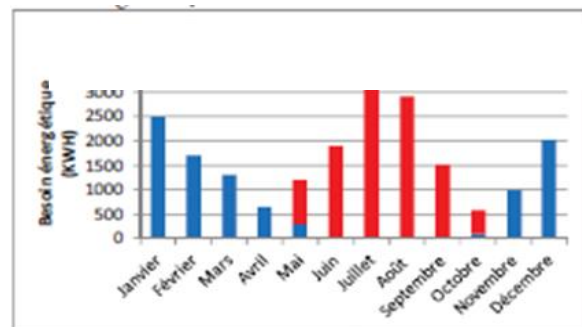


Figure 20 : besoins énergétique annuel (source : Malek Jedidi 2018)

La figure donne les valeurs du besoin énergétiques du bâtiment en cas d'utilisation d'un isolant thermique du type polystyrène expansé. On remarque que l'isolation des murs extérieurs et de la toiture par une épaisseur de 7 cm il a donné respectivement un taux de réduction de la consommation énergétique de 21 % et 35%. Cette différence s'explique par le fait que l'isolation de la toiture permet la diminution du besoin énergétique en chauffage et en climatisation, par contre l'isolation des murs extérieurs permet seulement la diminution du besoin en chauffage.

**Synthèse :** l'isolation en générale sert à augmenter le confort thermique et diminuer les besoins énergétiques.

#### 4.6 Le vitrage :

##### 4.6.1 Définition :

Est un corps solide, non cristallin (amorphe), homogène, provenant du figeage progressif de certaines substances après fusion. Le verre est l'un des matériaux les plus utiles car il

<sup>33</sup> Malek Jedidi, Anis Abroug, 27,28 et 29 Avril 2018, Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment en Tunisie, 1er Colloque International des Energies Nouvelles et Renouvelables - Innovation et Progrès Scientifique CIENRIPS'2018

## Chapitre 2 : état de l'Art

possède de nombreuses qualités. Il est facile à modeler, transparent et peut prendre de nombreuses formes.<sup>34</sup>

### 4.6.2 Principaux types de vitrage <sup>35</sup> :

#### Verre de base :

1. **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
- 2.
3. **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.
4. **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
5. **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.

#### Verres transformés :

##### 1. 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.

##### 2. Le verre feuilleté :



Figure 22 : simple vitrage (source : vitrexpess)

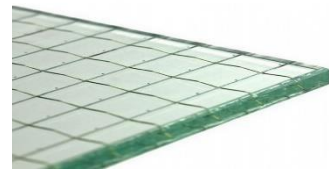


Figure 23: le verre armé.(source: rue du verre com.)



Figure 24 : le verre imprimé.  
(source :toutverre.com)



Figure 25: verre profilé. (Source : jimy glass.)

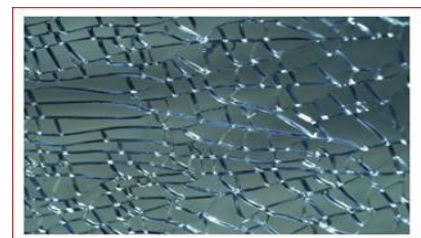


Figure 26: verre trempé. (Source :outverre)

<sup>34</sup> LE VERRE DANS LE BATIMENT (Dr. AATTACHE AMEL)

<sup>35</sup> LE VERRE DANS LE BATIMENT (Dr. AATTACHE AMEL)



## Chapitre 2 : état de l'Art

Il est composé de deux ou plusieurs feuilles de verre assemblées à l'aide d'un ou plusieurs films plastiques.



Figure 27 : verre feuilleté. (Source : vitre en ligne).

### 4.6.3 Le vitrage isolant :

Ces vitrages ont des propriétés d'isolation thermique et acoustique qui procurent de nette économie d'énergie et permettent d'avoir de grandes fenêtres. On distingue :

- Le double vitrage.
- Le triple vitrage.
- Vitrage à isolation renforcée.
- Double vitrage dissymétrique.
- Le vitrage chromogène.
- Le verre autonettoyant.
- Le vitrage photovoltaïque.
- Le vitrage pour une protection solaire.
- Le vitrage de toiture.

### 4.6.4 Transferts de chaleur à travers un vitrage :

Les résultats de la cellule de recherche « Architecture et Climat » de l'Université catholique de Louvain et du guide « Fenêtres » édité par la Région Wallonne (Simon et al, 1998) sont exploités pour décrire les propriétés de vitrages par rapport aux transferts énergétiques.

La transmission de chaleur entre les 2 faces d'un vitrage s'effectue :

- par conduction s'il s'agit d'un simple vitrage opaque
- par conduction et rayonnement pour un simple vitrage transparent Par conduction et rayonnement dans le verre, par conduction dans le verre et par conduction,

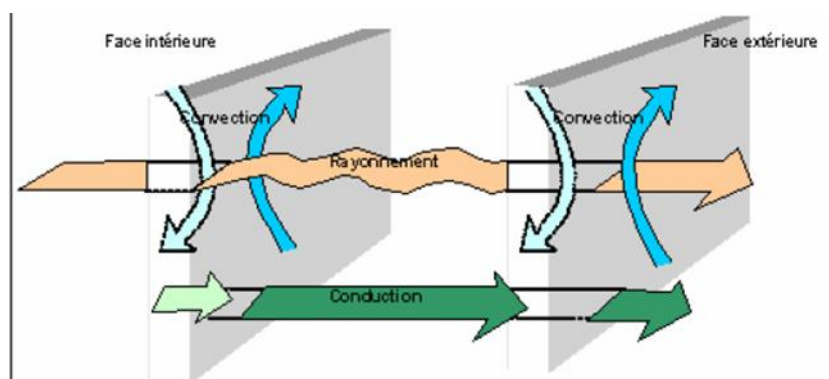


Figure 28 : Modes de transmission de chaleur à travers un vitrage Source : C. FLORY-CELINI



## Chapitre 2 : état de l'Art

rayonnement et convection dans la lame d'air ou de gaz s'il s'agit d'un double vitrage.<sup>36</sup>

### 4.6.5 Cas d'étude :<sup>37</sup>

**Présentation du projet :** Le bâtiment possède une surface de 80 m<sup>2</sup> pour un volume de 240m<sup>3</sup>. L'entrée du bâtiment est orientée vers le nord comme l'indique (la figure 4 et figure 5).

Le Tableau 1 présente les différentes caractéristiques des vitrages à installer afin de voir leur influence sur les besoins énergétiques du bâtiment.

Tableau 6 : Caractéristiques des fenêtres source : malek jedidi 2018

| Fenêtres                   | Coefficient U (W/m <sup>2</sup> .K) | facteur solaire | Dimensions (m) |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------|----------------|
| Simple vitrage             | 6.32                                | 0.85            | 0.80 x 1.00    |
| Double vitrage             | 3.24                                | 0.75            | 0.80 x 1.00    |
| Triple vitrage             | 2.17                                | 0.70            | 0.80 x 1.00    |
| Double vitrage peu émissif | 1.76                                | 0.60            | 0.80 x 1.00    |

Les résultats du besoin énergétique annuel en fonction du type des fenêtres du bâtiment sont représentés dans la figure 6. On remarque que la qualité du vitrage influe sur le besoin énergétique total du bâtiment. En effet, l'utilisation des fenêtres doubles vitrage peu émissif ont apporté un gain énergétique de 5,46% alors que l'utilisation d'un triple vitrage a apporté 4,97% de gain.

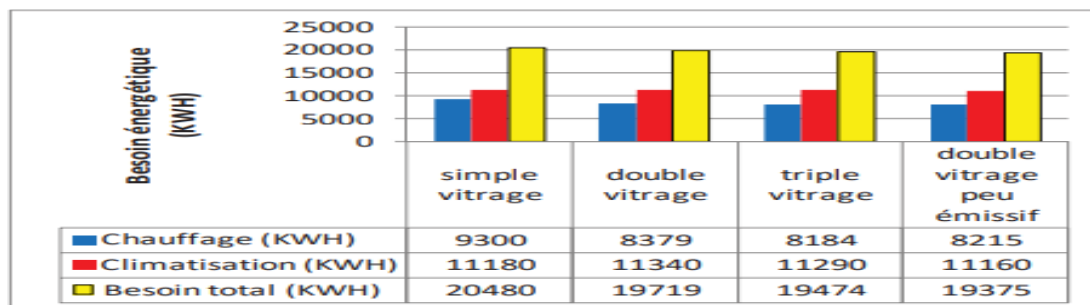


Figure 29 : Besoin énergétique annuel en fonction des types des fenêtres. Source : malek jedidi 2018

En conséquence le gain énergétique n'est pas proportionnel au nombre de vitrage qui constitue la fenêtre mais plutôt de sa qualité thermique. On remarque aussi que l'utilisation d'une fenêtre avec un coefficient de déperdition ( $U=1.76$  W/m<sup>2</sup>.K) trois fois inférieur à celui des fenêtres à simple vitrage ( $U=6.32$  W/m<sup>2</sup>.K) a apporté un gain très

<sup>36</sup> C. FLORY-CELINI, Thèse de doctorat, Université Claude Bernard, 222-228p

<sup>37</sup> Malek Jedidi, Anis Abroug, 27,28 et 29 Avril 2018, Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment en Tunisie, 1er Colloque International des Energies Nouvelles et Renouvelables - Innovation et Progrès Scientifique CIENRIPS'2018

## Chapitre 2 : état de l'Art

modeste comparant au coût d'investissement, cependant la fenêtre double vitrage peu émissif sera retenu comme le cas optimale pour notre bâtiment.<sup>38</sup>

### 4.7 Protection solaire :

#### 4.7.1 Définition :

Protection solaire : tout élément dont le rôle est d'éviter que tout ou seulement une partie du rayonnement solaire ne pénètre à travers une ouverture.<sup>39</sup>

La conception d'une protection solaire, efficace est fondamentale pour qu'un bâtiment soit thermiquement et énergétiquement performant, par contre l'architecture moderne, conformément aux principes de la charte d'Athènes, est caractérisée par l'usage largement répandu du vitrage, qui a entraîné (selon B. Givoni96)<sup>40</sup>

#### 4.7.2 Le rôle de protection solaire :

La conception des protections solaires doit répondre à une multiplicité d'objectifs, comme : la limitation des surchauffes et de l'éblouissement ainsi que la gestion de l'éclairage naturel dans les pièces. Elle peut également contribuer à l'intimité des occupants et l'esthétique de la façade.<sup>41</sup>

#### 4.7.2 Les types de protection solaire :<sup>42</sup>

- **Flanc** : Constitué par des pans verticaux à côté de l'ouverture : décrochement de façade, saillie de refends.
- **Loggia** : Combinée entre l'auvent et les flancs : loggia tableaux linteau de fenêtre, balcon filant séparation verticale, écran à lames croisées.



Figure 30 : protection solaire type flanc. Source : BELKACEM Nefissa 2017



Figure 31 : protection solaire type loggia. Source : BELKACEM Nefissa

<sup>38</sup> Malek Jedidi, Anis Abroug, 27,28 et 29 Avril 2018, Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment en Tunisie, 1er Colloque International des Energies Nouvelles et Renouvelables - Innovation et Progrès Scientifique CIENRIPS'2018.

<sup>39</sup> A.Chatelet, P.Fernandez et P.Lavigne : « L'architecture Climatique : Une Contribution Au Développement Durable, tome2 : concepts et dispositifs », Edition EDISUD-Aix-en-Provence1998 –page37-

<sup>40</sup> Givoni, B. « L'homme, l'architecture et le climat » Editions du Moniteur, France. 1978

<sup>41</sup> Mr MAZARI Mohammed, Septembre2012, Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public :Cas du département d'Architecture de Tamda (Tizi-Ouzou), MÉMOIRE DE MAGISTER EN ARCHITECTURE, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou,43p

<sup>42</sup> Thèse doctorat génie mécanique par BELKACEM Nefissa 2017

## Chapitre 2 : état de l'Art

- **Auvent** : Constitué d'une avancée horizontale au-dessus de l'ouverture : auvent, débord de toit, débord de dalle, balcon filant, brise-soleil horizontal.



Figure 32: protection solaire type auvent.  
Source : BELKACEM Nefissa 2017

### 4.7.3 Les protections mobiles :

#### 4.7.3.1 Les protections extérieures mobiles :

Il s'agit de stores vénitiens (lamelles horizontales), de stores enroulables, de stores à lamelles (verticales), etc., disposés du côté extérieur de la fenêtre.

#### 4.7.3.2 Les protections intérieures mobiles :

Stores extérieures, claustras, panneaux coulissants...etc. Elles sont utilisées en fonction des besoins, elles permettent d'éviter le rayonnement direct sur une personne.

#### 4.7.3.3 La protection végétale :

Par la végétation (arbre à feuille caduque, plantes autour du bâtiment) on peut se protéger des rayonnements solaires et leur feuillage persistant interceptent le rayonnement solaire et les empêchent d'atteindre les façades.

#### 4.7.3.4 Cas d'étude :<sup>43</sup>

Présentation du bâtiment : Le bâtiment possède une surface de 80 m<sup>2</sup> pour un volume de 240m<sup>3</sup>. L'entrée du bâtiment est orientée vers le nord comme l'indique (la figure 4 et figure 5).

Tableau 7 : Besoin énergétique annuel du bâtiment avec protection solaire mobile des fenêtres

| Besoin énergétique (KWH) | Sans protection solaire | Avec protection solaire | Par rapport au bâtiment initial |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Chauffage (KWH)          | 9300                    | 9985                    | 7%                              |
| Climatisation (KWH)      | 11180                   | 7830                    | - 30%                           |
| Besoin total (KWH)       | 20480                   | 17815                   | 13%                             |

La protection solaire choisie est celle des stores extérieurs déroulant en toile, de facteur de transmission 0.2. Ils sont placés sur les façades est, sud et ouest, et sont régulés façade par façade en fonction de la température minimum des pièces donnant sur ces façades.

Les apports solaires annuels sont ainsi diminués de 20%, ce qui se traduit par une diminution de la demande de froid de 30% mais aussi par une augmentation de la

<sup>43</sup> Malek Jedidi, Anis Abroug, 27,28 et 29 Avril 2018, Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment en Tunisie, 1er Colloque International des Energies Nouvelles et Renouvelables - Innovation et Progrès Scientifique CIENRIPS'2018

## Chapitre 2 : état de l'Art

demande de chaud de 7% (Tableau 7). Cette augmentation provient sans doute d'un moindre stockage de chaleur dans la masse du bâtiment.

### 4.8 Toiture végétalisée :

#### 4.8.1 Définition :

Une toiture végétalisée est un espace vert créé en installant plusieurs couches de substrat de croissance et des plantes sur une couverture traditionnelle. Alors que les villes s'étendent toujours un peu plus, accompagnées de leurs lots de bitume et de béton imperméabilisant la surface et supprimant des espaces naturels, le concept de la végétalisation de toiture véhicule une image écologique et esthétique qui masque des intérêts loin d'être négligeables.<sup>44</sup>

#### 4.8.2 Types de toitures :

Selon l'épaisseur du substrat, les toits végétaux sont classifiés comme extensives, intensives et semi intensives :

**La végétalisation extensive :** C'est un procédé plus facile à mettre en œuvre car les plantes n'utilisent que peu de terre (6 à 20 centimètres d'épaisseur). Particulièrement adaptée aux bâtiments de grande superficie, toits inclinés ou habitations déjà existantes, ce sont des espèces peu exigeantes en eau et en soins, avec de faibles besoins nutritifs (mousses, sédums, graminées, plantes grasses) qui les constituent. Elles poussent habituellement dans les milieux arides et incultes et ne doivent pas être taillées ni tondues. Il n'est pas nécessaire de les arroser.

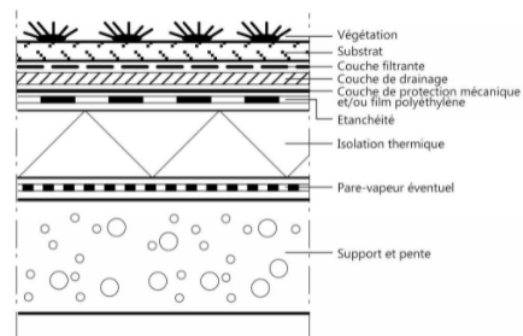


Figure 33 : schéma de toiture extensive source : NIT 229 - Les toitures vertes, CST, Bruxelles

**La végétalisation intensive :** elle disposera d'une épaisseur de terre supérieure à 20 cm. Préconisée pour les petites et moyennes surfaces, la toiture permet d'accueillir une végétation à fort développement racinaire et aérien de type horticole tel que les graminées, gazons, plantes vivaces ou arbustes. Comparable aux jardins ordinaires, il est possible d'y semer ou d'y cultiver toute sorte de végétaux. Du fait de la

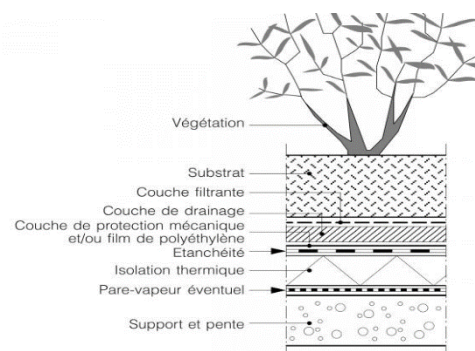


Figure 34 : schéma de toiture intensive source : NIT 229 - Les toitures vertes, CSTC, Bruxelles

<sup>44</sup> Toiture végétalisée Fiche réalisée par l'ALEC / l'AGEDEN Mise à jour août 2016 NR

## Chapitre 2 : état de l'Art

surcharge importante, le bâtiment doit être adapté.

**La végétalisation semi-intensive** : Il s'agit d'une « amélioration » de la terrasse-jardin, dans la mesure où les matériaux de culture sont dûment sélectionnés (des substrats spécifiques se substituent à la terre végétale, et la couche de drainage participe généralement aussi à la rétention en eau). Le choix des végétaux (plantes couvre-sol par exemple) et la conception d'ensemble s'orientent vers un entretien plus limité que dans la solution « traditionnelle ».

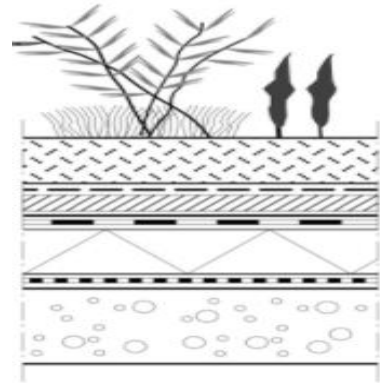


Figure 35 : schéma de toiture semi-intensive. Source : NIT 229 - Les toitures vertes, CSTC, Bruxelles

### 4.8.3 Classification des toitures végétalisées :

Les toitures sont classées en générale selon leur accessibilité et selon leur pente. D'après le centre national de la recherche de l'industrie du bâtiment (CNERIB) la classification en Algérie selon l'accessibilité regroupe :

- Les toitures terrasse inaccessibles.
- Les toitures terrasse accessibles à la circulation piétonnière et au séjour.
- Les toitures terrasse technique ou « à zone technique ».
- Les toitures terrasse accessibles à la circulation et au stationnement des véhicule légers.
- Les toitures terrasse accessibles à la circulation et au stationnement des véhicule lourds.
- Les toitures terrasse- jardins.

D'autre part, la classification selon les pentes comporte : les toitures à pente nulle, les toitures plates et les toitures inclinées.<sup>45</sup>

<sup>45</sup> CNERIB, « travaux d'étanchéité des toitures terrasses et toitures inclinées : support en maçonnerie », document réglementaire d'exécution (DTR.E4-1).CNERIB. Alger, 2005.

## Chapitre 2 : état de l'Art

### 4.8.3 Cas d'étude :<sup>46</sup>

Situation de projet : Cet équipement est située à la commune de Jijel pour le compte de SARL PETIT COMPLEXE TOURISTIQUE "IGILGILLI", dans un climat méditerranéen.

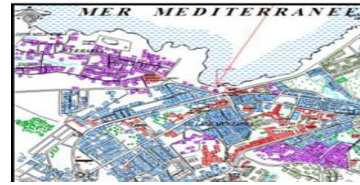
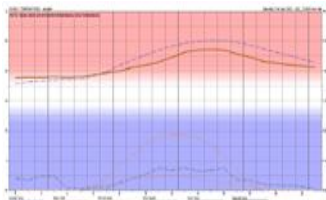


Figure 36: plan de situation.

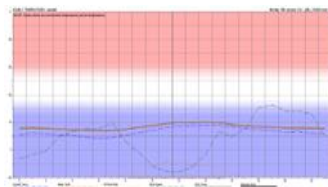
Présentation de projet : Le terrain a une surface foncière totale de 2780.00 m<sup>2</sup> dont 590.00m<sup>2</sup> emprise du sol, Situé au côté nord du POS 19 n°,



Dans le but d'évaluer l'impact des toits végétaux sur le confort thermique dans les bâtiments et étudier la performance des toitures végétalisées, nous avons aménagé et comparé un système de toiture-jardin et un système de toiture sans plantation : Toiture sans végétation : Comparatif de température extérieure et intérieure.

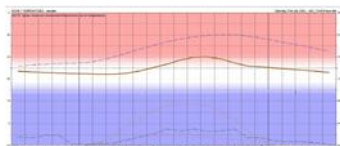


Eté

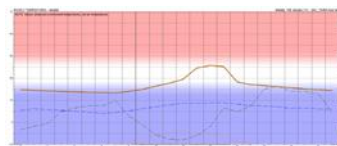


hiver

Toiture avec végétation :



Eté



hiver

Les résultats obtenus dans cette simulation, ont montré que le toit végétal de type extensif influe parfaitement sur le confort thermique à l'intérieur du bâtiment en les deux périodes estivales et hivernal. De plus, et ce qu'il faut bien retenir d'après cette comparaison, que le toit végétal permet de réguler le confort intérieur de bâtiment, ainsi que la consommation d'énergies nécessitent quand un toit ordinaire.

## 4.9 Energies Renouvelables :

### 4.9.1 Définition

Les énergies renouvelables (ou EnR) désignent un ensemble de moyens de produire de l'énergie à partir de sources ou de ressources théoriquement illimitées (comme les rayons

<sup>46</sup> Les défis de la végétalisation de l'enveloppe extérieure des bâtiments pour l'optimisation du confort thermique

## Chapitre 2 : état de l'Art

du soleil, ou le vent) qui sont théoriquement illimitées à l'échelle humaine, disponibles sans limite de temps ou reconstituables plus rapidement qu'elles ne sont consommées.<sup>47</sup>

### 4.9.2 Sources d'énergies renouvelables :<sup>48</sup>

- L'énergie éolienne : Les ancêtres des éoliennes sont les moulins à vent. Les éoliennes produisent de l'énergie -- de l'électricité par exemple, lorsqu'elles sont couplées à un générateur -- à partir du déplacement des masses d'air. Elles exploitent l'énergie cinétique du vent.
- L'énergie hydraulique : Le terme d'énergie hydraulique désigne l'énergie qui peut être obtenue par exploitation de l'eau.
- L'énergie solaire : on appelle énergie solaire, l'énergie que l'on peut tirer du rayonnement du Soleil.
- La biomasse : La biomasse peut devenir une source de chaleur, d'électricité ou de carburant. Plusieurs techniques peuvent être mises en œuvre pour en tirer son énergie : la combustion, la gazéification, la pyrolyse ou encore la méthanisation par exemple.
- La géothermie : La géothermie est une énergie renouvelable provenant de l'extraction de l'énergie contenue dans le sol. Cette chaleur résulte essentiellement de la désintégration radioactive des atomes fissiles contenus dans les roches. Elle peut être utilisée pour le chauffage, mais aussi pour la production d'électricité.

### 4.9.3 Cas d'étude <sup>49</sup> :

**Situation de projet :** Ce bâtiment administratif est situé à la commune de Tlemcen dans un climat méditerranéen.

**Présentation de projet :** Et on prêt dans notre étude l'étage comme une seule chambre (un seul volume) ce ta dire un problème mono zone pour l'étage.

Le bâtiment est découpé en zones. Chaque zone a son circuit, avec une température d'eau préparée en fonction de ses propres besoins (sonde extérieure, programmation horaire,...). Le système proposé est composé du point de vue technologique, d'une installation solaire de climatisation /chauffage de l'enceinte climatique pour assurer le confort thermique et diminuer la consommation énergétique

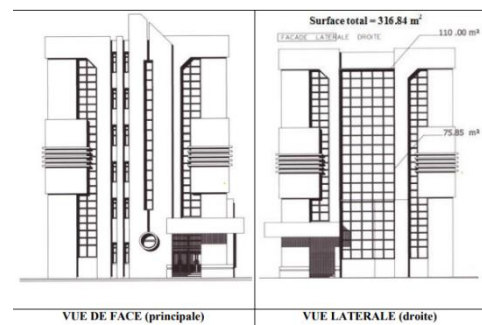


Figure 37 : schéma de bâtiment étudié (source : BENMEHDI RACHID)

<sup>47</sup> Site web «youmatter » énergie renouvelable

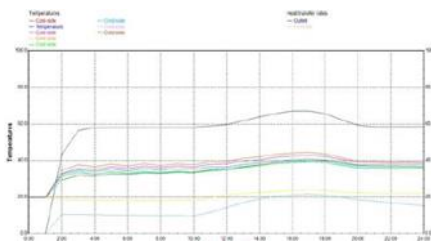
<sup>48</sup> Site web « futura planète » quel sont les 5 types de d'énergie renouvelables

<sup>49</sup> BENMEHDI RACHID, Conception et régulation des systèmes fermés de distribution et de circulation de chauffage/climatisation, Mémoire de Master, 69-72p

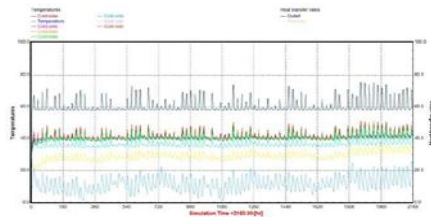


## Chapitre 2 : état de l'Art

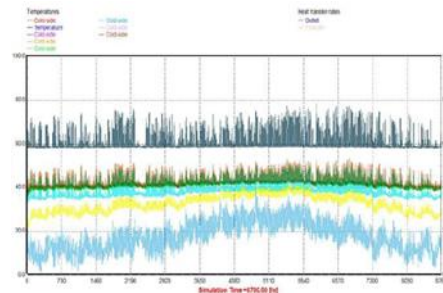
Après la simulation on a tétait notre problème par la prise des trois intervalles de temps délinants de l'année :



L'intervalle de 24 heures



l'intervalle de 3 mois (janvier, février, mars)



L'intervalle d'une année (0h-8760heurs)

Dans les résultats obtenus on voit bien qu'il y a une concordance avec la température voulue et celle des étages, on voit que dans la période de l'été ou les températures sont très importantes allant jusqu'à 78 °C, et on arrive à maintenir la température dans les étages (volumes) entre 23 °C et 45°C, et c'est le but de notre installation solaire.

## 5 Thématique spécifique

### 5.1 Introduction :

Pourquoi cette thématique ?

Dans la vie de l'homme l'habitat constitue un de ses besoins essentiels ; c'est pourquoi c'est l'un des droits fondamentaux de l'homme et c'est que la nouvelle ville doit avoir. Il doit aussi répondre aux préoccupations et aux conditions nécessaires de l'homme ce qui justifie le développement de ce dernier tout en subissant diverses transformations suivant les besoins de la vie est pour cette raison on a choisi cette thématique afin de concevoir des habitats semi collectifs confortables et qui répondent aux besoins de l'homme dans une zone aride.



## Chapitre 2 : état de l'Art

### 5.1.1 Définitions :

a. Habiter : C'est plus que se loger ou résider : C'est plus large : cela désigne l'ensemble des lieux de vie, l'ensemble des déplacements pratiqués par un individu ou un groupe mais aussi les télécommunications. C'est donc une réalité vaste et englobant.<sup>50</sup>

d. Habitat : L'habitat constitue un besoin essentiel pour l'individu, la famille et la collectivité, C'est l'espace résidentiel et le lieu d'activités privées, de repos, de récréation, de travail, et de vie familiale avec leur prolongement d'activité publique ou communautaire d'échanges sociaux et d'utilisation d'équipements et de consommation de biens et de services.

### 5.1.2 Typologies de l'habitat :

Les éléments des projets de construction » 8ème édition

➤ Selon l'emplacement :

Il existe selon leurs emplacements deux types d'habitat ; l'habitat urbain et l'habitat rural :

**Habitat urbain** : C'est une forme d'habitat qui se situe dans les milieux urbains, dans les villes près de tous les services nécessaires permettant de faciliter la vie des habitants à savoir le lieu de travail, des transports en commun, de financement, d'hébergement, de soin et d'alimentation...etc.

**L'habitat rural** : C'est une forme d'habitat qui se situe dans un milieu agricole ou villageois, dans ce cas elles occupent de vastes terrains et sont distancées les uns des autres. Les services collectifs sont très limités et les commerces et les services de base se trouvent à plusieurs kilomètres de ces habitations.

➤ Selon les occupants :

**Habitat individuel** : Le cas le plus simple est celui de l'habitat individuel ou, plus exactement, unifamilial, isolé.

L'habitat individuel est un habitat pour une seule famille ayant une pièce principale. Par opposition à l'habitat collectif comportant plusieurs logements dans un même bâtiment, l'habitat individuel correspond à un bâtiment ne comportant qu'un seul logement et disposant d'une entrée particulière

**Habitat collectif** :

➤ Selon : ZUCHELLI : L'habitat collectif est l'habitat le plus dense, il se trouve en général en zone urbaine, se développe en hauteur au-delà de R+4 en général, tous les habitants, à savoir espace de stationnement, espace vert, qui entourent les immeubles sont partagés entre tous les cages d'escalier...etc. l'individualisation des

---

<sup>50</sup>LA GEOGRAPHIE, SCIENCE DE L'HABITER (ET DES ESPACES HABITES) - LAURENT CAILLY

## Chapitre 2 : état de l'Art

espaces commence juste à l'entrée de l'unité d'habitation.

- C'est un mode d'habitat qui est peu consommateur d'espace et permet une meilleure desserte (infrastructures, équipements...) à un coût moins élevé.

En trouve dans habitat collectif plusieurs types :

**Bloc d'immeuble** : Forme de construction fermée utilisant l'espace sous forme homogène, les pièces donnant sur l'intérieur de cette espace sont différentes de par leurs fonctions et configuration.

**Immeubles barres** : Forme de bâtiment ouvert et étendu et regroupe un type varié ou défient de construction conçue, il n'existe pas une grande différence entre l'espace extérieur et intérieur.

**Immeuble écran** : Bâtiment indépendant souvent de grande dimension en longueur et en hauteur.

**Grand Immeuble composite** : Assemblage ou extension d'immeuble écran composant un ensemble d'immeubles de très grande dimension et emprise au sol.

**Tour** : Construction unique, située librement sur le terrain, pas d'assemblage possible, placé dans un contexte urbain.



Figure 38: L'habitat individuel Modern Source : spirit fanfics.



Figure 41: Grand Immeuble composite. Source : corrier della sera foto .



Figure 39 : L'habitat en tour. Source : VP & green engineering



Figure 42: Bloc d'immeuble. Source : 5h radiouse lecorbusi pdf.



Figure 40: L'habitat en barre Source : Skyrock

## Chapitre 2 : état de l'Art

### 5.1.3 Habitat intermédiaire :

#### *Définitions :*

Le concept « d'habitat intermédiaire » ou d'habitat « à coût abordable » est né, dans les années 70, d'une volonté de donner un habitat personnalisé à tous et d'une meilleure gestion de la consommation de foncier. Appelle habitat intermédiaire et tente de donner aux groupements d'habitations le plus grand nombre des qualités de l'habitat individuelle savoir une entrée prive, jardins des terrasses accessible, garage.

*L'histoire de l'habitat intermédiaire :* D'un point de vue théorique, le concept d'habitat intermédiaire est apparu dès le début du XXème siècle. Les industriels souhaitaient alors offrir aux ouvriers des logements décents et peu coûteux. Pour cela, ils s'adressèrent aux architectes afin qu'ils imaginent des maisons collectives permettant l'indépendance de chaque famille tout en favorisant les relations sociales. Après la période de la reconstruction, la critique des grands ensembles a de nouveau, poussé les architectes à expérimenter. Ils ont alors été amenés à inventer des formes nouvelles d'habitat répondant à une population désireuse de logements à échelle humaine.

*Typologie de l'habitat intermédiaire :* L'habitat intermédiaire regroupé en :

- **Les maisons en bande :** Ces maisons sont accolées et disposent tout d'un petit jardin à l'avant et à l'arrière elles sont en recul par rapport la voirie



Figure 43 :Maisons en bande à Tourcoing 59, France. Source : aucame.



Figure 44 :Maisons en bande à Ormesson, France. Source : Mialet Frédéric, Le renouveau de l'habitat intermédiaire, PUCA collection Recherche, coédition CERTU/PUCA, 2000.

#### 5.1.3.1 Les petits collectifs :

À faible volumétrie avec accès individuel extérieur et /ou espace extérieur privatif (jardin ou vaste balcon). Les petits collectifs issus de la requalification ou de la restauration de certains bâtiments.



Figure 45: logements superposés à plein sud Acigné 35, France. Source : ADEUS, C'est quoi l'habitat intermédiaire ? 2004.

## Chapitre 2 : état de l'Art

Maisons jumelées et superposées : C'est des maisons jumelées et superposées, en forme de cube.

### 5.1.3.2 Maisons jumelées accolées :

Ce sont des maisons collées les unes aux autres par le garage, elles comportent un jardin à l'avant et à l'arrière.



Figure 46 Habitat intermédiaire à Plérin. Source : Etude action sur L'HABITAT INTERMÉDIAIRE, 2003



Figure 47 Maisons de ville à Séville, Source : Etude action sur L'HABITAT INTERMÉDIAIRE, 2003

### 5.1.3.3 Les caractéristiques d'habitat intermédiaire :

Les critères essentiels marquent l'habitat intermédiaire chaque logement doit avoir

Caractéristiques réglementaires :

- 1-Accès individualisé.
- 2-Surface de la terrasse selon surface de logement ;
- 3-Hauteur maximale R+3 (C'est un habitat se développant horizontalement).
- 4-Les logements comportent un ou deux murs mitoyens.

### 5.1.3.4 Caractéristiques retenues des qualités de l'individuel :

- 1-Espace privatif extérieur.
- 2-Respect de l'échelle humaine par une hauteur de bâtiment limitée ;
- 3-Offre une liberté d'appropriation.
- 4-Offre de meilleures conditions de vie que le collectif.
- 5-Garage individuel.

### 5.1.3.5 Les avantages de l'habitat intermédiaire :

- Il garde un caractère individuel et donne à ses occupants l'agrément de l'autonomie.



## Chapitre 2 : état de l'Art

- Il peut être proche des services et des équipements.
- Il est adapté à des programmes mixtes sur le plan social.
- Il peut combler un besoin de nature.
- Il offre une occasion de mélanger différents types d'habitat.
- Il répond aux attentes des citadins et s'intègre à la ville.

### 5.1.3.6 Les Inconvénients de l'habitat intermédiaire :

- La vie collective n'est pas favorisée.
- Il est réservé aux classes sociales aisées compte tenu des coûts de réalisation élevés.
- Il conduit à une consommation foncière importante.

## 6 Exemples d'assemblage et de combinaison De l'habitat intermédiaire :

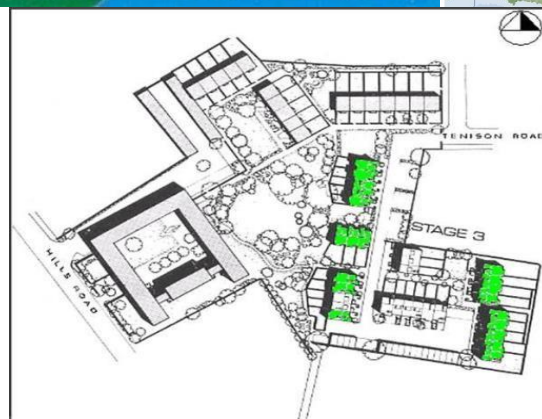
### Exemple d'habitat semi collectif(Cambridge) :

Le projet se situe sur la rue de HILIS ROAD, partagé en trois sous projet, au centre de ce projets un jardin public, et l'un de ce sous projets est consacré pour l'habitat semi-collectif.

Situation : Cambridge (Angleterre), ville du Royaume-Uni, dans l'est de l'Angleterre, chef-lien du Cambridgeshire, sur la Cam, population (2001), 108 879 habitants.



Figure 48 quartier du Cambridge. Source : calameo



## CHAPITRE III PROJET

### 7 Présentation de site :

#### 7.1 Situation de l'aire d'étude :

##### 7.1.1 introduction :

Ouargla est située dans le Nord-Est de l'Algérie, plus précisément dans la partie septentrionale du Sahara algérien. Elle se situe à 190 km à l'est de Ghardaïa, 160 km au sud-ouest de Touggourt, 388 km au sud de Biskra, à 800 km d'Alger et à 618 km de Constantine. Hassi Messoud est située dans le sud-est de Ghardaïa et est intégrée dans la nouvelle ville de Hassi Messoud.

##### 7.1.2 Situation :

Le site de la nouvelle ville de HASSI MESSOUAD se situe à la 3ème couronne du sud dans la partie nord-ouest du désert Algérien en équidistance de 80 km entre la ville de Touggourt, la ville Ouargla et la ville HASSI MESSOUAD.

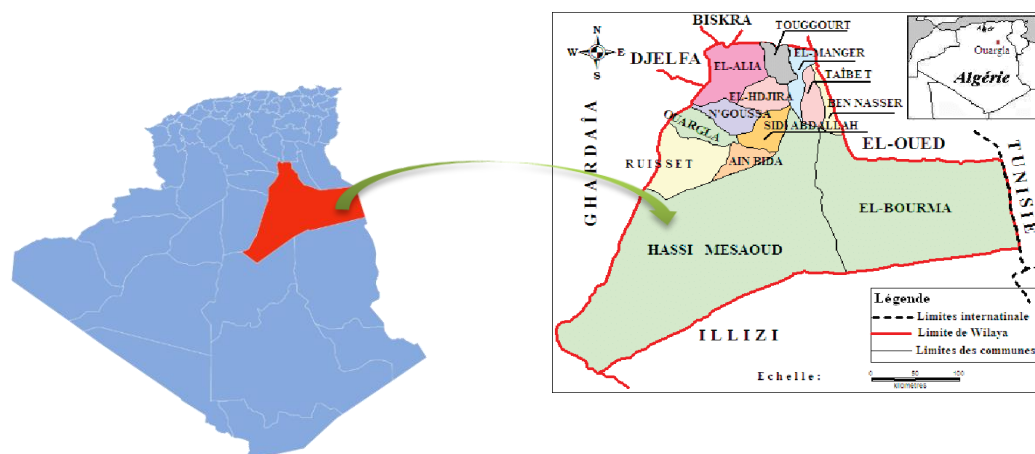


Figure 50 : localisation de Ouargla

- **Localisation de nouvelle ville Hassi Messoud:** la nouvelle ville de Hassi Messoud se trouve à équidistance (70 km) environ des villes de Hassi Messoud, Touggourt et Ouargla.
- **Accèsibilité de nouvelle ville Hassi Messoud :** il y a une recherche dans le système routier par l'intégration des différents types de voies.

La nouvelle ville de Hassi Messoud est définie comme un point de liaison entre trois villes : la ville actuelle de Hassi Messoud, Ouargla et Touggourt.

## CHAPITRE III PROJET

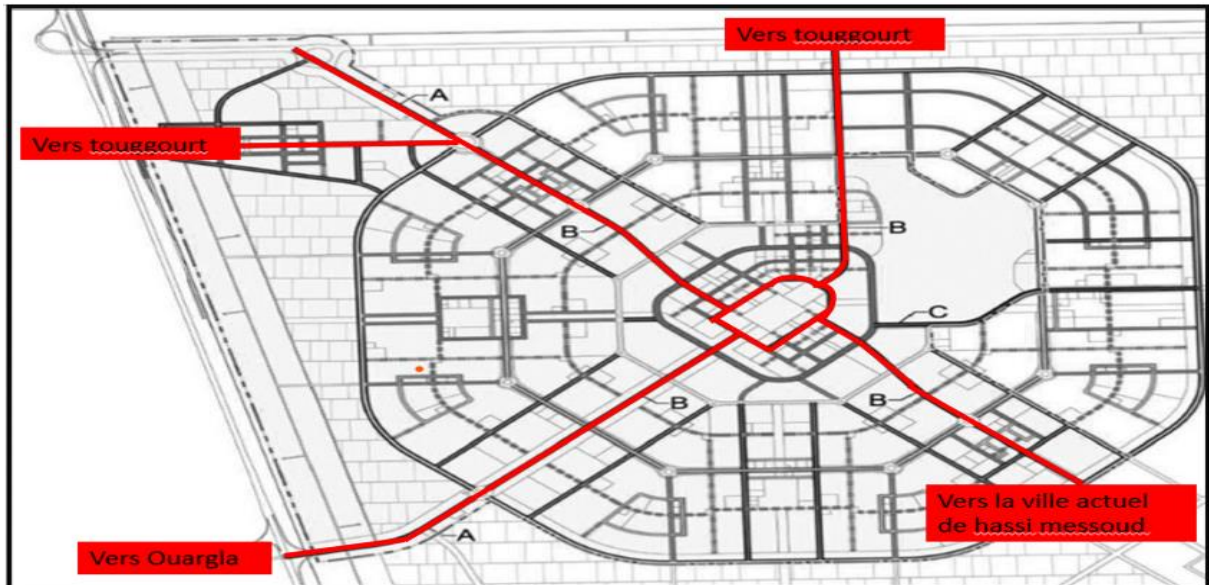


Figure 51 : schéma des voies principales de nouvelle ville est accessibilité.

- Notre site est situé en plein cœur de la ville exactement au nord-ouest DE Quartier 2, sur la zone UHs 8 (Zone d'Habitat semi-collectif).

Ce site se trouve à proximité d'un maillage routier structurant, et un site stratégie important,



Figure 52 : schéma reprisant localisation de site. Source : Source : PDF de ZONE UHc-7



## CHAPITRE III PROJET

Selon le plan d'aménagement de Hassi Messoud :

- Le site est destiné pour des habitats semi collectif.
- surface de 25541m<sup>2</sup>.
- Une forme géométrique régulière.
- entouré par des voies mécaniques.

### 7.1.3 Le site et les limites

-le site est limité par deux parcs (espace vert) site destiné pour des habitats individuels, site destiné pour Marché hebdomadaire (Q2-H6-1) et l'office nationale de l'assainissement (Q2-A22) à Les Accessibilité



Figure 53 : schéma représente le site. Source : PDF de ZONE UHc-7

-Le site contient 4 accessibilités mécaniques et une seul accessibilité piétonne .

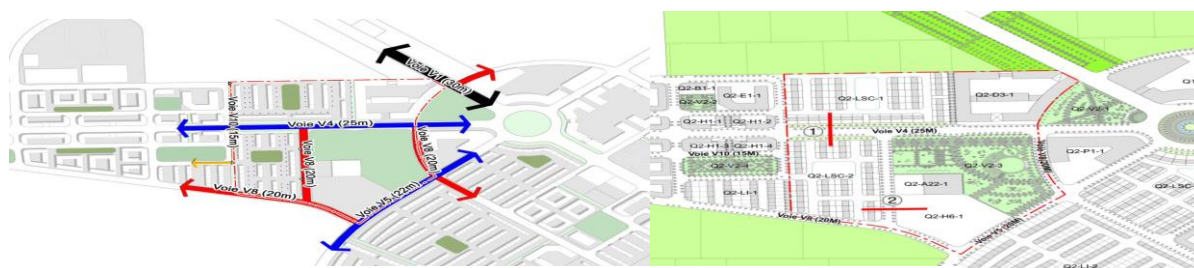


Figure 55 : schéma représente l'accessibilité de site. Source : PDF de ZONE UHc-7

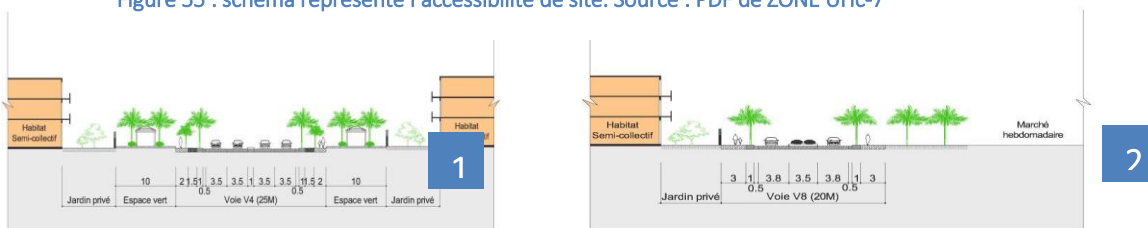


Figure 54 : schéma représente des coupes sure les voies. Source : PDF de ZONE UHc-7



## CHAPITRE III PROJET

### 7.1.4 Topographie de site :

Le site est un site plat.

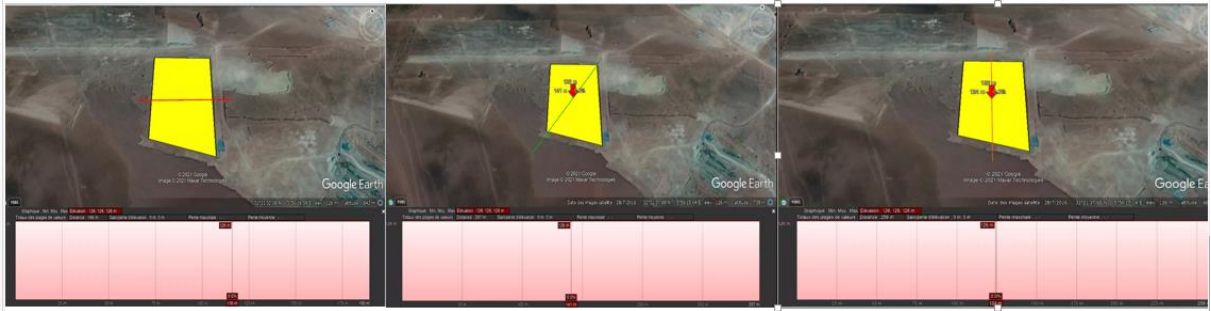


Figure 56 : schéma représente la topographie de site. (Source : l'auteur)

### 7.1.5 Orientation et vent :

Le site est orienté vers le nord avec des vents dominants nord-ouest

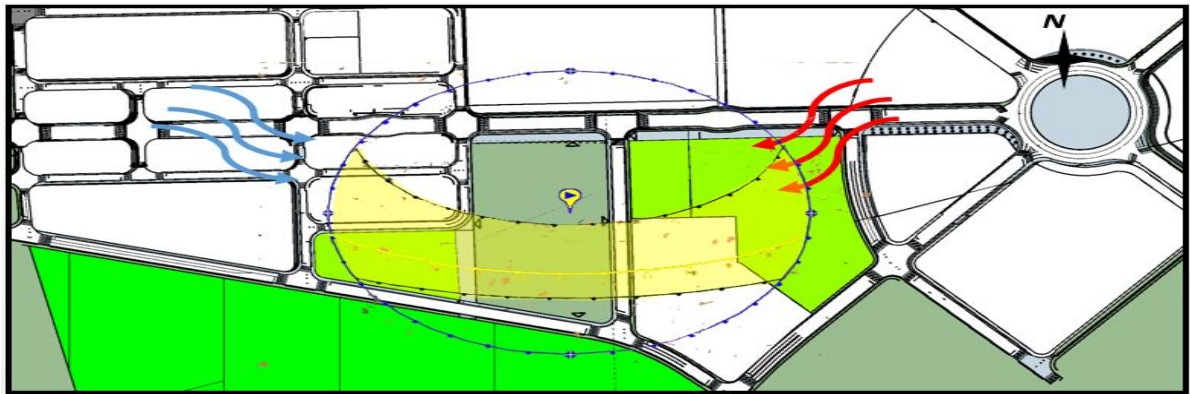


Figure 57 : schéma représente la cour de soleil et orientation des vents. (Source : l'auteur)

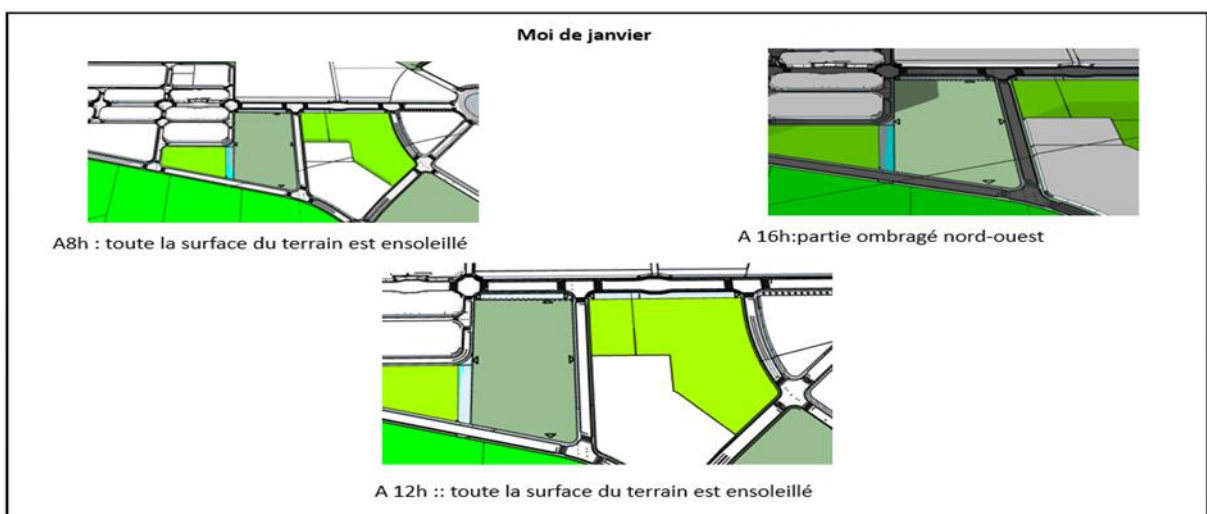


Figure 58 : Figure 10 schémas représente l'ombrage du mois de janvier. (Source : l'auteur)

## CHAPITRE III PROJET

### 7.1.6 Ombrage :

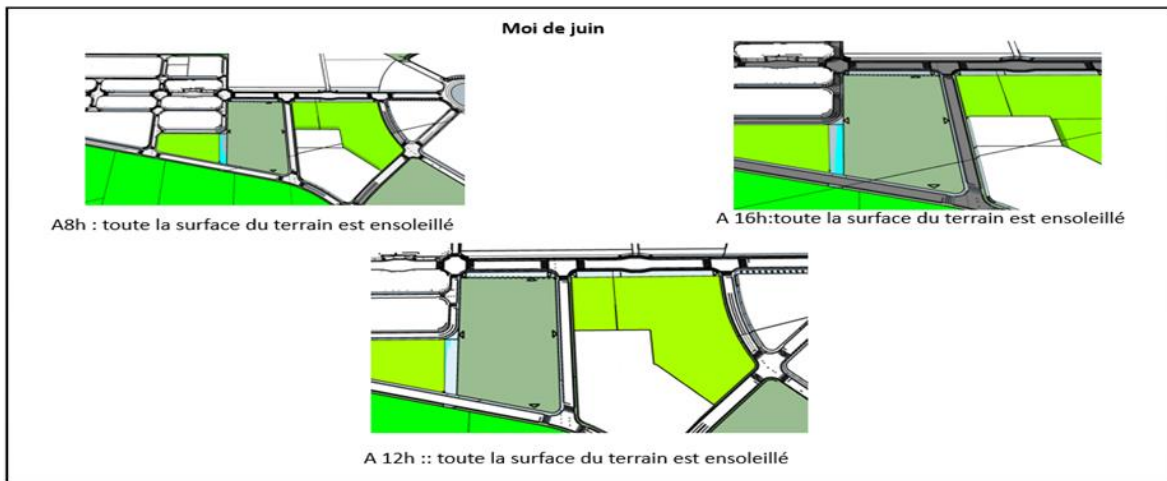


Figure 59 : schéma reprenant l'aménagement du mois de juin. (Source : l'auteur)

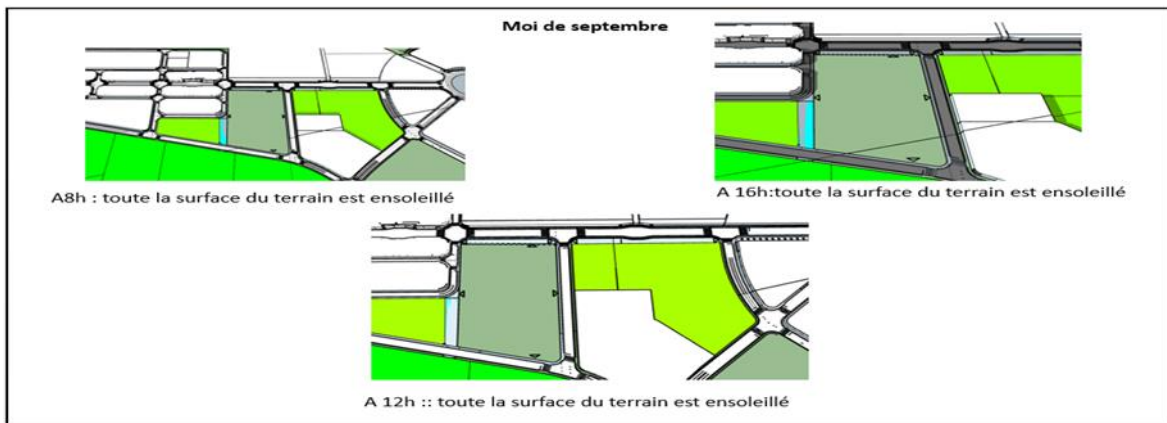


Figure 60 schéma représente l'ombrage du mois de septembre. (Source : l'auteur)

### 7.1.7 Végétation :

Notre site est entouré par deux parcs d'espace vert le premier situé dans le côté est et la deuxième situé dans



Figure 61 : schéma représente les espaces verts entourés le site. Source : Source : PDF de ZONE UHc-7

# CHAPITRE III PROJET

## 8 L'analyse Climatique

### 8.1 Les paramètres du climat :

#### 8.1.1 Température :

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.

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

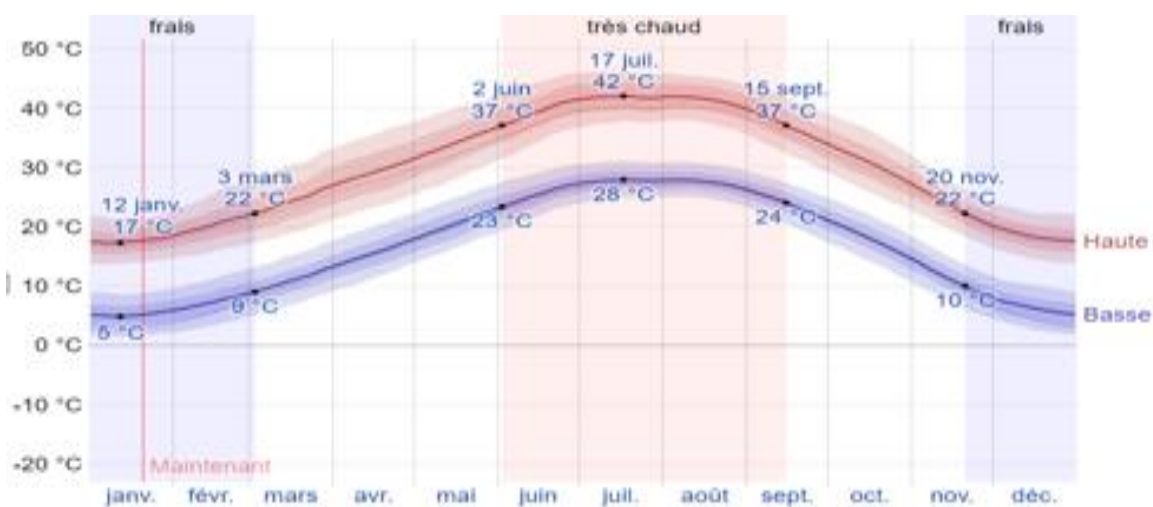


Figure 62 : température moyenne maximale et minimale. Source : weatherspark

janvier, avec une température moyenne minimale de 5 °C et maximale de 17 °C.

La température moyenne quotidienne maximale (ligne rouge) et minimale (ligne bleue), avec bandes du 25e au 75e percentile et du 10e au 90e percentile. Les fines pointillées sont les températures perçues correspondantes.

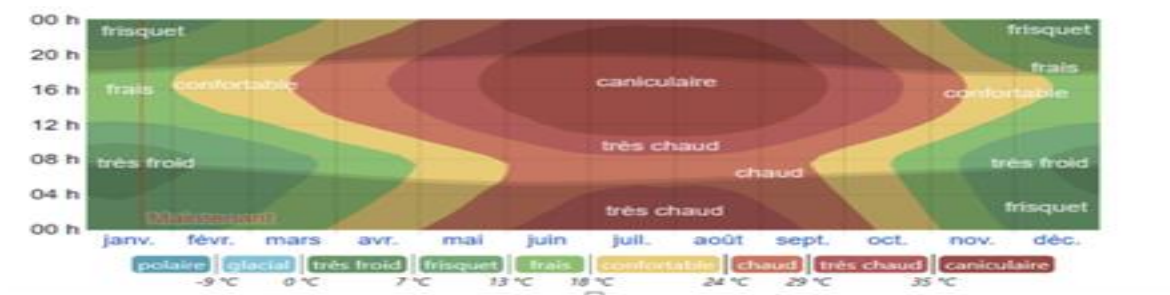


Figure 63 : température horaire moyenne Source : weatherspark

La température horaire moyenne, codée par bandes de couleur. Les superpositions ombrées indiquent la nuit et crépuscule civil.

## CHAPITRE III PROJET

### 8.1.2 Précipitation :

Hassi Messoud connaît une variation saisonnière minime 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 %.

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 j

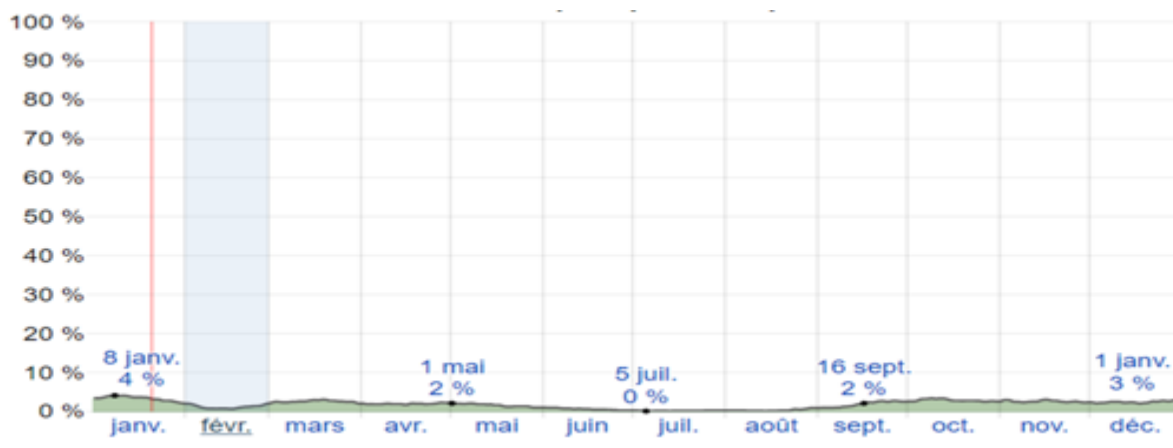


Figure 64 : probabilité de précipitation quotidienne Source : weatherspark

Le pourcentage de jours durant lesquels divers types de précipitation sont observés, excepté quantités traces : pluie seulement, neige seulement et mélange (de pluie et de neige sont tombées au cours de la même journée)

### 8.1.3 Soleil :

La longueur du jour à Hassi Messoud varie considérablement au cours de l'année. En 2021, le jour le plus court est le 21 décembre, avec 10 heures et 5 minutes de jour ; le jour le plus long est le 21 juin, avec 14 heures et 13 minutes.



Figure 65 : heures de clarté et crépuscule Source : weatherspark

## CHAPITRE III PROJET

Le nombre d'heures durant lesquelles le soleil est visible (ligne noire). De bas en haut (jaune à gris), les bandes de couleur indiquent : jour total, crépuscule (civil, nautique et astronomique) et nuit totale

Le lever de soleil le plus tôt a lieu à 05:29 le 11 juin et le lever de soleil le plus tardif a lieu 2 heures et 7 minutes plus tard à 07:36 le 9 janvier. Le coucher de soleil le plus tôt a lieu à 17:31 le 3 décembre et le coucher de soleil le plus tardif a lieu 2 heures et 13 minutes plus tard à 19:45 le 30 juin.

Le passage à l'heure d'été n'est pas observé à Hassi Messoud en 2021.

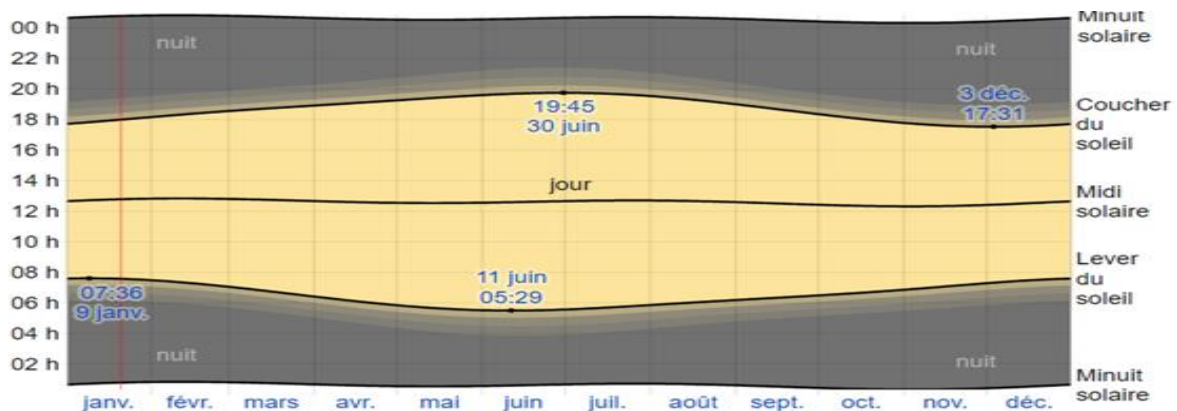


Figure 66 : lever du soleil avec crépuscule Source : weatherspark

Le jour solaire au cours de l'année 2020. De bas en haut les lignes noires indiquent le minuit solaire précédent, le lever du soleil, le midi solaire, le coucher du soleil et le minuit solaire suivant. Le jour, les crépuscules (civil, nautique et astronomique) et la nuit sont indiqués par les bandes de couleur de jaune à gris.

### 8.1.4 Rayonnement solaire

Cette section traite du rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien total atteignant la surface du sol sur une zone étendue, en tenant pleinement compte des variations saisonnières sur la longueur du jour, de la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon, de l'absorption par les nuages et d'autres composantes atmosphériques. Le rayonnement en ondes courtes inclut la lumière visible et le rayonnement ultraviolet.

Le rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen connaît une variation saisonnière considérable au cours de l'année.

La période la plus lumineuse de l'année dure 4,3 mois, du 15 avril au 25 août, avec un rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré supérieur à 7,0 kWh. Le jour le plus lumineux de l'année est le 11 juillet, avec une moyenne de 7,9 kWh.



## CHAPITRE III PROJET

La période la plus sombre de l'année dure 3,0 mois, du 1 novembre au 2 février, avec un rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré inférieur à 4,3 kWh. Le jour le plus sombre de l'année est le 19 décembre, avec une moyenne de 3,4 kWh

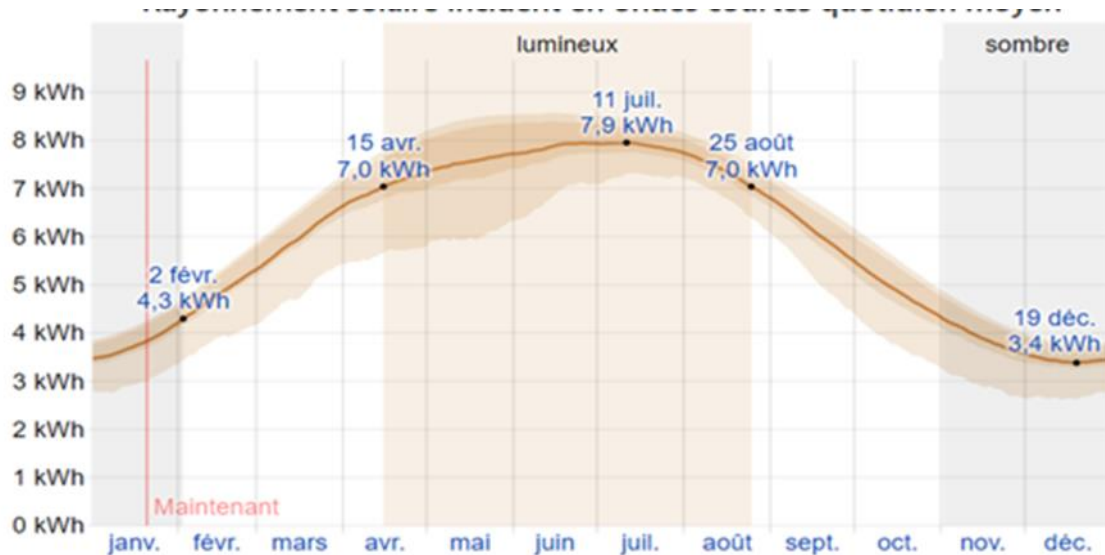


Figure 67 : rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen Source : weatherspark

Le rayonnement solaire en ondes courtes quotidien moyen atteignant le sol en mètres carrés (lige orange), avec bandes du 25 e au 75 e percentile du 10 e au 90 e percentile.

### 8.1.5 Humidité :

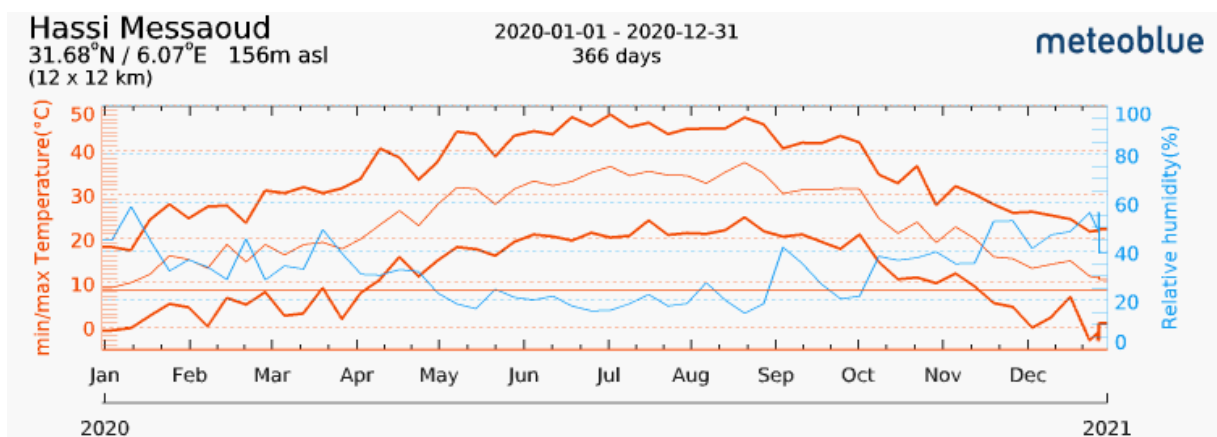


Figure 68 : humidité relative de Hassi Massoud de l'année 2020

L'humidité est liée aux taux d'évaporation de l'eau de différents éléments de la nature végétative, y compris la géographie (mers, les rivières etc..) Et les températures. Parce que nous remarquons à travers le tableau le taux de l'humidité est entre le 40% à 60% dans le mois d'octobre jusqu'à mois de décembre et des pluies janvier jusqu'à avril la saison de pluies, alors que nous enregistrons le ratio de 13% à 20% d'avril à septembre.

## CHAPITRE III PROJET

### 8.1.6 Vent :

Cette section traite du vecteur vent moyen horaire étendu (vitesse et direction) à 10 mètres au-dessus du sol. Le vent observé à un emplacement donné dépend fortement de la topographie locale et d'autres facteurs, et la vitesse et la direction du vent instantané varient plus que les moyennes horaires.

La vitesse horaire moyenne du vent à Hassi Messaoud connaît une variation saisonnière modérée au cours de l'année. La période la plus venteuse de l'année dure 5,0 mois, du 8 mars au 9 août, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 14,7 kilomètres par heure. Le jour le plus venteux de l'année est le 10 juin, avec une vitesse moyenne du vent de 16,8 kilomètres par heure.

La période la plus calme de l'année dure 7,0 mois, du 9 août au 8 mars. Le jour le plus calme de l'année est le 3 décembre, avec une vitesse moyenne horaire du vent de 12,5 kilomètres par heure.

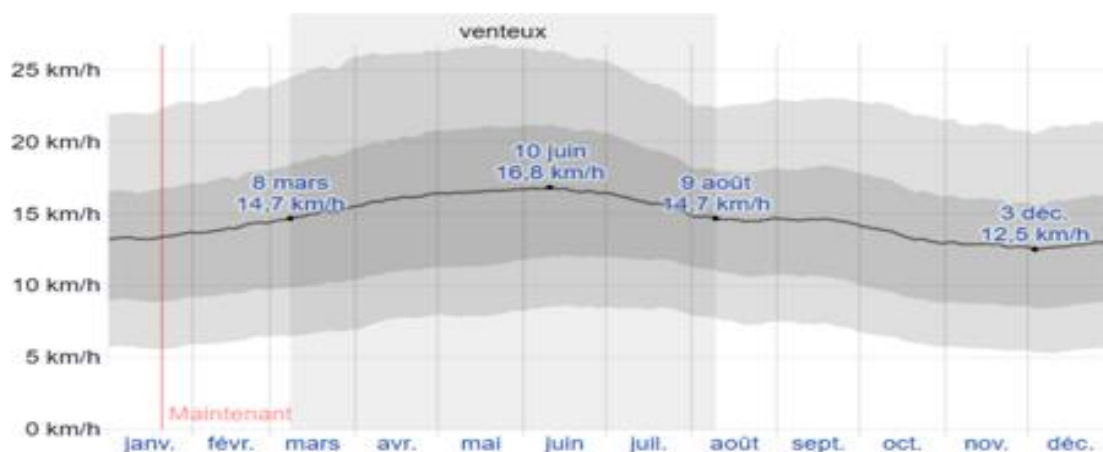


Figure 69 : vitesse moyenne du vent Source : weatherspark

La moyenne de la vitesse des vents moyens horaires (ligne gris foncé), avec bandes du 25 e au 75 e percentile et du 10 e au 90 e percentile.

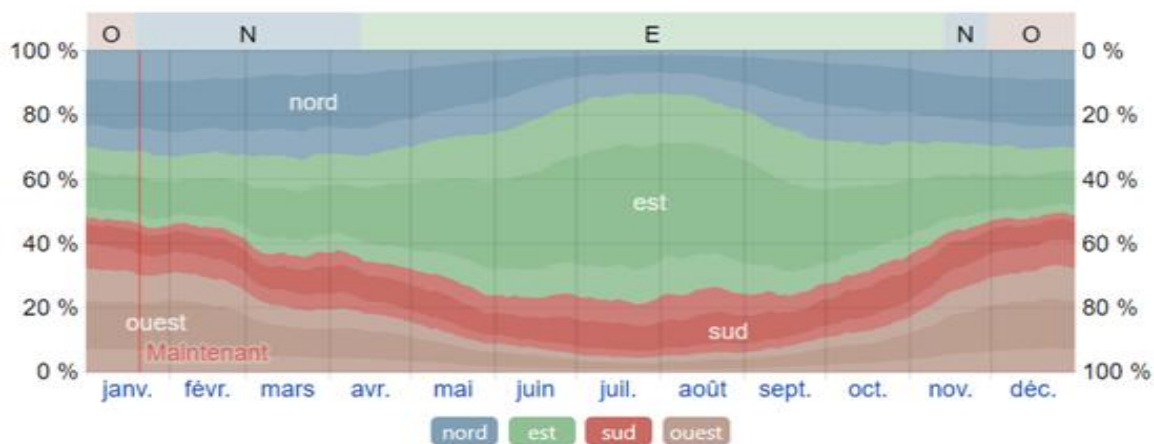


Figure 70 : direction du vent .Source : weatherspark

## CHAPITRE III PROJET

Le pourcentage d'heures durant lesquelles la direction du vent moyen provient de chacun des quatre points cardinaux, excepté les heures au cours desquelles la vitesse du vent moyen est inférieure à 1.6 km/h. les zones légèrement colorées au niveau des limites représentent le pourcentage d'heures passées dans la direction intermédiaire correspondante (nord-est, sud-est, sud-ouest et nord-ouest).

### 8.1.7 Température de confort :

Il existe plusieurs standards pour le confort thermique adaptatif, dérivés du standard ASHRAE 55.

ASHRAE 55-2004<sup>51</sup> fut le premier standard à proposer le modèle adaptatif. Il est basé sur le modèle de Gagge<sup>752</sup>. Il est possible de le manipuler via un outil libre d'accès : outil interactif ASHRAE 55 [archive] se standard peut aussi se représenter sous la forme de droites affines :

$$T_{\text{conf}} = A * T_{\text{ext}} + B$$

$T_{\text{conf}}$  correspond à la température recherchée.

$T_{\text{ext}}$  correspond à la température extérieure.

$T_{\text{A}} * T_{\text{ext}} + B$  correspond à l'équation affine du modèle, où A et B sont les coefficients de l'équation.

Dans le cas D'ASHRAE 55, il existe plus d'une proposition pour les différents coefficients . parmi ces coefficients on a : l'interprétation de Brager et de Dear :  $T_{\text{conf}} = 0,31T_{\text{ext}} + 17,8$ .

53

$$T_{\text{conf}} = 0.31 \times T_{a,\text{out}} + 17.8$$

On utilise cette formule pour calculer la température moyenne de Hassi Massoud durant tous les mois de l'année. On obtient les températures extérieures moyennes à partir de programme **climate consultant6.0**. Après on est ajouté pour chaque chiffre (la température moyenne de chaque mois) (+2.5) pour obtenir la température maximale et (-2.5) pour obtenir la température minimale.

---

<sup>51</sup> Ashrae 2004

<sup>52</sup> Doherty et Arens 1988

<sup>53</sup> Brager et de Dear 2001



## CHAPITRE III PROJET

Tableau 8 : La limite de la température de confort adaptatif de la région de HAMASOUD.

|   |              | JAN   | Fév.  | Mars  | Avril  | Mai    | Jun    | Juil.  | Aout   | Sep   | Oct.   | Nov.   | Déc.   |
|---|--------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| la température extérieure moyenne                     | T Med (c°)   | 11°   | 15°   | 19°   | 24°    | 29°    | 33°    | 36°    | 35°    | 30°   | 25°    | 15°    | 11°    |
| D'après ASHRAE standard -55 (2004) 90 d'acceptabilité | Tc min (c°)  | 18.71 | 19.95 | 21.19 | 22.74  | 24.29  | 25.53  | 26.46  | 26.15  | 24.6  | 23.05  | 19.95  | 18.71  |
|   | Tc moye (c°) | 21.21 | 22.45 | 23.69 | 25.24° | 26.79° | 28.03° | 28.96° | 28.65° | 27.1° | 25.55° | 22.45° | 21.21° |
|   | Tc max (c°)  | 23.71 | 24.95 | 26.19 | 27.74  | 29.29  | 30     | 31.46  | 31.15  | 29.6  | 28.05  | 24.95  | 23.71  |

Le diagramme bioclimatique du bâtiment est un outil d'aide à la décision globale du projet bioclimatique permettant d'établir le degré de nécessité de mise en œuvre de grandes options telles que l'inertie thermique, la ventilation généralisée, le refroidissement évaporatif, puis le chauffage ou la climatisation.<sup>54</sup>

**Le modèle de Givoni :** Établi par Burach Givoni ce modèle de détermination du confort thermique intègre l'évapotranspiration issu de ce modèle, le diagramme de Givoni, établi pour une activité sédentaire et avec un habillement adapté à l'été, définit, sur le diagramme de l'air humide, des zones de confort correspondant à différentes plages de vitesse d'air (jusqu'à 1,5 m/s, vitesse au-delà de laquelle un risque de nuisance existe). (IUP de Saint-Pierre)<sup>55</sup>.

A l'aide de programme de **climate consultant** on a obtenu le diagramme de Givoni : La partie en bleue présente la zone de confort qui est de 2337 heures, la partie surchauffes qui est situé au-dessus de la zone de confort (bleue) dans les mois mai , juin , juillet ,aout , septembre et octobre.

La partie sous-chauffe qui se situe au-dessous de la partie bleue dans les mois janvier, février, mars et On remarque aussi qu'il y'a une partie en surchauffe et sous chauffe dans les mois avril et octobre

<sup>54</sup> LE DIAGRAMME BIOCLIMATIQUE DU BATIMENT (Jean-Louis IZARD Olivier Kaçala )

<sup>55</sup> Confort d'été passif ' les guide bio-Tech '

## CHAPITRE III PROJET

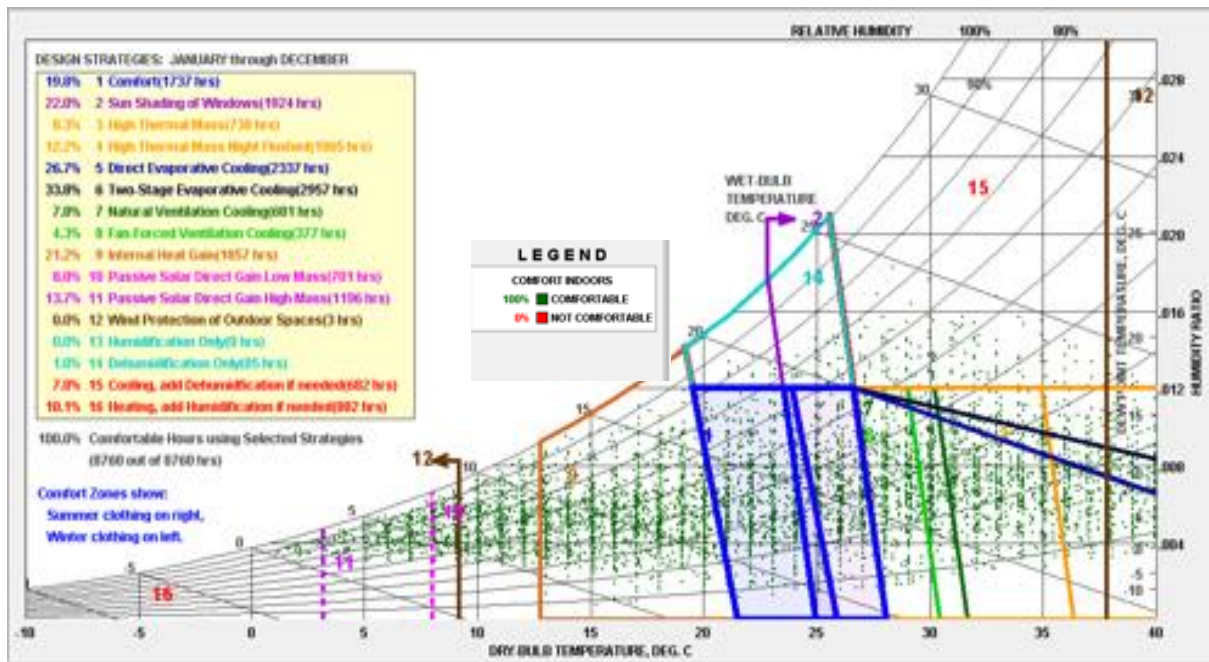


Figure 71 : Diagramme de Givoni

.D'après ce diagramme on peut tirer ces recommandations :

- Le Confort : 19.8% (1737 heures)
- Protection solaire des fenêtres : 22% (1924 heures)
- Masse thermique élevée rinçage nocturne : 12.2% (1065 heures)
- Refroidissement : - refroidissement direct évaporatoire : 26.7% (2337 heures)
- refroidissements par évaporation à deux étages 33.8%( 2957 heures)
- Gain de chaleur interne : 21.1% (1857 heures)
- Masses élevées à gain direct solaire passif : 13.7% (1196 heures)
- Chauffage ajouté de l'humidification si nécessaire : 10.1%(882 heures)

### 8.2 Les Tables De MAHONEY :

Sont une séries 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 MOHONEY qui les a créées avec JOHN MARTIN et OTTO KONIGSBERGER.

**Utilisation des tables de Mahoney :** Les tables de Mahoney peuvent être réparties en deux ensembles : les tables diagnostic et les tables recommandations.

#### 1. Diagnostic :<sup>56</sup>

- Noter dans **la Table 1** les températures moyennes mensuelles maximales et minimales. Dans les cases de droite reporter la plus grande valeur des maxims et la plus petite valeur des minims enregistrés dans l'année. En additionnant ces deux valeurs et en divisant par 2, on obtient la température moyenne annuelle

<sup>56</sup> RAVAUX DIRIGES : CONFORT THERMIQUE LES TABLES DE MAHONEY université de Biskra

## CHAPITRE III PROJET

TAM. La différence des deux valeurs extrêmes représente l'écart moyen annuel de température EAT.

- Indiquer sur **la table 2** suivante les humidités relatives. Déterminer, selon les critères indiqués sur le tableau, le groupe des humidités auquel correspond chacun des mois. Compléter le tableau en inscrivant le niveau des précipitations ainsi que les deux directions les plus fréquentes du vent.
- **La Table 3** donne un diagnostic du climat en fonction de la valeur de TAM et du groupe d'humidité, déterminer la zone de confort diurne et nocturne pour chacun des douze mois. Reproduire les températures extrêmes de confort diurne ainsi que les températures mensuelles maximales dans les trois premières lignes du tableau. Dans les trois lignes suivantes recopier les températures minimales mensuelles ainsi que les bornes de la zone de confort nocturne. Comparer les températures ambiantes avec les températures de confort durant la journée et durant la nuit. Indiquer dans les deux dernières lignes du tableau si la température ambiante (diurne ou nocturne) est supérieure ou inférieure aux températures de confort. Indiquer cela par les indices F (froid) pour les températures ambiantes inférieures aux températures de confort, par C (chaud), les valeurs supérieures et inférieures, les températures ambiantes qui sont dans les limites des températures de confort.

### 2. Recommandations :

Les différents remèdes à apporter dépendront des indices d'humidité ou d'aridité attribués pour chaque mois. C'est ce que montre la table 4.

Les différentes dispositions architecturales et constructives sont ensuite déterminées en fonction des contraintes thermiques diagnostiquées précédemment. Ces dispositions sont classées comme suit : plan masse, espacement des constructions, mouvement d'air, ouvertures murs, toitures etc...

### 8.3 Les recommandations de notre projet à travers les tableaux de MOHONEY sont :

#### 1. Le plan :

- Organisation d'une cour intérieure compacte.

Mouvement de l'aire :

- Pièce alignées de part et d'autre. Mouvement de l'aire temporaire

#### 2. Murs :

- Murs extérieurs et intérieurs lourds.

#### 3. Toitures :

- Toits lourds 8 heures de déphasage.

#### 4. Outdoor sleeping (terrasses) :

- Espaces extérieurs nécessaires pour dormir.

#### 5. Les démentions des ouvertures :

- Petites ouvertures 15-25% des surfaces totales de la façade.

#### 6. Position d'ouvertures :

- ouverture au N et au S à hauteur d'homme, du côté du vent, mais en ajoutant des ouvertures, au niveau des murs intérieurs.

## CHAPITRE III PROJET

7. Murs et planchers :
  - Lourds et déphasage au-delà de 8 heures
8. Toitures :
  - Lourds et déphasage au-delà e 8 heures
9. Traitements de surfaces extérieures :
  - Espaces extérieurs nécessaires pour dormir (terrasse)

### 9 Conceptualisation du projet :

#### 9.1 INTRODUCTION :

La partie précédente nous a montré notre aire d'intervention et obtenir l'ensemble de recommandations qui nous a aidé et guide pour atteindre notre projet convenablement afin de répondre aux exigences du site afin de mieux élaborer notre projet inscrit dans cette parcelle.

#### 9.2 Le site :

- **Choix de site :** On a choisi notre site premièrement notre thème de projet est le semi collectif dans la nouvelle de Hassi Massoud le projet de la ville est déjà en train de la réalisation, deuxièmement grâce à son emplacement stratégique par rapport les vues des jardins et les parcs qu'il existe à côté de notre site et son forme régulière ....
- **L'accessibilité à la parcelle :**

Une parcelle qui est très visible grâce à sa position, 3 accès mécanique à l'entour de terrain avec 3 accès pitonné dans le terrain, sa facilité la tâche de stationnement que ce soit pour les personnels ou les usages

- **Les outils de formalisation :**

La conception architecturale nécessite le respect des principes et le concept architecturaux, un tel principe et des idées qui nous aidons à choisir les bonne orientations afin d'obtenir une conception idéal et des gestes bien placée et justifier.

- **Pour l'organisation formelle :**

La simplicité et l'unité formelle :

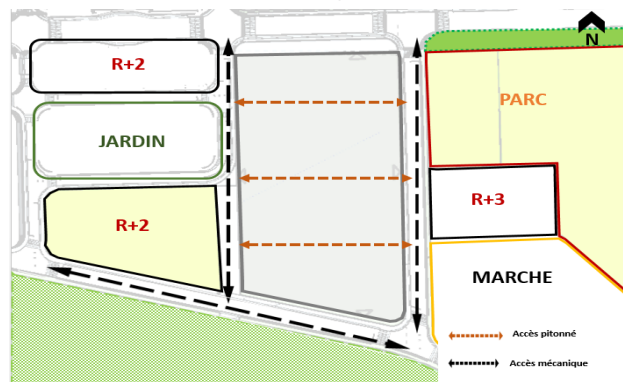


Figure 72 : plan présente l'accessibilité de la parcelle. source : l'auteur

## CHAPITRE III PROJET

Dans le début de la conception pour le premier geste le choix de l'unité de la base est la plus important pour faire un tout homogène, C'est la raison pour laquelle toutes les entités du projet sont reliées entre elles dans le but d'avoir « l'unité formelle ».

- **La codification :**

Un bâtiment d'habitation semi collectif doit être marqué par rapport à l'autre bâtiment, sa singularité est affirmée par sa forme, ses façades et ses éléments architectoniques utilisés.

- **La perméabilité :**

Le choix de concept est porté principalement, vu que le projet doit facilement accessible et perméable pour les habitants en même temps il assure la sécurité et l'intimité.

- **Le rythme :**

Le rythme en architecture s'illustre par la répétition régulière ou irrégulière d'un élément dans l'espace. Il peut s'agir par exemple d'une répétition de fenêtres, de colonnes ou d'un matériau quelconque.

- **Principes et concepts :**

«Les concepts constituent un moyen essentiel utilisé pour atteindre les objectifs ou solutions souhaitées dans la conception d'un projet architectural»

- **La continuité :**

Elle exprime la continuité des différents composant de projet avec les projets voisinage, aussi le respect de la morphologie du site et l'environnement.

- **La centralité :**

Notre projet s'organise autour d'un espace central (le patio) qui joue le rôle d'organisateur de regroupement et de convivialité dans les fonctions et les espaces intérieurs.

- **La hiérarchisation des espaces :**

La hiérarchie sera utilisée sur le plan formel, que fonctionnel, à la fois par la disposition des volumes, et par l'organisation des espaces suivant un schéma cohérent.

- **Hiérarchisation des parcours :**

La différence entre les espaces de circulation Proportionnée en fonction du degré de leur utilisation (public, semi public, privée).

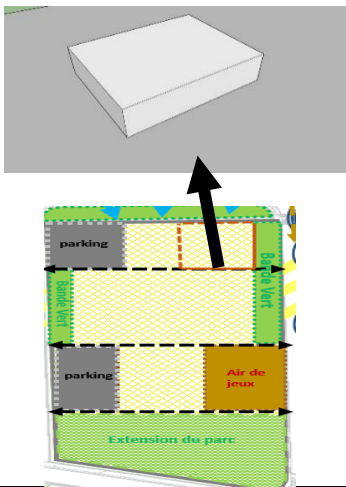
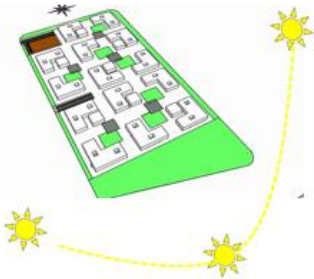
## CHAPITRE III PROJET

### - La perception paysagère :

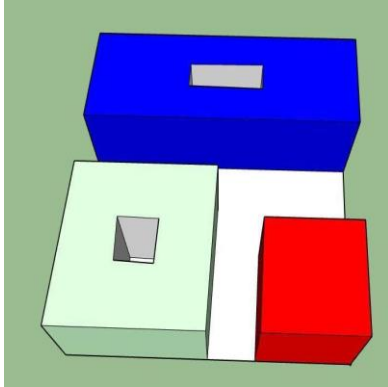
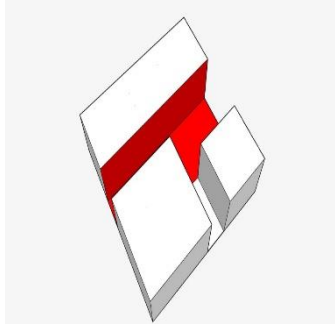
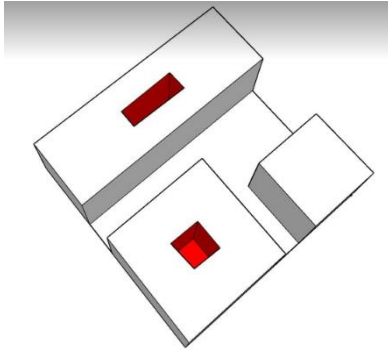
Elle renforce la relation entre l'homme et l'environnement, qui a été assuré par la création des espaces extérieurs qui renforce la rencontre et l'échange, aussi la relation entre le bâtiment et l'environnement, par l'utilisation de bâtiment comme une partie de l'aménagement extérieur.

### 10 Les étapes (la genèse de la forme du projet) :

D'après l'analyse climatique et morphologique de site nous avons proposé la genèse suivant pour avoir un projet plus adapter avec l'environnement.

| Les étapes | Schéma  | Commentaire   |
|------------|---|---|
| 01         |   | <p>Le premier geste on prend le cube notre forme de base suivant la repartions de site quand on a fait par faire la continuité des vois qu'il existe à côté de notre terrain ce continuité nous guidons de faire deux modèle de forme cube (possibilité de intégrer deux cube juxtaposé dans la partie qu'il montré dans le schéma suivant)</p> |
| 02         |  | <p>L'ensoleillement :<br/>La position de notre terrain est orienté vers le nord avec 0% de pente, vu que notre air de intervention est dans le Sahara sa nous obliger de garder la même orientation dans notre projet vers le nord pour meilleur ensoleillement.</p>  |

## CHAPITRE III PROJET

|    |   |  |
|----|---|--|
| 03 |    | <p>Redimensionnements de volumes : selon le programme du projet dont le plus grand volume contient le plus nombre de logements (4logements) de deux type f4et f3 en duplex avec patio et des jardins et le deuxième volume contient deux logements de f4 avec patio et des jardins, le petit volume contient aussi deux logements de f3 aussi avec jardins en toujours en duplex.</p>  |
| 04 |    | <p>Les entités : on a 3 volume de différents dimension d'une forme compact sa créer des passages accessible entre eux</p>  |
| 05 |  | <p>Le patio :<br/>La création du patio au milieu du projet pour le plus grand volume a un grand patio qui est accessible de deux entrées pour deux logements, Autres buts de création le patio est à vocation bioclimatique qui permet la régulation thermique, la ventilation et l'éclairage naturel des espaces intérieurs. Il permet d'emmagasiner la chaleur en sol pendant le jour pour la rediffuser pendant la nuit froide.</p> |
| 06 |   | <p>gabarit de projet<br/>Le gabarit du projet s'intégrer dans le site suivant la zone saharienne on ne peut plus dépasser R+2, dans autre côté le gabarit de notre projet est de R+1 grâce à l'effet compact entre les volumes dans le premier étage</p>   |



## CHAPITRE III PROJET

### 11 La genèse de la forme du plan de masse :

Afin d'avoir un plan de masse fonctionnel et des espaces extérieurs confortable, nous avons fait une organisation spatiale selon les conditions existé.

Pour premier étape on a fait la continuité des voie mécanique qu'ils existent dans le côté ouest dans notre terrain, ça nous orientons a la répartition de terrain en trois parties et nous permettons a placé les entités en accord avec ces parties.

Chaque 4 entités on a les regroupé par deux espaces vert-air de jeux avec une esplanade, cette organisation créer un espaces semi public de chaque regroupement

Chaque 2 entités on a les regroupé par un espace vert et une esplanade pour le même but créer un espace semi public. \*\*\*\*\*



Figure 73 : plan de masse

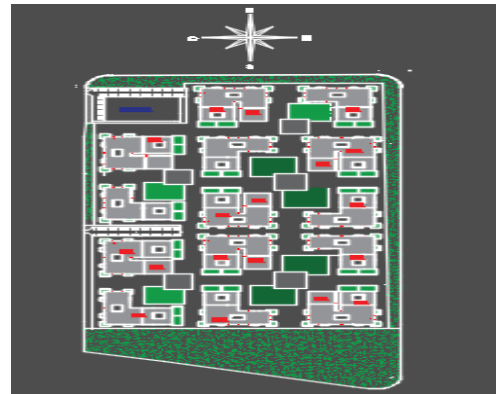


Figure 74: plan de masse. source : l'auteur

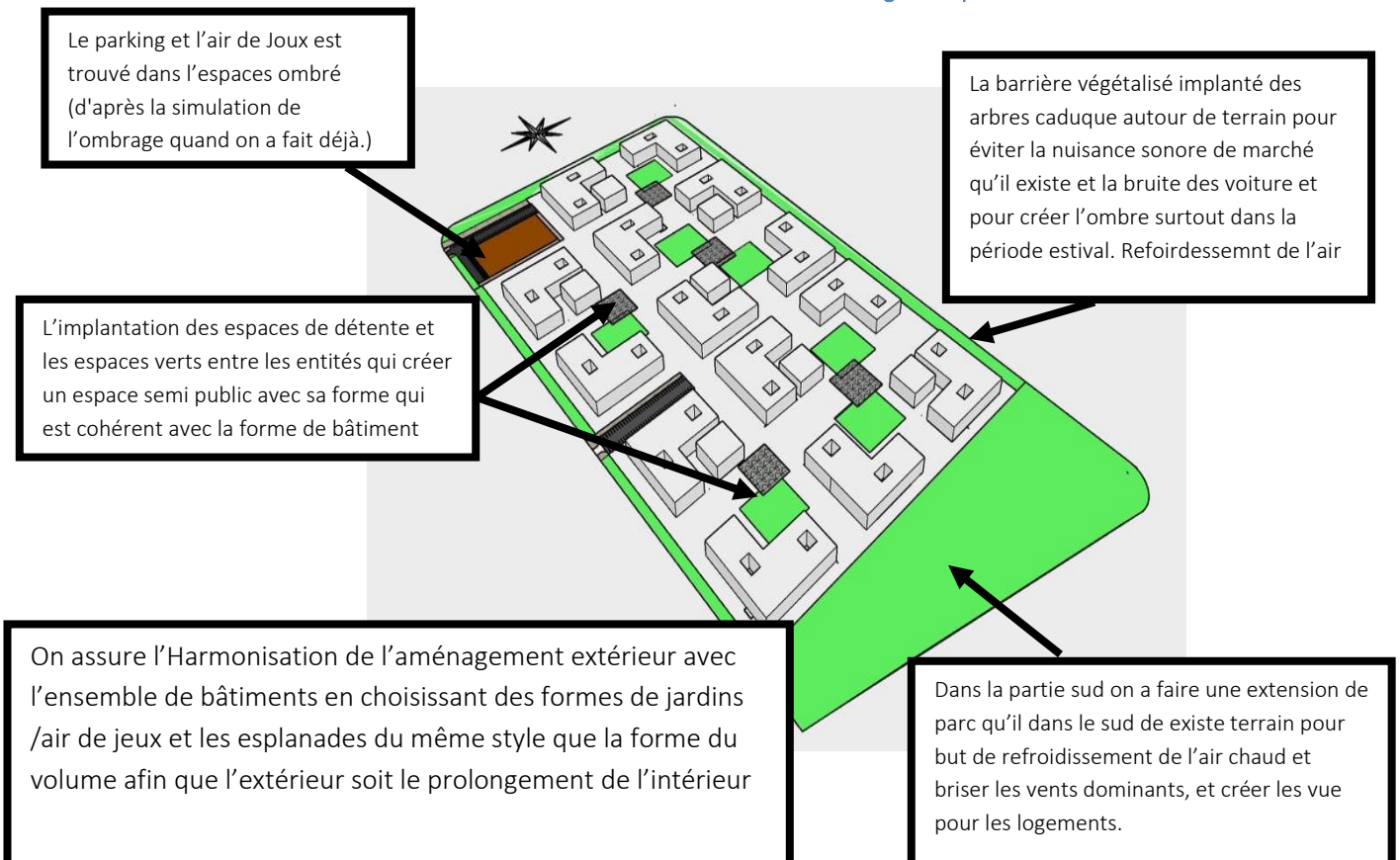


Figure 75 : plan de mass 3d .source : l'auteur



# CHAPITRE III PROJET

## 12 Principe de composition de façade :

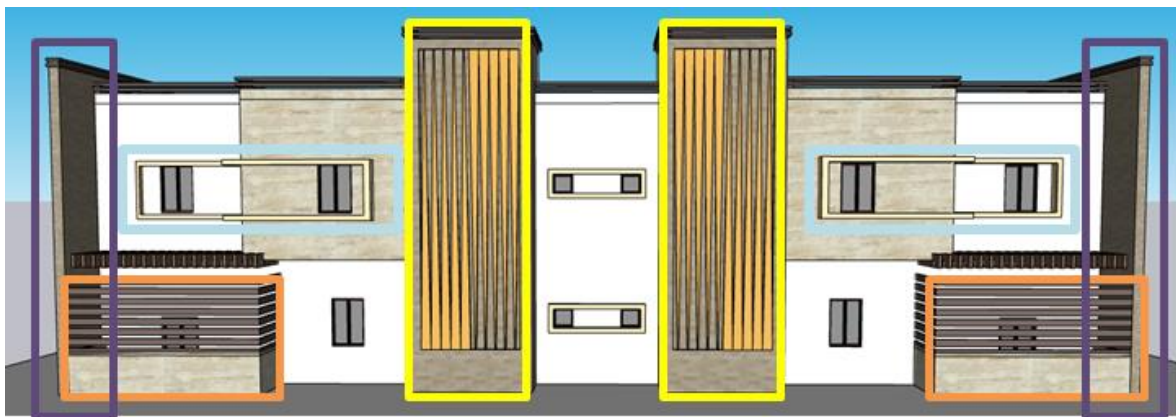


Figure 76 : façade principale



Figure 77: façade ouest

La composition des façades est simple avec des éléments de repère vertical monumental, on a cassé la verticalité par des éléments horizontaux dans les espaces extérieurs (jardin). L'utilisation des pergolas dans les espaces ouverts (jardin, terrasses) pour profiter le maximum d'ombre. Pour le revêtement on choisit des couleurs claires.

## 13 L'organigramme fonctionnel :

Le fonctionnement du projet au contact avec l'environnement se déroule autour trois actions fondamentales : Hébergements, loisir et commerce.

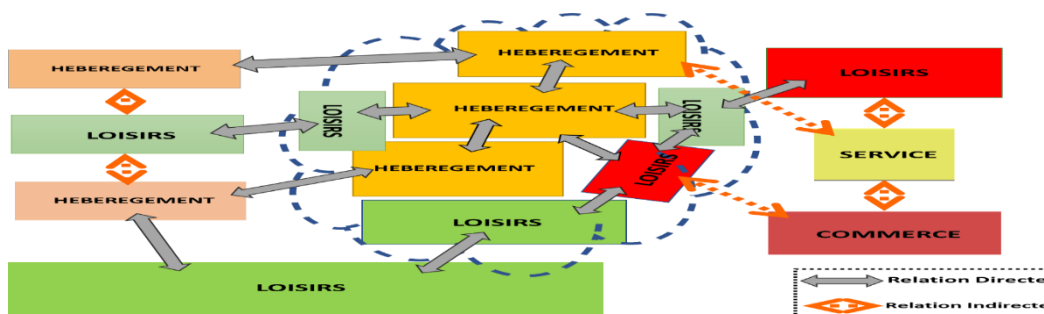


Figure 78 : L'organigramme fonctionnel du projet. Source : auteur

# CHAPITRE III PROJET

## 14 L'organisation des espaces :

### RDC :

Pour le premier bloc (le plus grand bloc) avoir 4 entrées deux accès direct dans les logements et deux accès à travers le patio. Pour les autres blocs deux accès direct pour chaque bloc.

Les espaces s'organisent autour le patio dans le premier et le deuxième bloc un séjour (qui mène au jardin), la cuisine et le sanitaire regroupé avec une cage d'escalier pour l'étage. Le troisième bloc y pas de patio y le séjour avec jardin la cuisine et sanitaire regroupé.

### L'Etage :

Dans le même principe dans l'étage est occupé pour les chambres espaces nettement privé avec des sanitaires séparés.

Avec deux terrasses qu'ils sont dans l'extension de premier bloc avec le deuxième bloc.

## 15 Les organigrammes spatiaux :

Il est nécessaire de garantir les relations entre les différents espaces afin de faciliter le déroulement des tâches et des actions.

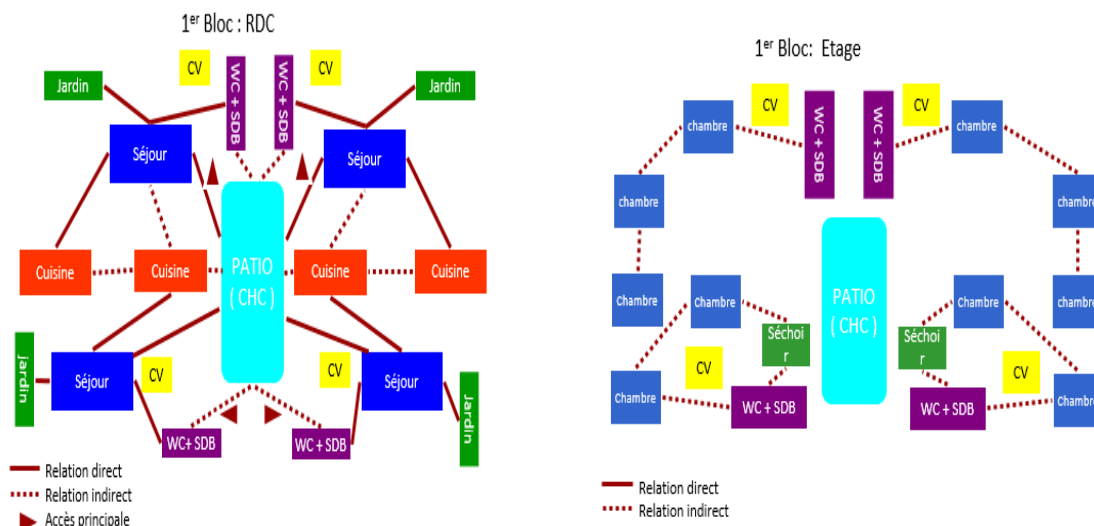


Figure 79 : organigramme de 1 er bloc

## CHAPITRE III PROJET

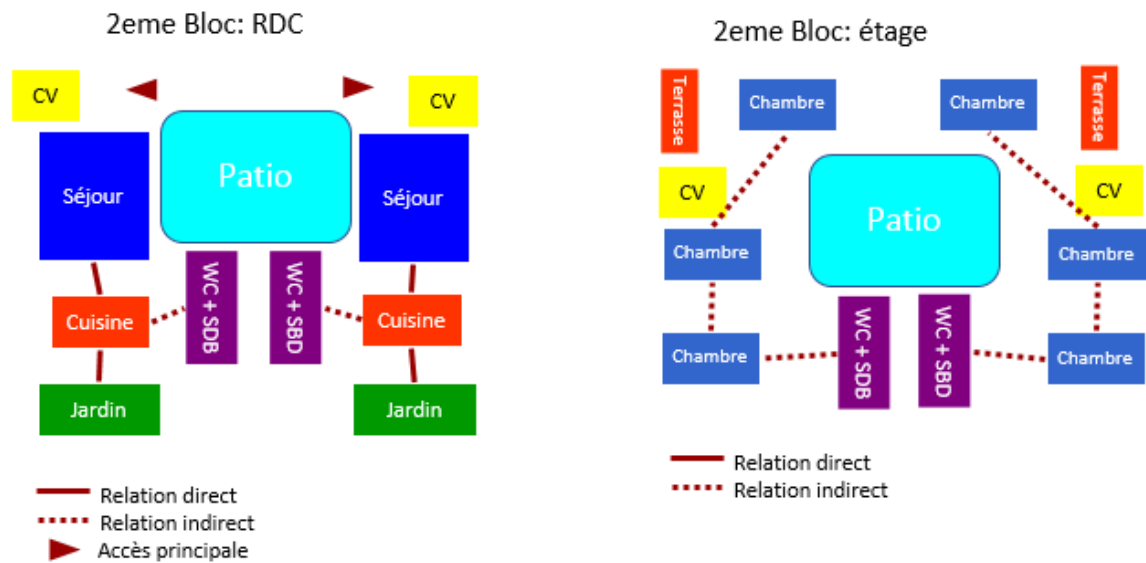


Figure 80 : organigramme de 2ème bloc

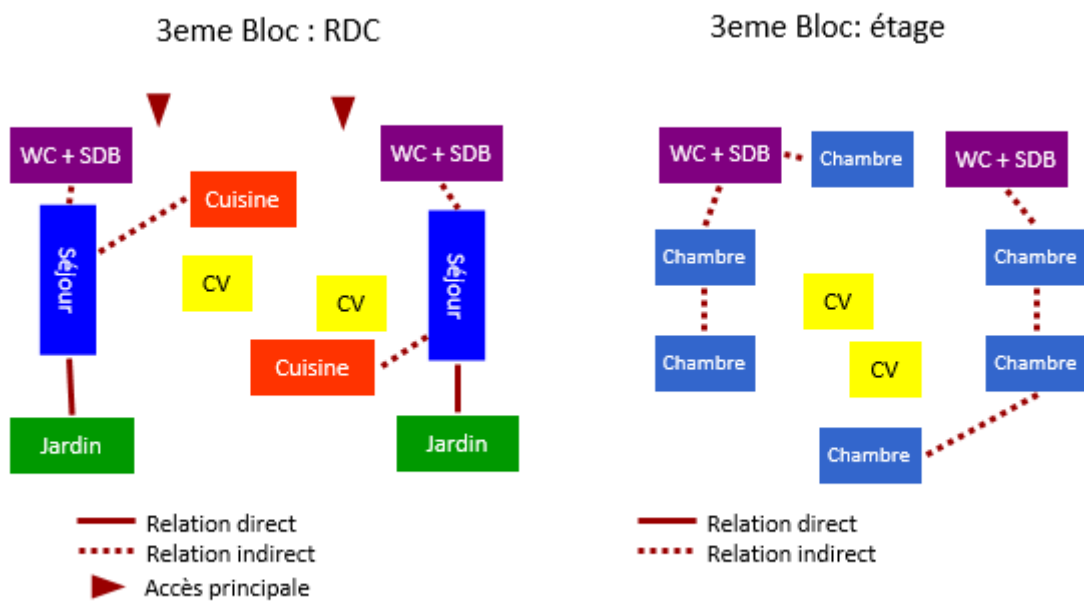


Figure 81 : organigramme de 3<sup>ème</sup> bloc

### 16 Les dispositifs bioclimatiques :

La conception du projet a nécessité deux important étape une recherche profonde sur le thème et une analyse de l'aire d'intervention, ces deux étapes nous permettons d'intégrer l'ensemble de dispositifs et de l'idée qui nous orientons lors de conception de projet.

#### 16.1 Les dispositifs bioclimatiques passifs :

- Le patio :

## CHAPITRE III PROJET

- La présence du patio assure l'éclairage naturel dans l'espace intérieur de centre en absence d'éblouissement visuel.
- la présence l'éclairage naturel toute l'année, aucun éclairage artificiel aux heures ouvrables, favoriser l'éclairage naturel aux dépens de l'éclairage artificiel aussi avec l'avantage de réduire les consommations énergétiques du bâtiment.

### L'éclairage naturel :

L'utilisation des fenêtres dans tous les façades avec le moucharabia qui nous l'applique sur le patio, pour capter le maximum de rayons soleil et de lumière avec une protection pour l'été.

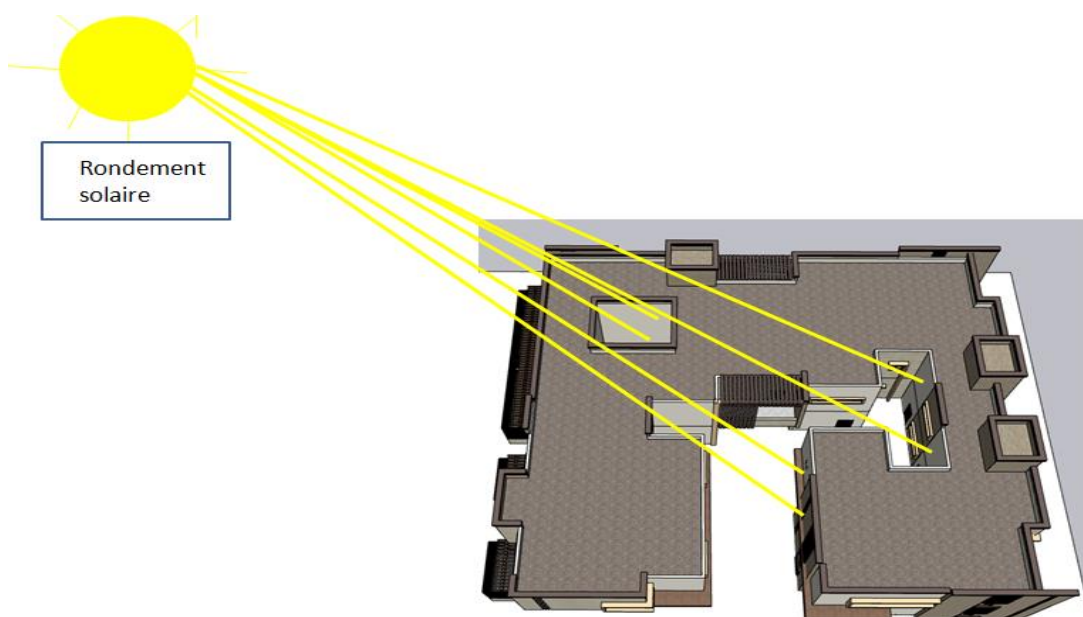


Figure 82 : 3d représente le rondement solaire dans le bâtiment

### La ventilation :

La ventilation est assuré par les ouvertures extérieur, les ouvertures ver le patio et le patio central lui-même.

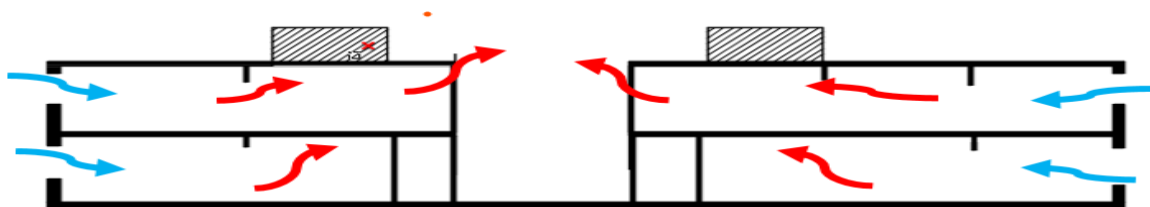


Figure 83 : coupe représente la ventilation dans la bâtiment

## CHAPITRE III PROJET

### 16.2 Les dispositifs bioclimatiques actifs :

- L'énergie solaire :

L'installation des panneaux photovoltaïques au niveau de toiture pour un meilleur rendement ainsi qu'elle est la façade la plus exposée au soleil.

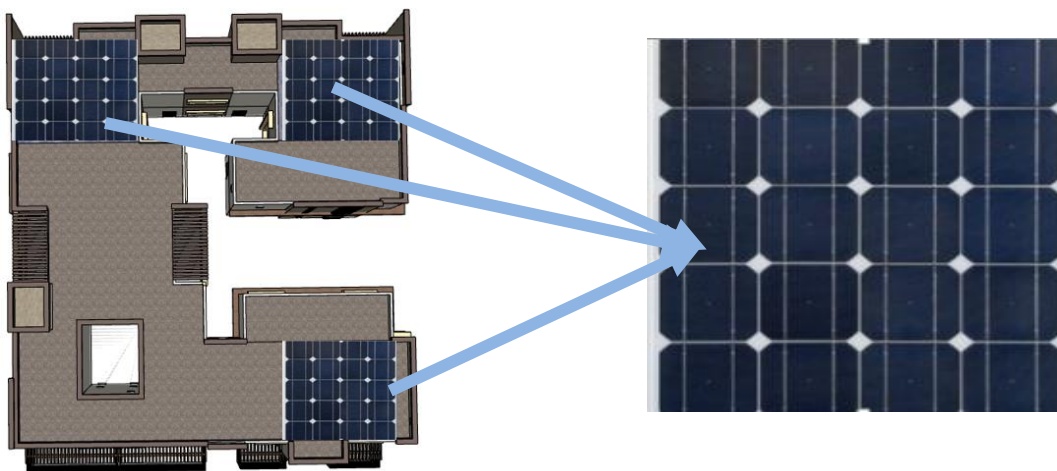


Figure 84 : vue sur le bâtiment présente l'exposition de panneaux photovoltaïques ( source : l'auteur)

### 17 Les eaux pluviales :

- Le traitement et distribution :

L'eau récupérée est traitée et distribuée en fonction des différents usages ; l'eau réservée pour circuler dans les fontaines et pour réservée à l'arrosage des espaces verts principalement ne subit qu'un filtrage grossier qui se fait dans la gouttière par un filtre collecteur et permet l'élimination des déchets.



Figure 85 : système de récupération des eaux

Pluviales



Figure 86 : la fontaine qu'il existe dans notre projet.

## CHAPITRE III PROJET

### 18 Traitement des déchets :

On a mis des grands poubelles entouré dans les placettes et les espaces verts qu'il existe dans les regroupements des blocs.



Figure 87: les emplacements des poubelles. (Source : l'auteur).

### 19 Structure et matériaux de construction :

La structure ou bien le squelette de notre bâtiment, nous avons proposé une structure simple poteau poutre en béton composant de trois trames avec un joint de dilatation

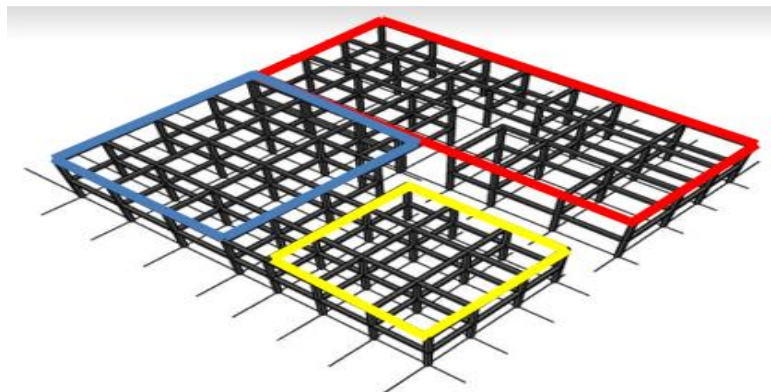


Figure 88 : structure du projet en 3D. Source : auteur

### 20 Les joints :

En construction, les joints désignent les coupures réalisées entre deux parties, chaque partie pouvant se déplacer de manière autonome. Les joints permettent en construction d'absorber les mouvements éventuels de l'ouvrage.



## CHAPITRE III PROJET

### 20.1 Joints de dilatation :

Concerne l'espace entre deux parties d'un ouvrage et son rôle est de permettre à chacune des parties d'avoir des mouvements indépendamment de l'autre.

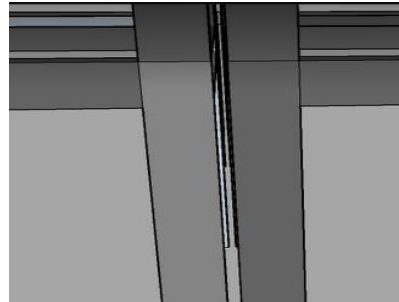


Figure 89 : joint de dilatation. Source : l'auteur.

## 21 Les matériaux de construction :

C'est les matériaux produit localement à partir des ressources naturelles et des matières premières propres au pays. et donc « tout matériau localement disponible est un matériau Local »

### 21.1 Les principes de choix d'un matériau de construction :

1. Ça classification
2. Ces propriétés thermique, physique, chimique et mécanique.
3. ses transformations durant son cycle de vie, son potentiel de recyclage et type de traitement, durée de vie.
4. Ses impacts sur l'environnement, la santé humaine et sur le plan de consommation d'énergie.

A partir de ces définitions et critères nous avons choisi un matériau local de la ville de Hassi massoud grâce à son efficacité énergétique et de qualité de confort donné. Ce matériel est « la pierre ».

### 21.2 Pierre :

C'est le matériau naturel le plus ancien utilisé dans la construction, et son utilisation est devenue courante en raison de la multiplicité de ses fonction dans le bâtiment, il est utilisé comme matériau de construction ainsi que comme matériaux de décoration.<sup>57</sup>

- **Avantages d'utilisation :**

-C'est une matière résistante et durable : elle résiste parfaitement au temps et aux contraintes météorologiques.

- les bâtis en pierre est esthétique : la pierre est une matière naturelle qui n'a pas besoin d'ajouts pour magnifier la construction.

---

<sup>57</sup> (zekae abd elwahab.ppsmvss :2018)

## CHAPITRE III PROJET

- Les bâtiments en pierre sont bien isolés : la pierre possède des propriétés reconnues en isolation. Elle amasse la chaleur et la restitue doucement.

- La construction en pierre est écologique : à moins de faire venir la pierre de très loin, l'impact écologique est minimale.

- **Les propriétés thermique et physique :**

Tableau 9 : les propriétés thermique de la pierre /source : l'auteur:

| Propriétés | Conductivité Thermique | Coef de transmission de chaleurs « U » | Inertie thermique             |
|------------|------------------------|--|-------------------------------|
| Pierre     | 0.5-3.5 w/m.K          | 3.5-3.9 W/m <sup>2</sup> k             | 2520-2790Kj/m <sup>3</sup> .K |

## 22 Simulation :

### 22.1 Introduction :

La « performance énergétique » du bâtiment pourra être estimée soit à partir des méthodes de calcul manuel, soit à partir de logiciels informatiques qui feront une « simulation » permettant d'avoir le niveau de confort (température) et la consommation du bâtiment. Et afin d'évaluer notre projet nous avons effectué des simulations du différentes étage par un Le logiciel numérique afin de réaliser cette étude qui s'appelle Design Builder

### 22.2 Description du modèle de simulation Design Builder :

Design Builder est un outil logiciel basé sur Energie Plus utilisé pour la mesure et le contrôle dell'énergie, du carbone, de l'éclairage et du confort. Design Builder est développé pour faciliter le processus de simulation de construction. Design Builder compare des conceptions de bâtiments alternatives en utilisant une méthode de comparaison basée sur la fonction et la performance des différentes analyses de manière rapide et économique.

Design Builder combine une modélisation rapide des bâtiments en trois dimensions avec des simulations énergétiques dynamiques avec sa facilité d'utilisation unique. grâce à cette fonctionnalité, il est considéré comme un outil logiciel unique pour créer et évaluer des conceptions de bâtiments. Il a spécialement développé des modules afin d'être utilisé efficacement à n'importe quelle étape du processus de conception. Seulement quelques paramètres pour fournir un large éventail d'opportunités pour travailler jusqu'à la conception plus détaillée de la conception particulière. Design Builder est facile à utiliser.



## CHAPITRE III PROJET

Ses fonctions de productivité innovantes permettent de modéliser rapidement même des bâtiments complexes par des utilisateurs non experts.<sup>58</sup>

### 22.3 Lancer la simulation :

#### a. Le premier essai : bloc sans jardin

On a fait notre simulation sur notre projet dans le 2ème bloc coté de jardin, la simulation est faite par des résultats son jardin (arbre) est avec jardin. On a remplacé la forme de l'arbre avec une sphère.

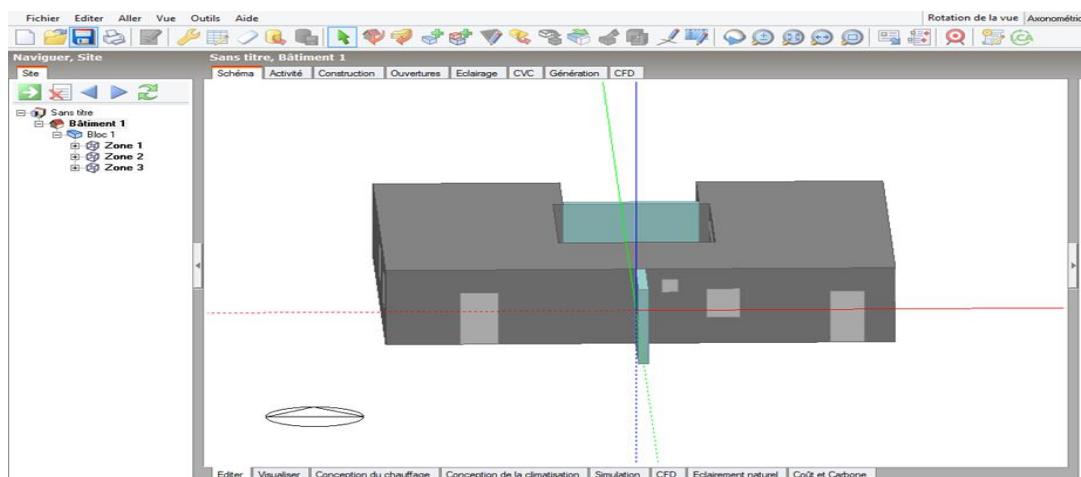
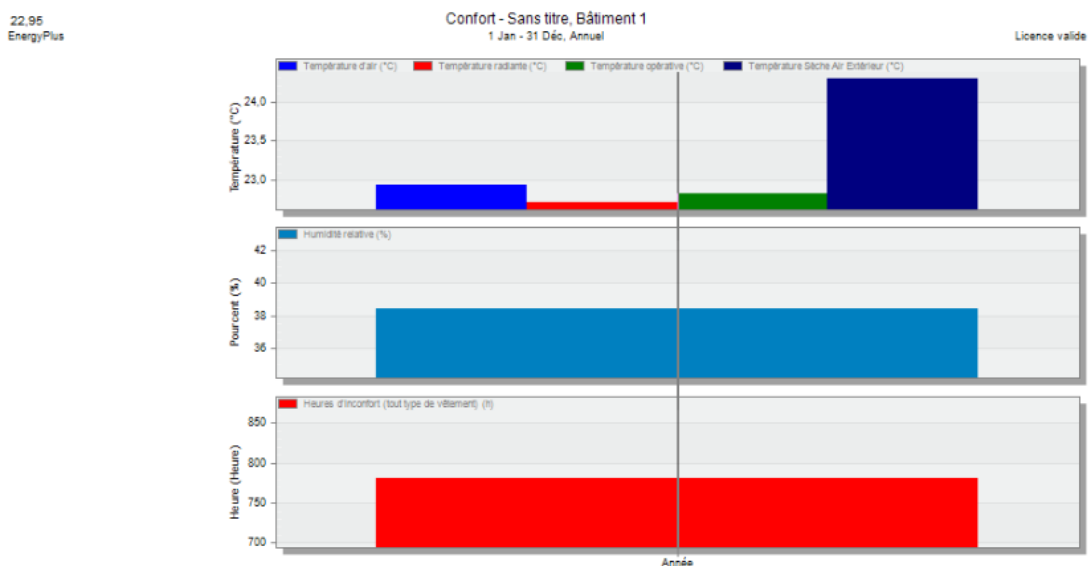


Figure 90 : bloc sans jardin (arbre) (source : l'auteur)



<sup>58</sup> DesignBuilder Software/.altensis.com/

# CHAPITRE III PROJET

|  | Unité  |
|--|--------|
| Température d'air (°C)                         | 22,95  |
| Température radiante (°C)                      | 22,71  |
| Température opérative (°C)                     | 22,83  |
| Température Sèche Air Extérieur (°C)           | 24,30  |
| Humidité relative (%)                          | 38,43  |
| heures d'inconfort (tout type de vêtement) (h) | 781,09 |

Figure 91 : résultat de design Builder sans jardin (arbre)

## a. Le deuxième essai : bloc avec jardin

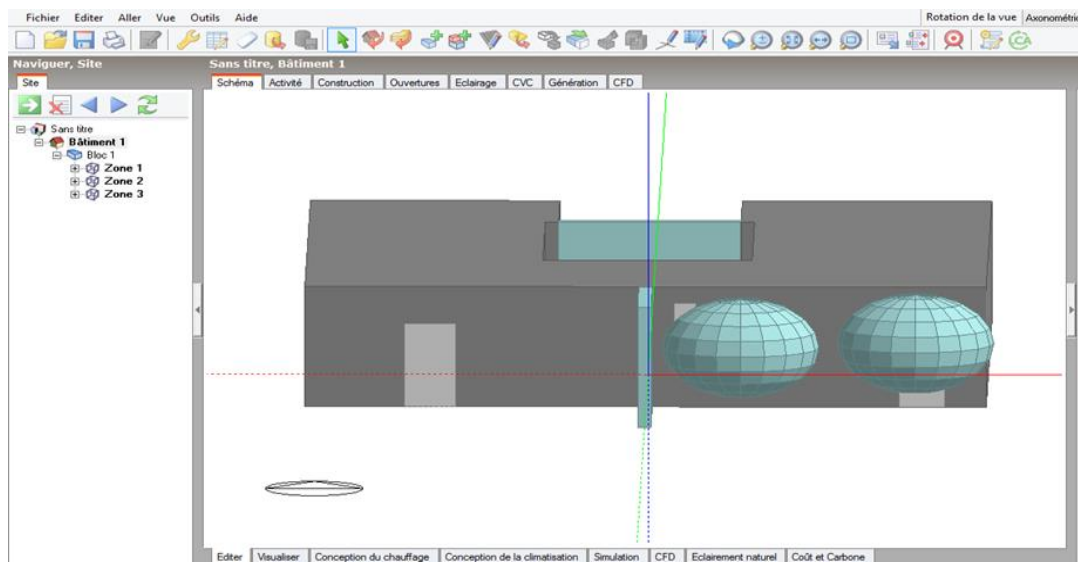
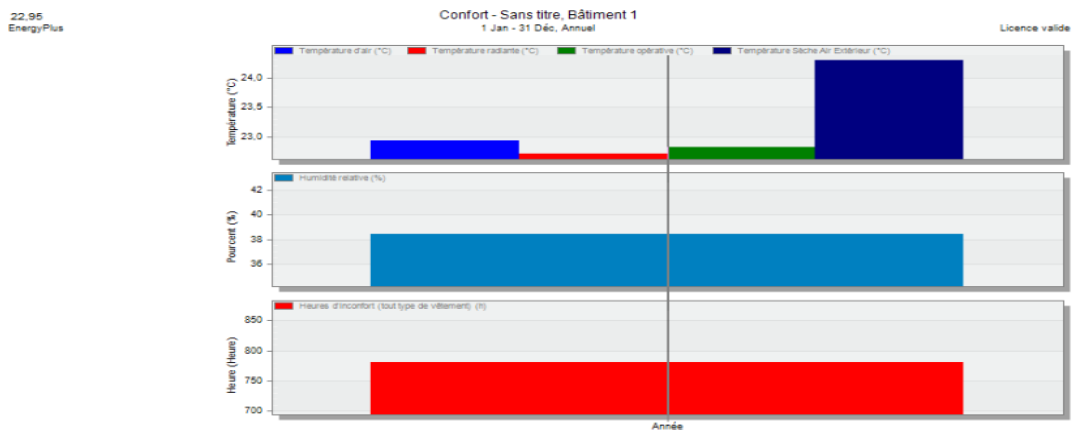


Figure 92 : bloc avec jardin (arbre)



## CHAPITRE III PROJET

| EnergyPlus                                     | Confort - Bloc 1, Zone 1<br>1 Jan - 31 Déc, Annual | Année  | Licence valide |
|--|--|--------|----------------|
| Température d'air (°C)                         |  | 23,26  |                |
| Température radiante (°C)                      |  | 23,19  |                |
| Température opérative (°C)                     |  | 23,22  |                |
| Température Sèche Air Extérieur (°C)           |  | 24,30  |                |
| Humidité relative (%)                          |  | 37,66  |                |
| heures d'inconfort (tout type de vêtement) (h) |  | 661,50 |                |

Figure 93 : les résultats de design Builder avec jardin (arbre)

### 22.4 Remarque :

D'après la comparaison et les étapes de simulation faite avec le logiciel Design Builder sur

2cas : 1. Bloc sans jardin.

2. Bloc avec jardin.

On remarque que les caractéristiques (d'intérieure et d'extérieure) d'un bloc (avec et sans jardin), jouent un rôle très important sur le confort thermique d'un bâtiment ainsi que son comportement énergétique dans le bâtiment à travers ses besoins de climatisation et du chauffage.

Les résultats de nos simulations confirment ce qu'on a dit sur la présence du jardin et patio. On remarque que les heures de l'inconfort sont 781 heures sans jardin ainsi qu'avec la présence d'un jardin les heures de l'inconfort avec jardin sont 651.50 heures est donc l'inconfort ce diminué avec l'existence de jardin.

### 22.4 Conclusion :

D'après les résultats de la simulation, nous avons recommandé d'utiliser les jardins et les Patios dans nos blocs d'habitation parce que :

- C'est une technique passive pour la climatisation naturelle (l'un des principes de l'architecture bioclimatique est la ventilation naturelle).
- L'aspect esthétique et architecturale des espaces vert.
- Garder l'aspect architectural de la région (aride) de Hassi Messoud (l'utilisation du patio).
- D'après les résultats nous sommes arrivées à réduire les besoins de la climatisation en utilisant les patios, et ce qui est très important dans un climat aride

## Conclusion

### 23 Conclusion générale :

Le choix de la conception des habitation semi collectif vient pour répondre au manque recensé en ce domaine au niveau de la ville de Hassi Messoud et pour encourager l'état algérien de prendre en compte l'importance des habitation intermédiaires et d'agir en conséquence pour pallier le manque au niveau national car c'est un type d'habitat très efficace pour réduire le manque de logement ainsi que donnée certain qualité architecturale et résidentiels pour les villes.

Les logements et les habitations existants délaissent le côté durable et économique au profit des bâtiments consommateurs d'énergie qui ne répondent pas aux directives du développement durable.

L'habitat semi collectif résultant répond à la double problématique de création et d'intégration et la problématique environnemental .notamment par la prise en considération des deux aspects dès la première phase de conception, par l'introduction de l'aspect durable dès le départ en tirant avantage du climat de la ville et en concevant avec les principes de base dans un tel environnement à titre d'exemple l'orientation favorable de la masse bâtie, la forme compacte ,la création d'un microclimat en utilisant la trame verte est bleue et bien d'autre principes, ajoutant à cela des techniques passives notamment la façade double-peaux, les panneaux photovoltaïques, les matériaux innovants, les systèmes de récupération et de traitement d'eau, et bien d'autres systèmes pour réduire la consommation d'énergie et d'eau .

La conception d'habitat semi-collectif doit aussi prendre en compte l'aspect fonctionnel et social, grâce à l'élaboration d'un riche programme qui introduit le coté social et humain dans les espaces en réservant des louanges, et des espaces de communication de repos et de travail.

. Ce travail reste automatiquement à parfaire car un projet d'architecture ne peut pas être conclu à cause des changements des besoins et des exigences. Par ce travail nous avons essayé d'apporter une attention à la ville de Hassi Messoud, par la conception d'un projet qui participera à promouvoir le secteur social pour une meilleure vie.

# Annexe

# ANNEXE

## LES TABLES DE MAHONEY :

### Tableaux de température, humidité relative, précipitation et vents :

| Tableau 1: Situation                                |                   |        |       |       |       |        |        |       |        |       |        |       |                     |    |
|---|-------------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|---------------------|----|
| Localisation  |                   |        |       |       |       |        |        |       |        |       |        |       |                     |    |
| Longitude   |                   |        |       |       |       |        |        |       |        |       |        |       |                     |    |
| Latitude  |                   |        |       |       |       |        |        |       |        |       |        |       |                     |    |
| Altitude  |                   |        |       |       |       |        |        |       |        |       |        |       |                     |    |
| Tableau 2: Température                              |                   |        |       |       |       |        |        |       |        |       |        |       |                     |    |
| Température   | Jan               | Fév    | Mar   | avr   | mai   | juin   | juil   | aoû   | 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    | 12     | 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  | AMR (T max + T min) | 24 |
| Tableau 3: Groupes d'humidité                       |                   |        |       |       |       |        |        |       |        |       |        |       |                     |    |
| Groupe d'humidité                                   | Humidité relative |        |       |       |       |        |        |       |        |       |        |       |                     |    |
| 1   | H < 30 %          |        |       |       |       |        |        |       |        |       |        |       |                     |    |
| 2   | H : 30-50%        |        |       |       |       |        |        |       |        |       |        |       |                     |    |
| 3   | H : 50-70%        |        |       |       |       |        |        |       |        |       |        |       |                     |    |
| 4   | H > 70%           |        |       |       |       |        |        |       |        |       |        |       |                     |    |
| Tableau 4: Humidité relative, précipitation et vent |                   |        |       |       |       |        |        |       |        |       |        |       |                     |    |
| Humidité relative                                   | Jan               | Fév    | Mar   | avr   | mai   | juin   | juil   | aoû   | sep    | oct   | nov    | déc   |                     |    |
| HR moy Max (%)                                      | 75,45             | 59,46  | 50,06 | 52,3  | 51,64 | 33,96  | 34,19  | 46,84 | 46,84  | 49,5  | 64,82  | 67,38 |                     |    |
| HR moy Min (%)                                      | 31,46             | 24,41  | 23,74 | 17,06 | 12,06 | 10,35  | 11,66  | 12,64 | 21,73  | 20,58 | 28,55  | 29,9  |                     |    |
| HR moy mensuelle                                    | 53,455            | 41,935 | 36,9  | 34,68 | 31,85 | 22,155 | 22,925 | 29,74 | 34,285 | 35,04 | 46,685 | 48,64 |                     |    |
| Groupe d'humidité                                   | 3                 | 2      | 2     | 2     | 2     | 1      | 1      | 1     | 2      | 2     | 2      | 3     | Total               |    |
| précipitation (mm)                                  | 7                 | 1      | 4     | 4     | 3     | 2      | 0      | 1     | 3      | 6     | 4      | 3     | 38                  |    |
| V moy du vent (m/s)                                 | 4,66              | 4,27   | 10,64 | 9,79  | 9,17  | 8,9    | 7,72   | 6,86  | 8,04   | 8,73  | 5,53   | 7,97  |                     |    |

### Tableau de limite de confort, diagnostic et les indicateurs :

| Tableau 5: Limites de confort |            |       |                |       |            |       |               |     |     |     |     |     |
|-------------------------------|------------|-------|----------------|-------|------------|-------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Groupe d'humidité             | AMT > 20°C |       | AMT : 15-20 °C |       | AMT < 15°C |       |               |     |     |     |     |     |
|                               | jour       | nuit  | jour           | nuit  | jour       | nuit  |               |     |     |     |     |     |
| 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          | aoû | 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  | 12  | 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   | c   | c   | c   | c   |
| C: trop froid                 |            |       | O: confort     |       |            |       | H: trop chaud |     |     |     |     |     |
| Tableau 7: Indicateurs        |            |       |                |       |            |       |               |     |     |     |     |     |
| mois                          | Jan        | Fév   | Mar            | avr   | mai        | juin  | juil          | aoû | sep | oct | nov | déc |
| H1 mouvement d'aire essentiel | 0          | 0     |                | 0     | 0          | 0     | 0             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| H2 mouvement d'aire désirable | 0          | 0     |                | 0     | 0          | 0     | 0             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| H3 protection contre la pluie | 0          | 0     |                | 0     | 0          | 0     | 0             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| A1 stockage thermique necessa | *          | *     | *              | *     | *          | *     | *             | *   | *   | *   | *   | *   |
| A2 dormir dehors désirable    | 0          | 0     | 0              | 0     | 0          | 0     | 0             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| A3 protection de froid        | *          | *     | 0              | 0     | 0          | 0     | 0             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

ANNEXE

| 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                 |      |               |               |       |
| <b>Indicateurs totaux induit du tableau 7</b> |                   |      |               |               |       |
| H1  | H2                | H3   | A1            | A2            | A3    |
| 0   | 0                 | 0    | 12            | 4             | 3     |

Tableaux de recommandations :

| Indicateurs |                  |       |           |      |        | Recommandations                       |  |
|-------------|------------------|-------|-----------|------|--------|---------------------------------------|--|
| Humide      |                  |       | Aride     |      |        | (partie finale des Tables de Mahoney) |  |
| H1          | H2               | H3    | A1        | A2   | A3     | Choix                                 | Latitude: 31,6° N Longitude: 2,2° O Altitude: 772 m<br>(préférence de choix: dernier croix de H1 à A3) |
|             |                  |       |           |      |        |                                       | <b>1. Plan</b>   |
|             |                  |       | 0-10      |      |        |                                       | 1. Bâtiments orientés E-W Afin de réduire l'exposition au soleil                                       |
|             |                  |       | 11 ou 12  |      | 5-12   |                                       | 2. Organisation d'une cour intérieure compacte   |
|             |                  |       |           |      | 0-4    | ---                                   | <b>2. Espacement</b>   |
| 11 ou 12    |                  |       |           |      |        |                                       | 3. Espacement pour une ventilation naturelle (Brise)   |
| 2-10        |                  |       |           |      |        |                                       | 4. Même chose que 3, plus assurer la protection: vent C/F  |
| 0 ou 1      |                  |       |           |      |        |                                       | 5. Conception compacte   |
|             |                  |       |           |      |        |                                       | <b>3. Mouvement de l'air</b>   |
| 3-12        |                  |       |           |      |        |                                       | 6. Pièces alignées du même côté. Mouvement de l'air permanent  |
| 1 ou 2      |                  |       | 0-5       |      |        |                                       | 7. Pièces alignées de part et d'autre. Mouvement de l'air temporaire                                   |
|             |                  |       | 6-12      |      |        | ---                                   |  |
| 0           | 2-12             |       |           |      |        |                                       | 8. Pas de mouvement d'air  |
|             | 0 ou 1           |       |           |      |        |                                       | <b>4. Ouvertures</b>   |
|             |                  |       | 0 ou 1    |      | 0      |                                       | 9. Grandes ouvertures, 40-80 % des façades N et S  |
|             |                  |       | 11 ou 12  |      | 0 ou 1 | ---                                   | 10. Ouvertures très petites, 10 -20 %  |
|             | N'importe quelle | autre | condition |      |        |                                       | 11. Ouvertures moyennes, 20-40 %   |
|             |                  |       |           |      |        |                                       | <b>5. Murs</b>   |
|             |                  |       | 0-2       |      |        |                                       | 12. Murs légers, Déphasage court   |
|             |                  |       | 3-12      |      |        | ---                                   | 13. Murs extérieur et intérieurs lourds  |
|             |                  |       |           |      |        |                                       | <b>6. Toitures</b>   |
|             |                  |       | 0-5       |      |        |                                       | 14. Toits moyennement isolés   |
|             |                  |       | 6-12      |      |        | ---                                   | 15. Toits lourds 8 heures de déphasage   |
|             |                  |       |           |      |        |                                       | <b>7. Outdoor sleeping (terrasse)</b>  |
|             |                  |       |           | 2-12 |        | ---                                   | 16. Espaces extérieurs nécessaires pour dormir   |
|             |                  |       |           |      |        |                                       | <b>8. Protection contre la pluie</b>   |
|             |                  | 3-12  |           |      |        |                                       | 17. Nécessité de protection des grosses pluies   |

# ANNEXE

| Indicateurs                                   |      |      |          |      |      | Recommandations                       |  |
|---|------|------|----------|------|------|---------------------------------------|--|
| Humide  |      |      | Aride    |      |      | (partie finale des Tables de Mahoney) |  |
| H1  | H2   | H3   | A1       | A2   | A3   | Choix                                 | Latitude: 31,6° N Longitude: 2,2° O Altitude: 772 m<br>(préférence de choix: dernier croix de H1 à A3) |
| <b>1. Dimension des ouvertures</b>            |      |      |          |      |      |                                       |  |
|   |      |      | 0 or 1   |      | 0    |                                       | 1. Grandes ouvertures, 40-80 % des façades N et S  |
|   |      |      |          |      | 1-12 |                                       | 2. Ouvertures moyennes, 20-40 % de la surface totale. de la façade                                     |
|   |      |      | 2-5      |      |      |                                       |  |
| 11 ou 12                                      |      |      | 6-10     |      |      |                                       | 3. Composite, 20-35 % de la surface totale. de la façade   |
|   |      |      | 11 ou 12 |      | 0-3  |                                       | 4. Petites ouvertures, 15-25 % de la surface totale. de la façade                                      |
|   |      |      |          |      | 4-12 |                                       | 5. Ouvertures moyennes, 25-40 % de la surface totale.  |
| <b>2. Position des ouvertures</b>             |      |      |          |      |      |                                       |  |
| 3-12  |      |      |          |      |      |                                       | 6. Ouvertures au N et au S à hauteur d'homme, du côté du vent  |
| 1-2   |      |      | 0-5      |      |      |                                       |  |
|   |      |      | 6-12     |      |      |                                       | 7. De même que 6, mais en ajoutant des ouvertures, au niveau des murs intérieurs                       |
| 0   | 2-12 |      |          |      |      |                                       |  |
| <b>3. Protection des ouvertures</b>           |      |      |          |      |      |                                       |  |
|   |      |      |          |      | 0-2  |                                       | 8. Exclure le rayonnement direct   |
|   |      | 2-12 |          |      |      |                                       | 9. Créer des protections contre la pluie   |
| <b>4. Murs et planchers</b>                   |      |      |          |      |      |                                       |  |
|   |      |      | 0-2      |      |      |                                       | 10. légers : faible capacité thermique   |
|   |      |      | 3-12     |      |      |                                       | 11. Lourds : Déphasage au delà de 8 heures   |
| <b>5. Toitures</b>                            |      |      |          |      |      |                                       |  |
| 10-12   |      |      | 0-2      |      |      |                                       | 12. légers : Cavité et surface réfléchissante  |
|   |      |      | 3-12     |      |      |                                       | 13. Léger et bien isolé  |
|   |      |      | 0-5      |      |      |                                       |  |
| 0-9   |      |      | 6-12     |      |      |                                       | 14. Lourds : Déphasage au delà de 8 heures   |
| <b>6. Traitement des surfaces extérieures</b> |      |      |          |      |      |                                       |  |
|   |      |      |          | 1-12 |      |                                       | 15. Espaces extérieurs nécessaires pour dormir   |
|   |      | 1-12 |          |      |      |                                       | 16. Drainage adéquat des eaux pluviales  |



## Listes de figures:

|   |    |
|---|----|
| Figure 1 : les systèmes d'écologie .....  | 7  |
| Figure 2 ; stratégie de la conception bioclimatique. (Source : site web eRT2012).....                                     | 9  |
| Figure 3: Le coefficient de forme source : karine farge.....  | 13 |
| Figure 4 : localisation géographique.....   | 13 |
| Figure 5: plan de bâtiment.....   | 13 |
| Figure 6 : l'orientation du bâtiment .....  | 13 |
| Figure 7: besoin énergétique annuel en fonction de l'orientation de bâtiment. (Source : Malek Jedidi 2018).....           | 14 |
| Figure 8 : quelques typologies de maisons à patio (Source : Pfeifer et Brauneck, 2008) ....                               | 15 |
| Figure 9 : L'effet du patio sur la ventilation diurne et nocturne (Source : Qadir Ahmed, 2013).....                       | 16 |
| Figure 10 : Les formes rectangulaires simulées Source : Muhaisen.S A et Gadi. B M, 2005                                   | 17 |
| Figure 11 : Effet de changement des ratios du patio sur les besoins annuels de refroidissement et de chauffage. ....      | 18 |
| Figure 12 : Typologie générale des atriums Source : Melle RAHAL Samira, 2011 .....  | 19 |
| Figure 13 : L'atrium « linéaire » .....   | 20 |
| Figure 14 : L'atrium « ponctuel ».....  | 20 |
| Figure 15 : les avantages environnementaux d'un atrium (Baker et Steemers 2005 (source : W.Y.Hung et W.K.Chow, 2011)..... | 20 |
| Figure 16 : plan de situation de projet (Source : RAHAL Samira, 2011) .....   | 21 |
| Figure 17 : schéma présente la coupe de la maison cas N° 1 (Source : RAHAL Samira, 2011) .....                            | 21 |
| Figure 18 : schéma de la maison Cas N° 2 Source : RAHAL Samira, 2011) .....   | 22 |
| Figure 19 : graphe de besoin énergétique. Source malek jedidi 2018 .....  | 25 |
| Figure 20 : besoins énergétique annuel (source : Malek Jedidi 2018) .....   | 27 |
| Figure 21 : graphe de besoin énergétique para port à l'épaisseur de l'isolant. (source : Malek Jedidi 2018).....          | 27 |
| Figure 22 : simple vitrage (source : vitrexpress .....  | 28 |
| Figure 23: le verre armé.(source: rue du verre com.) .....  | 28 |
| Figure 24 : le verre imprimé. (source :toutverre.com).....  | 28 |
| Figure 25: verre profilé. (Source : jimy glass.).....   | 28 |
| Figure 26: verre trempé. (Source :outverre).....  | 28 |
| Figure 27 : verre feuilleté. (Source : vitre en ligne). ....  | 29 |
| Figure 28 : Modes de transmission de chaleur à travers un vitrage Source : C. FLORY-CELINI .....                          | 29 |
| Figure 29 : Besoin énergétique annuel en fonction des types des fenêtres. Source : malek jedidi 2018 .....                | 30 |
| Figure 30 : protection solaire type flanc. Source : BELKACEM Nefissa 2017 .....   | 31 |

|   |    |
|---|----|
| Figure 31 : protection solaire type loggia. Source : BELKACEM Nefissa 2017 .....  | 31 |
| Figure 32: protection solaire type auvent. Source : BELKACEM Nefissa 2017 .....   | 32 |
| Figure 33 : schéma de toiture extensive source : NIT 229 - Les toitures vertes, CST,<br>Bruxelles .....   | 33 |
| Figure 34 : schéma de toiture intensive source : NIT 229 - Les toitures vertes, CSTC,<br>Bruxelles .....  | 33 |
| Figure 35 : schéma de toiture semi-intensive. Source : NIT 229 - Les toitures vertes, CSTC,<br>Bruxelles .....  | 34 |
| Figure 36: plan de situation. ....  | 35 |
| Figure 37 : schéma de bâtiment étudié (source : BENMEHDI RACHID) .....  | 36 |
| Figure 38: L'habitat individuel Modern Source : spirit fanfics. ....  | 39 |
| Figure 39 : L'habitat en tour. Source : VP & green engineering .....  | 39 |
| Figure 40: L'habitat en barre Source : Skyrock .....  | 39 |
| Figure 41: Grand Immeuble composite. Source : corrier della sera foto .....   | 39 |
| Figure 42 Bloc d'immeuble. Source : 5h radieuse lecorbusi pdf.....  | 39 |
| Figure 43 :Maisons en bande à Tourcoing 59, France. Source : aucame. ....   | 40 |
| Figure 44 :Maisons en bande à Ormesson, France. Source : Mialet Frédéric, Le renouveau<br>de l'habitat intermédiaire, PUCA collection Recherche, coédition CERTU/PUCA, 2000. .... | 40 |
| Figure 45: logements superposés à plein sud Acigné 35, France. Source : ADEUS, C'est quoi<br>l'habitat intermédiaire ? 2004. ....   | 40 |
| Figure 46 Habitat intermédiaire à Plérin. Source : Etude action sur L 'HABITAT<br>INTERMÉDIAIRE, 2003 .....   | 41 |
| Figure 47 Maisons de ville à Séville, Source : Etude action sur L 'HABITAT INTERMÉDIAIRE,<br>2003.....  | 41 |
| Figure 48 quartier du Cambridge. Source : calameo .....   | 42 |
| Figure 49 :plan de mass de Cambridge .....  | 42 |
| Figure 50 : localisation de Ouargla .....   | 43 |
| Figure 51 : schéma des voies principales de nouvelle ville est accessibilité. ....  | 44 |
| Figure 52 : schéma reprisant localisation de site. Source : Source : PDF de ZONE UHc-7 ...  | 44 |
| Figure 53 : schéma représente le site. Source : PDF de ZONE UHc-7.....  | 45 |
| Figure 54 : schéma représente des coupes sure les voies. Source : PDF de ZONE UHc-7 ...   | 45 |
| Figure 55 : schéma représente l'accessibilité de site. Source : PDF de ZONE UHc-7 .....   | 45 |
| Figure 56 : schéma représente la topographie de site. (Source : l'auteur).....  | 46 |
| Figure 57 : schéma représente la cour de soleil est orientation des vents. (Source : l'auteur)<br>.....   | 46 |
| Figure 58 : Figure 10 schémas représente l'ombrage du mois de janvier. (Source : l'auteur)<br>.....   | 46 |
| Figure 59 : schéma reprenant lamanage do mois de juin. (Source : l'auteur).....   | 47 |
| Figure 60 schéma représente l'ombrage du mois de septembre. (Source : l'auteur).....  | 47 |
| Figure 61 : schéma représente les espaces verts entouré le site. Source : Source : PDF de<br>ZONE UHc-7 .....   | 47 |

|   |    |
|---|----|
| Figure 62 : température moyenne maximale et minimale. Source : weatherspark .....                             | 48 |
| Figure 63 : température horaire moyenne Source : weatherspark .....   | 48 |
| Figure 64 : probabilité de précipitation quotidienne Source : weatherspark .....                              | 49 |
| Figure 65 : heures de clarté et crépuscule Source : weatherspark .....  | 49 |
| Figure 66 : lever du soleil avec crépuscule Source : weatherspark .....                                       | 50 |
| Figure 67 : rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen Source :<br>weatherspark .....      | 51 |
| Figure 68 : humidité relative de Hassi Massoud de l'année 2020 .....  | 51 |
| Figure 69 : vitesse moyenne du vent Source : weatherspark .....   | 52 |
| Figure 70 : direction du vent .Source : weatherspark .....  | 52 |
| Figure 71 : Diagramme de Givoni .....   | 55 |
| Figure 72 : plan présente l'accessibilité de la parcelle. source : l'auteur .....                             | 57 |
| Figure 73 : plan de masse.....  | 61 |
| Figure 74:plan de masse. source : l'auteur .....  | 61 |
| Figure 75 : plan de mass 3d .source : l'auteur .....  | 61 |
| Figure 76 : façade principale .....   | 62 |
| Figure 77: façade ouest.....  | 62 |
| Figure 78 : L'organigramme fonctionnel du projet. Source : auteur .....                                       | 62 |
| Figure 79 : organigramme de 1 er bloc .....   | 63 |
| Figure 80 : organigramme de 2ème bloc.....  | 64 |
| Figure 81 : organigramme de 3 <sup>ème</sup> bloc.....  | 64 |
| Figure 82 : 3d représente le rondement solaire dans le bâtiment .....   | 65 |
| Figure 83 : coupe représente la ventilation dans la bâtiment.....   | 65 |
| Figure 84 : vue sur le bâtiment présente l'exposition de panneaux photovoltaïque ( source :<br>l'auteur)..... | 66 |
| Figure 85 : système de récupération des eaux .....  | 66 |
| Figure 86 : la fontaine qu'il existe dans notre projet.....   | 66 |
| Figure 87: les emplacements des poubelles. (Source : l'auteur). .....   | 67 |
| Figure 88 : structure du projet en 3D. Source : auteur .....  | 67 |
| Figure 89 : joint de dilatation. Source : l'auteur. ....  | 68 |
| Figure 90 : bloc sans jardin (arbre) (source : l'auteur) .....  | 70 |
| Figure 91 : résultat de design Builder sans jardin (arbre) .....  | 71 |
| Figure 92 : bloc avec jardin (arbre) .....  | 71 |
| Figure 93 : les résultats de design Builder avec jardin (arbre) .....   | 72 |

### Listes de tableaux :

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1 : conductivités thermique de la terre.....   | 23 |
| Tableau 2 : conductivités thermique de métaux .....  | 24 |
| Tableau 3 : conductivités thermique de la pierre naturelle .....                                       | 24 |
| Tableau 4 : Tableau Différentes caractéristiques des isolants thermiques.....                          | 26 |
| Tableau 5 : les exigences la RT 2012 en matière de résistance thermique.....                           | 26 |
| Tableau 6 : Caractéristiques des fenêtres source : malek jedidi 2018 .....                             | 30 |
| Tableau 7 : Besoin énergétique annuel du bâtiment avec protection solaire mobile des<br>fenêtres ..... | 32 |
| Tableau 8 : La limite de la température de confort adaptatif de la région de<br>HAMASOUD. ....         | 54 |
| Tableau 9 : les propriétés thermique de la pierre /source : l'auteur: .....                            | 69 |

# Sources

## Bibliographique :

## Sources bibliographique :

- Envies de ville
  - [www.futura-sciences.com/magazine/.../d/maison-architecture-bioclimatique-](http://www.futura-sciences.com/magazine/.../d/maison-architecture-bioclimatique-)
  - site web ww. eRT2012.com.
  - <https://energieplus-lesite.be/?id=10382>
- [http://www.vegetal-e.com/fr/materiaux-de-construction-definition\\_213.html](http://www.vegetal-e.com/fr/materiaux-de-construction-definition_213.html)
- <https://www.climamaison.com/lexique/isolant-thermique.htm>.
  - Alain Liébard et André • Site web «youmatter » énergie renouvelable
  - Site web « futura planète » quel sont les 5 types de d'énergie renouvelables de Herde : traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique(2005).
  - Soleil et architecture – Guide pratique pour le projet, 1991, P.16
  - Neufert 1955
  - INTEGRATION ARCHITECTURALE - learn [http://www.new-learn.info/packages/tareb/docs/lea/lea\\_ch2\\_fr.pdf](http://www.new-learn.info/packages/tareb/docs/lea/lea_ch2_fr.pdf)
  - Malek Jedidi, Anis Abroug, 27,28 et 29 Avril 2018, Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment en Tunisie, 1er Colloque International des Energies Nouvelles et Renouvelables - NRIPS'2018
  - Dictionnaire illustré multilingue de l'architecture du Proche-Orient ancien, O. Aurenche, Lyon 1977.
  - El-Deeb, K., El-Zafarany, A., & Sherif, A. (2012). Effect of building form and urban pattern on energy
  - consumption of residential buildings in different desert climates. PLEA,28, Conference, Opportunities, Limits& Needs Towards an environmentally responsible architecture. Lima, Peru
  - Bahbudi, K.T., Taleghani, M., & Heidari, S. (2010). Energy Efficient Architectural Design Strategies in HotDry Area of Iran. In Best 2 Conference. USA : Hilton Portland & Executive Tower.
  - Le rôle psychologique : Psychologiquement le patio représente un espace agréable à vivre et aspire à recevoir des activités de détente et de repos, il est perçu comme une sorte d'abri découvert où l'utilisateur se sent à l'abri tout en étant dans un espace extérieur. D'après Jean Cousin, un espace parfaitement satisfaisant psychologiquement
  - Melle RAHAL Samira, 2011, L'IMPACT DE L'ATRIUM SUR LE CONFORT THERMIQUE DANS LES BATIMENTS PUBLICS, mémoire de Magistère en Architecture, UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE,9-10p
  - aicha ghozlane, La contribution de l'atrium dans l'amélioration des performances thermiques des
  - bâtiments tertiaires, thèse de master 2014
  - Swinal samant (2011) A parametric investigation of the influence of atrium facades on the daylight performance of atrium buildings
  - [ClaudeMH Demers et André Potvin, 2005].
  - S:Melle RAHAL Samira, 2011, L'IMPACT DE L'ATRIUM SUR LE CONFORT THERMIQUE DANS LES BATIMENTS PUBLICS, mémoire de Magistère en Architecture, UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE
  -

- rt-2012-en-resume besoins énergétique
- LE VERRE DANS LE BATIMENT (Dr. AATTACHE AMEL)
- C. FLORY-CELINI, Thèse de doctorat, Université Claude Bernard,222-228p
- A.Chatelet, P.Fernandez et P.Lavigne : « L'architecture Climatique : Une Contribution Au Développement Durable, tome2 : concepts et dispositifs », Edition EDISUD-Aix-en-Provence1998 –page37-
- Givoni, B. « L'homme, l'architecture et le climat » Editions du Moniteur, France. 1978
- Mr MAZARI Mohammed, Septembre2012, Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public :Cas du département d'Architecture de Tamda (Tizi-Ouzou), MÉMOIRE DE MAGISTER EN ARCHITECTURE, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou,43p
- Thèse doctorat génie mécanique par BELKACEM Nefissa 2017
- Toiture végétalisée Fiche réalisée par l'ALEC / l'AGEDEN Mise à jour août 2016 NR
- CNERIB, « travaux d'étanchéité des toitures terrasses et toitures inclinées : support en maçonnerie », document réglementaire d'exécution (DTR.E4-1).CNERIB. Alger, 2005.
- Les défis de la végétalisation de l'enveloppe extérieure des bâtiments pour l'optimisation du confort thermique.
- BENMEHDI RACHID, Conception et régulation des systèmes fermés de distribution et de circulation de chauffage/climatisation, Mémoire de Master,69-72p
- LA GEO GRAPHIE, SCIENCE DE L'HABITER (ET DES ESPACES HABITES) - LAURENT CAILLY.

## Listes de figures :

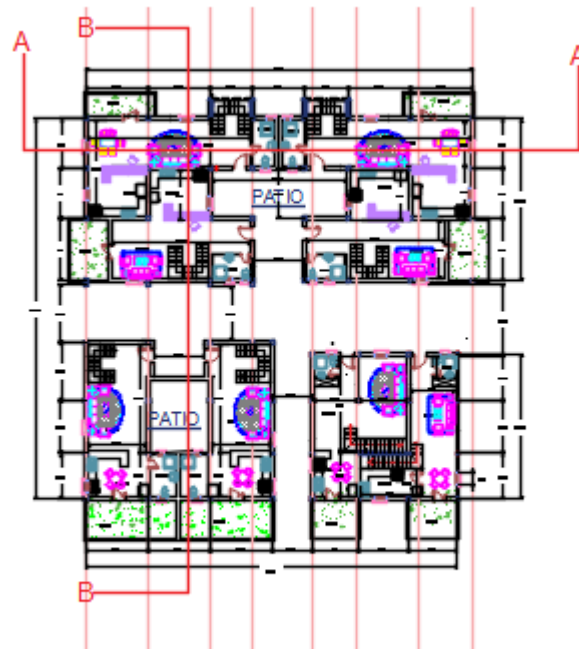
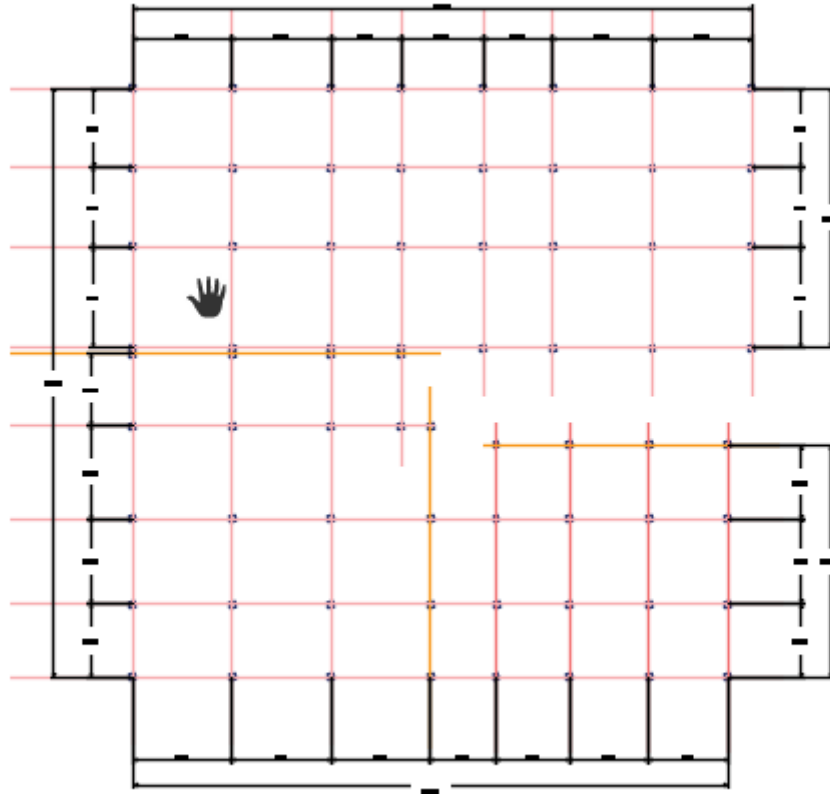
|  |    |
|--|----|
| Figure 1 : les systèmes d'écologie.....  | 7  |
| Figure 2 ; stratégie de la conception bioclimatique. (Source : site web eRT2012).....  | 9  |
| Figure 3: Le coefficient de forme source : karine farge.....   | 13 |
| Figure 4 : localisation géographique.....  | 13 |
| Figure 5: plan de bâtiment.....  | 13 |
| Figure 6 :l'orientation du bâtiment .....  | 13 |
| Figure 7: besoin énergétique annuel en fonction de l'orientation de bâtiment. (Source : Malek Jedidi 2018) .....   | 14 |
| Figure 8 : quelques typologies de maisons à patio (Source : Pfeifer et Brauneck, 2008).....  | 15 |
| Figure 9 : L'effet du patio sur la ventilation diurne et nocturne (Source : Qadir Ahmed, 2013.....   | 16 |
| Figure 10 : Les formes rectangulaires simulées Source : Muhaisen.S A et Gadi. B M, 2005.....   | 17 |
| Figure 11 : Effet de changement des ratios du patio sur les besoins annuels de refroidissement et de chauffage.....  | 18 |
| Figure 12 : Typologie générale des atriums Source : Melle RAHAL Samira, 2011 .....   | 19 |
| Figure 13 : L'atrium « linéaire » .....  | 20 |
| Figure 14 : L'atrium « ponctuel ».....   | 20 |
| Figure 15 : les avantages environnementaux d'un atrium (Baker et Steemers 2005 (source : W.Y.Hung et W.K.Chow, 2011) .....   | 20 |
| Figure 16 : plan de situation de projet (Source : RAHAL Samira, 2011) .....  | 21 |
| Figure 17 : schéma présente la coupe de la maison cas N° 1 (Source : RAHAL Samira, 2011) .....   | 21 |
| Figure 18 : schéma de la maison Cas N° 2 Source : RAHAL Samira, 2011) .....  | 22 |
| Figure 19 : graphe de besoin énergétique. Source malek jedidi 2018 .....   | 25 |
| Figure 20 : besoins énergétique annuel (source : Malek Jedidi 2018) .....  | 27 |
| Figure 21 : graphe de besoin énergétique para port à l'épaisseur de l'isolant. (source : Malek Jedidi 2018).....   | 27 |
| Figure 22 : simple vitrage (source : vitrexpress .....   | 28 |
| Figure 23: le verre armé.(source: rue du verre com.) .....   | 28 |
| Figure 24 : le verre imprimé. (source :toutverre.com).....   | 28 |
| Figure 25: verre profilé. (Source : jimy glass.).....  | 28 |
| Figure 26: verre trempé. (Source :outverre).....   | 28 |
| Figure 27 : verre feuilleté. (Source : vitre en ligne). .....  | 29 |
| Figure 28 : Modes de transmission de chaleur à travers un vitrage Source : C. FLORY-CELINI.....  | 29 |
| Figure 29 : Besoin énergétique annuel en fonction des types des fenêtres. Source : malek jedidi 2018 .....   | 30 |
| Figure 30 : protection solaire type flanc. Source : BELKACEM Nefissa 2017 .....  | 31 |
| Figure 31 : protection solaire type loggia. Source : BELKACEM Nefissa 2017.....  | 31 |
| Figure 32: protection solaire type auvent. Source : BELKACEM Nefissa 2017.....   | 32 |
| Figure 33 : schéma de toiture extensive source : NIT 229 - Les toitures vertes, CST, Bruxelles.....  | 33 |
| Figure 34 : schéma de toiture intensive source : NIT 229 - Les toitures vertes, CSTC, Bruxelles.....   | 33 |
| Figure 35 : schéma de toiture semi-intensive. Source : NIT 229 - Les toitures vertes, CSTC, Bruxelles .....  | 34 |
| Figure 36: plan de situation. ....   | 35 |
| Figure 37 : schéma de bâtiment étudié (source : BENMEHDI RACHID) .....   | 36 |
| Figure 38: L'habitat individuel Modern Source : spirit fanfics.....  | 39 |
| Figure 39 : L'habitat en tour. Source : VP & green engineering.....  | 39 |
| Figure 40: L'habitat en barre Source : Skyrock .....   | 39 |
| Figure 41: Grand Immeuble composite. Source : corrier della sera foto .....  | 39 |
| Figure 42Bloc d'immeuble. Source : 5h radieuse lecorbusi pdf.....  | 39 |
| Figure 43 :Maisons en bande à Tourcoing 59, France. Source : aucame. ....  | 40 |
| Figure 44 :Maisons en bande à Ormesson, France. Source : Mialet Frédéric, Le renouveau de l'habitat intermédiaire, PUCA collection Recherche, coédition CERTU/PUCA, 2000. .... | 40 |
| Figure 45: logements superposés à plein sud Acigné 35, France. Source : ADEUS, C'est quoi l'habitat intermédiaire ? 2004. ....   | 40 |
| Figure 46Habitat intermédiaire à Plérin. Source : Etude action sur L 'HABITAT INTERMÉDIAIRE, 2003 .....  | 41 |
| Figure 47Maisons de ville à Séville, Source : Etude action sur L 'HABITAT INTERMÉDIAIRE, 2003 .....  | 41 |
| Figure 48 quartier du Cambridge. Source : calameo .....  | 42 |
| Figure 49 :plan de mass de Cambridge .....   | 42 |
| Figure 50 : localisation de Ouargla .....  | 43 |



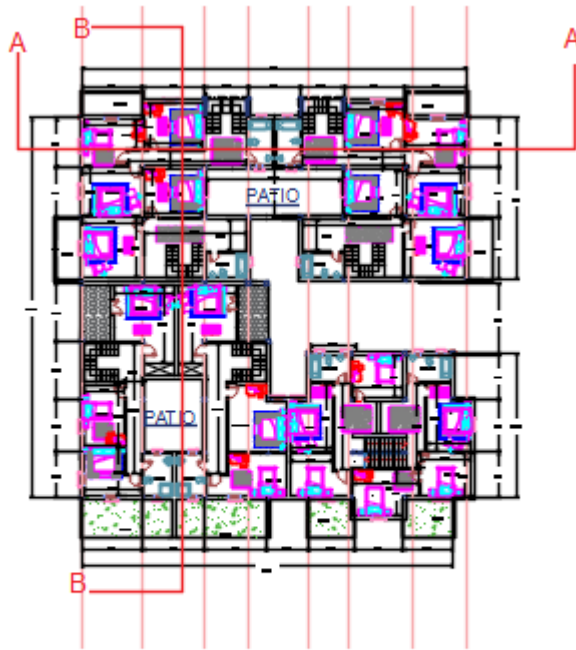
|  |    |
|--|----|
| Figure 51 : schéma des voies principales de nouvelle ville est accessibilité. ....                         | 44 |
| Figure 52 : schéma reprisant localisation de site. Source : Source : PDF de ZONE UHc-7 .....               | 44 |
| Figure 53 : schéma représente le site. Source : PDF de ZONE UHc-7.....                                     | 45 |
| Figure 54 : schéma représente des coupes sure les voies. Source : PDF de ZONE UHc-7.....                   | 45 |
| Figure 55 : schéma représente l'accessibilité de site. Source : PDF de ZONE UHc-7.....                     | 45 |
| Figure 56 : schéma représente la topographie de site. (Source : l'auteur).....                             | 46 |
| Figure 57 : schéma représente la cour de soleil est orientation des vents. (Source : l'auteur).....        | 46 |
| Figure 58 : Figure 10 schémas représente l'ombrage du mois de janvier. (Source : l'auteur).....            | 46 |
| Figure 59 : schéma reprenant lamanage do mois de juin. (Source : l'auteur) .....                           | 47 |
| Figure 60 schéma représente l'ombrage du mois de septembre. (Source : l'auteur).....                       | 47 |
| Figure 61 : schéma représente les espaces verts entouré le site. Source : Source : PDF de ZONE UHc-7 ..... | 47 |
| Figure 62 : température moyenne maximale et minimale. Source : weatherspark .....                          | 48 |
| Figure 63 : température horaire moyenne Source : weatherspark .....  | 48 |
| Figure 64 : probabilité de précipitation quotidienne Source : weatherspark .....                           | 49 |
| Figure 65 : heures de clarté et crépuscule Source : weatherspark.....                                      | 49 |
| Figure 66 : lever du soleil avec crépuscule Source : weatherspark .....                                    | 50 |
| Figure 67 : rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen Source : weatherspark.....       | 51 |
| Figure 68 : humidité relative de Hassi Massoud de l'année 2020 .....                                       | 51 |
| Figure 69 : vitesse moyenne du vent Source : weatherspark.....   | 52 |
| Figure 70 : direction du vent .Source : weatherspark.....  | 52 |
| Figure 71 : Diagramme de Givoni .....  | 55 |
| Figure 72 : plan présente l'accessibilité de la parcelle. source : l'auteur .....                          | 57 |
| Figure 73 : plan de masse.....   | 61 |
| Figure 74:plan de masse. source : l'auteur .....   | 61 |
| Figure 75 : plan de mass 3d .source : l'auteur .....   | 61 |
| Figure 76 : façade principlae .....  | 62 |
| Figure 77: façade ouest.....   | 62 |
| Figure 78 : L'organigramme fonctionnel du projet. Source : auteur .....                                    | 62 |
| Figure 79 : organigramme de 1 er bloc .....  | 63 |
| Figure 80 : organigramme de 2ème blob.....   | 64 |
| Figure 81 : organigramme de 3 <sup>ème</sup> bloc.....   | 64 |
| Figure 82 : 3d représente le rondement solaire dans le bâtiment .....                                      | 65 |
| Figure 83 : coupe repésente la ventilation dans la bâtiment.....   | 65 |
| Figure 84 : vue sur le batiment présente l'expostion de panneaux photovoltaïque ( source : l'auteur) ..... | 66 |
| Figure 85 : système de récupération des eaux .....   | 66 |
| Figure 86 : la fontaine qu'il existe dans notre projet.....  | 66 |
| Figure 87: les emplacements des poubelles. (Source : l'auteur). .....                                      | 67 |
| Figure 88 : structure du projet en 3D. Source : auteur .....   | 67 |
| Figure 89 : joint de dilatation. Source : l'auteur. ....   | 68 |
| Figure 90 : bloc sans jardin (arbre) (source : l'auteur) .....   | 70 |
| Figure 91 : résultat de design Builder sans jardin (arbre) .....   | 71 |
| Figure 92 : bloc avec jardin (arbre ).....   | 71 |
| Figure 93 : les résultats de design Builder avec jardin (arbre) .....                                      | 72 |

# Dossier

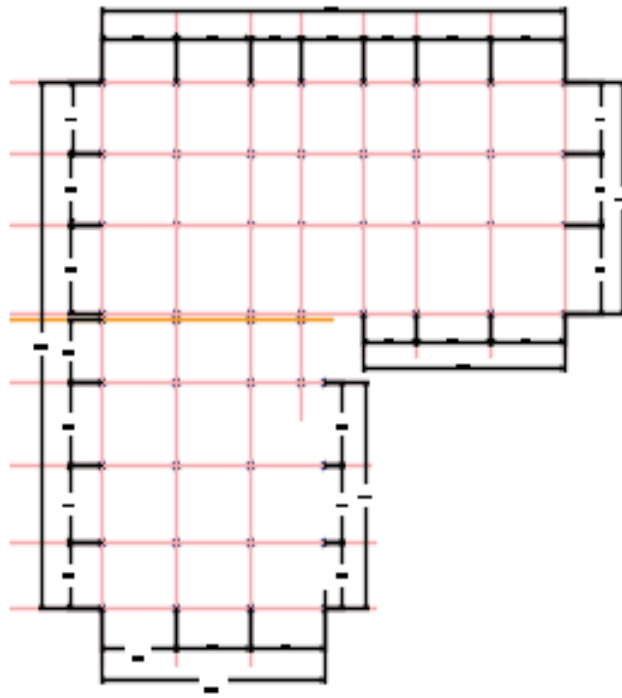
# Graphique



plan RDC



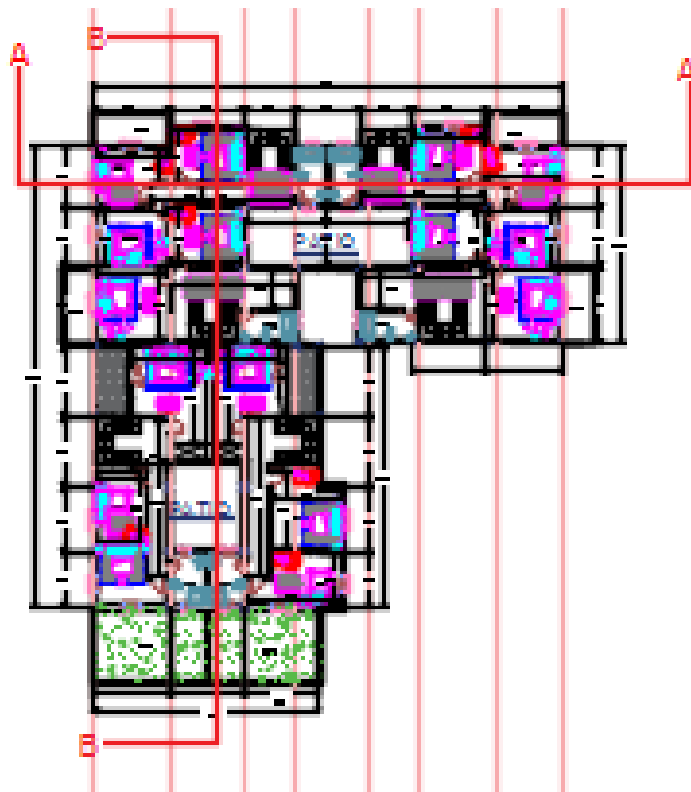
plans 1er Etage



B



plan RDC



plans 1er Etage