

REPUBLIQUE ALGÉRIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master 02 en
Architecture

**Option : Architecture Environnement et
Technologie**

MEMOIRE :

L'effet du patio sur le confort thermique et la consommation énergétique des habitations.

**PFE : Conception bioclimatique de l'habitat individuel- groupé et semi-collectif à Sidi
Abdallah – Alger**

Présenté par :

BERKANI Amel kaouther

GANIF Imane

Sous l'encadrement de : Mr. SEMAHI Samir

Assisté par : Mr. Tibermacine Islam

Devant un jury composé de :

Président : Mr RAHMANI Lyes

Examinatrice : Mme DJEDI Hadjer

Année universitaire 2020/2021

Remerciements :

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier nos encadreurs Monsieur Semahi Samir et Monsieur Tibermacine Islam pour leurs précieux conseils, leurs orientations, leurs encouragements, leurs suivi attentif et leurs aide durant toute la période du travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury Mr RAHMANI L et Mme DJEDI H pour leur présence, pour leur lecture attentive de notre mémoire ainsi que pour les remarques qu'ils nous adresseront lors de cette soutenance afin d'améliorer notre travail.

Nous adressons pareillement nos remerciements à tous les enseignants du Département

D'architecture qui ont contribué à notre formation pendant ces longues années.

Nous tenons aussi à remercier nos chers parents, nos familles pour leurs amours, l'aide morale et la motivation qu'ils nous ont apportés pour achever ce travail, leurs confiances et leurs encouragements tout au long de ces années.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce travail.

Merci à tous et à toutes.

Dédicace :

J'ai l'immense plaisir de dédier ce travail à :

Ceux que j'adore le plus et qui sont les plus chers à mon cœur mes affectueux parents, que dieu les protège.

Mon père Mahieddine, merci pour tout le sacrifice que tu as fait pour mon bien être merci pour tes encouragements qui me poussaient toujours vers la réussite et pour ton amour et ton indéfectible soutien éternel merci de m'avoir supporté le long de ces années.

Ma mère Hadjira, Tu es ma source de tendresse et d'amour merci pour ton sacrifice,

Pour ton assistance permanente et vos conseils qui ont fait mon bonheur et tracé mon chemin.

Vous êtes ma fierté et mon bonheur, vous avez œuvré pour ma réussite, Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte votre fruit des années de sacrifice.

A mes chères sœurs Nawel , Imene , Rym pour leurs soutiens moral et pour leurs encouragements permanents .

A ma partenaire de mémoire, ma binôme, mon amie Imane et toute sa famille.

A mes proches amies : Jassmine , Besma , Zouina , imene , kaouther , avec qui j'ai partagé des moments inoubliables qui mon toujours accompagné dans les bons et les mauvais moments , En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

A toutes la famille Berkani et Kaid Ali .

A mes chers professeurs du cycle primaire jusqu'au cycle universitaire.

A tous ceux qui m'ont soutenu et m'aidé de près ou de loin.

Merci d'être toujours là pour moi.

Amel

Dédicace :

Du fond du cœur, je dédie ce modeste travail en signe de respect, de reconnaissance et de gratitude, aux personnes qui me sont chères, en particulier :

A ma mère Nadia , merci pour tous ce que vous avez fait, merci pour votre encouragement et votre patience le long de mes études, que dieu vous préserve.

A Mon père Azzedine décédé trop tôt, qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études. J'espère que, du monde qui est sien maintenant, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié pour le salut de son âme. Puisse Dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde !

A mes frères , qui ont toujours présent, et je leur souhait l'accomplissement de tous leurs désirs avec beaucoup de bonheur, de santé et de prospérité.

A ma très chère et ma meilleure amie et mon binôme Amel pour m'avoir soutenue tout au long de mon cursus universitaire.

A mes chères amies : Hanane .

A tous ceux qui m'ont soutenu et vécu l'un des moments avec moi j'exprime ma gratitude.

Imane

الملخص :

في هذا المشروع، يعد تطبيق مبادئ النهج الحيوي هدفًا رئيسيًا. ينقسم هذا العمل إلى ثلاثة أقسام رئيسية، الجزء النظري ، والجزء العملي الجزء البيئي. بالنسبة للجزء الأول ، تناولنا التنمية المستدامة بشكل عام ثم تطرقنا إلى موضوع مشروعنا وهو الإسكان شبه الجماعي. في الجزء الثاني ، قمنا بتحليل موقع المشروع لأخذ المزايا والعيوب لإيجاد الحلول لها وتقليلها. أخيرًا ، تم إنشاء هذا المشروع خصيصًا لتنفيذ المعايير التنمية المستدامة من المعايير التقنية والبيئية نسبيًا من أجل تحسين راحة السكان. أردنا تحسين الراحة الحرارية من خلال تقليل استخدام تكييف الهواء والتدفئة لتوفير الطاقة قدر الإمكان. لذلك أنشأنا فناءً بحيث تحدث التبادلات الحرارية بين الغلاف الداخلي والغلاف الخارجي، وهذا التوازن الحراري هو نتيجة المعادلة: أشعة الشمس / التظليل / التنظيم الحراري.

الكلمات المفتاحية: التنمية المستدامة ، العمارة المناخية الحيوية ، السكن شبه الجماعي ، الراحة الحرارية.

Abstract :

- In this project, the application of the principles bio-approach is a major objective.
- This work is divided into three main sections, the theoretical part, the practical part and the ecological part.
- For the first part, we dealt with sustainable development in general and then we broached the theme of our project which is semi-collective housing.
- In the second part, we analyzed the project site in order to sample the advantages and disadvantages, in order to find solutions for them and reduce them.
- Finally, this project was created specifically to implement the standards sustainable development than the relatively technical and environmental standards in order to improve the comfort of the inhabitants.
- We wanted to improve thermal comfort by reducing the use of air conditioning and heating in order to save energy as much as possible.
- We therefore created a patio so that thermal exchanges occur between the interior envelope and the exterior envelope, this thermal balance is the result of the equation: sunshine / shading / thermal regulation.

Keywords: sustainable development, Semi-collective housing, thermal comfort, Bioclimatic architecture.

Résumé :

- Dans ce projet l'application des principes bio –approche est un objectif majeur.
- Ce travail est divisé en trois sections principales, la partie théorique, la partie pratique et la partie écologique.
- Pour la première partie, nous avons traité le développement durable en général et après on a abordé le thème de notre projet qui est l'habitat semi collectif.
- Dans la deuxième partie, nous avons analysé le site du projet dans le but de prélever
- Les avantages et les inconvénients, afin de trouver des solutions pour eux et les réduire.
- Enfin, ce projet a été créé spécifiquement pour mettre en œuvre les normes de développement durable que les normes techniques et environnementales relativement afin d'améliorer le confort des habitants.
- Nous voulons améliorer le confort thermique en réduisant l'utilisation de climatisation et de chauffage afin d'économiser au maximum de l'énergie.
- Nous avons donc créé un patio pour que les échanges thermiques se produisent entre l'enveloppe intérieure et l'enveloppe extérieure cet équilibre thermique est le résultat de l'équation : ensoleillement / ombrage / régulation thermique.

Mots clés : Développement durable, Architecture bioclimatique, Habitat semi-collectif, confort thermique.

TABLE DE MATIERES :

1	Chapitre 01 : introductif	1
1.1	Introduction générale :	1
1.2	Problématique :	2
1.3	Hypothèses :.....	3
1.4	Objectifs :.....	4
1.5	Méthodologie du travail :.....	4
1.6	Structure du mémoire :	5
2	Chapitre 02 : Etat de L'art	7
2.1	Introduction :	7
2.2	Thématique environnementale.....	7
2.2.1	Ecologie :	7
2.2.2	L'architecture écologique :	8
2.2.3	L'architecture bioclimatique :	10
2.2.4	Confort thermique :	12
2.2.5	Effcience énergétique :	13
2.2.6	Les Matériaux de construction :	15
2.2.7	Les isolants thermiques :	17
2.2.8	Le vitrage :	20
2.2.9	La protection solaire:	23
2.2.10	Energies renouvelables :.....	25
2.2.11	Le patio :	27
2.2.12	L'atrium :	29
2.2.13	L'orientation d'un bâtiment :	31
2.2.14	Toiture végétalisées :	32
2.2.15	Résultat d'une recherche sur les dispositifs architecturaux dans le climat méditerranéen :	33

2.3	Thématique spécifique :.....	38
2.3.1	Définition d’habitat :	38
2.3.2	Historique :	38
2.3.3	Types d’habitat:	38
2.3.4	la typologie de l’habitat :	39
2.3.5	Habitat semi collectif :.....	39
2.3.6	Les avantages de l’habitat semi collectif :	39
2.3.7	Réglementation de l’habitat Semi collectif :	39
2.3.8	Des possibilités d’imbrications :	40
2.3.9	Les espaces extérieurs de qualité :.....	40
2.3.10	Analyse des Exemples :.....	41
3	Chapitre 03 : Projet	46
3.1	Présentation de site d’intervention :.....	46
3.1.1	Situation :.....	46
3.1.2	Accessibilité :	47
3.1.3	Morphologie du terrain :.....	47
3.1.4	Topographie :.....	47
3.1.5	Environnement Immédiat :.....	49
3.1.6	Typologie d’habitat :	50
3.1.7	Règles d’urbanisme :	50
3.1.8	Dispositions de composition urbaine :.....	50
3.1.9	Orientations d’aménagement :.....	50
3.1.10	La végétation :	51
3.1.11	L’ombrage :	52
3.2	Analyse bioclimatique :	53
3.2.1	Température :.....	53
3.2.2	Précipitation :.....	53

3.2.3	Humidité:	54
3.2.4	Les Vents :	54
3.2.5	Rayonnement solaire :	55
3.2.6	Exigence de confort :	56
3.2.7	Diagramme bioclimatique :	57
3.2.8	Les tables de Mahoney :	58
3.2.9	Schéma de synthèse :	61
3.3	Conceptualisation du projet :	62
3.3.1	Choix de site :	62
3.3.2	Logique d'implantation :	62
3.3.3	Distribution intérieur des espaces :	63
3.3.4	La Genèse de la forme :	64
3.3.5	La composition des unités :	66
3.4	Description du projet :	67
3.4.1	La composition de façade :	68
3.4.2	Affectation spatiale des espaces :	69
3.5	Choix structural et technique :	73
3.5.1	La structure du projet en 3D :	74
3.5.2	Assemblage des unités :	75
3.6	Les matériaux de construction :	76
3.6.1	Les murs extérieurs :	76
3.6.2	Les ouvertures :	76
3.6.3	la protection solaire :	76
3.6.4	le revêtement de couleur :	76
3.7	Evaluation de la performance du projet :	78
3.7.1	Présentation du logiciel DESIGN-BUILDER :	78
3.7.2	Les démarches de simulation par Design Builder :	78

3.7.3	Exploitation des résultats :.....	79
3.8	Les dispositifs bioclimatiques :.....	82
3.8.1	Le patio :.....	82
3.8.2	Les ouvertures: (Eclairage Naturel).....	83
3.8.3	La protection solaire :.....	83
3.8.4	L'implantation et l'orientation :	84
3.8.5	Des Terrasses végétalisée :.....	85
3.8.6	Mur Végétale :.....	85
3.9	Conclusion :.....	86
4	Conclusion Générale :	88

LISTE DE FIGURES :

Figure 1 : Niveau d'étude en écologie.....	7
Figure 2 :Schéma d'un bâtiment passif l'architecture durable passe avant tout par la maîtrise de l'énergie.	8
Figure 3 : stratégie du Chaud ,Froid.....	8
Figure 4 : stratégie de l'éclairage	8
Figure 5 : Bois	9
Figure 6 : L'énergie éolienne.....	9
Figure 7 : système thermique et photovoltaïque.....	9
Figure 8 : cycle de vie.....	9
Figure 9 : Les grandes surfaces vitrées sont souvent utiles en zone tempérée (EVA-Lanxmeer, Pays-Bas).....	10
Figure 10 :La végétalisation est une technique efficace de limitation des apports solaires en été et de réduction des déperditions thermiques en hiver.....	10
Figure 11 : principe de base d'une conception bioclimatique	11
Figure 12 :Isolement thermique dû aux vêtements.....	12
Figure 13 : Évolution des températures dans des bâtiments au cours de l'année, sans effet des installations techniques de chauffage ou climatisation.....	13
Figure 14 : isolation thermique.....	17
Figure 15 : La laine de verre	17
Figure 16 : La laine de chanvre	18
Figure 17 : Polyuréthane	18
Figure 18 : Schéma des points à isoler dans une maison :	19
Figure 19 :simple vitrage	20
Figure 20 : verre armé	20
Figure 21 : verre imprimé.....	20
Figure 22 : verre profilé.....	20
Figure 23 : verre trempé	21
Figure 24 : verre feuilletée	21
Figure 25 : double vitrage.....	21
Figure 26 : triple vitrage	21
Figure 27 : vitrage a isolation renforcée.....	21
Figure 28 : vitrage pour protection solaire	22
Figure 29: Le confort intérieur en fonction des vitrages et du coefficient de transmission thermique	22
Figure 30 :La transmission lumineuse TL	22
Figure 31 :Le facteur solaire g.....	22
Figure 32 :Une maison conçue pour assurer un bon confort d'été 1. Débord de toiture 2. Balcon 3. Casquette 4. Pergola 5. Contrevents en bois 6. Store extérieur 7. Terrasse végétalisée 8. Treille végétalisée	23
Figure 33 :Brise-soleil en métal Architecte J.-M. Bardin.....	23
Figure 34 :Vélum Architectes J. Sutter et P.-L. Taillandier	23
Figure 35 :Vélum Architectes J. Sutter et P.-L. Taillandier	23

Figure 36 : Avancée de plancher et végétation Architecte F. Ginocchio	24
Figure 37 : Energie photovoltaïque	25
Figure 38 : Energie thermique	25
Figure 39 : Energie éolienne.....	25
Figure 40 : Energie hydraulique	25
Figure 41 : Energie Biomasse.....	26
Figure 42 : Energie géothermique	26
Figure 43 :Wast ed-dar d'une maison ozabite	27
Figure 44 :Domus romain à péristyle (Pompéi)	27
Figure 45 :Plan et coupe transversale D'une maison hellénistique.....	27
Figure 46 : les différentes positions du patio par rapport à la masse.....	28
Figure 47 : Un atrium à l'époque romaine	29
Figure 48 :Un atrium recouvrant le cœur d'un bâtiment	29
Figure 49 :Un atrium recouvrant deux bâtiments.....	29
Figure 50 : Atrium Bioclimatique Eté / Hiver.....	30
Figure 51 : L'orientation d'u bâtiment	31
Figure 52 : Différents types de toiture végétale	32
Figure 53 :Effet de l'orientation du bâtiment sur l'intensité énergétique de la climatisation et du chauffage.	33
Figure 54 :Impact de l'isolation thermique de l'enveloppe sur l'intensité énergétique de la climatisation et du chauffage.....	33
Figure 55 :Impact de l'isolation thermique de l'enveloppe sur l'intensité énergétique de la climatisation et du chauffage.....	33
Figure 56 :Impact de l'isolation thermique de l'enveloppe sur l'intensité énergétique de la climatisation et du chauffage.....	34
Figure 57 :Impact de vitrage et l'ombrage interne sur l'intensité énergétique de la climatisation et du chauffage.....	34
Figure 58 : Impact de la nuance externe de sur l'intensité énergétique de la climatisation et du chauffage	34
Figure 59 : Effet de changement des ratios du patio sur les besoins annuels de refroidissement et de chauffage.....	35
Figure 60 :Effet de changement de la hauteur et l'ouverture au ciel sur les besoins énergétique de refroidissement et de chauffage	35
Figure 61 :Besoin énergétique annuel (Types des matériaux)	36
Figure 62 : PET des scénarios simulés / Récepteur C5	37
Figure 63 :Des possibilités d'imbrications nombreuses.....	40
Figure 64 : Les teppes 3.....	40
Figure 65 : Les Torcols , Numéro impaire	40
Figure 66 : Habitat semi collectif a Wilaya de Médéa	40
Figure 67 : Habitat semi collectif a wilaya de Médéa	40
Figure 68 : situation d'Alger	46
Figure 69 : Situation de La ville de Sidi Abdallah.	46
Figure 70 : Situation du Quartier	46
Figure 71 : Situation d'aire d'intervention	46

Figure 72 : Accessibilité au site.....	47
Figure 73 : Morphologie du terrain	47
Figure 74 : Les coupes du terrain	47
Figure 75 :Coupe AA	48
Figure 76 : coupe BB.....	48
Figure 77 : constructions illicites sur un terrain proposé pour des habitats mixtes.....	49
Figure 78 : Habitats collectif R+ 9	49
Figure 79 : Environnement immédiat.....	49
Figure 80 : Zone verte	49
Figure 81 : Parc	49
Figure 82 : La vue en face Le terrain.....	51
Figure 83 : Espace Boisée	51
Figure 84 : Palmier	51
Figure 85 : Cyprès	51
Figure 88 : La température moyenne quotidienne maximale (ligne rouge) et minimale (ligne bleue), avec. Les fines lignes pointillées sont les températures moyennes perçues correspondantes.	53
Figure 89 : La quantité de pluie moyenne (ligne continue) accumulée au cours d'une période glissante de 31 jours centrée sur le jour.....	53
Figure 90 : Le pourcentage de temps passé dans divers niveaux de confort selon l'humidité, catégorisés par le point de rosée.....	54
Figure 91 :La moyenne des vitesses des vents moyens horaires (ligne gris foncé), avec bandes du 25e au 75 percentile et du 10e au 90e percentile.....	54
Figure 92 : 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	55
Figure 93 :Le rayonnement solaire en ondes courtes quotidien moyen atteignant le sol en mètres carrés (ligne orange), avec bandes du 25e au 75e percentile et du 10e au 90e percentile	55
Figure 94 :diagramme de SZOKOLAY (toute l'année)	57
Figure 95 : schéma de synthèse	61
Figure 96 : Représentation de la morphologie du terrain.....	62
Figure 97 : création des voiries.....	62
Figure 98 : Les ilots	62
Figure 99 : Emplacement des unités.....	62
Figure 100 : la composition de la 1ere unité	66
Figure 101 : La composition de la 2eme unité	66
Figure 102 : plan de masse	67
Figure 103 : Façade principale de la 2eme unité	68
Figure 104 : Façade principale de la 1ere unité.....	68
Figure 105 :Façade postérieure de la 2eme unité	68
Figure 106 :Façade Postérieure de la 1ere unité.....	68
Figure 107 : Plan RDC	69
Figure 108 : Plan Entre sol -3.06	69

Figure 109 : plan Etage + 3.06	69
Figure 110 : Plan Etage +3.06	71
Figure 111 : plan RDC	71
Figure 112 : Plan Etage +1.53	71
Figure 113 plan de fondation de la 2eme unité	73
Figure 114 : Plan de fondation de La 1ere unité.....	73
Figure 115 : la structure du projet de la 1ere unité en 3D	74
Figure 116 : la structure du projet de la 2eme unité en 3D	74
Figure 117 :Assemblage de la 1ere unité	75
Figure 118 :Assemblage de la 2eme unité.....	75
Figure 119 : Brique en terre cuite Monomur	76
Figure 120 : Double vitrage.....	76
Figure 121 :Brise de soleil	76
Figure 122 : Les heures d'inconfort du bâtiment sans patio.....	80
Figure 123 :La consommation énergétique du bâtiment sans patio	80
Figure 124 : Les heures d'inconfort du bâtiment avec patio	81
Figure 125 : La consommation énergétique du bâtiment avec patio.....	81
Figure 126 :Le patio	82
Figure 127 : Patio de la 2eme unité	82
Figure 128 :Patio de la 1ere unité.....	82
Figure 129 : Les ouvertures facade principale.....	83
Figure 130 : Les ouvertures Façade postérieure	83
Figure 131 :Des protections solaire (façade principale)	83
Figure 132 : Des protection solaire (façade postérieure)	83
Figure 133 :Implantation	84
Figure 134 :Orientation	84
Figure 135 :Terrasse Végétale de la 2eme unité	85
Figure 136 : Terrasse végétale de la 1ere unité	85
Figure 137 : Mur végétale a extérieur	85
Figure 138 : Mur végétale a l'intérieur	85

LISTE DE TABLEAUX :

Tableau 1 :Besoin énergétique annuel (Types des matériaux) source : BOURSAS Abderrahmane ,MAHRI Zine Labidine),2004	36
Tableau 2 Typologie d'habitat source : Etablissement public pour l'aménagement de la ville nouvelle de sidi Abdallah	50
Tableau 3 : Les limites de la température de confort adaptatif de la région de Alger , source Auteur.....	56
Tableau 4 : Simulation , source Auteur.....	79

CHAPITRE 01 :
INTRODUCTIF

1 Chapitre 01 : introductif

1.1 Introduction générale :

Le principal moteur du changement climatique est le gaz à l'effet de serre¹. Certains gaz de l'atmosphère terrestre agissent à la manière des parois d'une serre: ils permettent à l'énergie solaire d'entrer dans l'atmosphère mais l'empêchent de s'en échapper, provoquant le réchauffement climatique. Il est considéré comme l'un des défis majeurs auxquels est confrontée la planète au XXIème siècle . Les gaz à effet de serre (GES) ont un rôle essentiel dans la régulation du climat qu'il a un impact sur toutes les composantes de notre environnement. Il détermine la gestion de l'eau, la qualité de l'air, la consistance des sols et la survie des espèces. Ces données influent directement sur la production de nos ressources alimentaires et nos conditions de vie). Les experts de l'Institut hydrométéorologique de Formation et de Recherche prévoient un raccourcissement de la saison des pluies et les températures vont augmenter de 3°C en 2050 , ce qui aurait des conséquences fatales pour 30 pour cent des espèces animales à cause du réchauffement mondial².

Et comme bien des pays d'Afrique, l'Algérie, Connue pour son climat aride et semi-aride, la région est extrêmement sujette aux changements climatiques. Ces 50 dernières années, un accroissement d'événements dus au temps extrême a été observé. Le majeur problème c'est la construction des bâtiments énergivores, utilisation énormément de climatisation en été et trop de chauffage en hiver et une négligence de l'aspect environnemental .cela veut dire que le degré de confort naturel offert par ces bâtiments est minime.

La notion de confort dans les habitats est une problématique majeure pour résoudre des problèmes écologiques), économiques et sociaux qui définissent le développement durable.

En effet, ce confort ne peut être obtenu que si la conception architecturale bioclimatique est prise en charge dans les projets, à cela s'ajoute l'intégration des matériaux de construction de haute performance thermique capables de répondre aux critères de conductivité et d'inertie thermique. Il est à préciser que la conception bioclimatique vise notamment à assurer deux paramètres essentiels de qualité environnementale, en l'occurrence le confort thermique et visuel.

¹ 1 Gaz a Effet de Serre ou (GES): Selon la convention sur les changements climatiques, s'entend «les constituants gazeux de l'atmosphère, tant naturels qu'anthropiques, qui absorbent et réémettent le rayonnement infrarouge. Les gaz à effet de serre visés par le protocole de Kyoto sont : le dioxyde de carbone (CO2), le méthane (CH4), l'oxyde nitreux (N2O), les hydro fluorocarbones (HFC), les hydrocarbures perfluorés (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF6).

² James. Karitas 2011) , <https://www.caritas.org/2011/07/changement-climatiqueen-algerie/?lang=fr>.

Actuellement, l'architecture bioclimatique insiste sur l'optimisation de la relation de l'habitation avec le climat, et cherche à assurer des ambiances confortables soit un équilibre entre la conception et la construction, son milieu (climat, environnement, ...) ainsi que les modes de vie des habitants.

Elle permet aussi de réduire les besoins énergétiques, de maintenir des températures agréables, de contrôler l'humidité et de favoriser l'éclairage naturel. Cette discipline est notamment utilisée pour la construction d'un bâtiment à haute qualité environnementale (HQE).

La politique de construction en Algérie connaît une crise pointue en matière d'habitat et le confort thermique ne semble pas occuper une place prioritaire car la stratégie du gouvernement consiste à couvrir le déficit en matière de logement. De ce fait, les principes de l'habitat bioclimatique n'entrent pas dans les soucis majeurs des concepteurs.

1.2 Problématique :

L'adaptation de l'architecture à chaque climat apporte des réponses qui procurent un meilleur confort thermique. Le climat méditerranéen se caractérise par la chaleur et la sécheresse de l'été, l'irrégularité des précipitations de l'automne et la douceur de l'hiver.

Le confort d'été et d'hiver supposent aussi une bonne gestion et utilisation des équipements du bâtiment (protections solaires, ventilation, chauffage, climatisation...). Une bonne conception est d'autant plus importante, donc le bio climatisme est une démarche qui tend à prendre en compte les exigences d'économie d'énergie et de confort thermique dans la conception³.

Sous n'importe quel climat il est recommandé de réduire la proportion des murs extérieurs par rapport aux murs intérieurs pour restreindre l'influence des fluctuations climatiques extérieures (ensoleillement, vent) sur l'ambiance intérieure. L'exposition directe des façades dans un climat méditerranéen peut engendrer des problèmes comme la présence de l'humidité sur les parois intérieures et les plafonds. «Le climat méditerranéen impose des dispositifs architecturaux comme des solutions uniques adaptées aux conditions climatiques spécifiques en constituant des réponses aux questions de l'ambiance. « Des bâtiments adaptés à leur climat sont, en général, relativement ouverts et en relation directe avec l'environnement immédiat, que ce soit par des fenêtres, des serres ou des patios »⁴

³ Construire avec le climat, brochure réalisée par la direction de la construction et la mission Energie et Bâtiment, Paris, France, 1979.

⁴ Construire avec le climat, brochure réalisée par la direction de la construction et la mission Energie et Bâtiment, Paris, France, 1979.P : 8.

Joan Salvat-Papasseit insiste sur le fait que « Patio, cour et jardin déclinent autant de façons d'appriivoiser l'espace extérieur »⁵.

Donc ,le rôle du patio est d'assurer une ventilation naturelle (il constitue le poumon de la maison), un éclairage naturel de l'espace intérieur adéquat avec absence d'éblouissement visuel, un bon contrôle de l'ensoleillement comme il assure une double relation intérieur/extérieur. « Thermiquement, le patio fonctionne comme un puits à fraîcheur car l'air frais ne peut s'échapper et stagne en rafraîchissant ainsi les pièces qui sont ouvertes sur lui »⁶

Le problème se pose alors globalement comme suit :

- Comment concevoir un projet confortable, fonctionnel et durable via l'architecture bioclimatique ?
- Comment intégrer les principes du développement durable, et plus particulièrement ceux de l'efficacité énergétique dans notre projet ?
- Comment diminuer la consommation énergétique du bâtiment par le concept architectural ?
- Le patio peut-il être un bon régulateur thermique dans un climat méditerranéen?

1.3 Hypothèses :

Devant ces données ce questionnement et toutes les autres constatations , notre recherche a été fondée sur les hypothèses suivantes:

- L'application du concept de durabilité dans le projet , va rendre l'habitat performant de point de vue énergétique et thermique.
- L'utilisation des concepts innovants et la prise en considération de données climatiques de site lors de la conception de projet peut avoir un confort thermique et une performance énergétique.
- Le patio dans l'habitat contribue à obtenir le confort thermique d'été sous un climat méditerranéen. Il joue donc le rôle d'un régulateur thermique.

⁵ Joan Salvat-Papasseit, "Architecture Traditionnelle Méditerranéenne", http://www.meda-corporus.net/libros/pdf_livre_atm/atm_fr/01-atm_fr.pdf

⁶ www.archivolcano.com.

1.4 Objectifs :

L'objectif de cette étude est de concevoir un projet architectural résidentiel en général et particulièrement semi collectif, situé à la ville de Sidi Abdallah à Alger tout intégrant les principes de l'architecture bioclimatiques pour assurer le confort thermique et l'économie d'énergie en prenant en compte :

- L'utilisation de la ventilation et l'éclairage naturel pour réduire la consommation énergétique.
- Le choix adéquat des matériaux de construction.
- Etablir des relations harmonieuses entre le bâtiment et son environnement immédiat.
- Accroître le confort, le bien-être et la qualité de vie des utilisateurs.

1.5 Méthodologie du travail :

Afin de réussir nos objectifs, en adoptant une méthodologie claire qui repose sur ses axes, et divisée en cinq parties :

1. La recherche thématique et bibliographique : Cette partie consiste à récolter des documents (livres, revues, mémoires et sites webographies...etc.) qu'ils sont en relation avec notre thème, cela nous permettra de faire sortir toutes les connaissances qui nous aident pour la conception bioclimatique de notre projet.

2. L'analyse des exemples : Cette partie consiste à une étude analytique qui nous permettra d'approfondir notre connaissance sur l'intégration des stratégies bioclimatiques dans l'habitat semi collectif, et cela nous aidera à proposer des solutions convenables au projet architectural.

3.L'Analyse de site d'intervention : Pour concevoir un projet connecté avec son environnement immédiat, cette partie met la lumière sur la zone d'étude, et permet par la suite de déterminer les influences du site sur les données microclimatiques, à savoir, la topographie, la végétation, la vitesse et la direction du vent ainsi l'humidité et la température de l'air.

4. La réponse architecturale : Le but principal de cette partie est de procéder à une projection architecturale (conception du projet) tenant en compte les différentes synthèses tirées des chapitres précédents.

5. Les détails techniques : Cette partie mettra en exergue le système constructif du projet architectural ainsi que les différentes techniques adoptées.

1.6 Structure du mémoire :

Notre mémoire est composé d'une introduction générale et de trois parties :

- L'introduction générale : comporte le choix du thème, la problématique, les hypothèses ainsi que les objectifs.

- La première partie : Etat de l'Art

Cette partie est divisé en 2 thématiques :

- √ Thématique environnementale : consiste a la compréhension des différents concepts et notions clés liées à notre recherche, elle découle d'une recherche sur l'architecture écologique et bioclimatique .

- √ Thématique spécifique : Thématique liée au contexte du projet Habitat à l'échelle internationale, puis algérienne /définitions / historique /typologies /principes /règlementation, analyse des exemples.

- La deuxième partie : Elaboration du projet

- √ Analyse de site

- √ Analyse bioclimatique

- √ Conceptualisation du projet

- √ Description du projet

- La troisième partie : Evaluation de la performance du projet

- √ Evaluer le Confort thermique, la lumière naturelle, la consommation énergétique de chauffage et de climatisation.

CHAPITRE 02 :
ETAT DE L'ART

2 Chapitre 02 : Etat de L'art

2.1 Introduction :

L'émergence du problème du réchauffement climatique, la pollution et de la consommation excessive d'énergies non renouvelables dans la nature a amené les architectes et les urbanistes à trouver des technologies au niveau des villes et des quartiers et au niveau des bâtiments aussi pour réduire ces phénomènes. Alors ils visent le développement durable et l'architecture bioclimatique. Donc ce chapitre va définir les concepts nécessaires de développement durable et de l'architecture bioclimatique qui nous aide de trouver des solutions et des réponses pour la conception de notre projet.

2.2 Thématique environnementale

2.2.1 Ecologie :

L'écologie est une science relativement ancienne puisque dès les années 1800. Dès 1859 Darwin expose dans son ouvrage « *De l'origine des espèces* » les fondements de l'écologie, notions confirmées avec ses travaux de recherches sur les vers de terre publiés en 1881. Toutefois la première définition de l'écologie est due à Haeckel en 1866 désignant ainsi la science de l'habitat (*oikos* : maison au sens de lieu de vie). L'écologie est donc la science des études des êtres vivants et de leurs interactions, de leur milieu de vie et des influences réciproques entre le milieu de vie et les êtres vivants.⁷

➤ Notions de base en écologie :

-La biocénose : En écologie, une biocénose indique l'ensemble des êtres vivants coexistant dans un espace défini (le biotope).

-Le biome : appelé aussi une unité écologique, est un ensemble d'écosystèmes caractéristique d'une aire biogéographique et nommé à partir de la végétation et des espèces animales.

-L'écosystème : En écologie, un écosystème désigne l'ensemble formé par une communauté d'êtres vivants et son environnement.

Objectifs de l'écologie :

-L'analyse des processus biodémographiques qui interviennent dans la dynamique des populations et des peuplements.

-L'étude des cycles biogéochimiques et des flux d'énergie qui animent écosystèmes et paysages⁸.

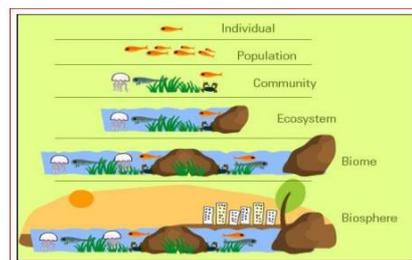


Figure 1 : Niveau d'étude en écologie
source : Pr El Aboudi Ahmed , 2016/2017

⁷ Ouverture à l'écologie par AMIARD JEAN CLAUDE directeur de recherche sur CNRS.

2.2.2 L'architecture écologique :

Appelée architecture solaire, bioclimatique ou durable, se préoccupe des paramètres qui conditionnent le bien-être de l'habitant, mais celui-ci doit apprendre à vivre en symbiose avec son environnement, au rythme des jours et des saisons, il doit s'y intégrer et le respecter⁹.

L'objectif Il s'agit donc d'obtenir la meilleure adéquation entre le climat, l'architecture et le comportement des occupants. L'architecture écologique est un concept global qui associe habitants, constructeurs et bâtiments. Dès la conception et la construction, il faut considérer la protection de l'environnement et l'amélioration de la qualité de vie ; cela se poursuit tout au long du cycle de vie du bâtiment jusqu'à sa destruction.

Principe de l'architecture écologique :

- Bioclimatisme : L'architecture bioclimatique utilise des procédés passifs et ne nécessite pas de technologie particulière. Il faut d'abord du "bon sens". Ensuite, la simulation thermique dynamique permet d'améliorer la conception du bâtiment et de comparer différentes solutions.

Ces études nécessitent des connaissances spécifiques en physique du bâtiment que les architectes se doivent d'acquérir. Trois stratégies résument l'approche bioclimatique :

-La stratégie du chaud permettant de capter les apports solaires gratuits, de les conserver ou de les stocker au sein du bâtiment, puis de les distribuer vers les locaux.

-La stratégie du froid minimisant les besoins de

rafraîchissement en proposant des protections solaires adaptées aux différentes orientations, en évitant les risques de surchauffe par une isolation appropriée ou par l'inertie du bâtiment, en dissipant l'air chaud et en le rafraîchissant.

-La stratégie de l'éclairage visant à capter au maximum l'éclairage naturel et à le répartir dans les locaux tout en se protégeant et en contrôlant les sources d'inconfort visuel.

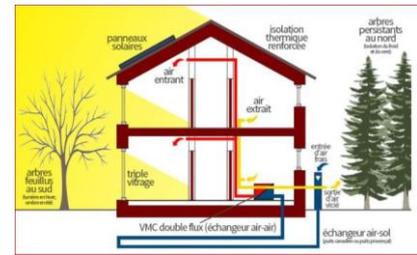


Figure 2 : Schéma d'un bâtiment passif l'architecture durable passe avant tout par la maîtrise de l'énergie.

Source : <https://www.architecte-batiments.fr/architecture-ecologique/>

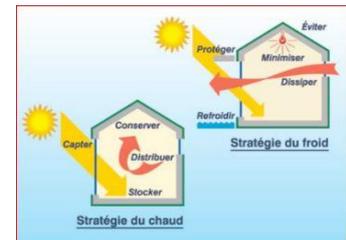


Figure 3 : stratégie du Chaud ,Froid ,
source : LEROY Arnault,

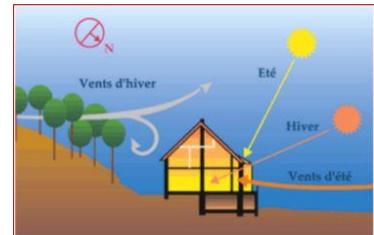


Figure 4 : stratégie de l'éclairage
source : LEROY Arnault, 2004-2005

⁸ Ecologie General par El Aboudi Ahmed , prof dans le département de biologie université Mohamed 5 Rabat.

⁹ LEROY Arnault, 2004-2005 , architecture écologique, Licence 3 Génie Civil option Ingénierie du Bâtiment ,Faculté des sciences de La Rochelle , 52p.

Matériaux :

- Le bois : l'utilisation du bois permet : une exploitation non polluante, non destructive et renouvelable de sites, un faible coût énergétique de production, un approvisionnement de proximité, une gestion durable, un recyclage complet, confort et santé, des économies de chauffage et une diminution de l'effet de serre¹⁰.



Figure 5 : Bois ,
source :LEROY Arnault, 2004-2005

- Energies renouvelables :

-L'éolien : l'énergie éolienne vient des mouvements des masses d'air se déplaçant des zones de haute pression vers les zones de basse pression. En effet, le soleil réchauffe le globe terrestre de manière fort inégale. Les écarts de température qui en résultent provoquent des différences de densité des masses d'air et se traduisent par des variations de la pression atmosphérique. Le vent transforme l'énergie thermique tirée du rayonnement solaire en énergie cinétique.



Figure 6 : L'énergie éolienne
source :LEROY Arnault, 2004-2005.

- Le solaire : L'exploitation de l'énergie solaire permet de répondre aux besoins des habitants et d'augmenter leur confort. Les systèmes thermiques chauffent l'eau sanitaire, les systèmes photovoltaïques produisent de l'électricité. L'énergie solaire est l'énergie produite par le soleil.

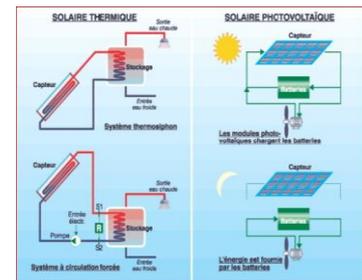


Figure 7 : système thermique et photovoltaïque source : LEROY Arnault, 2004-2005.

- Gestion de l'eau :

- L'eau de pluie : La récupération des eaux pluviales concerne tous les secteurs du et peut représenter une économie de plus de 60 % sur la consommation totale d'eau.

- Les eaux usées : Consommer moins d'eau pour rejeter moins d'eau polluée, polluer moins en quantité et en qualité, ne pas diluer les eaux usées avec l'eau de pluie propre et séparer les types d'eaux sales pour mieux les traiter.

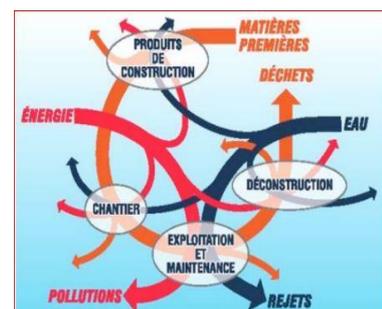


Figure 8 : cycle de vie source : LEROY Arnault, 2004-2005 ,

- Cycle de vie d'un bâtiment : Le cycle de vie d'un bâtiment comprend plusieurs phases qui vont de l'extraction des éléments primaires et la fabrication des composants de construction, jusqu'à sa déconstruction sélective en fin de vie et à la remise en état du site.

¹⁰ Architecture écologique (en ligne) , <https://architectureecologique.fr/principes-de-larchitecture-ecologique-environnement-energie-efficacite/>.

2.2.3 L'architecture bioclimatique :

cherche de la meilleure adéquation entre le bâtiment, le climat et ses occupants pour réduire au maximum les besoins énergétique non renouvelable.¹¹

– L'architecture bioclimatique concerne tous les types de bâtiments, habitat, tertiaire et industriel. Elle a pour objectif de réduire au minimum les besoins énergétiques du cycle de vie d'un bâtiment (construction, exploitation, rénovation, déconstruction) sans créer de pression sur les ressources environnementales, afin de maintenir des températures constantes et agréables, tout en contrôlant l'hygrométrie, la qualité de l'air et la lumière intérieures.

➤ Méthode d'architecture bioclimatique :

❖ Capter/se protéger de la chaleur :

La Terre est inclinée sur son axe par rapport au plan de l'écliptique d'un angle de $23^{\circ}27'$, la hauteur du soleil sur l'horizon et le trajet qu'il parcourt dans le ciel varient au cours des saisons.

Dans l'hémisphère nord, Seule la façade sud d'une construction reçoit la lumière solaire. Pour capter cette énergie solaire, il convient d'orienter les vitrées principales au sud¹².

Le verre laisse passer la lumière mais absorbe les infrarouges réémis par les parois intérieures recevant cette lumière, ce qu'on appelle l'effet de serre. La lumière du soleil est convertie en chaleur par les surfaces opaques de la construction. C'est sur ce principe qu'est conçu un bâtiment

"solaire passif" : solaire car la source d'énergie est le soleil, passif car le système fonctionne seul, sans système mécanique.

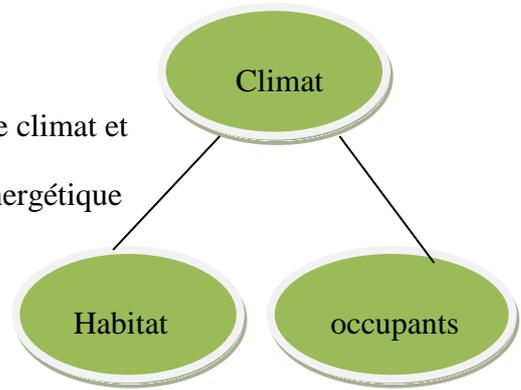


Figure 9 : Les grandes surfaces vitrées sont souvent utiles en zone tempérée (EVA-Lanxmeer, Pays-Bas), source : <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Architecture-bioclimatique.html>

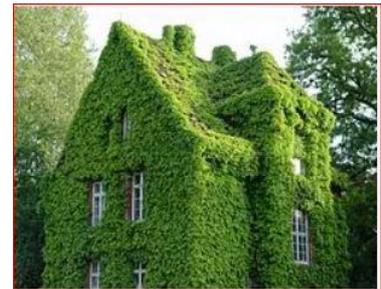


Figure 10 La végétalisation est une technique efficace de limitation des apports solaires en été et de réduction des déperditions thermiques en hiver.

¹¹. De Herde André, Liébard Alain, Traité d'Architecture et d'urbanisme bioclimatiques: concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Editions du Moniteur, Paris, France, 2005.

¹² Architecture bioclimatique (en ligne), <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Architecture-bioclimatique.html>

Toujours dans l'hémisphère nord, en été, Les façades d'une construction irradiées par le soleil sont principalement les murs est et ouest, ainsi que la toiture. L'angle d'incidence de ses rayons sur les surfaces vitrées orientées vers le sud est élevé. Il convient de protéger ces surfaces vitrées par des protections solaires, dimensionnées de manière à bloquer le rayonnement solaire direct en été tout en y laissant

le maximum d'ensoleillement disponible en hiver. Sur les ouvertures des façades est et ouest, les protections solaires horizontales sont d'une efficacité limitée, car les rayons solaires ont une incidence moins élevée; les protections solaires opaques (volets), et encore plus la végétation caduque, sont efficaces sur ces façades.

❖ Transformer/diffuser la chaleur :

Une fois la lumière solaire captée, un bâtiment bioclimatique doit savoir la transformer en chaleur et la diffuser là où elle sera utile.

La transformation de la lumière en chaleur se fait au travers d'un certain nombre de principes, afin de ne pas détériorer le confort intérieur :

- Maintenir un équilibre thermique adapté.
- Ne pas dégrader la qualité lumineuse.
- permettre la diffusion thermique par le système de ventilation et la conductivité thermique des parois.

❖ Conserver la chaleur/la fraîcheur :

En hiver, une fois captée et transformée, l'énergie solaire doit être conservée à l'intérieur de la construction afin de pouvoir être valorisée au moment opportun. En été , c'est la fraîcheur nocturne (facilement captée par une bonne ventilation) qui doit être stockée durablement afin de limiter les surchauffes diurnes.

➤ Bases de conception :

– Utiliser des matériaux de construction locaux : le coût sera plus faible, la main-d'œuvre plus adaptée tant au niveau de la construction que de l'entretien.

– La valorisation de l'énergie solaire et/ou éolienne et/ou biomasse pour la production d'énergie (électrique ou thermique) fait aussi partie du concept de bioclimatisme. Elle tire parti de la nature et limite les problèmes d'accès à l'énergie ainsi que l'impact global sur l'environnement¹³.

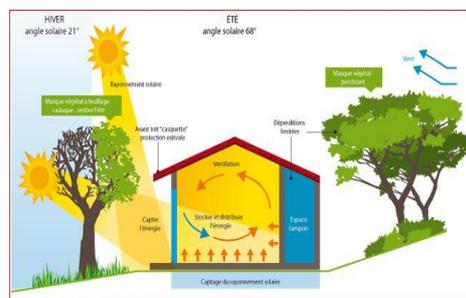


Figure 11 : principe de base d'une conception bioclimatique , source : <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>

¹³ Fiches techniques PRISME (Programme International de Soutien à la Maîtrise de l'Énergie) publiées par l'IEPF, imprimé en janvier 2008.

2.2.4 Confort thermique :

« A été défini comme étant la condition dans laquelle aucune contrainte significative n'est imposée aux mécanismes thermorégulateurs du corps humain. Permet l'obtention de conditions optimales pour tous les systèmes fonctionnels de l'organisme ainsi qu'un haut niveau de capacité de travail »¹⁴

➤ Les paramètres du confort thermique :

- La température de l'air : Il intervient dans l'évaluation du bilan thermique de l'homme au niveau des échanges convectifs, conductifs et respiratoires. Généralement, pour évaluer le confort thermique dans le bâtiment, la température ambiante de l'air est couplée par d'autres paramètres climatiques tels que : la vitesse d'air, l'humidité, prendre tout seule peut induire en erreur et ne donne pas une idée précise sur le confort thermique.

- La température des parois (Tp) : Est utilisée dans le calcul des échanges radiatifs des grandes longueurs d'onde entre l'individu et l'environnement. La température des parois couplée à la température de l'air donne une idée sur le confort ressentie (appelée aussi température résultante sèche ou température opérative), cette dernière se détermine selon l'équation suivante : $T_{rs} = (T_a + T_p)/2$

- L'humidité relative de l'air (HR) : L'humidité relative par définition est : « le rapport exprimé en pourcentage entre la quantité d'eau contenue dans l'air à la température ambiante et la quantité maximale qu'il peut contenir à cette température »¹⁵

- La vitesse de l'air : La vitesse de l'air influe sur les échanges convectifs et évaporatifs, à l'intérieur des bâtiments ces vitesses demeurent limitées et ne dépassent pas 0,20m/s. Toutefois elle est responsable à l'apparition de gêne chez l'occupant, lié à la présence de courants d'air froids ou chauds.

- La tenue vestimentaire : Elle représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement. Les vêtements constituent une deuxième barrière thermique après la peau, ils influencent

habillement	isolement thermique	
	(clo)	(m ² K/W)
•Aucun	0	0
• Shorts	0,1	0,015
• Habits légers d'été	0,5	0,08
• Habits légers de travail	0,7	0,11
• Habits d'hiver pour l'intérieur	1	0,155

Figure 12 Isolement thermique dû aux vêtements Source : Guide technique de la diffusion d'air, 2006

sur les échanges de chaleur convective et radiative.

- Le métabolisme : Il s'agit de la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7 fC. Lorsqu'une personne est en mouvement, un métabolisme de travail correspondant à son activité particulière s'ajoute au métabolisme de base du corps au repos.

¹⁴ De Herde André, Liébard Alain, Traité d'Architecture et d'urbanisme bioclimatiques: concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Editions du Moniteur, Paris, France, 2005. P : 27

¹⁵ De Herde André, Liébard Alain, Traité d'Architecture et d'urbanisme bioclimatiques : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Editions du Moniteur, Paris, France, 2005. P : 16

2.2.5 Efficience énergétique :

La notion d'efficacité (ou efficience) énergétique d'un système, en physique, se définit par le rapport entre le niveau d'énergie utile qu'il délivre et celui de l'énergie consommée, nécessaire à son fonctionnement.¹⁶

Plus largement, le concept désigne un ensemble de solutions techniques et/ou logistiques permettant de réduire la consommation énergétique d'un système pour un service rendu identique voire supérieur, ainsi que leurs procédures d'évaluation. Les systèmes intégrant des critères et actions d'efficience énergétique se retrouvent principalement dans les secteurs suivants :

- le bâtiment (habitat pavillonnaire ou collectif, urbanisation, équipements...)
- le transport (véhicules particuliers, transports en commun, fret)
- l'industrie (biens et services).

➤ Énergétique du bâtiment :

Le bâtiment est classé comme étant un secteur énergivore ; en conséquence, il est source d'une partie non négligeable de la pollution. Cette énergie est l'objet de nombreux usages, notamment :

- Le chauffage et/ou le refroidissement, pour assurer un climat intérieur confortable
- La circulation de fluides tels que l'air (ventilation), l'eau (eau chaude, chauffage)
- Les transports (ascenseurs)
- L'éclairage
- Les communications (téléphone, radio, télévision)
- La production de biens (fabriques, cuisines, couture, etc.)

Dans les climats tempérés et froids, la plus grande part de l'énergie utilisée par un bâtiment sert au chauffage. Le flux de chaleur généré dans le système de chauffage aboutit inévitablement à l'extérieur par différentes voies plus ou moins directes. Dans les climats plus chauds, il peut être nécessaire et en tous cas confortable d'abaisser la température intérieure des bâtiments. Ce refroidissement, et l'assèchement de l'air (sous les tropiques) peut aussi être un grand consommateur d'énergie.

Le bâtiment devrait être confortable : Si un bâtiment est bien conçu et construit, il peut fournir un confort nettement supérieur . Un tel bâtiment ne surchauffe pas ou peu en été et profite des gains solaires pendant les périodes froides, pour raccourcir la saison de chauffage¹⁷.

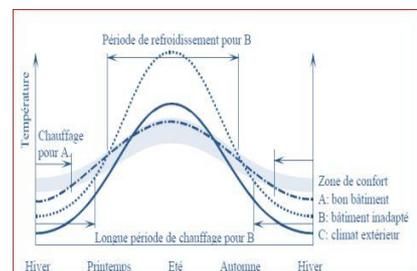


Figure 13 : Évolution des températures dans des bâtiments au cours de l'année, sans effet des installations techniques de chauffage ou climatisation
source :N.Morel et E.Gnansounou ,2008

¹⁶ Dictionnaire environnement et développement durable.

➤ Applications de l'énergétique du bâtiment :

Pour limiter la consommation d'énergie à des valeurs raisonnables, il est nécessaire de savoir où agir. Il faut donc pouvoir prédire les flux d'énergie dans le bâtiment, afin d'agir là où les mesures d'économie d'énergie seront les plus efficaces et les mieux à même d'offrir un confort élevé.

La connaissance des flux d'énergie au travers d'un bâtiment est nécessaire à la prise de décisions ou à la planification de travaux, notamment pour les tâches suivantes :

-Tenir compte de tous les critères voulus dans le choix de stratégies possibles lors de rénovation ou de construction d'ensemble d'immeubles. Parmi les critères à envisager, il y a non seulement le coût, l'esthétique ou l'habitabilité, mais aussi la consommation d'énergie.

-Prévoir la consommation annuelle et la minimiser en choisissant la variante la plus économique globalement, tout en tenant compte du confort et des contraintes architecturales.

-Diminuer la consommation d'énergie primaire en minimisant tous ces flux, en les faisant passer aux bons endroits et en captant au mieux la chaleur de l'environnement (énergie solaire,) est un problème où la physique a déjà apporté des solutions et qui continue à être étudié. Les solutions à ce problème particulier peuvent entraîner des problèmes ailleurs, et en tous cas ont une influence sur les diverses caractéristiques du bâtiment. De ce fait, il ne faut pas se restreindre à des examens sectoriels pour résoudre des problèmes dans le bâtiment, mais toujours envisager toutes les conséquences d'une modification ¹⁸.

➤ L'efficacité énergétique et les énergies renouvelables :

L'efficacité énergétique et les énergies renouvelables sont deux éléments essentiels et complémentaires pour parvenir à un développement durable.

- Des mesures d'efficacité énergétique, en diminuant la consommation totale d'énergie, permettent aux énergies renouvelables de remplir une plus grande partie de la demande, de ce fait diminue le besoin d'énergies.

- Dans les bâtiments, les énergies renouvelables et les technologies d'efficacité énergétique sont complémentaires : des ressources renouvelables locales pour rafraîchir, chauffer l'eau et produire de l'électricité peuvent être optimisées par des mesures d'efficacité énergétique.¹⁹

¹⁷ Energétique du bâtiment, en ligne ,<https://docplayer.fr/20497150-Energetique-du-batiment.html>

¹⁸ N.Morel et E.Gnansounou , 2008.

¹⁹ Praia, Cap Vert, 2012.

2.2.6 Les Matériaux de construction :

Définition du Matériau : Substance quelconque utilisée à la construction des objets, machines, bâtiments, etc. (On classe les matériaux en grandes classes : métaux, céramiques, verres, textiles, polymères, pierres et bétons, matériaux composites naturels [bois, os] ou artificiels.²⁰

Définition du matériau de construction : Les matériaux de construction sont considérés comme tous les matériaux utilisés pour la réalisation des ouvrages en béton armé ou en constructions métallique, ainsi qui sont largement utilisés dans le domaine de travaux publics (Route, ponts, aérodrome.....etc.)²¹

➤ Classification des matériaux de construction :

On distingue trois types de classification les plus couramment connus :

- Classification scientifique : Dans la science des matériaux, selon la composition et la structure, les matériaux sont classés comme suit :

- Métaux et alliages

- Polymères

- Céramiques

- Matériaux de base et produits :

- Matériaux de base ou matière première (Argiles, pierres, bois, calcaire, métaux).

- Matériaux produits et composites (ciment (calcaire+argile), alliages, béton,)

- Classification pratique : Dans la construction, les matériaux sont classés selon le domaine d'emploi et selon leurs propriétés principales (Résistance, compacité,..):

- Les matériaux de résistance : Sont les matériaux qui ont la propriété de résister contre des sollicitations (poids propre, surcharge, séisme.....) : parmi les matériaux les plus fréquemment utilisées sont : Pierres, Terres cuites, Bois, Béton, Métaux, etc.

- Les matériaux de protection : Sont les matériaux qui ont la propriété d'enrober et de protéger les matériaux de construction principaux contre les actions extérieurs, tels que : Enduits, Peintures, Bitumes, etc.

²⁰ Dictionnaire Larousse

²¹ Polycopié de Matériaux de construction ,réalisé par Docteur Toufik Boubekeur, Mais 2017

➤ Propriétés de matériaux :

Les propriétés principales des matériaux peuvent être divisées en plusieurs groupes tels que:

- Propriétés physiques: qui mesurent le comportement de matériaux à l'action de la température, l'humidité (la densité; la masse volumique, la porosité, l'absorption, la perméabilité, le retrait (le gonflement) etc..)
- Propriétés chimiques: qui caractérisent le comportement des matériaux dans un environnement réactif. (corrosion chimique, l'attaque de l'acide, etc...)
- Propriétés mécaniques: qui reflètent le comportement des matériaux déformés par les forces. (la résistance en compression, en traction, en flexion, torsion etc...)
- Propriétés thermiques: (la dilatation, la résistance et comportement au feu, etc...)

Selon les résultats d'études sur les matériaux les plus efficaces dans le domaine thermique externes sont applicables :

- **Métaux:** titane et acier inoxydable .
- **La pierre :** la Craie , le Grès: façade en céramique ventilé .
- **Terre :** Torchis , Adobe , Sac de terre .
- **Bois :** pin dans les façades , bois de charpente dans la construction de toit .

- les matériaux qui ont une bonne résistance thermique comme l'argile comme matière première .

- le climat (humidité, température,,) et le type de bâti joue un rôle important dans le choix de matériaux de construction.

- Les matériaux les plus résistants sont recommandés d'être utilisés dans les peaux des bâtiments.

➤ Effets sur le confort thermique et la consommation énergétique :

• Un mauvais choix du matériau constituant l'enveloppe du bâtiment peut engendrer un surcoût à long terme pour pouvoir assurer le confort thermique.

• Le choix du type du matériau de construction ainsi que l'impact de l'isolation se sont révélés fondamentaux pour la détermination du besoin énergétique total.

• utilisation des matériaux locaux comme le bois léger, le bois tissé et enduit de terre battue, la brique de terre pleine, la brique de terre argileuse, peut accroître le confort thermique des occupants sans recourir à la climatisation artificielle, source de consommation d'énergie.

2.2.7 Les isolants thermiques :

Définition de l'isolant thermique : Un isolant thermique est un matériau qui permet d'empêcher la chaleur ou le froid de s'échapper d'une enceinte close. Son contraire est un conducteur thermique.²²

l'isolation thermique : permet de minimiser la consommation d'énergie nécessaire à maintenir la température requise.

➤ Les bienfaits de L'isolation thermique :

- Plus d'économies d'énergie : L'isolation vous permet de réduire les déperditions à travers les parois.

- Plus de confort et d'espace : Les parois non isolées, comme les murs et les fenêtres, sont froides par «contact» avec l'air extérieur et provoquent des sensations d'inconfort (de façon similaire, les parois non isolées sont chaudes pendant la saison estivale)

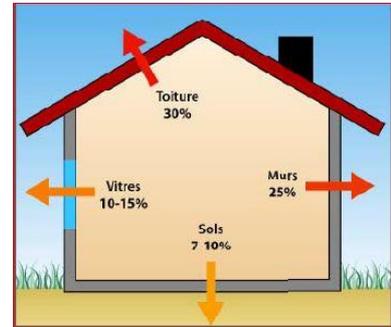


Figure 14 : isolation thermique

source :

http://jpblandine.lescigales.org/isolation_thermique.html

➤ Les différents types d'isolants thermiques :

• les isolants minéraux :

❖ Exemple la laine de verre :

La laine de verre est la plus utilisée, elle vient isoler environ 75% des combles en France. Mais ce n'est pas la seule sur le marché. On trouve aussi la laine de bois, la laine de roche, le chanvre, , le polystyrène expansé, la laine de mouton, le polyuréthane. La laine de verre est un bon isolant thermique et phonique pour l'isolation de combles. Elle isole autant les toitures, les sols et les cloisons.



Figure 15 : La laine de verre

source :

<https://www.bati produits.com/fiche/produits/feutres-en-laine-de-verre-pour-isolation-par-l-int-p68891538.html>

Les Avantages	Les inconvénients
-Les performances d'isolation thermique et acoustique de la laine de verre sont excellentes	-lors de pose , il faut protéger les mains , les yeux , les poumons et la peau .
-La laine de verre n'est pas inflammable, ce que la rend très sûre.	-les laines perdent de leurs qualités isolantes avec le temps .
-La laine de verre ne présente aucun danger pour la santé.	-Energie gris très élevée .
-Le prix de la laine de verre est très abordable .	

²² Le guide expert du confort thermique

• les isolants naturels :

❖ Exemple la laine de chanvre :

Le chanvre est utilisé depuis plusieurs siècles dans un certain nombre de domaines, comme la conception de textile ou la fabrication de papier.



Figure 16 : La laine de chanvre
source : <https://www.casa-bio.com/isolation-en-corse/chanvre/>

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Peut être utilisé à la fois pour les travaux de construction ou de rénovation (béton de chanvre...) et les travaux d'isolation (laine de chanvre). - Résistance aux insectes, aux rongeurs et aux champignons. -En cas d'incendie, pas de dégagements toxiques 	<ul style="list-style-type: none"> -Cout cher .

• les isolants synthétiques :

❖ Exemple Polyuréthane :

est vendu sous forme de plaques. Ces plaques compactes sont étanches et résistantes. Il est plus efficace pour son côté isolant thermique que phonique, mais aussi très polluants pendant et après leur fabrication. Et pour cause : le polyuréthane est constitué de pétrole.

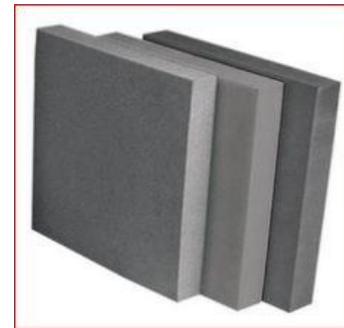


Figure 17 : Polyuréthane
source : <https://www.cenpac.fr/calage-protection/protection-plastique-carton/plaque-mousse-polyurethane/p12370>

Les Avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -Résistance à la compression. - Résistance en milieu humide. -Conductivité thermique très faible. 	<ul style="list-style-type: none"> -Coût. -Comportement hygroscopique inadapté à son usage sur des parois a fort enjeu hygroscopique (bâti ancien).

➤ Méthodes d'isolation:

Les Murs :

L'isolation par l'intérieure : Elle est intéressante lorsque le ravalement extérieur est en bon état.

L'isolation par l'extérieure : L'isolation par l'extérieur est la meilleure lorsque les enduits extérieurs sont défectueux. Elle permet de faire deux opérations en même temps : l'isolation et le ravalement.

Les planches :

L'isolation par le haut: L'isolant est posé sur le plancher et est recouvert d'un revêtement ayant pour but de permettre la circulation.

L'isolation par le bas : L'isolant est fixé sur la face inférieure du plancher et peut être recouvert d'un parachèvement.

La toiture :

Il est crucial d'isoler cette partie du bâtiment. En effet, on compte 30% des déperditions d'énergie d'une structure par les toits.

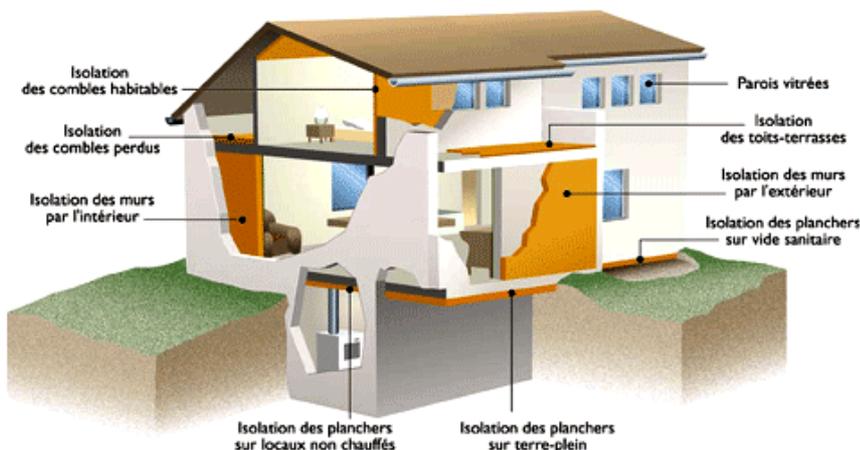


Figure 18 : Schéma des points à isoler dans une maison :

source : <http://isolation.durable.com/>

➤ Les effets sur le confort thermique et la consommation énergétique :

-Plus d'inertie pour plus de confort : L'isolation extérieure permet de bénéficier de l'inertie de vos murs l'été pour amortir l'arrivée du front de chaleur. L'hiver, vos murs sont dans votre volume chauffé et rayonne donc à une température plus élevée pour un meilleur confort thermique.

-L'isolation vous permet de réduire les déperditions à travers les parois, Les besoins en chauffage sont diminués et votre facture allégée donc elle permet à la fois de réduire vos consommations d'énergie de chauffage et / ou de climatisation et d'accroître votre confort.

2.2.8 Le vitrage :

Définition du verre : Le verre est un corps solide, non cristallin homogène et l'un des matériaux les plus utiles car il possède de nombreuses qualités. Il est facile à modeler, transparent et peut prendre de nombreuses formes.²³

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

➤ Principaux types de vitrage :

•Verre de base:

-Le simple vitrage: Il s'agit d'un verre obtenu par le procédé de fabrication « Float » est un verre plan, recuit, transparent, clair ou coloré, dont les deux faces sont planes et parallèles.



Figure 19 :simple vitrage
source : Dr Aattache amel
2017

-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

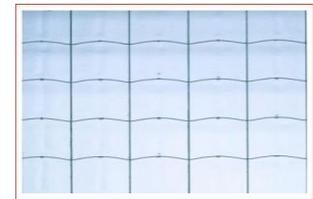


Figure 20 : verre armé
source : Dr Aattache amel
2017

-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 .



Figure 21 : verre imprimé
source : Dr Aattache amel
2017

-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.



Figure 22 : verre profilé
source : Dr Aattache amel 2017

²³ Polycopié : NOUVEAU MATERIAU : LE VERRE DANS LE BATIMENT, Elaboré par Dr. AATTACHE AMEL (Docteur en Génie Civil – Option : Matériaux et Conception des Structures, U.S.T.O ,2017/2018.

•Verres transformés:

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.



Figure 23 :verre trempé
source : Dr Aattache amel 2017

Le verre feuilleté :

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

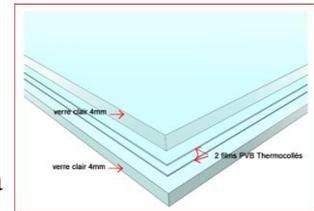


Figure 24 : verre feuilleté
source :Dr Aattache amel 2017

-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 :

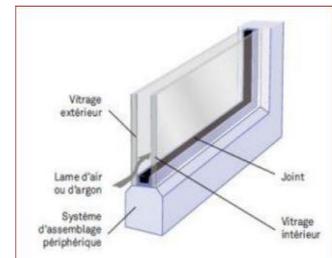


Figure 25 : double vitrage
source :Dr Aattache amel 2017

-Le double vitrage: Le double vitrage consiste à assembler deux feuilles de verres séparées par une lame d'air ou un gaz déshydraté améliorant l'isolation thermique .

-Le triple vitrage : Ce vitrage consiste à améliorer le pouvoir isolant en ajoutant une troisième plaque de verre séparé par deux espaces d'air ou le gaz .Il s'agit aussi d'une augmentation de l'épaisseur totale et du poids du vitrage.

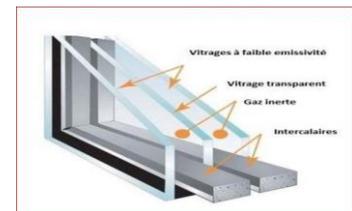


Figure 26 :triple vitrage
source :Dr Aattache amel 2017

-Vitrage à isolation renforcée : Ce vitrage appelé aussi vitrage peu émissif permet de réduire les pertes de chaleur par rayonnement.



Figure 27 : vitrage à isolation renforcée
source :Dr Aattache amel 2017

-Le vitrage pour une protection solaire:

La fonction d'un verre de protection solaire est de filtrer une partie des rayons du soleil qui l'atteint. Le choix du système de protection solaire est multiple.



Figure 28 : vitrage pour protection solaire
source :Dr Aattache amel 2017

➤ **Caractéristiques principales des vitrages :**

•Le coefficient de transmission thermique U_g : La valeur U_g , exprimée en W/m^2K , est le coefficient de transmission thermique par conduction, par convection et par rayonnement au centre d'un vitrage . Plus cette valeur est faible, plus l'isolation thermique du vitrage est importante et moins les besoins en chauffage sont importants.

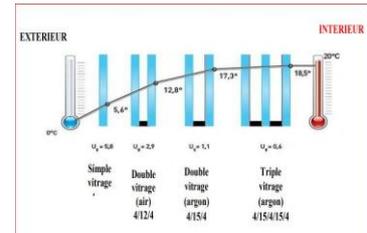


Figure 29: Le confort intérieur en fonction des vitrages et du coefficient de transmission

•La transmission lumineuse TL: La transmission lumineuse TL, exprimée en %, correspond à la quantité de lumière naturelle qui pénètre au travers d'un vitrage. Plus cette valeur est élevée, plus l'éclairage naturel est important et moins le recours à l'éclairage artificiel est nécessaire.

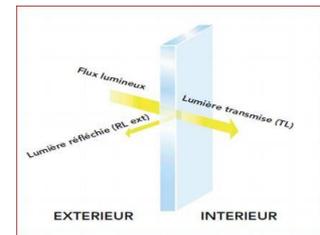


Figure 30 :La transmission lumineuse TL source :Dr Aattache amel 2017

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

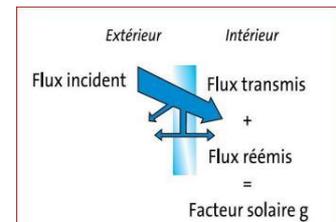


Figure 31 :Le facteur solaire g source :Dr Aattache amel 2017

➤ **Les effets de vitrage sur le confort thermique et la consommation d'énergie :**

•l'utilisation de double vitrage et triple vitrage offre une réduction importante de la consommation et les déperditions thermiques vers l'extérieur.

•Une simple manipulation au niveau de l'ouverture va nous servir à minimiser une quantité importante de la consommation énergétique, et donner aux concepteurs une idée sur l'impact de l'ouverture sur la consommation pour l'exploiter aux conceptions futures.

2.2.9 La protection solaire:

Définition du protection solaire : La protection solaire est un élément clé pour améliorer l'efficacité énergétique et la gestion de la lumière naturelle des bâtiments existants et optimiser la conception des Bâtiments Basse Consommation. Cette technologie est encore sous-utilisée bien qu'elle ait un impact majeur sur la réduction de la consommation d'énergie des constructions et qu'elle améliore le confort thermique et visuel des occupants.²⁴

➤ Objectifs des protections solaires:

- Diminuer les surchauffes.
- Gérer la lumière pour limiter l'éblouissement.
- limiter l'ensoleillement .
- Supprimer l'insolation directe.
- Diminuer les déperditions thermiques de la fenêtre.
- Assurer l'intimité des occupants.
- Éviter la décoloration de certains matériaux.
- traiter la façade du bâtiment .

➤ Types des protections solaires:

•Les protections fixes: Idéalement intégrées au bâtiment, il peut s'agir d'un débord de toiture, d'une terrasse couverte, d'un auvent, d'un balcon, d'une loggia, de lames horizontales ou verticales...

•Les protections mobiles extérieure :Les possibilités de réglage sont l'atout majeur des protections mobiles.

•Les protections mobiles intérieure: Parfois très semblables aux protections mobiles extérieures, il peut s'agir de stores à lames orientables, horizontales ou verticales, d'un rideau occultant, de volets intérieurs... Leur seul intérêt est de protéger contre la trop forte luminosité.



Figure 32 :Une maison conçue pour assurer un bon confort d'été 1. Débord de toiture 2. Balcon 3. Casquette 4. Pergola 5. Contrevents en bois 6. Store extérieur 7. Terrasse végétalisée 8. Treille végétalisée



Figure 33 :Brise-soleil en métal Architecte J.-M. Bardin , source :protection solaire en ligne



Figure 34 :Vélum Architectes J. Sutter et P.-L. Taillandier , source : protection solaire en ligne



Figure 35 :Vélum Architectes J. Sutter et P.-L. Taillandier source : protection solaire en ligne

²⁴ La protection solaire dans les bâtiments a base consommation , Février 2012 , Edition 1

•Les protections végétales : Les plantations de végétaux sous formes diverses (arbres, alignement d'arbustes, plantes grimpantes...) aux endroits appropriés, permettent d'ombrager les constructions.



Figure 36 : Avancée de plancher et végétation Architecte F. Ginocchio ,

source : https://www.les-caue-occitanie.fr/sites/default/files/fichiers/ressource/field_fichiers/protectionsolaire2.pdf

➤ Type de protection solaire selon L'orientation :

•Les protections Horizontales : Les protections horizontales projettent une ombre verticale sur les parois devant lesquelles elles se déploient. Plus le soleil est haut dans le ciel, plus l'ombre couvrira une surface importante de la façade. On les retrouvera donc idéalement sur les orientations sud.

•Les protections verticales : Idéales à l'Est et à l'Ouest, elles permettent de stopper un rayonnement de soleil bas dans l'horizon. Elles protègent notamment les façades l'après-midi, du sud-ouest au nord-ouest. Au sud, elles complètent une protection horizontale à la mi saison, le soleil étant encore bas à son zénith mais

déjà, ou encore, source potentielle de surchauffes à l'intérieur²⁵.

➤ Les effets de protection solaire sur le confort thermique et la consommation d'énergie :

•Protection de l'enveloppe contre la chaleur , Prévoir une bonne isolation thermique de toutes les parois extérieures horizontales et verticales.

•En été, limiter la pénétration du flux solaire énergétique et ainsi éviter autant que possible les surchauffes et/ou limiter les consommations de climatisation ; en hiver, favoriser les apports d'énergie solaire pour diminuer les consommations de chauffage.

•En effet, en été, un bâtiment mal protégé du soleil est le siège de surchauffes, donc de conditions thermiques inconfortables. La conception d'une protection solaire estivale efficace est par conséquent fondamentale pour qu'un bâtiment soit thermiquement et énergétiquement performant.

•Assurer le confort d'été exige de mettre en place une stratégie du froid. Celle-ci consiste à protéger le bâtiment, et particulièrement ses ouvertures, de l'ensoleillement direct afin de limiter les gains directs et revient à ériger des écrans, extérieurs si possible, qui le mettent à l'ombre. Ces écrans peuvent être permanents, amovibles ou saisonniers (végétation). Ils permettent d'arrêter, de réfléchir ou de freiner les flux solaires. Les dispositifs de protection, leurs formes et leurs dimensions dépendent de l'orientation de la surface à protéger, car c'est elle qui détermine la quantité d'énergie solaire incidente.

²⁵ Protection solaire en ligne , https://www.les-caue-occitanie.fr/sites/default/files/fichiers/ressource/field_fichiers/protectionsolaire2.pdf

2.2.10 Energies renouvelables :

Définition de l'énergie renouvelable : Les énergies renouvelables représentent l'ensemble des techniques de production d'énergie dont la mise en oeuvre n'entraîne pas l'extinction de la ressource initiale et est renouvelable en permanence à l'échelle humaine.²⁶

➤ Types des énergies renouvelables :

•Énergie solaire :

Ce type d'énergie renouvelable est issu directement de la captation du rayonnement solaire. On utilise des capteurs spécifiques afin d'absorber l'énergie des rayons du soleil et de la rediffuser selon deux principaux modes de fonctionnement :

Solaire photovoltaïque (panneaux solaires photovoltaïques) : l'énergie solaire est captée en vue de la production d'électricité.

Solaire thermique (chauffe-eau solaire, chauffage, panneaux solaires thermiques) : la chaleur des rayons solaires est captée et rediffusée, et plus rarement sert à produire de l'électricité.

•Énergie éolienne :

Dans le cas de l'énergie éolienne, l'énergie cinétique du vent entraîne un générateur qui produit de l'électricité. Il existe plusieurs types d'énergies renouvelables éoliennes : les éoliennes terrestres, les éoliennes off-shore, les éoliennes flottantes... Mais le principe reste globalement le même pour tous ces types d'énergies renouvelables.

•Énergie hydraulique :

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

Les énergies marines font partie des énergies hydrauliques.

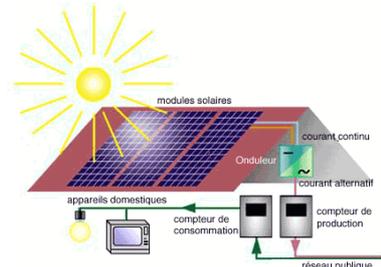


Figure 37 : Energie photovoltaïque
source : <http://www.france-panneaux-solaires.fr/panneaux-photovoltaiques/nergies-renouvelables-les-panneaux-photovoltaiques.html>

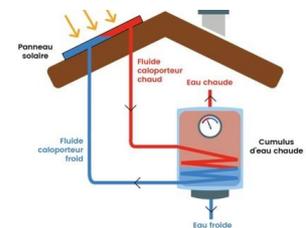


Figure 38 : Energie thermique
source : <http://techno-35-g3.over-blog.com/article-energie-solaire-energie-t-64917565.html>



Figure 39 : Energie éolienne
source :

<http://www.ecobase21.net/Lesmotsduc-limatsmartphone/Energieeolienne.html>

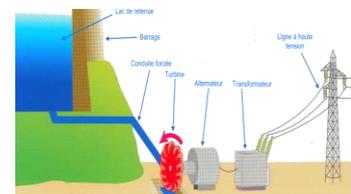


Figure 40 : Energie hydraulique
source : <https://tdcc.fr/fonctionnement-et-caracteristiques.html>

²⁶ Le guide expert du confort thermique « <https://www.climamaison.com/lexique/energies-renouvelables.htm> »

•Énergie de La biomasse :

Le principe consiste à transformer des matières ou déchets renouvelables d'origine végétale ou organique en énergie en les brûlant.



Figure 41 : Énergie Biomasse

source : <https://www.operationsforestieres.ca/biomasse-cultiver-lenergie-de-lavenir-2249/>

•Énergie géothermique :

La chaleur du sous-sol chauffe directement l'eau ou fait tourner les turbines des centrales pour produire de l'électricité.

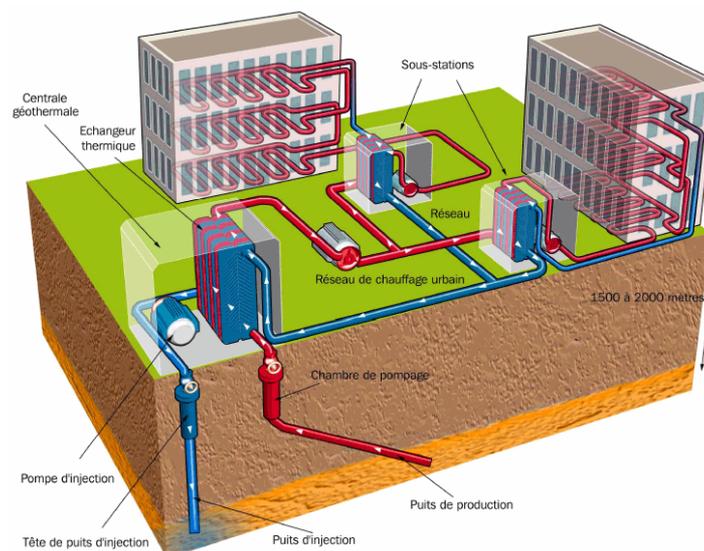


Figure 42 : Énergie géothermique

source : <https://www.notre-planete.info/ecologie/energie/geothermie.php>

➤ Les effets de les énergies renouvelables sur la consommation d'énergie :

•Le bâtiment est considéré comme un secteur économique clé, fortement consommateur d'énergies et émetteur de gaz à effet de serre. On constate que la climatisation et le chauffage consomme une portion non négligeable en matière d'énergies. Pour une meilleure efficacité énergétique des bâtiments, l'exploitation rationnelle et le remplacement progressif des sources d'énergies traditionnelles par des énergies renouvelables, doivent figurer parmi les objectifs de toute politique énergétique viable.

•La conception des bâtiments à faible consommation d'énergie est un processus complexe influent de manière très importante sur le comportement énergétique du bâtiment.

2.2.11 Le patio :

Définition du patio : « cour intérieure, souvent à portique, de maisons de type espagnol. »²⁷

Patio : « cour intérieure fermée d'une maison d'habitation, le patio est en principe de plan carrée et souvent bordé d'une galerie d'accès aux différents locaux d'habitations. »²⁸

➤ Des Maisons a patios a travers L'histoire :

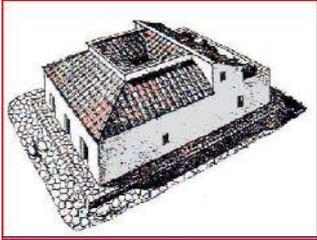


Figure 45 :Plan et coupe transversale D'une maison hellénistique ,Source : L.Vergara G.M.D. Tomasella, 1995

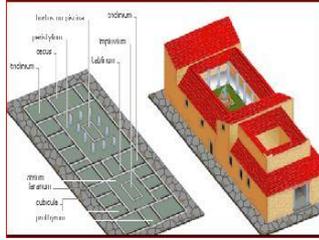


Figure 44 :Domus romain à péristyle (Pompéi)
Source : BOULFANI.W, 2010



Figure 43 :Wast ed-dar d'une maison ozabite
Source : André Ravéreau

➤ Les rôles du patio : Le patio" a souvent fait l'objet de beaucoup d'études, et nombreuse a été la littérature s'y référant. Dans cette cour intérieure se déroule quotidiennement la vie familiale comme en un séjour extérieur intime. Cette cour, qui peut être entourée des pièces séparées ou ouvertes vers lui, contenait sur une de ses côtés l'entrée de la maison et en son milieu une fontaine ou un bassin d'eau « c'est un lieu de vie, de séjour et d'activité »

- Le rôle spirituel : Avec ce principe d'organisation les cieux et les terres, un tout global, cohérent et inter lié l'univers. Cet univers où tout s'efface, pour qu'apparaisse seule et unique.

- Le rôle climatique : Aussi cette ouverture de l'espace vers le ciel est généralement conçue comme un lieu de vie intermédiaire entre l'intérieur et le jardin. Dans le climat tempéré des pays du bassin méditerranéen permet un vécu de durée assez longue dans les espaces extérieurs. Ce dernier permettait ainsi, la vie à l'extérieur, mais ne constituait qu'un puits de lumière pour les climats chauds et aride. Ses dimensions et formes sont ainsi variables en fonction de la situation géographique.

- Le rôle social : Le patio est un lieu de vie familiale, c'est l'espace de communication et de rapports sociaux les plus développés, où se regroupaient toutes les personnes d'une seule famille ou plusieurs (généralement la famille élargie). Durant les fêtes religieuses, les soirées de Ramadan, ou les cérémonies familiales, c'est encore dans le patio ou se feront les rencontres et où se dérouleront les activités spécifiques à ces manifestations.

²⁷ Dictionnaire Larousse

²⁸ le laboratoire CERMA (Tiraoui.L, 1996)

•Le rôle organisationnel : La centralité du patio permettait à tous les espaces qui le bordaient, les chambres, de profiter de manière égale, de l'espace extérieur. Cette forme d'organisation spatiale était parfaite pour la mise en rapport des espaces entre eux, ne laissant ainsi aucun espace isolé.

•Le rôle psychologique : « L'espace intérieur est encore positif et statique au deuxième degré. C'est le cas du patio, de la cour intérieure à l'espace bien défini. Une seule direction reste libre vers le ciel. Notre vision étant horizontale la plupart du temps, cet espace pourrait être parfaitement satisfaisant psychologiquement». ²⁹

➤ 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.

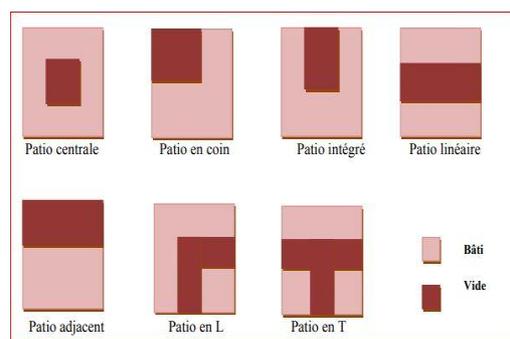


Figure 46 : les différentes positions du patio par rapport à la masse ,

source : Le patio et ses aspects environnementaux

➤ Les effets du patio sur le confort thermique et la consommation d'énergie :

•Concernant l'ambiance thermique intérieure, les échanges thermiques se produisent entre l'enveloppe intérieure (mur entourant le patio) et l'enveloppe extérieure (mur extérieur et toiture). Cet équilibre thermique est le résultat de l'équation : ensoleillement / ombrage / régulation thermique.

•pendant les saisons froides, le patio fait augmenter les gains de chaleur solaire directe dans les chambres qui ont une surface vitrée. en été, 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.

²⁹ Cousin Jean, L'espace vivant, introduction à l'espace architectural premier, Edition Moniteur, 1980, p : 87

2.2.12 L'atrium :

Définition : Dans la maison romaine, l'atrium est une pièce principale à l'origine cette pièce était unique et constituait toute l'habitation. Quand la maison s'agrandit, il y eut une série de chambres annexes, mais l'atrium demeura le centre de la vie domestique. Le père de famille y recevait ses clients et ses hôtes; la mère y travaillait entourée de ses enfants et de ses esclaves³⁰.



Figure 47 : Un atrium à l'époque romaine
source : (Roman Houses, PH-Online, History Learning site)

➤ La conception de l'atrium suit deux stratégies différentes :

-Soit, l'atrium peut-être mis en valeur comme tampon thermique et espace protégé par rapport à l'extérieur, par l'ajout d'une verrière entre deux bâtiments.

-Soit, l'atrium est pensé comme un puit de lumière, il est donc largement ouvert zénithalement.

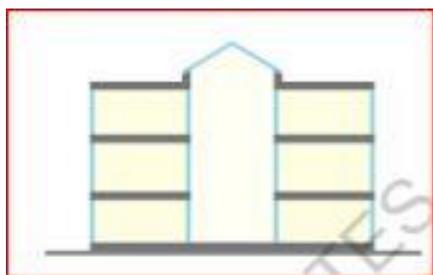


Figure 49 : Un atrium recouvrant deux bâtiments

Source : (la conception d'un atrium, PH-Online, energiepluslesite. be, 2015)

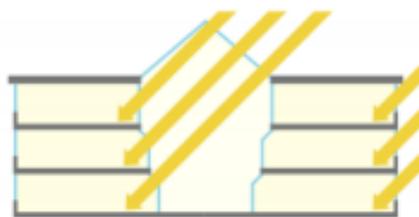


Figure 48 : Un atrium recouvrant le cœur d'un bâtiment

Source : (la conception d'un atrium, PH-Online, energiepluslesite. be, 2015)

➤ Critères de positionnement :

-Les atriums « accolés » servent à marquer et/ou protéger l'entrée d'un bâtiment (fonction de « sas »), ou à couvrir une extension de ce bâtiment.

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

-Les atriums « encastrés » servent avant tout de desserte interne, la fonction d'accès se faisant alors par le bâtiment lui-même qui entoure le volume de l'atrium. On peut citer aussi pour ce type, la création d'une fonction de « centralité », lieu de rencontre privilégié³¹.

³⁰ <http://www.cosmovisions.com/monuAtrium.htm>

➤ 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. De ce point de vue, on se limitera à deux cas³² :

- 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.

➤ Les effets de l'atrium sur le confort thermique et la consommation énergétique :

- 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.
- 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.
- La conception d'atrium est l'une des stratégies pour obtenir un meilleur confort en utilisant moins d'énergie. Par exemple, l'effet de réchauffement et l'utilisation du toit vitré pour l'éclairage naturel réduiraient la consommation d'énergie. Cependant, il faut prendre soin en été pour le refroidissement des zones occupées de l'atrium. En outre, l'effet de tirage induit par la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment donnerait une force motrice pour la ventilation naturelle pour réduire la charge de refroidissement.

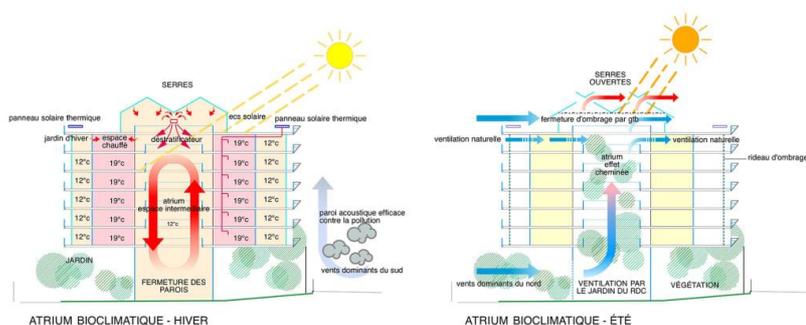


Figure 50 : Atrium Bioclimatique Été / Hiver
source : <https://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=81>

³¹ aicha ghozlane, La contribution de l'atrium dans l'amélioration des performances thermiques des bâtiments tertiaires, thèse de master 2014

³² l'impact de l'atrium sur le confort thermique dans les bâtiments publics, Rahal Samira, 2011

2.2.13 L'orientation d'un bâtiment :

Définition : C'est l'action d'orienter quelque chose, de régler sa position par rapport aux points cardinaux (orientation d'un édifice) »³³

En architecture, l'orientation prend un sens figuré. Elle cherche la disposition d'une construction par rapport à une vue, aux points cardinaux et aux éléments naturels.

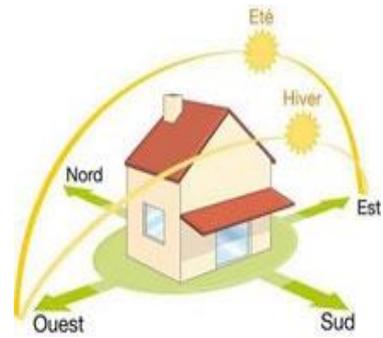


Figure 51 : L'orientation d'un bâtiment **source** :

<https://sites.google.com/site/maisonaenergiepositive/conception-bioclimatique/forme-et-orientation-du-batiment>

➤ Formes et orientation du bâtiment :

Pour optimiser les apports et réduire les pertes de chaleur il vous faudra réfléchir à l'orientation que vous donnerez à votre habitation par rapport à la course du soleil et optimiser la forme de votre logement.

➤ Les facteurs déterminants de l'orientation :

-Le site : La bonne implantation est un facteur majeur influant sur l'orientation de la construction.

-Le vent : C'est un facteur climatique important qu'il dépend le type d'environnement et les obstacles rencontrés.

-L'ensoleillement : Le soleil intervient pour dispenser lumière et chaleur. Une orientation adaptée aux contraintes du bâtiment permet ainsi de réduire les consommations de chauffage et d'éclairage ».³⁴

➤ Les effets de l'orientation sur le confort thermique et la consommation énergétique :

•L'orientation c'est un facteur aide à l'amélioration de l'efficacité énergétique soit d'une nouvelle ou une ancienne construction.

•Une orientation idéale compensée d'une bonne répartition des surfaces vitrées peut améliorer l'efficacité énergétique du bâti.

•L'orientation est une question clé dans la performance énergétique et le confort thermique dans l'architecture durable or sa valorisation assure une bonne insertion d'un bâtiment durable.

•La performance énergétique s'assure par la prise en compte de l'orientation de nos constructions pour assurer un confort optimal des usagers.

³³ Dictionnaire hachette. 2005. p .1161.

³⁴ Liebard A et Deherde, 2004, p.64 a.

2.2.14 Toiture végétalisées :

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.³⁵

➤ Différents types de toiture végétale :

- 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 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. Seul inconvénient, ce type de toiture n'est pas praticable (ne peut être ni cultivé, ni piétiné).

- 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 ».

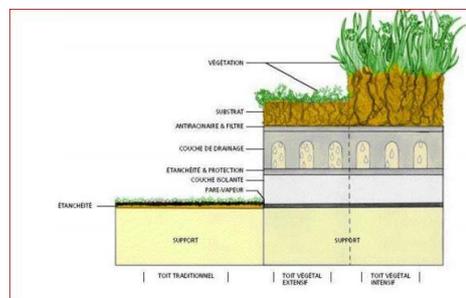


Figure 52 : Différents types de toiture végétale
source : <https://architecteo.com/types-de-vegetalisation.html>

- La végétalisation intensive : Elle disposera d'une épaisseur de terre supérieure à 20 cm. 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.

✓ Les effets de Toitures végétalisées sur le confort thermique et la consommation énergétique :

- Le toit végétal a un effet très important sur la régulation thermique à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments, car il fournit une bonne isolation thermique et peut réduire les charges pour la climatisation supportées par les édifices en phase estivale.

- Il permet une baisse des coûts de climatisation en été, de chauffage en hiver, économie d'énergie.

³⁵ « Toiture végétalisée : Fiche réalisée par l'ALEC / l'AGEDEN Mise à jour août 2016 NR.

2.2.15 Résultat d'une recherche sur les dispositifs architecturaux dans le climat méditerranéen :

Source : (THÈSE Présentée en vue de l'obtention du diplôme de DOCTEUR EN SCIENCES En Hygiène & Sécurité Industrielle Option : Gestion des Risques Par Mr. Sofiane RAHMOUNI , Thème Evaluation et Amélioration Energétiques de Bâtiments dans le cadre du Programme National d'Efficacité Energétique 2019/2020)

➤ Impact de l'orientation :

- En ce qui concerne l'impact de l'orientation du bâtiment, les résultats ont montrés que la demande d'énergie de chauffage annuel minimum était dans la façade sud, avec l'intensité de l'énergie de chauffage estimée la plus faible par 3.152, 11.006 et 0.003 KWh / m2 .

- En outre, la demande annuelle minimale en énergie de climatisation se situait dans la façade nord du bâtiment avec la plus faible intensité de climatisation estimée respectivement à 25 411, 25 984 et 66 257 KWh / m2 ; ceci s'explique par la non exposition aux rayons soleil pour orientation nord.

➤ Impacts de l'isolation thermique :

- L'isolation du toit : permet de diminuer l'intensité énergétique de la climatisation jusqu'à 11,67 %, 17,41 % et 18,88 % pour des épaisseurs respectives de 0,025 m, 0,075 m et 0,1 m de polystyrène , Bien que, l'intensité de l'énergie de chauffage ait diminué à 92,38 %, 80,67 % pour une épaisseur de 0,1 m de polystyrène.

- L'isolation des murs : peut légèrement augmenté l'intensité de l'énergie de climatisation .

- l'intensité de l'énergie de chauffage a diminué avec des épaisseurs différentes de polystyrène jusqu'à 20,24 %.

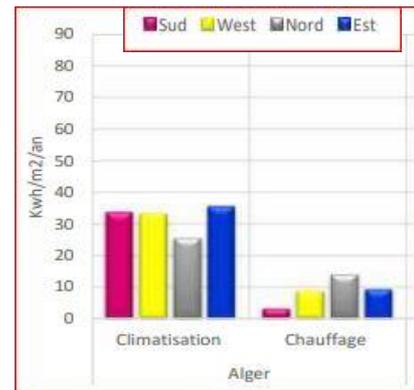


Figure 53 : Effet de l'orientation du bâtiment sur l'intensité énergétique de la climatisation et du chauffage. Source : Mr Sofiane RAHMOUNI 2019 /2020



Figure 54 : Impact de l'isolation thermique de l'enveloppe sur l'intensité énergétique de la climatisation et du chauffage. Source : Mr Sofiane RAHMOUNI 2019 /2020

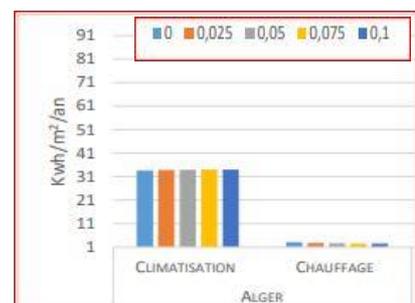


Figure 55 : Impact de l'isolation thermique de l'enveloppe sur l'intensité énergétique de la climatisation et du chauffage Source : Mr Sofiane RAHMOUNI 2019 /2020

•La réflectance solaire : dépend de la couleur du toit ,on peut diminuer l'intensité énergétique de climatisation pour l'option léger avec une capacité d'absorption de 0,45, mais l'intensité énergétique de chauffage a augmenté contrairement à l'option sombre avec un pouvoir absorbant de 0,9, l'intensité énergétique de climatisation a augmenté et l'intensité énergétique de chauffage a diminué.

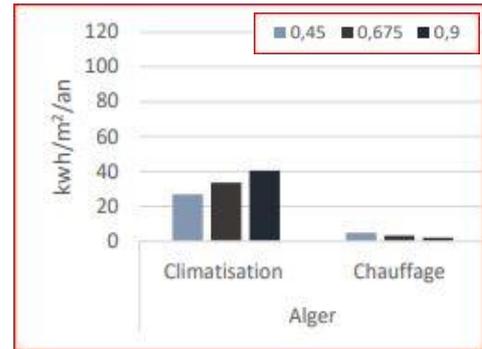


Figure 56 :Impact de l'isolation thermique de l'enveloppe sur l'intensité énergétique de la climatisation et du chauffage Source : Mr Sofiane RAHMOUNI 2019 /2020

➤ Impacts des vitrages et des protections solaires :

•On peut voir que l'intensité d'énergie réduite de la vitre de fenêtre par rapport au résultat du bureau standard arrive jusqu'à 17 %, 14 % et 23 %. l'ombre interne peut diminuer l'énergie de climatisation à 6,3 %, 7,5 % et 6,2 % ,Alors que le chauffage annuel avait légèrement augmenté.



Figure 57 :Impact de vitrage et l'ombrage interne sur l'intensité énergétique de la climatisation et du chauffage Source : Mr Sofiane RAHMOUNI 2019 /2020

•Ensuite, les résultats montre que l'augmentation de profondeur de la nuance externe peut abaisser l'intensité de l'énergie de climatisation à 8,17 %, 9,35 % et 6,56 %, pour la profondeur de 0,5 m alors que l'intensité de l'énergie de chauffage avait augmenté linéairement avec l'augmentation de la profondeur du surplomb.

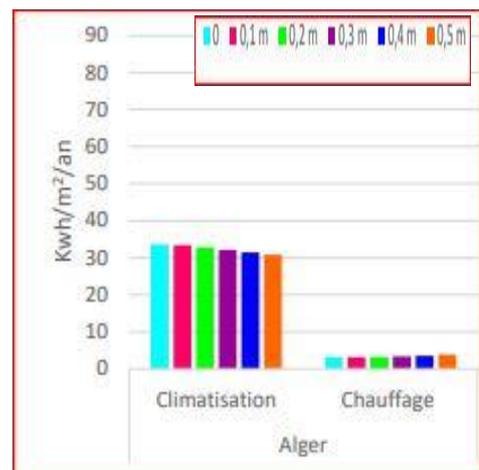


Figure 58 : Impact de la nuance externe de sur l'intensité énergétique de la climatisation et du chauffage Source : Mr Sofiane RAHMOUNI 2019 /2020

- L'effet du patio sur les gains solaire et la demande énergétique : (climat du Rome)
Source : (*L'état de l'art sur l'efficacité thermique du patio , L'étude de Muhaisen.S A et Gadi.B M 2005 .*)

R1 prend les valeurs de : 1, 5, 10 et R2 : 0.2, 1 avec un pas de 0.2

R1=P/H avec : P : représente le périmètre et H : la hauteur du patio R2=W/L avec : W : représente la largeur et L la longueur

- Le refroidissement : Plus (R2) est élevé plus le besoin en refroidissement augmente pour toutes les valeurs de (R1) en notant que ce besoin est maximale pour les formes superficielles (de petite hauteur), le rythme de cette augmentation sera plus petit lorsque $R1 > 5$.

- Le chauffage : Les graphes en besoin de chauffage sont celles du refroidissement, mais d'une façon renversée. Lorsque (R1= 1 et 2) et pour n'importe quelle valeur de (R2), ces valeurs ne provoquent pas une augmentation en besoin de chauffage, mais à partir de (R1 >

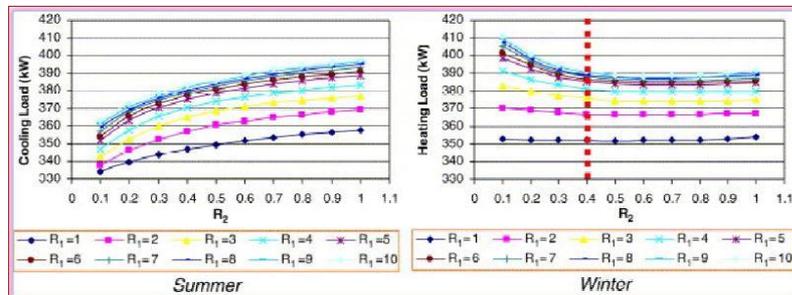


Figure 59 : Effet de changement des ratios du patio sur les besoins annuels de refroidissement et de chauffage. Source : Muhaisen.S A et Gadi. B M, 2005

2) et (R2) inférieur à (0.4) on remarque un développement remarquable.

- Été : La quantité d'énergie pour le refroidissement est influencée par l'ombre portée par les murs du patio surtout pour les valeurs R1 entre 1 et 5, c'est-à-dire plus la hauteur est élevée et le taux d'ouverture est petit, on aura moins de consommation énergétique pour le refroidissement.

-Hiver : Si on tient compte de l'ombrage des parois du patio, la quantité d'énergie pour le chauffage est plus élevée, ce qui s'explique par le refroidissement des parois par l'effet de l'ombre. Lorsqu'on néglige ce dernier, l'énergie fournie pour le chauffage est moins élevée. On a aussi, plus la hauteur est peu profonde avec un taux d'ouverture au ciel important, on aura plus d'énergie à consommer pour le chauffage, ce qui explique l'effet des déperditions thermiques sur la consommation énergétique.

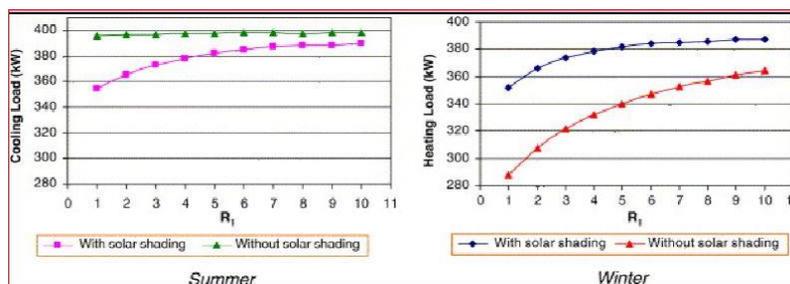


Figure 60 : Effet de changement de la hauteur et l'ouverture au ciel sur les besoins énergétique de refroidissement et de chauffage Source: Muhaisen.S A et Gadi. B M, 2005

Chapitre 02 : Etat de l'art

- Impacts des matériaux de construction sur la consommation énergétique :

Source : (7th International Conference on Thermal Engineering: Theory and Applications May 6-8, 2014, Marrakesh-Morocco ,BOURSAS Abderrahmane ,MAHRI Zine Labidine)

Le bâtiment a une surface de 80 m² , pour un volume de 240 m³ dans la ville de Constantine.

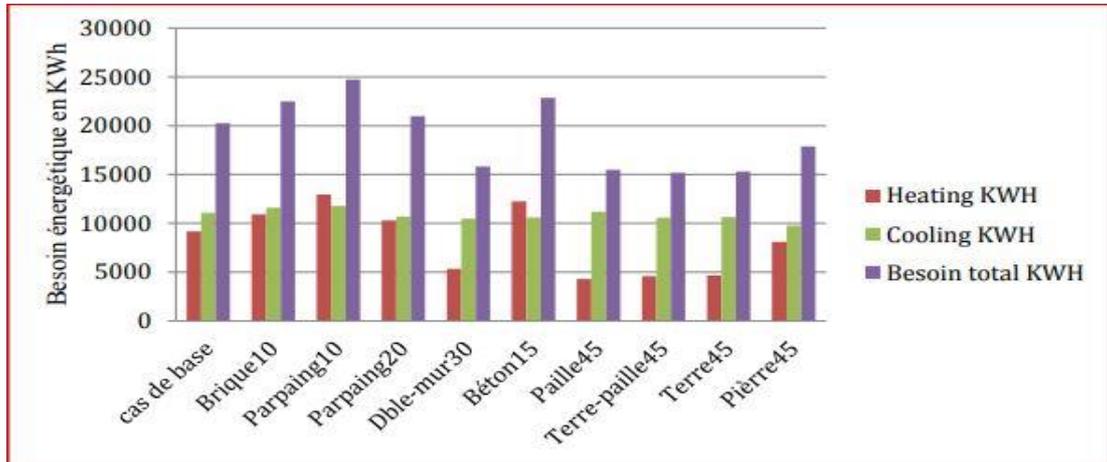


Figure 61 :Besoin énergétique annuel (Types des matériaux)
source : BOURSAS Abderrahmane ,MAHRI Zine Labidine),2004.

Besoin énergétique (KWh)	Brique (15cm) (base)	Brique (10cm)	Parpaing (10cm)	Parpaing (20cm)	Double murette (30cm)	Béton (15cm)	Paille (45cm)	Terre-paille (45cm)	Terre crue (45cm)	Pierre (45cm)
Chauffage	9180	10910	12940	10300	5334	12250	4125	4579	4652	8105
Climatisation	11060	11590	11780	10690	10470	10600	10950	10580	10640	9760
Besoin total	20240	22500	24720	20990	15804	22850	15075	15159	15292	17865
Performance énergétique	253,00	281,25	309,00	262,38	197,55	285,63	188,44	189,49	191,15	223,31
Energie économisée (%)		-11,17	-22,13	-3,71	21,92	-12,90	25,52	25,10	24,45	11,73

Tableau 1 :Besoin énergétique annuel (Types des matériaux)
source : BOURSAS Abderrahmane ,MAHRI Zine Labidine),2004

Le choix du type du matériau de construction c'est révélé fondamental dans la détermination du besoin énergétique total, en effet les résultats de la simulation ont montré que lors de l'utilisation de la botte de paille comme matériau de construction le gain énergétique peut atteindre jusqu'à 25,52%, alors que l'emploi du parpaing peut engendrer une baisse de la performance énergétique de pas moins de 22,13%. L'intervalle de l'impact du choix des matériaux de construction sur le besoin en énergie utile, peut atteindre jusqu'à 50%.

-Le parpaing (l'un des matériaux les plus utilisés) a une performance énergétique lamentable contrairement à la double murette en brique creuse qui a un gain énergétique de 21,92%.

-Le détail des résultats montre que, le premier résultat doit être nuancé. En effet il faut intégrer d'autres paramètres qu'il faut retenir séparément: les besoins en climatisation et en chauffage. Sachant que l'énergie finale pour la climatisation est beaucoup plus importante, les matériaux qui privilègent le rafraîchissement passif tout en abaissant le besoin de chauffage sont les plus performants. Cette particularité va être confirmée grâce à l'optimisation finale qui retiendra les matériaux suivants : la botte de paille, le mélange terre crue paille, la double murette en brique et la pierre ; car leurs taux de gain sont proches. D'un autre côté quand certains matériaux minimisent le besoin en chauffage passif les autres favorisent le rafraîchissement.

✓ Effets des toitures végétalisées sur le confort thermique :

Source : (*Conférence IBPSA France-Arras-2014 Tarik Atik , Karima Mehaoued , Aicha Boussoulim ,Thème : Effets des toitures vertes sur le microclimat urbain à Alger*).

Pour étudier l'indice de confort thermique PET, nous avons utilisé le programme PET pour évaluer le confort thermique au-dessus des toits verts. Afin d'évaluer cet indice au-dessus des toitures, nous avons choisi l'emplacement des récepteurs C4 et C5. Pour le premier, les résultats sont presque semblables pour les deux scénarios où l'écart arrive au maximum à 0,12°C vers 9h00. Pour le récepteur C5, la végétalisation a permis une réduction notable du PET (-5,64°C) à 9h00 et l'amélioration de la sensation thermique de "Chaud" vers "Doux", ce qui est dû à la réduction de la MRT.

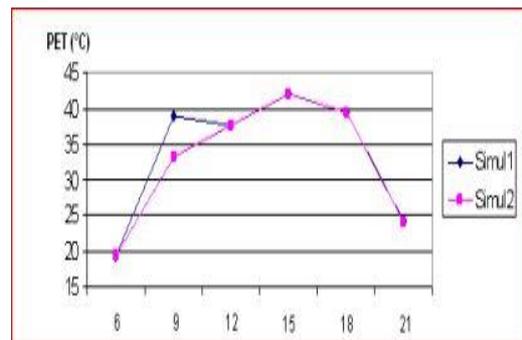


Figure 62 : PET des scénarios simulés / Récepteur C5

source : Tarik Atik , Karima Mehaoued , Aicha Boussoulim 2014

Tandis que pour le reste de la journée, l'évolution des deux courbes de PET est presque similaire. S'agissant du confort thermique au-dessus du sol, l'évolution de l'indice PET est semblable pour les deux scénarios au niveau du récepteur C2 et l'écart entre les deux valeurs reste minime sauf à 12h00 où nous avons enregistré une différence de 2,07°C

Bien que l'amélioration du confort thermique soit peu importante, nous avons enregistré pour les emplacements C5 et C2 des réductions notables du PET respectivement à 9h00 et à 12h00. Ceci nous a démontré que la toiture verte peut participer dans l'amélioration du microclimat tout en étant dépendante de ses propres caractéristiques, du microclimat et de la configuration urbaine. D'ailleurs, Uttara P., Chalfoun N.V. (2008) ont utilisé l'ombre comme dispositif contribuant dans l'amélioration du confort au-dessus des toits verts. De même qu'Alexandri E., Jones P. (2008) ont associé les toitures vertes aux murs végétalisés pour obtenir un meilleur indice de la PET au-dessus du sol.

2.3 Thématique spécifique :

2.3.1 Définition d'habitat :

Définition : « L'habitat est le cadre et les conditions de vie d'une population en général, et en particulier mode de groupement des établissements humains. En milieu urbain part d'un tissu bâti spécialement affecté au logement des habitants associée ou non avec d'autres fonctions »³⁶

Habitation : « Une maison est un fait humain et même au lieu des contraintes physiques les plus sévères et avec des techniques limitées l'homme a construit selon des modes si divers ne peut les attribuer qu'au choix, ce qui impliquent des valeurs culturelles»³⁷

2.3.2 Historique :

L'habitat semble être l'un des concepts les plus anciens de l'humanité. L'appartement de notre immeuble moderne n'est qu'un maillon au bout d'une longue chaîne. Cette longue chaîne a même commencé avant qu'un homme de l'âge de pierre ne construise sa grotte en construisant un mur extérieur et en utilisant une peau tendue pour séparer et couvrir l'intérieur de sa maison.

Les maisons en bois, en rondins ou en planches, sont courantes en Europe du Nord et de l'Est, en Asie et en Amérique. Ses ancêtres étaient le cercle de branches plantées sous terre par les peuples de l'âge de pierre, puis recouvertes de feuilles et de peau.

C'est à l'âge du bronze que l'humanité a développé toutes les possibilités offertes par le bois. Il a construit des murs à colombages et a commencé à utiliser du mortier. En 2000 avant JC, les briques cuites sont apparues pour la première fois dans les plaines mésopotamiennes. Mais le besoin de religion, de prestige et de plaisir, le besoin de concentration urbaine produisirent peu à peu la technologie architecturale.

2.3.3 Types d'habitat:

Le type selon le mode de construction ou de production des logements :

- L'habitat planifié : Autrement dit cités planifiées, cités de grands chantiers ou ensemble d'habitats où le processus de la conception, le financement et la réalisation des logements est confié, soit à un seul intervenant soit à un nombre restreint d'intervenants sans qu'une intervention directe des futurs habitants soit possible.
- L'habitat administré : C'est un type d'habitat construit par des particuliers qui sont responsables de la construction des logements et de ses éléments complémentaires sous le contrôle d'une administration.

³⁶ Choay Françoise et Merlin Pierre, Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement, Presses Universitaires de France PUF, 2010, p391.

³⁷ Rapoport Amos, Pour une anthropologie de la maison, Collection aspects de l'urbanisme, éd : Dunod, Paris, 1972, p67

•L'habitat des populations à faible revenu (Social) : Ce type d'habitat n'est pas soumis à la volonté de l'administration d'où il se développe généralement en toute illégalité. En fait ce type résulte d'un besoin d'un grand nombre d'individus qui ne disposent pas des mens financiers nécessaires pour se permettre un logement convenable³⁸.

2.3.4 *la typologie de l'habitat :*

•Habitat individuel: L'habitat individuel désigne une maison, une villa, un pavillon ou bien toute autre forme vernaculaire qui est destinée à être habitée par une seule famille. Ce type d'habitat se caractérise par une largeur et une hauteur de la façade, un espace non bâti de la parcelle (jardin ou parc lorsqu'ils existent), ainsi qu'une superficie intérieure de 120 m² variables.

•Habitat collectif : L'habitat collectif est tout immeuble d'habitation de plusieurs étages comportant chacun des unités d'habitation appelées appartements servant de logement à plusieurs ménages distincts.

•Habitat semi collectif (habitat intermédiaire) : Cet habitat tente de donner à un groupement d'habitations le maximum de qualités de l'habitat individuel comme le jardin privé, la terrasse, le garage, l'entrée personnelle,... Il est en général plus dense mais il assure quand même l'intimité pour les habitants. La hauteur est limitée en général à trois (03) étages.

2.3.5 *Habitat semi collectif :*

Le 9 août 1974, une circulaire de la Direction de la Construction définissait « l'habitat social intermédiaire » par la possession d'un accès individuel, d'un espace extérieur privatif égal au quart de la surface du logement et d'une hauteur maximale rez-de-chaussée plus trois étages. »

2.3.6 *Les avantages de l'habitat semi collectif :*

Un accès individualisé, un espace extérieur privatif et un nombre de logements limités. L'attrait majeur de ces logements réside principalement dans leur individualisation. S'ajoute à cela une architecture originale offrant des qualités d'usages proches de l'habitat individuel.

2.3.7 *Réglementation de l'habitat Semi collectif :*

Au regard de la réglementation, l'habitat l'intermédiaire n'existe pas. Seules deux catégories existent : l'habitat individuel et l'habitat collectif. Le code de l'habitation et de la construction considère la superposition de plus de 2 logements (avec ou sans partie commune) comme une caractéristique de l'habitat collectif, on applique alors la réglementation des immeubles collectifs aux logements intermédiaires

³⁸ Les déterminants de la qualité de l'habitat à Kinshasa. Approche par le modèle Biprobit (Probit Bivarié) par Christian OTCHIA SAMEN Université de Kinshasa (UNIKIN) - Licencié en économie mathématique 2006.

2.3.8 Des possibilités d'imbrications :

De nombreuses superpositions et imbrications peuvent être imaginées dans l'habitat intermédiaire. Il n'y a pas de règle concernant le nombre de logements assemblés et c'est pour cela que chaque projet est différent et peut s'adapter au contexte.

2.3.9 Les espaces extérieurs de qualité :

- L'avantage d'un appartement avec « jardin » L'atout majeur de l'habitat « intermédiaire » réside dans son offre en espaces extérieurs privés.

- Une intimité préservée Selon la façade sur laquelle ils sont disposés, les balcons et les terrasses peuvent soit être à la vue de tous, soit ménager l'intimité des De la même manière, les jardins positionnés en pied d'immeuble seront moins visible s'ils ne font pas face à la rue.

Exemples d'habitat intermédiaires :

Internationale :



Figure 65 : Les Torcols , Numéro impaire
source : Habitat intermédiaire en centre Est



Figure 64 : Les Teppes 3
source : Habitat intermédiaire en centre Est

National :



Figure 67 : Habitat semi collectif a wilaya de Médéa
Source : Bureau d'étude de l'architecte Mr safar zitoun



Figure 66 : Habitat semi collectif a Wilaya de Médéa
source : Auteur

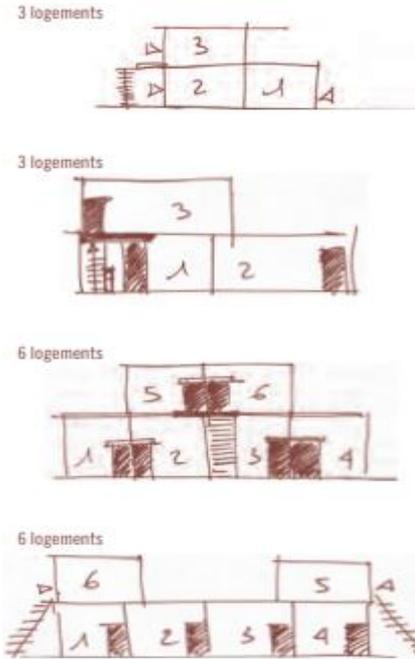


Figure 63 Des possibilités d'imbrications nombreuses , source : https://www.audiar.org/sites/default/files/documents/editeur/etudes/fu_hab_intermediaire.pdf

2.3.10 Analyse des Exemples :

Fiche technique

Situation : se situe a l'entrée nord-ouest de la ville de TAHER de la wilaya de JIJEL

Entreprise : Entreprise ENAVA

Date de construction : 2008

Nombre des unités : quatre unités

Nombre des logement : 66 logement

60 F4 , 6 F3 .

Situation :

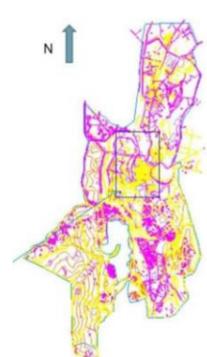
La cite ENAVA située dans le périmètre urbain de la commune de TAHER , elle est limitée par :

Au nord: constructions individuelles

Au sud: lotissement EL MKAADA

A l'est: CHAABA

A l'Ouest: la cite résidentielle de la sonelgaz



Les données climatiques :

La précipitation : Le site reçoit des précipitations importantes de l'ordre de 800 à 1000 mm/an

Les vents : Le site est généralement traverse par des vents de Direction N.N.O et S.S.E.

La température : La température moyenne annuelle est de l'ordre de 18c hiver 12.3c, été 23.8c) avec une valeur maximum moyenne de 30c au Aout et une valeur minimum moyenne de 8c dans les mois de Janvier et Février.

L'humidité: Les valeur moyennes d'humidité son général très élevées tout l'année. Le minimum est de 68% il s'observe au mois de mars et le maximum 76% au Janvier

Etude de projet :

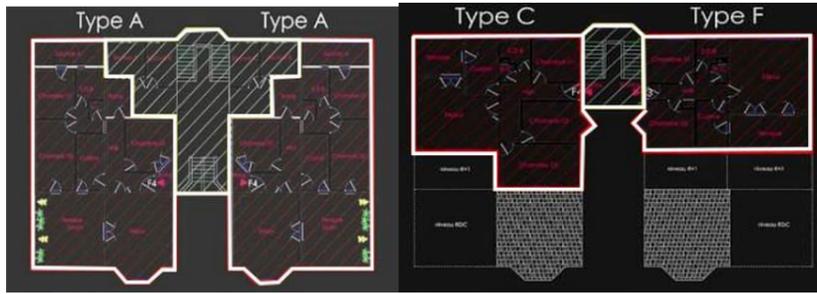
La cite ENAVA est un ensemble d'habitat de type semi-collectif constitue de 66 logements, 60 F4 et 6 F3.

La cite est formée par quatre unités comportant 11 blocs répartis comme suit :

02 unités comportant chacune 04 blocs

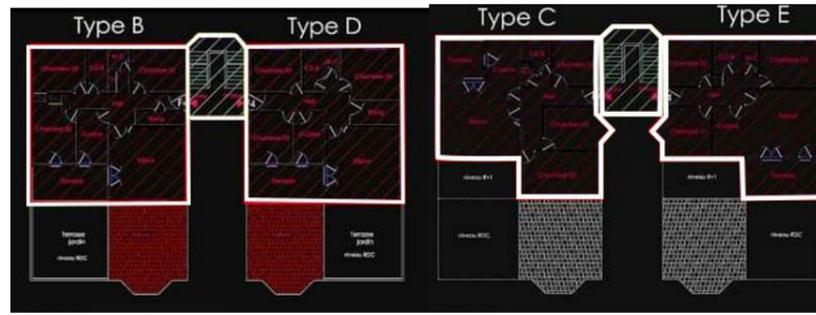
01 unité comportant 02 blocs

01 unité comportant un seul bloc.



Etude du plan de masse :

L'ensemble de ces quatre unités est aménagé de de la manière suivante :



PLAN DE MASSE

Hiérarchisation des espaces :

La cellule est partagée en deux parties

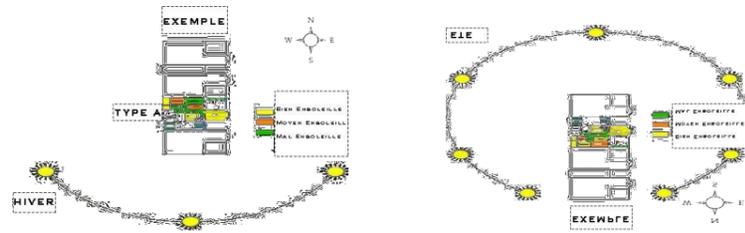
Partie privé qui compte tous les espaces intérieurs de chaque logement

Partie commune dans chaque bloc qui compte l'entrée et l'escalier et séchoir .



Etude du confort :

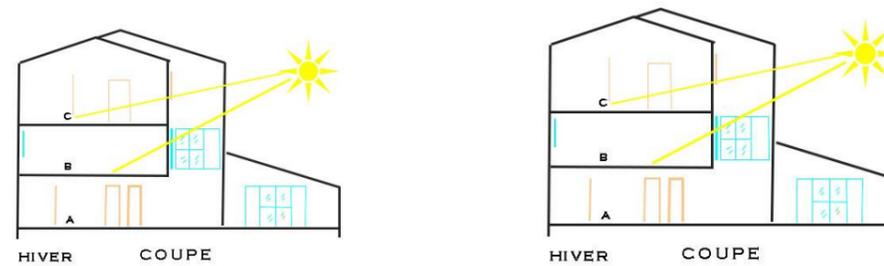
Ensoleillement : La dispositions des espaces permet de bien ensoleiller les espaces (séjour et les chambres)



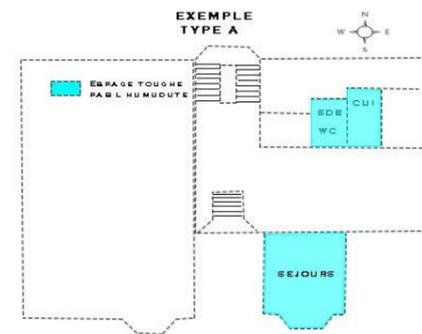
On remarque que l'ensoleillement des espaces de circulation et les rangement n'est pas a la hauteur par rapport aux autres espaces.

en été on remarque que les trois niveau de la cellule sont bien ensoleille.

en hiver on remarque que seuls deux niveau (R+1 et R+2) sont bien ensoleille



Confort thermique : On remarque que il y a des espaces dans la partie lest de la cellule qui touche par l humidité (cuisine, S.D.B , W.C , séjour)

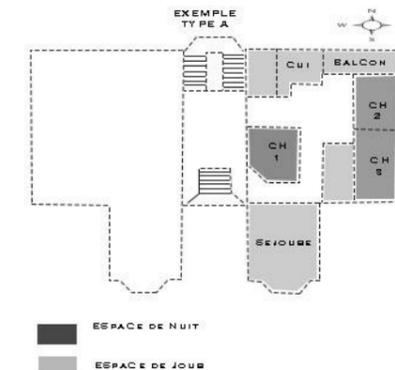


Type B et type C il y a une Certain séparation entre Espace de jour et espace nuit.

Type A et type D et type E Il Ya aucune séparation entre espace de jour et espace

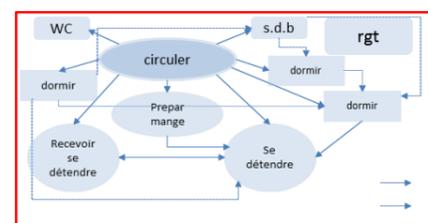
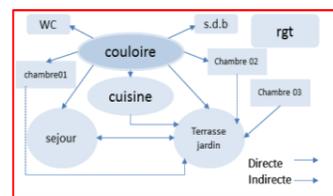
Cette disposition (la séparation entre les deux parties) permet d'assurer le maximum pour les espaces nuit

(Confort acoustique)

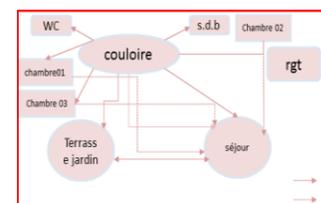


Etude de trois logements :

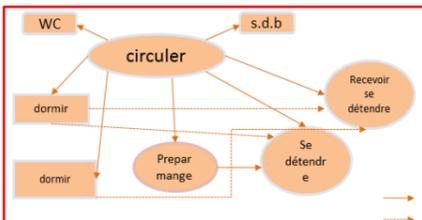
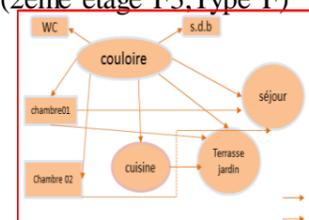
Organogram spatial: (RDC F4 , type A)



(1 er étage F4, Type D)



(2eme étage F3, Type F)



2. Analyse des programme

désignation	Type A	Type B	Type D	Type C	Type E	Type F
	F 4	F4	F4	F4	F4	F3
Séjour	28.19 m2	25.86 m2	26.31 m2	23.24 m2	23.72 m2	26.30 m2
Chambre 01	11.90 m2	10.86 m2	10.89 m2	09.00 m2	10.02 m2	09.00 m2
Chambre 02	15.45 m2	12.58 m2	12.58 m2	10.87 m2	09.00 m2	09.48 m2
Chambre 03	10.94 m2	11.75 m2	11.75 m2	14.72 m2	12.66 m2	-- --
cuisine	08.12 m2	07.19 m2	07.19 m2	07.77 m2	06.78 m2	06.11 m2
Salle de bains	04.65 m2	04.20 m2	04.20 m2	03.67 m2	04.26 m2	03.62 m2
W.-c.	01.29 m2	02.31 m2	02.31 m2	01.29 m2	01.86 m2	01.28 m2
Placards	14.75 m2	13.97 m2	13.97 m2	11.18 m2	09.19 m2	07.72 m2
Rangement	05.27 m2	03.54 m2	03.54 m2	-- --	00.52 m2	-- --
Séchoir A	07.40 m2	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --
Séchoir B	06.64 m2	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --
Terrasse couverte	08.64 m2	13.15 m2	13.97 m2	07.36 m2	13.15 m2	13.5 m2
Terrasse jardin	27.25 m2	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --
Surface totale	131.00 m2	105.11 m2	105.06 m2	89.10 m2	91.19 m2	76.66 m2

Synthèse: Apres cette analyse on vue qu'il y des inconvénients et de avantages au niveau de ce projet :

Les avantages :

Quartier isolé du centre-ville d'où le calme absolu

L'ensemble des blocs est bien ensoleille

Bonne accessibilité

L'existence des terrasses jardins dans chaque logement

La dégradation des niveaux qui donnent un différent charme surtout au niveau de la façade

Les inconvénients:

L'absence des équipements urbain, Les espaces verts non aménage.

Manque des parkings aménage.

L'absence des ouvertures dans le WC au niveau de RDC

L'existence des cours commune pour les habitants de chaque bloc.

Fiche technique :

Adresse de l'opération: ZAC de la varenne

1-8 rue jacques privet 63300 Riom

Maitre d ouvrage:1992

Maitre d œuvre : jean Claude marquet

Nombre de logements et programme:

37logement,dont 28 en intermédiaire et

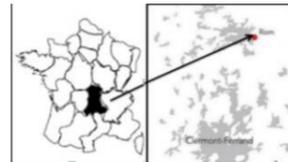
Par surface 14 t3 et 14 T4

Surface de la parcelle:2222m2 environ



Situation :

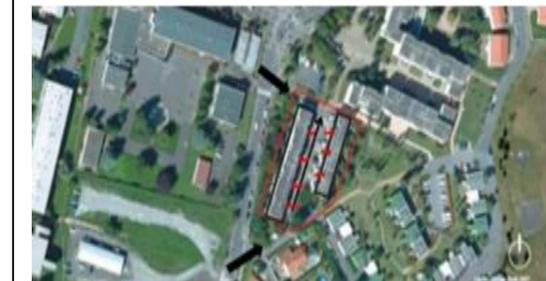
Ces logements intermédiaires se situent au centre-est de la France exactement dans la ville de Riom fait partie d'une ZAC de 11 hectares dont elle tire le nom: la varenne.



Etude du plan de masse :

Deux bâtiments composés de 4 et 3 modules identiques,

Regroupant chacun 4 logements imbriqués en duplex se font face et forment une rue centrale



→ Accès mécanique
→ Accès piétons

Analyse volumétrique :

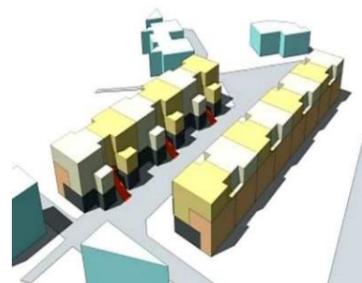
La volumétrie est simple mais

Une imbrication complexe: les

garages au rez-de-chaussée,

Duplex imbriqués symétrique

Et inverses



Il s'agit de deux petits immeubles

Collectifs, les modes d'accès c'est-

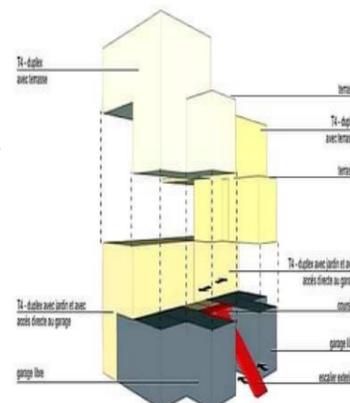
A dire les escaliers sont

Perpendiculaires à la façade,

des duplex

Avec jardin et avec accès droit

au garage.



Analyse de la cellule:

Cet habitat est composé d'un module de

Quatre logements imbriqués, deux F3 en

Duplex accessible depuis le rez de chaussée

,et deux F4en duplex accessible à l'étage les

Entrées bien que dissimilées et en retrait par

rapport aux Escaliers d'accès sont mis en

Valeur par le dessin de la façade qui rappelle

Un imposant porche urbain

Analyse spatiale :

Identification des espaces intérieurs :

Les duplex accessibles de plain-pied au RDC sont de conception classique :séjour et cuisine et un garage, deux chambres et une salle de bain à l'étage , on pénètre d'abord dans la partie nuit au 1^{er} étage avant d'arriver aux espaces jours située au deuxième étage (séjour, cuisine et une chambre)



Façade principale

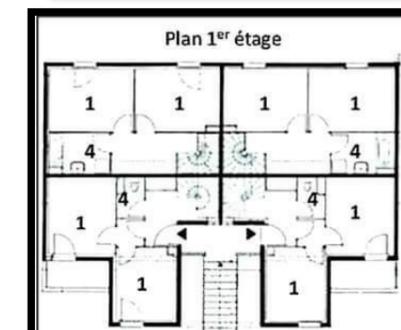
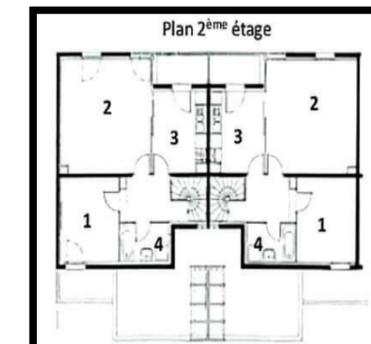
Au rez de chaussée on trouve des garages libres dans chaque cellule et un jardin à l'arrière de chaque logement

1-chambre

2-sejour

3-cuisine

4-salle de bain



. Les espaces jours et les espaces nuit:



Au 1^{er} étage on trouve seulement les espaces nuit et les espaces Jours au 2^{eme} étage



Hiérarchisation des espaces :



Analyse des façades :

Élévation sur la rue centrale, l'ensemble est composé d'un modèle de quatre logements imbriqués qui se répète. L'utilisation d'un seul type d'ouvertures en horizontal.

Une vue sur l'extérieur :

Vue sur les terrasses prolongeant les cuisines, il est regrettable que ne soient pas de tailles suffisantes pour permettre une réelle appropriation

et un usage confortable, le séjour attenant ne dispose pas d'accès direct à cet espace.



De grands proches éclairent zenitalement abrités, les cheminements et les paliers des logements.



**CHAPITRE 03 :
ELABORATION DU
PROJET**

3 Chapitre 03 : Projet

3.1 Présentation de site d'intervention :

3.1.1 Situation :

- À l'échelle de territoire :

L'aire d'intervention située au Nord de l'Algérie dans la wilaya d'Alger.



Figure 68 : situation d'Alger ,
source : Google Earth

- À l'échelle régionale :

Situé dans la ville de Sidi Abdallah à l'Ouest d'Alger, qui est limitée au Nord et Est par la wilaya d'Alger, au Sud par la wilaya de Blida et à l'Ouest par la wilaya de Tipaza .



Figure 69 : Situation de La ville de Sidi Abdallah. Source :auteur

- À l'échelle communale :

Notre site situé à l'ouest de La ville de Sidi Abdallah dans le quartier Résidentiel Q27 au cœur du Parc Central qui occupe une superficie de 1 150 600 m².

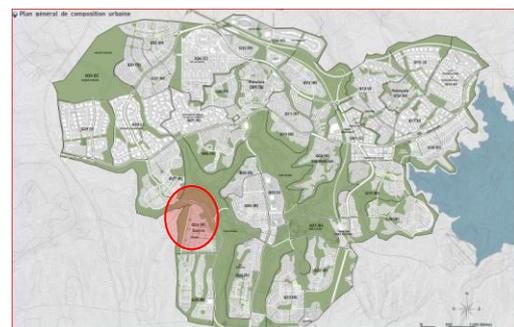


Figure 70 : Situation du Quartier
source : établissement public pour l'aménagement de la ville nouvelle de Sidi Abdallah

- L'aire d'intervention est limitée :

-Au Nord par des Habitats mixtes

et le Boulevard Magistral .

-À l'ouest : par un parc.

-À l'est ,sud : par des Zones vertes .



Figure 71 : Situation d'aire d'intervention
source : établissement public pour l'aménagement de la ville nouvelle de Sidi Abdallah

3.1.2 Accessibilité :

Accessibilité Mécanique se fait par :

Trois routes principales :

Boulevard de Magistrale de 35 m. █

Route de chaussée de 10 a 20 m : █

Route de chaussée de 8 m : █

Nœud 

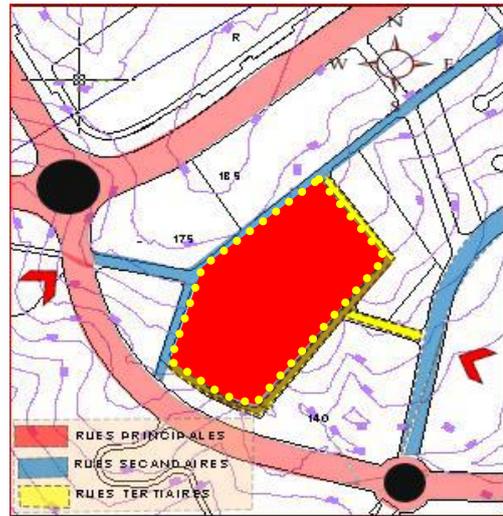


Figure 72 Accessibilité au site
Source : Auteur

3.1.3 Morphologie du terrain :

La surface du terrain est 26000 m²

Le site prend une forme irrégulière .



Figure 73 : Morphologie du terrain ,
source auteur

3.1.4 Topographie :

Le site est pour l'essentiel constitué de collines basses.

Nous avons fait deux coupes sur le terrain .

La première est orienté Est_ ouest AA'.

La deuxième est orienté Nord Sud BB' .

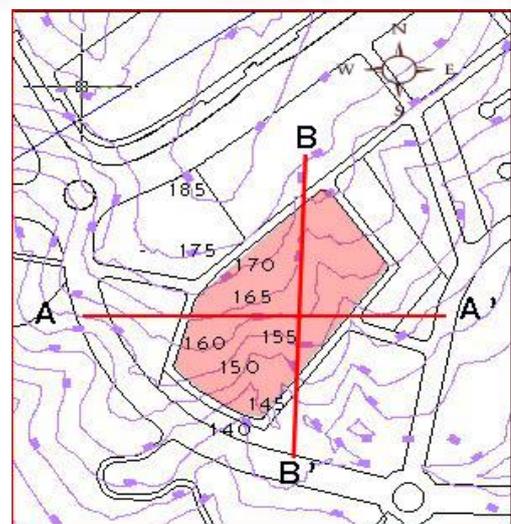


Figure 74 : Les coupes du terrain
source : auteur

Coupe transversale AA' :

La coupe transversale, montre que le terrain a une pente moyenne de 10.7 , 15 .4% ,dont l'altitude se varie entre (169m comme valeur minimale et 178m comme valeur maximale) selon une distance de 221m.



Figure 75 Coupe AA , source Google Earth

Coupe Longitudinale BB' :

La coupe longitudinale, montre que le terrain a une pente moyenne de 5.9%_ 21.5% , dont l'altitude se varie entre (158m comme valeur minimale et 186m comme valeur maximale) selon une distance de 237 m.



Figure 76 : coupe BB source : Google Earth

Etude géotechnique du site prioritaire :

Présence dominante d'argiles et de marnes couvrant l'ensemble du site .

Les sols sablo-limoneux de couleur rouge sont également présents mais nettement minoritaires (couverture et épaisseur limitées).

Les sols les plus rencontrés peuvent être ainsi classifiés : argiles sahéliennes, marnes de Cochicar et Terebratula Ampulla, sables dits "de Fouka" ou "de Kolea",

Synthèse : Notre terrain est accidenté alors on doit utiliser le demi niveau avec des terrassements (plateformes) pour bien organiser notre projet .

3.1.5 Environnement Immédiat :



Figure 78 : Habitats collectif R+ 9 ,
source : auteur



Figure 77 : constructions illicites sur un terrain
proposé pour des habitats mixtes ,
source : auteur

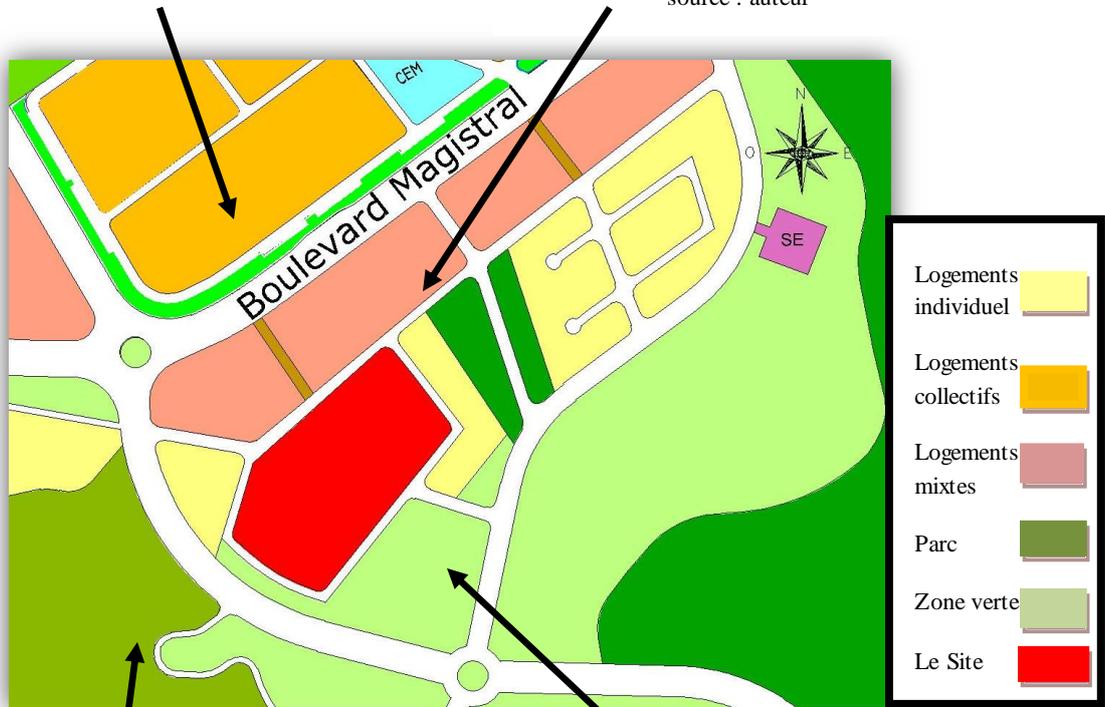


Figure 79 : Environnement immédiat
source : nouveau master plan d'aménagement avril 2016



Figure 81 : Parc,
source : auteur



Figure 80 : Zone verte ,
source : auteur

3.1.6 Typologie d'habitat :

	Type de bâtiment	CES	COS
Habitat	<ul style="list-style-type: none"> • Maison mitoyenne, immeuble collectif et semi collectif • Villa, appartement 	0.4	Villa : 0.5 à 0.8
Hébergement hôtelier			Immeuble d'habitation : 1.2
Bureaux			Immeuble mixte : 1.5
Commerces			
Autres activités			
Services et équipements publics ou collectifs	Ensemble multifonctionnel (mixed use)	0.4	Non réglementé

Tableau 2 Typologie d'habitat

source : Etablissement public pour l'aménagement de la ville nouvelle de sidi Abdallah

3.1.7 Règles d'urbanisme :

- Chaque opération de plus de 50 logements doit répondre aux critères suivants : 15 % d'espaces réservés aux commerces, services et équipements publics, 35% d'espaces verts (y compris les aires de jeu) et d'espaces publics afin d'inscrire la répartition des îlots dans un système paysager et promouvoir de nouvelles typologies d'habitations en harmonie avec la topographie du site.
- Des espaces sont réservés pour l'intégration des équipements publics propres au fonctionnement de la ville nouvelle et à la vie des quartiers.
- Les zones où les pentes sont \geq à 10% doivent satisfaire à des conditions particulières de construction. Les zones dépassant les 30 % de pente sont définies comme inconstructibles

3.1.8 Dispositions de composition urbaine :

- Le type de construction à favoriser est celui du logement semi-collectif compact et aéré et du logement individuel en harmonie avec la topographie du site. Les logements sont disposés de manière étagée et en terrasses afin de maximiser la vue vers la vallée depuis chaque unité d'habitation.
- La conception des habitations doit s'inspirer des typologies architecturales méditerranéennes : loggias, terrasses, patios, logements en duplex ,etc.
- Les cheminements piétonniers et cyclables doivent faciliter les liaisons douces vers le village de Mahelma et entre les nouveaux quartiers résidentiels à partir des coulées vertes aménagées.

3.1.9 Orientations d'aménagement :

- Relier les espaces naturels adjacents au site avec les espaces verts définis au sein des programmes immobiliers afin de créer des couloirs favorisant le développement de la flore et participer à la création d'un microclimat dans les quartiers résidentiels.
- Minimiser les terrassements par une implantation des constructions en gradins le long des versants les plus raides

3.1.10 La végétation :

Notre site d'intervention bénéficie d'une vue imprenable sur les espaces verts.

Le site est pour l'essentiel constitué de collines basses avec des espaces boisés.



Figure 83 : Espace Boisée ,
source : Auteur



Figure 82 : La vue en face Le terrain,
source : Auteur

Types de végétation :



Figure 85 : Cyprés,
source : auteur



Figure 84 : Palmier ,
source : auteur

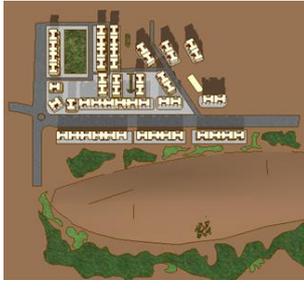


Figure 87 : eucalyptus,
source : auteur



Figure 86 : Olivers
source : auteur

3.1.11 L'ombrage :

Heure Date	9 h AM	12h PM	16h PM
21 Mars	 <p style="text-align: center;">L'ombre est vers le sud</p>	 <p style="text-align: center;">L'ombre est vers L'Ouest</p>	 <p style="text-align: center;">L'ombre est vers le Nord</p>
21 Juin	 <p style="text-align: center;">L'ombre est vers le sud</p>	 <p style="text-align: center;">L'ombre est vers L'Ouest</p>	 <p style="text-align: center;">L'ombre est vers le Nord</p>
21 Décembre	 <p style="text-align: center;">L'ombre est vers le sud et L'ouest .</p>	 <p style="text-align: center;">L'ombre est vers L'Ouest</p>	 <p style="text-align: center;">L'ombre est vers le Nord</p>

Synthèse :

On constate que notre terrain est bien ensoleillé toute long de l'année, l'ombre touche la partie Nord et ouest dans notre terrain donc il faut bien maîtrisé l'emplacement de nos espaces espace nuit , Terrasse , jardin évité les espace de jours dans cette partie .

3.2 Analyse bioclimatique :

3.2.1 Température :

La saison très chaude dure 3,0 mois, du 23 juin au 23 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 27 °C. Le jour le plus chaud de l'année est le 12 août, avec une température moyenne maximale de 30 °C et minimale de 20 °C.

La saison fraîche dure 4,0 mois, du 25 novembre au 24 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 18 °C. Le jour le plus froid de l'année est le 19 janvier, avec une température moyenne minimale de 6 °C et maximale de 15 °C.

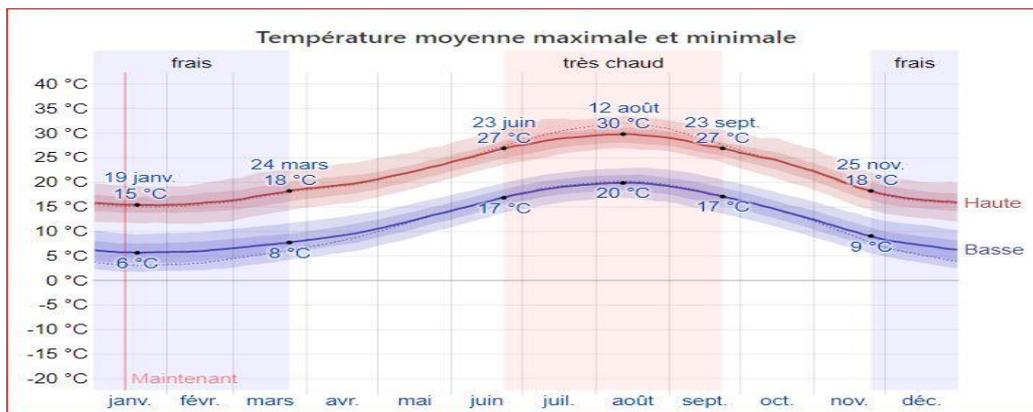


Figure 86 : La température moyenne quotidienne maximale (ligne rouge) et minimale (ligne bleue), avec. Les fines lignes pointillées sont les températures moyennes perçues correspondantes.
Source : <https://fr.weatherspark.com>

3.2.2 Précipitation :

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 29 % le 19 novembre.

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



Figure 87 : La quantité de pluie moyenne (ligne continue) accumulée au cours d'une période glissante de 31 jours centrée sur le jour. Source : <https://fr.weatherspark.com>

3.2.3 Humidité:

Alger connaît des variations saisonnières extrêmes en ce qui concerne l'humidité perçue.

La période la plus lourde de l'année dure 4,1 mois, du 8 juin au 11 octobre, avec une sensation de lourdeur, oppressante ou étouffante au moins 18 % du temps. Le jour le plus lourd de l'année est le 10 août, avec un climat lourd 73 % du temps.

Le jour le moins lourd de l'année est le 25 janvier, avec un climat lourd quasiment inexistant.

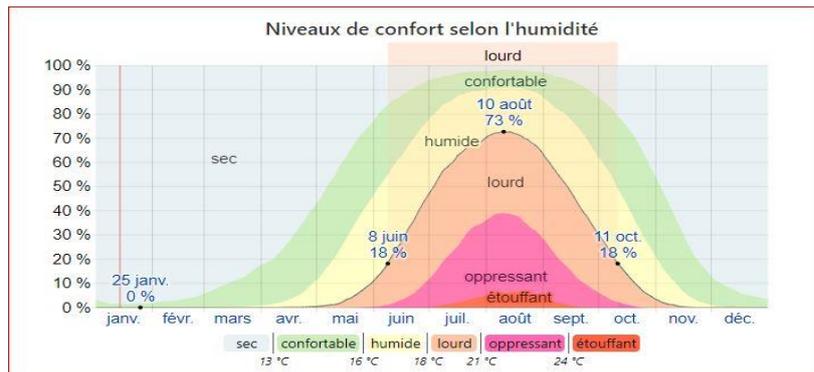


Figure 88 : Le pourcentage de temps passé dans divers niveaux de confort selon l'humidité, catégorisés par le point de rosée. Source : <https://fr.weatherspark.com>

3.2.4 Les Vents :

La période la plus venteuse de l'année dure 5,6 mois, du 30 octobre au 17 avril, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 15,0 kilomètres par heure. Le jour le plus venteux de l'année est le 24 décembre, avec une vitesse moyenne du vent de 17,1 kilomètres par heure.

La période la plus calme de l'année dure 6,4 mois, du 17 avril au 30 octobre. Le jour le plus calme de l'année est le 6 août, avec une vitesse moyenne horaire du vent de 12,8 kilomètres par heure.

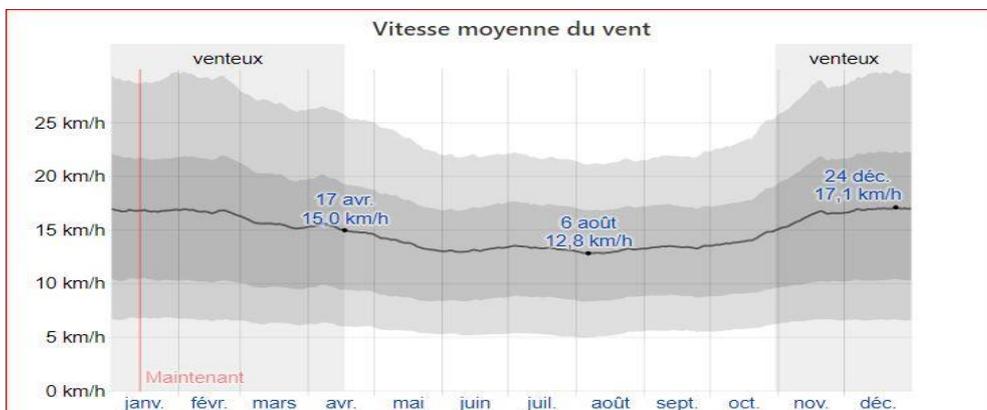


Figure 89 : La moyenne des vitesses des vents moyens horaires (ligne gris foncé), avec bandes du 25e au 75e percentile et du 10e au 90e percentile.

Source : <https://fr.weatherspark.com>

Direction du vent :

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 les directions intermédiaires correspondantes (nord-est, sud-est, sud-ouest et nord-ouest).

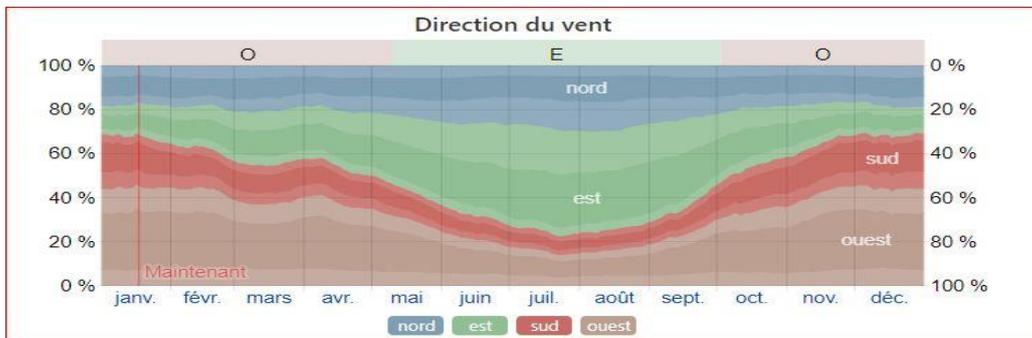


Figure 90 : Le pourcentage d'heures durant lesquelles la direction du vent moyen provient de chacun des quatre points cardinaux, excepté les heures au cours desquelles la vitesse du vent moyen est inférieure à 1,6 km/h
Source : <https://fr.weatherspark.com>

3.2.5 Rayonnement solaire :

La période la plus lumineuse de l'année dure 3,4 mois, du 7 mai au 18 août, avec un rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré supérieur à 6,7 kWh. Le jour le plus lumineux de l'année est le 29 juin, avec une moyenne de 7,8 kWh.

La période la plus sombre de l'année dure 3,4 mois, du 30 octobre au 11 février, avec un rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré inférieur à 3,4 kWh. Le jour le plus sombre de l'année est le 17 décembre, avec une moyenne de 2,4 kWh.

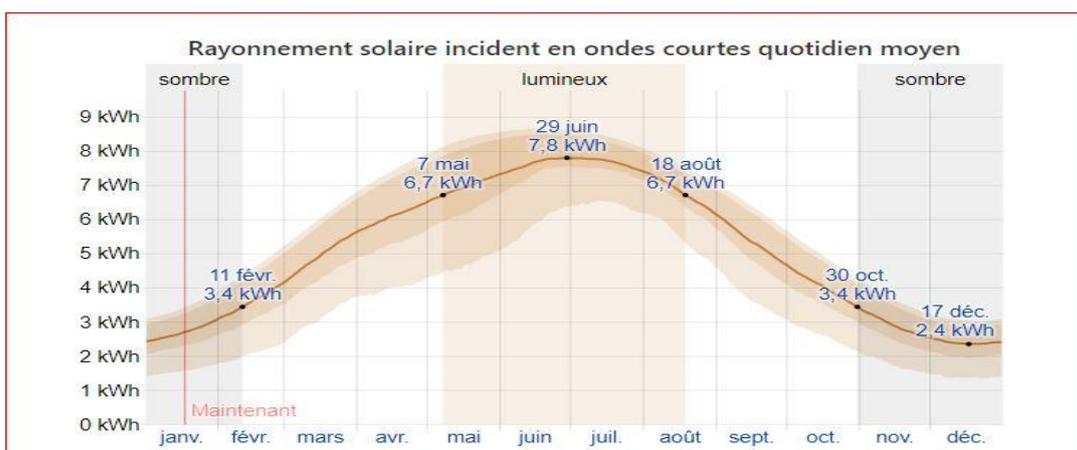


Figure 91 : Le rayonnement solaire en ondes courtes quotidien moyen atteignant le sol en mètres carrés (ligne orange), avec bandes du 25e au 75e percentile et du 10e au 90e percentile.
Source : <https://fr.weatherspark.com>

3.2.6 Exigence de confort :

La norme américaine ASHRAE 55 fait partie des différents standards d'évaluation des conditions environnementales intérieures des bâtiments, son rôle est de « définir les combinaisons entre l'environnement intérieur et les facteurs personnels qui engendreront les conditions thermiques acceptables pour 80 % ou plus des occupants de l'espace intérieur. »³⁹ En effet, elle se basait dans sa version antérieure sur l'équilibre thermique du corps humain influencé par les 6 facteurs (4 environnementaux et 2 personnels) décrits par la méthode analytique (section 1.4.a), et intégrés dans la norme en 1982 (Attia & Carlucci, 2015). Après les investigations et études sur terrain de De Dear et Brager, la norme a évolué et a introduit un nouvel aspect du confort intérieur à savoir l'adaptation qui montre qu'au delà des facteurs physiques, il existe d'autres éléments d'ordres psychologiques, comportementaux ou d'acclimations que pouvait avoir l'occupant influençant et garantissant son confort (section 1.4.b). Ainsi, l'approche adaptative est intégrée lors de la révision de la norme ASHRAE 55 en 2004 et propose une nouvelle équation d'évaluation ACS9 du confort intérieur en fonction de la température extérieure comprise entre 10 °C et 33 °C (Halawa & Van Hoof, 2012), qui est une expression mathématique du résultat et de la régression⁴⁰.

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

T_c: La température de confort (température opérative).

T_{a ,out}: La température extérieure moyenne mensuelle

		Jan	fev	Mars	Avri l	Mai	juin	juille t	aoû t	sep	oct	nov	dec
La température Extérieure moyenne	T med	10	10	13	15	19	22	26	26	23	20	14	12
D'après ASHRAE standard 55 (2004)	T c Min	18.4	18.4	19.33	19.9	21	22.1	23.36	22.3	22.4	22.5	19.64	19.02
	Tc Moy	20.9	20.9	21.83	22.45	23.5	24.62	25.86	25.8	24.93	24	22.14	21.52
	Tc Max	23.4	23.4	24.33	24.9	26	27.1	28.36	27.3	27.4	26.5	24.64	24.02

Tableau 3 : Les limites de la température de confort adaptatif de la région de Alger ,
source auteur

³⁹ De Dear & Brager, 2002, p.1.

⁴⁰ Travail de fin d'études réalisé en vue de l'obtention du grade de master en Ingénieur Civil Architecte par HAMZA BELKHOUE.

3.2.7 Diagramme bioclimatique :

Szokolay a apporté une nouvelle méthode un peu différente aux méthodes précédentes. Il a développé un concept indépendant de l'endroit et ses occupants.

Cette méthode consiste à établir la zone neutre de confort ainsi que les différentes zones de contrôle potentiel avec plus d'exactitude (par rapport à la méthode de Givoni) selon les données climatiques propres à la région concernée . Ces zones élaborées par Szokolay ne sont pas fixes contrairement à celles de Givoni.

Le diagramme bioclimatique nous renseigne sur la durée de temps de confort de notre climat de travail. L'analyse des résultats présentée sur le diagramme montre que le site de Sidi Abdallah (Alger) présente une durée de confort d'environ 750 heures .

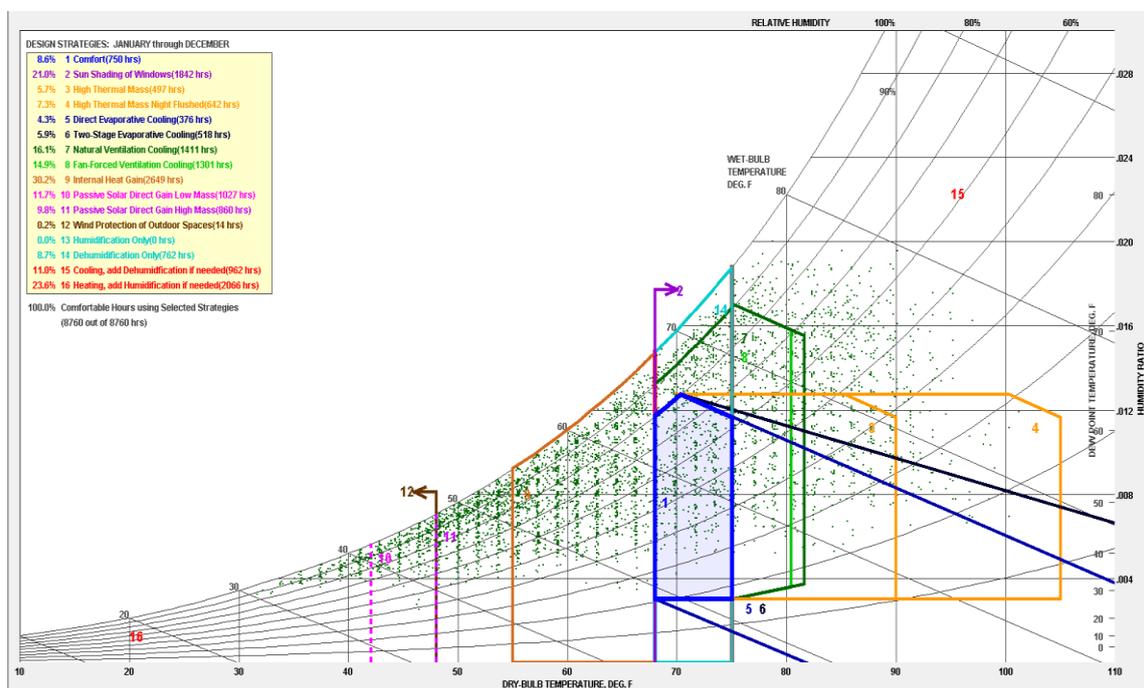


Figure 92 :diagramme de SZOKOLAY (toute l'année)
source : Climate Consultant

Les recommandations de **SZOKOLAY**:

- Gain de chaleur interne (2649 hrs) 30.2%
- Chauffage, ajouter la humidification si nécessaire (2066 hrs) 23.6%
- Refroidissement par ventilation naturelle (1411 hrs) 16.1%
- Refroidissement par ventilation forcée par ventilateur (1301 hrs) 14.9%
- gain direct solaire passif faible masse (1027 hrs) 11.7%
- Refroidissement, ajouter la déshumidification si nécessaire (962hrs) 11%

3.2.8 Les tables de Mahoney :

(**source** : *Mémoire de magister CONTRIBUTION METHODOLOGIQUE A LA CONCEPTION DES LOGEMENTS A HAUTE PERFORMANCE ENERGETIQUE (HPE) EN ALGERIE Développement d'une approche de conception dans les zones arides et semi-arides présenté Par M . Semahi .S)*

Constituent une méthode mise au point par Carl Mahoney vers pour la conception de l'habitat en pays tropical. Une série de tableaux réunissant des données climatiques d'un terrain donné fournissent d'une façon assez rapide, des choix parmi des recommandations traditionnelles de conception en climatisation naturelle. La méthode couvre des éléments architecturaux du plan de masse (compacité, espacement entre bâtiments,...), un diagnostic sur le stress thermique attendu et des détails de construction des ouvrages. La méthode se fait en quatre étapes:

- D'abord, une étude (en moyenne mensuelle) sur la température extérieure, l'humidité relative, la pluie et la direction du vent dominant et secondaire
- Ces informations sont ensuite réunies sur un tableau qui réalise un diagnostic relatif au stress thermique du lieu
- Ce diagnostic aboutit à des indicateurs de "contre-mesures" aux symptômes de stress climatiques rencontrés
- finalement un dernier tableau (celui du tableau suivant (tableau IV-1 et IV2)) qui est divisé en deux : le premier apporte des options des recommandations architecturales pour huit sujets importants pour la conception en climatisation naturelle (recommandation conceptuel spécifiques), et le deuxième apporte des recommandations d'éléments de conception pour six sujets (recommandations détaillées). Dans chaque sujet traité dans la table finale, on transfère les résultats préalablement obtenus dans les tables précédentes à des indicateurs de climat humide e/ou aride [SAYIGH. A.A.M., 1998]:
- Les indicateurs d'humidité :
- H1 : Indique que le mouvement d'air est essentiel (climat chaud et humide).
- H2 : indique la ventilation est souhaitée (climat chaud et sec).
- H3 : indique la protection de la pluie est nécessaire (climat tropical et tempéré).
- Les indicateurs d'aridité :
- A1 : indique le besoin de l'inertie thermique. (Climat à grand écart diurne de température).
- A2 : indique la désirabilité de l'espace extérieure de sommeil. (Climat chaud en été).

- A3 : indique la protection du froid. Selon l'importance du chiffre rencontrée, la table nous amène à des recommandations à l'intérieur de chaque sujet. Sauf pour deux sujets traités – Protection des ouvertures et Espaces extérieurs - il n'y a qu'un choix à faire, parfois par exclusion d'autres recommandations rencontrées.

Recommandation : Table de Mahoney

A partir de l'application de la méthode de Mahoney, nous arrivons à un certains nombres de recommandations nécessaires à la réalisation du confort :

- Bâtiment orienté suivant un axe EW afin de réduire l'exposition au soleil.
- Espacement pour une ventilation naturelle (brise) plus assuré la protection : vent c/f
- Pièce alignées du même côté : mouvement de l'air permanent.
- Ouvertures moyennes 20-40 %.
- Murs extérieur et intérieurs lourds, déphasage au-delà de 8heurs.
- Toits moyennement isolés
- Position des ouvertures : Ouvertures au N et au S à hauteur d'homme, du côté du vent
- Protection des ouvertures : Créer des protections contre la pluie.
- Traitement des surfaces extérieures : drainage adéquat des eaux pluviales.

Thématique	Diagramme de SZOKOLAY	Tableau de Mahoney
<ul style="list-style-type: none"> • Orientation : <ul style="list-style-type: none"> -la demande d'énergie de chauffage annuel minimum était dans la façade sud. -la demande annuelle minimale en énergie de climatisation se situait dans la façade nord. • L'isolation : <ul style="list-style-type: none"> -L'isolation du toit : permet de diminuer l'intensité énergétique de la climatisation et chauffage. -L'isolation des murs : peut légèrement augmenter l'intensité de l'énergie de climatisation et diminué l'intensité de l'énergie de chauffage • Vitrage : <ul style="list-style-type: none"> -le vitrage préférable pour réduire l'intensité de l'énergie de climatisation et de chauffage était classé dans les catégories suivantes : double vitrage réfléchive, double vitrage faible émissivité et double vitrage clair. • Protection solaire : <ul style="list-style-type: none"> - l'augmentation de profondeur de la nuance externe peut abaisser l'intensité de l'énergie de climatisation alors que l'intensité de l'énergie de chauffage avait augmenté linéairement avec l'augmentation de la profondeur du surplomb. • Le patio : <ul style="list-style-type: none"> -Une forme plus haute du patio demande moins d'énergie pour le chauffage par rapport à une forme basse. • Matériaux de construction : <ul style="list-style-type: none"> -les résultats ont montré que lors de l'utilisation de la botte de paille comme matériau de construction le gain énergétique peu atteindre jusqu'à 25,52%, alors que l'emploi du parpaing peut engendrer une baisse de la performance énergétique de pas moins de 22,13%. L'intervalle de l'impact du choix des matériaux de construction sur le besoin en énergie utile, peut atteindre jusqu'à 50%. • Toiture végétalisé : <ul style="list-style-type: none"> Les résultats montrent une réductions notables du PET respectivement à 9h00 et à 12H00. Ceci nous a démontré que la toiture verte peut participer dans l'amélioration du microclimat tout en étant dépendante de ses propres caractéristiques. 	<ul style="list-style-type: none"> -Gain de chaleur interne (2649 hors) 30.2% -Chauffage, ajouter la humidification si nécessaire (2066 hors) 23.6% -Refroidissement par ventilation naturelle (1411 hors) 16.1% -Refroidissement par ventilation forcée par ventilateur (1301 hors) 14.9% -gain direct solaire passif faible masse (1027 hors) 11.7% -Refroidissement, ajouter la déshumidification si nécessaire (962hors) 11% 	<p>A travers Le tableau de Mahoney on a obtiens des recommandations :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Bâtiment orienté suivant un axe EW afin de réduire l'exposition au soleil. -Espacement pour une ventilation naturelle (brise) plus assuré la protection : vent c/f -Pièce alignées du même côté : mouvement de l'air permanent. -Ouvertures moyennes 20-40 %. -Murs extérieur et intérieurs lourds, déphasage au-delà de 8heurs. - Toits moyennement isolés -Position des ouvertures : Ouvertures au N et au S à hauteur d'homme, du côté du vent -Protection des ouvertures : Créer des protections contre la pluie -Traitement des surfaces extérieures : drainage adéquat des eaux pluviales.

3.2.9 Schéma de synthèse :

Parmi les points fort de notre site c'est la vue magnifique qui donne sur les espaces verts donc il faut déposer notre projet « des logements semi collectif » de manière étagée et en terrasses afin de maximiser la vue vers la vallée depuis chaque unité d'habitation.

Et la contrainte c'est la pente dans les deux sens : La pente Est ouest qui varie entre 10% et 15 % et La pente Nord Sud qui varie entre 6% et 10%, Pour que le projet doit être compact et aéré et en harmonie avec la topographie du site et bien organisé, On doit faire des terrassements .

On a les vents Froids du Nord et les vents chaud du Sud, pour se protégé des vents on va créer un brise-vent végétal naturel.

La direction de l'ensoleillement est du Est a ouest, donc on va prendre en considération l'orientation des espaces , les ouvertures , la protection solaire .

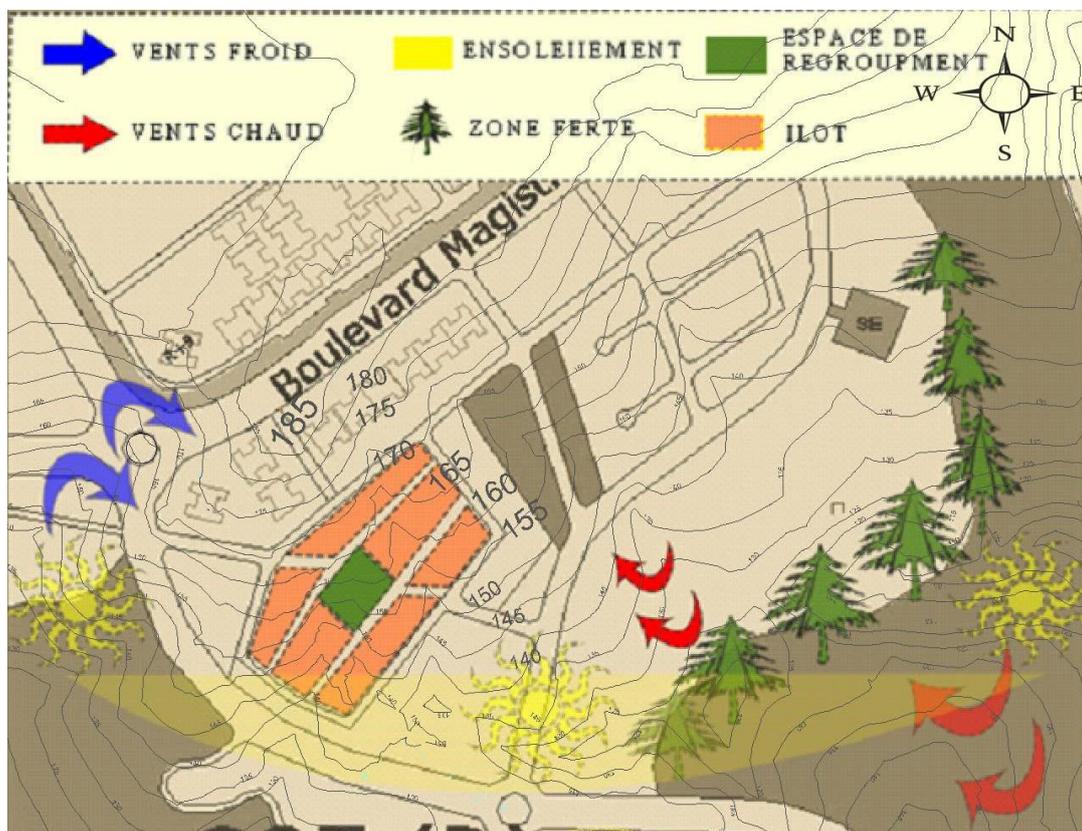


Figure 93 : schéma de synthèse,
source : Auteur

Après l'analyse des différents éléments composant le site d'intervention, nous avons proposé de :

Crée des voies. (Les voies structurants) .

Faires des terrassements, (plates de formes) on a 5 m entre chaque courbe de niveau.

Positionner les unités selon L'axe Est-ouest .

3.3 Conceptualisation du projet :

3.3.1 Choix de site :

Nous avons choisis cette parcelle grâce à sa morphologie stratégique (la pente) qui nous permet de bénéficier d'un maximum d'ensoleillement et aussi pour la vue imprenable sur les espaces verts.

Le site offert à leurs résidents des appartements semi collectif à flanc de colline avec vues sur la vallée centrale et la Mitidja.

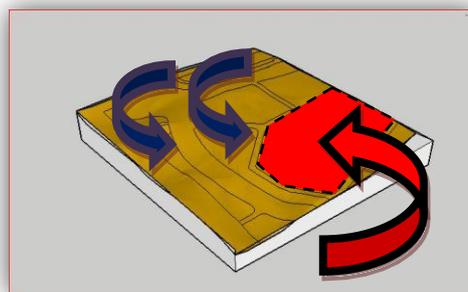


Figure 94 : Représentation de la morphologie du terrain. Source: auteur

3.3.2 Logique d'implantation :

Etape 01 : Nous avons crée deux voiries mécaniques selon la continuités des voiries structurant existant et selon les courbes de niveaux.

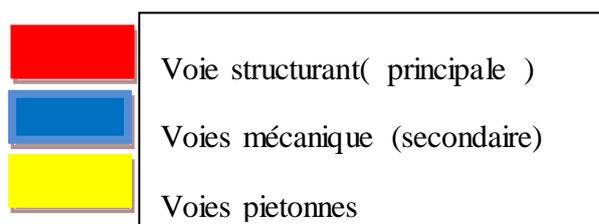


Figure 95 : création des voiries source : Auteur

Etape 02 : Nous avons obtenu 6 ilots après la création des voies.

- Le 1^{er} ilot :3500 m²
- Le 2^{eme} ilot :3300 m²
- Le 3^{eme} ilot :2100 m²
- Le 4^{eme} ilot :2200 m²
- Le 5^{eme} ilot :4600 m²
- Le 6^{eme} ilot :3800 m²

et nous avons crée un espace de regroupement centrale entre les ilots .

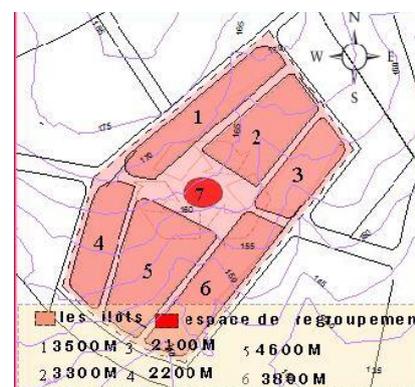


Figure 96 : Les ilots, source : Auteur

Etape 03 : Nous avons placé les unités selon l'axe EST_Ouest (Recommandation de Mahoney) dans chaque ilot .

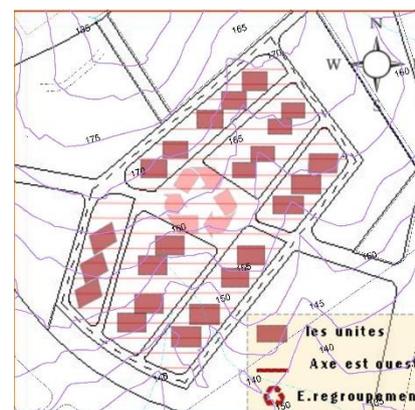


Figure 97 : Emplacement des unités source : Auteur

Etape 04 :

- L'accessibilité pour les logements des ilots « 1^{er} et 4^{eme} » est faite a travers la 1ere voie mécanique qu'on a crée .
- Pour le 3eme et 6eme ilot l'accessibilité est faite a travers la 2eme voie mécanique qu'on a créé.
- L'accessibilité pour les logements des ilots « 2^{er} et 5^{eme} » est faite a travers les deux voies mécanique qu'on a crée .
- l'entré des logements est situé a l'intérieur du projet pour des raisons de sécurités , l'intimité .
- le terrain va être aménagé sur ses limites par des espaces verts avec des arbres pour diminué la vitesse des vents de sud et du nord .
- Espacement entre les unités pour une ventilation naturelle (brise) plus assuré la protection : vent c/f .
- Pièce alignées du même côté : mouvement de l'air permanent.
- Position des ouvertures : Ouvertures au N et au S .
- La topographie du site permet d'obtenir 2 types d'unités .
- La 1^{er} unité contient de entre sol + RDC + 1^{er} niveau .
- La 2eme unité contient RDC , Demi niveau et 1^{er} niveau .
- Nous avons créés des plateformes selon les 3 points existants .

3.3.3 Distribution intérieur des espaces :

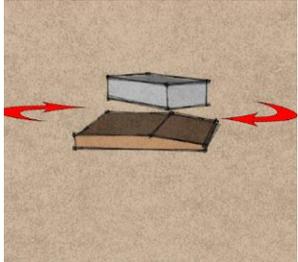
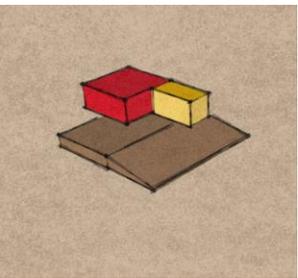
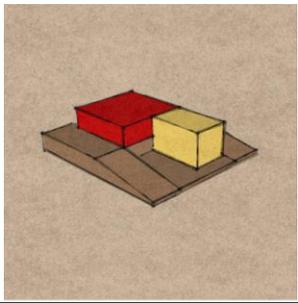
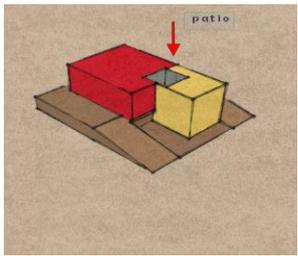
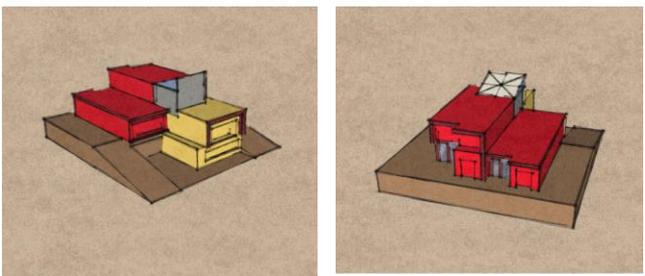
Les zones de jours :

- Elle prend la partie sud parce que la façade sud est agréable au point de vue thermique et la plus éclairée (séjours , cuisine) .
- Les zone de nuit et les espaces de services :
- Elle prend la partie nord parce que elles sont pas besoin beaucoup d'éclairage pendant la journée .(chambres , rangements cage d'escalier)
- Dans notre projet on a essayé d'établir ce principe pour avoir maximum d'éclairage naturel et éviter le majeur problème humidité dans les espaces (Cuisine , SDB) .
- Pour les terrasses et les jardins :
- Nous avons proposé d'avoir les dans la partie (ombré) nord pour diminué l'utilisation de protection solaire .

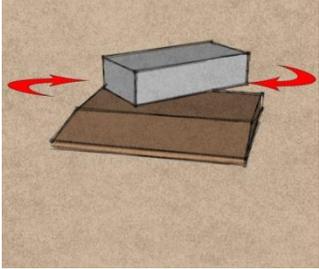
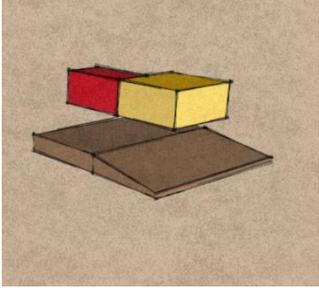
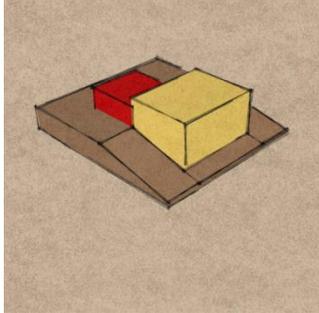
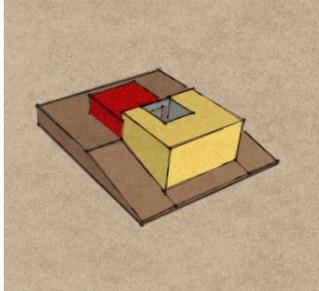
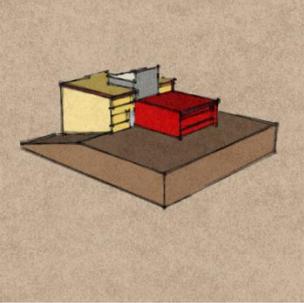
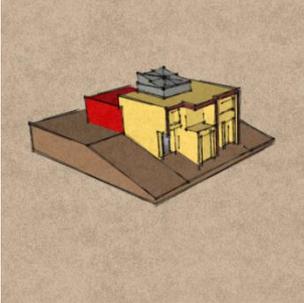
3.3.4 La Genèse de la forme :

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

Type unité 01 :

Etape	Schéma
<p>01 La première étape est d'implanté une forme géométrique basique simple parallélépipède.</p> <p>Faire pivoter le volume selon L'axe EST Ouest.</p>	
<p>02 Nous avons fait une soustraction afin d'obtenir 2 volumes en forme de L.</p> <p>le 1^{er} orienté selon Axe " Est, Ouest " et le 2eme selon les courbes de niveaux.</p>	
<p>03 Nous avons encadré le volume dans notre terrain selon la pente a travers des terrassements.</p>	
<p>04 : Nous avons créé un patio au milieu du logement qui est un élément architectural à vocation bioclimatique qui permet la régulation thermique, la ventilation, l'éclairage naturel des espaces intérieurs.</p>	
<p>05 : Nous avons créé un jeux de volume dans la façade principale et postérieure.</p> <p>Assemblage des unités dans les façades Est ouest</p> <p>façade sud : son niveau est bas par rapport a la façade Nord.</p>	

Type unité 02 :

Etape	Schéma
<p>01 La première étape est d'implanté une forme géométrique basique simple parallélépipède.</p> <p>Faire pivoter le volume selon L'axe EST Ouest.</p>	
<p>02 Nous avons fait une soustraction afin d'obtenir 2 volumes en forme de L.</p> <p>le 1^{er} orienté selon Axe " Est, Ouest " et le 2eme selon les courbes de niveaux.</p>	
<p>03 Nous avons encastré le volume dans notre terrain selon la pente a travers des terrassements.</p>	
<p>04 : Nous avons créé un patio au milieu du logement qui est un élément architectural à vocation bioclimatique qui permet la régulation thermique, la ventilation, l'éclairage naturel des espaces intérieurs.</p>	
<p>Nous avons créé un jeux de volume dans la façade principale et postérieure.</p> <p>Assemblage des unités dans les façades Est ouest</p> <p>façade sud : son niveau est bas par rapport a la façade Nord.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>

3.3.5 La composition des unités :

La 1ere unité : ce schéma représente la Composition de deux logements :

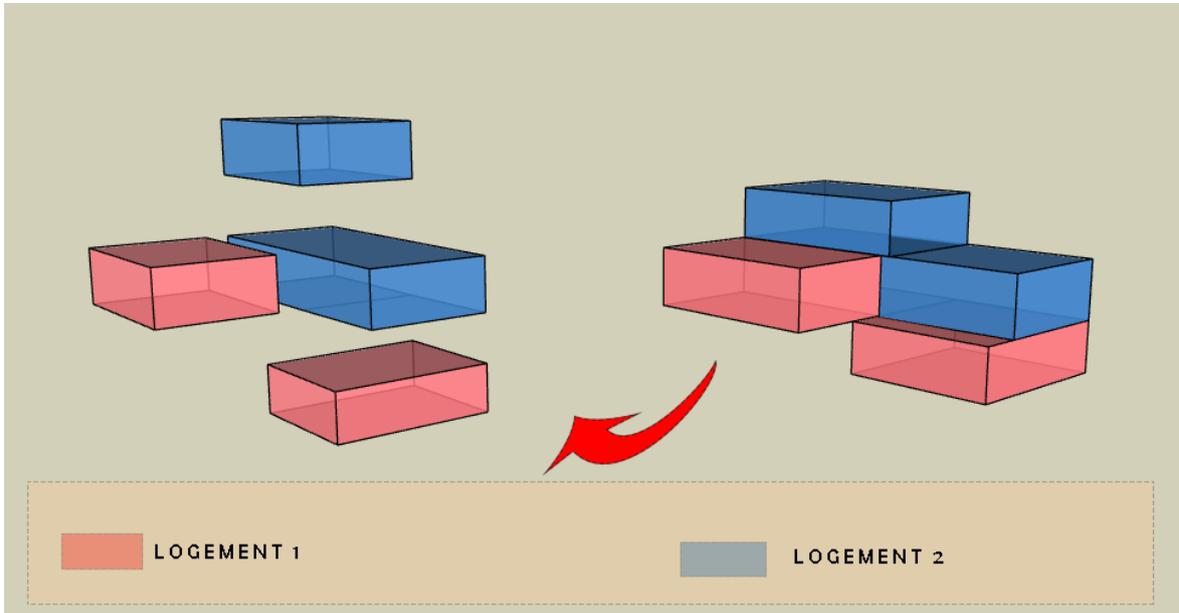


Figure 98 la composition de la 1ere unité,
source : Auteur

La 2eme unité : Ce schéma représente la Compostions de deux logements :

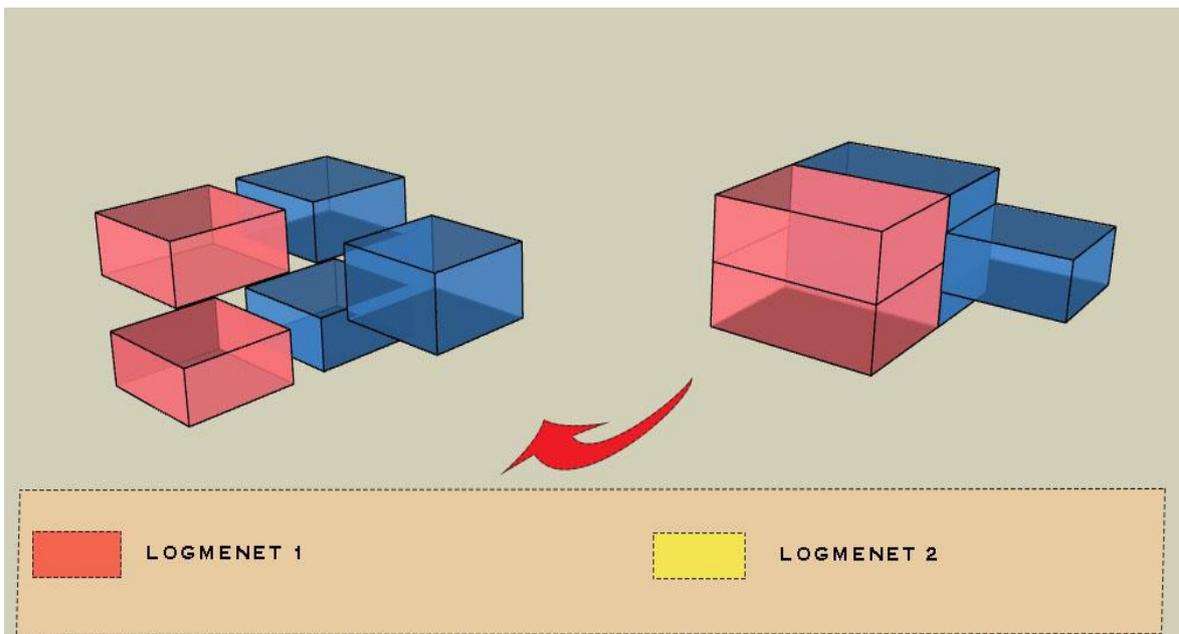


Figure 99 La composition de la 2eme unité,
source :Auteur

3.4 Description du projet :

-Le projet se situe à l'ouest de La ville de sidi abdalah dans le quartier Résidentiel Q27 représente des habitats semi collectif, « intermédiaire ».R+1

-Nous avons 23 unités chaque unité contient 2 logements alors on a 46 logements.

-Nous avons deux types d'unités, chaque unité contient deux types de logements.

-Logement 1 Type F4 .

-Logement 2 Type F5.

-Nous avons deux types d'assemblage, le 1^{er} îlot et le 4^{eme} îlot ,on trouve assemblage de 2 a 3 unités (type 01) , le 3^{eme} et le 6^{eme} îlot , on trouve assemblage de 2 a 3 unités (type 02) , pour le 2^{eme} et le 5^{eme} îlot , on trouve assemblage de 2 unités de type différent (type 1 avec type 2).

-Un Espace de regroupement au milieu de notre projet 32 m².

-Des aires de jeux entre les unités opposés qui se trouvent au centre du projet.

-Deux parking a l'extrémité de l'espace de regroupement 72 m².

-Nous avons calculé le CES dans chaque îlot on a trouvé qu'il est varié entre 0.35 et 0.4



Figure 100 : plan de masse

source : Auteur

3.4.1 La composition de façade :

La façade principale :

- Nous avons deux logements qui composent la façade.
- Nous avons différencier la 2eme logement a la 1er logement par un élément en brique.
- Nous avons utilisé des éléments verticaux sont des protections solaires pour se protéger du soleil d'été.
- Nous avons marqué l'élément le plus haut qui est le patio avec La moucharabié .
- La façade contient des grandes ouvertures pour profiter d'un apport solaire maximal en hiver avec une protection en été (avancé de toiture)
- Marquage de l'entrée avec des éléments en pierres .

Unité n :01 :



Figure 102 : Façade principale de la 1ere unité
source : Auteur

Unité n :02

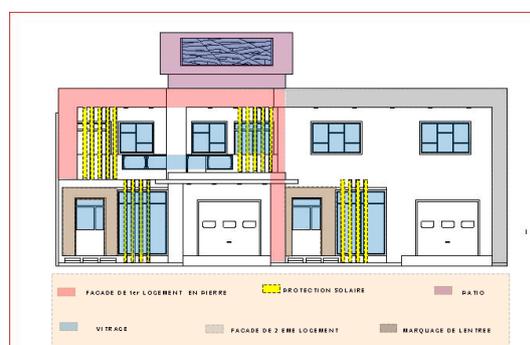


Figure 101 : Façade principale de la 2eme unité
source : Auteur

La façade postérieure :

- L'élément le plus remarquable dans cette façade c'est le mur végétal qui représente un régulateur thermique et offre une biodiversité.

Unité n :01

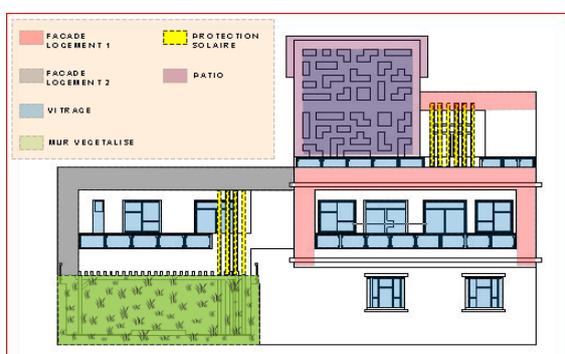


Figure 104 Façade Postérieure de la 1ere unité
source : Auteur

Unité n :02

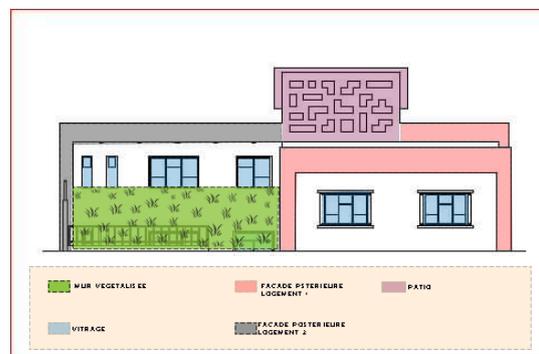


Figure 103 Façade postérieure de la 2eme unité
source :Auteur

3.4.2 Affectation spatiale des espaces :

Unité n:01:

Logement (F4) Type 01 :

-Au niveau de RDC on a une Entrée pour le garage et une Entrée pour logement , on trouve Espaces de jours qui contient le séjours, la cuisine avec terrasse , sanitaire et des escaliers qui descende au niveau (Entre sol) ou on trouve Espace de nuit (3 chambres) avec SDB et Un patio accessible .

Logement (F5) Type 02 :

-Au niveau de RDC on a une Entrée pour le garage et une entrée pour logement ,On trouve Espaces de jours qui contient le séjours , la cuisine , sanitaire , Le patio après il ya un couloir qui mène a L'espace de nuit ou on trouve 2 chambres , des escaliers séparent l'espace de jours a l'espace de nuit qui monte en 1^{er} étage ou on trouve 2 chambres avec SDB et une grande terrasse.

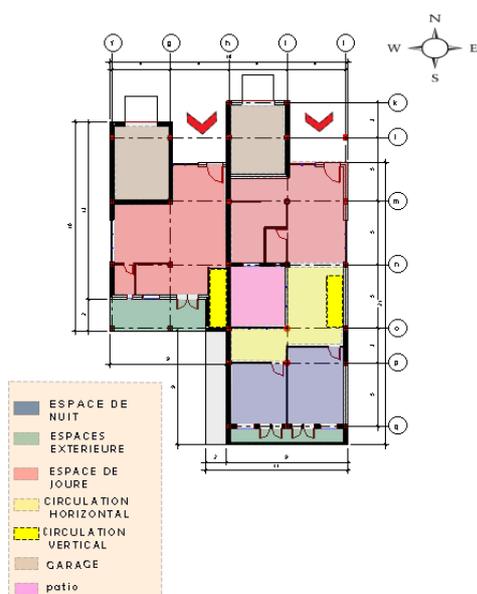


Figure 105 : Plan RDC
source : Auteur

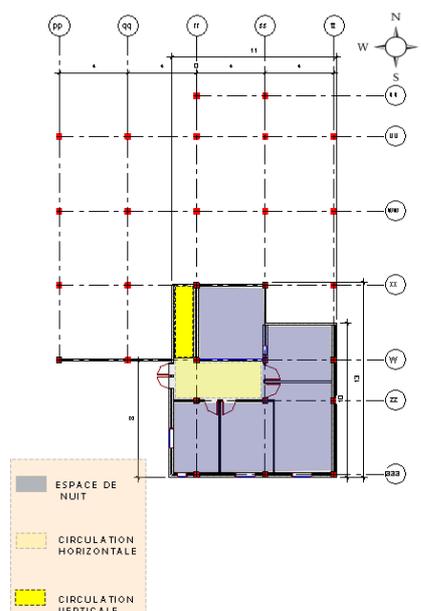


Figure 106 Plan Entre sol -3.06
source : Auteur

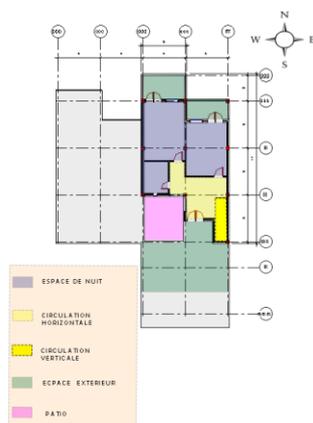


Figure 107 plan Etage + 3.06
source :Auteur

Chapitre 03 : Elaboration du projet

Programme surfacique :

Désignation	Type A (F4)	Type B (F5)
Séjours	25 m ²	25 m ²
Cuisine	12 m ²	15 m ²
Chambre 01	12 m ²	18m ²
Chambre 02	14 m ²	24m ²
Chambre 03	20 m ²	24 m ²
Chambre 04		22 m ²
Rangements		3 m ²
SDB	9 m ²	9 m ²
Buanderie	4 m ²	
WC	3 m ²	3 m ²
Terrasse	15 m ²	48m ²
Jardin	52 m ²	
Garage	23 m ²	23 m ²
Patio	18 m ²	18 m ²
Surface Totale	206 m ²	232 m ²

Unité n :02:

Logement (F4) Type 03 :

-Au niveau de RDC on a une Entrée pour le garage et une Entrée pour logement, on trouve un séjours ouvert , une cuisine , sanitaire , Espace de rangement , un accès vers la terrasse , des escaliers qui monte en 1er étage ou on trouve 3 chambres avec SDB et une mezzanine .

Logement (F5) Type 04 :

-Au niveau de RDC on a une Entrée pour le garage et une Entrée pour logement, on trouve un séjours ouvert avec la cuisine , cabinet sanitaire , Le patio , des escaliers qui monte au niveau +1.53 ou on trouve 2 chambres avec SDB et après on monte au niveau +3,06 ou on trouve 2 chambres avec des terrasses accessibles .

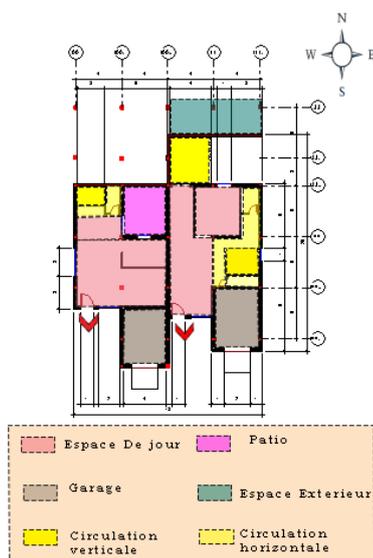


Figure 109 plan RDC
source : Auteur

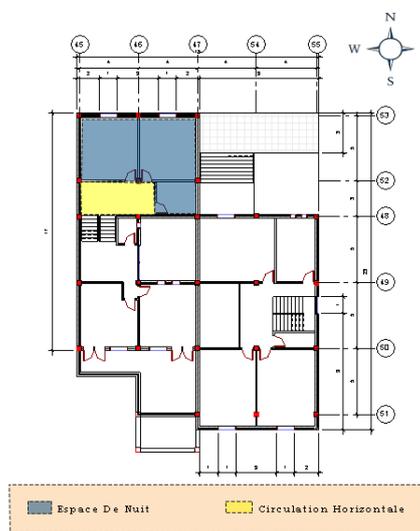


Figure 110 : Plan Etage +1.53
source Auteur

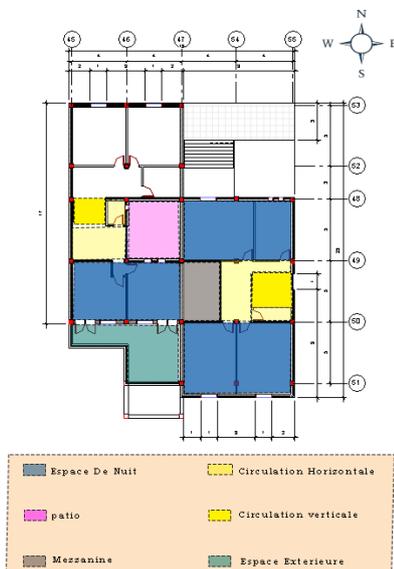


Figure 108 Plan Etage +3.06
source :Auteur

Chapitre 03 : Elaboration du projet

Programmation surfacique:

Désignation	Type A (F4)	Type B (F5)
Séjours	25 m ²	20 m ²
Cuisine	19m ²	10 m ²
Salle a manger		10 m ²
Chambre 01	22m ²	18m ²
Chambre 02	22 m ²	18 m ²
Chambre 03	22 m ²	18 m ²
Chambre 04		18 m ²
Rangements	3 m ²	3 m ²
SDB	9 m ²	9 m ²
Buanderie	3 m ²	
WC	4 m ²	4 m ²
Terrasse	25 m ²	48m ²
Jardin	20 m ²	
Garage	20 m ²	20 m ²
Mezzanine	12 m ²	
Patio		18 m ²
Surface Totale	206 m ²	232 m ²

3.5 Choix structural et technique :

-Une structure simple poteau poutre en béton armée avec des joints de dilation entre deux unités.

-Type de poteaux : Les dimensions des poteaux sont calculées en fonction des charges qui vont les supporter, dans le cas de notre conception 35*35.

-Type de poutres : Les dimensions des poutres sont calculées en fonction des charges qui vont les supporter, dans le cas de notre conception 30/35.

-Type de semelles : Des semelles isolées: 1.55 * 1.90 * 30

-Voile de soutènement : 20 cm

-Joint de dilatation : (Assemblage d'unité) : 10 cm

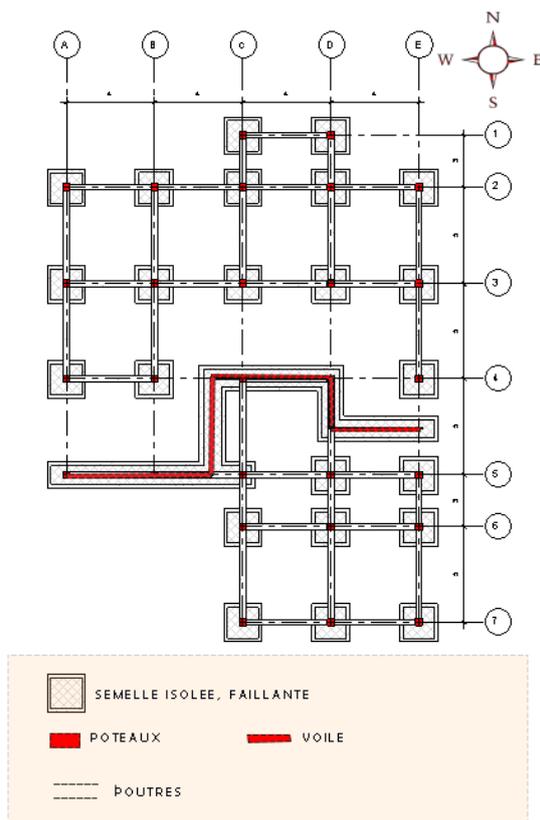


Figure 112 : Plan de fondation de La 1ere unité
source :Auteur

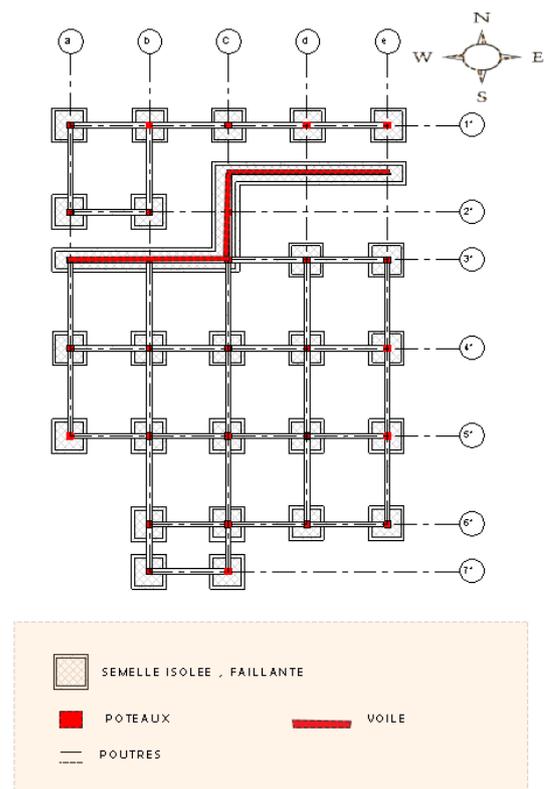


Figure 111 plan de fondation de la 2eme unité
source Auteur

3.5.1 La structure du projet en 3D :

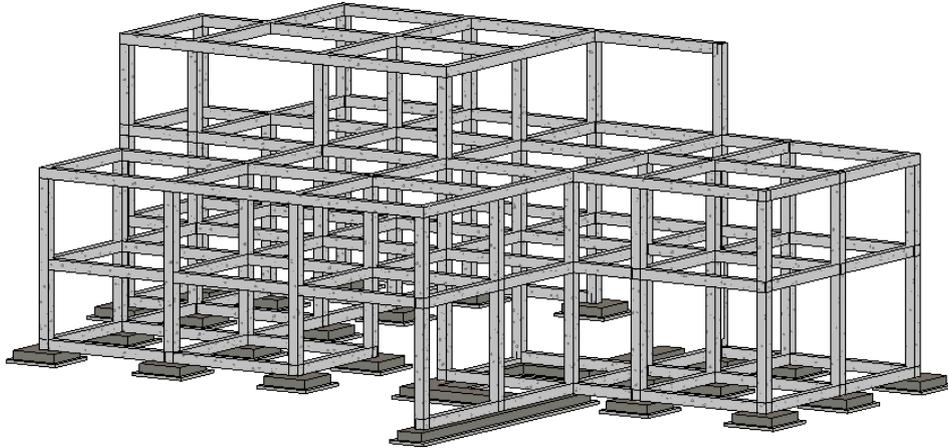


Figure 113 : la structure du projet de la 1ere unité en 3D
Source: auteur

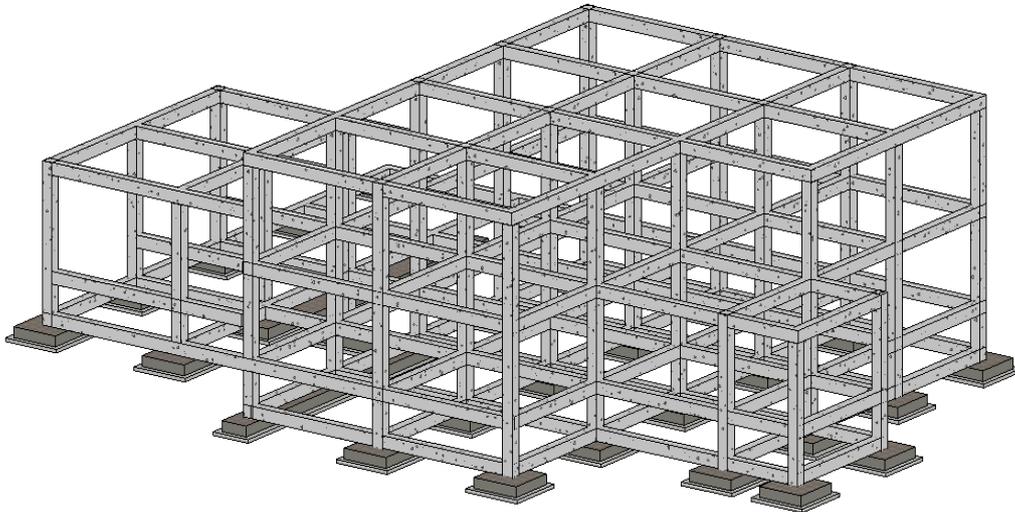


Figure 114 : la structure du projet de la 2eme unité en 3D
Source: auteur

3.5.2 Assemblage des unités :

-Le joint de dilatation : 10 cm .

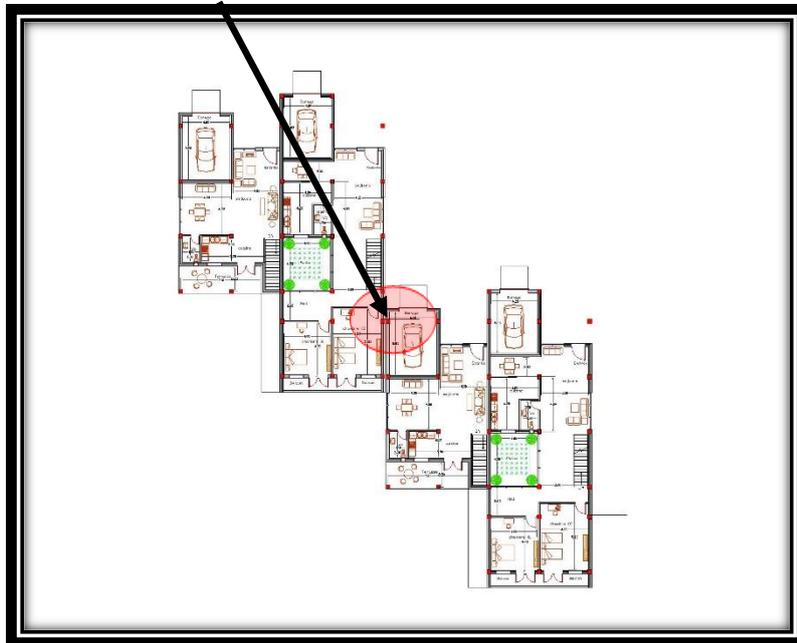


Figure 115 Assemblage de la 1ere unité
source Auteur

-Le joint de dilatation : 10 cm .



Figure 116 Assemblage de la 2eme unité ,
source Auteur

3.6 Les matériaux de construction :

Pour un confort thermique on doit choisir des matériaux adéquats, de forte inertie thermique, de préférence on utilisera des matériaux 'bio' et respirant. Le choix est fait suivant des critères qui dépendent du rôle et de l'emplacement des matériaux qui doit être : Ecologique ; Disponible sur place (local) ; Economique ; Isolant : avoir une grande inertie thermique.

3.6.1 Les murs extérieurs :

Nous avons choisi la Brique en terre cuite Monomur :

Outre sa durabilité et solidité à toute épreuve, la brique Monomur est parfaitement adaptée aux contraintes de constructions actuelles et à leur architecture grâce à son inertie exceptionnelle,

la terre cuite est un atout indéniable pour consommer moins d'énergie. En effet, les briques de terre cuite restituent le soir de la chaleur accumulée la journée, ce qui permet d'avoir une régulation automatique de la température, hiver comme été .

3.6.2 Les ouvertures :

Nous avons utilisé des ouvertures moyennes doubles vitrage pour avoir une bonne isolation thermique

3.6.3 la protection solaire :

-Est un facteur très important pendant l'été pour cela on a utilisé des éléments verticaux qui brise le soleil surtout dans la façade sud.

3.6.4 le revêtement de couleur :

-Une couleur claire réfléchira les rayons solaires les empêchant d'entrer dans le bâtiment, le bon choix est celui d'un revêtement extérieur blanc pour les murs (pour assurer le confort d'été). C'est d'ailleurs le choix de l'architecture traditionnelle dans tout le bassin méditerranéen. Et pour différencier les 2 logements dans une même unité on a ajouté le gris et le rouge brique .



Figure 117 : Brique en terre cuite Monomur
source :
<http://www.jeconstruisterrecuite.com/materiaux/1-Brique-Monomur.html>

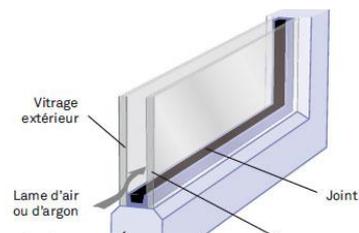


Figure 118 Double vitrage , source :
<https://www.francenetinfos.com/le-double-vitrage-pour-lhabitation-116125/>



Figure 119 Brise de soleil
source : <https://fr.livinlodge.be/brise-soleil>

SIMULATION

3.7 Evaluation de la performance du projet :

3.7.1 Présentation du logiciel DESIGN-BUILDER :

-Design-Builder est un logiciel de modélisation thermique de bâtiments. Il permet la saisie graphique d'un modèle et la gestion de ses bases de données (matériaux, vitres, plannings d'activité, etc.). Il gère aussi de façon transparente la liaison au moteur jusqu'à la restitution des résultats sous forme graphique ou tableau.

-DesignBuilder est une interface graphique reposant sur le moteur de calcul EnergyPlus. Il offre de nombreuses fonctionnalités non disponibles simultanément dans les logiciels existants :

- Calcul des déperditions/gains thermiques de l'enveloppe en hiver/été.
- Dimensionnement du chauffage.
- Dimensionnement du rafraichissement par ventilation naturelle et/ou climatisation.
- Simulation dynamique restituant des données de confort, de bilan thermique, ventilation, etc.
- Construction en 3D réaliste avec vue des ombres portées.
- Gestion de l'occupation, de la ventilation mécanique, des ouvertures de fenêtre, de l'occultation des baies, des apports internes ... par planning paramétrable selon le type de jour, les mois, les heures.

3.7.2 Les démarches de simulation par Design Builder :

- Description du bâtiment et des données météorologiques :

-Cette étape consiste à introduire dans le logiciel les informations nécessaires pour l'obtention des meilleurs résultats. Ces paramètres incluent toutes les données relatives au modèle et à son environnement, à savoir :

_ La description du projet : englobe des informations relatives au projet objet de simulation, nom, objectif, destination...etc.

_ Les données climatiques : dans ce cas, on a utilisé des fichiers 'météo' de Alger, introduit directement dans Design builder .

_ L'orientation, paramètre très important qui doit être bien déterminé dès le départ de la simulation.

- calcul par EnergyPlus.:

-Les plans modélisés à l'aide du logiciel Autocad, ont été importés vers Design builder sous format DXF, tout en prenant compte la compatibilité des échelles.

- Importer les plans AUTOCAD (enregistrée sous format DXF).

- Dessiner en 3D le projet d'étude.
- Choisir les matériaux de construction de chaque élément.
- Définir les différentes propriétés de chaque zone (données générales, propriétés thermiques).
- Définir le paramètre à mesurer .
- Définir la période et l'heure d'étude.
- Lancer l'analyse.

3.7.3 Exploitation des résultats :

- La simulation faite sur notre projet selon deux scénarios le premier avec le patio, la deuxième sans patio .

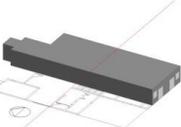
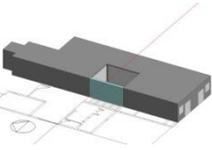
Simulation	Les heures d'inconfort dans la zone (séjours)	Les heures d'inconfort dans le bâtiment	La consommation énergétique dans le bâtiment (chauffage)
Sans patio 	1866,50	1879,28	12865,46
Avec patio 	1416,50	1644,21	10484,79

Tableau 4 : Simulation ,
source Auteur

Les résultats de la simulation montrent que :

- les heures d'inconfort dans la zone (séjours) sans patio sont 1866.50 élevé par rapport avec patio 1416.50
- les heures d'inconfort dans le bâtiment sans patio sont 1866.50 élevé par rapport avec patio 1644.2
- La consommation de chauffage est supérieure dans le cas sans patio 12865,46 par rapport avec patio 10484,79 .

Les résultats sur logiciel Desing-Builder :

-Bâtiment sans patio :

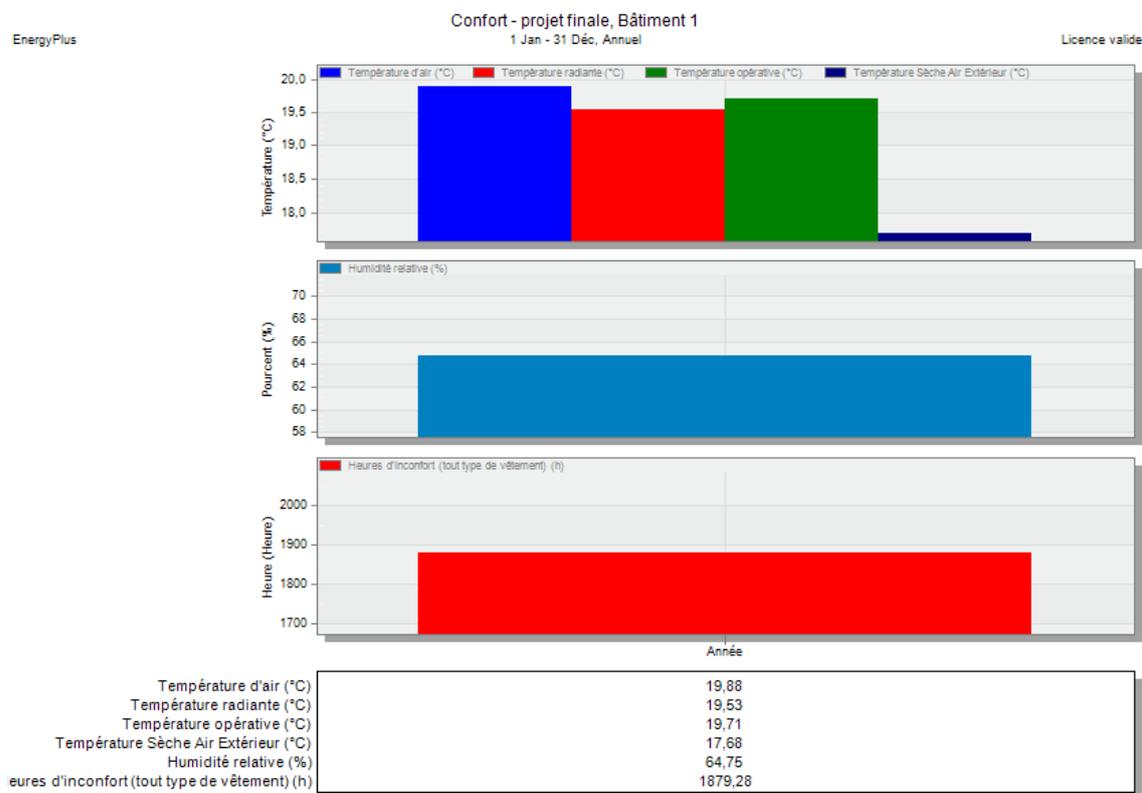


Figure 120 : Les heures d'inconfort du bâtiment sans patio ,
source : Auteur

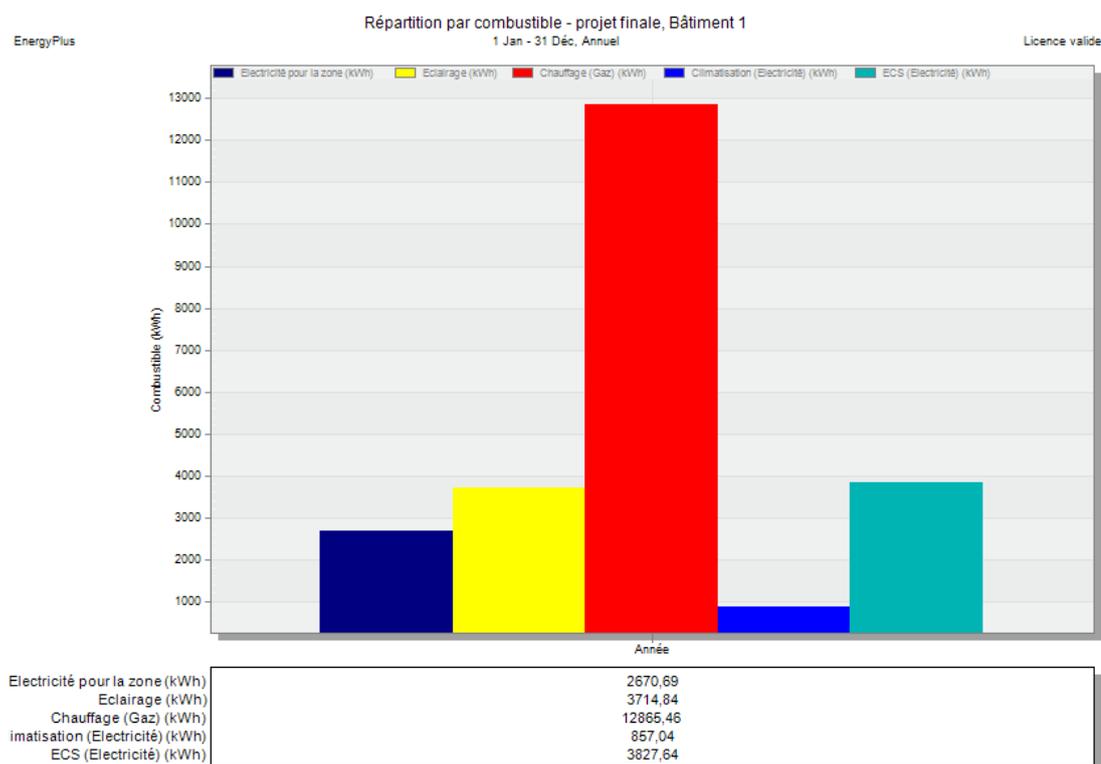


Figure 121 La consommation énergétique du bâtiment sans patio ,
source : Auteur

-Bâtiment avec Patio :

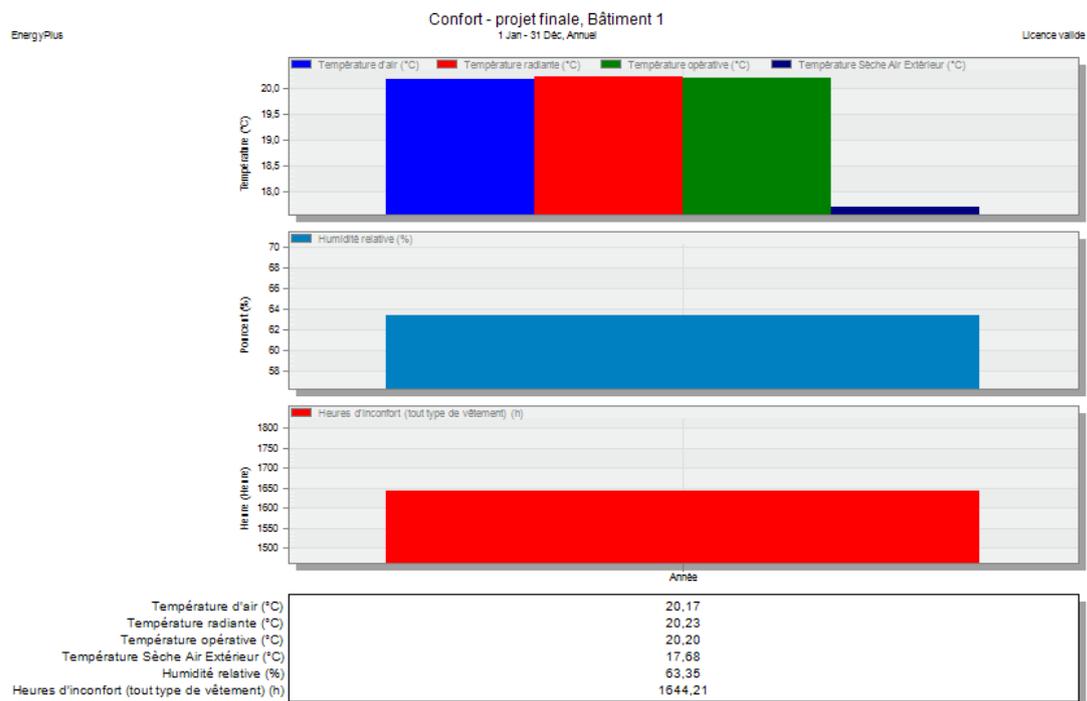


Figure 122 Les heures d'inconfort du bâtiment avec patio ,
source : Auteur

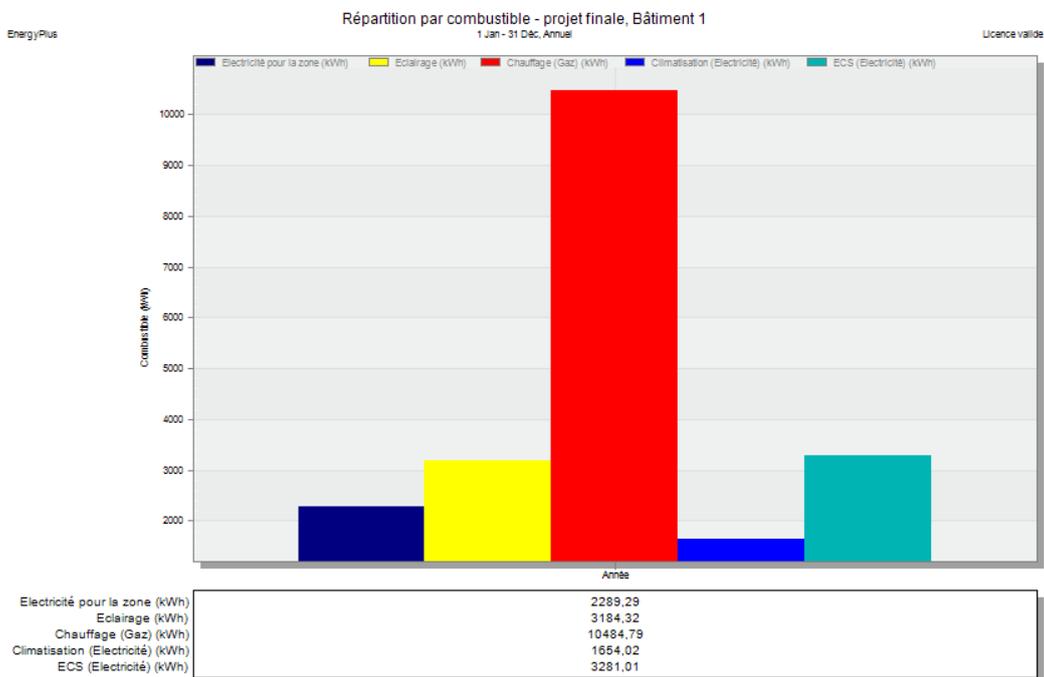


Figure 123 : La consommation énergétique du bâtiment avec patio ,
source , Auteur

-A partir de ces résultats de simulation on constate que le patio joue un rôle dans une logement sur le plan thermique « confort » et sur la consommation énergétique (chauffage) ,c'est l'un des éléments d'une conception bioclimatique .

3.8 Les dispositifs bioclimatiques :

La conception du projet a nécessité une recherche profonde sur le thème et une analyse rigoureuse de l'aire d'intervention, ces deux étapes nous ont permis d'intégrer un ensemble de dispositifs et d'idées qui nous ont guidé lors de la conception du projet.

3.8.1 Le patio :

●La présence du patio a un rôle sur le plan thermique :

●les échanges thermiques se produisent entre mur entourant le patio et mur extérieur et toiture, Cet équilibre thermique est le résultat de l'équation : ensoleillement / ombrage / régulation thermique.

●En saison froide, le patio augmente les gains de chaleur solaire directs de la pièce vitrée.

●En été, il peut être protégé du soleil en plantant des arbres.

●En outre, la ventilation naturelle pendant les saisons chaudes se fait par ce patio.

●Le patio permet aussi de favoriser l'éclairage naturel.



Figure 124 :Le patio
source : Auteur

L'avantage apparaît donc dans la réduction de la consommation d'énergie du bâtiment (chauffage / climatisation).



Figure 126 Patio de la 1ere unité
source : Auteur



Figure 125 Patio de la 2eme unité
source Auteur

3.8.2 Les ouvertures: (Eclairage Naturel)

-La lumière est très importante dans notre vie c'est une source naturelle d'éclairage, procure gracieusement une intensité elle ne peut pas compenser par un éclairage artificiel.

-Mais elle varie selon la saison, le moment du jour, la présence ou non de nuages. Il est donc difficile de la maîtriser. On a opté l'utilisation des grandes ouvertures pour les chambres et des baies vitrées pour les séjours pour assurer la convenable d'éclairage dans ces espaces. et pour les chambres orienté vers le nord on a utilisé des ouvertures inclinés.



Figure 128 : Les ouvertures Façade postérieure
source : Auteur



Figure 127 : Les ouvertures facade principale
source auteur

3.8.3 La protection solaire :

la façade Sud caractérisée par un pourcentage élevé de soleil en été pour capter le maximum d'énergie solaire et pour se protéger de l'été, On à fait des éléments verticaux pour brisé le soleil.



Figure 129 :Des protections solaire (façade principale)
source : Auteur



Figure 130 Des protection solaire
(façade postérieure) source : Auteur

3.8.4 L'implantation et l'orientation :

-L'implantation a une influence important sur le confort thermique intérieur du bâtiment. Plus les apports solaires sont importants, plus les besoins thermiques pour le chauffage sont réduits en hiver.

-Notre terrain, est un terrain en pente, pour l'intégration de notre projet dans ce site on a orienté le projet parallèle au courbe de niveau pour évite les grands terrassements et bien exploiter la surface du terrain.

-Les vents dominat au site sont les vents secs et chauds et pour faire une protection on va minimiser la chaleur qui vient de cette direction avec des éléments bioclimatique (brise de soleil, arbres, mur végétale etc...).



Figure 131 Implantation
source Auteur



Figure 132 Orientation
source Auteur

3.8.5 Des Terrasses végétalisées :

La toiture végétale a un impact très positif sur l'eau avec une filtration et une épuration biologique des eaux de pluies. Ainsi qu'une meilleure étanchéité et isolation thermique.



Figure 134 : Terrasse végétale de la 1ere unité source : Auteur



Figure 133 Terrasse Végétale de la 2eme unité source :Auteur

3.8.6 Mur Végétale :

Un mur végétalisé c'est un mur qui a un aspect esthétique avec une meilleure isolation thermique. Les plantes régulent les gains et les pertes de chaleur et d'humidité. Installé à l'extérieur sur une façade ensoleillée, il va absorber le rayonnement solaire et permettre de maintenir la fraîcheur l'intérieur du bâtiment ,ce qui est agréable en période de chaleur.



Figure 135 Mur végétale a extérieur , source Auteur



Figure 136 : Mur végétale a l'intérieur , source Auteur

Il est aussi un excellent isolant phonique, atténuant les bruits extérieurs

3.9 Conclusion :

-Dans ce chapitre, nous avons développé une approche de conception architecturale des habitats semi collectif a Alger précisément a Sidi Abdallah . Cette proposition est basé sur les différents aspects et dispositifs architecturaux.

-Aussi ce chapitre était consacré pour l'explication de la méthode de simulation nous avons présenté les parties fondamentales pour le lancement d'une analyse de simulation sur une appartement selon deux scénarios le premier avec patio et la deuxième sans patio. Afin de mieux maîtriser l'impact des patios sur le milieu interne et ainsi établir les paramètres les plus influents sur le confort thermique.

-Nous espérons que le travail permet une conception d'un type de forme architecturale performante (confort thermique et efficacité énergétique) .

**CONCLUSION
GENERALE**

4 Conclusion Générale :

-Le secteur de bâtiment représente non seulement un gisement important d'économie d'énergie, mais également une occasion de protéger l'environnement .dans ce contexte la conception et la réalisation de bâtiments s'impose a la maîtrise des consommations énergétiques de secteur de bâtiment.

-L'objectif principal de ce travail est le développement d'une approche de conception basé sur le plan énergétique et confortable en terme thermique. Pour que cette conception devienne utile, elle doit prendre en considération l'aspect environnemental en générale et l'aspect énergétique en particulier.

-Notre projet reflète une tentative de concrétiser l'ensemble des savoirs acquis, et les réunir en un seul projet qui s'intègre dans un aire d'intervention particulier qui offre un ensemble de potentialités important ; l'intégration de l'aspect bioclimatique dans la conception avait une valeur importante qui s'est refléter par l'application des cibles de la haute qualité environnemental à travers l'utilisation des techniques et principes bioclimatiques.

**REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

Bibliographie

Livres :

- ABOUDI AHMED.2017.*Ecologie generale*. à l'adresse : http://www.fsr.ac.ma/DOC/cours/biologie/RHAZI%20Laila/01_Ecologie_Fondamentale_1_Final.pdf)
- ALAIN LIEBARD, 2006.*Traité d'architecture et d'urbanisme*. à l'adresse: <https://www.decitre.fr/livres/traite-d-architecture-et-d-urbanisme-bioclimatiques-9782281192902.html> (Consulté le: 10/04/2021).
- DE HERD ANDRE, ALAIN LIEBARD, *Traité d'Architecture et d'urbanisme bioclimatiques: concevoir, édifier et aménager avec le développement durable*, Editions du Moniteur, Paris, France, 2005. P : 27
- AMOS RAPOPORT, *Pour une Anthropologie de la maison* - 1974. à l'adresse: https://www.persee.fr/doc/hom_0439-4216_1974_num_14_2_367472 (Consulté le: 13/052021).
- LEROY Arnault, 2004-2005 , *architecture écologique, Licence 3 Génie Civil option Ingénierie du Bâtiment ,Faculté des sciences de La Rochelle , 52p. a l'adresse :* <https://fr.calameo.com/read/000000742d1a44dd0d573>)
- CATHERINE CHARLOT_VALDIEU ET PHILIPPE OUTREQUIN ,*L'urbanisme durable ,concevoir un Eco quartier ,Edition Moniteur .*
- PIERRE FERNANDEZ , PIERRE LAVIGNE , *Concevoir des bâtiments bioclimatiques , Edition Moniteur.*

Articles :

- ATIK, T., MEHAOUED, K. AND BOUSSOUALIM, A.2014. 'Effets des toitures vertes sur le microclimat urbain à Alger', p. 8. ARRAS.France. . à l'adresse: http://ibpsa.fr/jdownloads/Conferences_et_Congres/IBPSA_France/2014_conferenceIBPSA/Articles/atik-1110.pdf
- BOURSAS ABDERRAHMANE, 2014.*L'impact du choix des matériaux de construction sur l'efficacité énergétiques d'un bâtiment résidentiel*. à l'adresse: https://www.researchgate.net/publication/333666945_L'impact_du_choix_des_materiaux_de_construction_sur_l'efficacite_energetiques_d'un_batiment_residentiel (Consulté le: 19 September 2021).
- JEAN Werlen.2008. Habitats Intermédiaires en Centre Est.57p.
- AMIARD JEAN CLAUDE ,Ouverture a l'écologie directeur de recherche sur CNRS.http://ued.univnantes.fr/GRCPB/sequence2/html/ressources/documents/Annexe-Ouverture_ecologie_GRISSSE_JCA.pdf
- RAHAL SAMIRA 2011, l'impact de l'atrium sur le confort thermique dans les bâtiments publics .

Bibliographie

Bases de données :

- *ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE - Définition et Explications* 2018 à l'adresse: <https://www.techno-science.net/glossaire-definiton/Architecture-bioclimatique.html> (Consulté: 19 September 2021).
- *ARCHITECTURE ECOLOGIQUE*. 2005 *calameo.com*. à l'adresse: <https://www.calameo.com/read/000000742d1a44dd0d573> (Consulté: 19 September 2021).
- *ARCHITECTURE ECOLOGIQUE*. 2020. *Principes de l'architecture écologique : environnement, énergie, efficacité*. à l'adresse: <https://architectureecologique.fr/principes-de-larchitecture-ecologique-environnement-energie-efficacite/> (Consulté: 19 September 2021).
- *BUREAU D'ETUDES THERMIQUES RT2012*. Les principes de base d'une conception bioclimatique. à l'adresse: <https://www.ert2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/> (Consulté: 19 September 2021).
- *CLIMAMAISON*. 2017. *Pourquoi faut-il isoler sa maison ? Isolation thermique de la maison*. à l'adresse: <https://www.climamaison.com/isolation-thermique-maison/pourquoi-faut-il-isoler-sa-maison.htm> (Consulté: 19 September 2021).
- JULES MARTHA, 2016. *Atrium*. à l'adresse: <http://www.cosmovisions.com/monuAtrium.htm> (Consulté: 19 September 2021).
- *LAROUSSE. MATERIAU* 2009. à l'adresse: <https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/mat%C3%A9riau/68649> (Consulté: 19 September 2021).
- *WEATHER SPARK*. *La météo toute l'année partout dans le monde*. à l'adresse: <https://fr.weatherspark.com/> (Consulté: 19 September 2021).
- Construire avec le climat, brochure réalisée par la direction de la construction et la mission Energie et Bâtiment, Paris, France, 1979. A l'adresse : [https://www.caritas.org/2011/07/changeement-climatiqueen-algerie/?lang=fr.\)](https://www.caritas.org/2011/07/changeement-climatiqueen-algerie/?lang=fr.)
- (Fiches techniques PRISME (Programme International de Soutien à la Maîtrise de l'Énergie) publiées par l'IEPF, imprimé en janvier 2008
<file:///C:/Users/ITDR/Downloads/986488.pdf>
- L'état de l'art sur l'efficacité thermique du patio , http://thesis.univ-biskra.dz/2426/8/CH%205_L%E2%80%99%C3%A9tat%20de%20l%E2%80%99art%20sur%20l%E2%80%99efficacit%C3%A9%20thermique%20du%20patio.pdf

Bibliographie

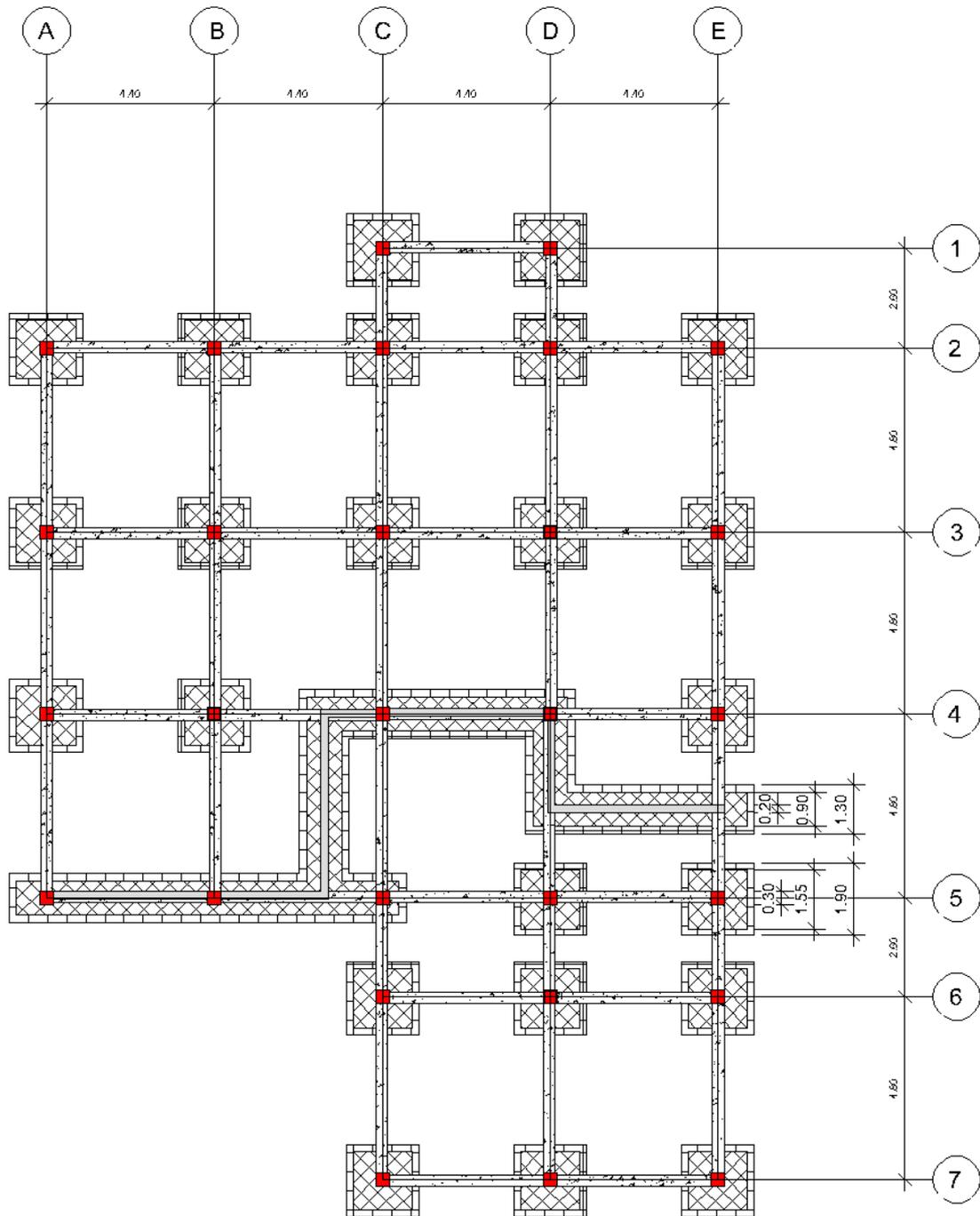
Thèses et mémoires :

- AICHA GHOZLANE.2015. La Contribution de l'Atrium dans l'Amélioration des Performances Thermiques des bâtiments Tertiaires. Université Larbi Ben Mhidi.Algérie.
- TOUFIK BOUBEKEUR.2017. MATERIAUX DE CONSTRUCTION 01. *Centre Universitaire de Tissemsilt.Algérie.* à l'adresse: <https://www.univ-chlef.dz/FGCA/wp-content/uploads/2020/11/Mat%C3%A9riaux-de-Construction-L2-GC-BOUBEKEUR-Toufik.pdf>
- SOFIANE RAHMOUNI.2020. Evaluation et Amélioration Energétiques de Bâtiments dans le cadre du Programme National d'Efficacité Energétique. Université Mostepha Ben Boulaid- Batna 2. Algérie. à l'adresse: <http://eprints.univ-batna2.dz/1830/1/Th%C3%A8se%20Rahmouni.pdf>
- *SEMAHI SAMIR* , Mémoire de magister CONTRIBUTION METHODOLOGIQUE A LA CONCEPTION DES LOGEMENTS A HAUTE PERFORMANCE ENERGETIQUE (HPE) EN ALGERIE Développement d'une approche de conception dans les zones arides et semi-arides .

ANNEXES

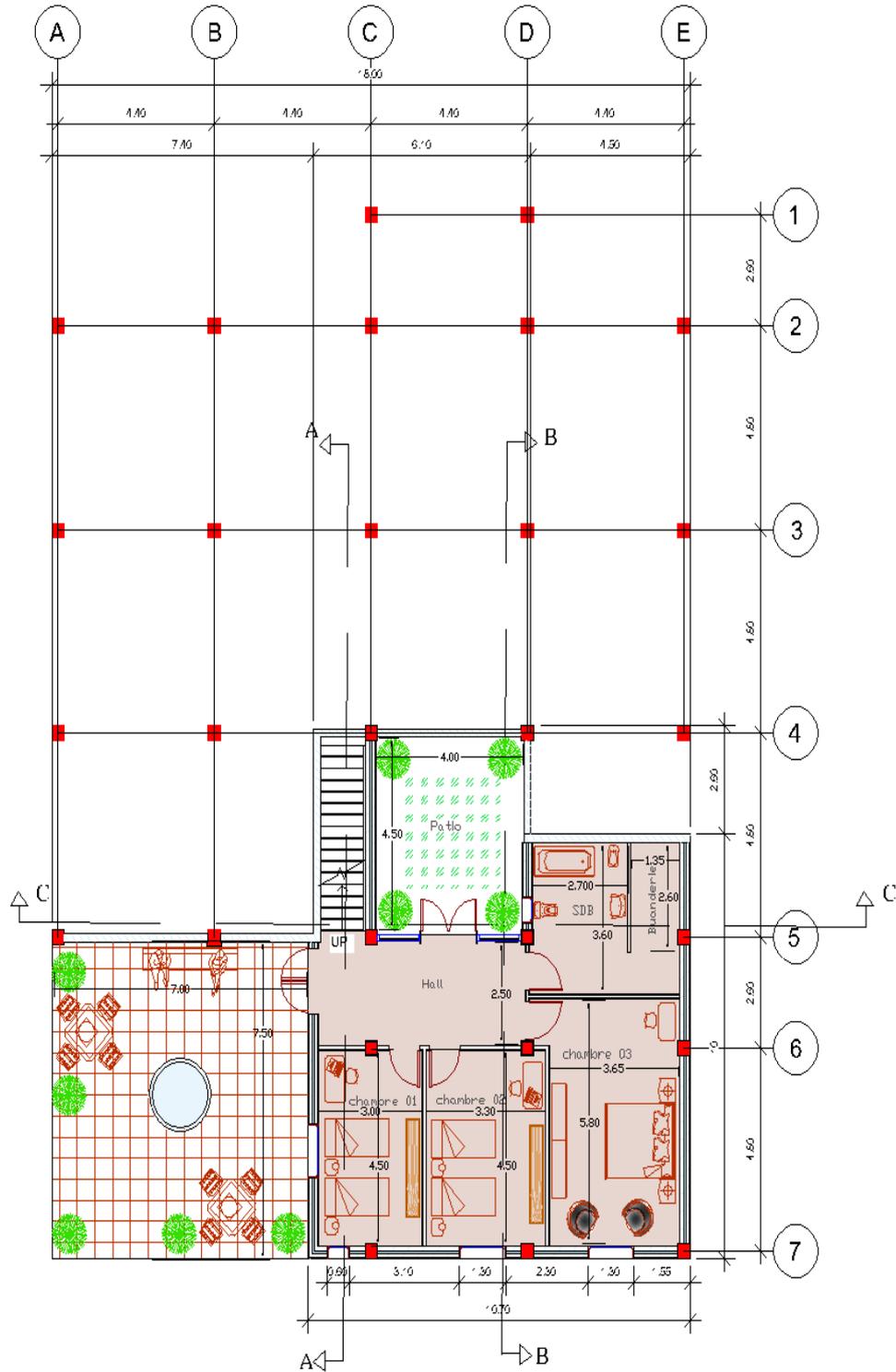
UNITE 01

ANNEXES



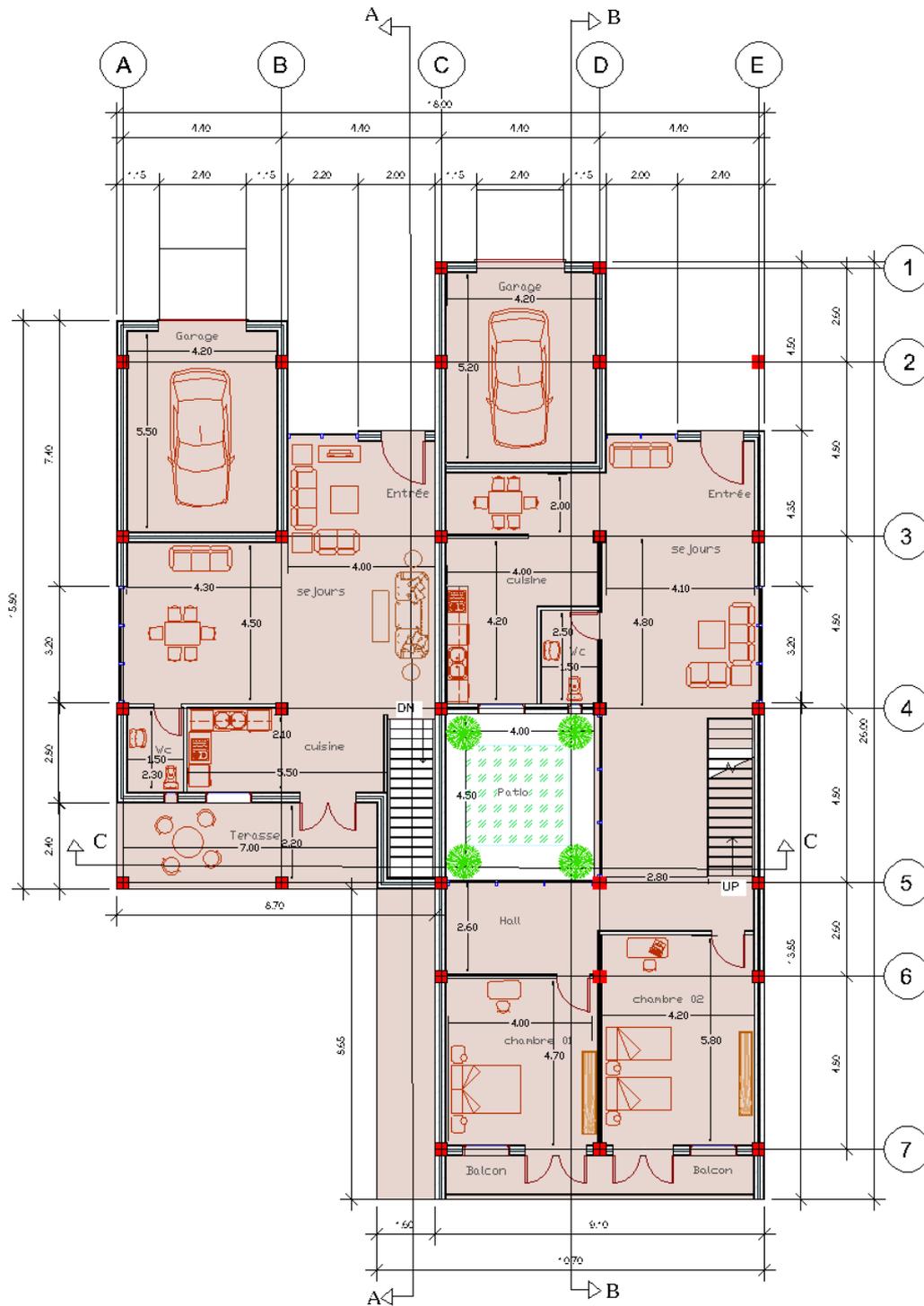
Plan de Fondation unité 01

ANNEXES



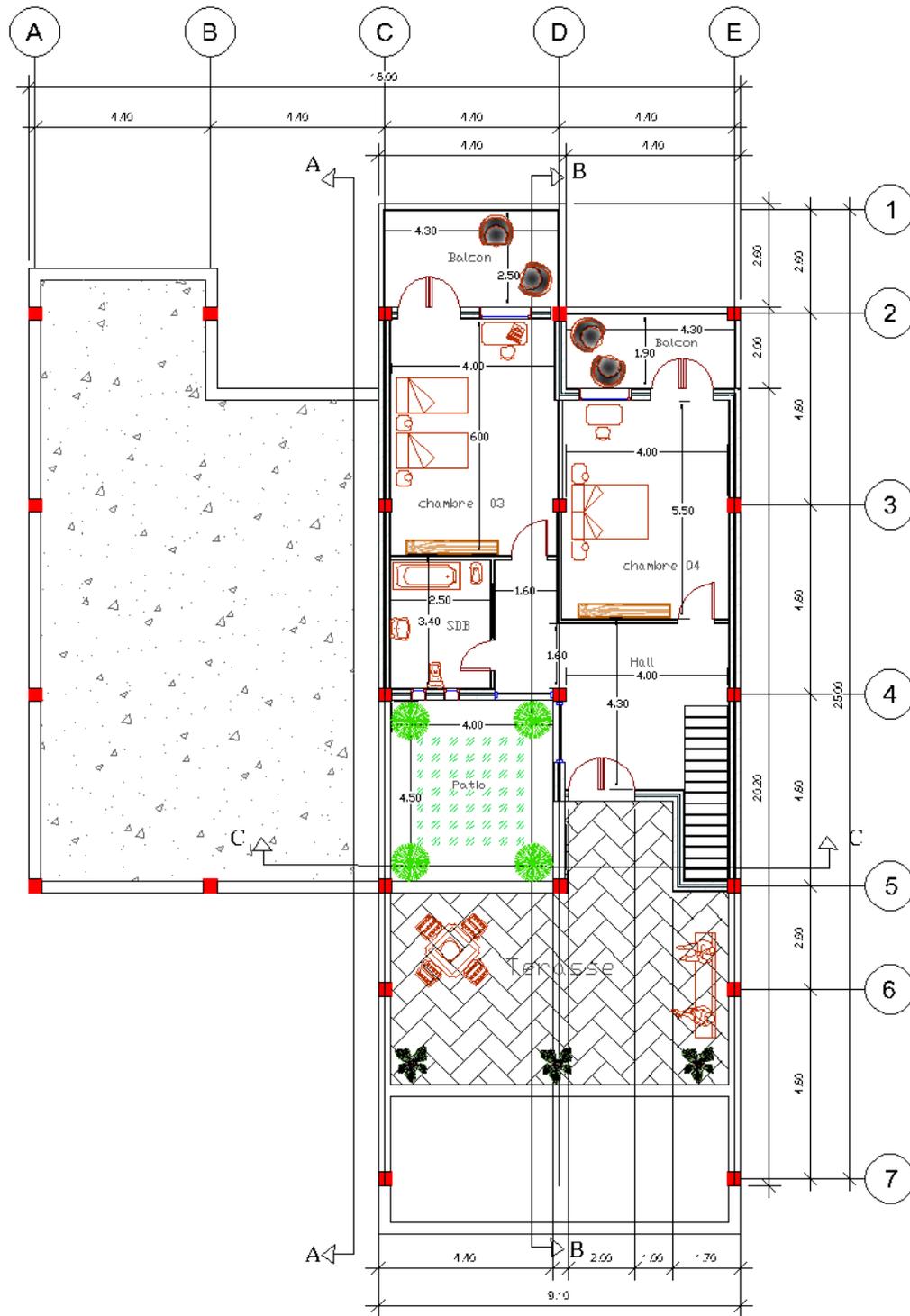
Plan Entre Sol -3,06

ANNEXES



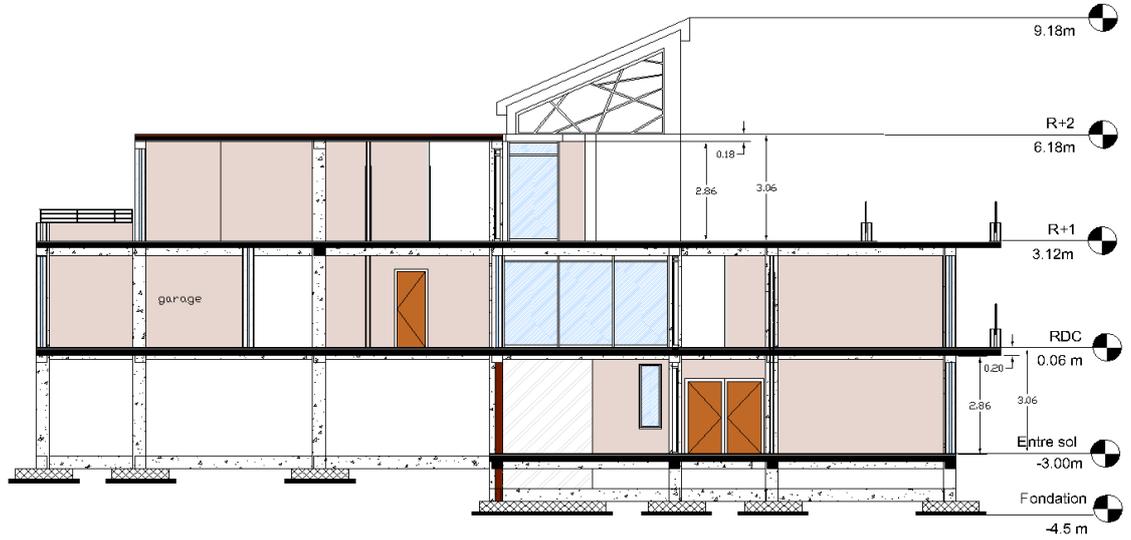
Plan RDC

ANNEXES

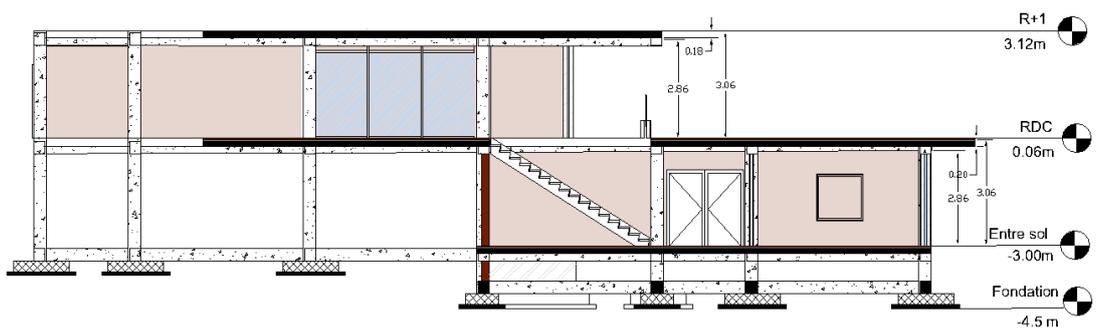


Plan Etage +3,06

ANNEXES

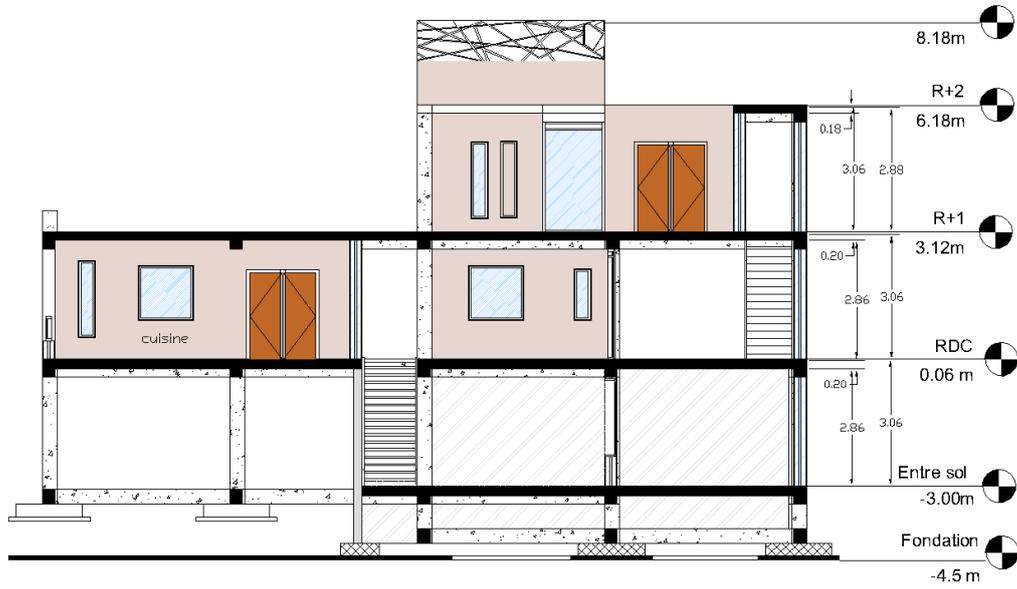


Coupe AA

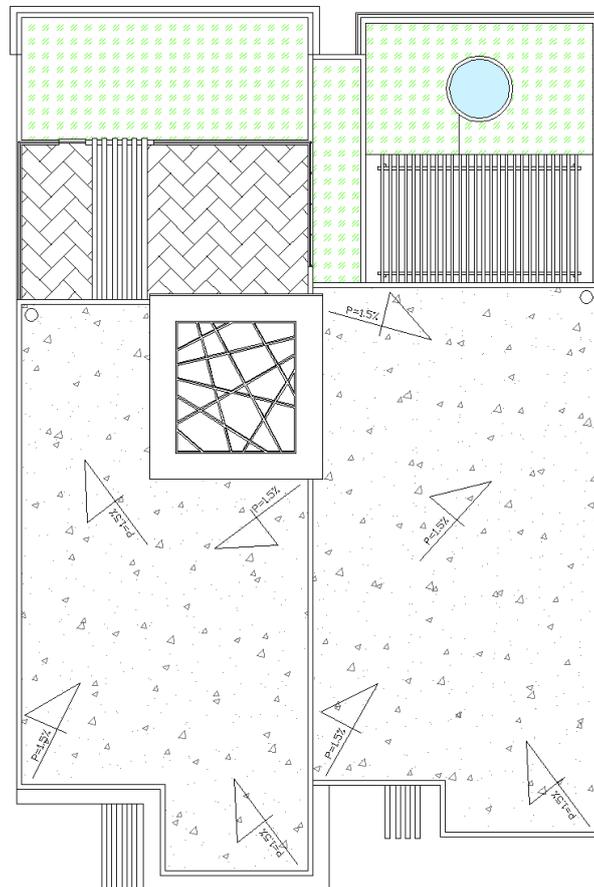


Coupe BB

ANNEXES

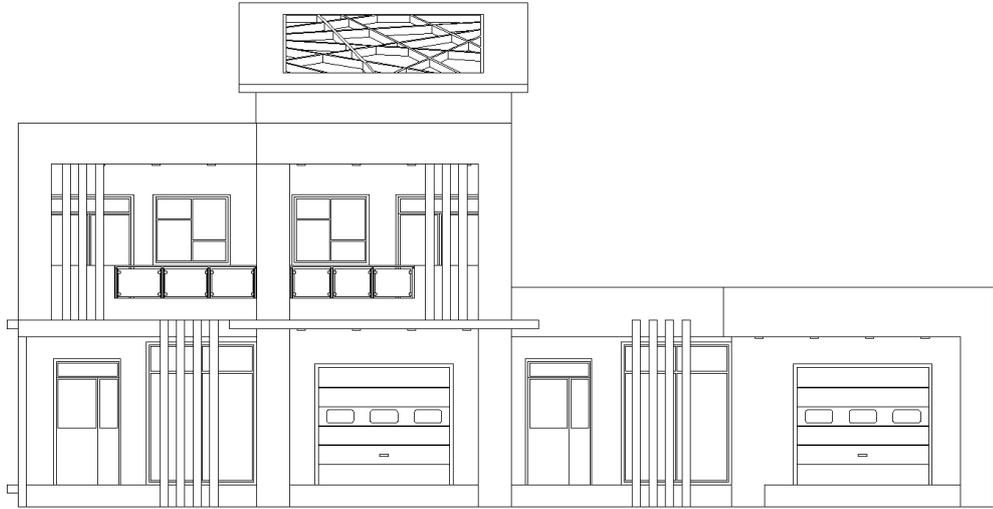


Coupe cc

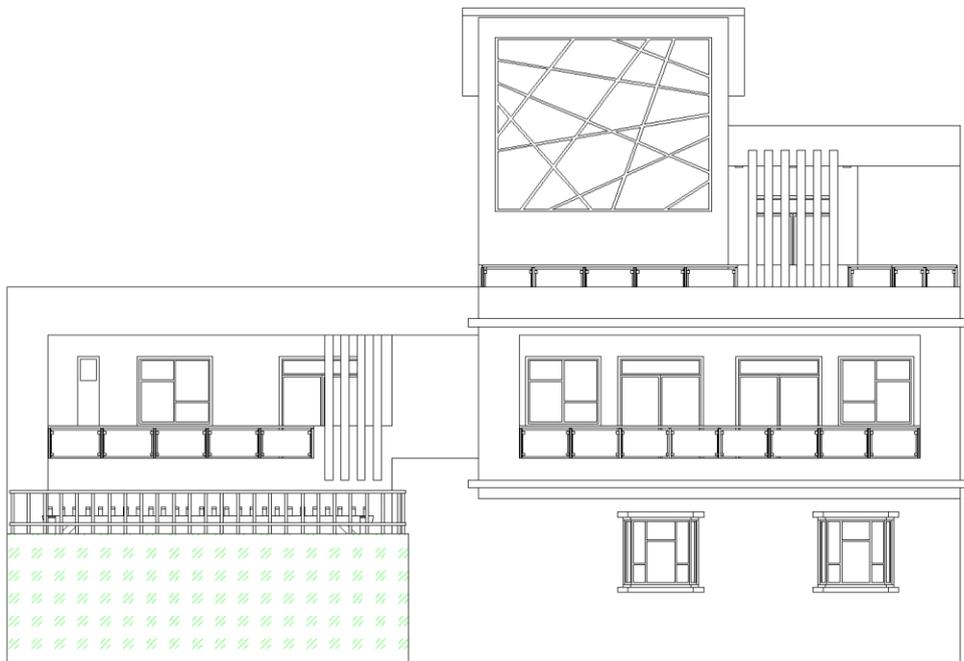


Plan Terrasse

ANNEXES



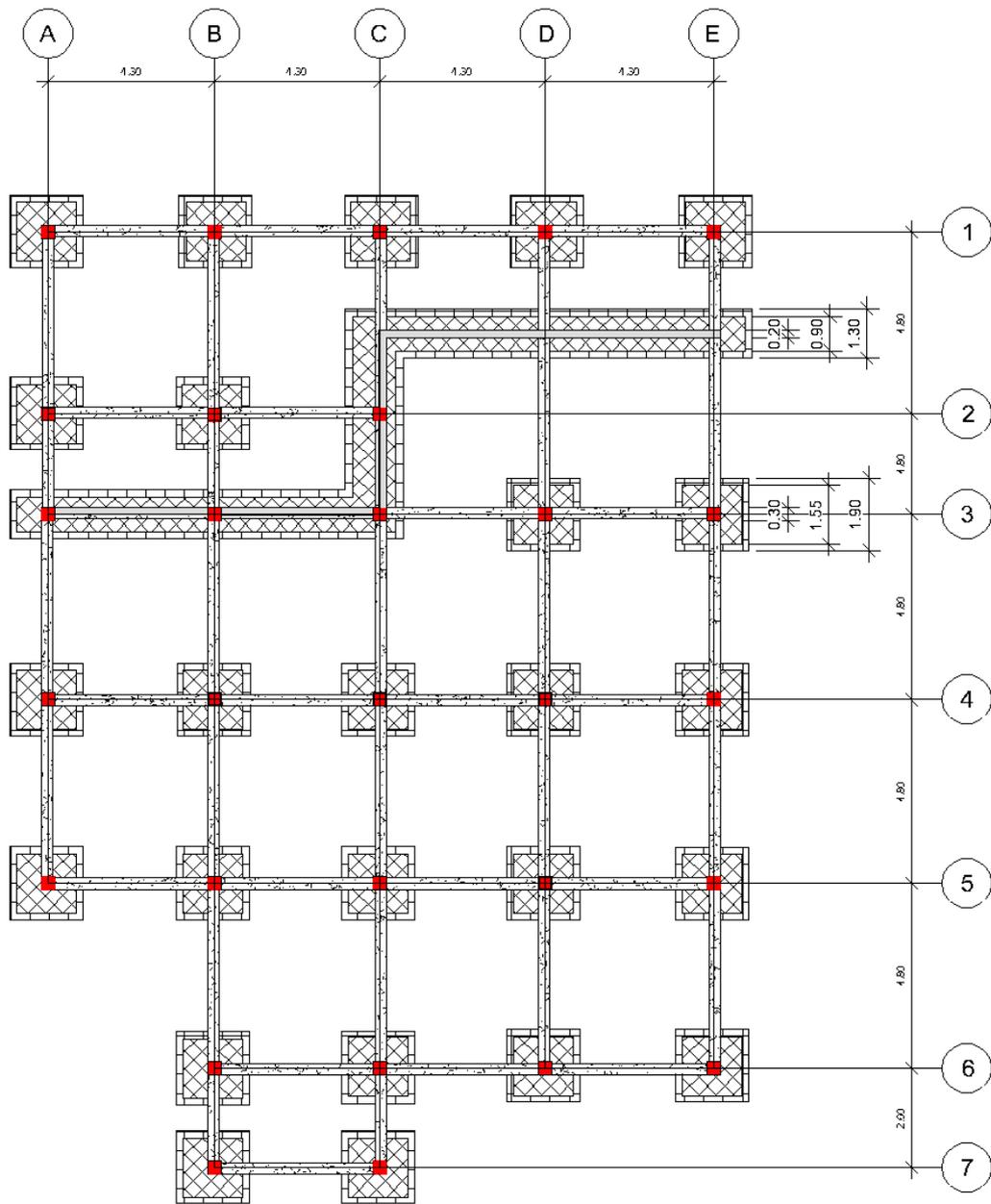
Façade Principale



Façade Postérieure

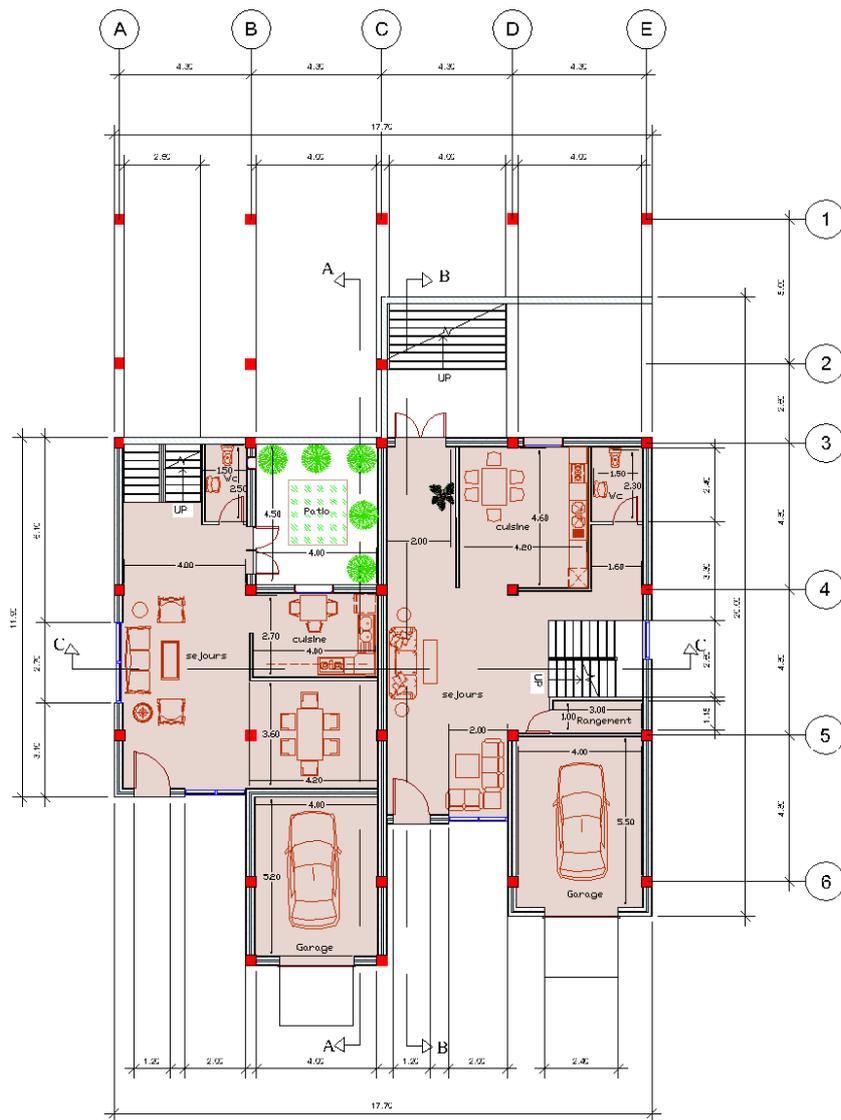
UNITE 02

ANNEXES



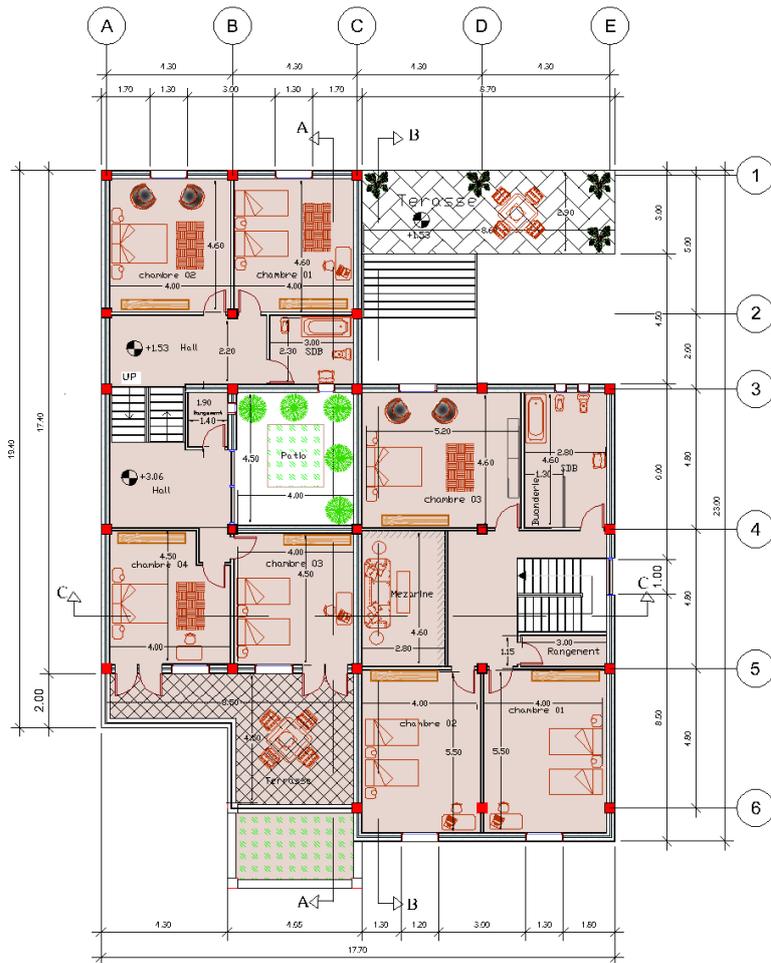
Plan de Fondation unité 02

ANNEXES



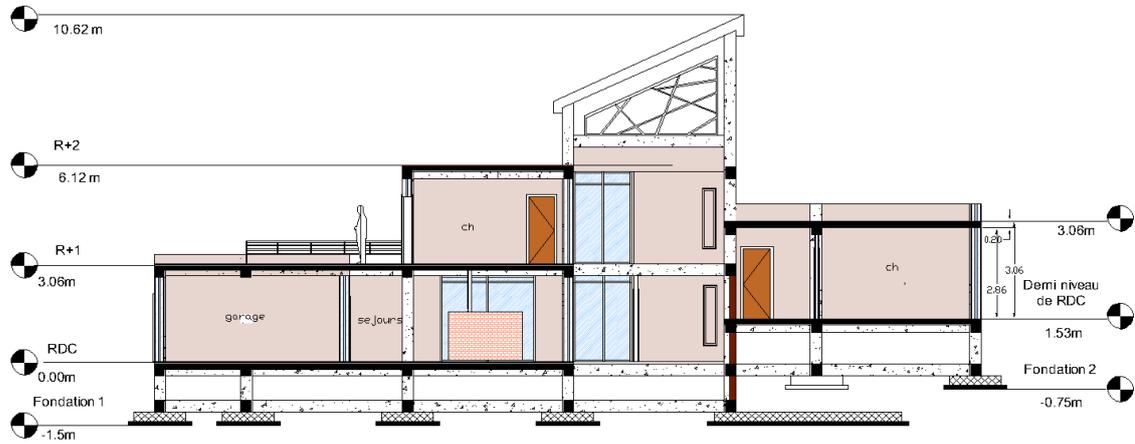
Plan RDC

ANNEXES

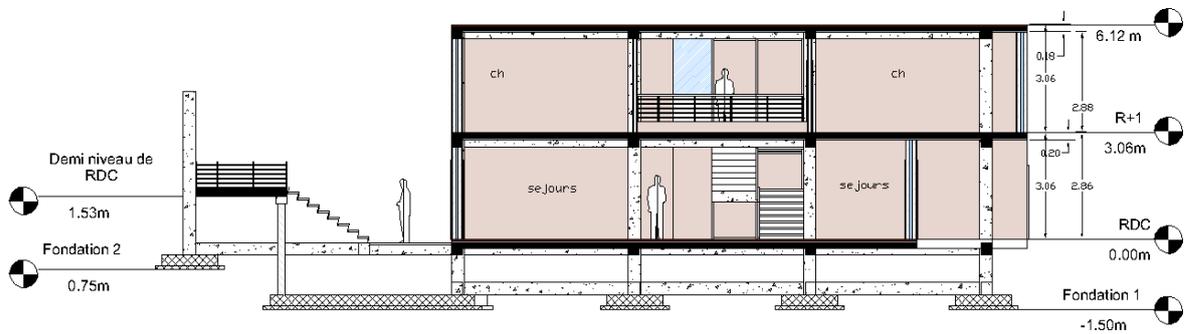


Plan Etage

ANNEXES

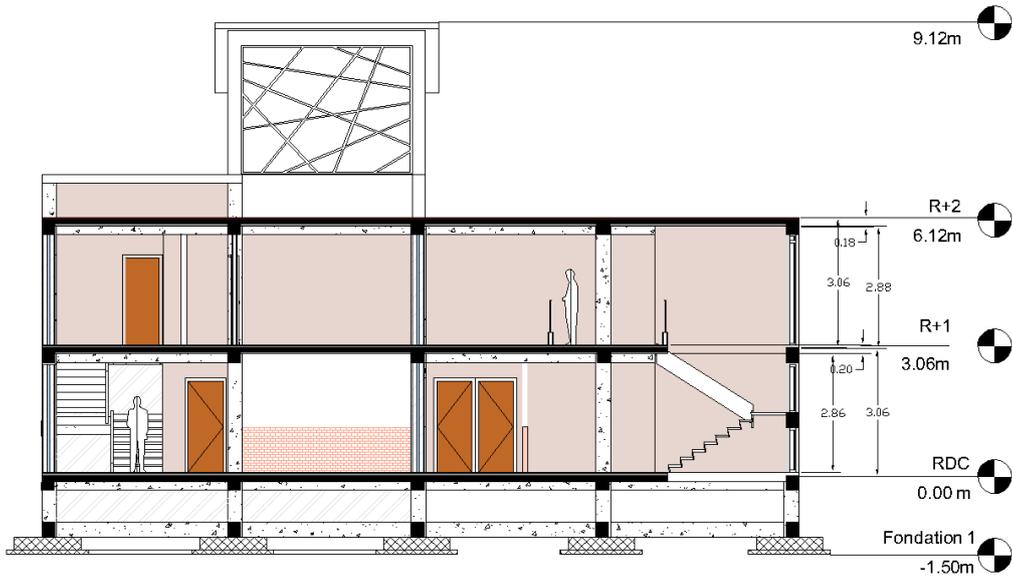


Coupe AA

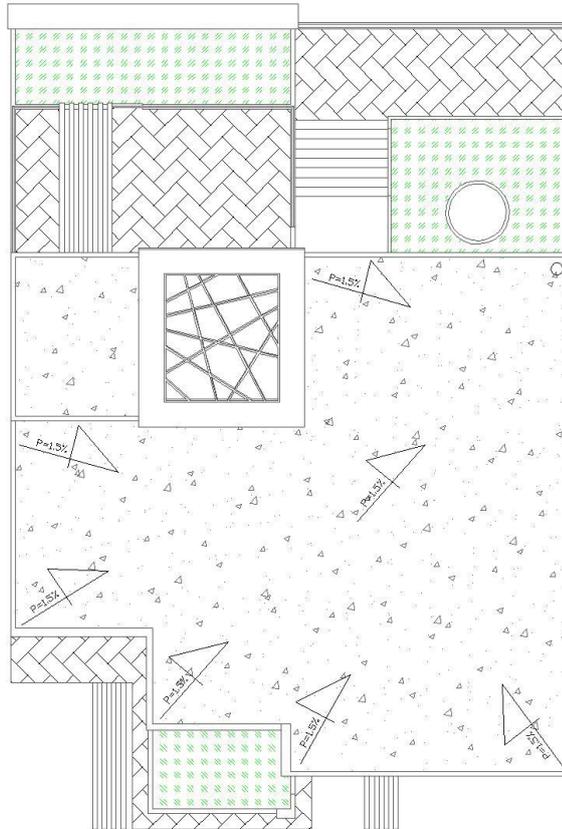


Coupe BB

ANNEXES

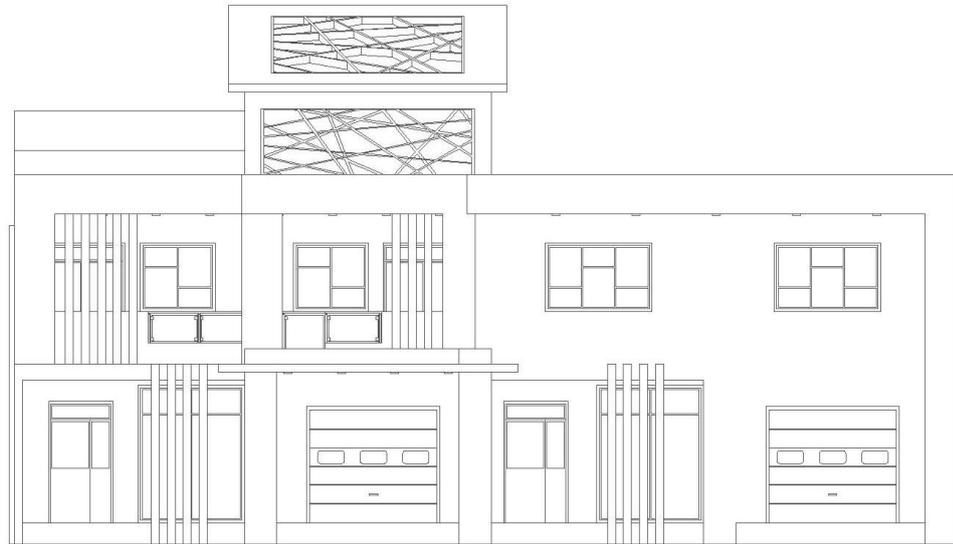


Coupe CC

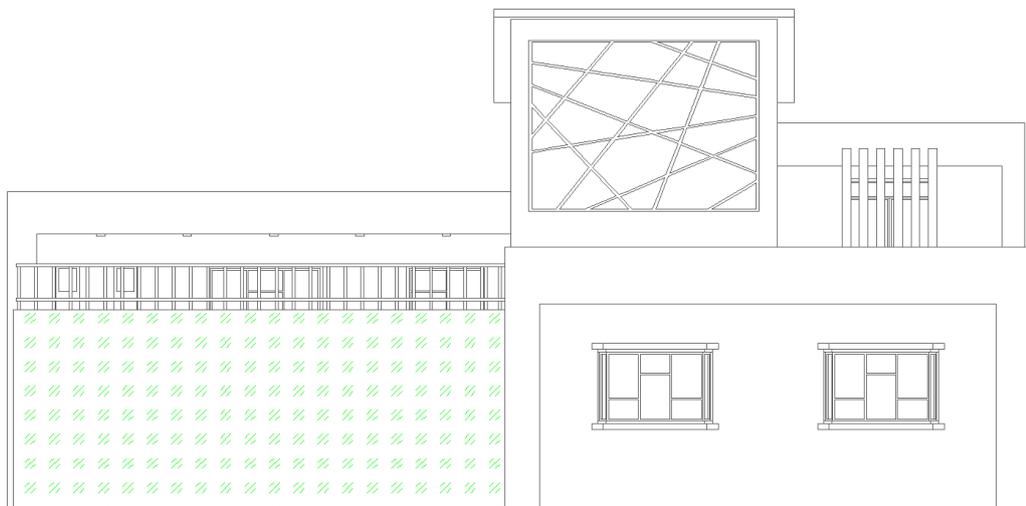


Plan Terrasse

ANNEXES



Façade Principale



Façade Postérieure

ANNEXES

Plan de Masse :

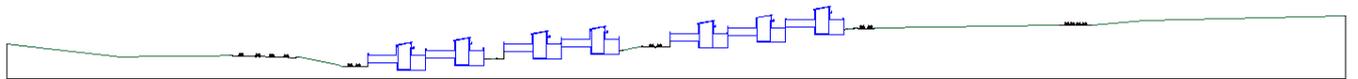


ANNEXES

Coupes de terrain :



COUPE A-A



COUPE B-B

ANNEXES

Projet en 3D :

