



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA -01-

INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME

Département d'Architecture

Mémoire de Master 2 en Architecture.
(Architecture, Environnement Et Technologie)

Titre du Mémoire

**Optimisation du confort thermique dans les logements collectif
AADL**

**P.F.E : Conception de logement collectif dans le cadre du programme
AADL
Sidi Abdellah , Alger**

Présenté par :

EL MAOUHAB Oumaima

DJERDJOURI Bisma Hind

Groupe : 01.

Encadré(e)(s) par :

Dr. BENKAHOUL Leila (MCB)

Dr. ALIOUCHE Sihem (MCB)

Membres du jury :

Mme Belekhal Nadia (MAA).

Dr Kaoula Dallel . (MCA).

Année universitaire : 2021/2022

Dédicace

Je dédie ce travail à mes chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné l'espoir et le courage durant toute ma vie, pour tout cela et pour ce qui n'a pas été dit, que dieu leur procure une bonne santé et une longue vie.

À mon père, qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir,

À ma mère, la lumière de mes jours, ma vie et mon bonheur,

Et mes précieux grand-père, grand-mère que dieu ait leurs âmes et leur accorde le plus haut des paradis, J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma gratitude et tout mon amour,

À ma sœur Nihel et mes chères tantes « Khadidja, Kaouther et Marmar » pour leur grand amour et leur soutien,

Et mes oncles « Ramzi, Wael » pour leur grand amour et leur soutien

A les chouchous de la famille « Riyad ,Maria ,Rahim ,Maramr , Kika, et Sara » que dieu vous protège.

Mes chers amis qui m'ont toujours encouragé et à qui je souhaite plus de succès

«Abdelkader, Chabha, Oumaima, Yacine, Aymen, Hadia et Neserine, Tayeb »

Ainsi qu'à tous ceux qui nous ont aidés de loin ou de près à réaliser ce travail. «

Abdelkader, Hamouchi, Kaouther, Nada, Amira, Lamia, Sami et Cherifa »

Et toute ma famille que dieu les protège

Merci !

El Maouhab Oumaima .

DÉDICACE

Du profond de mon cœur Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont chers :

A MES CHERS PARENTS : Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance, que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux, tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices que dieu vous protège et vous bénisse en vous offrant la santé....

A MES CHERES SOEURS : NINA, RANIA , MARIA et MERIEM avec tous mes vœux de les voir réussir dans leurs vies.

A MES FRÈRES WAHAB LOKMANE ET ABDERRAMANE : Merci Pour me soutenir et m'encourager durant mes années universitaires.

À mes chère amies MARIA, INES et SARAH, SARAH, IBTISSEM, WAFI FERIEL, OUMAIMA, NAWEL ASMA, YOUSRA Merci pour être des très bonnes amies depuis toutes ces années et pour me soutenir, m'aider et pour tous les bons souvenirs qu'on a partagés ensemble ... Je vous souhaite la réussite et le bonheur.

À hafidha Amira, Maroua, Nassima, Hadia et Nesrine pour leur soutien et l'aide durant nos années universitaires et pour tous les bons souvenirs qu'on a partagés ensemble ...

Et pour finir à ma binôme Oumaima qui ma aider d'atteindre à ce projet.

A tous ma famille paternelle et ma famille maternelle

Djerdjouri Bisma Hind

REMERCIEMENTS

On remercie le Dieu tout puissant de nous avoir donné la force et le

Courage pour accomplir ce modeste travail

*On remercie nos parents, nos sœur et frères ...pour tout leur amour, leur
encouragement, et leur soutien ...*

*Notre profonde reconnaissance va en premier lieu à Mme BENKAHOUL. L
, et Mme ALIOUCHE. S enseignante à l'Université de Saad Dahleb Blida*

Pour l'orientation, la confiance, la patience qu'ils nous ont donné

*Sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port, pour leurs
bonnes explications qui nous ont éclairées le chemin,*

*on voudrait également remercier les membres du jury pour Avoir
accepté d'évaluer ce travail et pour toutes leurs Remarques et
critiques...*

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements aux membres du
bureau d'étude MK pour leurs patiences et leurs conseils qui
nous ont facilité le déroulement durant la période de stage,*

*Enfin, à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin,
D'une manière directe ou indirecte à l'élaboration de ce modeste travail Defin
d'étude*

Merci à tous.

Résumé :

L'habitat en Algérie fait partie des secteurs les plus énergivores, d'où la nécessité et l'importance de l'approche bioclimatique dans sa conception architecturale. En effet cette approche permet d'assurer le confort des utilisateurs tout en économisant la consommation énergétique.

A travers notre travail on a essayé de prévoir un confort optimal dans des logements AADL et cela à travers l'approche de conception bioclimatique passive. Notre site est situé dans la nouvelle ville de Sidi Abdellah à Alger.

Le niveau de confort de notre conception a été vérifié par des simulations réalisées par le logiciel Design Builder et comparées par les simulations réalisées pour des logements AADL dans le même site. On a réalisé que l'approche bioclimatique a permis de réaliser un niveau de confort non négligeable en comparaison avec les logements AADL de référence.

Mots clés : Habitat Collectif, Conception Architectural Bioclimatique, Consommation Énergétique, Confort Thermique, Nouvelle Ville De Sidi Abdellah.

Summary:

Habitat in Algeria is one of the most energy-intensive sectors, hence the need and importance of the bioclimatic approach in its architectural design. Indeed, this approach ensures the comfort of users while saving energy consumption.

Through our work we tried to provide optimal comfort in AADL housing and this through the passive bioclimatic approach. Our site is located in the new city of Sidi Abdellah in Algiers.

The comfort level of our design has been verified by simulations performed by the Design Builder software and compared by simulations performed for AADL housing in the same site. It was realized that the bioclimatic approach made it possible to achieve a significant level of comfort in comparison with the AADL reference dwellings.

Keywords: Collective Housing, Bioclimatic Architectural Design, Energy Consumption, Thermal Comfort, New City Of Sidi Abdellah.

ملخص

يعتبر الإسكان في الجزائر من أكثر القطاعات كثافة في استخدام الطاقة ، ومن هنا تأتي الحاجة إلى نهج المناخ الحيوي وأهميته في تصميمه المعماري .في الواقع ، يضمن هذا النهج راحة المستخدمين مع توفير استهلاك الطاقة

.وهذا من خلال نهج التصميم المناخي الحيوي السلبي AADL من خلال عملنا ، حاولنا توفير الراحة المثلى في إسكان

يقع موقعنا في مدينة سيدي عبد الله الجديدة في الجزائر العاصمة تم التحقق من مستوى الراحة في تصميمنا من خلال ومقارنتها مع عمليات المحاكاة التي تم إجراؤها Design Builder عمليات المحاكاة التي تم إجراؤها بواسطة برنامج في نفس الموقع .لقد أدركنا أن النهج المناخي الحيوي جعل من الممكن تحقيق مستوى لا يستهان به AADL لإسكان ..المرجعي AADL من الراحة بالمقارنة مع إسكان

الكلمات الرئيسية: الإسكان الجماعي، التصميم المعماري المناخي الحيوي، استهلاك الطاقة، الراحة الحرارية، مدينة سيدي عبد الله الجديدة

Table des MATIÈRES

Résumé : 4

1 CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE 12

1.1	INTRODUCTION	12
1.2	PROBLEMATIQUE	13
1.3	OBJECTIFS	13
1.4	HYPOTHESES :	14
1.5	METHODOLOGIE DU TRAVAIL	14
1.6	STRUCTURE DE MEMOIRE	15

1 CHAPITRE II : ETAT DE L'ART 17

1.1	INTRODUCTION	17
1.2	THEMATIQUE ENVIRONNEMENTALE	17
1.2.1	Définition des concepts liés à l'environnement	17
1.2.2	Architecture bioclimatique	17
1.2.2.1	Présentation de l'architecture bioclimatique :	17
1.2.2.2	Définition :	18
1.2.2.3	Evolution de l'architecture bioclimatique	19
1.2.2.3.1	L'architecture vernaculaire	19
1.2.2.3.2	L'architecture antique	19
1.2.2.3.3	L'architecture musulmane	19
1.2.2.3.4	L'architecture moderne	20
1.2.2.3.5	L'architecture solaire	21
1.2.2.3.6	L'architecture bioclimatique	21
1.2.2.4	Les principes de l'architecture bioclimatique	21
1.2.2.4.1	Implantation	23
1.2.2.4.2	Forme et compacité	24
1.2.2.4.3	L'organisation intérieure	24
1.2.2.4.4	L'orientation	25
1.2.2.4.5	Les protections solaires	26
1.2.2.5	Les stratégies de l'architecture bioclimatique	27
1.2.2.5.1	Chauffage solaire passif	27
1.2.2.5.2	Rafraîchissement passif	27
1.2.2.5.3	L'éclairage naturel	28
1.2.2.5.4	La ventilation naturelle	28
1.2.2.6	Les objectifs de l'architecture bioclimatique	28
1.2.2.7	Avantages et inconvénients de l'architectures bioclimatique	29
1.2.2.7.1	Les avantages de l'architecture bioclimatique	29
1.2.2.7.2	Les inconvénients de l'architecture bioclimatique :	29
1.2.2.8	Les paramètres passifs de l'architecture bioclimatique	30
1.2.2.8.1	Les paramètres environnementaux	30
1.2.2.8.2	Les Paramètres architecturaux :	31
1.2.2.8.3	Paramètres de chauffage et de climatisation passive	33
1.2.2.9	Le paramètre actif de l'architecture bioclimatique	34
1.2.2.9.1	Les capteurs solaires photovoltaïques	34
1.2.2.9.2	Les capteurs solaires thermiques	35
1.2.2.9.3	Chauffage solaire avec stockage	35
1.2.2.10	Les outils graphiques de l'analyse bioclimatique	35

1.2.2.11	Recommandations bioclimatiques selon les zones climatiques en Algérie	36
1.2.3	La notion de Confort dans l'architecture	36
1.2.3.1	Définition du confort	36
1.2.3.2	Les différents types du confort	36
1.2.3.3	Confort thermique	37
1.2.3.3.1	Définition du confort thermique	37
1.2.3.3.2	Influence de la température sur le confort thermique	39
1.2.3.3.3	Influence de l'humidité sur le confort thermique	40
1.2.3.4	Influence de l'activité et de l'habillement sur le confort thermique	40
1.2.3.5	Influence de la vitesse de l'air sur le confort thermique	40
1.2.3.6	Stratégies d'évaluation du confort thermique	40
1.2.3.6.1	Indices thermiques	41
1.2.3.6.2	Méthodes d'analyse bioclimatique	41
1.2.3.6.3	Utilité des modèles de confort thermique	41
1.2.3.7	Dispositifs architecturaux et stratégies bioclimatiques relatifs au Confort thermique	42
1.2.3.7.1	Ventilation	42
1.2.3.7.2	Le chauffage	46
1.2.3.7.3	Définition	46
1.2.3.7.4	Les modes de chauffage	47
1.2.4	Efficiéne énergétique :	48
1.2.4.1	L'efficacité énergétique des bâtiments	48
1.2.4.2	La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique	48
1.2.4.3	Les étapes d'amélioration de l'efficacité énergétique	49
1.2.4.4	Classification des bâtiments a efficacités énergétiques :	49
1.2.4.5	La classe énergie d'une habitation	50
1.2.4.6	Dispositifs architecturaux et stratégies bioclimatiques relatifs à l'efficiéne énergétique	50
1.2.4.6.1	Dispositifs liés à l'enveloppe de bâtiment	51
1.3	DEFINITION DES CONCEPTS LIES AU PROJET	54
1.3.1	L'habitat	54
1.3.2	L'habitation	54
1.3.3	Logement	54
1.3.4	Habiter	54
1.3.5	Les typologies de l'habitat	54
1.3.5.1	Habitat individuel	54
1.3.5.2	Habitat intermédiaire	55
1.3.5.3	Habitat collectif	55
1.3.5.3.1	L'habitat collectif et ces composantes :	56
1.3.5.3.2	Les types d'habitats collectifs	56
1.3.5.3.3	Les types de logements existants en Algérie	57
1.3.5.3.4	L'agence AADL	57
1.4	ANALYSE DES EXEMPLES	58
1.4.1	Exemple 01 : 25 logements collectifs sociaux à Saint-Jean-de-Braye (45)	58
1.4.2	Exemple 2 : 27 logements sociaux quartier de la boissière à noisy-le-sec - noisy-le-sec	60
1.5	CONCLUSION	61

2 CHAPITRE III : projet 63

2.1	SITUATION DE L'AIRe D'ETUDE	63
-----	-----------------------------	----

2.1.1	A l'échelle nationale	63
2.1.2	A L'échelle Du Quartier	64
2.1.4	Accessibilité	65
2.1.4.1	Accessibilité a La Ville De Sidi Abdellah	65
2.1.4.2	Accessibilité A Le Site D'intervention	65
2.1.4.3	L'environnement immédiat.....	66
2.2	ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL	67
2.2.1	Forme, Superficie Et Dimension Du Terrain	67
2.2.2	Topographie De Terrain	67
2.2.3	L'ombrage	67
2.3	LECTURE DE L'ENVIRONNEMENT CONSTRUIT.....	68
2.3.1	Système viaire	68
2.3.2	Système bâti	69
2.3.3	Système parcellaire	70
2.3.4	Aspect Architectural.....	70
2.3.5	Schéma de synthèse.....	71
2.3.6	Analyse climatique.....	72
2.3.6.1	Température	72
2.3.6.2	Précipitation	72
2.3.6.3	Pluie	73
2.3.6.4	Humidité	74
2.3.6.5	Vent.....	74
2.3.6.6	DIRECTION DES VENTS	75
2.3.6.7	Ensoleillement	75
2.3.6.8	Rayonnement solaire.....	75
2.3.6.9	Exigence de confort	76
2.3.6.10	Diagramme psychométrique	77
2.4	RECOMMANDATIONS	79
2.4.1	Conceptualisation du projet.....	81
2.4.1.1	Principe d'aménagement	81
2.4.1.2	Genèse de la forme	83
2.4.1.3	Plan d'aménagement :.....	84
2.4.1.4	les principes fonctionnels.....	85
2.4.1.5	Programme surfacique	86
2.4.1.6	Conception du projet.....	87
2.4.1.7	Système structurelle	90
2.4.1.8	La genèse de la façade	91
2.4.1.9	Matériaux de construction	93
2.4.2	Evaluation environnementale du projet.....	94
2.4.2.1	Les aspects de durabilité intégrés à l'échelle de quartier.....	94
2.4.2.2	Aspects bioclimatiques intégrés à l'échelle de projet	96
2.4.2.3	Schéma de synthèse des systèmes bioclimatiques intégrés	101
2.5	EVALUATION DE LA PERFORMANCE DE PROJET	102
2.5.1	Le thème choisit	102
2.5.2	L'objectif de simulation.....	102
2.5.3	Présentation de cas d'étude.....	102
2.5.3.1	Fiche technique de projet	102
2.5.3.2	Les caractéristiques météorologiques de site	102
2.5.3.3	Présentation de l'espace a étudié.....	103
2.5.4	La Simulation Thermique Dynamique.....	103

2.5.4.1	Définition	103
2.5.4.2	Les différents logiciels disponibles.....	103
2.5.5	Design Builder.....	103
2.5.5.1	Définition	103
2.5.6	La mise en place de la simulation	104
2.5.6.1	Dessin du plan sous le logiciel DesignBuilder	104
2.5.6.2	Identification des zones	105
2.5.6.3	Présentation de cas d'étude :.....	106
2.5.6.4	Les scenarios de simulations et exploitation des résultats	107
2.5.6.4.1	La simulation des bâtiments AADL.....	107
2.5.6.4.2	Scenario d'orientation	108
2.5.6.4.3	Scenario des matériaux.....	109
2.5.6.4.4	Scenario double vitrage et protection solaire	111
2.5.6.5	La comparaison entre les résultats de simulation entre projet AADL et notre projet :	114

Conclusion générale 121

Bibliographie 123

Annexe 137

CHAPITRE I

1 CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE

1.1 Introduction

Depuis toujours l'homme a cherché à améliorer le confort dans sa vie quotidienne en utilisant des techniques de construction passive et active. En effet l'histoire de la construction montre que l'homme a longtemps su profiter du climat et de solutions d'ingénierie simples pour améliorer son confort thermique. Un confort nécessaire pour satisfaire ses besoins physiologiques, mentaux et émotionnels.

Construire un bâtiment en prenant en considération le climat permet de réduire considérablement les dépenses en chauffage et en climatisation et la consommation d'énergie.

L'approche bioclimatique consiste justement à créer un confort optimal avec une température confortable, une humidité réduite et une lumière naturelle suffisante, en prenant en considération l'impact de l'orientation sur la température de l'espace intérieur.

Notre approche de conception est basée sur l'orientation du bâtiment peut, afin de profiter de l'énergie des éléments naturels tel que la température, l'humidité, le vent ... etc. un bâtiment et plus précisément un habitat bioclimatique permet d'apporter le confort thermique à ses occupants tout en réduisant sa consommation énergétique pour le chauffage et la climatisation.

1.2 Problématique

L'Algérie après l'indépendance a fait face à une forte croissance démographique, engendré une forte demande de logements. Pour répondre à cette demande forte et pressante, l'état algérienne à établir plusieurs formules de logements, tel que le logement social, le logement LSP (logement social participatif), le logement AADL (Agence pour l'amélioration et le développement du logement), logement LPP (logement promotionnel public) et le logement LPA (logement promotionnel aide). Le logement AADL représente le plus grand programme jamais établi, en effet de 2010 à 2022 1252508 de logements ont été réalisés en Algérie.

Notre recherche a été porté sur le confort thermique dans les logements AADL, en effet les questions qu'on se pose sont :

Est-ce que la forte demande en logements à impactée la qualité de la prise en charge du confort thermique dans les logements AADL ?

Peut-on apporter une amélioration du confort thermique des logements AADL à travers l'adoption des principes de conception bioclimatique passive ?

Quelle est l'impact de l'orientation dans le confort thermique des logements et la consommation énergétique pour le chauffage et la climatisation ?

1.3 Objectifs

Notre démarche se base sur les points suivants :

- Promouvoir les logements AADL par une conception architecturale qui assure le confort nécessaire aux utilisateurs tout en réduisant la consommation énergétique.
- Application des principes bioclimatiques et précisément le principe d'orientation pour améliorer le confort thermique.
- Améliorer le confort thermique en hiver comme en été, afin d'en réduire l'utilisation intensive du chauffage et climatisation.
- Des solutions bioclimatiques comme l'utilisation de matériaux à forte inertie thermique.
- Encourager le travail avec des matériaux de construction fabriqués en Algérie.
- Privilégier les apports en lumière naturelle, pour limiter la consommation d'énergie liée à l'éclairage et apporter le bien-être des occupants.

1.4 Hypothèses :

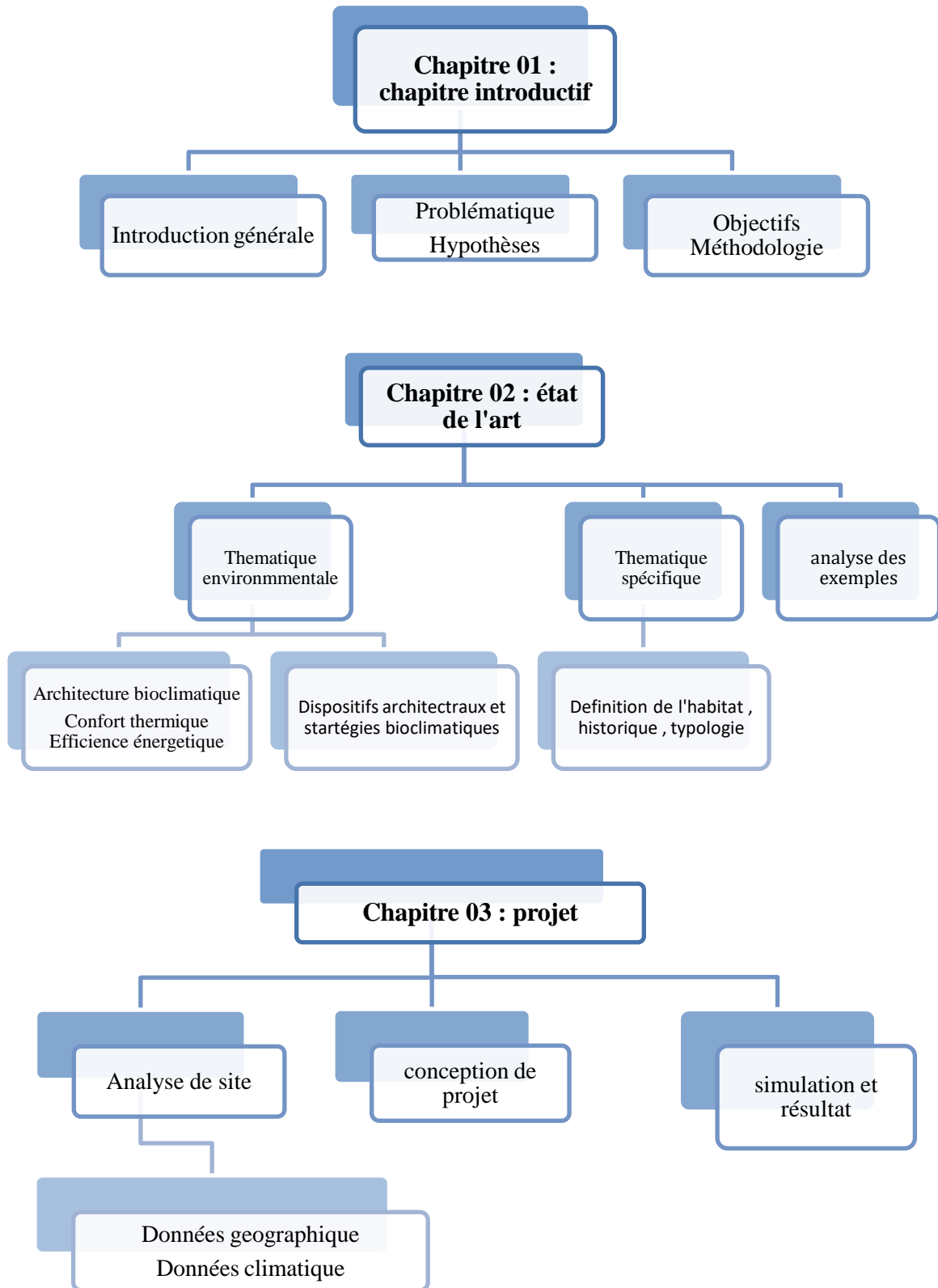
- Une conception bioclimatique peut être la réponse pour améliorer la qualité de confort thermique dans les logements AADL.
- En respectant le même programme surfacique des logements AADL et l'utilisation des mêmes matériaux, mais en travaillons avec le paramètre d'orientation optimale pour chaque espace, on suppose améliorer le confort thermique intérieur.
- Le respect de la bonne orientation des espaces de vie peut non seulement améliorer le confort thermique, mais aussi réduire la consommation énergétique.

1.5 Méthodologie du travail

Pour répondre aux objectifs fixés et à vérifier la validité de nos hypothèses, nous nous sommes basés sur une démarche constituée de trois étapes, à savoir :

1. La recherche bibliographique concernant les différentes définitions des concepts liés à l'environnement et à la thématique de l'habitation collectif.
2. Un travail d'analyse du site, afin de ressortir les potentialités climatiques et urbaines qui vont orienter notre le travail de conception architecturale.
3. Un travail de modélisation de notre cas d'étude suivit d'opération de simulation portant sur les performances thermiques des logements par l'utilisation de logiciel : « Design Builder ».

1.6 Structure de mémoire



CHAPITRE II

1 CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

1.1 Introduction

Le confort des occupants est l'objectif recherché par les architectes, ces derniers se heurtent souvent à une autre réalité qui est la grande consommation de l'énergie et qui peut causer des dommages à l'environnement, c'est pour cette raison qu'ils ont commencé à pratiquer une architecture qui concilie entre le confort et la consommation, cette architecture est une architecture bioclimatique.

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

L'architecture bioclimatique passe donc inévitablement par une excellente connaissance de son environnement.

Dans ce chapitre, nous donnerons un aperçu des différentes notions liées à la construction et à la construction durable, et nous trouverons des solutions pour construire un bâtiment confortable avec : la bonne orientation, sélection rigoureuse des matériaux, l'utilisation de la végétation. Et c'est tout ce qu'il faut pour définir le lien entre la conception de l'habitat et la durabilité.

1.2 Thématique environnementale

1.2.1 Définition des concepts liés à l'environnement

1.2.2 Architecture bioclimatique

1.2.2.1 Présentation de l'architecture bioclimatique :

L'architecture cherche par définition à établir une harmonie entre les occupants d'un bâtiment et son environnement, la prise en compte des éléments et des caractéristiques de ce dernier dans la conception architecturale n'étant qu'un mode d'approche connu sous le nom d'architecture bioclimatique.

1.2.2.2 Définition :

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. (vitruve, 1692)

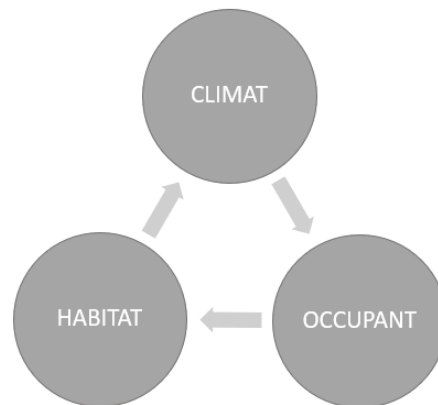


Figure 1 : l'architecture bioclimatique

Source: <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Architecture-bioclimatique.html>

À travers ce schéma (fig :01) nous expliquons que l'architecture bioclimatique est une discipline architecturale qui cherche à atteindre un équilibre entre la conception de l'habitat, son contexte (climat, environnement) et le mode de vie et le rythme de ses occupants.

L'architecture bioclimatique permet à éviter les chocs thermiques et maintiennent des températures constantes et agréables. La conception bioclimatique notamment utilisé pour construire des bâtiments avec une démarche durable.

1.2.2.3 Evolution de l'architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique n'est pas une invention du 20^{ème} siècle, mais une architecture qui existe depuis très longtemps et qui a été occultée lors de l'arrivée des techniques (climatisation, foyer ou chaudière, ...) permettant de supprimer les contraintes climatiques.

1.2.2.3.1 L'architecture vernaculaire

C'est une architecture sans architecte, elle est produite dans et en fonction d'un lieu et d'une culture spécifique, c'est l'expression d'une interrelation entre des groupes et leur milieu naturel... (Chabi, 2009)



Figure 2 : Architecture vernaculaire
Source : lemoniteur.fr

1.2.2.3.2 L'architecture antique

A la lecture de Vitruve dans son ouvrage "les dix livres d'architecture", on y relève que certaines règles pour la prise en compte du climat avaient été édictées, nous lisons en effet que : « ... les édifices seront convenablement disposés, s'il a été tenu compte avant tout des orientations et des inclinaisons du soleil où on les veut bâti ; car ils doivent être autrement construits en Egypte qu'en



Figure 3 : Architecture antique
Source : fr.wikipedia.org

Espagne, et ainsi toujours en raison des pays parce qu'il y en a ceux qui sont proche du cours du soleil, d'autres qui en sont éloignés, et d'autres qui sont entre ces deux extrémité, il faut disposer les bâtiments en raison de la diversité des pays et des climats ». (vitruve, 1692)

Vitruve, également cité dans « Vitruve de l'architecture », en ce qui concerne l'orientation de l'habitation, le sud est meilleur que le nord, l'ascétisme de la sécheresse est le gage de la longévité, et l'expansion de l'humidité provoque la destruction. A travers ces textes, le bioclimatisme en architecture apparaît comme une pratique ancienne de 2000 ans.

1.2.2.3.3 L'architecture musulmane

Selon les modèles analysés par Izard (1979) « l'Algérie dispose de l'un des gisements solaires les plus importants au monde. Il est évalué à plus de 3000 heures de soleil par an ». Toute surface directement exposée au soleil, les murs et surtout la toiture, absorbe la grande

quantité de chaleur dans la journée qui sera libérée à l'intérieur de l'habitat la nuit, c'est pour ça dans ces régions, le confort des habitants dépend en grande partie des propriétés thermiques des murs et des toits. L'architecture musulmane ne se limite pas seulement à la question des matériaux pour assurer un confort à ses occupants, mais elle apprivoise le climat

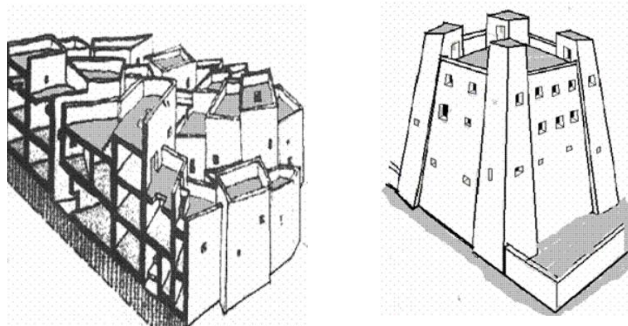


Figure 4 : Cas de maisons mitoyennes Casbah
Source: Mr Chabi Mohammed, 2009

suivant plusieurs aspects la nature des parois, forme de la construction, les ouvertures et l'organisation intérieure ... (Chabi, 2009)

1.2.2.3.4 L'architecture moderne

L'histoire de l'architecture moderne peut se décrire comme une expérience ayant intéressée tous les pays du monde, elle marque une période qui reste un moment essentiel dans la théorisation de la relation de l'habitat à la nature. L'analyse faite sur les réalisations de certains maîtres de l'architecture moderne par Alexandroff, montre



Figure 5 : Architecture moderne
Source : deavita.fr

que le travail fait sur l'intégration des variables climatiques prenait un caractère mythique, plastique et culturel. L'architecture moderne n'a jamais rompu les liens avec la nature. Pour David Lloyd Jones, « L'architecture moderne n'a jamais rompu les liens avec la nature ». Également, la charte d'Athènes de 1933 a entériné la référence à la salubrité publique d'ailleurs, le Corbusier, dans le document intitulé "la ville radieuse" publié lors du congrès des C.I.A.M194 de Bruxelles en 1930, a posé plusieurs questions aux architectes, thermiciens et aux physiciens, pour définir l'ensoleillement, l'éclairage, l'air, l'hygrométrie, la température, le niveau sonore...

1.2.2.3.5 L'architecture solaire

L'architecture solaire passive se définit comme l'art de bâtir une habitation en profitant au mieux du rayonnement solaire pour les besoins de chauffage ou de climatisation. La conception de l'habitation dépend avant tout de sa localisation et de son climat. Elle repose sur trois fondamentaux : l'apport de chaleur, la ventilation et l'isolation.



Figure 6 : Architecture solaire
Source : energieaplus.com

1.2.2.3.6 L'architecture bioclimatique

Tel qu'esquissée par Olgay (1963), « l'architecture bioclimatique apparaît déjà comme principe de conception architecturale qui vise à utiliser au moyen de l'architecture elle-même, les éléments favorables du milieu (soleil, vents dans certains climats) pour la satisfaction des exigences du confort et du bien-être de l'homme ». (Chabi, 2009). La conception d'une architecture bioclimatique, en est l'élément critique : évolution de l'ensoleillement et des températures, régime des vents et des précipitations. Qui conviennent avec toutes les saisons.



Figure 7 : Architecture bioclimatique
Source : blog.romande-energie.ch

1.2.2.4 Les principes de l'architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique recherche une synthèse harmonieuse entre la destination du bâtiment, le confort de l'occupant et le respect de l'environnement. Profiter des avantages de l'environnement permettra au projet d'exploiter pleinement son potentiel. (eRT2012, s.d.)

Donc les principes de base sont (benhalilou, 2008) :

- Minimisation des pertes énergétiques en s'adaptant au climat environnant :
 - Compacité du volume,
 - Isolation performante pour conserver la chaleur,
 - Réduction des ouvrants et surfaces vitrées sur les façades exposées au froid ou aux intempéries,
- Privilégier les apports thermiques naturels et gratuits en hiver :

- Ouvertures et vitrages sur les façades exposées au soleil,
 - Stockage de la chaleur dans la maçonnerie lourde,
 - Installations solaires pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire,
- Privilégier les apports de lumière naturelle :
- Intégration d'éléments transparents bien positionnés,
 - Choix des couleurs,
- Privilégier le rafraîchissement naturel en été :
- Protections solaires fixes, mobiles ou naturels (avancées de toiture, végétation),
 - Ventilation,

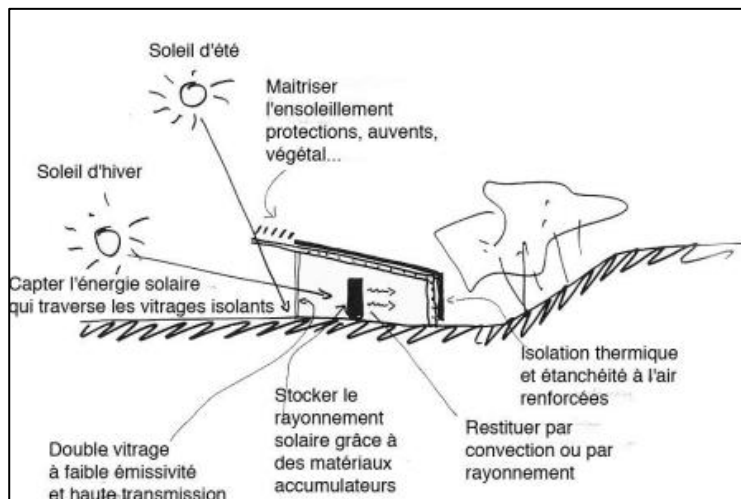


Figure 8 : les principes de l'architecture bioclimatique

Source : <http://caueactu.fr>

- Chaque construction doit suivre 3 phases :
- **Première phase** : une analyse environnementale complète du site, ainsi le constructeur disposera de tous les éléments qui a un impact sur la conception du bâtiment,
 - **Deuxième phase** : être en harmonie avec le site, en tirant ses avantages et s'adapter avec ses contraintes, ce qui aboutira à une construction performante,
 - **Troisième phase** : le choix des solutions architecturales pour la construction. Et chaque site est unique par ses caractéristiques

Composer avec le site permet à l'architecture bioclimatique de réduire les besoins énergétiques et doit encourager les économies d'énergie. Et de créer une sensation de bien-

être aux habitants. Ses principes sont fondés sur un choix judicieux de la forme et l'orientation du bâtiment, de son implantation, de la dépositions des espaces intérieurs et aussi des matériaux utilisés pour la construction qui doivent être le plus possible tirés de l'environnement. (eRT2012, s.d.)

Pour faire le tour des principes bases de l'architecture bioclimatique, nous commencerons par les bases de conception d'ensemble qui conditionnent le choix d'un parti architectural, ensuite nous entamerons les bases de conception doit être parfaitement intégré dans le site.

Les bases de conception d'ensemble

1.2.2.4.1 Implantation

Le choix de l'implantation oblige à une étude urbanistique du site. Ses objectifs sont l'identifications des vents dominants afin d'éviter la prise de vents froids tout en favorisant la ventilation naturelle, aussi l'incidence du soleil pour capter sa lumière et sa chaleur. Cette analyse permettra une délimitation de zones potentiellement intéressantes afin de procurer le confort nécessaire aux occupants.

La localisation du bâtiment dans son site, selon pierre Fernandez est un préalable de l'intégration de la composante énergétique dans la maîtrise des ambiances architecturales. Selon Pierre Fernandez, la réussir de l'insertion du bâtiment, revient à exploiter le potentiel du site et procéder à l'analyse de l'interaction du projet

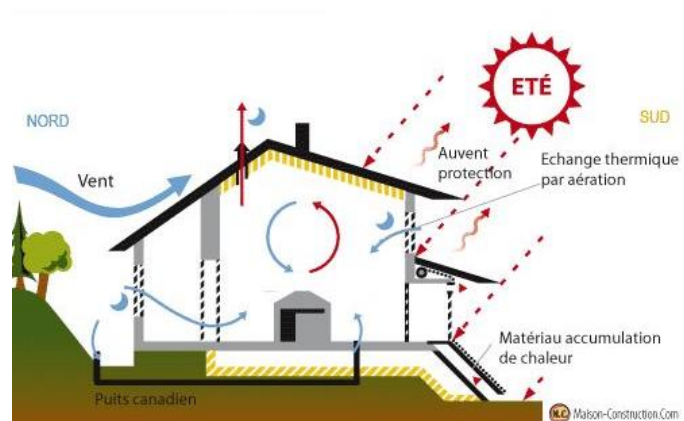


Figure 9 : schéma implantation bioclimatique
Source : <https://www.pinterest.fr/anaismugnier/maison-bio-climatique/>

avec les éléments caractéristiques de ce dernier, comme le relief, le contexte urbain, le type de terrain, l'élément et enfin le vent. (pierre, 1996)

Les processus de conception des bâtiments bioclimatique consiste à intégrer tous les éléments importants de l'environnement :

- **L'environnement** : type de région, la nature de sol, la végétation, bruit, ...etc. ces paramètres permettront une protection naturelle au vent et au soleil par la topographie du terrain et la végétation existante, et de l'ensoleillement en évitant

les masques portés par la végétation, l'environnement bâti,

- **Climat** : l'ensoleillement, température, luminosité, précipitation, humidité, vent... etc. ces paramètres permettent de profiter des apports solaires, plus ces paramètres sont importants plus le besoin thermique en hiver est réduit,

Et il y a d'autres paramètres qui doivent être pris en considération comme le contexte urbain, matériaux locaux...

Donc l'implantation a une influence sur les besoins et confort thermique.

1.2.2.4.2 Forme et compacité

La compacité d'un bâtiment est mesurée par le rapport entre la surface des parois extérieures et la surface habitable plus ce coefficient est faible plus le bâtiment sera compact. (KAOULA.D, 2017)

La forme architecturale est définie par la géométrie de leur empreinte au sol et par la hauteur du bâtiment. L'enveloppe qui est entourée par la forme sépare le milieu intérieur de l'environnement extérieur. Cette forme elle détermine dans quelle mesure le toit et les murs pourront recevoir des dispositifs pour capter l'énergie solaire. (SCHL (Société canadienne d'hypothèques et de logement), 2014)

La forme de bâtiment a une forte influence sur la consommation, à travers le coefficient de forme (la compacité). Une forme compacte présente un minimum de surfaces d'échanges pour un volume donné, donc un minimum

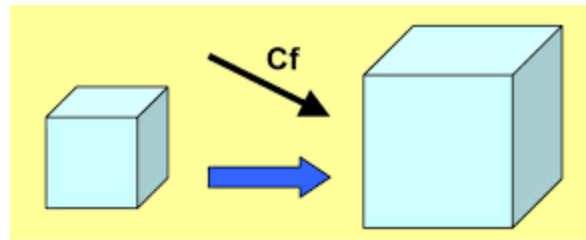


Figure 10 : l'influence de la taille du bâtiment
Source: E-Learning Guelma-université 8 Mai

d'échanges thermiques avec le milieu extérieur. En termes techniques, ce sont des formes qui ont un faible « coefficient de forme ». Ce facteur est noté par « Cf ».

Elle varie suivant la forme, la taille et le mode de contacts des volumes construits. En effet, la mitoyenneté et l'habitat collectif favorisent la réduction des surfaces de déperditions, une très bonne compacité. (Samia, 2014)

1.2.2.4.3 L'organisation intérieure

L'occupation des divers espaces d'un bâtiment varie en fonction du rythme des journées et même des saisons. Définir ces différents espaces (zones) et caractériser leur besoin thermique permet de les disposer rationnellement les uns par rapport aux autres. Les zones

habités en permanence de jour ou de nuit étant ceux qui nécessitent le plus de chaleur en hiver sont séparés de l'extérieur par des espace intermédiaire, dits tampons qui jouent le rôle de transition et de protection thermique. La hiérarchisation des espaces assure la transition entre l'extérieur et l'intérieur. Les espaces intérieurs sont organisés en fonction de l'usage, de manière à ce que l'ambiance thermique corresponde aux activités et aux heures d'utilisation, c'est-à-dire rarement utilisés mais jouant un rôle protecteur vis-à-vis du froid.

Pour optimiser l'approche thermique d'un bâtiment, l'idéal est d'organiser, dès la première formulation spatiale du bâtiment, les locaux suivant leurs besoins. (nord la département, le guide de l'hebergement touristique durable, 2004)

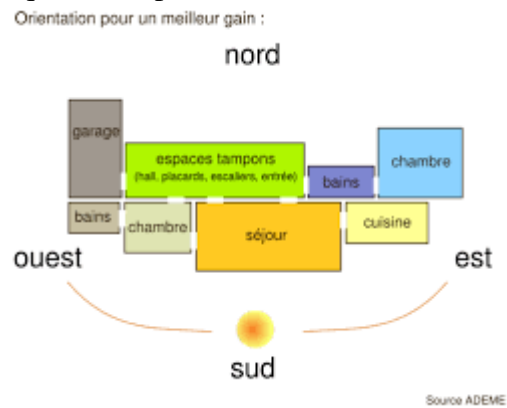


Figure 11 : l'organisation des espaces
 Source : <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>

1.2.2.4.4 L'orientation

L'orientation d'un édifice répond à sa destination : les besoins en lumière naturelle, l'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour chauffer le bâtiment ou, au contraire, la nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffe, l'existence de vents pouvant refroidir le bâtiment en hiver ou le rafraichir en été, sont autant de paramètres importants dans le choix de l'orientation. (hauglustaine, J.M, & Simon.F, février 2006)

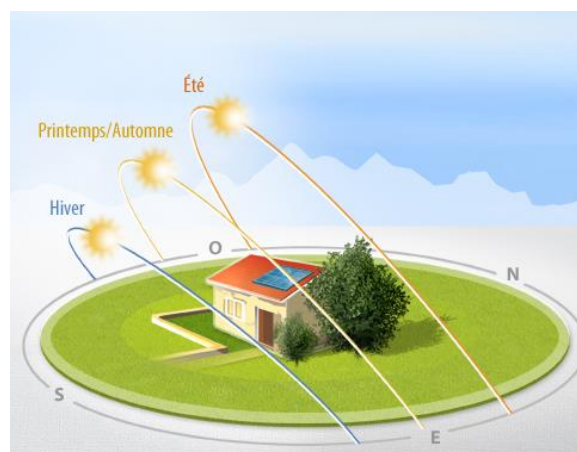


Figure 12 : l'orientation du bâtiment
 Source : <https://www.alec-grenoble.org/5955-le-bioclimatisme.htm>

- **Orientation Sud, et Nord** : Une bonne orientation suppose une bonne compréhension de la géométrie solaire, elle permet la combinaison entre les apports solaires en hiver avec une protection du soleil en été et en mi-saison, il est admis que toute forme allongées suivant l'axe est- ouest (orientation sud) présente

les meilleures performances thermiques. (S.Mazouz, 2008)

- **Orientation Est, et Ouest :** Les expositions principales Ouest et Est sont à éviter, car les rayons du soleil frappent de plein fouet les ouvertures, qui sont alors difficiles à protéger. Ceci est particulièrement dérangeant l'été, Les faces Est et Ouest du bâtiment seront à étudier avec prudence vue qu'elles correspondent à une incidence quasiment perpendiculaire au soleil et seront exposées aux apports solaires maximums en été, ce qui occasionne le plus souvent des surchauffes et une gêne visuelle. (archidesign, architectes lahlou, & associés, 2010)

1.2.2.4.5 Les protections solaires

L'un des concepts de base de l'architecture bioclimatique en climat chaud et la protection du bâti face aux rayons solaires. Les matériaux isolants, les revêtements réfléchissants, les écrans ombrageant représentent quelques systèmes de protection. La protection solaire concerne toutes les parois extérieures du bâtiment, qu'elles soient transparentes ou opaques (non isolées thermiquement), elle permet de rendre le bâtiment thermiquement et énergiquement performant en limitant les surchauffes et les éblouissements. Elle est déterminée par le site et la localisation du bâtiment, son type, son usage, les conditions climatiques, d'ensoleillement et les autres sources d'éclairage (tel que l'éclairage urbain) ainsi que par les stratégies globales de refroidissement, chauffage et de ventilation. (De Herde & Liébard, 2005)

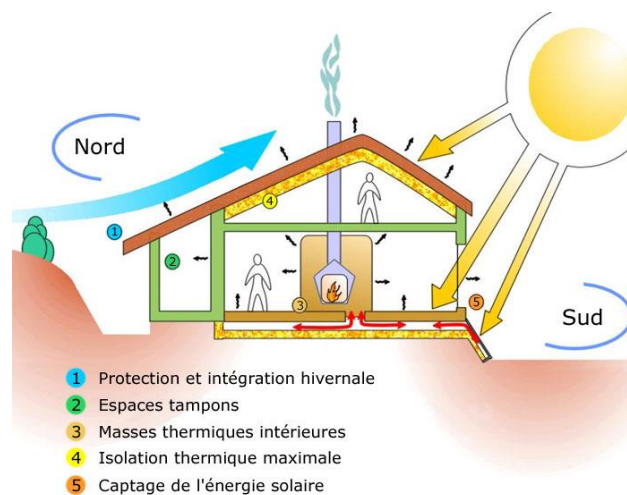


Figure 13 : protection solaire

Source : <http://www.onpeutlefaire.com/articles/a-maison-bioclimatique.php>

1.2.2.5 Les stratégies de l'architecture bioclimatique

1.2.2.5.1 Chauffage solaire passif

Le chauffage solaire passif consiste à recueillir l'énergie solaire et à la transformer en chaleur. Il se fait essentiellement à travers les surfaces vitrées, et dans une moindre mesure à travers les parois opaques. Pour atteindre ce but, il faut maîtriser les quatre principes de base : capter la chaleur du rayonnement solaire, la stocker dans la masse, la conserver par l'isolation et la distribuer dans le bâtiment. (HADDAM Muhammad Abdalkhalq Chuyb, 2015)

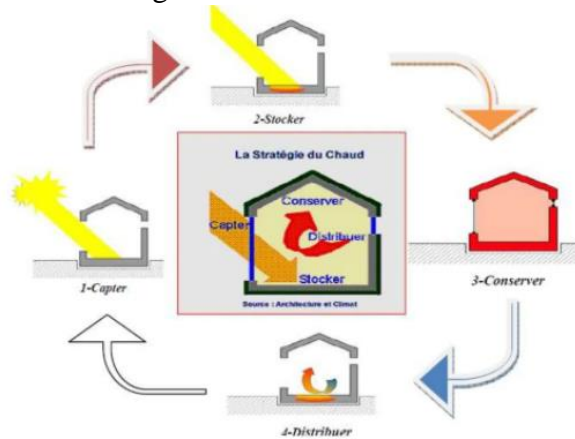


Figure 14 : chauffage solaire passif
Source : Mr MAZARI Mohammed, Septembre2012

1.2.2.5.2 Rafraîchissement passif

Le rafraîchissement passif est un terme global qui couvre les différents processus et les techniques de modulation et de dissipation de la chaleur, et qui englobe toutes les mesures préventives pour éviter la surchauffe à l'intérieur des bâtiments, et cela à travers des ressources naturelles environnantes et sans faire recours à l'utilisation des autres formes d'apport énergétique ni aux systèmes de rafraîchissement mécaniques . (D. Asimakopoulos, & M. Santamouris, 1996)

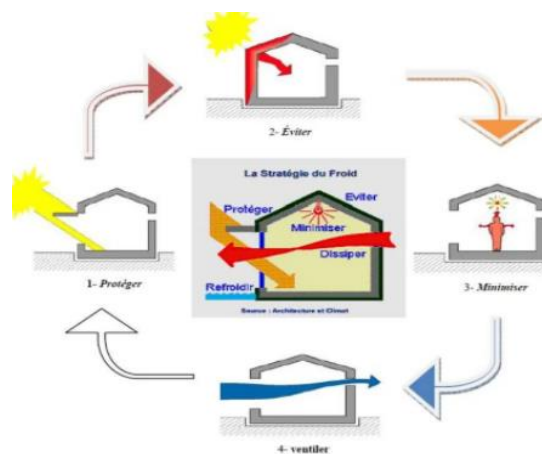


Figure 15 : Rafraîchissement passif
Source : Mr MAZARI Mohammed, Septembre2012

1.2.2.5.3 L'éclairage naturel

Dans un contexte de développement durable, la stratégie de l'éclairage naturel a un impact important sur l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments et permet non seulement la réduction des charges d'éclairage électrique mais aussi de celles de refroidissement des bâtiments. De plus, l'éclairage naturel, de par sa variabilité, sa qualité et sa composition spectrale, Capter agit positivement sur le

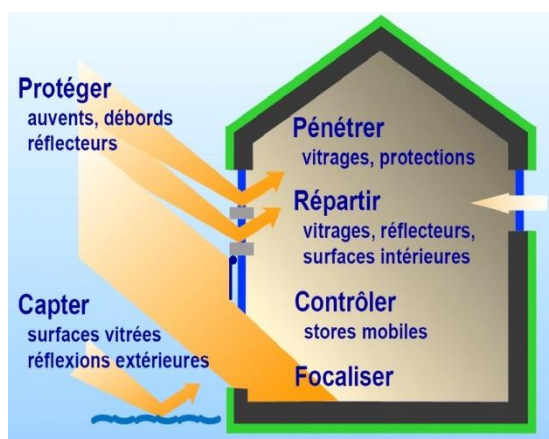


Figure 16 : L'éclairage naturel
Source : L'éclairage naturel

confort visuel des personnes, ainsi que sur leur bien-être et leur santé. Cette stratégie a pour but de répondre aux exigences de confort des occupants, tout en réduisant la consommation d'énergie du bâtiment. Elle est l'étude de la relation entre la lumière naturelle et le bâtiment selon cinq concepts capter, transmettre, distribuer, se protéger et contrôler la lumière. Ces concepts sont destinés à favoriser la meilleure utilisation possible de la lumière naturelle. (Bodart, 2007)

1.2.2.5.4 La ventilation naturelle

Le principal intérêt de la ventilation naturelle est d'exploiter une ressource gratuite et abondante tout en restant fiable, simple d'utilisation et sans entrainer de surcout a la conception. La ventilation naturelle ne peut pas satisfaire les contraintes actuelles en termes de contrôle des débits si elle utilisée sans réflexion particulière. Elle s'intègre cependant parfaitement dans la problématique actuelle qui est de proposer des bâtiments de moins en moins consommateurs d'énergie et non émetteurs de gaz à effet de serre. Utilisée dans de bonnes conditions, la ventilation naturelle peut se révéler comme une alternative aux systèmes de ventilation et de rafraichissement mécanique. (Faggianelli, Rafrachissement par la ventilation naturelle traversante des bâtiments en climat méditerranéen, 2015)

1.2.2.6 Les objectifs de l'architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique a pour objectif principal d'obtenir des conditions de vie, confort d'ambiance, adéquate et agréable (température, taux d'humidité, température). De manière la plus naturelle possible, en utilisant avant tout des moyens architecturaux, les énergies

renouvelables disponibles sur le site (Energie solaire, géothermique, éolienne), et en utilisant le moins possible les moyens techniques mécanisés et le moins d'énergies extérieures au site, tel que les énergies fossiles ou l'électricité, produits et apportés de loin à grand frais. (Alain & André, Livre traité de d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, 2005)

1.2.2.7 Avantages et inconvénients de l'architectures bioclimatique

1.2.2.7.1 Les avantages de l'architecture bioclimatique

Elle présente beaucoup d'avantages surtout sur le plan environnement :

- **Protection de l'environnement** : réduire l'utilisation des combustibles fossiles et de l'électricité, réduire les déchets, endommager l'environnement et polluer l'air,
- **Economisez de l'énergie** : l'utilisation de l'énergie solaire pour chauffer et / ou refroidir l'air, et permet diminution des méthodes énergétiques traditionnelles, Il s'agit d'un défi économique qui peut être réduire les couts de chauffage et de climatisation,
- **Améliorer les conditions de vie à l'intérieur** : confort de vie optimisé grâce à l'éclairage naturel, aux températures constantes at a une bonne luminosité à l'intérieur. La conception bioclimatique assure le confort thermique et la qualité de l'air, créant ainsi un environnement de vie sain. (Alain & André, Livre traité de d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, 2005)

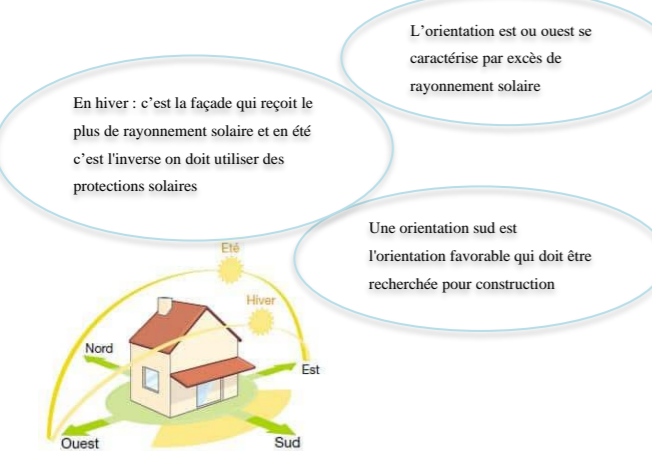
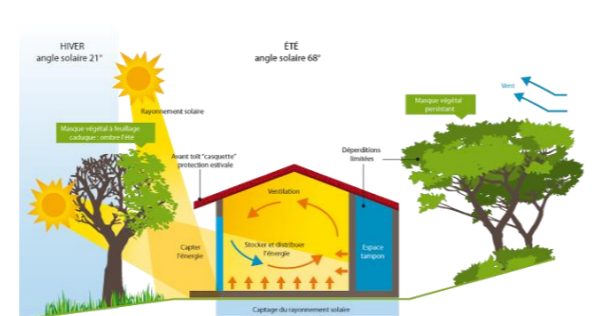
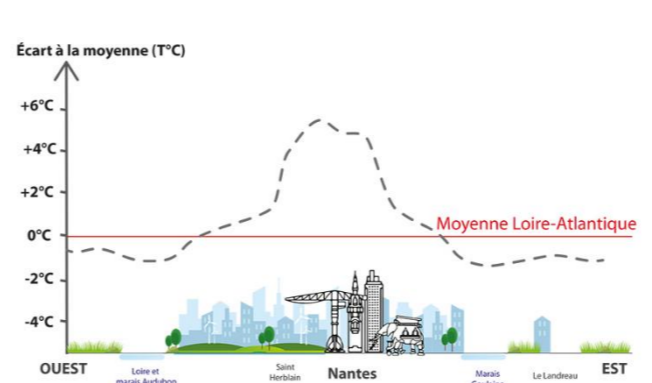
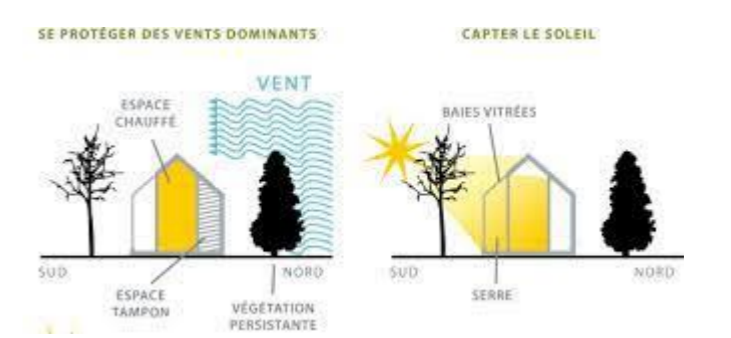
1.2.2.7.2 Les inconvénients de l'architecture bioclimatique :

Les principaux inconvénients sont le cout financière la construction d'un bâtiment bioclimatique et le temps assez long des études de conception du projet. En effet, les matériaux restent assez chers et il est important de bien étudier le climat ainsi que les normes spécifiques à l'emplacement du bâtiment. (Alain & André, Livre traité de d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, 2005)

1.2.2.8 Les paramètres passifs de l'architecture bioclimatique

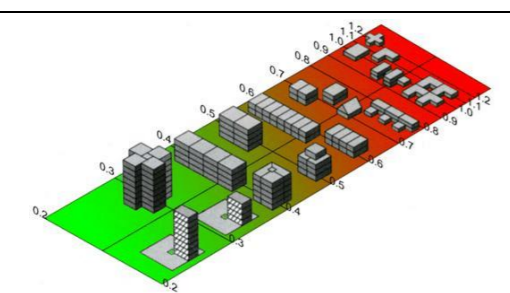

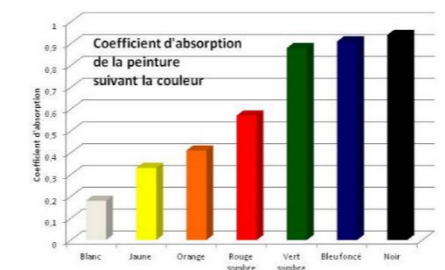
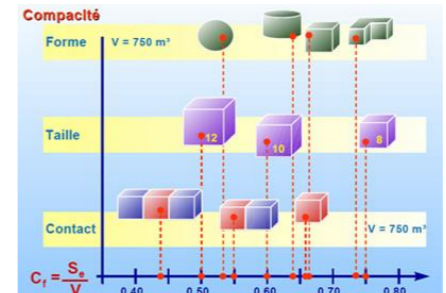
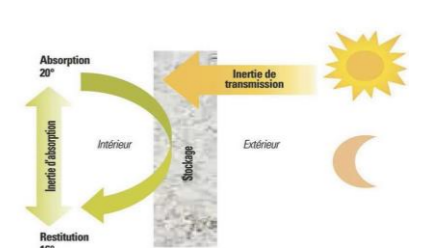

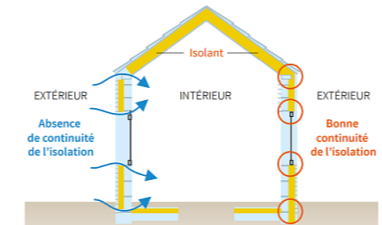
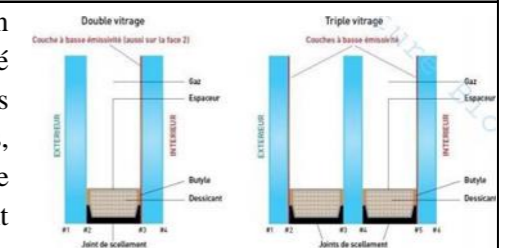
1.2.2.8.1 Les paramètres environnementaux

Tableau 1 : les paramètres environnementaux de l'architecture bioclimatique

L'orientation	L'implantation	L'ilot de chaleur	La végétation
<p>Pour profiter des apports solaires de façon passive, la construction doit être orientée au sud car le soleil y est disponible tout l'année. Les orientations est-ouest ne sont jamais favorables. En effet, trop de surfaces vitrées à l'ouest engendrent des surchauffes en été.</p> <p>L'orientation au nord n'est jamais favorable et il faut minimiser les ouvertures sur cette façade.</p> <p>La forme optimale d'une maison solaire est donc une forme allongée Est-Ouest, quel que soit la latitude. (solarpedia, 2014)</p>	<p>Dans l'implantation du bâtiment, on recherchera avant tout à s'orienter vers les vents dominants sud-ouest et nord-est. La direction des vents est influencée par les bâtis et la topographie du site. L'on pourra se faire une première idée de la meilleure implantation en évaluant les obstacles autour de la zone à construire. Impactant sur l'accessibilité au vent et sur le phénomène naturel de l'effet cheminée, les bâtiments hauts augmentent l'efficacité du free-cooling. (durable, s.d.)</p>	<p>L'ilot de chaleur urbain (ICU) est en premier lieu un phénomène physique d'effet de dôme thermique créant une sorte de microclimat urbain au sein duquel les températures sont significativement plus élevées.</p> <p>Il est la conséquence des apports de chaleur naturels et anthropiques et des conditions météorologiques et climatiques.</p> <p>Des observations ont démontré que les températures des centres urbains sont en moyenne supérieur de 4°C et peuvent atteindre jusqu'à 12°C de plus que les territoires limitrophes. (Agence d'Urbanisme de la Région Nantaise, s.d.)</p>	<p>Les arbres sont des climatiseurs naturels :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ils génèrent de l'ombre. -Humidifient l'air par évaporation. -Baissent sa température et le purifie. <p>L'arbre ne crée pas une ombre étouffante, contrairement au parasol. Il ne consomme pas d'électricité contrairement au climatiseur. Il ne fait pas de bruit contrairement au ventilateur.</p> <p>Il ne demande pas d'entretien, se répare tout seul et devient plus solide au fil des ans. (wright, février 1991)</p> <p>La végétation est un protecteur sur les constructions environnantes. Les arbres protègent le bâtiment du vent et de l'excès d'ensoleillement en été. Si les espaces sont à feuilles caduques ; l'ombrage qu'elles offriront en été se réduira de choisir une espace a large feuille faisant peu de bois ; pour maximiser l'ombrage en été et minimiser le blocage du soleil en hiver. (Alain & André, Livre traité de d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, 2005)</p>
Illustration	Illustration	Illustration	Illustration
 <p>En hiver : c'est la façade qui reçoit le plus de rayonnement solaire et en été c'est l'inverse on doit utiliser des protections solaires</p> <p>L'orientation est ou ouest se caractérise par excès de rayonnement solaire</p> <p>Une orientation sud est l'orientation favorable qui doit être recherchée pour construction</p> <p>Figure 17 : l'orientation du bâtiment Source : www.alec-montpellier.or</p>	 <p>Figure 18 : l'implantation d'un bâtiment Source : https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/</p>	 <p>Figure 19 : l'Ilot de chaleur Source : https://auran.org/content/quest-ce-quun-ilot-de-chaleur?</p>	 <p>Figure 20 : l'impact de la végétation Source : https://lenergeek.com/2017/07/27/construction-responsable-architecture-bioclimatique/</p>

1.2.2.8.2 Les Paramètres architecturaux :

Tableau 2 : les paramètres bioclimatiques liée à l'enveloppe de bâtiment

	Forme compacte	Groupement des bâtiments	Coefficient d'absorption solaire	Le coefficient de forme	Inertie thermique des matériaux																
Liée à la forme du bâtiment	<p>Une forme simple et compacte est plus économe en énergie qu'une forme éclatée parce que les déperditions sont proportionnelles à la surface d'échange entre l'intérieur conditionné et l'extérieur. (BEN AMEUR, 2016)</p> <p>La relation entre la forme du bâtiment et la transmission solaire thermique n'est pas cependant critique, du fait qu'il existe de nombreuses stratégies permettant de contrecarrer les effets négatifs de la forme sur la conception de la peau du bâtiment. Les effets de la forme du bâtiment sur la canalisation du vent et des courants d'air ainsi que sur les possibilités d'utilisation de l'éclairage naturel sont nettement plus importants. (hup)</p>	<p>Réaliser une mixité fonctionnelle afin de réduire les distances exposées au soleil.</p> <p>Les édiles du 19ème siècle s'intéressaient à l'orientation des rues afin d'assurer le confort aux piétons : ombre, ensoleillement et protection contre le vent, au 20ème siècle, les urbanistes s'occupaient beaucoup plus du tracé de la voirie permettant d'ensoleiller le mieux les façades des habitations. Dans la deuxième moitié du 20ème siècle, les constructions n'étaient plus alignées le long des voies et l'orientation de la rue n'a plus aucune importance. La rue est devenue une résultante du bâti. (XAVIER & ALETH , 1995)</p>	<p>Le coefficient d'absorption solaire d'une surface exprime, par un nombre compris en 0 et 1, le pourcentage de l'énergie radiante incidente absorbé par cette surface. Le rayonnement qui n'est pas absorbé est réfléchi. (Le rôle de la couleur dans la consommation d'énergie)</p>	<p>La compacité d'un bâtiment est mesurée par le rapport entre la surface des parois extérieures et la surface habitable. Plus le coefficient est faible plus le bâtiment sera compact. (la conception-bioclimatique, s.d.)</p>	<p>Elle traduit la capacité d'un matériau à stocker et à restituer de l'énergie sous forme de la chaleur on peut distinguer</p> <ul style="list-style-type: none"> -l'inertie d'absorption liée à l'effusivité -l'inertie de transmission liée à la diffusivité (KAOULA.D, 2017) <p>Transferts de chaleur : Une fois convertie en chaleur, l'énergie solaire se propage de trois manières :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Conduction : le mur réchauffe la main qui se pose dessus. -Convection : l'air de la pièce se réchauffe au contact du mur et s'échappe vers le haut en étant remplacé par de l'air froid. -Rayonnement : le mur émet de la chaleur dans toutes les directions, en ligne droite. (Alain & André, Livre traité de d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, 2005) 																
	 <p>Figure 21 : Compacité de différentes formes géométriques Source : https://www.researchgate.net/figure/28-Compacite-de-differentes-formes-geometriques-Cherqui-2005_fig12_312969841</p>	 <p>Figure 22 : les rues resserrées préservent la chaleur en hiver et créent de l'ombre en climats chauds Source : Liébard, de Herde (2005)</p>	 <table border="1"> <caption>Coefficient d'absorption de la peinture suivant la couleur</caption> <thead> <tr> <th>Couleur</th> <th>Coefficient d'absorption</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Blanc</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>Jaune</td> <td>0,3</td> </tr> <tr> <td>Orange</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>Rouge sombre</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>Vert sombre</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>Bleufoncé</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>Noir</td> <td>1,0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Figure 23 : Coefficient d'absorption des peintures suivant la couleur Source : https://costeno16.alwaysdata.net/07_le_role_de_la_couleur.html</p>	Couleur	Coefficient d'absorption	Blanc	0,1	Jaune	0,3	Orange	0,4	Rouge sombre	0,6	Vert sombre	0,8	Bleufoncé	0,9	Noir	1,0	 <p>Figure 24 : La compacité d'un bâtiment Source : https://www.asder.asso.fr/conception-bioclimatique/</p>	 <p>Figure 25 : inertie thermique Source : https://www.cahiers-techniques-batiment.fr/article/demultiplier-l-effet-masse.41311</p>
Couleur	Coefficient d'absorption																				
Blanc	0,1																				
Jaune	0,3																				
Orange	0,4																				
Rouge sombre	0,6																				
Vert sombre	0,8																				
Bleufoncé	0,9																				
Noir	1,0																				
	<p>Matériaux de construction</p>	<p>Isolation</p>	<p>Les ouvertures</p>																		
Liée à l'enveloppe du bâtiment	<p>Le choix des matériaux d'un site dépend à la fois des caractéristiques du comportement thermique de ces matériaux. On trouve aujourd'hui une grande diversité de matériaux dans le domaine du bâtiment et de la construction, en tant qu'isolants (laines de fibres végétales ou animales.) mortiers et bétons (béton de chanvre, de bois...), panneaux (particules ou fibres végétales, paille compressée, etc.), matériaux composites plastiques (matrices, renforts, charges) ou encore dans la chimie du bâtiment (colles, adjuvants, peintures, etc.). (Ministère de l'écologie, s.d.)</p>  <p>Figure 26 : les différents matériaux de construction Source : https://www.maisonsbouvier.fr</p>	<p>L'isolation thermique de l'enveloppe est une opération qui consiste à mettre un matériau isolant de faible conductivité thermique sur la paroi (intérieur ou extérieur), pour assurer le confort des occupants. (Khadraoui & M.A , 2019)</p>  <p>Figure 27 : Isolation thermique des murs : par l'intérieur ou par l'extérieur Source : https://conseils-thermiques.org/contenu/isolation-interieure-ou-exterieure.php</p>	<p>Les ouvertures, et particulièrement les fenêtres, sont un élément majeur de tout édifice et ont toujours bénéficié de la plus grande attention des architectes. Elles sont les moyens de communication de l'édifice : leurs positions, leurs dimensions et leurs proportions règlent l'entrée de l'air, de la lumière et du soleil. En effet, les fenêtres sont l'élément de captage le plus simple et le plus répandu, elle apporte à la fois chaleur et éclairage, le contact entre l'intérieur et l'extérieur et permettent ainsi d'améliorer le bien-être de l'occupant. (Alain & André , TRAITER D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME BIOCLIMATIQUES , 2005 p 368)</p> <p>Le choix d'un vitrage dépendra des performances à atteindre relativement aux fonctions: thermique, acoustique, esthétique, sécuritaire, pour assurer le confort des occupants, au moindre coût. (WALLONE, 2003)</p>  <p>Figure 28 : le double et triple vitrage source : edenconstruction.fr (2016)</p>																		

Paramètre de protection	Protection solaire		Protection de la toiture
<p>La protection concerne toute les ouvertures ou fenêtre orientées face au soleil et aussi également tous les murs ; la toiture et parfois le sol environnant d'une construction susceptibles d'être touchés par le soleil.</p> <p>La protection peut être réalisée à partir de divers matériaux. La végétation ; les matériaux légers, les protections solaires, sont tous des moyens permettant d'ombrager les façades ..</p>  <p>Figure 29 : protection du bâtiment Source : http://www.kurtstruve.com/technical.html</p>	<p>C'est l'élément qui empêche la pénétration de rayonnement solaire à travers une ouverture. (A, P, & P, 1998)</p> <p>Selon B. Givoni96 : « La conception d'une protection solaire, efficace est fondamentale pour qu'un bâtiment soit thermiquement et énergétiquement performant. » (Givoni, L'homme, l'architecture et le climat , 1978)</p> <p>Les protections solaires ont beaucoup de rôles comme : la limitation des surchauffes et de l'éblouissement ainsi que la gestion de l'éclairage naturel dans les pièces. Elle peut aussi contribuer à l'intimité des occupants et l'esthétique de la façade. (Mohammed, Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public , 2012)</p> <p>Les types de protection solaire (Mohammed, Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public, 2012) :</p> <p>1/La protection végétale : Par la végétation (arbre à feuilles caduques, plantes autour du bâtiment) on peut se protéger des rayonnements solaires et leur feuillage persistant interceptent le rayonnement solaire et les empêchent de pénétrer.</p>  <p>Figure 30: protection végétale Source : https://deavita.fr/design-exterieur/</p> <p>2/Les protections solaires mobiles :</p> <ul style="list-style-type: none"> -à l'intérieure : Stores extérieurs, claustras, panneaux coulissants...etc., elles permettent d'éviter le rayonnement direct sur une personne. -à l'extérieures : Il s'agit de stores vénitiens (lamelles horizontales), de stores enroulables, de stores à lamelles (verticales), etc., placés du côté extérieur de la fenêtre.  <p>Figure 31 : protection mobile Source : https://www.guidibatimentdurable.brussels/protections-solaires-exterieures</p>	<p>3/Les protections fixes :</p> <p>Flanc : Constitué par des pans verticaux à côté de l'ouverture : décrochement de façade, saillie de refends.</p> <p>Loggia : Combinée entre l'auvent et les flancs : loggia tableaux linteau de fenêtre, balcon filant séparation verticale, écran à lames croisées</p> <p>Auvent : Constitué d'une avancée horizontale au-dessus de l'ouverture : auvent, débord de toit, débord de dalle, balcon filant, brise-soleil horizontal.</p> 	<p>L'intégration d'une toiture végétale dans un bâtiment peut avoir des impacts à l'échelle du bâtiment lui-même comme l'augmentation de l'efficacité énergétique du bâtiment ou la prolongation de la vie utile de la membrane d'étanchéité de la toiture, mais aussi à des échelles plus grandes, comme celle d'une ville entière par exemple. (Jacquet, 2011)</p> <p>Type de toiture végétale : les toitures végétales sont classifiées en deux types selon l'épaisseur de la couche de substrat (Karima, 2008) :</p> <p>A/type extensif : est une technique adaptée particulièrement aux bâtiments de grandes substrat(10a 15 cm environ), sa plantation est limitée aux variétés comprenant du gazon, des sedums et des herbes.</p> <p>B/ type intensif : appelé aussi jardin suspendu, pour les petites et moyennes surfaces. L'épaisseur du substrat est plus importante (15 à 30 cm), permettant d'accueillir une végétation plus variée a fort développement racinaire et aérien du fait de sa charge importante</p>  <p>Figure 32 : la composition de la toiture végétalisée Source : www.ecovegetal.fr</p>
La protection du sol environnement			
<p>L'ombrage créé par la plantation (arbres ; buissons ; treilles) évite la formation de chaleur dans le sol et le rayonnement immédiat. L'oasis est le meilleur exemple qui illustre ce cas. (Cabirol & Roux , 1984)</p>  <p>Figure 33 : la protection de la terrasse et du sol environnant Source : Ministère de l'habitat (1993)</p>			
La ventilation naturelle			
<p>Paramètre de Ventilation</p>	<p>Le principal intérêt de la ventilation naturelle est d'exploiter une ressource gratuite et abondante tout en restant fiable, simple d'utilisation et sans entrainer de surcout a la conception. La ventilation naturelle ne peut pas satisfaire les contraintes actuelles en termes de contrôle des débits si elle utilisée sans réflexion particulière. Elle s'intègre cependant parfaitement dans la problématique actuelle qui est de proposer des bâtiments de moins en moins consommateurs d'énergie et non émetteurs de gaz à effet de serre. Utilisée dans de bonnes conditions. (Faggianelli, Rafraichissement par la ventilation naturelle traversante des bâtiments en climat méditerranéen, 2015)</p>  <p>Figure 34 : coupe présente ventilation naturelle dans un maison</p>  <p>Figure 35 : la ventilation naturelle dans un maison Source : greendatabase.org2015</p>		

1.2.2.8.3 Paramètres de chauffage et de climatisation passive

Les systèmes solaires passifs sont les systèmes qui reposent sur la conception et la construction adéquates d'une structure, un bâtiment par exemple, afin d'obtenir un gain direct de chaleur solaire. Ils n'utilisent pas d'autres sources d'énergie que les sources naturelles du soleil et du vent. L'habitat passif est une notion initiée en 1990 par l'ingénieur Wolfgang Feist (en Allemagne) pour qualifier un bâtiment dont la consommation énergétique au m² de surface au sol est très basse. La maison solaire passive est construite pour bénéficier au maximum de la chaleur du soleil en raison du caractère judicieux de sa conception (forme, orientation, répartition des ouvertures, isolation, inertie thermique...), de la qualité de ses composants (murs, toiture, sol, fenêtres et portes...), des éléments de son milieu environnant et d'une ventilation performante pour maîtriser les apports d'air et le degré d'humidité. (Sahli, 2013)

L'objectif principal des systèmes solaires passifs est d'arriver à un confort thermique hivernal (chauffage en hiver), estival (climatisation en été) et un confort lumineux. Le fonctionnement des systèmes solaires passifs repose sur plusieurs principes (Dillmann, 2014).

En hiver, le fonctionnement d'un système solaire passif se base sur les quatre principes suivants (Dillmann, 2014)

- **Capter la chaleur** : Pour capter l'énergie solaire, il existe trois grandes catégories. La première est dite d'apport direct qui correspond à du vitrage orienté correctement pour capter l'énergie solaire. La seconde est dite d'apports indirects et regroupe les murs capteurs et les toitures bassins. La dernière catégorie correspond aux apports séparés : les serres. De manière simple, c'est une combinaison des deux premiers procédés.

- **Stocker la chaleur** : Dans le solaire passif, la chaleur captée pendant les journées ensoleillées doit être stockée en prévision des nuits et des jours sans soleil. Pour juger la capacité d'un bâtiment à réguler la température, on regarde son inertie. Celle-ci vise à réduire les écarts importants de température que l'on peut observer entre le jour et la nuit. L'inertie thermique est définie par deux composantes. La première est le déphasage qui repousse dans le temps un pic de chaleur. La seconde est l'amortissement, c'est une réduction de l'amplitude entre l'énergie reçue et celle cédée

- **Distribuer la chaleur** : La chaleur du rayonnement solaire qui est stockée par l'inertie doit être distribuée dans tout le logement. Les transferts de chaleur se basent sur la conduction, la convection et le rayonnement. Quel que soit mode de transfert thermique présent ci-dessus, c'est toujours un corps chaud qui cède de la chaleur à un corps froid. Sans l'utilisation de techniques mécaniques, il faut jouer sur les différents phénomènes physiques pour répartir la chaleur dans le logement. Les matériaux cèdent à proximité immédiate leur chaleur par conduction. Dans la même pièce, le rayonnement des matériaux chaud est une source de chaleur confortable. Lorsque la distance augmente entre différents niveaux et pièces, c'est principalement la convection qui intervient. Le transfert de calories dépend du différentiel de température et de la hauteur entre deux niveaux. A cause de la dilatation, l'air chaud plus léger a tendance à s'élever.

- **Conserver la chaleur** : La conservation de la chaleur est un paramètre autonome vis-à-vis des trois précédents. La morphologie est un levier crucial pour limiter les déperditions sur l'extérieur. La stratégie consiste à minimiser la surface de l'enveloppe tout en maximisant le volume habitable. De plus, la taille du bâtiment influence sur la compacité. Toutes les pièces n'ont pas besoin d'être à la même température. Leur disposition doit dépendre de leur besoin en énergie. Par exemple, des pièces tampons peuvent être placées au Nord, là où le rayonnement solaire est nul en hiver. Le dernier levier est la mise en place d'une enveloppe performante. Cela se traduit par des murs et toitures correctement isolés. Le bâtiment est rendu étanche à l'air. Les surfaces vitrées étant plus chères et plus dépréciatives, leur disposition doit permettre de capter le maximum d'énergie solaire en hiver tout en limitant les apports en été.

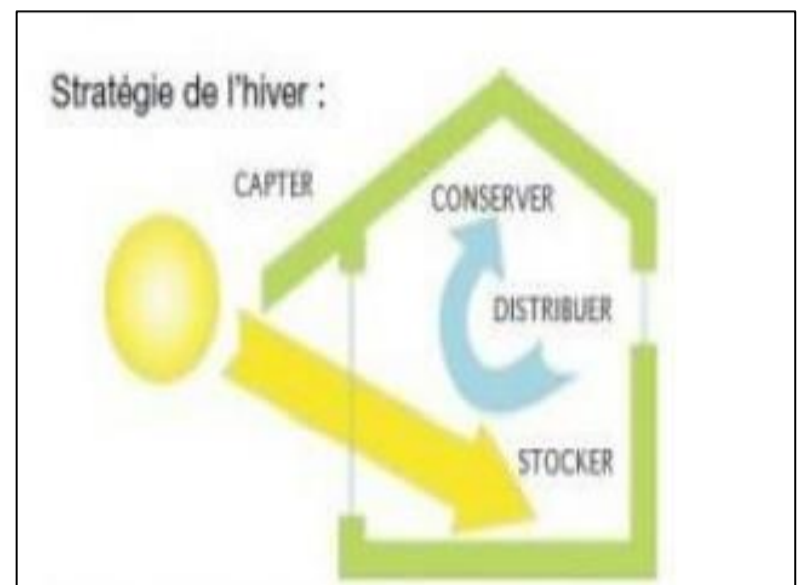


Figure 36 : Principe de fonctionnement de stratégie de l'hiver
Source : (Opapilles,2010)

Pendant l'été, le fonctionnement d'un système solaire passif se base sur les quatre principes suivants (Rebeyrol, 2008) :

- **Protéger** : Protéger le bâtiment et particulièrement ses ouvertures, de l'ensoleillement direct permet de limiter les gains solaires directs. Cela revient à ériger des écrans, extérieurs si possible qui le mette à l'ombre. Ces écrans peuvent être permanents, amovibles, ou saisonniers, (Végétation). Afin d'éviter l'échauffement du bâtiment au droit des parois opaques, un niveau d'isolation suffisant doit empêcher la chaleur de s'accumuler dans la masse,
- **Minimiser les apports** : Minimiser les apports internes vise à éviter une surchauffe des locaux due aux occupants et aux équipements : l'éclairage artificiel, les équipements électriques, la cuisine, ...
- **Dissiper les surchauffes** : La dissipation des surchauffes peut être réalisées grâce à la ventilation naturelle, en exploitant les gradients de température par le biais d'exutoires produisant un « effet de cheminée ». La pression du vent et la canalisation des flux d'air permet d'évacuer l'air surchauffé du bâtiment.
- **Refroidir les locaux** : Le refroidissement des locaux peut facilement être assuré par des moyens naturels. Favoriser la ventilation (surtout nocturne, afin de déstocker la chaleur emmagasinée la journée) ou augmenter la vitesse de l'air (effet venturi, tour à vent...). Un autre moyen consiste à refroidir l'air par des dispositifs naturels tels que des plans d'eau, des fontaines, de la végétation, des conduites enterrées, etc.

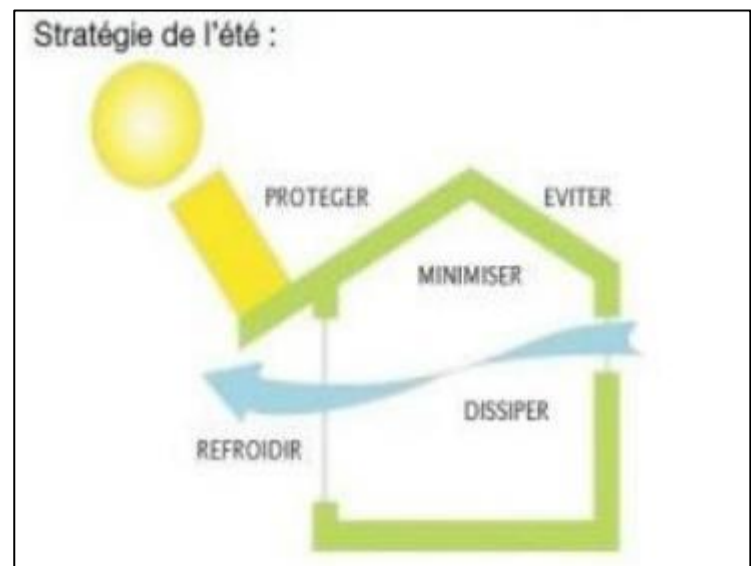


Figure 37 : Principe de fonctionnement de stratégie de l'été
Source : (Opapilles,2010)

Différentes configurations de systèmes solaires passifs

Il existe principalement deux configurations de systèmes solaires passifs :

Les systèmes à gain direct :

Un système passif à gain direct se base sur des fenêtres orientées au sud, très souvent avec une isolation mobile et des auvents en surplomb pour réduire le rayonnement incident en été. Les chambres sont situées derrière les fenêtres, leur intérieur sert d'absorbant et elles ont des capacités thermiques suffisamment élevées pour fournir un stockage d'énergie. En effet, les fenêtres et la pièce sont des collecteurs ayant de bonne capacité thermique. (Duffie & Beckman,, 2013)

Les approches de conception de systèmes solaires passifs à gain direct reposent notamment sur :

- L'utilisation de parois vitrées côté sud pour une absorption maximale de l'énergie thermique pendant l'hiver,
- L'utilisation de grandes fenêtres pour une utilisation maximale de la lumière du soleil (en utilisant des auvents ou de verre intelligent sur les murs sud pour éviter la lumière directe du soleil pendant l'été),
- L'utilisation des matériaux à haute capacité thermique pour les murs (absorption de chaleur par la masse thermique du soleil pendant la journée, et transfert de la chaleur stockée dans la masse thermique à l'intérieur du bâtiment après le coucher du soleil),
- L'utilisation des couleurs foncées pour les murs extérieurs et les plafonds pour absorber l'énergie solaire maximale,

Système à gain indirect :

Les systèmes solaires à gain indirect contrôlent le rayonnement solaire atteignant une zone adjacente, mais non faisant partie de l'espace de vie. La chaleur entre dans le bâtiment par les fenêtres, puis est capturée et stockée dans une masse thermique ou des matériaux à haute capacité d'absorption et de stockage de chaleur (par exemple réservoir d'eau, mur de maçonnerie). Elle est ensuite transmise indirectement, lentement et progressivement au bâtiment par conduction et convection. L'efficacité d'un tel système peut souffrir d'une réponse lente (retard thermique) et les pertes de chaleur la nuit (Marty, 2011).

1.2.2.9 Le paramètre actif de l'architecture bioclimatique

1.2.2.9.1 Les capteurs solaires photovoltaïques

L'électricité photovoltaïque est une technologie remarquable qui transforme le rayonnement lumineux en électricité. L'effet photovoltaïque a été découvert en 1839 par le physicien français Alexandre-Edmond Becquerel. Cette filière s'est ensuite développée par la nécessité d'approvisionner en électricité solaire les satellites. Ils permettent la production d'électricité pour l'éclairage et les appareils électroménagers. (sinusenergie., 2020) Ils sont déconseillés pour le chauffage électrique trop gourmand en énergie par rapport à ce que les capteurs peuvent produire. On peut utiliser des panneaux photovoltaïques, des capteurs photovoltaïques souples, des vitrages mixtes ou encore des tuiles photovoltaïques esthétiquement plus discrètes. (Lorraine, 2013)

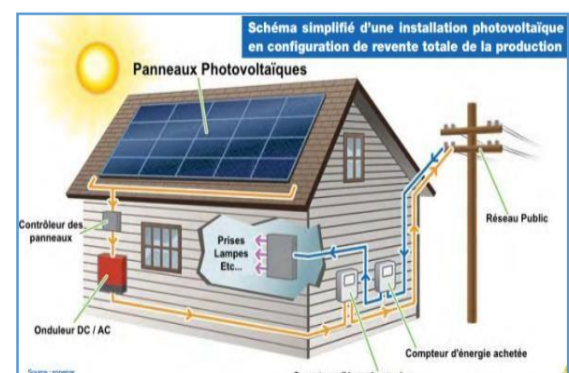


Figure 38 : schéma simplifié d'une installation photovoltaïque
Source : green vivo guide photovoltaïque particuliers (2011)

1.2.2.9.2 Les capteurs solaires thermiques

Les capteurs solaires thermiques constituent le cœur des installations destinées à transformer l'énergie transmise par le soleil en chaleur. Le rayonnement solaire est absorbé par une surface noire, parcourue par un fluide caloporteur qui extrait l'énergie thermique et la transfère vers son lieu d'utilisation ou de stockage. Une isolation thermique est disposée à l'arrière et sur la périphérie du capteur pour limiter les déperditions par conduction. Différentes configurations conduisent à des types de capteurs distincts, dont les performances varient en fonction des domaines d'utilisation. (zarzar)

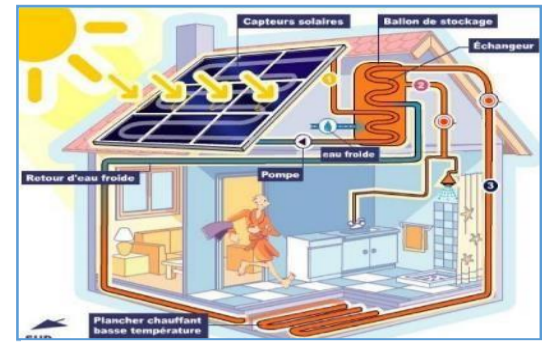


Figure 39 : capteur solaires thermique
Source :ERA-SUN (2011)

1.2.2.9.3 Chauffage solaire avec stockage

Le chauffage solaire, s'adapte à l'installation de chauffage central existante, l'eau préchauffée par le soleil est stockée dans un ballon calorifugé puis transférée dans la chaudière. Ces installations solaires qui fournissent à la fois : de l'eau chaude sanitaire et une partie du chauffage sont généralement appelées des « Combi-Systèmes ou SSC (Systèmes solaires combinés). (Kharchi, Benyoucef, & Belhamel, 2007)

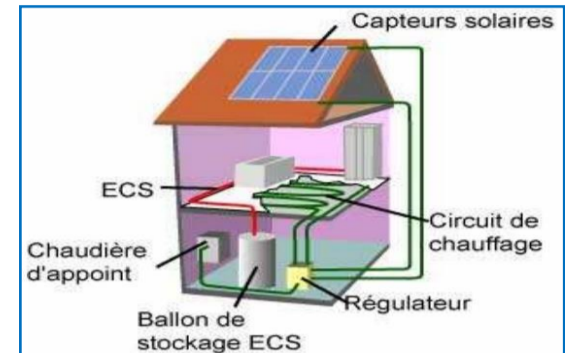


Figure 40 : solaire thermique. Installation de chauffage solaire ; chauffe-eau solaire
Source : l'énergie au naturel

1.2.2.10 Les outils graphiques de l'analyse bioclimatique

Tableau 3 : Les outils graphiques de l'analyse bioclimatique

Diagramme	Graphe
<p>Diagramme d'olgayay :</p> <p>C'est un digramme bioclimatique réalisé par les frères Olgayay la méthode assume que le confort thermique ne peut être estimé à partir du seul paramètre qu'est la température d'air, mais fait au contraire intervenir plusieurs facteurs tels que l'humidité et la vitesse d'air.</p>	<p>Figure 41 : Le diagramme d'Olgayay Source : PEDRO J HERNÁNDEZ 2014</p>
<p>Diagramme Givoni :</p> <p>Se basant sur des études concernant le métabolisme et des diverses voies d'échanges thermiques entre le corps et l'environnement. Il a inventé un diagramme qui représente les limites des ambiances confortables en deux parties :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Zone de confort, -Zone de « conditions supportables », 	<p>Figure 42 : Diagramme de Givoni Source : researchgate 2018</p>
<p>La gamme de confort de De Dear :</p> <p>Est un outil permettant de déterminer la température de confort à l'intérieur d'un bâtiment à ventilation naturelle en fonction de la température extérieure.</p>	<p>Figure 43 : La gamme de confort de De Dear Source : researchgate 2018</p>
<p>Le diagramme d'Evans :</p> <p>Développé par Evans, composé de quatre triangles, chaque triangle définit une zone de confort :</p> <p>A B C D, basé sur deux paramètres :</p> <ul style="list-style-type: none"> -La température moyenne mensuelle ($T_{max} + T_{min}$), -L'amplitude thermique ($T_{max} - T_{min}$), 	<p>Figure 44 : Les triangles de confort, avec des stratégies de conception ajoutées Evans (2003). Source : researchgate 2018.</p>

Diagramme de Szokolay :

Définir des zones de confort propre à chaque saison en fonction du climat local : puis il détermine avec précision les zones de contrôle potentiel pour diverses interventions.
 Cette méthode permet de prendre compte des stratégies passives de conception du bâtiment tel que l'inertie thermique, l'utilisation de systèmes de refroidissement, la ventilation nocturne. Cela, quand le point représentatif est en dehors de la zone de confort.

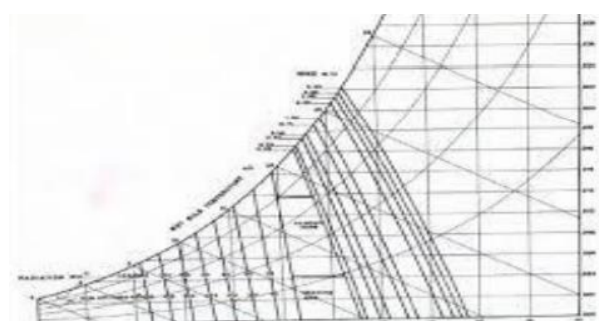


Figure 45 : Le diagramme d'Szokolay
 Source : Szokolay, 1979

Les tables de Mahoney

Les tables de Mahoney se présentent sous forme d'une série de tables référentielles permettant d'aboutir à des recommandations pertinentes sur les éléments architecturaux d'un projet ainsi que sur l'aménagement extérieur, et un seuil très satisfaisant du confort hygrothermique.
 L'ensemble des tables peut être réparti en trois catégories :
 -La première catégorie concerne les tables qui ont pour objectif d'enregistrer les données climatiques.
 -Une deuxième catégorie qui regroupe l'ensemble des tables ayant pour objectif de faciliter le diagnostic des données climatiques du projet et enregistrées dans les tables de la première catégorie
 -Et une troisième catégorie regroupe des tables ayant pour objectif de proposer des recommandations spécifiques liées à la conception du bâtiment et à son enveloppe.

1.2.2.11 Recommandations bioclimatiques selon les zones climatiques en Algérie

Tableau 4 : les différentes recommandations bioclimatiques spécifiques à notre zone climatique littorale (source : auteur)

Zone climatique : (Zeralda)		
Recommandations	Période d'hiver	Période d'été
Orientation	Sud ou proche du sud.	Nord et sud ; est à éviter.
Espacement entre bâtiment	Espacement favorisant circulation vents mais avec protection vents froids.	Espacement favorisant circulation vents frais mais avec protection vents chauds.
Ventilation		Ventilation nocturne ; cuisine ventilée.
Ouvertures	Ouverture affecter pour captage soleil d'hiver.	Moyenne de 25 à 40% de la surface des murs.
Mur et plancher	Massifs, mur en béton, pierre, parpaing plein.	Massif, des couleurs claires a l'extérieur.
Toiture	Légère et bien isolé.	De couleur claire et isolé.
Isolation thermique	Isolant dans la toiture.	Isolant dans la toiture.
Espaces extérieurs	De côte sud-est a sud-ouest.	Ombragés par des végétations.

1.2.3 La notion de Confort dans l'architecture

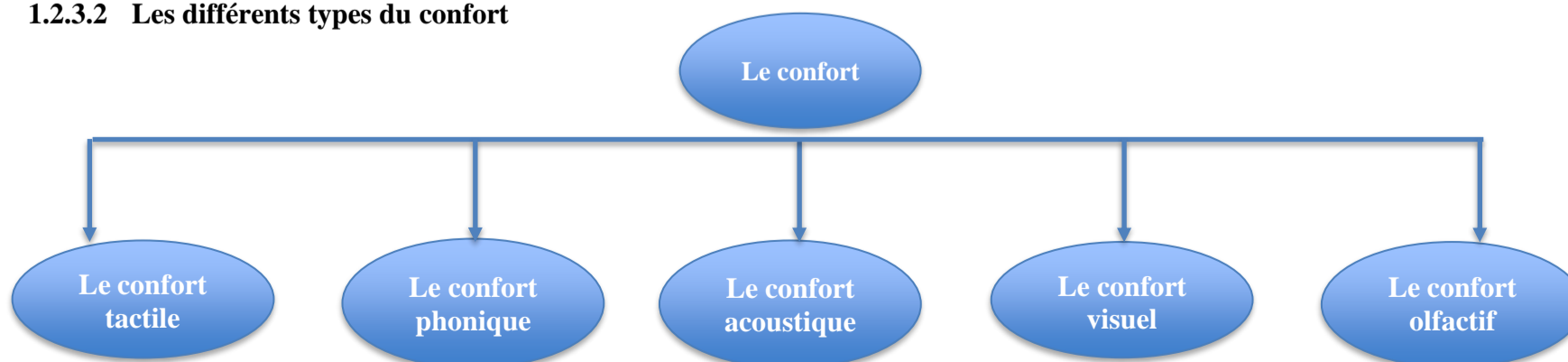
1.2.3.1 Définition du confort

Le confort désigne de manière générale les situations où les gestes et les positions du corps humain sont ressentis comme agréable (état de bien-être) ou excluant le non-agréable ; où et quand le corps humain n'a pas d'effort à faire pour se sentir bien.

Le confort est un sentiment de bien-être qui a une triple origine (physique, fonctionnelle et psychique).

C'est une des composantes de la qualité de vie, de la santé et donc de l'accès au développement humain. Il intéresse les économistes, les employeurs et l'organisation du travail car il influe aussi sur la productivité des groupes et des individus. (SALMI, 2019 - 2020)

1.2.3.2 Les différents types du confort



1. Le confort tactile : Il dépend essentiellement des températures de surface avec lesquelles il peut y avoir un contact direct et fréquent avec la peau. C'est notamment le cas des sols. (passivact, 2012)

2. Le confort phonique : Caractérisé par les affaiblissements acoustiques des parois, il dépend de la qualité des matériaux des façades et essentiellement, de leur capacité à affaiblir les sons en provenance de l'extérieur. Ces matériaux ne sont pas forcément spécifiques aux constructions écologiques et leurs caractéristiques physiques sont similaires à celles des constructions classiques. (passivact, 2012)

Dans les constructions passives, les épaisseurs d'isolation supérieures à celles habituellement pratiquées et l'usage de plus en plus fréquent des triples vitrages peuvent améliorer les performances globales. (passivact, 2012)

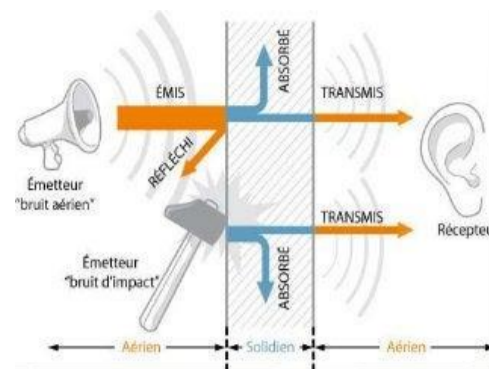


Figure 46 : le confort phonique
Source : <https://fr.slideshare.net/foufaroufa1/le-confort-acoustique>

3. Le confort acoustique : Il dépend de la qualité des matériaux intérieurs de toutes les parois et, principalement, de leur capacité à réfléchir les sons. Ils ne sont pas spécifiques aux constructions écologiques. (passivact, 2012)

- 1 Onde sonore
- 2 Onde réfléchie
- 3 Onde transmise
- 4 Onde absorbée

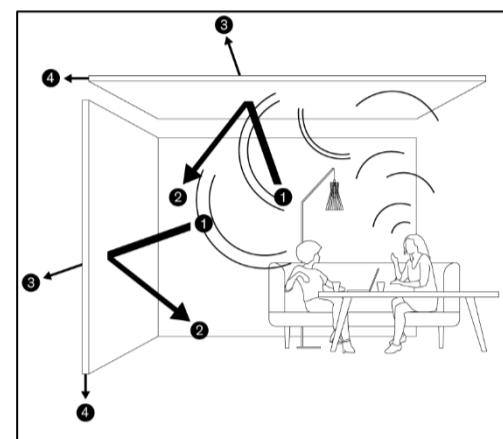


Figure 47 : le confort acoustique
Source : <https://www.ober-surfaces.com/fr/correction-acoustique.html>

4. Le confort visuel : L'éclairage naturel dépend de la surface des baies vitrées, de leur orientation, de leur inclinaison et des protections solaires qui doivent être d'autant plus efficaces que les apports solaires sont plus importants. Les plus grandes surfaces des vitrages généralement mis en œuvre dans les constructions bioclimatiques doivent aller de pair avec des protections solaires plus efficaces. (passivact, 2012)



Figure 48 : le confort visuel
Source : https://fr.slideshare.net/naila_athamnia/le-confort-visuel

5. Le confort olfactif et la qualité de l'air intérieur : Les odeurs provenant essentiellement des cuisines et des WC, les COV, Composés Organo-Volatils libérés par les parois, les aménagements et équipements intérieurs ainsi que la vapeur d'eau issue de la préparation des repas et les douches peuvent être fortement réduits, c'est le rôle de la ventilation permanente, naturelle mais difficilement contrôlable ou celui plus rigoureux des VMC simple ou double flux. (passivact, 2012)



Figure 49 : le confort olfactif
Source : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/qualite-air-interieur-pourquoi-est-ce-important-video-14>

1.2.3.3 Confort thermique

1.2.3.3.1 Définition du confort thermique

Le confort thermique est une sensation de bien-être lorsqu'on est exposé à une ambiance intérieure. Le confort thermique ne dépend pas exclusivement de la température, mais également des conditions d'humidité de l'air intérieur, des éventuels courants d'air, du niveau de respirabilité de l'air ou de Qualité d'Air Intérieure (QAI). La température à elle seule dépend d'une température résultante sèche, sorte de moyenne des températures intérieures et rayonnées par les différents corps et parois. La notion de confort thermique c'est l'équilibre thermique entre l'occupant et son environnement ambiant ou l'occupant est inclus comme un élément important dans cet équilibre thermique (xpair, s.d.), pour bien expliquer le confort on va parler de ses paramètres. Le confort thermique est traditionnellement lié à six paramètres (Jannot & Djiako, 1994) :

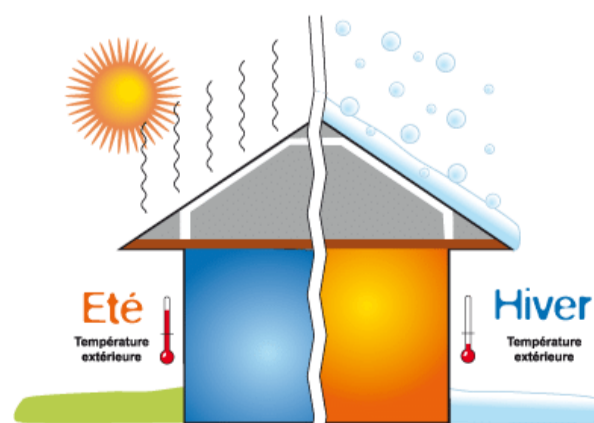


Figure 50 : confort thermique dans un bâtiment
Source : <https://www.belgard-batiment.fr/blog/comment-bien-isoler-votre-domicile-pour-optimiser-le-chauffage>

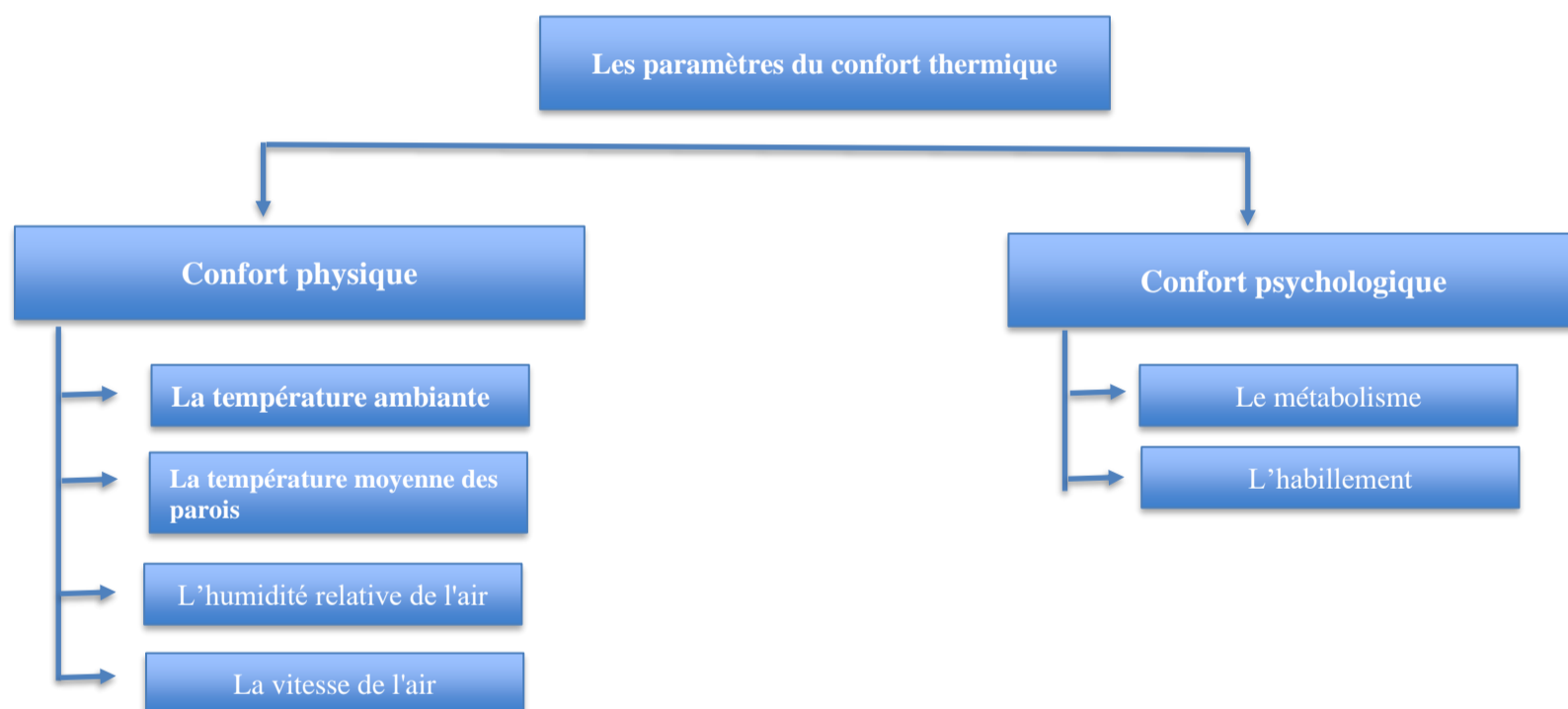
- **Confort physique** : l'individu est considéré comme une machine thermique et la diffusion de chaleur entre lui et l'environnement se font selon : évaporation (transpiration), conduction ...
 - La température ambiante de l'air T_a ; est un composant fréquent du confort thermique ; il peut facilement être modifié par du chauffage ou du refroidissement passif et mécanique, (Confort thermique, 2010)
 - La température moyenne des parois T_p ,
 - L'humidité relative de l'air (HR), qui est le rapport exprimé en pourcentage entre la quantité d'eau contenue dans l'air à la température T_a et la quantité maximale d'eau contenue à la même température,
 - La vitesse de l'air, qui influence les échanges thermiques par convection,
- **Confort psychologique** : Il parle de la sensation de ni froid ni chaud c'est ça le confort et la classification des ambiances des espaces selon la sensation.
 - Le métabolisme, qui est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de $36,7^{\circ}\text{C}$. Un métabolisme de travail correspondant à une activité particulière s'ajoute au métabolisme de base du corps au repos,
 - L'habillement, qui représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement,

Notons que de façon simplifiée, on définit une température de confort ressentie (appelée aussi "température opérative" ou "température résultante sèche")

$$T_{\text{opérative}} = T_{\text{air}} + T_{\text{parois}} / 2$$

Cette relation simple s'applique pour autant que la vitesse de l'air ne dépasse pas $0,2 \text{ m s}^{-1}$. D'après la norme ISO 7730 : 2005, il y a situation de confort thermique si deux conditions sont satisfaites (Roulet & C, 2008) :

- Le bilan thermique de l'individu est équilibré sans que ses mécanismes autorégulateurs ne soient trop sollicités,
- Il n'existe pas d'inconforts locaux dus à la sensation de courant d'air, à l'asymétrie du rayonnement, au gradient vertical de température et à la température du sol,



Pour pouvoir avoir une définition exacte de confort il faut toucher tous ses paramètres contrairement à des définitions qui se basent sur un seul paramètre, par exemple :

- **Aspect physiologique** : c'est-à-dire la température centrale de l'homme est stabilisée à environ 37°C en dépit des variations de température extérieure donc la production de chaleur égale la perte, (Givoni , L'homme, l'architecture et le climat , p39, 1978).
- **Aspect sensoriel** : État de sensation qui exprime la satisfaction thermique envers son environnement qui est le résultat d'une activité nerveuse ayant son origine des thermorécepteurs, (7730, 1994).

❖ Et à partir de là, nous résumerons tous les facteurs qui influent sur la sensation de confort thermique à travers ce tableau :

Paramètres liés à l'individu	L'activité physique et l'habillement.
Paramètres liés à l'environnement	À température de l'air, les sources de rayonnement (radiateurs, soleil) la température des surfaces environnantes, la vitesse relative de l'air par rapport au sujet et l'humidité relative de l'air.
Autres influences	Gains thermiques internes, degrés d'occupation des locaux, couleurs, ambiance ...etc.

Tableau 5 : Paramètres influents sur la sensation de confort thermique.

Source: Mr. MAZARI Mohammed, Septembre2012.

1.2.3.3.2 Influence de la température sur le confort thermique

Dans les conditions habituelles, l'homme assure le maintien de sa température corporelle autour de 36,7°C. Cette température est en permanence supérieure à la température d'ambiance, aussi un équilibre doit-il être trouvé afin d'assurer le bien-être de l'individu.

La température ambiante de l'air est le paramètre le plus influant sur la sensation thermique de l'habitant bien qu'il existe pas mal de paramètres qui ont également des impacts considérables sur la sensation thermique. (Berkouk, 2017)



Figure 51 : Echanges thermiques entre l'individu et l'ambiance

Source : (Energieplus, 2020)

- Plus de 50% des pertes de chaleur du corps humain se font par convection avec l'air ambiant (convection et évaporation par la respiration ou à la surface de la peau). (energieplus, Confort thermique : généralité, 2020)
- Les échanges par rayonnement à la surface de la peau représentent jusqu'à 35% du bilan alors que les pertes par contact (conduction) sont négligeables (environ 1%). (energieplus, Confort thermique : généralité, 2020)
- Le corps perd également 6% de sa chaleur à réchauffer la nourriture ingérée. (energieplus, Confort thermique : généralité, 2020)

Cette importance de nos échanges par rayonnement explique que nous sommes très sensibles à la température des parois qui nous environnent. D'où l'importance de prendre en compte ce facteur lors de la conception des bâtiments. Sur la base d'expériences menées en chambres climatiques, des critères de confort ont été établis, nommés PPD et PMV.

L'indice de vote moyen prévisible, (PMV - Predicted Mean Vote) est une évaluation sur la base de calculs statistiques de l'avis moyen qu'exprimerait un groupe important de personnes s'il se prononçait sur sa sensation de confort thermique en se référant à l'échelle suivante présentée dans le tableau :

+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
Chaud	Tiède	Légèrement tiède	Neutre	Légèrement frais	Frais	Froid

Tableau 6 : échelle de valeur de pmv

Source : (école nationale supérieure d'architecture de paris la vilette.)

Une valeur de PMV de zéro exprime une sensation de confort thermique optimale. Une valeur de PMV négative signifie que la température est jugée plus basse que la température idéale, celle qui créerait la sensation de confort optimal vu les courants d'air, le rayonnement des parois du local... etc. Réciproquement, une valeur positive signale que la température de l'air est plus élevée que celle qui correspondrait au confort. On considère que la zone de confort thermique s'étale de la sensation de légère fraîcheur à la sensation de légère chaleur, soit de -1 à +1. Le pourcentage prévisible d'insatisfaits (PPD - Predicted Percentage Dissatisfied), donne, en fonction de l'indice PMV d'une situation thermique précise, le pourcentage de personnes insatisfaites. (energieplus, Confort thermique : généralité, 2020)

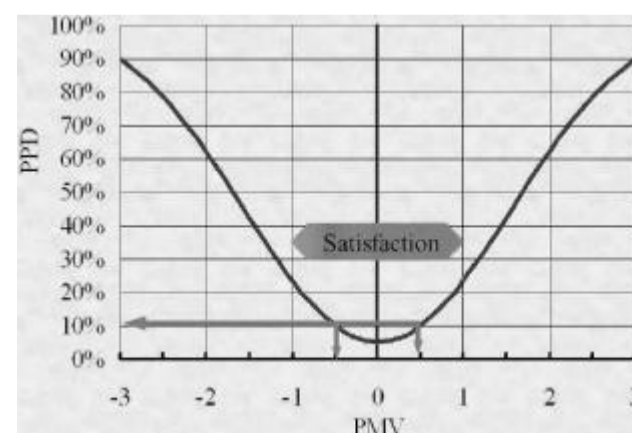


Figure 52 : Pourcentages prévisibles d'insatisfaits en fonction du PMV

Source : (Energieplus, 2020)

Si par exemple le PMV est de -0,5 ou +0,5, l'indice PPD montre que près de 10% de la population ne serait sans doute pas satisfaite et pour une valeur 0 de l'indice PMV, soit un état de confort thermique optimal, il y a encore 4% d'insatisfaits. Il est alors impossible de définir une température qui convienne à tous. (energieplus, Confort thermique : généralité, 2020)

1.2.3.3 Influence de l'humidité sur le confort thermique

L'humidité relative ambiante influence la capacité de notre corps à éliminer une chaleur excédentaire. L'humidité de l'air n'a que peu d'influence sur la sensation de confort tant qu'elle est comprise entre 30-70 % et que les autres paramètres de confort donnent un PMV inférieur à ± 1 (Roulet & C, 2008). De faibles niveaux d'humidité donnent lieu à certains problèmes tels que : l'augmentation de l'électricité statique (petites décharges lors du contact avec des objets métalliques), la gêne et l'irritation accrue à la fumée de tabac (du fait d'un abaissement du seuil de perception des odeurs), l'augmentation de la concentration en poussières dans l'air (diminution de la taille des particules) et donc de leur vitesse de sédimentation et dès lors du nombre de bactéries aéroportées, ce qui serait susceptible d'induire une augmentation de la fréquence de maladies respiratoires en hiver lorsque l'humidité de l'air est faible. De hauts niveaux d'humidité donnent lieu à une croissance microbienne importante et à des condensations sur les surfaces froides. (energieplus, Confort thermique : généralité, 2020)

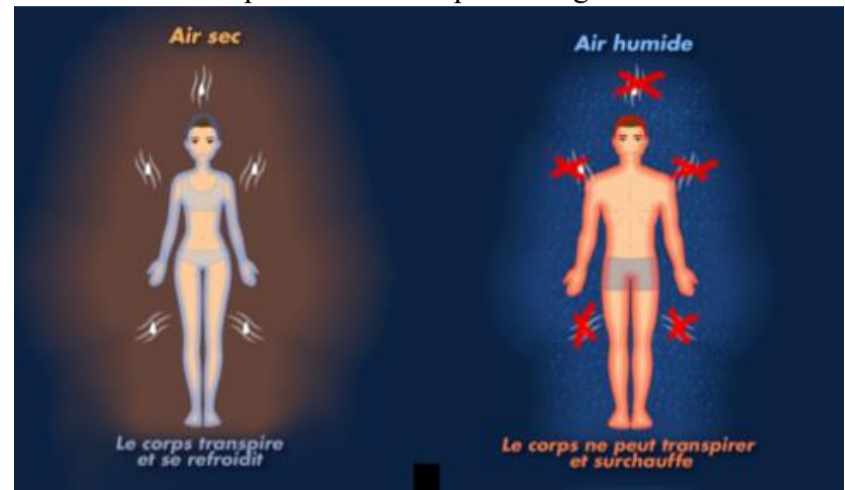


Figure 53 : l'influence de l'humidité sur le corps
Source : <https://www.lachainemeteo.com/services-meteo/decouvrir/abonnement-vip>

1.2.3.4 Influence de l'activité et de l'habillement sur le confort thermique

L'habillement représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement. Généralement l'effet des vêtements sur la thermique du corps humain est lié à des paramètres internes (la couleur et la perméabilité à l'air des vêtements) et d'autres externes (l'humidité, vitesse de l'air, métabolisme).

Le métabolisme est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7 °C. 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. (energieplus, Confort thermique : généralité, 2020)

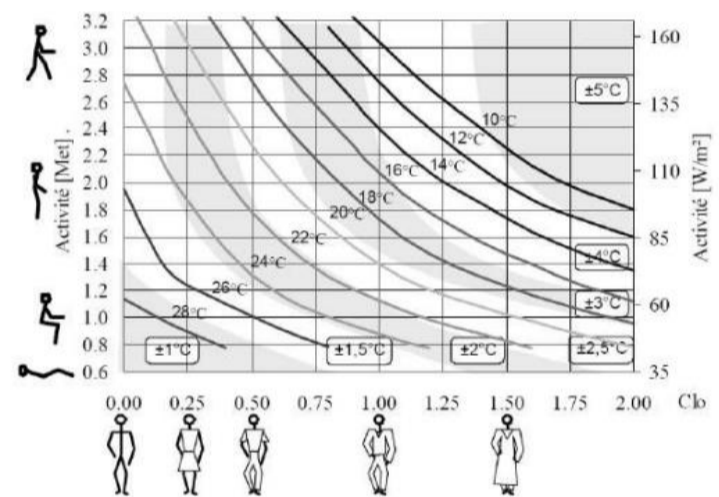


Figure 54 : Température opérative idéale en fonction de l'habillement et du métabolisme
Source : d'après (ISO, 1993).

1.2.3.5 Influence de la vitesse de l'air sur le confort thermique

La vitesse de l'air (et plus précisément la vitesse relative de l'air par rapport à l'individu) est un paramètre à prendre en considération, car elle influence les échanges de chaleur par convection et augmente l'évaporation à la surface de la peau. Comme nous échangeons de la chaleur par convection, il est logique qu'une augmentation de cette convection due au déplacement d'air autour de nous, augmente ces déperditions. À l'inverse, si nous voulons rester dans un cadre chaud, il est important de limiter les courants d'air (energieplus, Confort thermique : généralité, 2020)

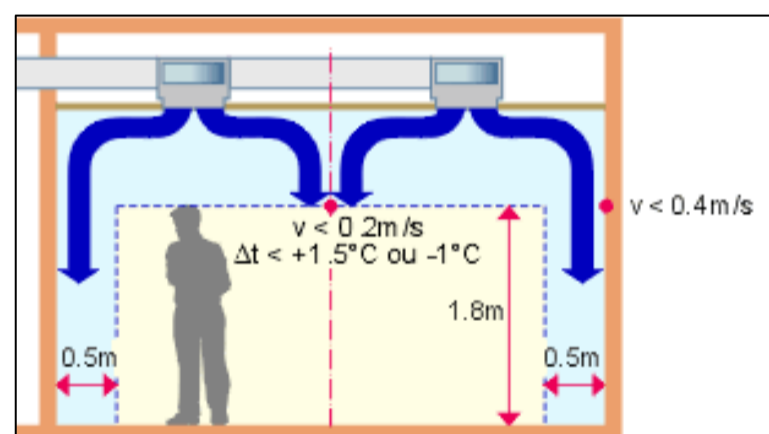


Figure 55 : l'influence de la vitesse de l'air sur le confort thermique
Source : <https://energieplus-lesite.be/evaluer/confort-thermique7/evaluer-le-confort-thermique-d1/>

À l'intérieur des bâtiments, on considère généralement que l'impact sur le confort

des occupants est négligeable tant que la vitesse de l'air ne dépasse pas 0,2 m/s. À titre de comparaison : se promener à la vitesse de 1 km/h produit sur le corps un déplacement de l'air de 0,3 m/s. Le mouvement de l'air abaisse la température du corps, facteur recherché en été, mais pouvant être gênant en hiver. (Khalissa, master 1 : architecture et environnement matière: sciences pour l'architecture, 2014)

1.2.3.6 Stratégies d'évaluation du confort thermique

Il existe dans la littérature un certain nombre de méthodes dites d'évaluation du confort thermique, basées sur des expérimentations menées par différents chercheurs et mettant en œuvre différents paramètres de détermination du confort thermique. Plusieurs méthodes de combinaison ont été développées par les chercheurs pour la manipulation simultanée des variables du confort (Khalissa, confort

thermique, 2014). Parmi ces méthodes, on peut citer quelques-unes :

1.2.3.6.1 Indices thermiques

Ces indices sont de différents types. Tous les chercheurs dans ce domaine ont essayé de présenter un abaque sur lequel un nombre donné peut correspondre à diverses combinaisons des variables climatiques, des vêtements et, dans la plupart des cas, du travail. Selon Givoni (1978) : « il est nécessaire d'évaluer les effets combinés des facteurs d'ambiance sur les réponses physiologiques et sensorielles du corps et d'exprimer toute combinaison de ceux-ci sous la forme d'un seul paramètre. Ainsi tous les facteurs sont combinés à l'intérieur d'une seule formule, connue sous le nom d'indice thermique ». (Baruch, 1978.)

On peut citer dans cette catégorie les méthodes suivantes :

- PMV et PPD.
- Indice de la température effective.
- Indice de la température résultante.
- Indice de contrainte calorifique.
- Indice de contrainte thermique.

1.2.3.6.2 Méthodes d'analyse bioclimatique

Les diagrammes bioclimatiques sont des méthodes pour analyser le climat d'une région en utilisant les données climatiques et cela permet de prédire la zone de confort humain, ils proposent également, des moyens d'intervention par des dispositifs architecturaux ou techniques qui peuvent rétablir la zone de satisfaction thermique. L'intérêt principal du diagramme bioclimatique réside sur la possibilité d'avoir des réponses qui peuvent aider les concepteurs dans leurs tâches, en d'autres termes les moyens architecturaux de contrôle climatique. (Baruch, 1978.)

La figure (fig :56) indique le diagramme de Givoni avec certaines zones du confort hivernal et estival sont superposées. Les caractéristiques de ces zones peuvent être observées dans ce tableau (Castilla, d, Álvarez, & Rodriguez , 2014):

Paramètre	Période estivale	Période hivernale
Température de l'air intérieur [°C]	23 – 26	20 – 24
Humidité relative [%]	40 – 60	40 – 60

Tableau 7 : Zones du confort intérieur du diagramme psychométrique (Castilla, et al., 2014)

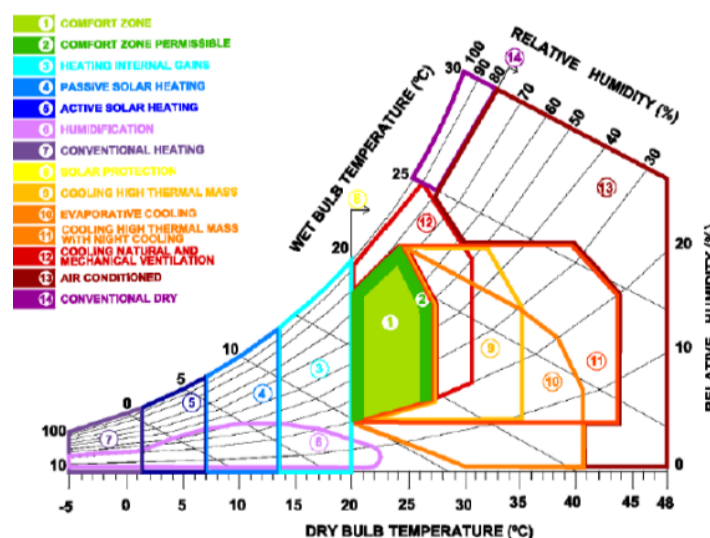


Figure 56 : Diagramme de Givoni.
Source : Givoni

1.2.3.6.3 Utilité des modèles de confort thermique

Il est maintenant prouvé que l'activité et l'habillement égaux, et les facteurs tels que l'âge, le sexe, la corpulence, l'origine, la race... etc. ne modifient pas les exigences de confort de façon significative. Les modèles exposés ci-dessus permettent donc de prédire, déjà au niveau de l'avant-projet, les conditions de confort qui règneront dans un bâtiment. Ceci permet d'imaginer une architecture sortant des sentiers battus tout en apportant certaines garanties quant au confort obtenu. L'étude et la prédiction du confort thermique

permettent donc :

- La conception d'habitations offrant déjà un bon confort sans l'intervention des habitants, et permettant aux occupants d'agir à bon escient pour améliorer leur confort.
- Le calcul de bilans énergétiques réels, tenant compte des occupants et de leurs exigences justifiées,
- Le calcul des températures minima et maxima acceptables permettant de diminuer les besoins en énergie.

Il faut toutefois rappeler que de nombreuses investigations restent à faire dans ce domaine. Par exemple, ces modèles ne tiennent pas compte explicitement des effets dynamiques (effet de la variation temporelle des paramètres sur le confort).

L'interaction du confort thermique (défini par une température opérative) et des autres paramètres de confort (visuel, auditif, olfactif, etc.) ne sont pratiquement pas connue (Claude-Alain, 2000).

1.2.3.7 Dispositifs architecturaux et stratégies bioclimatiques relatifs au Confort thermique

Le confort hygrothermique est un critère très important pour la santé et l'activité des personnes, et pour la longévité du bâtiment. Le confort hygrothermique peut être atteint seulement lorsque la combinaison des paramètres tels que la température, l'humidité et le mouvement d'air se situe à l'intérieur des limites de ce qu'on appelle la « zone de confort ».

Les dommages dus à l'humidité sont une des causes principales de la détérioration de l'enveloppe des bâtiments d'où l'importance de l'analyse des flux de vapeur et des conditions d'humidité dans la conception d'un bâtiment. L'humidité sous forme liquide ou vapeur peut endommager la structure, réduire la résistance thermique des matériaux de construction, changer les propriétés physiques et même déformer des matériaux. L'analyse est donc nécessaire, d'une part, pour bien conserver l'enveloppe du bâtiment, et d'autre part, pour maintenir une bonne qualité d'air intérieur des bâtiments et donc satisfaire les exigences de confort et de santé. (RAJI, 2006)

nous nous sommes rendu compte qu'il est important de s'intéresser aux aspect liée aux mouvements d'air, Nous aborderons donc les techniques de contrôle des ambiances climatiques en nous attardant sur le cas de la ventilation et chauffage naturelle, qui se présente la ventilation naturelle comme une stratégie adoptée pendant la saison estivale , et le chauffage comme une stratégie adoptée pendant la saison hivernale, pour réduire les gains thermiques et par là-même obtenir le confort internes optimale pour les occupants.

Afin d'atteindre le confort thermique, il existe deux types de systèmes qui permet à assurer le confort, et ils sont les systèmes de chauffage et ventilation :

1.2.3.7.1 Ventilation

1.2.3.7.1.1 Définition

C'est le renouvellement général d'air dans un bâtiment par entrée d'air neuf extérieur et sortie d'air intérieur vicié, grâce à un dispositif naturel ou mécanique, lequel assure en permanence des débits d'air minimaux. Une ventilation insuffisante est l'une des causes principales de la mauvaise qualité de l'air intérieur d'un bâtiment. (Direction régionale de l'Environnement, 2012)

La ventilation naturelle consiste en un renouvellement permanent d'air neuf réalisé par :

- Les ouvertures dans les pièces principales intégrées dans les portes, les fenêtres et/ou dans les murs (grille d'aération) ①
- Une ouverture de transfert vers les autres pièces (grille ou ouverture sous les portes intérieures) ②
- Les grilles d'évacuation dans les pièces de service à forte humidité (cuisine, sanitaires) où l'air est évacué par un conduit vertical muni notamment de cornières pour empêcher le refoulement (conduit de type shunt) et débouchant en toiture au moins à 50 cm au-dessus du faîtage de la maison ③

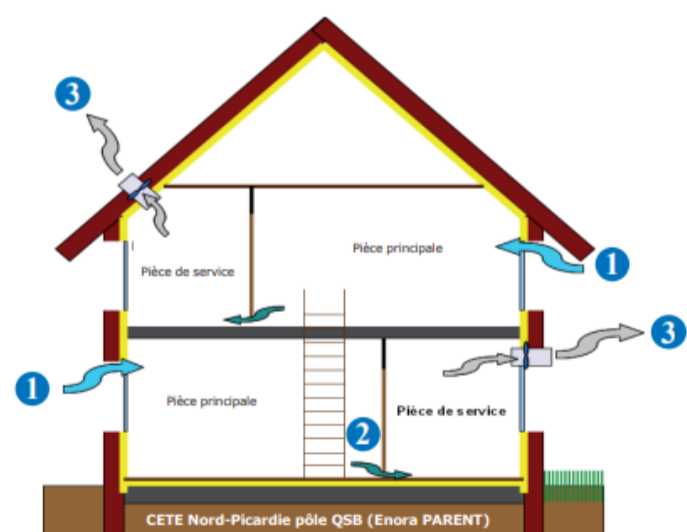
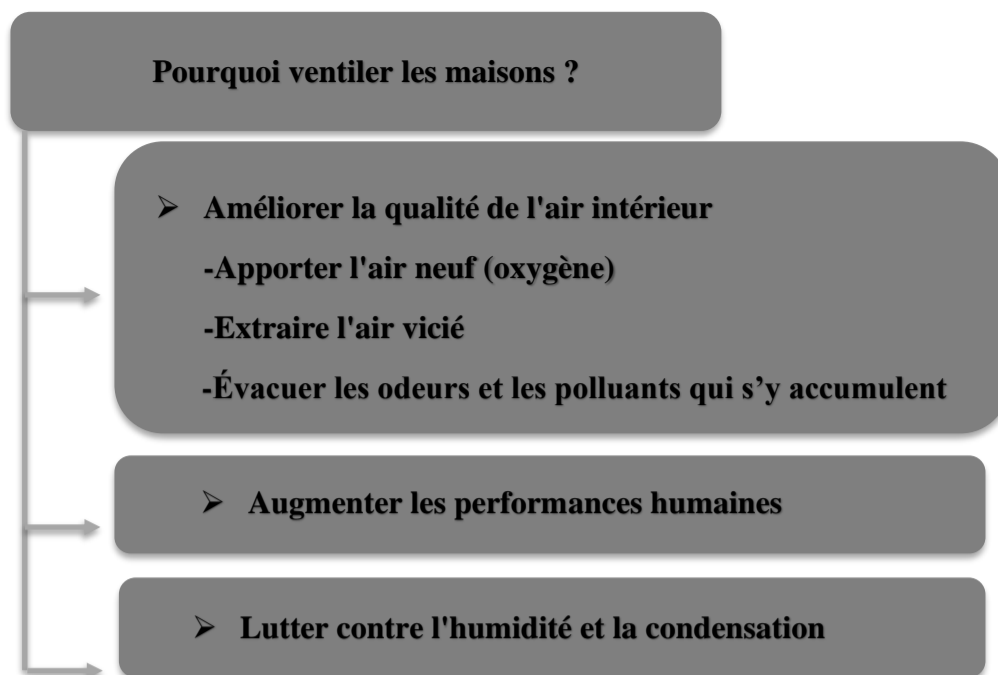


Figure 57 : la ventilation naturelle dans un bâtiment
Source : www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr



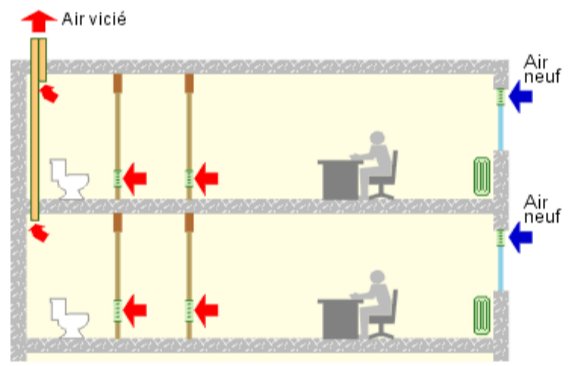
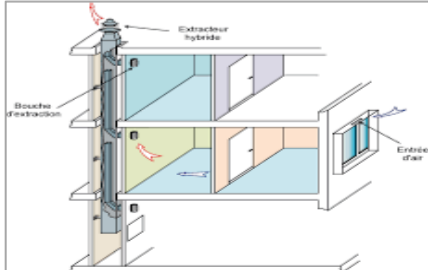
1.2.3.7.1.2 Les modes de ventilation

L'aération peut assurer par diverses méthodes, soit naturellement, soit mécaniquement.

Le choix de type d'aérations dépend de plusieurs paramètres :

- Le volume du logement à ventiler
- Le niveau d'activité
- La qualité de l'isolation.

Ce tableau va résumer les méthodes d'aérations naturel

La ventilation naturelle	
Définition de la ventilation naturelle	<p>L'air se déplace grâce aux différences de pression dues au vent qui existent entre les façades du bâtiment et grâce à la différence de masse volumique en fonction de sa température. (energieplus, Ventilation naturelle, 2020)</p> <p>Il y a plusieurs types de ventilation naturelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ventilation avec effet de cheminée, - Ventilation transversale par façades opposées, - Les puits canadiens,
	 <p>Figure 58 : la ventilation naturelle dans un bâtiment Source : energieplusite.be/techniques/ventilation8/ventilation-hygiene/systemes-de-ventilation/ventilation-naturelle/</p>
Types	<p>VNA (Ventilation naturelle assistée (hybride))</p> <p>La ventilation naturelle assistée, ou ventilation hybride, est une évolution des techniques et matériels d'aération combinant la ventilation naturelle et une mécanisation de la ventilation. Son objectif est double puisqu'il s'agit de répondre aux besoins de confort et de salubrité des bâtiments de plus en plus étanches à l'air extérieur, tout en limitant les consommations en énergie primaire. (ooreka)</p>  <p>Figure 59 : Ventilation naturelle assistée Source : https://www.programmepacte.fr/sites/default/files/pdf/guide-rage-ventilation-hybride-reno-2015-03_0.pdf</p>
	<p>VNC (Ventilation naturelle contrôlée)</p> <p>L'extraction se fait dans les pièces d'eau ou pièces humides et dans la cuisine par des bouches hygroréglables du même type. (Direction régionale de l'Environnement, 2012)</p>  <p>Figure 60 : Ventilation naturelle contrôlée Source : https://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/D_BROCHURE_VENTILATION.pdf</p>

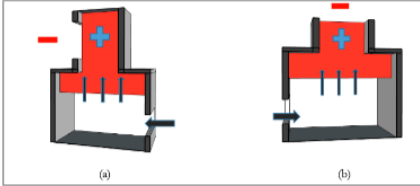
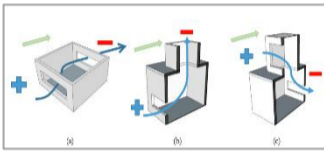
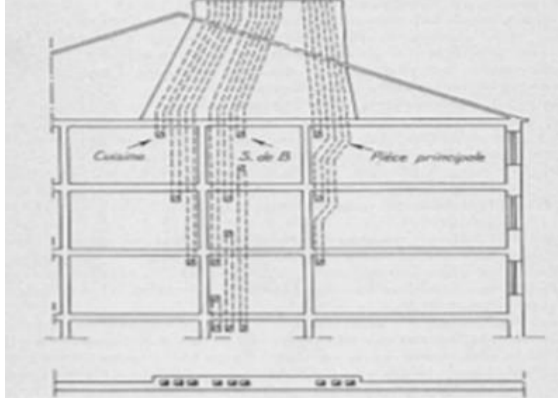
<p>Le fonctionnement</p>	<p>La ventilation naturelle transcrit tout simplement un mouvement d'air causé par des phénomènes physiques naturels. Ainsi, les mouvements naturels d'air observés dans un bâtiment sont causés par deux phénomènes principaux (JUHOOR, 2020):</p> <p>Le tirage thermique induit par les différences de température entre surfaces, ou entre intérieur et extérieur.</p> <p>Le vent, qui crée une différence de pression générée entre les différentes faces du bâtiment et génèrent les courants d'air dits d'équilibrage.</p>  <p>Figure 61 : le tirage thermique Source : https://efuzif.com/quest-ce-que-la-ventilation-naturelle-des-batiments</p>  <p>Figure 62 : Principes constructifs favorisant les différences de pressions dues au vent Source : https://efuzif.com</p>	<p>Elle fonctionne sans dispositif mécanique (moteur). L'air entre dans le logement par une serre bioclimatique. Il est préchauffé durant la journée dans la serre et aussi pendant son transit dans un mur capteur. Il est transmis dans les pièces par convection naturelle par des bouches hygroréglables. (Direction régionale de l'Environnement, 2012)</p>  <p>Figure 63 : ventilation naturelle par circuits séparés de la salle de bain, la cuisine Source : https://fr.slideshare.net/conductriceTB/la-ventilation-dans-les-batiments</p>
<p>Les avantages</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les éléments de ventilation naturelle demandent généralement très peu d'entretien et ne comprennent pas de ventilateurs bruyants. - La ventilation hybride est simple, et peu coûteuse à l'exploitation. - Elle demande peu de place utile dans les locaux techniques. (energieplus, Ventilation hybride) 	<ul style="list-style-type: none"> - Technologie peu coûteuse avec un entretien peu contraignant. - Consommation électrique faible et sans bruit. (Direction régionale de l'Environnement, 2012)
<p>Les Inconvénients</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les ouvertures entre locaux, favorisent le passage de bruits pouvant être très gênants. - L'air neuf n'est pas filtré et les grilles d'amenée d'air peuvent laisser filtrer les bruits extérieurs, - Perte de chaleur ou de fraîcheur accumulés dans le bâti (energieplus, Ventilation hybride) 	<ul style="list-style-type: none"> - Débit de ventilation faible. - Qualité de l'air non optimale. (Direction régionale de l'Environnement, 2012)

Tableau 8 : les méthodes d'aérations naturel

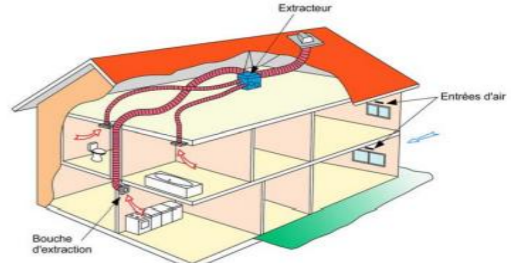
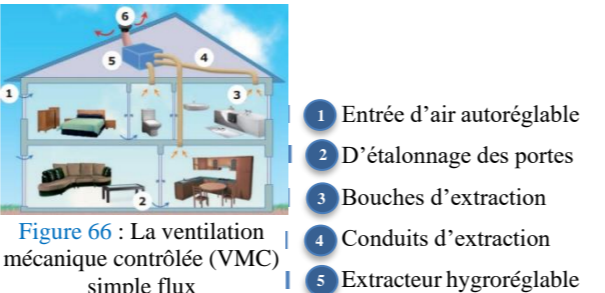
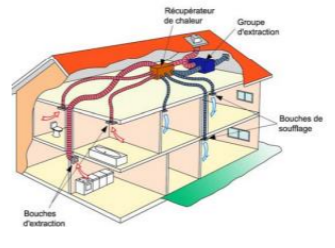
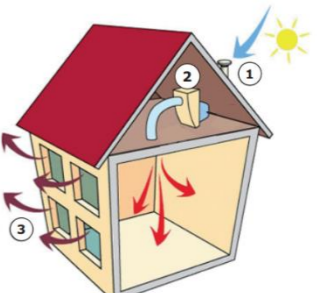
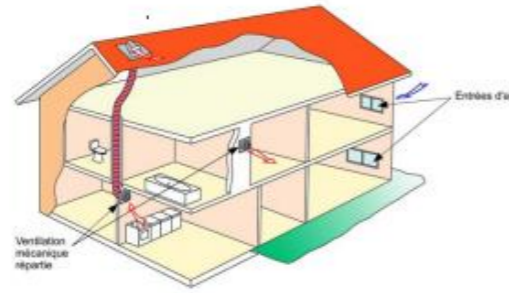
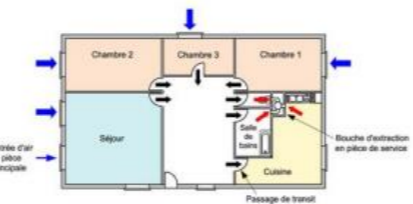
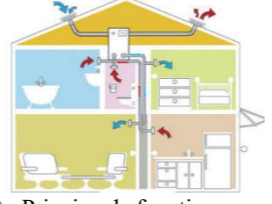
La ventilation mécanique				
<p>Définition de la ventilation mécanique</p>	<p>La ventilation mécanique permet d'assurer en permanence des débits de ventilation constants dans le logement, indépendamment des conditions climatiques.</p> <p>On distingue (batiment, 2002):</p> <ul style="list-style-type: none"> • la ventilation mécanique simple flux : l'amenée d'air est naturelle et l'extraction est mécanique. • la ventilation mécanique double flux : l'amenée d'air et l'extraction sont mécaniques.  <p>Figure 64 : Exemple de ventilation mécanique simple flux en maison individuelle</p>			
<p>Types</p>	<p>VMR (Ventilation mécanique répartie)</p> <p>La ventilation mécanique répartie (VMR) a été développée pour s'affranchir du passage des conduits dans une configuration peu favorable à leur implantation, notamment en rénovation. Il répond aux exigences du label Promotelec Habitat Existant. Son principe est simple : chaque pièce de service est équipée d'un petit extracteur, appelé aérateur. Installé dans le volume à chauffer, à la différence du groupe d'extraction, l'aérateur est équipé d'un ventilateur qui met en dépression la pièce où il est installé et rejette l'air à l'extérieur. Le rejet s'effectue soit par une traversée de paroi, soit par un conduit débouchant en toiture ou en façade. (batiment, 2002)</p>	<p>VMC (La ventilation mécanique contrôlée simple flux)</p>  <p>Figure 66 : La ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux</p> <p>L'air vicié est extrait des pièces dites humides (salle de bains, cuisine, etc) via des bouches reliées à un ventilateur. L'air neuf extérieur entre par dépression dans les chambres et le séjour via des ouïes de ventilation qui sont prévues dans les portes et les fenêtres. Le débit d'air est constant. (Direction régionale de l'Environnement, 2012)</p>	<p>VMC (La ventilation mécanique contrôlée double flux)</p> <p>Elle est généralement réservée aux installations de taille importante avec une occupation variable. (Direction régionale de l'Environnement, 2012)</p> <p>Le système est composé d'un ventilateur d'alimentation prenant l'air extérieur, d'un ventilateur d'extraction de l'air vicié des pièces de service.</p> <p>Des bouches d'insufflation sont disposées dans les pièces principales et des bouches d'extraction dans les pièces de service.</p> <p>Ce système permet aussi d'atteindre des niveaux d'isolement acoustique importants, grâce à la suppression des entrées d'air en façade. (batiment, 2002)</p>  <p>Figure 67 : Principe d'une VMC double flux</p>	<p>VMI (La ventilation mécanique par insufflation)</p> <p>Il fonctionne en sens inverse d'une VMC qui extrait l'air vicié du logement. La VMI insuffle de l'air neuf. L'habitation est mise en surpression. (Direction régionale de l'Environnement, 2012)</p>  <p>Figure 68 : Principe d'une VMI</p>
<p>Le fonctionnement</p>	 <p>Figure 65 : Principe de fonctionnement de VMR</p>	<p>Son principe de fonctionnement est le suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • des entrées d'air sont placées dans les pièces principales telles que le séjour et la chambre, • l'air transite des pièces principales vers les pièces de service telles que la cuisine, la salle de bain et les WC en passant sous les portes intérieures • les bouches d'extraction sont installées dans les pièces de service, • un extracteur mécanique souvent situé en combles est raccordé aux bouches d'extraction par le biais d'un réseau de conduits (batiment, 2002)  <p>Figure 69 : Principe de fonctionnement d'une VMC simple flux</p>	<p>Une partie de la chaleur contenue dans l'air vicié est ainsi transférée à l'air neuf qui est réchauffé. L'air vicié est ensuite rejeté à l'extérieur. Le rendement théorique de l'échangeur varie de 60 % (échangeur à flux croisés) à 90 % pour les meilleurs échangeurs à contre-courant et 100 % pour les échangeurs enthalpiques (chauffés). Pour la rénovation, il est possible d'installer, de réaliser une VMC décentralisée pour pièces individuelles. (Direction régionale de l'Environnement, 2012)</p>  <p>Figure 70 : Principe de fonctionnement d'une VMC double flux</p> <p>Enfin, l'air insufflé peut être préchauffé en hiver par un récupérateur de chaleur sur l'air extrait, source d'économies des dépenses de chauffage. (batiment, 2002)</p>	<p>-L'air neuf entrant par une entrée d'air située en toiture ou en partie haute de l'habitation 1</p> <p>-Après il aspiré par un ventilateur 2</p> <p>-Qui l'insuffle dans la maison après qu'il ait été filtré et réchauffé. En entrée, l'air est filtré et réchauffé (entre 15° et 18° selon le réglage pour plus de confort et des économies d'énergie). L'extraction de l'air vicié se fait en partie haute dans des pièces humides (salle de bains, toilettes...) et par des bouches d'aération installées dans les pièces principales (salon, chambres...) 3</p> <p>(Direction régionale de l'Environnement, 2012)</p>

Tableau 9 : les méthodes d'aérations mécaniques

La ventilation mécanique				
Types	VMR	VMC	VMC	VMI
Les avantages	-Solution en rénovation car ne nécessite pas de réseau de gaines, -Opérations d'entretiens simplifiés,	-Système peu coûteux par rapport à une VMC double flux. -Balayage de l'air efficace. (Direction régionale de l'Environnement, 2012)	-Faible consommation électrique (si correctement installé). -Bruit de fond léger (si correctement installé). -Rendement élevé (supérieur à 80 % voire 100% avec un échangeur enthalpique : système de récupération de l'humidité de l'air sortant). (Direction régionale de l'Environnement, 2012)	-Système offrant une filtration sur l'air neuf entrant, faisant barrière aux pollutions extérieures. -Le préchauffage de l'air offre une chaleur homogène et évite les phénomènes de courants d'air Gain de place (pas de passages de conduits). -La mise en surpression par rapport à l'extérieur est une bonne solution contre la présence du radon dans le sol. (Direction régionale de l'Environnement, 2012)
Les Inconvénients	-Système souvent bruyant et jugé peu efficace, -Perte de chaleur accumulée dans le bâti,	-Risque d'être inadapté en cas de présence de radon dans le sol (entrées d'air mal dimensionnées ou obstruées entraînant une mise en dépression non souhaitée). -En hiver, l'air extérieur entrant non réchauffer entraîne des déperditions énergétiques. En été, remplacer de l'air frais par de l'air chaud extérieur peut conduire à surchauffer la maison. (Direction régionale de l'Environnement, 2012)	-Nettoyage régulier des bouches d'extraction (une fois/trimestre. Remplacer et nettoyer les filtres une fois par an. Faire vérifier le système tous les 3 ans (mesure du tirage et de la dépression, vérification du bloc-moteur, ramonage des conduits, vérifier le ventilateur). -Dans les régions où le radon est présent dans le sol, veiller à la mise en légère surpression de la VMC dans les pièces où l'air est insufflé. (Direction régionale de l'Environnement, 2012)	-Système onéreux à l'installation -Coût d'exploitation susceptible d'être élevé (l'air est préchauffé par une résistance électrique) -Maîtrise du balayage de l'air incertain (surtout si habitat à plusieurs niveaux) -Risque de condensation dans les murs lorsque la température extérieure descend beaucoup (système interdit en Finlande et en Suède pour cette raison. C'est pourquoi une régulation électronique du préchauffage de l'air extérieur est importante). (Direction régionale de l'Environnement, 2012)

Tableau 10 : les avantages et les inconvénients de la ventilation mécanique

1.2.3.7.2 Le chauffage

1.2.3.7.3 Définition

Le chauffage répond à un besoin physiologique de confort des individus. En matière industrielle, il permet la transformation des matières et le chauffage de procédés industriels.

Dans le bâtiment, un équipement de chauffage assure le confort thermique des utilisateurs Il répond également à leurs besoins en termes de fourniture d'eau chaude sanitaire. Le chauffage comprend généralement un générateur comme une chaudière ou une pompe à chaleur, ... qui alimente un ou plusieurs émetteurs de chaleur comme des radiateurs ou un plancher chauffant. Ceux-ci transmettent la chaleur produite dans le local à chauffer. Cette même chaudière ou cette même pompe à chaleur pouvant produire également de l'eau chaude sanitaire. (maison)

Le chauffage consiste à maintenir à une certaine température une enceinte plongée dans une ambiance extérieure plus froide et à température variable (alertes-meteo).

1.2.3.7.4 Les modes de chauffage

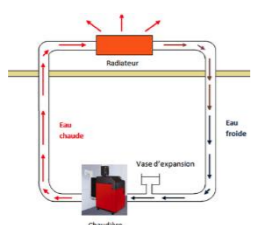
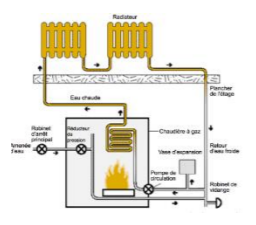
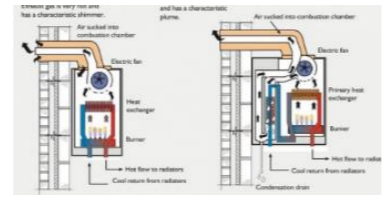
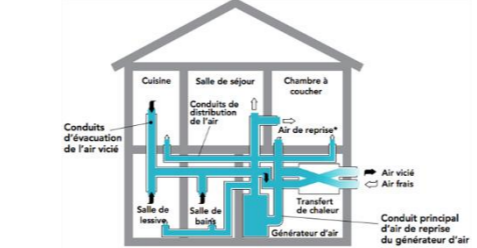
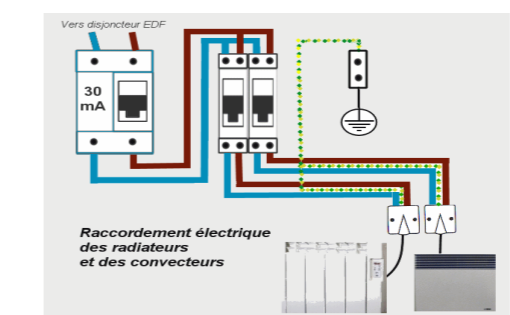
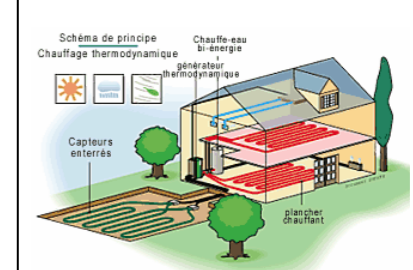
	Chauffage par eau chaude		Chauffage à la vapeur		Chauffage par air pulsé		Chauffage électrique			Chauffage écologique			
Définition	Le chauffage central à eau chaude est un système qui permet de chauffer toute une habitation grâce à une chaudière. La chaudière est reliée aux appareils de chauffage via des tuyaux, et l'eau chaude circule dans ces tuyaux pour apporter la chaleur aux radiateurs. (m-habitat)		Les chauffages à vapeur basse pression utilisent comme fluide caloporteur la vapeur d'eau qui emmagasine, au cours de la traversée de la chaudière, la chaleur nécessaire à sa vaporisation. Cette vapeur se condense dans les radiateurs où elle restitue une égale quantité de chaleur. (Chauffage utilisant la vapeur sous basse pression pour transmettre la chaleur, 2007)		Le chauffage à air pulsé permet de chauffer l'ensemble d'un logement. Il puise l'air ambiant et le réinjecte dans la pièce après en avoir élevé la température au contact d'une source de chaleur. Rapide, économique et performant, il est également capable d'assainir l'atmosphère.		Le radiateur électrique permet de restituer la chaleur issue du courant électrique le traversant. En fonction de la technologie utilisée, la restitution de la chaleur sera différente, laquelle pourra apporter plus ou moins de confort, et impacter les consommations énergétiques. (Les radiateurs électriques, 2016)			On parle de système de chauffage écologique lorsque le combustible utilisé est durable. Le chauffage écologique s'oppose au chauffage qui utilise des combustibles fossiles (comme le charbon ou le pétrole) qui ont par définition des stocks réduits. (Mode de chauffage écologique)			
Type	Les systèmes à gravité	Les systèmes à circulation forcée	Les systèmes monotube	Un système à deux tuyaux	Le système décentralisé	Le système centralisé.	La conduction thermique	La convection thermique	Le rayonnement	Le chauffage solaire	Le chauffage au bois		
	L'eau circule et distribue la chaleur dans toute la maison. Dans ce système, la circulation de l'eau s'effectue grâce à une différence de densité entre l'eau d'alimentation et l'eau de retour. (eco-habitation, 2013)	Ces systèmes sont les plus courants. La circulation d'eau est assurée par un système de pompes. Dans le secteur résidentiel, la puissance thermique de chauffage peut aller jusqu'à 1,5 MW (immeubles) (eco-habitation, 2013).	Utilisent les mêmes tuyaux pour fournir de la vapeur aux radiateurs et pour renvoyer l'eau à la chaudière. (Lefebvre T., 2021)	Est relativement plus moderne et utilise une tuyauterie séparée pour l'alimentation en vapeur et le retour d'eau. (Lefebvre T., 2021)	Est placé dans une pièce précise, il réchauffe l'air de l'extérieur ou l'air déjà présent dans la pièce et l'injecte au moyen d'une soufflerie. (prime-energie)	Est constitué d'un réseau de canaux et de tuyaux qui distribue l'air chauffé dans l'ensemble de la maison (prime-energie).	La chaleur se transmet par contact entre deux éléments (type de chauffage électrique)	L'air chauffé va monter et l'air froid descendre vers le sol. (type de chauffage électrique)	La chaleur se transmet par les ondes, c'est le même principe que la chaleur du soleil. Les rayons viennent réchauffer toute les surfaces (type de chauffage électrique)	Grâce à des panneaux solaires, les rayons du soleil sont captés et vont ensuite aider à la production d'eau chaude pour le chauffage et/ou l'eau sanitaire. (Mode de chauffage écologique)	Le bois peut vous servir de source de combustion et être utilisé dans des cheminées (avec un foyer ouvert ou fermé), dans des inserts ou encore des poêles (avec des bûches ou des granulés). (Mode de chauffage écologique)		
Principe De fonctionnement	 <p>Figure 71 : Principe de fonctionnement de systèmes à gravité</p>		 <p>Figure 72 : Principe de fonctionnement de systèmes à circulation forcée</p>		 <p>Figure : Principe de fonctionnement Chauffage à la vapeur</p> <p>La production par une chaudière, il est également fréquent d'utiliser la vapeur qui est un sous-produit d'opérations industrielles, par exemple la vapeur d'échappement d'une machine produisant de la force motrice. On peut aussi prélever la vapeur sur un réseau de distribution à haute pression. C'est le cas du chauffage urbain ou du chauffage de grands ensembles résidentiels. (Chauffage utilisant la vapeur sous basse pression pour transmettre la chaleur, 2007)</p>		 <p>Figure 73 : Principe de fonctionnement Chauffage par air pulsé Source : https://ledabelle.com/chaudiere-gaz-air-pulse-comment-ca-marche</p> <p>Le fonctionnement d'un chauffage centralisé par distribution d'air chaud est simple. L'air est puisé dans la pièce via des bouches de reprise et acheminé vers la source de chaleur pour être réchauffé. Il est ensuite réintroduit dans l'ensemble du logement au travers de bouches d'insufflation munies de ventilateurs. (quelle-energie)</p>		 <p>Figure 74 : Principe de fonctionnement Chauffage électrique Source : http://www.radiateur-electrique.org/installation-radiateur.php</p> <p>Dans un logement, l'émetteur électrique par convection chauffe l'air d'une pièce grâce au déplacement de l'air dans la pièce. L'air chauffé monte et « chasse » l'air froid vers le bas. (fonctionne de chauffage électrique)</p>			 <p>Figure 75 : Principe de fonctionnement Chauffage écologique Source : http://www.radiateur-electrique.org/installation-radiateur.php</p> <p>Ces systèmes sont tout à fait écologiques et fonctionnent avec des systèmes de pompes à chaleur.</p>	

Tableau 11 : Les modes de chauffage

1.2.4 Efficacité énergétique :

Elle peut se définir comme le rapport entre l'énergie utile délivrée par un système au sens large (produit, bâtiment...) et l'énergie qu'il consomme. L'amélioration de l'efficacité énergétique consiste, par rapport à une situation de référence :

- soit à augmenter le niveau de service rendu, à consommation d'énergie constante ;
- soit à économiser l'énergie à service rendu égal
- soit à réaliser les deux simultanément.

Les solutions d'efficacité énergétique consistent le plus souvent à réduire la consommation énergétique d'un système pour service rendu égal ou à augmenter le niveau de service rendu, à consommation d'énergie Constante. Elles visent donc à améliorer l'énergie délivrée avec une minimisation de consommation d'énergie (Robillard Y. , Vers un bâtiment durable : les équipements et solutions d'efficacité d'énergétique,7p, septembre 2011).

La notion d'efficacité énergétique est de plus en plus présente lorsque l'on s'intéresse de près aux milieux proches de l'environnement et de la gestion de l'énergie. Tout le monde en parle, et émet une définition, propre à son usage. Mais que veut réellement dire ce terme, employé autant par des gestionnaires que par des spécialistes du domaine. (hadi, 2013)

L'efficacité énergétique vise à réduire les dépenses en énergie tout en maintenant une qualité de service identique pour l'utilisateur. En rationalisant la consommation d'énergie, l'objectif est de limiter les conséquences de la production d'énergie : coût économique et impact écologique. (Efficacité énergétique définitions, s.d.)

1.2.4.1 L'efficacité énergétique des bâtiments

L'efficacité énergétique est rapidement devenue l'un des grands enjeux de notre époque et les bâtiments en sont une des composantes majeures. Ils consomment plus d'énergie que tout autre secteur leur consommation énergétique représente plus de 40% du total de l'énergie, et ils sont responsable de 20% des émissions mondiales de gaz à effet de serre, ils contribuent donc dans une large mesure au changement climatique. (Razika, 2013)

De nombreuses études et retours d'expériences ont montré que la diminution des consommations énergétiques des bâtiments passe par une conception architecturale prenant en compte la compacité du bâtiment et la gestion des apports solaires passifs, une surisolation de l'enveloppe.

Pour atteindre une efficacité énergétique au sein d'un bâtiment, deux stratégies complémentaires peuvent être activées (Le livre blanc de l'Efficacité énergétique, 01/03/2011) :

- **L'efficacité énergétique passive** : éviter les déperditions en renforçant la performance thermique du bâtiment (isolation, parois vitrées).
- **L'efficacité énergétique active** : réduire les consommations d'énergie en optimisant le fonctionnement des équipements et des systèmes.

1.2.4.2 La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique

Compte tenu du faible taux de renouvellement du parc immobilier en France, plus de 80 % des gisements d'économies d'énergie et de réduction des émissions de gaz à effet de serre résident dans les bâtiments existants. En matière d'efficacité énergétique, il faut jouer sur deux leviers : diminuer les besoins qui sont relatifs au bâti proprement dit, et améliorer les équipements techniques du bâtiment et leur gestion. (Robillard Y. , 2011)



1.2.4.3 Les étapes d'amélioration de l'efficacité énergétique

Un projet d'amélioration de l'efficacité énergétique d'un bâtiment comporte plusieurs étapes qui vont, à travers des actions cohérentes, permettre des gains énergétiques en agissant sur différents paramètres humains et matériels.

L'approche conceptuelle d'amélioration de l'efficacité énergétique est identique pour les secteurs résidentiel et tertiaire (livre de l'Efficacité énergétique des bâtiments, 2011). En revanche la mise en pratique sur le terrain sera différente en raison des divergences liées (EMONT, 2013):

- Aux aspects techniques ;
- Aux matériels à mettre en œuvre ;
- Aux coûts d'exploitation et de maintenance a Aux méthodes de financement :
- Aux temps de retour sur investissement.

1.2.4.4 Classification des bâtiments a efficacités énergétiques :

Selon leurs niveaux de performances énergétiques, les bâtiments sont classés en trois familles : bâtiments performants, bâtiments très performants et bâtiments zéro énergie ou à énergie positive...

- **Bâtiments basse consommation (BBC) :**

Ce terme est généralement utilisé pour désigner des bâtiments dont les performances énergétiques sont supérieures à celles des bâtiments standard. « Les bâtiments d'habitation sont BBC lorsque la consommation d'énergie primaire est inférieure à 50 kWh/m²/an ». (Laustsen, 2008)



figure 76 : des logements sociaux bbc
source : maes p. 2

- ✓ **Les 7 clés d'un bâtiment a base consommation énergétique** (philippe & michel , 2008) :

- Valoriser les apports solaires : La bonne orientation de la maison et son ouverture au soleil permettent d'économiser de l'énergie... mais il faut bien se protéger des excès de chaleur l'été.
- Isolation renforcée des parois Aujourd'hui, les épaisseurs d'isolants des maisons performantes varient de 20 à plus de 40 cm pour les murs.
- Traiter les ponts thermiques Parvenir à éviter les ponts thermiques, sans réduire l'architecture à un simple cube : aujourd'hui, les techniques et savoir-faire le permettent.
- Installer des fenêtres performantes : Il s'agit de maximiser l'apport solaire en hiver tout en minimisant les déperditions thermiques. Éviter les fuites d'air C'est un nouveau défi pour les concepteurs, les entreprises et les artisans : ils doivent tous collaborer pour traquer les moindres fuites d'air de l'enveloppe du bâtiment.
- Opter pour une ventilation performante : Plus la maison est étanche, mieux il faut la ventiler : mais sans gaspiller l'énergie, en rejetant le minimum d'air chaud à l'extérieur de la maison.
- Investir dans un chauffage à haut rendement Une maison performante se contente d'un chauffage peu puissant mais il faut tout de même rechercher le meilleur rendement et privilégier les énergies renouvelables.

- **Bâtiments passifs**

« Un bâtiment passif est une construction à très basse consommation dont la grande majorité des besoins en chauffage est comblée par les apports solaires et les apports internes, ce qui permet de se passer d'un système de chauffage conventionnel, et la consommation en énergie primaire ≤ 120 kWh/m²/an » (LES CRITÈRES TECHNIQUES, s.d.)

- **Bâtiments zéro énergie**

Le bâtiment zéro énergie présente de faibles besoins d'énergie a des moyens de production d'énergie locaux. Sa production énergétique égale sa consommation. Ce bâtiment est quasi autonome en énergie sur l'année (son bilan énergétique net annuel est donc nul), la source de ses énergies requises est l'énergie solaire et d'autres sources d'énergie renouvelable et il contient des niveaux d'isolations supérieurs à la moyenne. (J., 2008)

Il est défini comme étant un bâtiment qui produit autant ou plus d'énergie qu'il n'en consomme, Il est doté de moyens de production d'énergie locaux, ce bâtiment est raccordé à un réseau de distribution d'électricité vers lequel il peut exporter le surplus de sa production électrique. (Maugard, Miller, & Quenard, 2000)

- **Le bâtiment à énergie positive (BEPOS)**

Le bâtiment à énergie positive est un bâtiment dont il dépasse le niveau zéro énergie donc le bilan énergétique global est positif, c'est-à-dire qu'il produise plus d'énergie (thermique ou électrique) qu'il n'en consomme. L'énergie complémentaire peut être soit stockée pour-être consommée ultérieurement, soit réinjectée au réseau de distribution d'électricité pour être revendue. (Thiers, January 2008)

1.2.4.5 La classe énergie d'une habitation

La classe énergétique d'un logement est un indicateur fiable de son efficacité énergétique. Il s'agit d'un système d'évaluation immobilière divisé en sept classes, A à G, qui permet de prédire les niveaux futurs de consommation et de coûts énergétiques.

- **Lettre A** : excellente performance énergétique, pour un logement dont la consommation est inférieure à 50 kWh/m²/an
- **Lettre B** : très bonne performance énergétique, pour un logement dont la consommation est comprise entre 51 et 90 kWh/m²/an
- **Lettre C** : bonne performance énergétique, pour un logement dont la consommation est comprise entre 91 et 150 kWh/m²/an
- **Lettre D** : bonne performance énergétique, pour un logement dont la consommation est comprise entre 151 et 230 kWh/m²/an
- **Lettre E** : performance énergétique moyenne, pour un logement dont la consommation est comprise entre 231 et 330 kWh/m²/an
- **Lettre F** : performance énergétique faible, pour un logement dont la consommation est comprise entre 331 et 450 kWh/m²/an.
- **Lettre G** : mauvaise performance énergétique, pour un logement dont la consommation est supérieure à 450 kWh/m²/an.



Figure 77 : Maison passive de démonstration a french-comté entre Belfort et Montbéliard
Source : <http://passion-passive.com/>



figure 78 : maison "zero energy"
source : ruelle, f., 2008



figure 79 : logements collectif a énergie positive à freiburg. allemagne
source : thiers stéphane, 2008

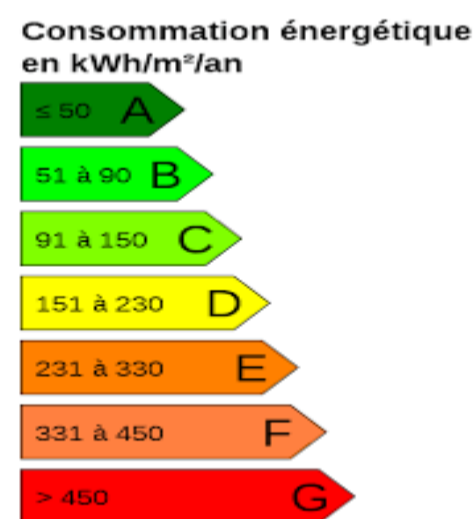


Figure 80 : la classe énergétique des logements
Source : <https://www.habitatprestos.com/mag/renovation/classe-energie>

1.2.4.6 Dispositifs architecturaux et stratégies bioclimatiques relatifs à l'efficacité énergétique

L'efficacité énergétique et la capacité de consommation d'énergie sont contrôlées à travers les stratégies architecturales liés à l'enveloppe du bâtiment, où il faut utiliser dans la construction de bâtiment des matériaux et des isolants à haute performance thermique afin de pour réduire le taux de consommation.

- Et il y a deux types de L'efficacité énergétique : L'efficacité énergétique passive, l'efficacité énergétique active.

1.2.4.6.1 Dispositifs liés à l'enveloppe de bâtiment

1.2.4.6.1.1 L'isolation thermique

1.2.4.6.1.1.1 Définitions

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.

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

Les isolants thermiques sont essentiellement caractérisés par leur résistance thermique et leur inertie thermique. Ils permettent d'éviter les déperditions ainsi que le phénomène de pont thermique et de condensation. (Isolant thermique, s.d.)

Un isolant thermique est un matériau ayant une faible conductivité thermique.

1.2.4.6.1.1.2 Les caractéristiques d'isolant thermique

Ces trois modes de transfert de chaleur entrent en jeu dans la thermique du bâtiment. La conduction thermique est en revanche prépondérante dans le transfert de chaleur à travers une paroi. Trois paramètres permettent de caractériser un matériau et une paroi isolante :

- **Conductivité thermique**

Le principal paramètre permettant de caractériser la capacité d'un matériau à transmettre la chaleur est la conductivité thermique (λ), en W/m.K. C'est une caractéristique intrinsèque au matériau. Une faible conductivité thermique implique une faible transmission de chaleur et donc une forte isolation thermique. Est dit isolant un matériau qui possède une conductivité thermique inférieure à 0,065 W/m.K. (L'isolation thermique du, Mai 2016)

- **Résistance thermique**

Afin de quantifier la résistance au flux de chaleur pour une épaisseur de matériau donnée, on utilise la résistance thermique (R), exprimée en m².K/W. Ce critère mesure la performance d'un isolant pour une épaisseur donnée. La résistance thermique est reliée à la conductivité thermique λ et l'épaisseur e par la relation : $R = e / \lambda$. Plus cette résistance est importante, plus les pertes de chaleur à travers une paroi seront faibles. (Résistance thermique et performance, s.d.)

- **Coefficient de transmission thermique d'une paroi (U)**

Le coefficient de transmission thermique d'une paroi est noté "U" (ou anciennement "k") et caractérise la quantité de chaleur traversant une paroi en régime permanent, par unité de temps, par unité de surface et par unité de différence de température entre les ambiances situées de part et d'autre de ladite paroi (actu-environnement., s.d.)

Le coefficient de transmission thermique s'exprime en **W/m²K** est l'inverse de la résistance thermique totale (**RT**) de la paroi.

Tableau de lambda (λ) de différents matériaux de construction en W/m.°C

Air	0,024
Aluminium	200
Bois	0,13 – 0,2
Brique	0,30
Eau	0,58
Pierre naturelle (poreuse)	0,55
Pierre naturelle (non poreuse)	3,5
Terre sèche	0,75

Tableau 12 : Tableau de lambda (λ) de différents matériaux de construction en W/m.°C

Source : Les propriétés des matériaux .PDF

1.2.4.6.1.1.3 Les différents isolants

- **Isolants en laine minérale** : Les isolants en laine minérale sont les plus utilisés de tous les isolants. Que ce soit en laine de verre, en laine de roche ou en verre cellulaire, ils sont très efficaces pour l'isolation thermique et acoustique à moindre prix. (toutsurlisolation, s.d.)



Figure 81 : Isolants en laine minérale
Source : <https://www.toutsurlisolation.com>

- **Isolants en laines végétales** : Paille, laine de chanvre, ouate de cellulose, laine de bois... sont des isolants végétaux. Sachez toutefois que des matières synthétiques sont ajoutées aux matières premières d'origine végétale pour fabriquer ces isolants. (toutsurlisolation, s.d.)



Figure 82 : isolant en laines végétales
Source : <https://www.toutsurlisolation.com>

- **Isolants en laines animales**

Les laines d'origine animale comme la laine de mouton ou la laine de plumes de canard peuvent être des produits isolants. Pour autant, ils doivent impérativement justifier de leurs caractéristiques techniques et de leurs performances. (toutsurlisolation, s.d.)



Figure 83 : isolante en laines animales
Source : <https://www.toutsurlisolation.com>

- **L'isolant mince**

Plusieurs dénominations désignent les produits minces réfléchissants : PMR, IMR, isolants minces multicouches, films minces, isolants thermo-réfléchissants, isolants minces par thermo-réflexion, barrières radiantes... Un seul dispose de la certification ACERMI et le CSTB les classe comme « compléments d'isolation ». (toutsurlisolation, s.d.)



Figure 84 : l'isolant mince
Source : <https://www.toutsurlisolation.com>

- **Isolants polystyrènes PSE, XPS et PUR**

Les produits d'isolation en plastiques alvéolaires sont d'origine organique. Ils regroupent plusieurs familles de produits isolants à cellules fermées (toutsurlisolation, s.d.)

1/ Polystyrène expansé PSE, 2/ Polystyrène extrudé XPS, 3/ Polyuréthane PUR, 4/ Polyisocyanurate PIR, 5/ Phénoliques.



Figure 85 : Isolants polystyrènes PSE, XPS et PUR
Source : <https://www.toutsurlisolation.com>

Les ponts thermiques

Les ponts thermiques sont les déperditions provoquées par des liaisons d'éléments constructifs entre eux (dalle, mur, menuiserie, poutres...). Ces pertes de chaleur (ou de fraîcheur en été) s'ajoutent aux déperditions dites surfaciques (Rieser, OCTOBRE 2012)

1.2.4.6.1.2 Le verre

1.2.4.6.1.2.1 Définition

Selon l'American Society for Testing Materials (1945), le verre est un matériau inorganique produit par fusion, qui a été refroidi dans des conditions qui ont empêché sa cristallisation. D'après Zarzycki (1982), un verre est un solide non cristallin présentant une transition vitreuse. Et selon Sholze (1991), le verre est un liquide surfondu figé. (Le verre dans le bâtiment, s.d.)

Le verre est une matière transparente dure cassante fabriquée à partir de silicates (dictionnaire Hachette).

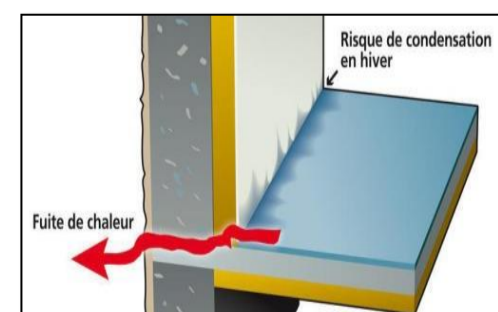


Figure 86 : pont thermique
Source : Google image

1.2.4.6.1.2.2 Les principaux types de vitrage utilisé dans les façades

➤ Doubles vitrages standards

Un double vitrage est une paroi vitrée constituée de deux vitres séparées par une épaisseur d'air immobile, dite « lame d'air ». Une variante, le vitrage à isolation renforcée, est rendue encore plus performante par l'ajout d'un traitement isolant sur une (ou plusieurs) des faces intérieures du double vitrage. (vitrekhezzane, 2016)

Vitrage standard	U W/ (m2K)	g%	TL%	Avantage et Inconvénients
4+6+4	3,3	0,75	0,81	<ul style="list-style-type: none"> Une excellente isolation thermique une isolation acoustique optimale une sécurité optimale Réduire la luminosité Prix élevé Concentration de la chaleur
4+8+4	3,1	0,75	0,81	
4+12+4	2,9	0,76	0,81	
6+12+6	2,8	0,72	0,79	
6+15+6	2,7	0,72	0,79	
8+12+8	2,8	0,68	0,77	

Tableau 13 : les caractéristiques doubles vitrages standard

➤ Le double vitrage thermique VIR et ITR

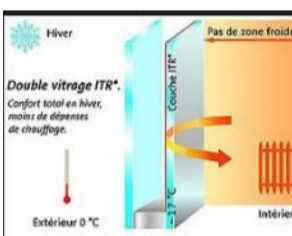
ITR	U W/ (m2K)	g%	TL %	Avantage et Inconvénients
	1,1	0,61	0,74	<ul style="list-style-type: none"> Réduisent lessurchauffes Un haut niveau d'efficacité énergétique Économies d'énergie Prix élevé

Tableau 14 : les caractéristiques doubles vitrages VIR

Source : <https://www.kpark.fr>

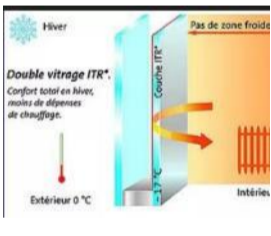
ITR	U W/ (m2K)	g%	TL%	Avantage et Inconvénients
	1,1	0,61	0,74	<ul style="list-style-type: none"> Réduisent les surchauffes Un haut niveau d'efficacité énergétique Économies d'énergie Prix élevé

Tableau 15 : les caractéristiques doubles vitrages ITR

Source : <https://www.kpark.fr>

➤ Triple vitrage

Le triple vitrage, comme son nom l'indique, se compose de 3 couches de verre (4 voire 6 mm) entre lesquelles deux lames de gaz (argon ou krypton ,12 ou 16mm) jouent le rôle d'isolant. (conseils-thermiques, s.d.)

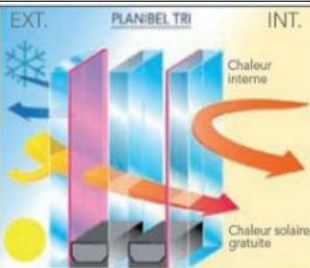
Triple vitrage	U W/(m2K)	g%	TL%	Avantage et Inconvénients
	2,1	0,67	0,73	<ul style="list-style-type: none"> Une meilleure isolation thermique Consommation d'énergie totale de 15 kWh/m2/an un vitrage plus épais et plus lourd très cher jusqu'à 80% de plus que pour un double vitrage

Tableau 16 : les caractéristiques de triple vitrage
Source : <https://conseils-thermiques.org/> Type de vitrage PDF

1.3 Définition des concepts liés au projet

1.3.1 L'habitat

C'est le mode d'organisation et de peuplement par l'homme, d'un milieu où il vit. Pour cela on parle de l'habitat urbain et l'habitat rural, habitat groupé et habitat dispersé. Selon Zucchelli « L'espace résidentiel est le lieu d'activités privées de repos, de récréation, de travail et de vie familiale avec leur prolongement d'activités publiques ou communautaires, d'échanges sociaux et d'utilisation d'équipements et de Consommation de biens et de services ». (Alberto, (1984))

A.Rossi définit l'habitat comme : « plus que tout autre architecture, l'habitat ne peut pas être le résultat d'une invention. Il est l'expression d'un mode de vie séculaire, de traditions anciennes et de techniques moderne (Rossi, 1974). Aujourd'hui, le terme "habitat" se trouve dans le langage commun où on dit habitat pour parler des conditions de logement puis il recouvre une dimension plus globalisante et qualitative que le logement, exprimant l'idée d'un milieu de vie. D'après Clair et Michel Duplay dans la méthode illustrée : « D'un point de vue fonctionnel, l'habitat est l'ensemble formé par les logements, ses prolongements extérieures, les équipements et leurs prolongements extérieurs, les lieux de travail secondaires ou tertiaires » (Clair & Michel, 1982).

1.3.2 L'habitation

C'est l'action d'habiter ou de loger un lieu (grotte, caverne, château, villa, ...), elle évoque le séjour que l'homme y fait habituellement. (Lamraoui, 2021)

1.3.3 Logement

Un logement est un lieu d'habitation. C'est un local, un appartement ou une maison et plus généralement tout endroit où une ou plusieurs personnes peuvent s'abriter, en particulier pour se détendre, dormir et manger en privé. Le logement, ce bien symbolique et affectif intègre une dimension d'ordre social. Robert Leroux estime que celui-ci doit répondre à trois fonctions : « La protection de l'individu contre les intempéries, protection contre des agressions et offrir une certaine intimité contre les indiscrets. » (Leroux, 1983)

1.3.4 Habiter

Le philosophe « Martin Heidegger » est le premier qui prononce le mot habiter dans les années 50 en allemand, qui signifie rester, selon Norbert Schulz : « ...l'homme habite lorsqu'il réussit à s'orienter dans un milieu ou à s'identifier à lui ou tout simplement lorsqu'il expérimente la signification d'un milieu » (Foura, 2006). Selon Henri Lefebvre, « L'habiter ne se réduit à une fonction assignable, isolable et localisable, l'habitat, qu'au nom d'une pratique dont le droit à la ville détermina les raisons, on fait correspondre ponctuellement (point par point) les besoins, les fonctions, les lieux, les objets sociaux, dans un espace supposé neutre, indifférent, objectif (innocemment), après quoi on met en place des liaisons » (Lefebvre, (2000))

Le mot habiter est l'un des plus vieux, sans doute, un des plus courants aussi. Dès 1694, il figure dans les pages de la première édition du Dictionnaire de l'Académie française : "faire sa demeure, faire son séjour en quelque lieu, habiter un lieu". (ekambi , 1982)

Selon Henri Lefebvre, « L'habiter ne se réduit à une fonction assignable, isolable et localisable, l'habitat, qu'au nom d'une pratique dont le droit à la ville détermina les raisons, on fait correspondre ponctuellement (point par point) les besoins, les fonctions, les lieux, les objets sociaux, dans un espace supposé neutre, indifférent, objectif (innocemment), après quoi on met en place des liaisons ». (lefebvre, 2000)

1.3.5 Les typologies de l'habitat

L'habitat est le mode d'organisation et de peuplement par l'homme du milieu où il vit. Découvrir l'implantation de l'habitat depuis ses origines, c'est observer les différents types d'habitats, dont les caractéristiques dépendent d'une époque (contexte historique, économique ou social), de l'évolution des techniques de construction (des matériaux) et du mode de vie. On constate que la production de l'habitat tourne essentiellement autour de trois typologies

1.3.5.1 Habitat individuel

Il s'agit de l'abri d'une seule famille (maison unifamiliale) disposant en général d'un certain nombre d'espaces à usage strictement privé : jardin, terrasse, garage, piscine, etc...L'habitant, propriétaire ou locataire, a un accès individuel à son logement. (HAUMONT, 1968)

Il s'agit de l'abri d'une famille disposant en général d'un espace commun et d'un certain nombre d'espaces privés, d'un jardin, d'une terrasse, d'un garage. Il peut présenter jusqu'à quatre façades. L'habitat individuel tend à se développer par rapport à l'habitat collectif, même si celui-ci reste majoritaire en milieu urbain.

C'est un mode d'habitat très consommateur d'espace qui entraîne un cout plus important en infrastructures et équipements. (habitat individuel, s.d.)



Figure 87 : exemple de l'habitat individuel
Source : julientaubarchitecte.fr

1.3.5.2 Habitat intermédiaire

Le concept d'habitat intermédiaire est né de la volonté de donner à l'habitat collectif l'allure et certains avantages de la maison individuelle ou, inversement, de penser le groupement des logements individuels de façon à approcher les densités et l'urbanité du logement collectif. (HAUMONT, 1968)

« L'habitat intermédiaire est 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 étage. Il s'agit véritablement d'une forme de manière judicieuse à l'économiseur de foncier que d'aucuns souhaitent réaliser» (Bessin Urbanisme)



Figure 88 : exemple de l'habitat intermédiaire
Source : Leteleqramme.fr

Caractéristiques de l'habitat intermédiaire :

- Accès personnel.
- Présence de terrasses et jardins privatifs.
- Faible hauteur (nombre d'étages inférieur à : R + 3)
- Superpose les logements à la manière de l'habitat collectif, tout en proposant des configurations proches de l'habitat individuel. (HAUMONT, 1968)

1.3.5.3 Habitat collectif

L'habitat collectif est l'habitat le plus dense ; il regroupe dans un même bâtiment plusieurs habitats individuels (exemple : un immeuble). Il se trouve en général en zone urbaine, se développe en hauteur au-delà de R+4. Les espaces collectifs (espace de stationnement, espace vert entourant les immeubles, cages d'escaliers, ascenseurs ...) sont partagés par tous les habitants ; l'individualisation des espaces commence à l'entrée de l'unité d'habitation. La partie individuelle d'habitation porte le nom d'unité d'habitation. (HAUMONT, 1968)

L'habitat collectif est l'habitat le plus dense. Il se trouve en général en zone urbaine. Il se développe en hauteur au-delà de R+4 en générale. Des espaces de stationnement, espace vert, qui entourent les immeubles sont partagés entre tous les cages d'escalier, etc. Considéré comme forme de grandes



Figure 89 : exemple de l'habitat collectif
Source : <http://projets-architecte-urbanisme.fr>

constructions appelées immeuble sur une grande longueur, et de plusieurs étages divisés en plusieurs appartements de deux ou trois ou de plusieurs pièces sont considérés comme des logements de type collectif, les logements groupés sur plusieurs niveaux. (ZUCCHELLI , 1984)

Caractéristiques de l'habitat collectif :

- les espaces extérieurs sont communs.
- la hauteur dépasse 5 étages.
- comporte plusieurs logements dans un même bloc.
- se trouve généralement en zone urbaine et est d'une plus grande densité.

a. Les avantages :

- Consommation économique du terrain à bâtir ;
- Economie en ce qui concerne les frais pour viabilité, les infrastructures techniques ;
- Construction et installation technique simple ; Assez d'air et de lumière pour les logements.

b. Les inconvénients :

- L'impossibilité de pouvoir les adapter à des exigences différentes ;
- L'anonymat ;
- Le manque d'une communication directe entre l'habitation et l'extérieure ;
- Souvent le manque d'une qualité esthétique de l'ensemble.

1.3.5.3.1 L'habitat collectif et ces composantes :

Plus de deux logements distincts superposés, même partiellement, des parties communes bâties desservant tout ou partie des logements. Quand un logement est superposé à un autre, même partiellement, ceux-ci seront comptabilisés comme « deux logements superposés » (habitat collectif, s.d.) :

- **Les parties communes « desservant » les logements peuvent être :**

Les circulations conduisant à tout ou partie de ces logements (circulations communes horizontales ou verticales), les locaux ou les constructions profitant à plusieurs logements, tels que local pour boîtes aux lettres, local vélo, abri poubelles, etc.

- **Les parties communes « bâties » :**

Désignent tout aménagement résultant de travaux de construction ou de génie civil, par opposition à un simple aménagement de terrain.

- **Les abords des bâtiments d'habitation :**

Sont les parties extérieures des bâtiments incluses dans l'emprise du permis de construire. Les locaux communs à usage collectif sont les locaux : à vélos et poussettes, à poubelles, collectifs résidentiels (LCR) de réunion, accueillant ou associant à des équipements communs aux ensembles résidentiels (piscine, sauna ou terrain de jeux). Il faut distinguer : les caves et celliers regroupés accessibles depuis les parties communes des bâtiments, qui sont soumis aux mêmes exigences que les locaux collectifs, des caves et celliers individuels directement accessibles depuis les logements, qui doivent répondre aux exigences définies pour les logements.

1.3.5.3.2 Les types d'habitats collectifs

- **Bloc d'immeuble à cour :** Forme de construction fermée utilisant l'espace sous forme homogène ou en rangées de bâtiments individuels. Possibilité de grande concentration. Les pièces donnant vers l'intérieure ou l'extérieure sont très différentes par leur fonction et leur configuration (Ernst, 2010)
- **Immeuble barres :** Forme de construction ouverte et étendue sous forme de regroupement de type d'immeubles identiques ou variés ou de bâtiments de conception différente. Il n'existe pas ou peu de différences entre les pièces donnant vers l'intérieur ou l'extérieur.
- **Immeuble écran :** Forme de bâtiment indépendant, souvent de grandes dimensions en longueur et en hauteur, pas de différenciation entre pièces donnant vers l'extérieure.
- **Grand immeuble composite :** Assemblage ou extension d'immeubles écrans, composant un grand ensemble, forme de construction indépendante de très grande surface. Possibilité de pièces très vastes. Peu de différenciation entre pièces donnant vers l'extérieure.
- **Tour :** Forme de construction solitaire, située librement sur le terrain, pas d'assemblage possible. Souvent mis en relation en milieu urbain avec des constructions et plates.



Figure 90 : Ensemble mixte le monolithe
Source : www.fr.pinterest.com



Figure 91 : Exemple d'immeubles barres
Source : Neuf Fert Ed.9



Figure 92 : Exemple d'immeubles écrans
Source : Pss-archi.eu



Figure 93 : Les flamants
Source : Marseille-renovation-urbaine.fr



Figure 94 : Exemple d'un habitat collectif
Source : Vpgreen.fr

1.3.5.3.3 Les types de logements existants en Algérie

- **Logement social :** Pour la catégorie des personnes, qui leurs ressources ne permettent pas de payer un loyer libre et encore moins d'acquérir un logement en propriété. L'exploitation des logements sociaux est généralement laissée à l'O.P.G.I qui choisit librement le bureau d'études le plus compétent pour la conception architecturale et l'entreprise la plus performante pour réaliser les travaux de construction. (ZAID, 2011-2012)
- **Logement participatif :** Pour la catégorie à revenu intermédiaire qui sans l'aide de l'état ne pourrait pas accéder à la propriété du logement. Grâce à l'aide ce logement est réalisé. (ZAID, 2011-2012)
- **Le logement promotionnel :** Il se compose de la construction de bâtiment ou d'un groupe de bâtiments résidentiels. Les bâtiments dans lesquels un ensemble de bâtiments est construit dans ce contexte sont destinés à répondre aux besoins de la famille, à vendre ou à louer. (ZAID, 2011-2012)
- **Logement AADL :** C'est un segment d'offre de logement. La location-vente est un mode d'accès à un logement, avec option de préalable pour son acquisition en toute propriété, au terme d'une période de location fixée dans le cadre d'un contrat écrit. Ce type est destiné aux couches moyennes de la population. Qui ne peut postuler ni au logement social (réservé aux dés munis), ni au logement promotionnel (trop chère).



Figure 95 : Logement social
Source : <https://www.algerie-eco.com/2019/01/08/>



Figure 96 : Logement participatif
Source : <http://www.batigec.dz/component/prj/?p=28>



Figure 97 : Le logement promotionnel
Source : <https://www.beytic.com/promotion-immobiliere-appartement-neuf-Alger>



Figure 98 : logement AADL
Source : <https://www.dzairdaily.com/aadl-algerie-construction-77435-logements-alger/>

1.3.5.3.4 L'agence AADL

Est organisée avec un siège social à Saïd hamdine à Alger, et des agences régionales à Alger centre, Oran, Constantine, Annaba, Sétif, Mascara et Ouargla avec des directions de wilaya dans les autres wilayas tel que Blida, Boumerdes, Tizi Ouzou, Bouira. Elle a été créée en 1991 par le décret N° 91-148 du 12 mai 1991 en la forme d'un établissement public à caractère industriel et commercial sous la tutelle du Ministère de l'Habitat. L'AADL assure une mission de service public, elle est dotée de la personnalité morale et de l'autonomie financière. L'agence développe également les travaux qui lui sont confiés par le ministère, comme les dossiers relatifs aux projets de ville nouvelle de Boughzoul, à 270 km d'Alger, d'Ali Boumendjel dans la wilaya de Constantine et de Sidi Abdellah dans la wilaya de Tipaza. (AADL , 2022)

➤ **Mission d'agence AADL :** l'agence a pour objet de

- Maîtrise d'ouvrage délégué. Programme National type Location - Vente
- La promotion et le développement du marché foncier et immobilier
- L'encadrement et la dynamisation des actions de :
 - Résorption de l'habitat insalubre
 - Rénovation et de restauration des tissus anciens
 - Restauration urbaine
 - Création de villes nouvelles
- L'élaboration et la vulgarisation en vue de leur développement, des méthodes de construction novatrices à travers son programme d'action.

La conception et la diffusion la plus large de l'information, en direction des acteurs des marchés foncier et immobilier (promoteurs, citoyens, institutions financières, pouvoirs publics locaux, producteurs de matériaux, bureaux d'études, entreprises de réalisation.

1.4 Analyse des exemples

1.4.1 Exemple 01 : 25 logements collectifs sociaux à Saint-Jean-de-Braye (45)

-fiche technique du projet

- Programme** : 25 logements collectifs sociaux.
- Maître d'ouvrage** : Immobilière Centre Loire.
- Equipe MDNH architectes, ECHOS, C&E ET CAYLA.
- Coût** : 2.2M€HT
- Site** : Ecoquartier du Grand Hameau, Saint-Jean-de-Braye (45).
- Calendrier** :
Concours octobre 2011.
- Livraison** : février 2016.



Figure 102 : vue en 3D du projet

Situation du projet :

- Le projet est situé au cœur de Saint-Jean de Braye, un éco quartier a vacation résidentielle, en première couronne de l'Agglomération d'Orléans Val de Loire. Ce centre-ville est identifié comme faisant partie des principaux pôles urbains de l'agglomération.
- Le projet est bordé par une voie principale du côté Nord (en bleu), d'une largeur de 28m, la voie est de sens unique avec une piste cyclable et une ligne de tramway ; et du côté Sud (en jaune) est bordé par une piste avec une ligne de tramway et un passage cyclable.
- Le projet est situé entre le Parc Relais Tram (parking) du coté Est et un ensemble de résidence du côté Ouest.



Figure 101 : La carte de France
Source: google earth



Figure 99 : La carte d'Orléans
Source : google earth



Figure 100 : situation du projet

La circulation extérieure :

La circulation extérieure est bien assurée avec un ensemble de différents types de voies, de longueur et largeur qui varient selon le besoin et l'utilisation.

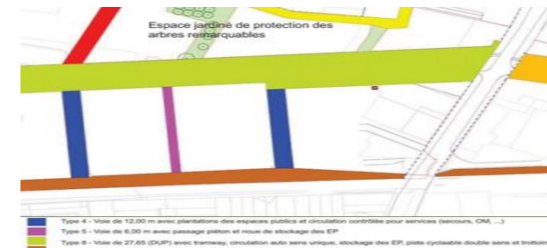


Figure 103 : Carte de localisation des types de voies.
Source : google earth

- Principe d'orientation (plan de masse) :

Le projet est situé dans un éco quartier, entouré par la végétation et conçu d'une manière qui favorise la densité, le bâtiment est composé de trois antrite qui se relie entre elle avec un espace de passage contenant l'ascenseur et la cage d'escalier.

Le bâtiment est orienté vers la direction Nord-Sud et les façades principales est vers la direction Est.

Le bâtiment est bordé par des espaces verts et des bassins d'eau créant une relation entre bâtiment et nature.

Les appartements du bâtiment bénéfices d'une terrasse privée pour chaque appartement avec vue panoramique sur les jardins.

L'accès aux logements est une séquence qui s'initie depuis le domaine public, soit en empruntant les venelles minérales et en cheminant par le cœur d'îlot à l'ambiance variée, soit directement depuis l'espace public. La séquence d'entrée se termine toujours par un accès depuis les terrasses extérieures privatives.



Figure 105 : l'orientation du projet

La forme :

La force du projet est liée à une réflexion sur les typologies, soit l'imbrication des logements mono-orientés et traversants pour trouver une volumétrie fragmentée donnant l'impression d'un plus petit collectif.

Les volumes en retrait ou en saillie, soulignés par une distinction de matériaux, mettent en évidence la cohérence du plan.

Les architectes ont opté pour une expression volumétrique affirmée, car le projet s'adresse à des espaces publics paysagers, dédiés aux piétons et aux circulations douces, et ne se situe pas en bordure d'une voie urbaine majeure.

Il s'agit, d'une part, de créer une architecture de volumes. Une architecture qui, par la composition des masses, soit à même de faire naître des éléments de modénature qui ne soient pas rapportés, mais qui soient parties d'un ensemble dont ils constituent une émanation. C'est à l'articulation de ces volumes que pourront être localisés des prolongements extérieurs des logements (loggias, terrasses, balcons), ou que se trouveront des ensembles vitrés qui ouvrent sur des seconds plans. Une architecture de volumes peut être le résultat d'une addition et s'accompagner de modulations de matériaux, mais elle peut aussi être travaillée dans la masse.

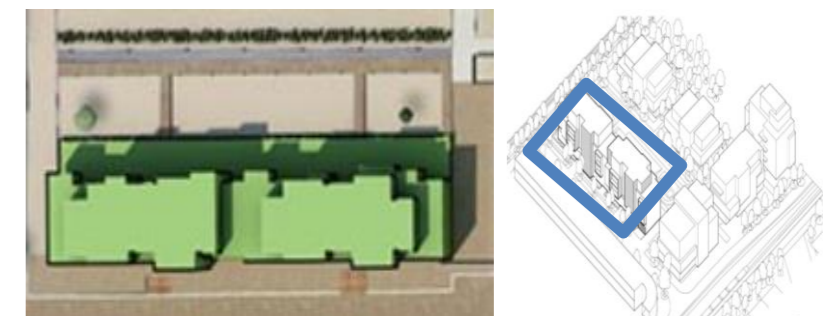


Figure 104 : vue aérienne sur projet

Aspect bioclimatique :

-Implanté dans un écoquartier, le rapport au paysage naturel a été traité avec un bassin de rétention à ciel ouvert.
-On accède au projet après une assez longue séquence végétale et l'on emprunte les passerelles au-dessus des creux pour accéder aux parties communes traversantes et éclairées naturellement.
-Le projet est réalisé avec des matériaux nobles et durables, contenant des espaces verts nombreux et généreux.
Une performance thermique globale RT- 40 à 46 %, selon les bâtiments.
-Une isolation biosourcée et niveau performance thermique niveau Passif.
Panneaux photovoltaïques pour assurer une partie des besoins d'électricité.
Réserve d'eau pluviale et réseau d'arrosage spécifique.

-Des circulations douces (piétons/vélos) connectées au reste de la ville :

En facilitant les déplacements de ses habitants, tout en se libérant des voitures, le projet propose une véritable multi modalité de transports répondant ainsi aux modes de vie actuels et aux enjeux environnementaux, (9 Lignes de bus, 6 Lignes de car, et 1 Tram dans le quartier).

Un espace vélo qualifié avec une largeur suffisante des pistes cyclable.

-L'avantage bâtiment basse consommation par :

- L'orientation du bâtiment
- L'isolation et la compacité
- Ventilation double flux



Figure 109 : façade arrière du projet



Figure 108 : façade principale du projet

-Poubelles et compost :

Les locaux de collecte sont correctement dimensionnés et bien positionnés (sur le parcours des usagers, éclairés en lumière naturelle, ventilés, etc.).

Mise en place de conteneurs à compost permet d'accueillir les déchets les plus lourds et permettent à la collectivité des économies de traitement d'ordures conséquentes.



Figure 107 : Les locaux de collecte du projet

Les eaux pluviales :

Ils sont collectés et utilisés pour les bassins d'eau, l'arrosage des jardins et dans les parkings.
En complément de stockages (enterrés ou en toiture), les eaux pourront être apparentes ou non.
Différents systèmes sont illustrés ici :

- Les prairies inondables
- Les noues enherbées et plantées
- Les bassins
- Les revêtements poreux.

Matériaux :

-Le bâtiment est couvert en panneaux de bois et peint avec une couleur blanche.
-Façades et intérieur en bois.
-Les sols extérieurs des îlots bâtis sont de différentes natures :
Pavés et dalles calcaires pour un sol clair
Dalle préfabriquée de grande dimension pour les espaces largement ouverts.
Sol en bois pour les terrasses intimes.

Végétation :

La présence des végétations au cœur de l'îlot, celle-ci possède une relation visuelle avec les espaces publics.

Les espaces verts et les bassins d'eau autour de l'immeuble afin de rafraîchir l'air, créant une ambiance et donnant une esthétique au bâtiment.

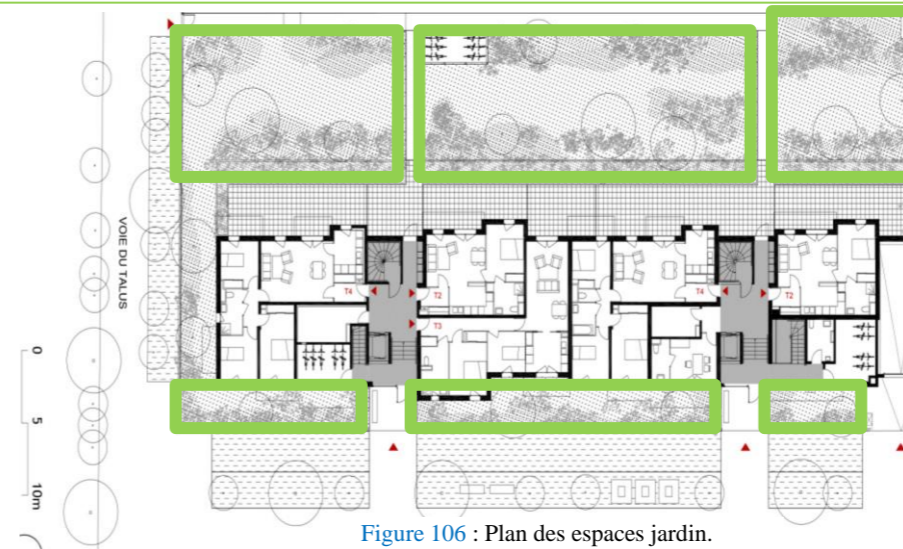


Figure 106 : Plan des espaces jardin.

Conclusion :

Le Projet repose sur l'aspect environnemental, afin vivre en harmonie avec la planète, en utilisant la bonne gestion et les différentes techniques bioclimatique :

- assurer la diversité des espaces verts et les espaces d'eaux pour favoriser la biodiversité.
- assurer une ventilation naturelle et favoriser la lumière naturelle par le choix d'une bonne orientation des bâtiments.
- créer une relation entre l'espace intérieur et extérieur par les terrasses privées reliées à l'appartement.
- utilisation des énergies renouvelables pour chauffer l'eau et produire de l'électricité, la bonne prise en charge des déchets et la disposition des eaux pluviales.
- Une bonne consommation énergétique : des bâtiments BBC, des démarches volontaires de maisons passives et de géothermie.

1.4.2 Exemple 2 : 27 logements sociaux quartier de la Boissière à noisy-le-sec - noisy-le-sec

Fiche technique du projet :

- Localisation : Noisy-Le-Sec (93)
- Programme : 27 Logements collectifs
- Surface : 2 280 m²
- Coût : 3 308 000 € HT
- Démarche environnementale : BBC Effinergie classe A, H&E profil A, ESC solaire
- Concepteur(s) : L A architectures
- Année de réalisation : 2015



Figure 118 : projet 27 logements sociaux quartier de la Boissière

-Situation du projet :

- Le projet se situe à Noisy-le-Sec dans le quartier de la Boissière en France.
- Le site est une parcelle de forme trapézoïdale irrégulière, bordée à terme par trois rues, l'avenue du 18 Avril 1944 de l'Est (en rouge), la rue de la fontaine du côté Sud (en vert) et l'allé d'Artois du côté Est (en bleu). L'immeuble est aussi bordé par une place publique du côté Nord. Il s'inscrit au cœur d'un secteur en pleine restructuration urbaine et constitue un point de repère.



Figure 117 : situation du projet

Principe du projet :

Notre proposition a été guidée par 4 "éléments" qui pour nous étaient l'enjeu de ce programme et nous ont orienté dans nos choix fonctionnels, volumétriques, architecturaux et techniques.

1. "la façade nord" de la parcelle :

Elle représente un élément majeur de la structuration urbaine puisqu'elle constitue la façade de la place publique.

2. La question des commerces :

Pour une emprise au sol d'environ 1000 m², le projet dispose de 600 m² de commerces en RDC, orientés sur la place et la rue.

3. La question de l'implantation au regard de critères environnementaux :

La dépoliarisation des volumes bâtis des logements afin de favoriser des orientations Ouest et Est en complément du Nord et du Sud.

4. La question de l'urbain :

Le projet est un élément structurant des espaces publics du quartier et représente une attractivité grâce aux commerces créés au RDC. Il participe également à retrouver un certain "alignement" urbain.



Figure 115 : façade de l'espace public
Source : google earth.



Figure 116 : rez-de-chaussée commerce
Source : google earth

Organisation du projet :

Le projet prend la forme d'un petit immeuble collectif développé en deux bâtiments R+4 sur un socle de commerces. Les deux volumes sont comme 'extrudés' du socle et cadrent les perspectives urbaines depuis la rue de la Fontaine et la Rue du 18 Avril 1944. Les deux volumes créés se lisent comme deux éléments dressés sur le socle. Cette morphologie participe à faire de ce bâtiment de logements un signal fort sur la nouvelle place publique.

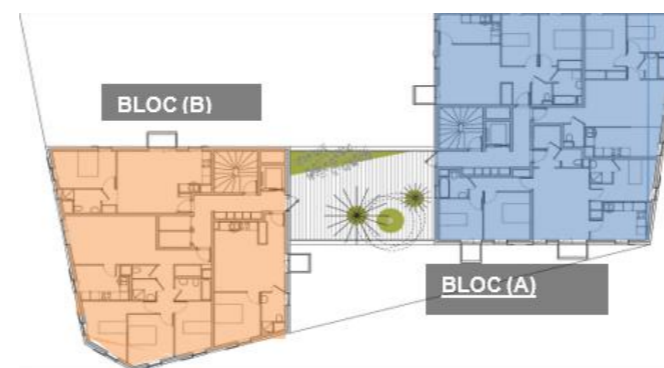


Figure 114 : les blocs de logement



Figure 113 : Les appartements de logement

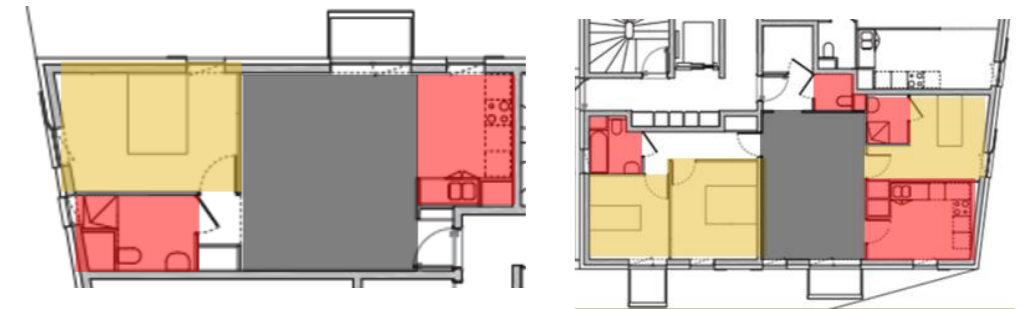
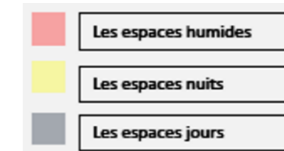


Figure 112 : appartement F2

Figure 111 : L'appartement F4



Figure 110 : L'appartement F3



- Les appartement varient de différents types (F2, F3, F4).
- Elles sont soigneusement conçu avec une esthétique et une harmonie pour répondre aux besoins et au intimité des habitants.
- Les espaces public du jours sont séparé des espaces intimes de nuit et chaque appartement possède une terrasse privée.
- Les appartements d'une architecture moderne sont agrémentés de toutes les commodités (climatisation, cuisine équipée, ascenseur, télésurveillance, réseau anti-incendie...).
- Le bâtiment accueille un espace commercial au RDC, comme il possède une toiture végétalisée.

La conclusion :

Le bâtiment représente un point de repère et la nouvelle façade de la place publique, il compte plusieurs appartements de différent types (F2, F3, F4).

Le bâtiment est doué d'une grande quantité de lumière grâce à son orientation, il possède aussi une toiture végétalisée et un RDC commerciale.

1.5 Conclusion

L'architecte dans la conception d'habitat cherche à assurer du confort pour les occupants car ils passent la plupart de temps à l'intérieur du bâtiment ce qui rend le confort un facteur indispensable qu'on peut l'avoir avec la conception bioclimatique ce qui contribue également à réduire la consommation énergétique et par la suite le cout.

La conception bioclimatique doit être faite par l'utilisation des dispositifs qu'on a déjà parlé dans le chapitre : la Forme et l'orientation, les matériaux de construction, les isolants. Le vitrage ...etc.

La recherche thématique et l'analyse des exemples effectuées dans la dernière partie de ce chapitre, nous sont d'une grande importance, ceci nous a permis grâce aux connaissances acquises à mieux cerner notre thème, et à nous faciliter l'élaboration les principes à suivre. Grâce à cette partie théorique, nous avons maintenant les appuis qui nous servirons de base dans la conception de notre projet architectural.

CHAPITRE

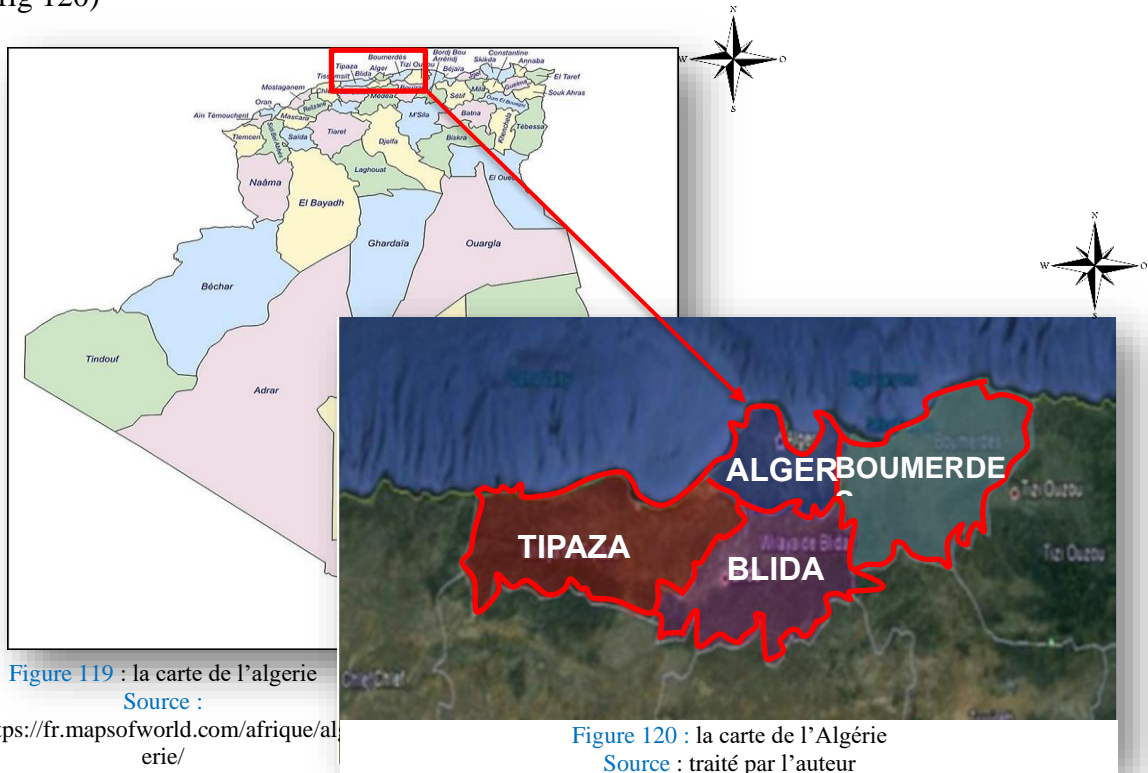
III

2 CHAPITRE III : projet

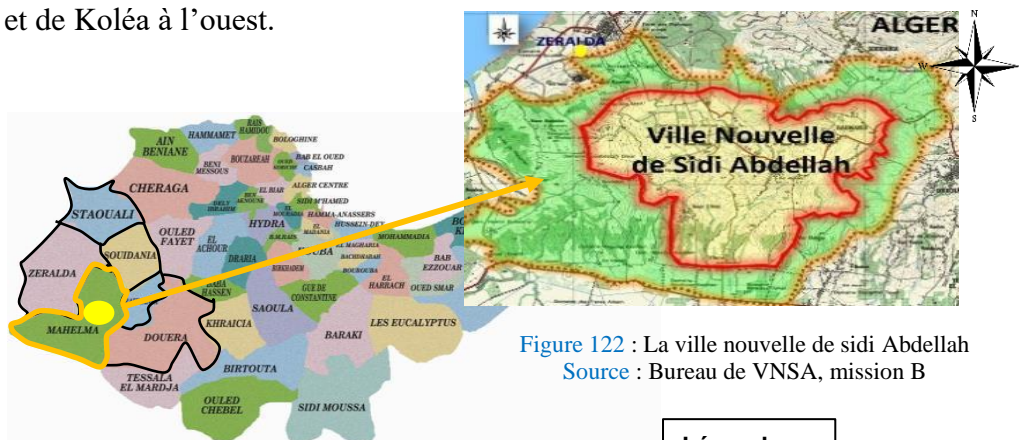
2.1 Situation de l'aire d'étude

2.1.1 A l'échelle nationale

La wilaya d'Alger est située dans la partie nord du territoire algérien, elle est limitrophe de Tipaza à l'ouest, de Blida au sud, de Boumerdes à l'est et par la mer méditerranéenne au nord. (fig 120)



La wilaya d'Alger se compose de 57 communes parmi elles la commune de Mahelma où se situe notre aire d'intervention « La Nouvelle Ville de Sidi Abdellah » qui est délimitée au nord par Zeralda et Souidania, à l'est Rahmania, de Douera au sud-est, de Benkhilil au sud et de Koléa à l'ouest.



- Légende :**
- Limite de la Nouvelle Ville de Sidi Abdellah
 - La Nouvelle Ville de Sidi Abdellah
 - Limite de Mahelma

2.1.2 A L'échelle Du Quartier

Notre l'aire d'intervention se situe dans le quartier 28 de La Nouvelle Ville de Sidi Abdellah. Le quartier 28 représente une vaste zone résidentielle d'une superficie totale de 1043700 m², localisé à l'ouest de La Nouvelle Ville.

Pour notre site d'intervention il occupe une superficie de 16174 m².

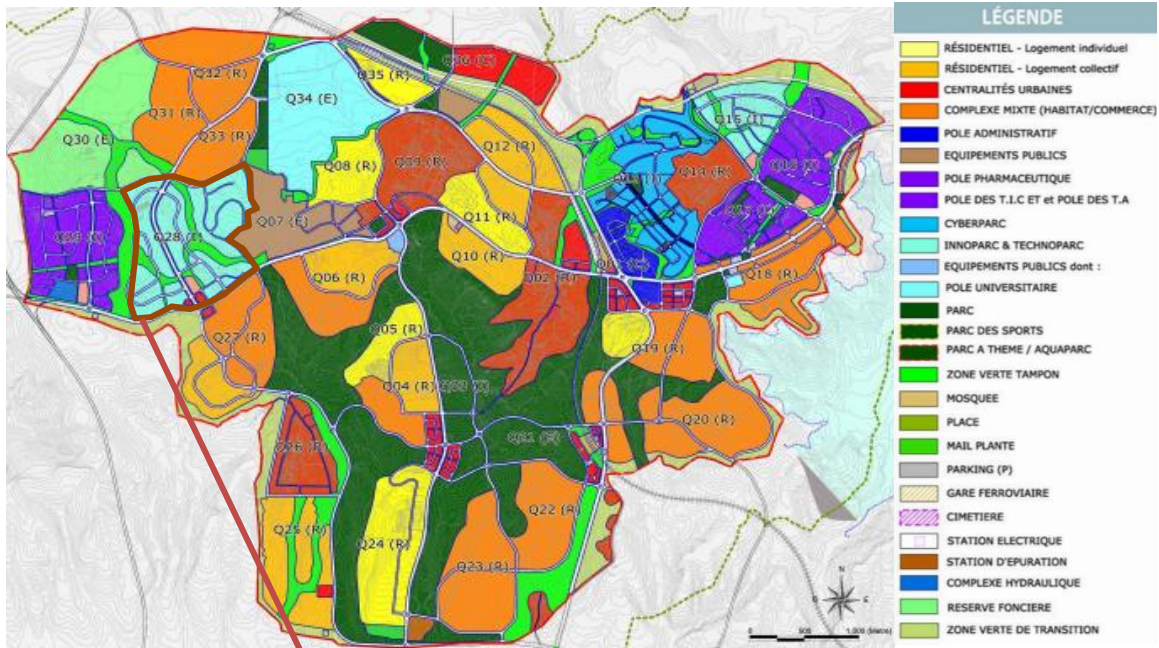


Figure 123 : Carte des quartiers de la ville
Source : Bureau de VNNSA



La légende :

- Le site d'intervention
- Limite du quartier 28

Figure 124 : Carte de quartier 28
Source : Bureau de VNNSA

2.1.4 Accessibilité

2.1.4.1 Accessibilité a La Ville De Sidi Abdallah

Le territoire de la ville nouvelle de Sidi Abdallah est accessible à partir de Zeralda, Douera et de Boufarik (fig. 125). Les voies qui permettent cet accès sont :

- La rocade Sud qui relie Dar El Beida et Zeralda coté Est (RN63).
- La route Zeralda-Mahelma Sidi Abdallah-Boufarik-Blida au sud (CW112).
- La 2eme Rocade Sud qui relie Zeralda Boudouaou au nord. Sans oublier le chemin de fer avec la ligne Zeralda-Birtouta qui passe par le centre de Sidi Abdallah.



Figure 125 : L'accessibilité du territoire de la ville nouvelle de sidi Abdallah

Source : traité par l'auteur

2.1.4.2 Accessibilité A Le Site D'intervention

Le site bénéficie de conditions d'accès optimales à partir de la rue (CW112). Il y a une bonne hiérarchisation des voies où on voit la voie principale et les voies secondaires et tertiaires, on peut accéder vers le terrain par un axe principal et l'autres secondaire

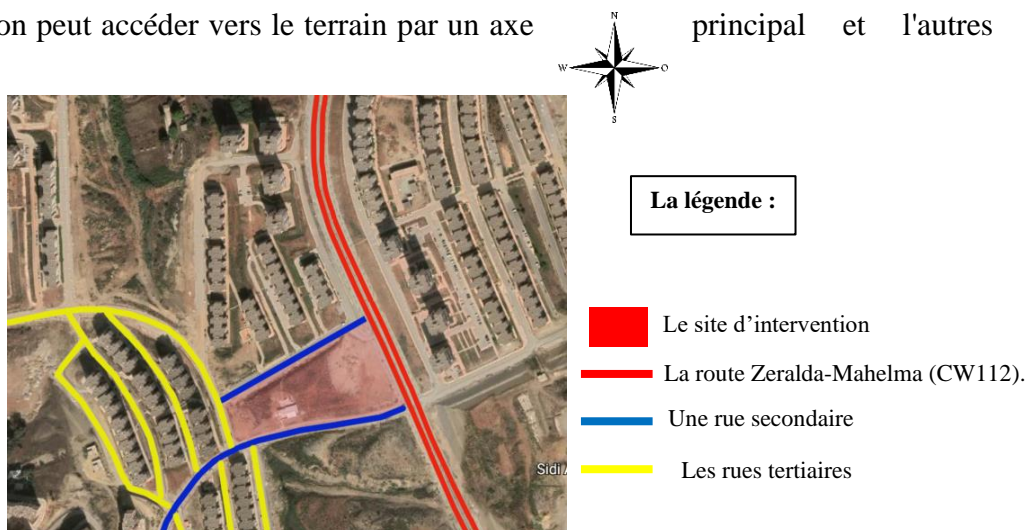


Figure 126 : Le site d'intervention

Source : traité par l'auteur

comme suit :

- Axe principal : La route Zeralda-Mahelma Sidi Abdallah-Boufarik-Blida au sud (CW112).
- Les rues secondaires : ce sont des routes qui entourent les cotes est, ouest et sud du terrain.

2.1.4.3 L'environnement immédiat

Ce site est entouré par des rues et des logements telle que :



Figure 131 : : Rue secondaire + logs

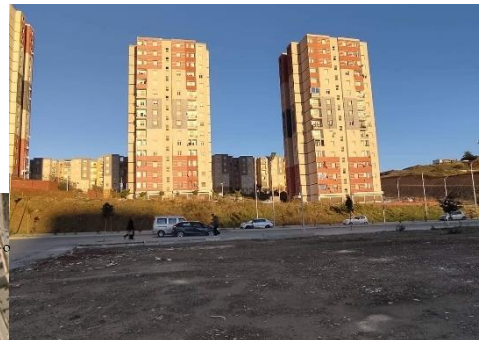


Figure 130 : Une rue principale + 5000 logs



Figure 132 : Le site d'intervention

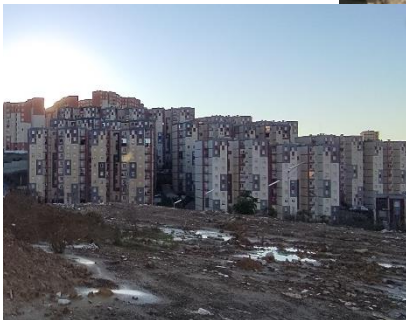


Figure 128 : rue secondaire + 1500 logs



Figure 129 : Terrain programmé à construire

2.2 Analyse de l'environnement naturel

2.2.1 Forme, Superficie Et Dimension Du Terrain

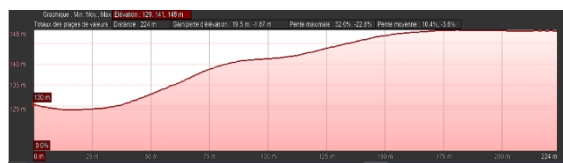
Le terrain a une forme trapézoïdale avec une faible pente de 3.6 % et une superficie de 16174 m². C'est un terrain de nature argileuse.



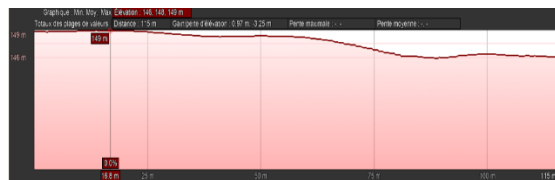
Figure 133 : dimension du site d'intervention
Source : traité par l'auteur

2.2.2 Topographie De Terrain

Selon la coupe A-A le terrain présente une pente de 3.6 % et selon la coupe B-B le terrain est plat.



Coupe A-A



Coupe B-B

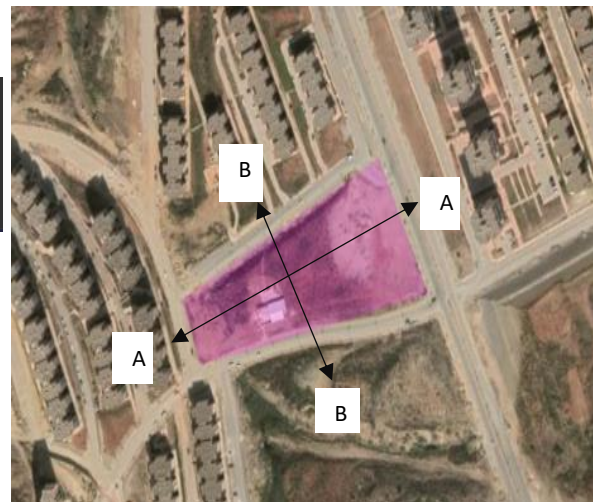
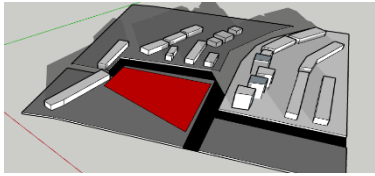


Figure 134 : site d'intervention
Source : google earth

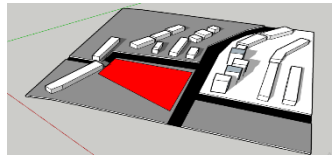
2.2.3 L'ombrage

On remarque que le terrain est généralement ensoleillé avec un peu d'ombre qui veut dire l'avantage de la pénétration de soleil aux différents logements en donnant un bon éclairage naturel et par la suite baisse de consommation énergétique.

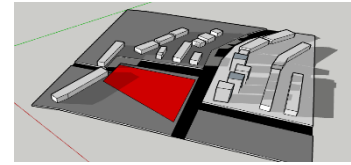
➤ Décembre



à 8:00h le terrain n'est pas ensoleillé

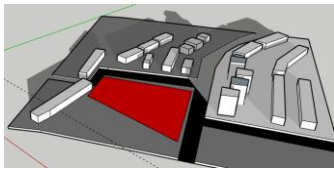


à 12:00h le terrain est ensoleillé

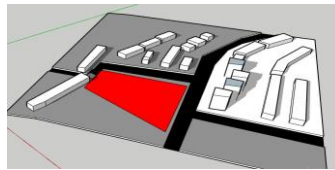


à 18:00h la façade sud est ombrée

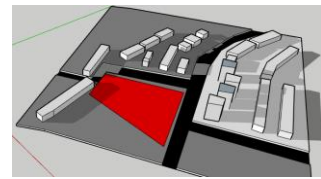
➤ Avril



a 8:00h le terrain n'est pas ensoleillé

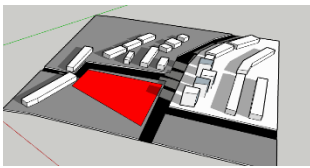


a 12:00h le terrain est ensoleillé

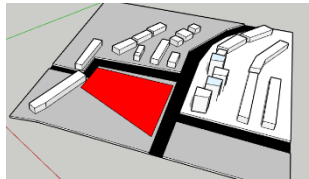


a 18:00h la façade sud est ombrée

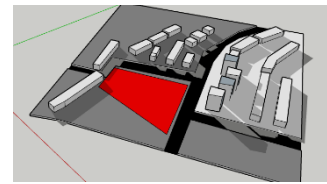
➤ Juillet



a 8:00h la façade nord est ombrée



a 12:00h le terrain est ensoleillé



a 18:00h la façade sud est ombrée

2.3 Lecture de l'environnement construit

2.3.1 Système viaire

La voirie est classée administrativement en trois catégories ; principale, secondaire et tertiaire

Les voies principale (les axes urbain) : Ce sont des axes desservant les îlots et les différentes unités d'habitations, dans le quartier 28 il ya : La route Zeralda-Mahelma Sidi Abdallah-Boufarik-Blida au sud (CW112). (Double sens).

Les voies secondaire (les axes de connexions) : ce sont les voies qui relient entre les vois principales.

Les voies Tertiaire (de desserte locale): Ce sont des axes desservant les îlots et les différentes unités d'habitations.

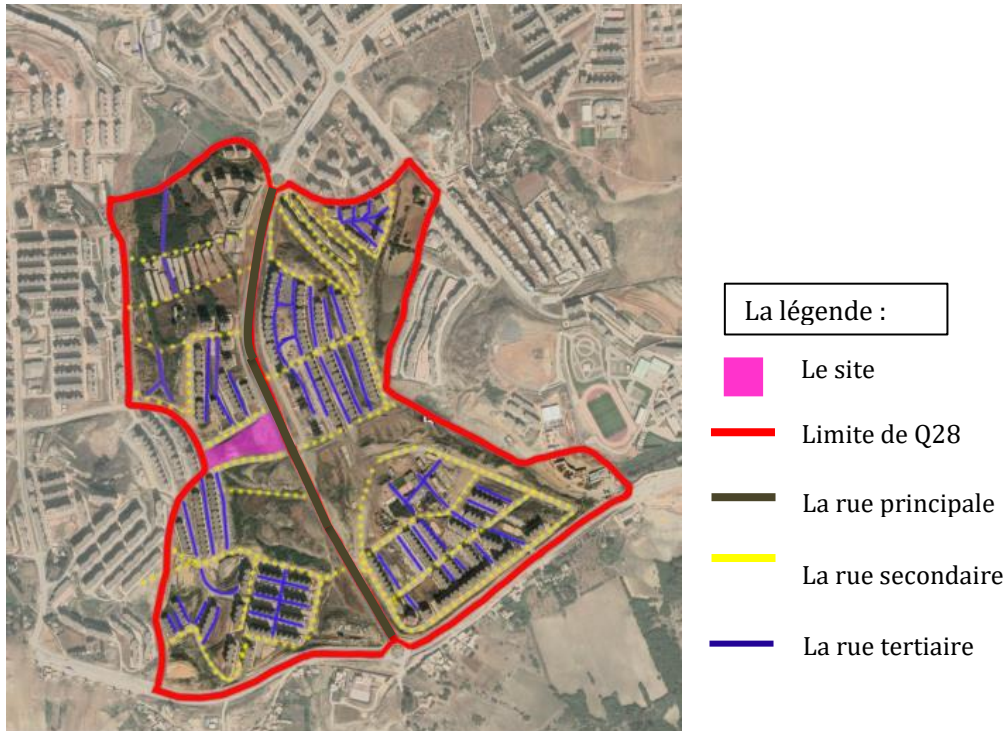


Figure 135 : Le système viaire site d'intervention
Source : traité par auteur

2.3.2 Système bâti

Dans notre site d'intervention on trouve qu'il y a des espaces bâti et non bâti.

Le non bâti (65%) est supérieure par rapport au bâti (32%).

Le bâti est exprimée par les habitations (collectif, individuel), des Equipements (éducatif...) et le non bâti exprimé par les rues, les espaces vert, les espaces extérieures de l'habitat collectif, les espaces aménagés ...

Coefficient d'Emprise au Sol et Coefficient d'Occupation des Sols

Pour le COS il est déterminé par 1.2 et le CES de 0.5

Type de bâtiment	CES	COS
Habitat mixte	0,5	1.2

Tableau 17 : tableau de ces et cos

2.3.3 Système parcellaire

La parcelle contient des différentes formes géométriques. Dans notre site immédiat il existe un seul type de parcelle : parcelle régulière.

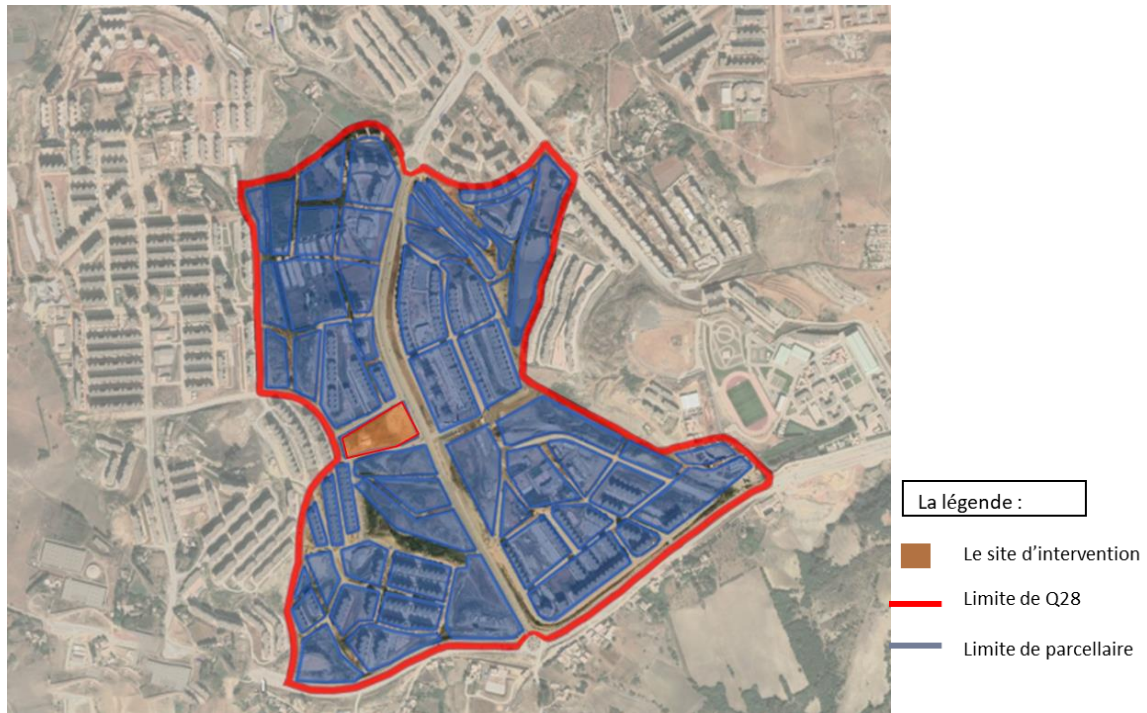


Figure 136 : Le système parcellaire de site d'intervention

Source : traité par auteur

2.3.4 Aspect Architectural

Différents traitements de façade est proposé sur le quartier 28 avec utilisation de 3 couleurs différentes pour chaque projet (fig)



Figure 137 : façades des logements AADL

Source : pris par auteur

2.3.5 Schéma de synthèse

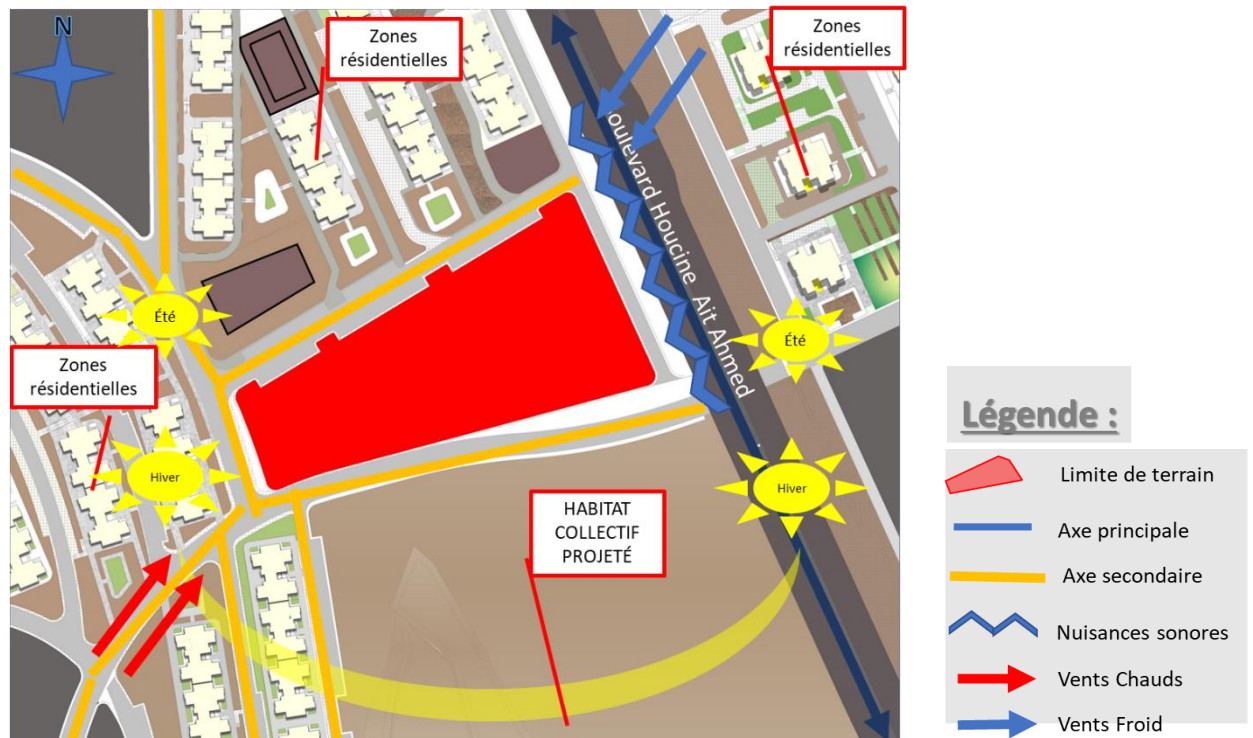


Figure 138 : schéma de synthèse
Source : traité par l'auteur

Le terrain que nous avons analysé à la fin nous avons résumé tout ce que nous avons dit dans ce schéma (fig 138) , qui montre que notre terrain a une bonne situation géographique car il est situé dans la Ville de Sidi Abdellah, et aussi :

- Nous voyons que le terrain est facilement accessible car il est entouré de plusieurs voies ;
- Il est mitoyen de toutes parts par des immeubles sociaux de différentes formules, ADDL, social et participatif ...
- Le terrain est caractérisé par un climat méditerranéen, et on voit qu'il est très ensoleillé tout au long de la journée, et cela permettra au projet de capter la plus grande quantité de rayonnement solaire.
- Du côté de la route principale, on trouve le problème des nuisances sonores, il faut donc trouver une solution pour l'éviter.
- Les vents froids viennent du nord-est et les vents chauds viennent du sud-ouest.

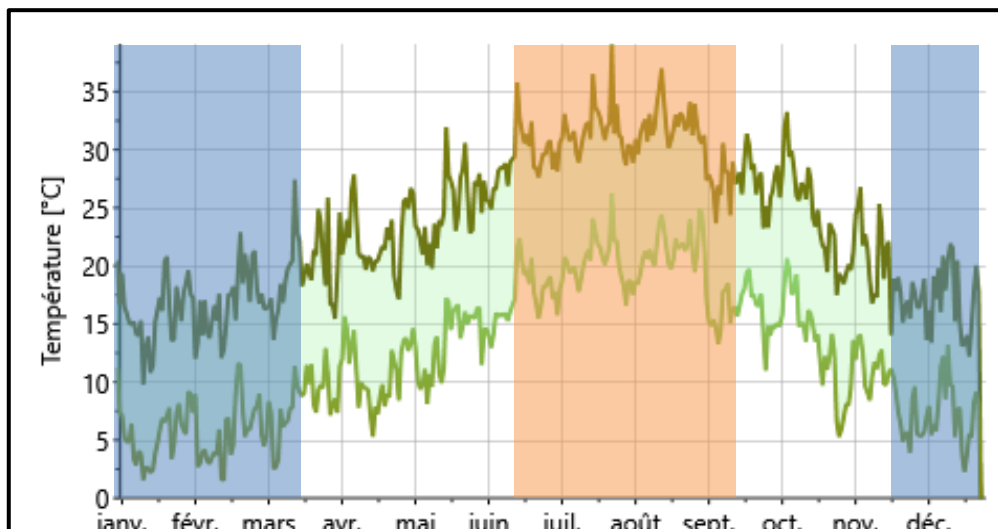
2.3.6 Analyse climatique

La nouvelle ville de Sidi Abdellah est une ville méditerranéenne elle se caractérise par un climat chaud et sec en d'été, l'irrégularité des précipitations de l'automne et la douceur d'hiver.

2.3.6.1 Température

La saison chaude dure 3 mois, du 23 juin au 22 septembre, la température minimale et maximale varie entre 21°C et 35 °C, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 28 °C. (montré en orange dans le graphe 1.)

La saison fraîche dure 4 mois, du 24 novembre au 24 mars, la température minimale et maximale varie entre 6 °C et 16 °C, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 11 °C. (montré en bleu dans le graphe 1.)



graphe 1 : Variation de température annuel (°C).

source : meteonorm

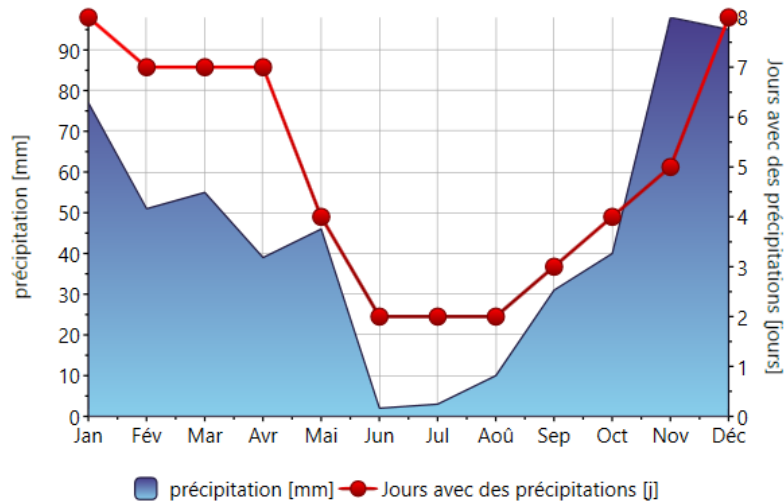
— Températures journalières maximales [°C]

— Températures journalières minimales [°C]

2.3.6.2 Précipitation

Le jour de précipitation est un jour au cours duquel on observe une accumulation d'eau ou mesurée en eau d'au moins 1 millimètre. La probabilité de jours de précipitation varie au cours de l'année.

La saison connaissant le plus de précipitations dure 7 mois, du 25 septembre au 14 mai, avec une probabilité de précipitation quotidienne. La saison la plus sèche dure 4 mois, du 14 mai au 25 septembre. (graphe 2).



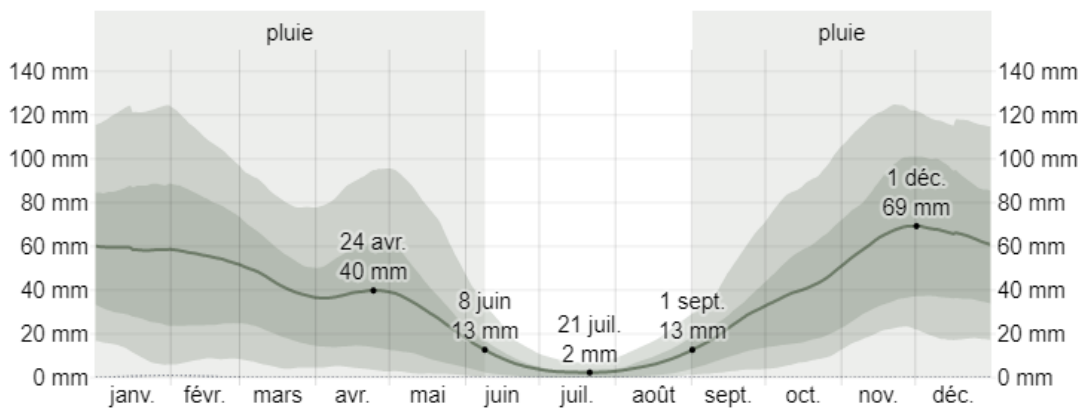
graphe 2 : les jours de précipitation
Source : logiciel metenorm

2.3.6.3 Pluie

Pour montrer la variation au cours des mois et pas seulement les totaux mensuels, nous montrons l'accumulation de pluie au cours d'une période glissante de 31 jours centrée sur chaque jour de l'année. Alger connaît des variations saisonnières considérables en ce qui concerne les précipitations de pluie mensuelles.

La période pluvieuse de l'année dure 9 mois, du 1 septembre au 8 juin, avec une chute de pluie d'au moins 13 millimètres.

La période sèche de l'année dure 2 mois, du 8 juin au 1 septembre.

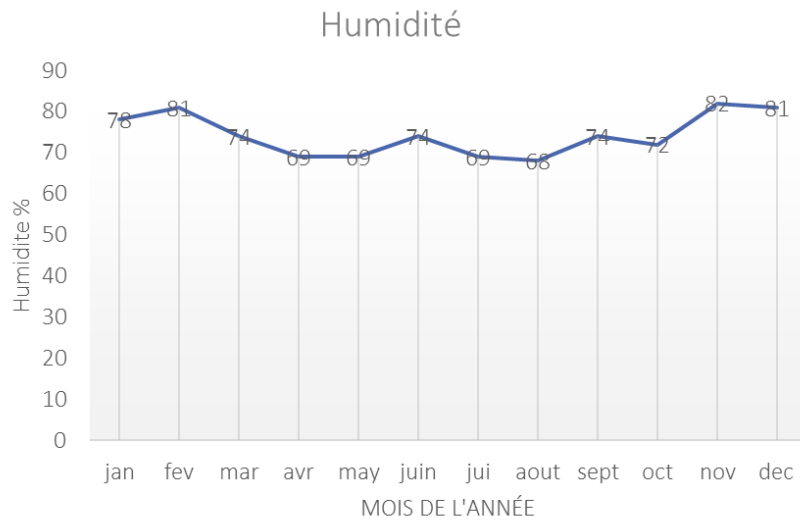


graphe 3 : l'accumulation de pluie
Source : weather spark

2.3.6.4 Humidité

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

La période la plus lourde de l'année dure 4 mois, du 8 juin au 12 octobre, avec une sensation de lourdeur, oppressante ou étouffante au moins 18 % du temps. (graphe 04).

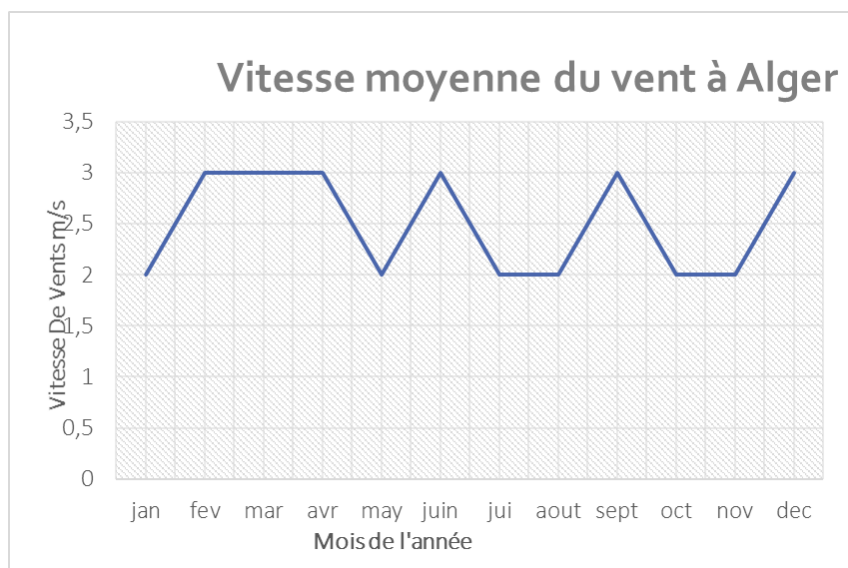


graphe 4 : pourcentage d'humidité
Source : climate consulat

2.3.6.5 Vent

La vitesse horaire moyenne du vent à Alger connaît une variation saisonnière modérée au cours de l'année.

La période la plus venteuse de l'année dure 5 à 6 mois, du 30 octobre au 17 avril, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 15,0 kilomètres par heure. La période la plus calme de l'année dure 6 à 7 mois, du 17 avril au 30 octobre. (graphe 05)



graphe 5 : vitesse de vent
Source : climate consulat

2.3.6.6 DIRECTION DES VENTS

La direction horaire moyenne principale du vent à Alger varie au cours de l'année.

Le vent vient le plus souvent de sud-ouest pendant 4 à 5 mois, du 13 mai au 2 octobre, avec un pourcentage maximal de 47 % le 20 juillet.

Le vent vient le plus souvent de nord-ouest pendant 7 à 8 mois, du 2 octobre au 13 mai, avec un pourcentage maximal de 45 % le 1 janvier.

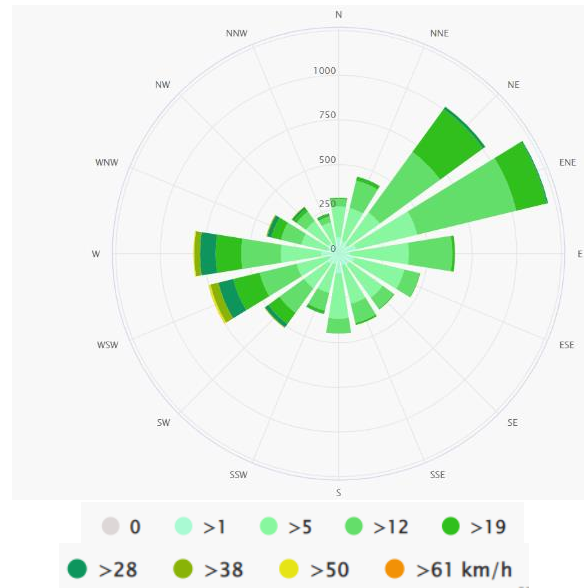
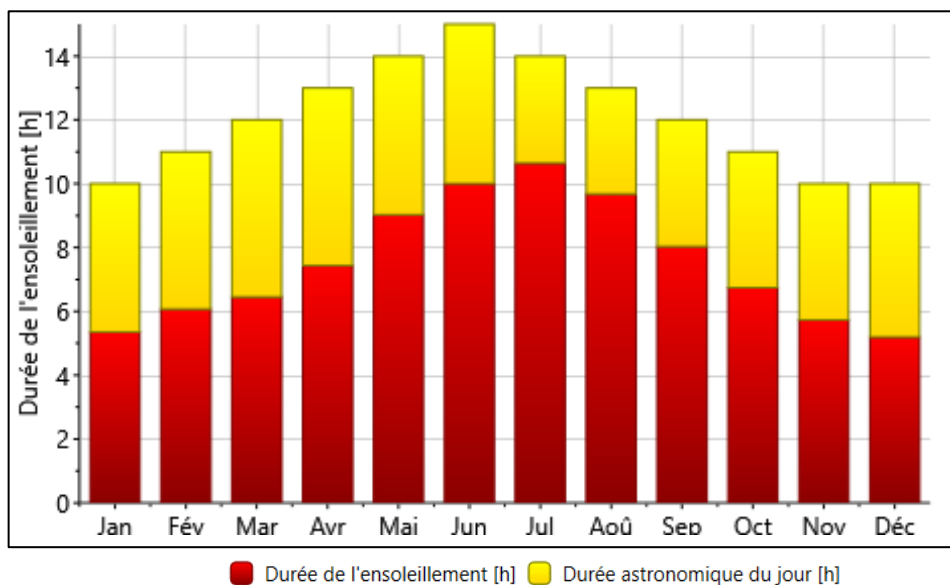


Figure 139 : la rose des vents
Source : weather spark

2.3.6.7 Ensoleillement

La longueur du jour à Alger varie considérablement au cours de l'année. En 2021, le jour le plus court est le 21 décembre, avec 9 heures et 39 minutes d'ensoleillement ; le jour le plus long est le 21 juin, avec 14 heures et 41 minutes d'ensoleillement. (graphe 06)



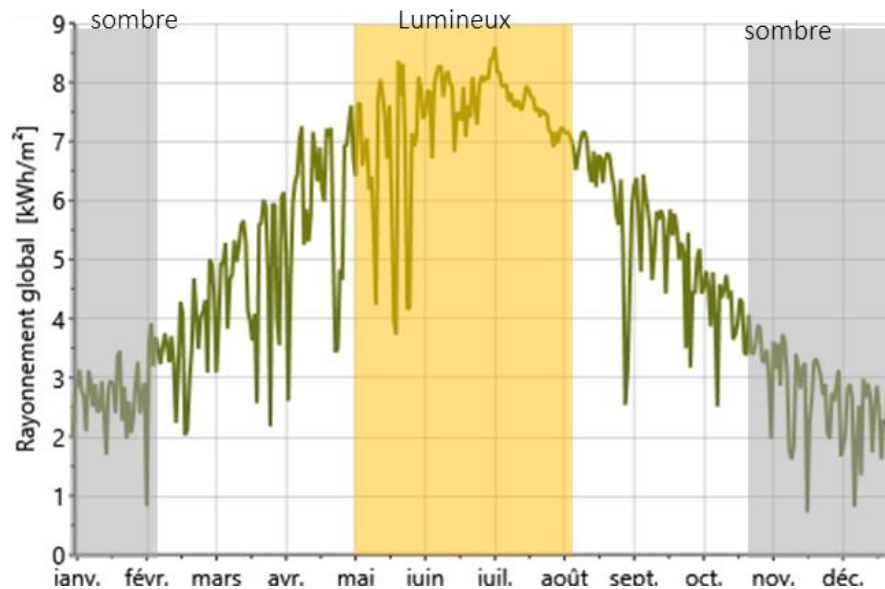
graphe 6 : durée d'ensoleillement
Source : climate consulat

2.3.6.8 Rayonnement solaire

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

La période la plus lumineuse de l'année dure 3 mois, du 7 mai au 18 août, avec une moyenne de rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré supérieur à 6.1 kWh. (Graphe 07)

La période la plus sombre de l'année dure 3 mois, du 30 octobre au 11 février, avec une moyenne de rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré inférieur à 2.5 kWh. (Graphe 07)



graphe 7 : rayonnement solaire
Source : logiciel meteonorm

2.3.6.9 Exigence de confort

La méthode de gamme de confort de Dear et de Brager permet de calculer la température de confort (T conf) dans les bâtiments à ventilation naturelle en fonction de la moyenne mensuelle de la température extérieure (Ta, out) suivant la formule

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

		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
La température Extérieure moyenne	Te.m	10	10	13	15	19	22	26	26	23	20	14	12
	D'après ASHRAE Standard 55												
	Tc min	18.4	18.4	19.33	19.95	21.19	22.12	23.36	23.36	22.43	21.5	19.64	19.02
	Tc moy	20.9	20.9	21.83	22.45	23.69	24.62	25.86	25.86	24.93	24	22.14	21.52
	Tc max	23.4	23.4	24.33	24.95	26.19	27.12	28.36	28.36	27.43	26.5	24.64	24.02

Tableau 18 : tableau de temperature de confort

ASHRAE Standard 55 : est une norme nationale américaine publiée par l'ASHRAE qui établit la gamme des conditions environnementales intérieures afin d'assurer un confort thermique acceptable pour les occupants des bâtiments. (ashrae, 2022)

2.3.6.10 Diagramme psychométrique

A l'aide de logiciel Climate Consultant on a pu obtenir le diagramme psychométrique qui nous a permis de déterminer les stratégies pour reprendre au besoin de confort dans la saison hivernale et estivale. Selon le diagramme on a distingué 3 zones : zone de confort, zone de surchauffe et zone de sous chauffe. Où environnement intérieur confortable peu importe de ce qui règne à l'extérieur en utilisant les matériaux et l'enveloppe du bâtiment.

La partie en bleue c'est la zone de confort qui est de 942 heures. La partie surchauffe qui se situe à droite de la partie bleue s'étale du mois de juin à septembre. La partie représentant le sous chauffe se situe à gauche de la partie bleue et elle s'étale du mois de janvier à avril.

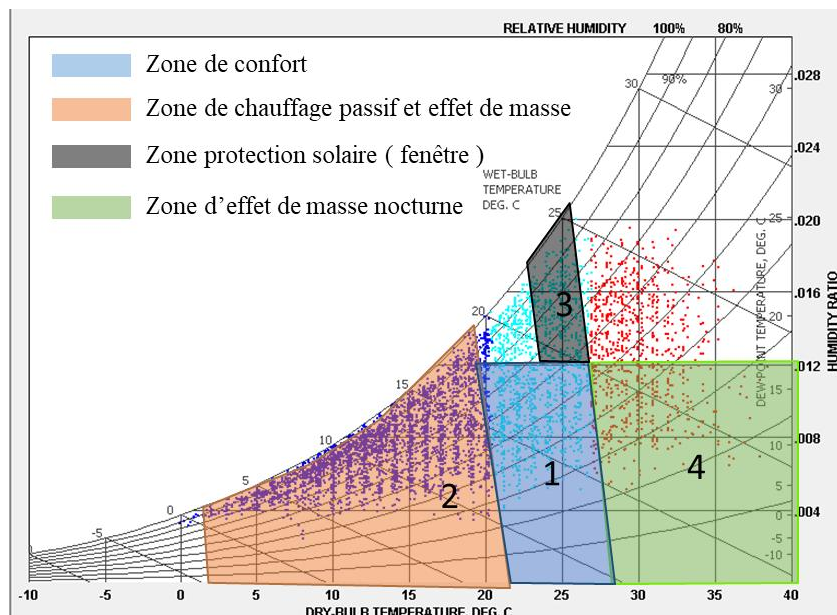


Figure 140 : diagramme de givoni

D'après ce diagramme on peut tirer ces stratégies :

- Protection solaire des fenêtres (1392 heures)
- Haute Masse Thermique Nuit (377 heures)
- Solaire Passive à Gain Direct Masse élevée (1944 heures)
- Déshumidification uniquement (1397 heures)

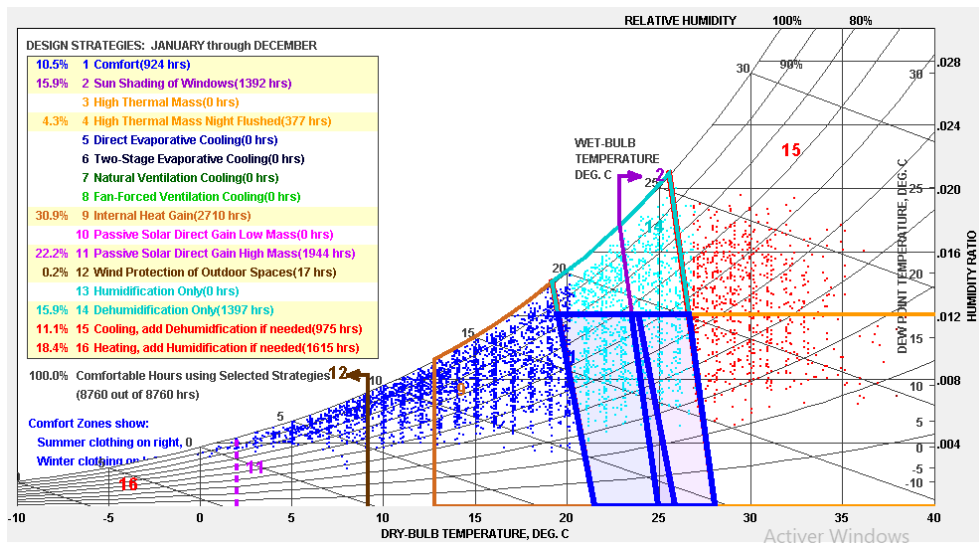


Figure 141 : diagramme psychométrique

Recommandations de Diagramme psychométrique

	Dispositif	Illustration
Strategies de refroidissement	<p>Ventilation naturelle</p> <p>Une bonne ventilation naturelle peut réduire ou éliminer la climatisation par temps chaud</p>	
	<p>Matériaux</p> <p>Les surfaces intérieures à masse élevée (carrelage, ardoise, pierre, brique ou adobe) sont naturellement fraîches par temps chaud et peuvent réduire les variations de température entre le jour et la nuit.</p>	
	<p>Couleur</p> <p>Utilisation des matériaux de couleur claire pour minimiser le gain de chaleur conduite</p>	

	<p>Végétation</p> <p>Utilisez des matières végétales pour minimiser les gains de chaleur.</p>	
	<p>Protection solaire</p> <p>ou les pare-soleil peuvent réduire ou éliminer la climatisation.</p>	
	<p>Orientation</p> <p>Orienté les larges surfaces de construction loin du soleil de l'ouest chaud. Seules les expositions nord et sud sont facilement ombragées pour la face de chauffage solaire passive</p>	
<p>Stratégies de chauffage</p>	<p>Double vitrage</p> <p>Fournit un vitrage à double vitrage haute performance à l'ouest, au nord et à l'est, mais clair au sud pour un gain solaire passif maximal</p>	
	<p>Matériaux</p> <p>Utilisation des surfaces intérieures de grande masse pour stocker la chaleur passive d'hiver</p>	

Tableau 19 : Recommandations de Diagramme psychométrique

2.4 Recommandations

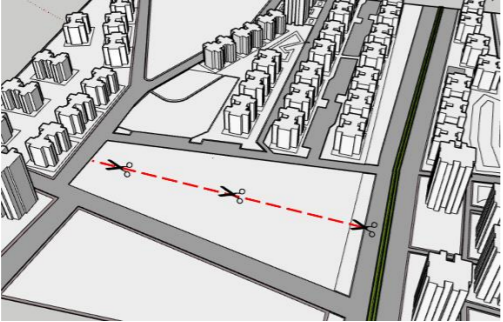

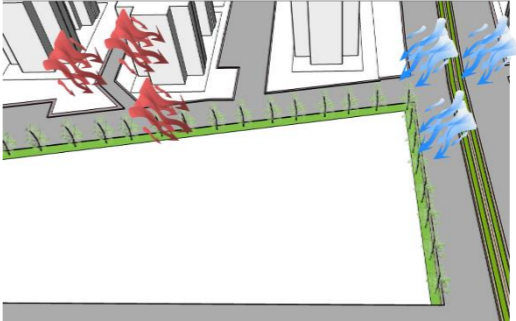
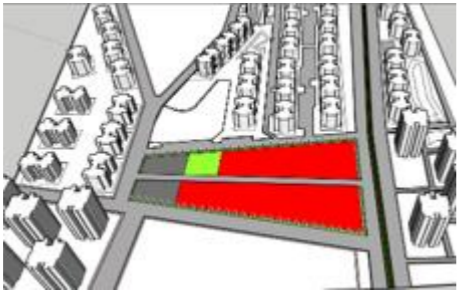
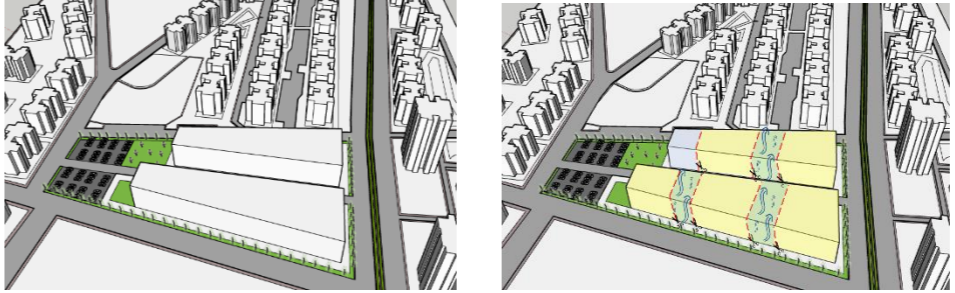
Le tableau ci-dessous c'est un tableau récapitulatif qui collecte tous les dispositifs qu'on a obtenu des deux méthodes qu'on a vu précédemment : la recherche thématique et le diagramme psychométrique qui vont être utilisés dans la prochaine étape qui est la conceptualisation de notre projet pour avoir une conception bioclimatique :

Recommandations tirées des analyses de site, du climat et la recherche thématique	Recommandations tirées de Diagramme psychométrique
<p>Forme et orientation : Un bâtiment bioclimatique est de forme simple et compacte. Orientation sud-nord</p> <p>Matériaux de construction à forte résistance pour réduire la température</p> <p>L'isolation : l'isolation de la toiture permet la diminution la température et l'utilisation du chauffage et en climatisation,</p> <p>Le vitrage : l'utilisation des fenêtres doubles vitrage peu émissif a apporté un gain énergétique</p> <p>Toiture végétalisée : Toit végétal de type extensif influe parfaitement sur le confort thermique à l'intérieur du bâtiment en les deux périodes estivales et hivernal</p> <p>Energies renouvelables : On voit que dans la période de l'été ou les températures sont très importantes on arrive à maintenir la température dans les étages grâce à l'installation solaire.</p>	<p>La protection solaire des fenêtres</p> <p>Masse élevée à gain direct solaire passif</p> <p>Orientation sud nord pour captage solaire</p>

2.4.1 Conceptualisation du projet

2.4.1.1 Principe d'aménagement

Le projet aura pour le but d'améliorer la qualité de vie, en mettant en œuvre les principes de la durabilité, en préservant nos paysages et notre territoire. La formalisation du plan d'aménagement sur la parcelle consiste à organiser toutes les fonctions et les recommandations d'implantation de notre site d'intervention. Elle est passé par les étapes suivantes

1/Découpage de l'air d'intervention :	2/cas de servitude :	Écran végétal
 <p>Figure 142 : découpage de site d'intervention</p>	 <p>Figure 143 : cas de servitude</p>	 <p>Figure 144 : création écran végétal</p>
<p>Le premier geste est le découpage du site par un axe structurant qui traverse le terrain, qui sera matérialisé en une voie qui préserve une continuité visuelle avec son environnement immédiat, et aussi faciliter l'accessibilité au quartier</p>	<p>Selon les règles de servitude on a fait un recul de 5m sur la rue principale et 3m sur les voies secondaires</p>	<p>Afin de régler le problème des nuisances sonores surtout le cote de la rue principal, et aussi à partir des recommandations trier de l'analyse de site et de climat particulièrement par respect au vent dans le site, nous avons projeté un écran végétal les vents les plus forts soufflent, nord-est, et ces arbres ont été plantés sur le recul.</p>
<p>4/organisation fonctionnelle</p>	<p>5/la porosité :</p>	
 <p>Figure 145 : zonage de site d'intervention</p>	 <p>Figure 146 : découpage de bloc d'habitation</p>	
<p>La zone réservée aux bâtiments est orienté au nord -est et la zone de stationnement (parking) a été localisé à l'ouest du site en plus un espace de sport.</p>	<p>5 bâtiments de formes rectangulaire ont été définies sur site</p> <p>Ce volume représente le bloc d'habitation , mais cette structure longitudinale ne permet pas d'obtenir une meilleure ventilation naturelles ,donc on appliquant la recommandation de mahoney , de faire un espacement entre les blocs pour avoir une ventilation naturelle , et aussi permes à réaliser une relation directe entre le projet et son environnement , cet espacement permet à assurer de crée des espaces communautaires c'est des lieux de rencontre et de détente , et aussi il y a des espaces de stationnement pour des cas d'urgences.</p>	


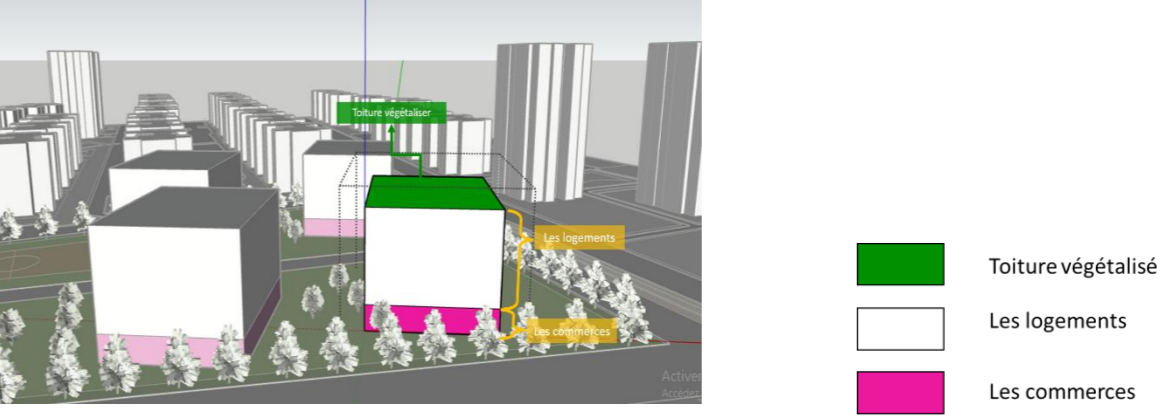
6/ réorientation de logement	7/répartitions des activités:
 <p data-bbox="418 646 774 674">Figure 147 : réorientation de logement</p>	 <p data-bbox="1635 659 1970 686">Figure 148 : répartition des activités</p>
<p data-bbox="240 716 706 743">Les bâtiments ont été orienté nord sud</p>	<p data-bbox="1086 716 2733 821">Après avoir réorienter le bâtiment, nous avons réparti les activités le long du bâtiment Le rez-de-chaussée dédiée aux commerces, ces commerces situés le long de la route qui permettent de rendre le lieu plus vivant, et les autres niveaux pour les logements (hiérarchisation du public au privé)</p>

Tableau 20 : Genèse du plan de masse

- **Le bâti**

Selon le plan master de la nouvelle ville de sidi Abdellah notre site d'intervention est particulièrement recommandé pour l'habitat collectif vu sa position en un milieu urbain, et parce que le programme AADL contient la création des commerces, donc notre projet devrait fournir les commerces pour participer à l'animation du quartier.

- **Le non bâti**

L'aménagement extérieur conçu de façon à avoir un bon taux de végétation, on a des jardins, des espaces de regroupement

Un espace pour le sport.

Le projet doit regrouper :



2.4.1.2 Genèse de la forme

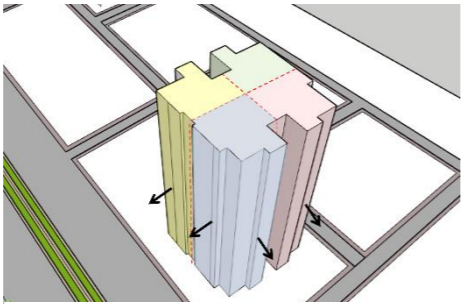
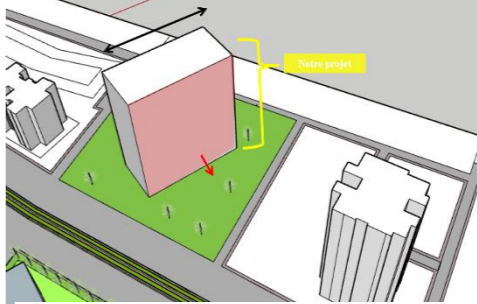
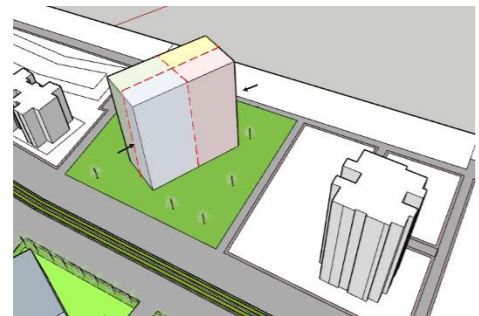
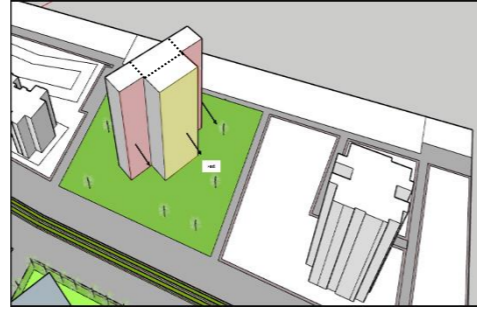
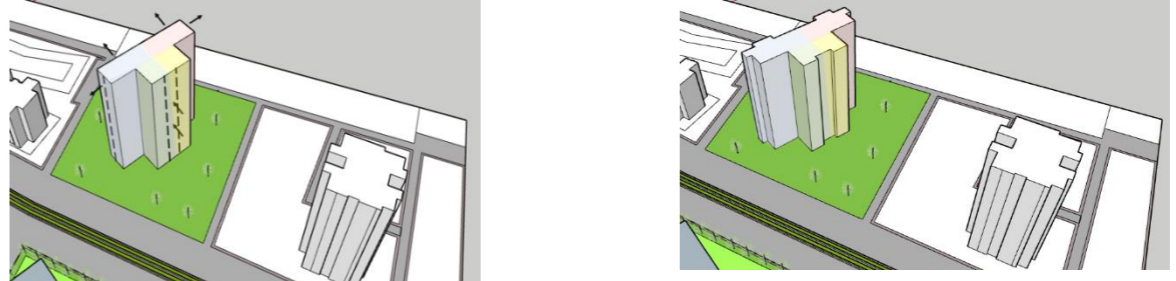
<p align="center">1/Exemple d'un bâtiment ADDL à sidi Abdellah :</p>	<p align="center">3/ réorientation du bâtiment :</p>	
 <p align="center">Figure 149 : logement habitat AADL</p>	 <p align="center">Figure 150 : réorientation du bâtiment</p>	
<p>L'orientation des bâtiments ADDL existantes du site précédemment construit, ainsi que les bâtiments ADDL fonctionne pour fournir un logement pour grand nombre de personnes, donc entouvre 4 appartements dans un seul étage, donc il est difficile de trouver la forme qui apportera un confort thermique a tous les appartements.</p>	<p>Et comme on peut le voir dans cet exemple qui est construit dans la nouvelle ville de sidi Abdellah, on voit que la forme est un carrée, ce qui signifie que chaque appartement a une façade différente en orientation, et cela entraine des différences thermiques pour chaque appartement, Nous avons donc voulu trouver une solution a la forme afin de fournir au moins le même confort thermique pour tous les appartements.</p>	<p>Comme une première étape, nous avons confirmé par les simulations que la meilleure orientation pour assurer le confort thermique est le nord-sud, et afin de profiter davantage du côté sud, nous avons agrandi la façade sud et allongé la forme pour rendre cette façade plus exposée au rayonnement solaire</p>
<p align="center">4/offrir une façade sud pour tous les appartements :</p>	<p align="center">5/obtenir la forme final :</p>	
 <p align="center">Figure 151 : prolongement de façade sud</p>  <p align="center">Figure 152 : soustraction du bâtiment</p>	 <p align="center">Figure 153 : obtenir forme finale</p>	
<p>Puis nous avons divisé la forme en quatre appartements, Un appartement orienté sud est un appartement orienté sud-ouest, un appartement orienté nord-ouest et un appartement orienté nord-est.(fig)</p> <p>Pour faire orienter les quatre appartements vers le sud pour bénéficier de l'ensoleillement nous avons réalisé des soustractions comme expliqué sur la fig</p>	<p>Suite à la conception intérieure et en respect au programme surfacique de l'AADL nous avons obtenus la forme finale du bâtiment</p>	

Tableau 21 : genèse de la forme

2.4.1.3 Plan d'aménagement :







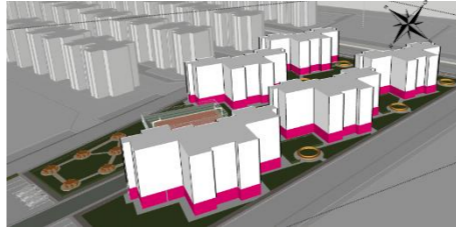
<p>Le quartier:</p>  <p>On a pris le terrain pour le détail. Ce terrain est avec une surface de 16174 m².</p> <p>Figure 154 : le plan de masse</p>		<p>1/ les principes structurelle</p>		
		<p>A/ l'accès au projet:</p>  <p>Figure 155 : accès au site d'intervention</p> <p>Le projet est entouré par 3 voies, une voie principale et deux secondaires, et nous pouvons accéder à l'intérieur du projet par la voie qui nous avons créé pour faciliter la circulation, en plus de l'existence d'une voie piétonne et une voie cyclable.</p>	<p>B/ l'accès au parking:</p>  <p>Figure 156 : l'accès des espaces de stationnement</p> <p>Il y a deux surfaces de stationnement dans le projet, une grande surface de parking dans la partie inférieure de projet, et quelques places dans la partie haute de projet.</p> <p>Et nous pouvons les atteindre selon le dessin de cheminement montré sur la photo.</p>	<p>C/ l'accès au logement :</p>  <p>Figure 157 : l'accès au logement</p> <p>Parmi les modifications que nous avons tenues à apporter, est l'attribution d'une entrée privée pour chaque bâtiment, directement depuis la voie, ce qui facilite l'accès aux bâtiments.</p> <p>Et tout est montré sur la photo.</p>
<p>2/ les principes formales :</p> <p>Tous les bâtiments ont la même hauteur de R+5, en laissant une distance entre chaque bâtiment qui est la hauteur de bâtiment, afin d'éviter le problème de vis-à-vis, et aussi selon la fig 130 qui montre que cette distance permettait à chaque bâtiment d'être exposé aux rayons solaires, et aussi elle assure une bonne ventilation naturelle.</p>  <p>Figure 158 : espacement entre les bâtiments</p>				
<p>3/ les principes fonctionnels :</p>				
<p>1/parking et stationnement :</p>  <p>Figure 159 : les différents espaces de stationnements</p> <p>Nous avons dans le projet des différents types de place de stationnement : les places de stationnement, parking surface, et en plus on a ajouté une surface avec un traitement de sol différent, qui est destinée aux cas particuliers, et aussi réservé à l'ambulance en cas d'urgence.</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;"> <p>Le nombre total de places de stationnement : 87 places</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> Espace pour des cas particuliers Place de stationnement 		<p>2/ les commerces :</p>  <p>On a intégré les commerces au RDC pour la mixité fonctionnelle</p> <ul style="list-style-type: none"> Les logements Les commerces 		

Tableau 22 : Démarche conceptuelle à l'échelle de quartier

2.4.1.4 les principes fonctionnels

Les espaces extérieures

À l'extérieur, nous trouvons beaucoup des espaces verts et de lieux d'attente :

- Chaque entrée de bâtiment attendant un espace vert
- À l'arrière des bâtiments il y a des places pour les jeux
- Il y a un terrain de sport
- En plus il y a une grande surface avec diverses fonctions telles que : des lieux d'attente, des aires de jeux, il y a un jardin avec un bassin d'eau filtré
- Nous avons également des emplacements désignés pour garer les vélos.



Figure 161 : le grand jardin



Figure 160 : l'entrée privilégiée par un espace vert



Figure 165 : arrêt pour les vélos



Figure 164 : air de jeux



Figure 163 : terrain du sport



Figure 162 : espace d'attente

2.4.1.5 Programme surfacique

Le programme est celles des logements AADL selon le cahier de charge , conformément au décret exécutif n°01-105 du 23 avril 2001 et les articles suivants : article n°-37, n°-38, n°-39, n°-40, n°-41, n°-42, n°-43, n°-44, n°-45.

Les utilisateurs de ce type de logement	Les fonctions et les activités
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Les familles ✓ Les employés « les commerçants » ✓ Les handicapés (dans RDC) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Résidence ✓ Loisirs (air de jeux, espace d'attente) ✓ Service (parking, les commerces)

Tableau 23 : les utilisateurs et les fonctions






	Espace	Surface m ²	Meuble	Eclairage	Aération
Espace jour	Cuisine 	11	Comptoir, table, Des éléments.	Naturel + Artificiel.	Aération naturelle.
	Séjour 	Entre 19 A 21	Fauteuils, tables, des éléments.	Naturel + Artificiel.	Aération naturelle.
Espace nuit	Chambre 	Entre 12 À 13	Lit, coiffeuse, bureau, armoire, bureau.	Naturel + Artificiel.	Aération naturelle.
Espace de service	Salle de bain 	3	Lave-main, baignoire.	Artificiel.	Aération naturelle.
	Toilette 	1,5	Lave-main, cuvettes.	Artificiel.	Aération naturelle.

Tableau 24 ; programme surfacique d'après le cahier de charge

- Appartement F4 : 86.68 m²

Appartement F3 : 72.59 m²

Espace	Surface «m ² »
Séjour	20.93
Cuisine	12.62
Chambre 1	13,15
Chambre 2	12,76
Chambre 3	12,43
Salle de bain	3.21
Toilette	1,68
Dégagement	9.90
Séchoir	4.28
Balcon	7.42

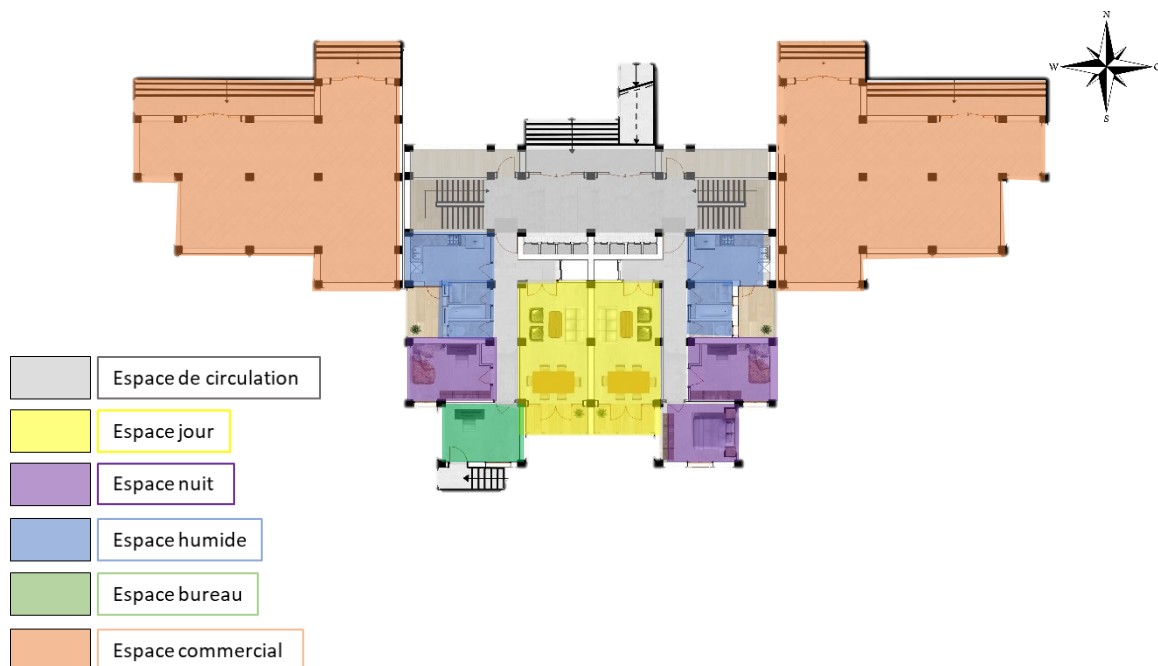
Espace	Surface « m ² »
Séjour	20,73
Cuisine	9.40
Chambre 1	11.80
Chambre 2	11.34
Salle de bain	4.29
Toilette	2.19
Dégagement	12.84
Séchoir	4,59
Balcon	3.19

Tableau 25 : programme surfacique appartement f4 et f3

2.4.1.6 Conception du projet

PLAN RDC

En RDC il y a 2 logements de type f3 orienté sud-est et sud-ouest d'une superficie de 72.59 m² une pour personne à mobilité réduite, l'autre pour le régisseur du bâtiment. Les deux autres parties sont des commerces. Et les commerces sont situés sur les côtes est et ouest du projet, et nous avons Privilégier pour chaque fonction leur propre entrée.

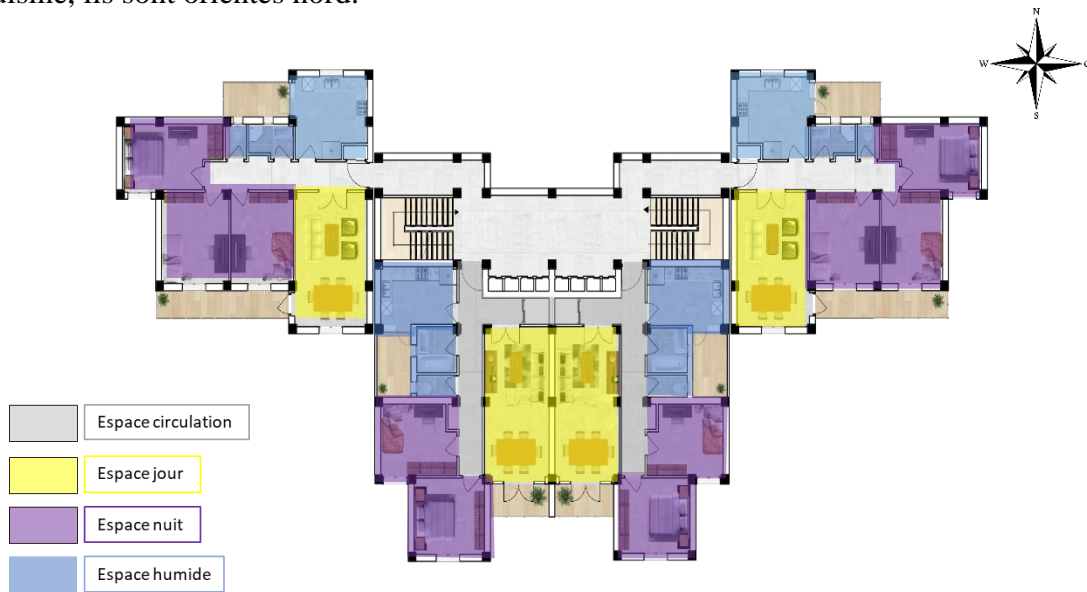


PLAN D'ETAGE COURANT

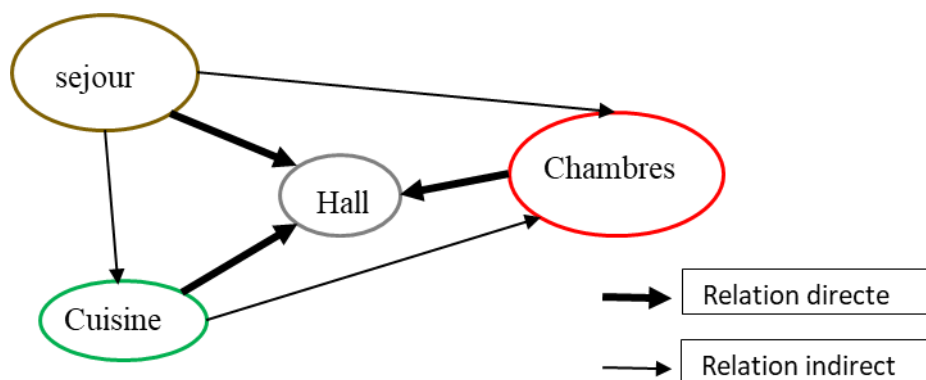
L'étage courant comprend 2 logements de type F4 et 2 logements de type F3, avec une superficie de 86.68 m² pour le F4 et 72.59 m² pour le F3.

- F4 orienté sud-nord.
- F3 orienté : sud-est, et l'autre a sud-ouest.

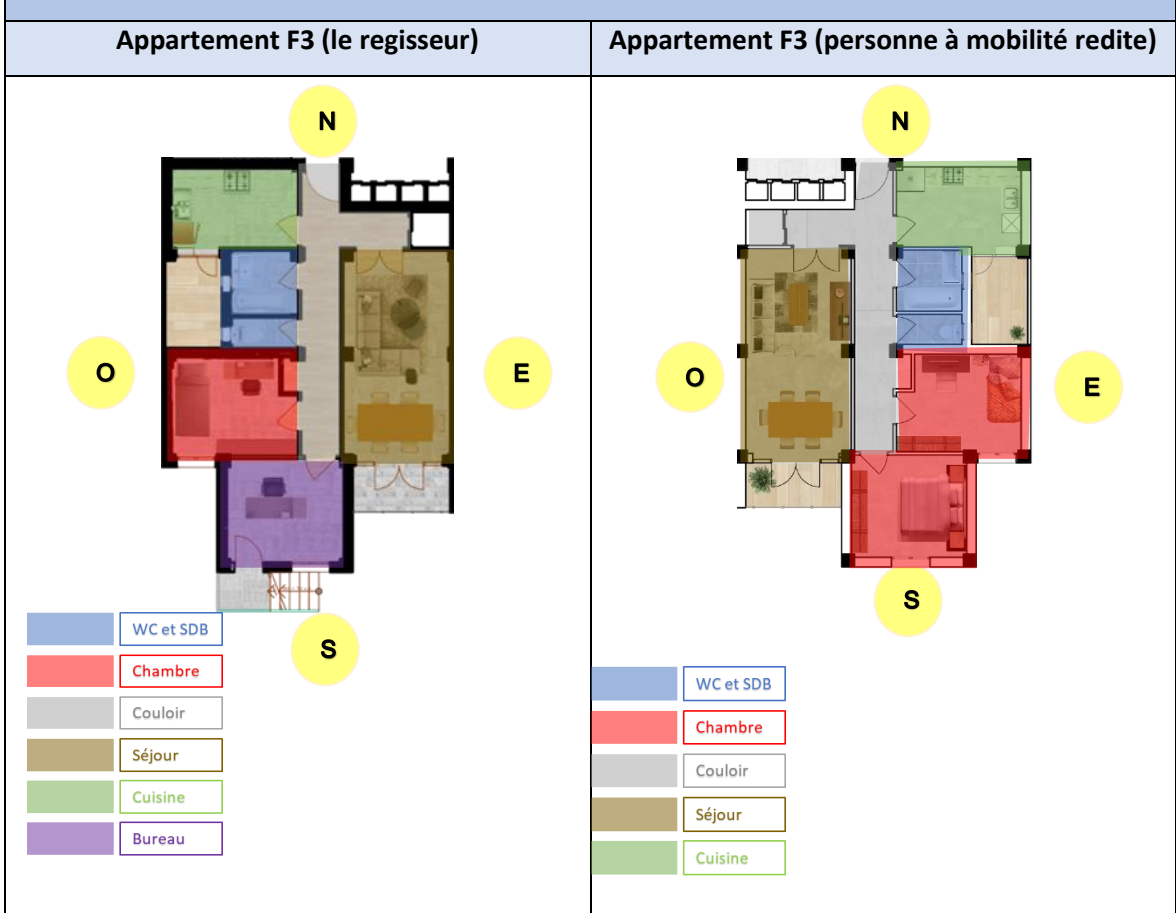
Le séjour et les chambres pour les 4 appartements sont orientés au sud, pour le sanitaire et la cuisine, ils sont orientés nord.



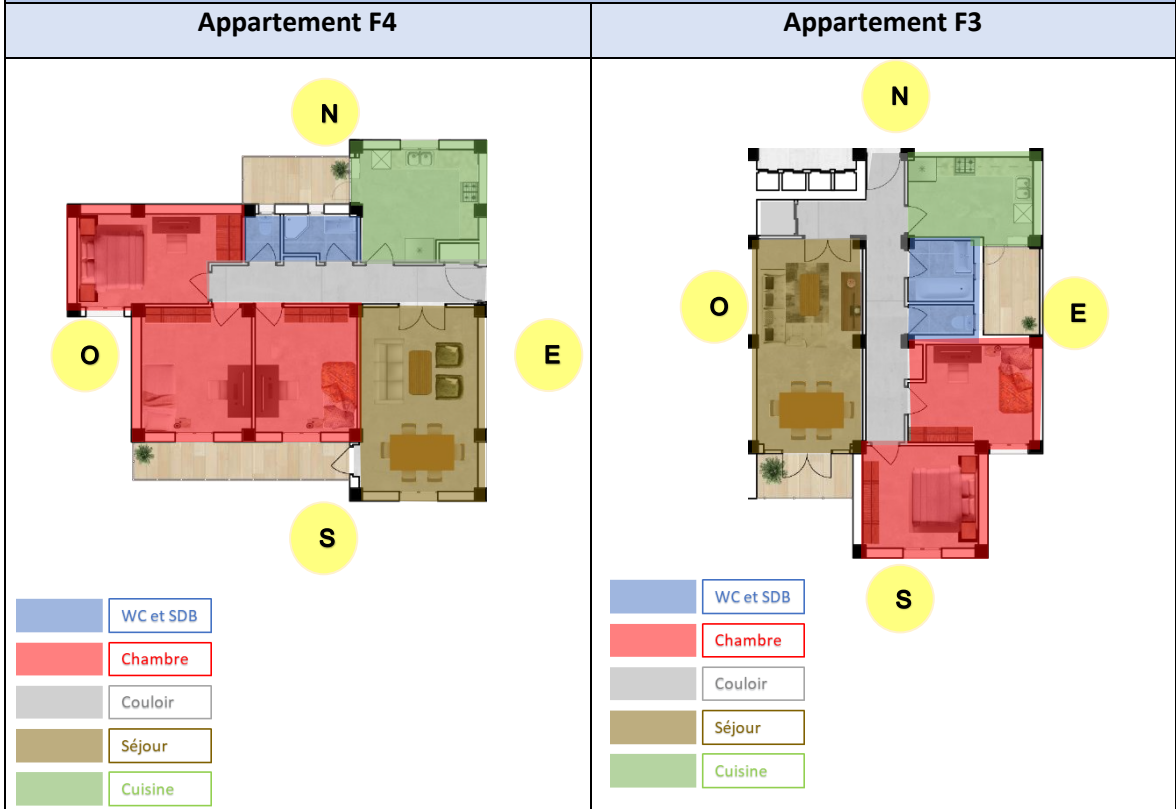
Organigramme spatial



LE REZ-DE-CHAUSSÉE



Etage courant



2.4.1.7 Système structurelle

La structure est le squelette de notre bâtiment, nous avons proposé une structure poteau-poutre en béton armé et pour mieux assurer la stabilisation de notre projet on a ajouté des voiles périphériques. (fig 166)

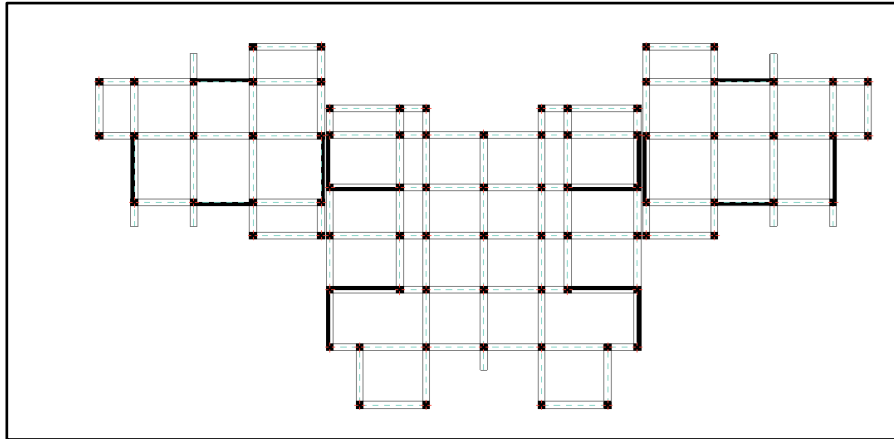


Figure 166 : plan de structure

Poteau et voile périphérique

Les poteaux ont béton armé avec dimensionnement de 40 x 40 cm. Plus des voiles périphériques pour stabiliser la structure, avec dimensionnement de 0.2 x 3.06 m. il jouent le rôle de résister aux efforts latéraux du sol et d'empêcher l'écroulement de la terre. (fig 167)

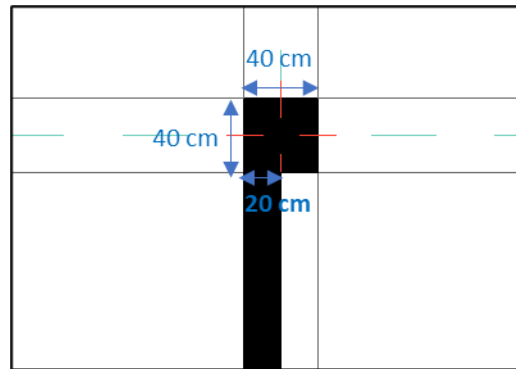


Figure 167 : dimensions de voile périphérique et poteau

Les poutres

Les poutres du bâtiment sont de dimensions de 40 x 40 cm. elles sont noyées dans un plancher à corps creux de 20 cm. (fig 168)

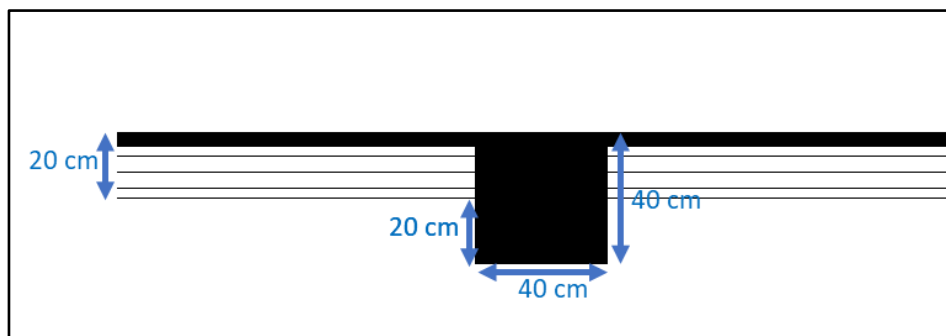


Figure 168 : coupe sur la poutre du projet

Le joint de dilatation :

Concerne l'espace entre deux parties d'un ouvrage et son rôle est de permettre à chacune des parties d'avoir des mouvements indépendamment de l'autre. (fig 169)

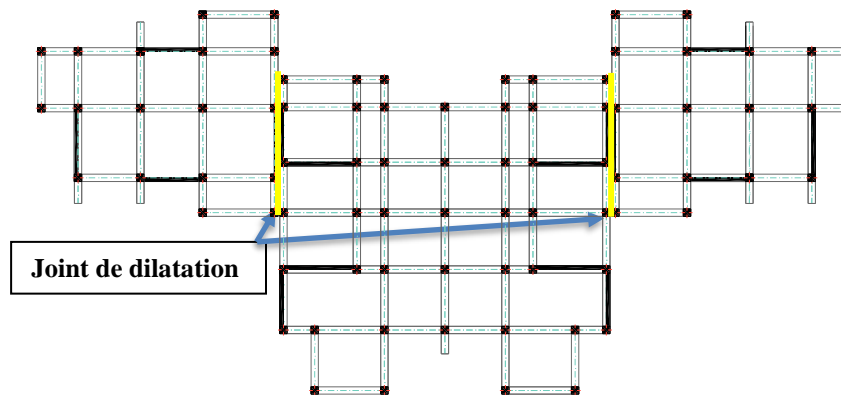


Figure 169 : joint de dilatation

2.4.1.8 La genèse de la façade

La façade principale qui contient des espaces de vie est orienté sud, elles comportent :

- Le soubassement : il représente le rez de chaussée qui réserver pour les commerces, et il est distingué par un revêtement en baie vitrée, avec des protections solaires pour se protéger.



Figure 171 : Le protection solaire utilisé dans les commerces



Figure 170 : les commerces, l'utilisation de la baie vitrée

- Dans le corps, on a une géométrie simple avec des éléments verticaux et horizontaux avec de protection solaires dans les fenêtres pour se protéger : dans les fenêtres qui orienté au côté sud on a utilisé des auvents qui Constitué d'une avancée horizontale au-dessus de l'ouverture, et sur le côté est et ouest on a utilisé des flancs qui constitué par des pans verticaux à côté de l'ouverture, et il y a un équilibre entre le plein et le vide.



Figure 174 : une géométrie simple



Figure 173 : ouverture orienté sud, l'utilisation d'auvents



Figure 172 : ouverture orientée est, l'utilisation e flancs

- **La durabilité** : assurer par l'utilisation de la végétation ainsi que les matériaux durables. Notamment le bois dans la façade.



Figure 175 : l'utilisation de la végétation et le bois dans la façade

- **La biophilie** : Par l'implantation la végétation dans les balcons et les terrasses jardin qui permet l'amélioration le confort des utilisateurs à travers l'augmentation de confort thermique, la qualité d'air et l'absorption du bruit.



Figure 176 : l'utilisation de la toiture végétalisée dans la



Figure 177 : l'implantation la végétation dans les balcons

L'harmonies chromatique des couleurs : une harmonie assurer par l'utilisation des couleurs d'une même niveau de clarté et faire la dégradation de la couleur



Figure 178 : les couleurs utilisés dans la façade

2.4.1.9 Matériaux de construction

A. Les matériaux de construction utilisés dans les murs extérieurs

- Le matériau de construction utilisé dans les parois extérieures est le Béton cellulaire. C'est un matériau de construction composé de matières naturelles : eau, sable, ciment, chaux et d'un agent d'expansion et qui est à la fois mûr et isolant. Il présente une conductivité thermique de 0.14 w/m.k , une chaleur spécifique de 1008 j/kg.k et une densité de 750 kg/m^3 avec une épaisseur de 30 cm . (Annexe 04)
- Matériau d'isolation thermique est un matériau qui empêche la chaleur ou le froid d'être transmis afin de rafraîchir l'espace intérieur en été et maintenir la température ambiante en hiver. Pour assurer l'isolation thermique on a utilisé **la ouate de cellulose** qui est un isolant économique issu du recyclage du papier et elle bénéficie d'une très bonne inertie thermique et apporte une forte plus-value sur le confort d'été. Elle présente une conductivité thermique de 0.035 w/m.k , une chaleur spécifique de 1030 j/kg.k et une densité de 25 kg/m^3 avec une épaisseur de 07cm. (Annexe 04)



Figure 179 : béton cellulaire

Source :

<https://jardinage.lemonde.fr/dossier-2286-beton-cellulaire.html>



Figure 180 : la ouate de cellulose

Source : www.lisolation.fr

B. Les matériaux de construction utilisés dans les murs intérieurs : on a utilisé le béton cellulaire avec une épaisseur de 10 cm. (Annexe 04)

C. Les matériaux de construction utilisés dans le plancher : on a choisi d'utiliser un plancher à corps creux car elle est actuellement le système le plus utilisé pour la construction d'habitation.

Le béton de la dalle de compression utilisé présente une conductivité thermique de 1.13 w/m.k, une chaleur spécifique de 1000 j/kg.k et une densité de 2000 kg/m³ avec une épaisseur de 4 cm.

L'hourdis présente une conductivité thermique de 0.83 w/m.k, une chaleur spécifique de 840 j/kg.k et une densité de 1940 kg/m³ avec une épaisseur de 16 cm. (Annexe 04)

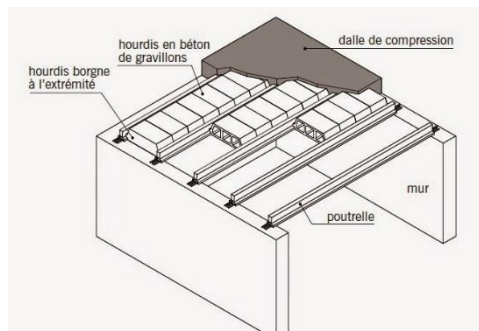


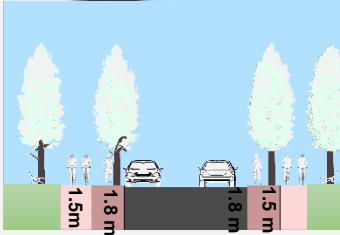






Figure 181 : détails du plancher



Source : http://biblio.univ-antananarivo.mg/pdfs/heritianaXavier_PC_MAST_18.pdf

2.4.2 Evaluation environnementale du projet


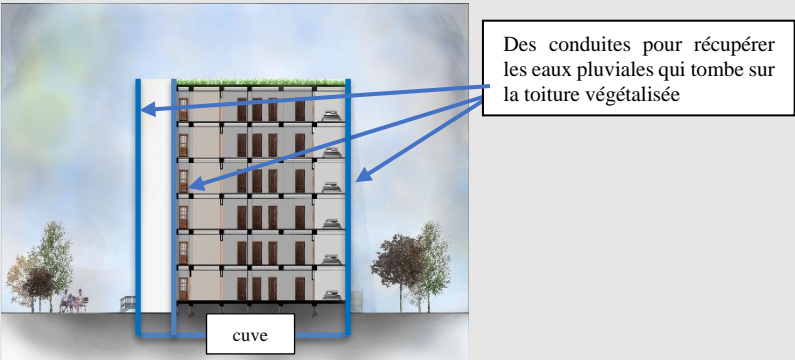
2.4.2.1 Les aspects de durabilité intégrés à l'échelle de quartier

	Description et illustration
Implantation	<p>La creation d'une servitude pour atténuer les nuisances sonores de voie principale et les voies secondaires. Des espaces verts extérieurs créeront un cadre de vie agréable plus un aire de jeux et un stade.</p> <p>Figure 182 : VUE EN 3D</p>

<p>La mobilité</p>	<p>Pour mieux assurer la mobilité on a favorisé les déplacements doux comme les voies piétons et la piste cyclable, et aussi par l'axe principale qui divise le terrain en deux.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>Figure 184 : la coupe de terrain</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Figure 185 : vue sur plan de masse</p> <p>— Piste cyclable — Voie piéton</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;">  </div> <p style="text-align: center;">Figure 183 : la mobilité dans le projet</p>
<p>La végétation</p>	<p>La création des aménagements végétaux qui servent à dépolluer, à se protéger de bruit, du vent et apporter le rafraîchissement par évapotranspiration en été .</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation des arbres ou arbustes au feuillage dense dans les limites de terrain qui peuvent se ramollir et refléter une partie du bruit de la rue. • L'utilisation des arabes persistances , ces des arbres qui contient des feuillage dure tout l'année , Sont efficace contre les vents durant l'hiver, et aussi fournir de l'ombre dans la période estivale <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;">  </div> <p style="text-align: center;">Figure 186 : la végétation dans le projet</p>
<p>La mixité fonctionnelle</p>	<p>La présence de diverses activités pour accompagner l'hébergement, il s'agit de l'aire de jeux, de sport, de loisir et d'attente.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Figure 189 : jardin</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Figure 187 : terrain de stade</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Figure 188 : air de jeux</p> </div> </div>

Gestion des eaux pluviales	<p>Récupération les eaux pluviales par le Pavés filtrant et la faible pente du terrain pour stocker l’eaux pluviales dans les bassins pour l’arrosage.</p> <p>Le pavé filtrant est utilisé également pour minimiser les eaux de ruissellement.</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Figure 191 : pavé filtrant https://cornaz.ch/produits/amenagements-exterieurs/norma-filtrant/</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Figure 190 coupe terrain pente</p> </div> </div>

2.4.2.2 Aspects bioclimatiques intégrés à l’échelle de projet

Maitrise des impacts sur l’environnement extérieur	
Le principe	Leur utilisation dans les logements
Orientatio n des bâtiments	<p>Les bâtiments sont orientés selon l’axe nord-sud avec une forme rectangulaire qui permet aux habitants de bénéficier du captage solaire en hiver.</p> <div style="text-align: center;">  <p>Orienté sud-nord</p> </div> <p>Figure 192 : l’orientation des bâtiments</p>
Gestion des eaux pluviales	<p>Nous avons pensé à récupérer les eaux pluviales de chaque bâtiment à travers une toiture végétalisée. Les eaux seront canalisées à travers des conduites filtrantes pour les stocker dans des cuves. Ce système réduire la consommation d’eau pour arrosage des espaces verts.</p> <div style="text-align: center;">  <p>Des conduites pour récupérer les eaux pluviales qui tombe sur la toiture végétalisée</p> <p>cuve</p> </div> <p>Figure 193 : coupe des conduites pour récupération d’eaux pluviales</p>
Gestion des déchets	<p>Afin d’encourager la population à adopter le bon réflexe de tri des déchets qui consiste à trier et récupérer les déchets selon leur nature. Chaque bâtiment est</p>


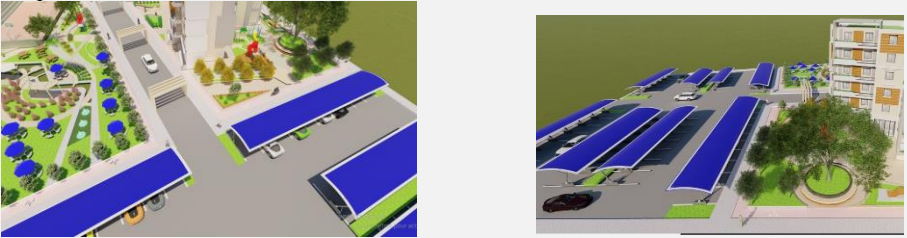
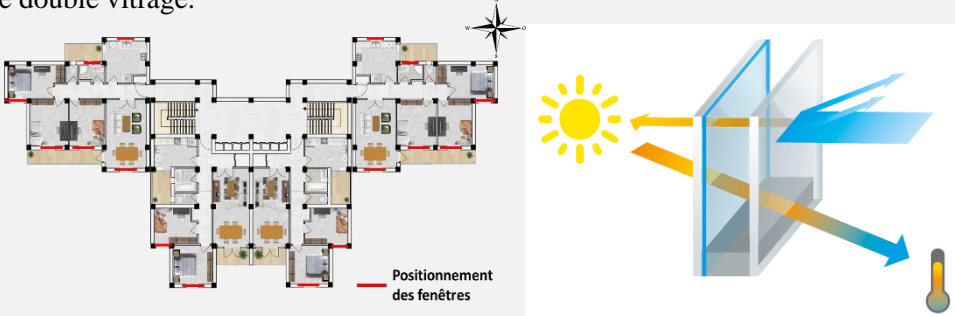
	<p>équipé de point de ramassage à 4 compartiments : verre, plastique, métal et papier. Situé à proximité des habitants.</p>  <p>Figure 194 : point de ramassage des déchets au niveau de projet</p>
<p>Les panneaux photovoltaïques</p>	<p>Des panneaux photovoltaïques ont été posés dans le parking et sur les poteaux d'éclairage artificiel vers le sud pour profiter des apports solaires, on utilise de l'ombrière de parking qui est un agencement métallique recouverte de panneaux solaires. Elle permet de produire de l'électricité verte, donc elles deviennent des sites de production d'électricité solaire.</p>  <p>Figure 195 : l'ombrière de parking</p>
<p>Création d'un environnement intérieur satisfaisant</p>	
<p>Le Principe</p>	<p>Le confort</p>
<p>Le confort thermique</p>	<p>Le confort thermique est assuré dans nos logements par une ventilation naturelle et le double vitrage.</p> 
<p>Confort visuel</p>	<p>Le confort visuel est assuré par une relation visuelle satisfaite avec l'extérieur par la séparation des logements qui permet à tous les espaces de bénéficier d'un éclairage naturel et d'une vue à l'extérieur.</p>



Figure 196 : des vues sur l'extérieure

**Confort
acoustique**

Le double vitrage : pour des raisons d'isolation thermique et pour répondre aux stratégies bioclimatiques on propose le double vitrage dans les fenêtres.

Béton cellulaire : produit de maçonnerie dont les performances d'isolation thermique sont bonnes.

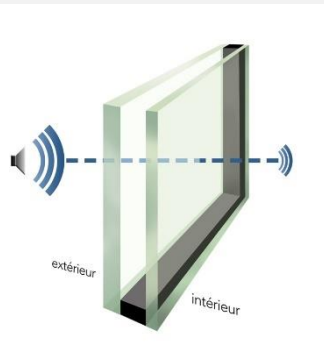


Figure 198 : double vitrage
Source : <https://www.guidedefenetre.com/guide/le-double-vitrage.htm>

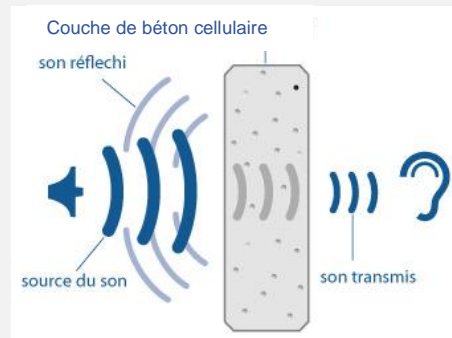


Figure 197 : couche de béton cellulaire
Source <http://www.hqe.guidenr.fr/cible-9-hqe/confort-acoustique-thermique-isolation-thermique-repartie.php>

**Qualité
d'aire**

Pour réduire Le taux de pollution d'aire nous avons séparé la zone de parking et zone résidentielle et on a aussi évité d'utiliser des espaces de stationnements au niveau de zone d'habitation.



Figure 199 : emplacement du parking au niveau du projet

1. Toiture végétalisée

Pour le dernier étage nous avons choisi de recouvrir le toit par une toiture végétalisée extensive a une épaisseur de substrat de 5 à 10 cm. Elle est la plus adaptée aux bâtiments collectifs, elle a un impact très positif sur l'eau avec une filtration et une épuration biologique des eaux de pluies par complexassions.

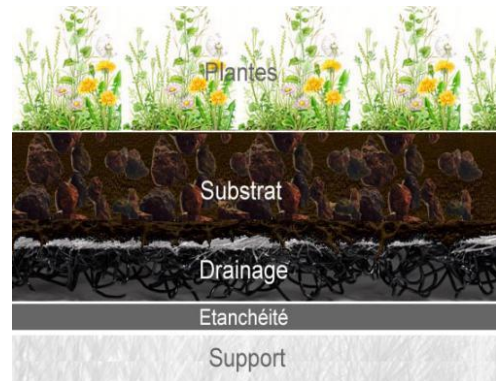


Figure 200 : toiture végétalisée
www.biosedum.com/toiture-vegetale-semi-intensive.html

Critères de choix

- Apporter un plus esthétique.
- Améliorer la qualité de l'air.
- Optimisation de la gestion d'eaux pluviales.
- Relation harmonieuse des bâtiments avec son environnement.
- Confort acoustique et thermique

2. Pavés filtrants

Pavé autobloquant en béton composé d'un mélange conçu pour favoriser le drainage des précipitations et la filtration de l'eau dans la terre.

Critères de choix

- Diminution substantielle des eaux de surface.
- Le cycle naturel des eaux peut être maintenu presque inaltéré ou être rétabli.
- Les pavés filtrants sont un instrument très efficace pour le retrait des agents polluants provenant du ruissellement de surface.
- Les pavés filtrants en béton représentent un système de gestion durable des eaux de pluie. (www.maspe.com, s.d.)



Figure 201 : pavés filtrants

<https://www.indiamart.com/proddetail/big-square-grass-paver-23696439748.html>

3. Bassin filtrant

Un bassin rempli d'une succession de substrats dans lequel sont plantés des roseaux (différentes espèces possibles). Avec un filtre sous pression permettant d'alimenter un ruisseau en surplomb, avec fonction de nettoyage et d'essorage.

Critères de choix

- La propreté de l'eau
- Un moyen de lutte contre le phénomène de l'eau verte



Figure 202 : bassin filtrant

Source :

https://www.aquajardin.net/dos_filtres_bassin.htm

2.4.2.3 Schéma de synthèse des systèmes bioclimatiques intégrés

Sur ce projet nous avons appliqué plusieurs principes bioclimatiques sur deux échelles

Le premier est celle du quartier, le but était de donner une vie à notre quartier avec la création des espaces verts, aire de jeux et un stade.

Le deuxième est celle du bâtiment qui vise à améliorer le confort thermique des appartements et réduire sa consommation énergétique de chauffage et climatisation. (fig 198).

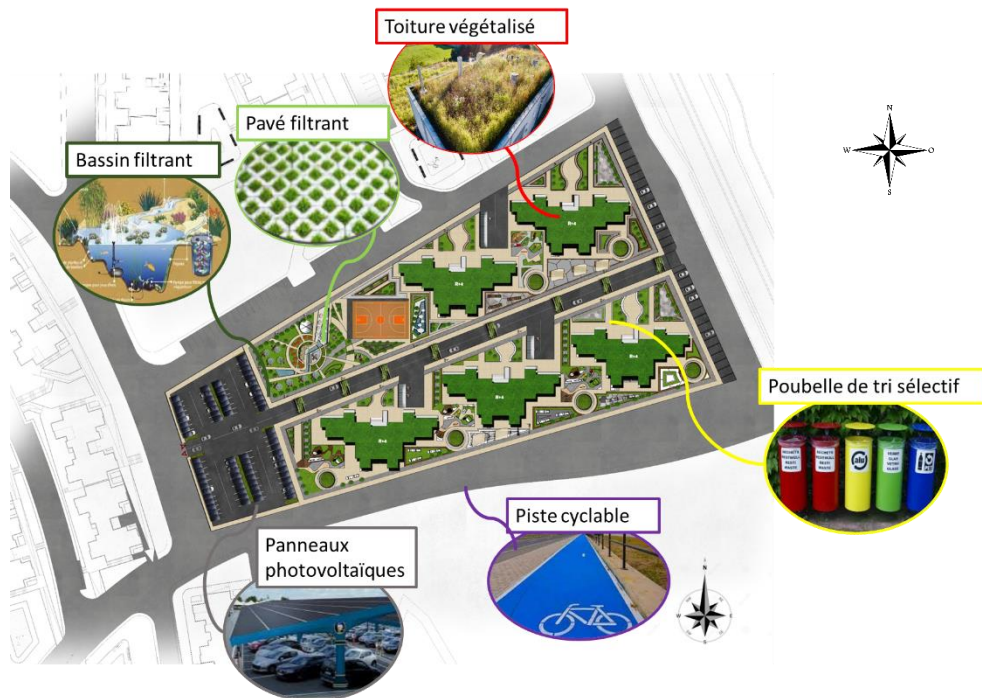


Figure 203 : schéma de synthèse des systèmes bioclimatique
Source : auteur

2.5 Evaluation de la performance de projet

2.5.1 Le thème choisit

Optimisation du confort thermique dans les logements collectifs AADL

2.5.2 L'objectif de simulation

Selon le diagramme de Givoni, nous pouvons voir que la période la plus défavorable est la saison d'hiver, c'est pourquoi nous concentrons notre étude sur cette période en utilisant des dispositifs architecturaux passifs. Comme orientation, utilisation des matériaux de construction performante pour limiter les pertes de chaleur et réduire la consommation d'énergie pour le chauffage et la climatisation et assurent également le confort thermique intérieur optimale des occupants.

2.5.3 Présentation de cas d'étude

2.5.3.1 Fiche technique de projet

- Type de projet : habitat collectif.
- Le site : Ville Nouvelle De Sidi Abdellah, La Wilaya D'Alger.
- Latitude [°] = 36,6537.
- Longitude [°] = 2,8757.
- Altitude [m] = 28.
- La surface de terrain : 16174 m².
- La surface de projet : 481.47 m².
- Gabarie : R+5.
- Hauteur de projet : 19.36 m.

2.5.3.2 Les caractéristiques météorologiques de site

Rayonnement (kwh/m ²)	R max	R min
Diffus	80	35
Globale	240	75

Tableau 26 : rayonnement solaire minimale et maximale

Température Mois	T max °C	T min °C
Juil	37	20
février	20°C	03°C

Tableau 27 : température minimale et maximale

2.5.3.3 Présentation de l'espace a étudié

Notre choix est porté sur l'appartement F4 et F3 d'étage intermédiaire du notre projet et également un modèle d'habitat collectif AADL pour faire une comparaison des résultats.

2.5.4 La Simulation Thermique Dynamique

2.5.4.1 Définition

La Simulation Thermique Dynamique (STD) est apparue dans les années 1970-1980.

C'est un outil essentiel pour optimiser un bâtiment et limiter ses besoins énergétiques (chauffage et refroidissement) tout en garantissant le confort des occupants en été et hiver.

La STD permet donc d'identifier et de quantifier l'impact des différentes fuites énergétiques (ponts thermiques, infiltration, ventilation...) afin de valider les concepts et solutions techniques retenues.

Les logiciels de STD contribuent à :

Améliorer le dimensionnement d'un bâtiment

Fournir au maître d'ouvrage et maîtres d'œuvre une approche la plus réaliste possible du fonctionnement thermique du bâtiment

Présenter une information argumentée à l'exploitant de l'ouvrage

Évaluer les systèmes innovants dans des configurations particulières.

2.5.4.2 Les différents logiciels disponibles

- ArchiWizard
- TRNSys
- Design Builder
- Pleiades+Comfie.
- Climawin
- Energy +

2.5.5 Design Builder

2.5.5.1 Définition

Design Builder est un logiciel de simulation dynamique, possédant une interface graphique offrant de nombreuses fonctionnalités non disponibles simultanément dans les logiciels existants : Calcul des déperditions/gains thermiques de l'enveloppe en hiver/été, Dimensionnement du chauffage, Dimensionnement du rafraichissement par ventilation

naturelle et/ou climatisation, restituant des données de confort, de bilan thermique, ventilation, etc. Construction en 3D réaliste.

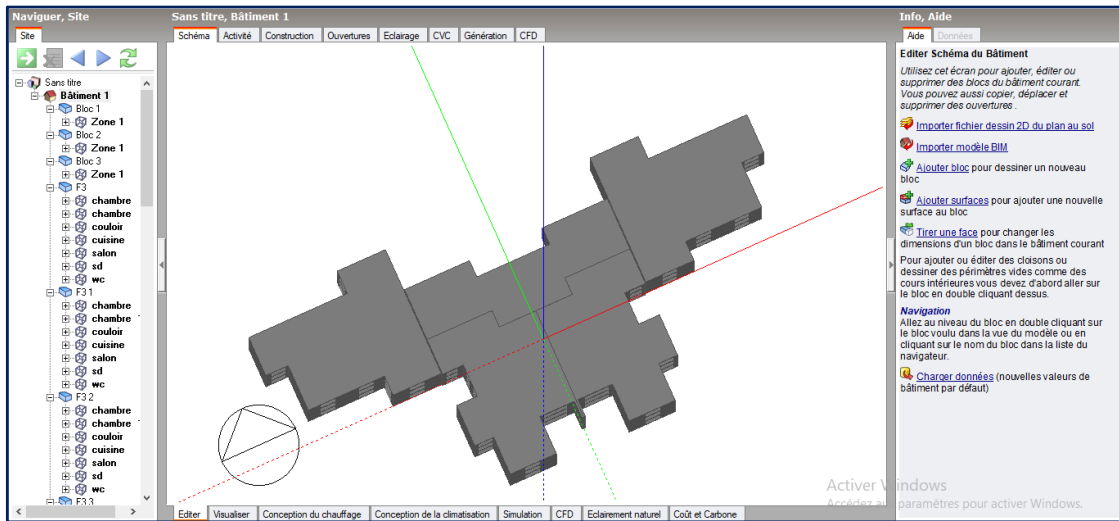


Figure 204 : Schéma de modélisation de DesignBuilder

Source : auteur

2.5.6 La mise en place de la simulation

2.5.6.1 Dessin du plan sous le logiciel DesignBuilder

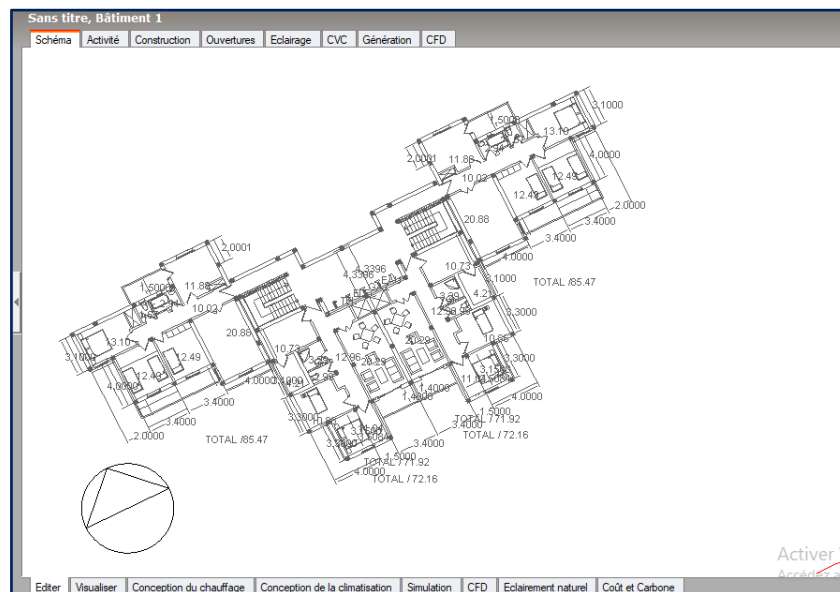
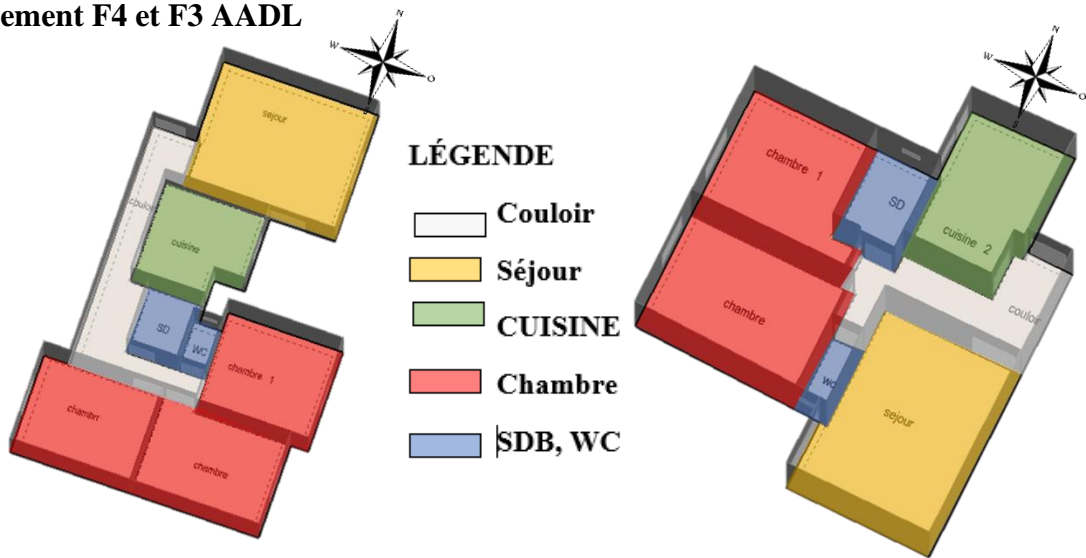


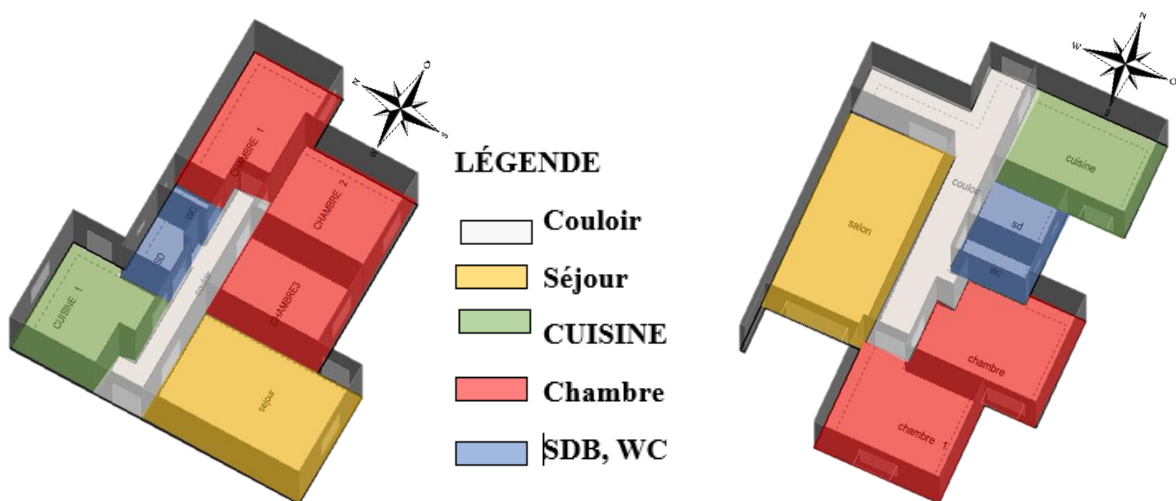
Figure 205 : Vue en plan de projet, dessinée sous DesignBuilder

Source : auteur

**2.5.6.2 Identification des zones
Logement F4 et F3 AADL**



Logement f3 et f4 du projet



2.5.6.3 Présentation de cas d'étude :

Avant de commencer la simulation, ce schéma présente l'orientation de notre projet par rapport à l'orientation de logement AADL qui est notre repère pour montrer les différents des résultats de simulations.

Ce schéma nous montre que notre projet est orienté nord-sud d'après les recommandations de diagramme psychométrique avec une forme rectangulaire allongé qui permet au 4 appartements de bénéficier de la façade sud et le logement AADL qui est orienté est-ouest avec une forme carré.

À partir de ce point on va faire des différentes simulations pour voir leurs effets sur notre projet.

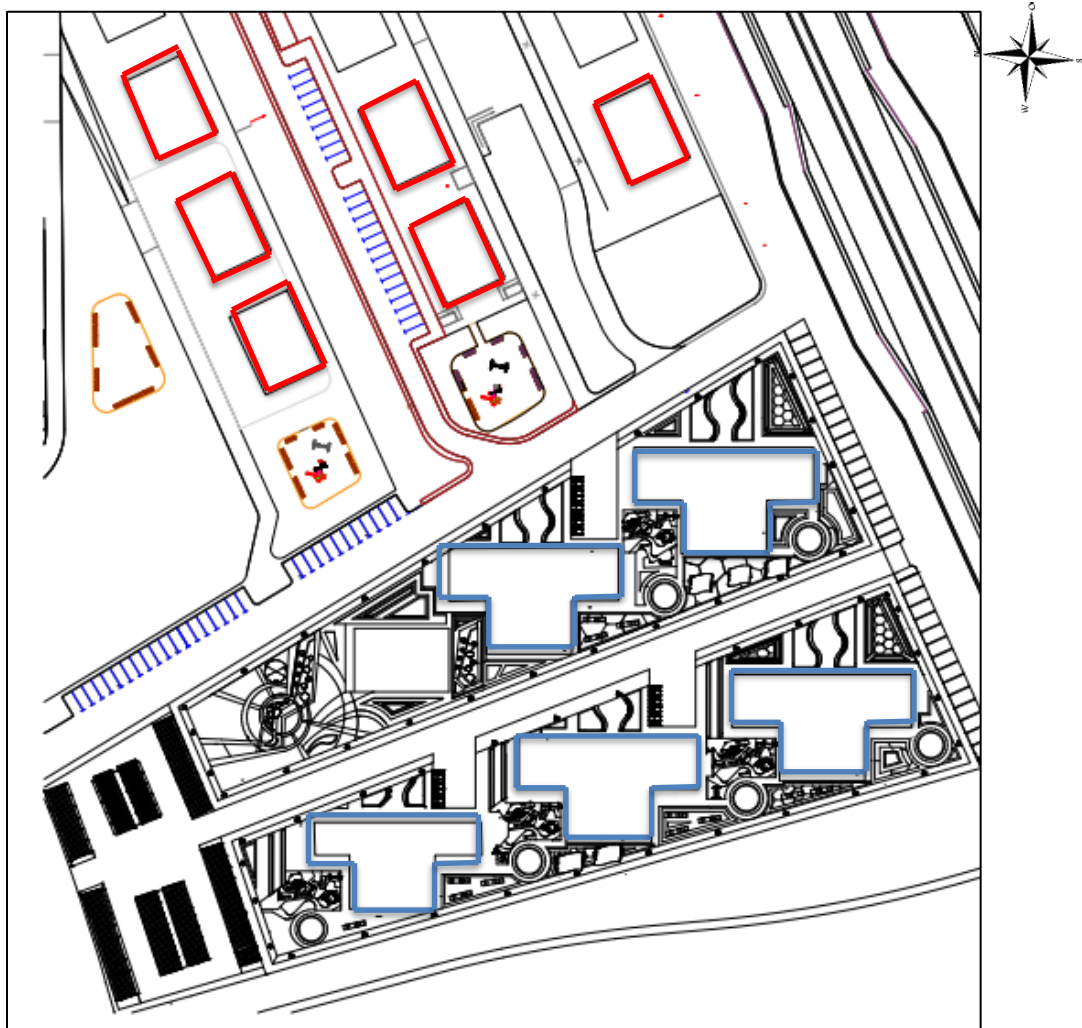




Figure 206 : schéma montre l'orientation de bâtiment ADDL et notre projet

Source : auteur

La légende :

-  La forme de notre bâtiment
-  La forme de projet ADDL

2.5.6.4 Les scénarios de simulations et exploitation des résultats

2.5.6.4.1 La simulation des bâtiments AADL

Simulation d'un bâtiment dans l'environnement immédiat de notre site d'intervention oriente est-ouest.

La simulation pour logement F3 orienté ouest :

Le mois	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Aout
La température	15,21	14,34	13,12	26,30	28,79	28,64
La consommation	95,36 kwh/m ² Class : c					

La simulation pour logement F4 est :

Le mois	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Aout
La temperature	14,71	13,83	12,52	25,90	25,90	28,48
La consummation	82,19 kwh/m ² Class: c					

Pour les deux tableaux montrent les résultats de simulation des logements F3 et F4 orienté est/ouest, nous observons que la consommation énergétique pendant toute l'année est égale 95,36 kWh/m² pour le F3 et le F4 est égale à 82,19 kWh/m² pour le f4 « la valeur est classé dans class C ».

Et de là nous avons remarqué à travers ces résultats que la température est très basse, surtout au mois de février qui était estimée à 13,12°C pour le F3 et 12,52°C pour le F4, et le taux de la consommation est très élevé selon la capacité de consommation recommandée, qui ne doit pas dépasser le 50kwh/m².

Ces résultats ne sont pas satisfaisants, et en concluons que cette orientation de l'appartement ne permet pas d'apporter un confort thermique et ne permet pas de réduire la consommation.

Meilleure orientation pour notre projet

L'objectif de ces simulations est d'étudier l'orientation optimale d'un bâtiment d'habitation pour pouvoir réduire la consommation et améliorer le confort thermique d'une manière passive. Nous avons pris le cas de l'appartement F4 et orienté les espaces de vie avec une rotation de 45°.

On a effectué plusieurs orientations du logement f4 AADL et nous avons obtenus les simulations suivantes.

	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Août
Orienté sud-nord	15,69	15,60	16,06	25,00	27,40	28,01
Orienté sud-est et nord-ouest	15,12	14,94	15,57	25,40	27,77	28,22
Orienté est-ouest	14,67	14,38	15,11	25,45	27,83	28,21
Orienté nord-est et sud-ouest	14,68	14, 34	14,90	25,17	27,58	28,01
Orienté nord sud	14,85	14, 56	15,11	24,91	27,28	27,86
Orienté nord-ouest et sud est	14,82	14,45	15,14	25,34	27,69	28,14
Orienté ouest-est	14,92	14, 60	15,40	25,58	27,94	28,39
Orienté sud-ouest et nord -est	15,33	15,08	15,70	25,45	27,84	28,35

Tableau 28 : tableau des orientations

2.5.6.4.2 Scenario d'orientation

D'après les résultats obtenus par rapport à l'orientation on a conclu que la meilleure orientation pour notre projet est l'orientation sud.

La simulation pour logement F4 orientée sud nord

Le mois	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Aout
La température	15,96	15,62	16,06	25,02	27,67	28,39
La consommation	59,39 kwh/m ² Class: B					

La simulation pour logement F3 orientée sud est

Le mois	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Aout
La température	15,23	15,09	15,45	24,70	27,18	27,85
La consommation	65,07 kwh/m ² Class: B					

La simulation pour logement F3 orientée sud-ouest

Le moins	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Aout
La température	15,01	14,80	15,23	24,90	27,37	28,08
La consommation	65,25 kwh/m ² Class: B					

Les trois tableaux montrent les résultats de simulation des logements F3 et F4 de notre projet orienté nord-sud, nous pouvons observer que la consommation énergétique pendant toute l'année est égale à 59.39 kWh/m² pour le F4 qui est orienté au sud-nord, et pour les F3, 65,07

kWh/m² pour l'appartement qui est orienté au sud-est et 65,24 kWh/m² pour l'appartement qui est orienté au sud-ouest « la valeur est classé dans class B ». On remarque que la consommation énergétique a été réduit de 27,75% en f4, et pour les appartements de F3, F3 sud-est : 31,77%, F3 sud-ouest : 31,58%.

La température a augmenté en février :

F4 sud-nord : +3,54°C

F3 sud-est : +2,33°C

F3 sud-ouest : +2,11°C

La température pour le mois de aout :

F4 sud-nord : -0,09°C

F3 sud-est : -0,79°C

F3 sud-ouest : -0,79°C

2.5.6.4.3 Scenario des matériaux

Dans cette simulation nous avons changé le matériau de construction qui est la brique par le béton cellulaire.

La simulation pour logement F4 sud nord

Le mois	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Aout
La température	17.25	17.46	17.69	25.01	27.45	28.15
La consommation	43.47 kwh/m ² Class: A					

La simulation pour logement F3 sud est

Le mois	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Aout
la température	16.95	17.14	17.17	24.27	26.65	27.27
la consommation	47.3 kwh/m ² Class: A					

La simulation pour logement F3 sud-ouest

Le mois	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Aout
La température	16.77	16.92	17.02	24.62	26.94	27.66
La consommation	47,45 kwh/m ² class : A					

Et d'après ces trois tableaux la consommation énergétique pendant toute l'année est 43.47 kWh/m² pour le F4 qui est orienté au sud-nord, et pour les F3, 47.3 kWh/m² pour l'appartement qui est orienté au sud-est et 47,45 kWh/m² pour l'appartement qui est orienté au sud-ouest « la valeur est classé dans class A ». On remarque que la consommation énergétique a été réduite de 26,81% en f4, et pour les appartements de F3, F3 sud-est : 27,31%, F3 sud-ouest : 27,25%.

La température a augmenté en février :

F4 sud-nord : +1,63°C

F3 sud-est : +1,72°C

F3 sud-ouest : +1,79°C

La température pour le mois d'aout :

F4 sud-nord : -0,24°C

F3 sud-est : -0,58°C

F3 sud-ouest : -0,42 °C

Scenario isolant

Isolant utilisé est la ouate de cellulose car elle bénéficie d'une très bonne inertie thermique et apporte une forte valeur ajoutée au confort thermique.

La simulation pour logement F4 sud nord

Le mois	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Aout
La température	17.95	18.18	18.40	25.26	27.63	28.30
La consommation	37.17 kwh/m ² Class : A					

La simulation pour logement F3 sud est

Le mois	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Aout
La temperature	17.87	18.08	18.11	24.87	27.04	27.74
La consummation	37.26 kwh/m ² Class: A					

La simulation pour logement F3 sud-ouest

Le mois	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Aout
La temperature	17.89	18.09	18.11	24.89	27.04	27.74
La consummation	37,33 kwh/m ² class : A					

Et d'après ces trois tableaux la consommation énergétique pendant toute l'année est **37.17 kwh/m²** pour le F4 qui est orienté au sud-nord, et pour les F3, **37.17 kwh/m²** pour l'appartement qui est orienté au sud-est et **37,33 kwh/m²** pour l'appartement qui est orienté au sud-ouest « la valeur est classé dans class A ». On remarque que la consommation énergétique a été réduit de 14,5 % en f4, et pour les appartements de F3, F3 sud-est : 21,23%, F3 sud-ouest : 21,33%.

La température a augmenté en février :

F4 sud-nord : +0,71C

F3 sud-est : +0,94°C

F3 sud-ouest : +1,79°C

La température pour le mois d'aout :

F4 sud-nord : -0,24°C

F3 sud-est : -0,58°C

F3 sud-ouest : -1,09 °C

2.5.6.4.4 Scenario double vitrage et protection solaire

2.5.6.4.4.1 Scenario protection solaire

La simulation pour logement F4 sud nord

Le mois	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Aout
La température	17.66	17.85	17.89	24.57	26.95	27.59
La consommation	39,47kwh/m ² Class A					

La simulation pour logement F3 sud est

Le mois	Décembre	Janvier	février	Juin	juillet	aout
La température	17.59	17.73	17.65	24.39	26.60	27.20
La consommation	35,67kwh/m ² Class : A					

La simulation pour logement F3 sud-ouest

Le mois	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Aout
La temperature	17.58	17.72	17.65	24.44	26.63	27.22
La consommation	37,83 kwh/m ² class: A					

Et d'après ces trois tableaux la consommation énergétique pendant toute l'année **39,47kwh/m²** pour le F4 qui est orienté au sud-nord, et pour les F3, **35,67kwh/m²** pour

l'appartement qui est orienté au sud-est et **37,83 kwh/m²** pour l'appartement qui est orienté au sud-ouest « la valeur est classé dans class A ».

La température a augmenté en février :

F4 sud-nord : -0,51°C

F3 sud-est -0,46°C

F3 sud-ouest : -0,46°C

La température pour le mois d'aout :

F4 sud-nord : -0,71°C

F3 sud-est : -0,54°C

F3 sud-ouest : -0,52°C

Nous remarquons qu'après avoir ajouter le protection solaire, même en hiver, la température a diminué d'environ un demi-degré.

2.5.6.4.4.2 Scenario double vitrage

La simulation pour logement F4 sud nord

Le mois	Décembre	Janvier	février	Juin	juillet	aout
La température	18.20	18.33	18.47	24.89	27.26	27.95
La consommation	32.96 kwh/m ² Class: A					

La simulation pour logement F3 sud est

Le mois	Décembre	Janvier	février	Juin	juillet	aout
La température	18.07	18.20	18.21	24.70	26.85	27.51
La consommation	33.12 kwh/m ² Class : A					

La simulation pour logement F3 sud-ouest

Le mois	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Aout
La temperature	18.09	18.20	18.21	24.71	26.84	27.50
La consummation	33,23 kwh/m ² class : A					

Et d'après ces trois tableaux la consommation énergétique pendant toute l'année **32.96 kwh/m²** pour le F4 qui est orienté au sud-nord, et pour les F3, **33.12 kwh/m²** pour l'appartement qui est orienté au sud-est et **33,23 kwh/m²** pour l'appartement qui est orienté au sud-ouest « la valeur est classé dans class A ».

La température a augmenté en février :

F4 sud-nord : +0,58°C

F3 sud-est +0,56°C

F3 sud-ouest : +0,56°C

La température pour le mois d'aout :

F4 sud-nord : +0,36°C

F3 sud-est : +0,31 °C

F3 sud-ouest : +0,28°C

Nous remarquons qu'après avoir ajouté le double vitrage, même en été, la température augmentée d'environ un demi-degré.

2.5.6.4.4.3 Scenario protection solaire et double vitrage

Afin d'atteindre la zone de confort voulu et de réduire la consommation énergétique on a utilisé protection solaire et double vitrage.

La simulation pour logement F4 sud noud

Le mois	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Aout
La température	17.88	17.99	18.06	24.55	26.87	27.46
La consommation	36,73 kwh/m ² Class A					

La simulation pour logement F3 sud est

Le mois	Décembre	Janvier	février	Juin	juillet	aout
La température	17.77	17.86	17.78	24.32	26.51	27.07
La consommation	34,47 kwh/m ² ClassA					

La simulation pour logement F3 sud-ouest

Le mois	Décembre	Janvier	Février	Juin	Juillet	Aout
La température	17.57	17.61	17.50	24.27	26.45	26.92
La consommation	35,72 kwh/m ² class : A					

Et d'après ces trois tableaux la consommation énergétique pendant toute l'année est **36,73 kwh/m²** pour le F4 qui est orienté au sud-nord, et pour les F3, **34,47 kwh/m²** pour l'appartement qui est orienté au sud-est et **35,72 kwh/m²** pour l'appartement qui est orienté

au sud-ouest « la valeur est classé dans class A ». On remarque que la consommation énergétique a été réduit de 1,19 % en f4, et pour les appartements de F3, F3 sud-est : 7,49%, F3 sud-ouest : 4,32%.

La température a augmenté en février :

F4 sud-nord : -0,34 C

F3 sud-est : -0,33 °C

F3 sud-ouest : -0,61°C

La température pour le mois d'aout :

F4 sud-nord : -0,13°C

F3 sud-est : -0,67°C

F3 sud-ouest : -0,82 °C

Nous remarquons qu'après avoir ajouté le double vitrage et le protection solaire, , la température en été et en hiver et diminué d'environ un demi-degré, dans le même temps, nous remarquons une diminution de la consommation d'énergie , et partir de là , nous avons ajouté à notre projet pour diminuer la consommation énergétique.

2.5.6.5 La comparaison entre les résultats de simulation entre projet AADL et notre projet :

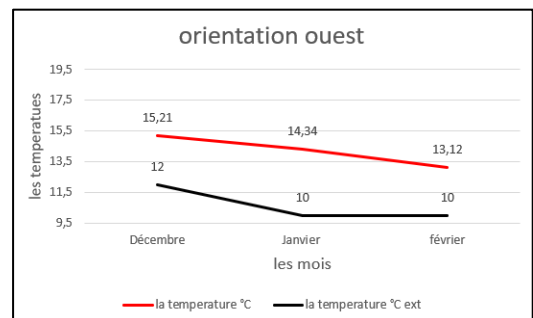
Nous ferons une simulation qui a travers les résultats que nous conclurons, nous permettra de déterminer l'orientation appropriée pour n'importe quel appartement, on va tester plusieurs orientations des appartements du projet AADL et notre projet, les orientations sont les suivantes : sud-nord, sud-est, sud-ouest, est, ouest.

- **Période hivernale pour bâtiment AADL**

- **L'orientation ouest :**

On remarque dans ce graphe, la température est basse et inferieure a la température du confort, qui est estimée à 19°C.

Et en comparant les résultats avec la température extérieure, on remarque une bonne différence, mais pas suffisante pour atteindre le confort thermique.



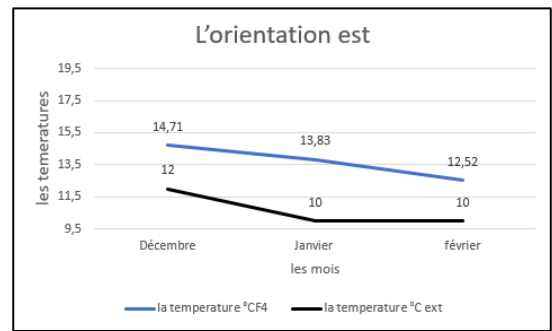
graphe 8 : la température dans la période hivernale, pour l'orientation d'ouest

La température intérieure est élevée, environ de 3 à 4 en période hivernale.

➤ **L'orientation est :**

On remarque dans ce graphe, la température est basse et inférieure à la température du confort, qui est estimée à 19°C.

Et en comparant les résultats avec la température extérieure, on remarque une bonne différence, mais pas suffisante pour atteindre le confort thermique.

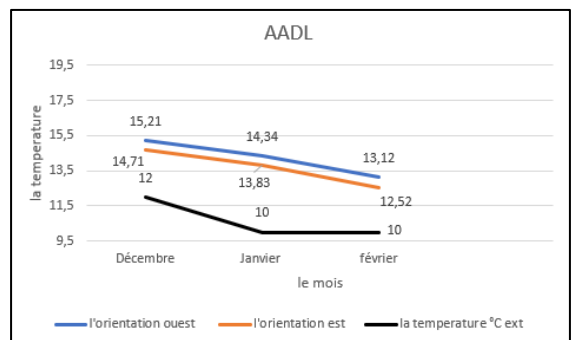


graphie 9 : la température dans la période hivernale, pour l'orientation d'est

La température intérieure est élevée, environ de 2 à 3 C° en période hivernale.

➤ **Comparaison entre l'orientation est et l'ouest :**

Après une comparaison entre les deux orientations, nous avons remarqué que la meilleure en termes de températures est le côté ouest, où la température est augmentée d'environ un degré, mais il n'a pas atteint la température du confort.

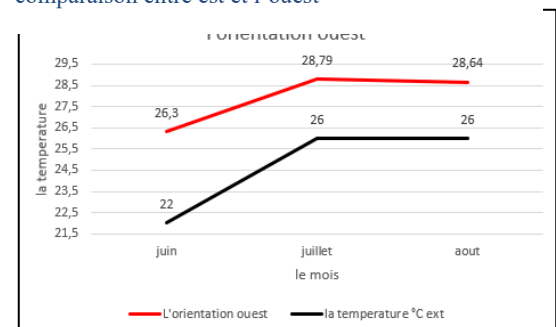


graphie 10 : la température dans la période hivernale, comparaison entre est et l'ouest

• **Période estivale pour bâtiment AADL**

➤ **L'orientation ouest :**

On constate que la température est très élevée et supérieure à la température du confort, qui est estimée à 25°C, il faut donc éviter d'orienter les espaces de vie dans cette direction pour éviter le problème de surchauffe.

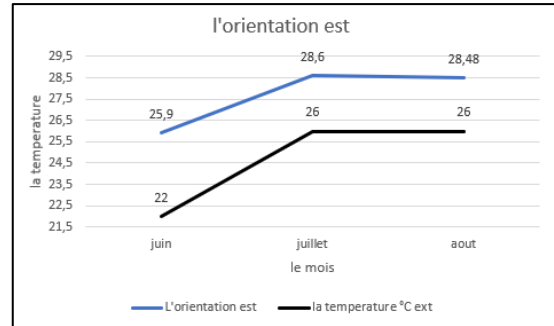


graphie 11 : la température dans la période estivale, pour l'orientation d'ouest

Et en comparant les résultats avec la température extérieure, on remarque qu'il y a une différence, étant que la température intérieure est supérieure à la température extérieure, environ de 2 à 4 C°.

➤ **L'orientation est :**

On constate que la température est très élevée et supérieure à la température du confort, qui est estimée à 25°C, il faut donc éviter d'orienter les espaces de vie dans cette direction pour éviter le problème de surchauffe.

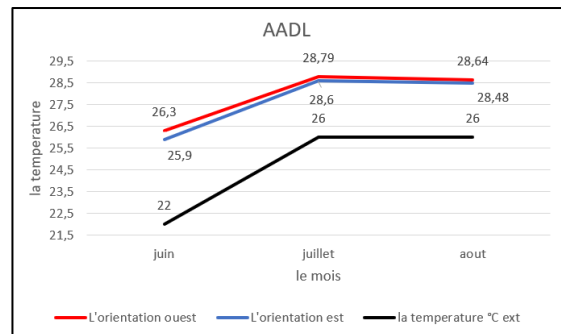


graphie 12 : la température dans la période estivale, pour l'orientation d'est

Et en comparant les résultats avec la température extérieure, on remarque qu'il y a une différence, étant que la température intérieure est supérieure à la température extérieure, environ de 2 à 3°C.

➤ **Comparaison entre l'orientation est et l'ouest :**

Après une comparaison entre les deux orientations, nous avons remarqué que la meilleure en termes de températures est le côté est, où la température est inférieure à l'autre orientation, mais il n'a pas atteint la température du confort.

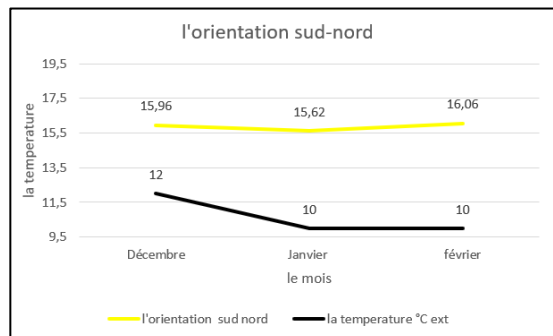


graphie 13 : la température dans la période estivale, comparaison entre est et l'ouest

• **Période hivernale pour notre projet**

➤ **L'orientation sud-nord :**

On remarque dans ce graphique, la température est basse et inférieure à la température du confort, qui est estimée à 19°C. mais elle est mieux que du projet AADL.



graphie 14 : la température dans la période hivernale, pour l'orientation sud-nord

Et en comparant les résultats avec la température extérieure, on remarque une bonne différence, mais pas suffisante pour atteindre le confort thermique.

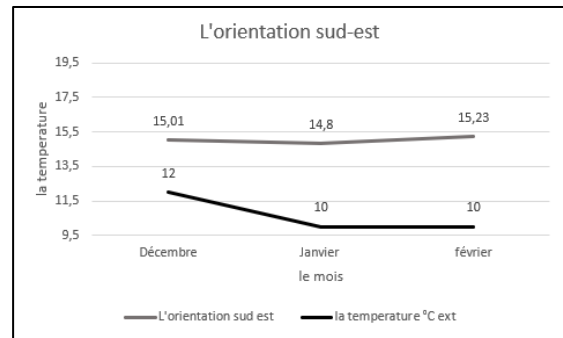
La température intérieure est supérieure à la température extérieure, environ de 3 à 6°C.

➤ **L'orientation sud-est :**

On constate que, la température est basse et inférieure a la température du confort, qui est estimée à 19°C.mais elle est mieux que du projet AADL.

Et en comparant les résultats avec la température extérieure, on remarque une bonne différence, mais pas suffisante pour atteindre le confort thermique.

La température intérieure est supérieure à la température extérieure, environ de 3 à 5 C°.



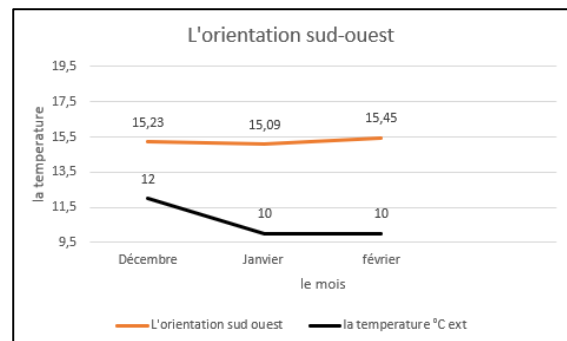
graphe 15 ; la température dans la période hivernale, pour l'orientation sud-est

➤ **L'orientation sud-ouest :**

On constate que, la température est basse et inférieure a la température du confort, qui est estimée à 19°C.mais elle est mieux que du projet AADL.

Et en comparant les résultats avec la température extérieure, on remarque une bonne différence, mais pas suffisante pour atteindre le confort thermique .

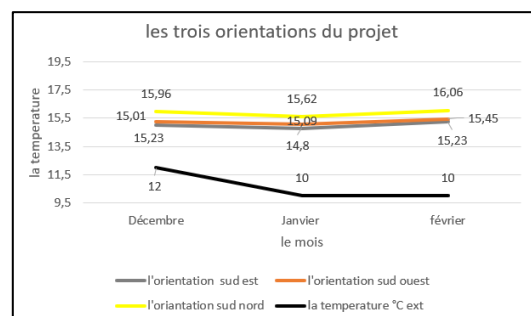
La température intérieure est supérieure à la température extérieure, environ de 3 à 5 C°.



graphe 16 : la température dans la période hivernale, pour l'orientation sud-ouest

➤ **Comparaison entre les trois orientations de notre projet :**

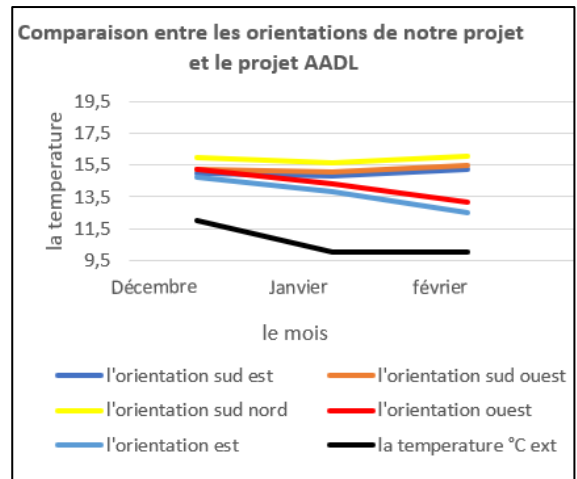
Après une comparaison entre les trois orientations, nous avons remarqué que la meilleure en termes de températures est le côté sud-nord, où la température est supérieure a les autres orientations.



graphe 17 : la température dans la période hivernale, comparaison entre les trois orientations de notre projet

➤ **Comparaison entre les orientations de notre projet et le projet AADL :**

Après une comparaison entre les cinq orientations, nous avons remarqué que la meilleure en termes de températures est le côté sud-nord, où la température est supérieure a les autres orientations, donc on remarque que toujours l'orientation de notre projet sont toujours les meilleures.

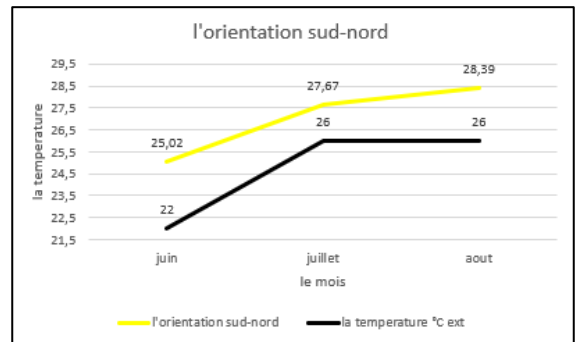


graphe 18 : la température dans la période hivernale, comparaison entre les orientations de notre projet et le projet AADL

• **Période estivale pour notre projet**

➤ **L'orientation sud-nord :**

On constate que la température est très élevée et supérieure à la température du confort, qui est estimée à 25°C. la température variée entre 25 et 28°C.

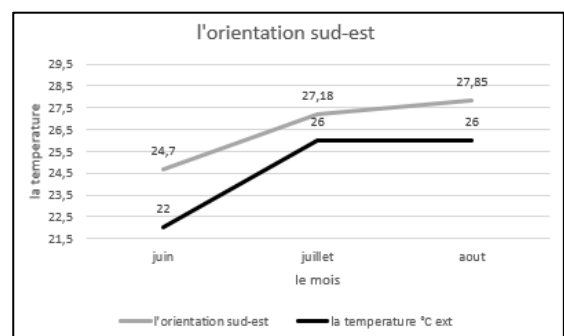


graphe 19 : la température dans la période estivale, pour l'orientation sud-nord

Et en comparant les résultats avec la température extérieure, on remarque qu'il y a une différence, étant que la température intérieure est supérieure à la température extérieure, environ de 2 à 4 C°.

➤ **L'orientation sud-est :**

On constate que la température est très élevée et supérieure à la température du confort, dans le mois juillet et août. La température variée entre 24 et 27°C.



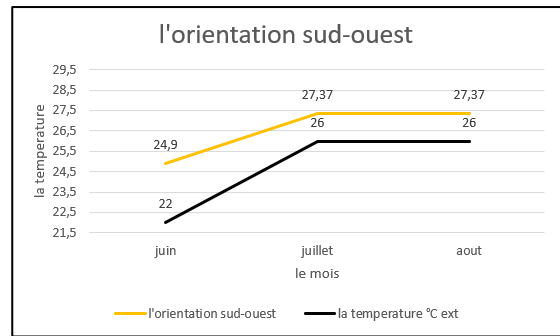
graphe 20 : la température dans la période estivale, pour l'orientation sud-est

Et en comparant les résultats avec la température extérieure, on remarque qu'il y a une différence, étant que la température intérieure est supérieure à la température extérieure, environ de 1 à 2 C°.

➤ **L'orientation sud-ouest :**

On constate que la température est très élevée et supérieure à la température du confort, dans les mois de juillet et août. La température varie entre 24 et 27°C.

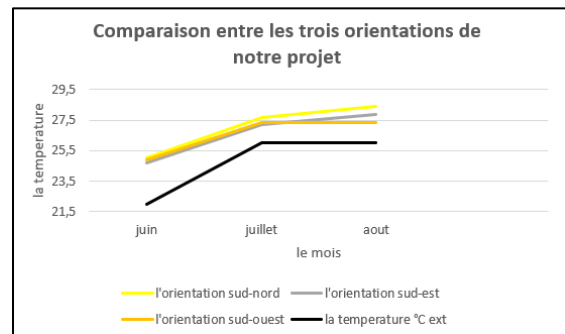
Et en comparant les résultats avec la température extérieure, on remarque qu'il y a une différence, étant que la température intérieure est supérieure à la température extérieure, environ de 1 à 2°C.



graphique 21 : la température dans la période estivale, pour l'orientation sud-ouest

Comparaison entre les trois orientations de notre projet :

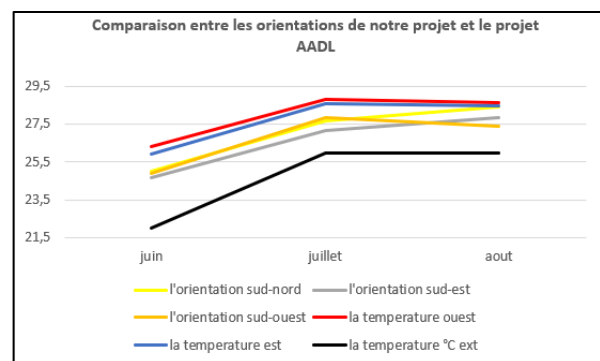
Après une comparaison entre les trois orientations, nous avons remarqué que la meilleure en termes de températures est le côté sud-est, où la température est inférieure à les autres orientations, mais il n'a pas atteint la température du confort dans le mois d'août.



graphique 22 : la température dans la période estivale, comparaison entre les trois orientations de notre projet

Comparaison entre les orientations de notre projet et le projet AADL :

Après une comparaison entre les cinq orientations, nous avons remarqué que la meilleure en termes de températures est le côté sud-est, où la température est inférieure à les autres orientations, donc on remarque que toujours l'orientation de notre projet sont toujours les meilleures.



graphique 23 : la température dans la période estivale, comparaison entre les orientations de notre projet et le projet AADL

Recommandation

On suggère pour plus améliorer la performance énergétique de notre projet les recommandations suivantes

- La toiture végétalisée
- Le pavé générateur d'énergie
- Collecte pneumatique des déchets



Figure 207 : la toiture végétalisée de notre projet

Conclusion générale

Notre projet reflète un essai d'intégrer l'ensemble des informations acquises dans la recherche thématique sur l'architecture bioclimatique et les dispositifs qui existent dans la conception bioclimatique et aussi l'habitat collectif dans le cadre du programme d'AADL en Algérie et les matérialiser dans la conception de notre projet qui consiste en la conception d'habitat collectif dans la ville nouvelle Sidi Abdellah en tenant en compte de son intégration dans l'environnement immédiat.

A travers l'analyse bioclimatique qu'on a faite on a pu identifier les dispositifs et les stratégies appropriées au climat du site et de les utiliser pour assurer le confort thermique intérieur et aussi pour réduire la consommation d'énergie pour le chauffage et la climatisation tout en respectant l'environnement.

En respectant les exigences du quartier 28 et de la ville on a essayé de concevoir un projet en harmonie avec son environnement immédiat.

Pour pouvoir répondre à nos problématiques sur l'effet de l'orientation sur le confort thermique intérieur on a fait appel à des simulations thermiques dynamiques qui ont confirmé nos hypothèses.

Pour conclure, la conception bioclimatique présente la solution architecturale pour confort thermique intérieur dans le secteur du bâtiment.

Source Bibliographique

Bibliographie

LES OUVRAGES :

- ¹ A, C., P, F., & P, .. (1998). L'architecture Climatique : Une Contribution Au Développement–page37-. EDISUD-Aix-en-Provence.
- ² Marty, A. (2011). Solar Energy Home Design. Récupéré sur <https://martinandrade.files.wordpress.com/2011/03/passive-solar-energy-my-edit.pdf>
- ³ Givoni , B. (1978). L'homme, l'architecture et le climat , p39. France: Editions du Moniteur.
- ⁴ Kharchi, R., Benyoucef, B., & Belhamel, M. (2007). Système solaire combiné. Récupéré sur Revue des Energies Renouvelables ICRES-07 Tlemcen
- ⁵ Alain lièbard, A. D. (2005). traité l'architecture et l'urbanisme bioclimatique. (l. m. 2005, Éd.) Consulté le 2022
- ⁶ Alain, L., & André , D. (2005 p 368). TRAITER D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME BIOCLIMATIQUES. Observer.
- ⁷ Alberto, Z. ((1984)). introduction à l'urbanisme operationnel et la composition urbaine. Alger .
- ⁸ Ernst. (2010). neufert Les éléments des projets de construction. (1. édition, Éd.)
- ⁹ Claude-Alain, R. (2000, août 29). THERMIQUE DU BÂTIMENT. TOUT LE CONFORT AVEC PEU D'ÉNERGIE. LAUSANNE, ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE: INSTITUT DE TECHNIQUE DU BÂTIMENT LABORATOIRE D'ENERGIE SOLAIRE ET DE PHYSIQUE DU BÂTIMENT. Récupéré sur https://www.researchgate.net/publication/299600704_Thermique_du_Batiment_-_Tout_le_confort_avec_peu_d%27energie
- ¹⁰ Direction régionale de l'Environnement, d. l. (2012, Mai). Vivre mieux dans un bâtiment avec un air de qualité. La ventilation dans les bâtiments. Récupéré sur https://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.frhttps://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/D_BROCHURE_VENTILATION.pdf
- ¹¹ 7730, I. (1994). Ambiances thermiques modérées – Détermination des indices PMV et PPD et spécification . Paris: AFNOR.
- ¹² Baruch, G. (1978.). L'homme, l'architecture et le climat.; p : 93. Paris, : Editions du Moniteur.
- ¹³ bâtiment, f. f. (2002). solutions de ventilation dans l'habitat. SOLUTIONS DE VENTILATION DANS L'HABITAT INDIVIDUEL. (SEBTP, Éd.) PARIS, france . Récupéré sur https://www.costic.com/sites/default/files/upload/telechargements/a5_ventilation_costic.pdf
- ¹⁴ Castilla, M., d, M., Álvarez, J., & Rodriguez , F. (2014). Comfort Control in Buildings. Advances in Industrial Control. Springer.
- ¹⁵ D. Asimakopoulos, , & M. Santamouris. (1996). Passive Cooling of Buildings.
- ¹⁶ Le livre blanc de l'Efficacité énergétique (éd. ZZ4000DZ). (01/03/2011). Récupéré sur https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=White+Paper&p_File_Name=ZZ4000_livre-blanc_Efficacite_Energetique-fevrier2011.pdf&p_Doc_Ref=ZZ4000DZ&_ga=2.265029583.1783415084.1656429434-924683377.1656429434
- ¹⁷ Robillard, Y. (septembre 2011). Vers un bâtiment durable : les équipements et solutions d'efficacité d'énergétique,7p. document d'efficacité d'énergétique.
- ¹⁸ Robillard, Y. (2011, septembre). Vers un bâtiment durable: les équipements et solutions d'efficacité d'énergétique.15p. quels besoin quelles solutions, quels gains? france, Document d'efficacité d'énergétique. Récupéré sur <https://fr.calameo.com/read/0010936882475d3d5ac42>

- ¹⁹ EMONT, M. B. (2013, MARS). GUIDE RELATIF A L'EFFICACITE ENERGETIQUE DANS LES BATIMENTS. APPLICATION A UN ETABLISSEMENT SCOLAIRE, Etablissements scolaires et énergies renouvelables,7p.
- ²⁰ Jannot, Y., & Djiako, T. (1994). Economie d'énergie et confort thermique dans l'habitat en zone tropicale. International Journal of Refrigeration, pp. 166-173.
- ²¹ KAOULA.D. (2017). les paramètres passifs de l'architecture bioclimatique. cours de master 2 . université de blida: institut d'architecture .
- ²² HAUMONT. (1968). Habitat et modèles culturels. (Vol. 2). (R. f. sociologie, Éd.)
- ²³ XAVIER, M., & ALETH , P. (1995). La fabrication des villes. GEVR.
- ²⁴ Givoni, B. (1978). L'homme, l'architecture et le climat . France.: Moniteur.
- ²⁵ Lamraoui, S. (2021). Cours logement espace et usage. Université de Blida.
- ²⁶ (Mai 2016). L'isolation thermique du. - FRANCE: Enersens SAS. Récupéré sur <https://enersens.eu/wp-content/uploads/2020/07/Lisolation-thermique-du-bâtiment-Enersens-2016.pdf>
- ²⁷ J., L. (2008). «Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings, International Energy Agency» p.71. Paris: OECD/IEA. Récupéré sur https://issuu.com/finestumehitusekspertiisid/docs/energy_performance_of_certification
- ²⁸ Khalissa, m. H. (2014). confort thermique. master1: architecture et environnement matière: sciences pour l'architecture . Biskra, faculté des sciences et de la technologie departement d'architecture, algerie: université de Biskra,. Récupéré sur <http://univ-biskra.dz/enseignant/hamel/2014/Cours%2005%20Confort%20thermique%2002.pdf>
- ²⁹ Khalissa, m. H. (2014). master 1 : architecture et environnement matière: sciences pour l'architecture. confort thermique. beskra , faculté des sciences et de la technologie departement d'architecture , algerie : université de Biskra. Récupéré sur <http://ar.univ-biskra.dz/enseignant/hamel/2014/Cours%2004%20Confort%20thermique%2001.pdf>
- ³⁰ Laustsen, J. (2008). Energy Efficiency Requirements in Building Codes, Energy Efficiency Policies for New Buildings. (I. E. (IEA), Éd.) Paris: IEA Information Paper. Récupéré sur https://issuu.com/finestumehitusekspertiisid/docs/energy_performance_of_certification
- ³¹ Lefebvre, H. ((2000)). Politique de l'espace. Paris.
- ³² livre de l'Efficacité énergétique des bâtiments. (2011, Septembre). Yoann Kassianides.
- ³³ Maugard, A., Miller, J.-R., & Quenard, D. (2000). livre vers des bâtiment à énergie positive" présentation du CSTB , .
- ³⁴ Rieser, T. (OCTOBRE 2012). LES PONTS THERMIQUES DANS LES BÂTIMENTS PERFORMANTS, p2. Mutuelle des Architectes Français assurances. Récupéré sur <https://www.enertech.fr/wp->
- ³⁵ Norberg-Schulz, C. . Habiter: vers une architecture figurative. Paris: Electa moniteur.
- ³⁶ Lorraine, D. R. (2013, Février). L ' a r c h i t e c t u r e é c o - r e s p o n s a b l e. Récupéré sur Les capteurs solaires: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj9jIuMlcz4AhVR77sIHQfMBqEQFnoECAYQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.culture.gouv.fr%2Fcontent%2Fdownload%2F61950%2Ffile%2FCapteurs%2520solaires.pdf%3FinLanguage%3Dfre-FR&usg=AOvVaw31uqixSmUF>
- ³⁷ vitruve. (1692). « Les dix livres d'architecture » traduction de Perrault C. paris: A. Balland.
- ³⁸ Leroux, M. (1983). Climate of tropical Africa,P.25. Champion.
- ³⁹ (05 juillet 2013). SAINT-JEAN DE BRAYE , ECO-QUARTIER. Récupéré sur https://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Clos_du_Hameau_cle59b1cf.pdf
- ⁴⁰ Ecoquartier du Hameau à SAINT-JEAN DE BRAYE (45). (Juillet 2021). Récupéré sur

https://www.semdo.fr/wp-content/uploads/2017/01/Ecoquartier-SAINT-JEAN-DE-BRAYE_compressed.pdf

- 41 marie, d., & nicolas. (juin 2015). Paris 8ème arrondissement. Paris. Récupéré sur
<https://www.architectes-pour-tous.fr/sites/default/files/agence/portfolio/book-2016-1.pdf>
- 42 Rossi, A. (1974). L'habitation de la ville, In l'architecture d'aujourd'hui N° 174, p3.
- 43 Clair, & Michel, D. (1982). Méthode illustrée de création architectural. Le Moniteur.
- 44 ekambi , j. (1982). la perception de l'habitat, p.26. paris.
- 45 lefevre, h. (2000). politique de l'espace, p 11. paris: anthropos.
- 46 Habitat intermédiaire –Bessin Urbanisme.
- 47 ZUCHELLI , A. (1984). Introduction à l'urbanisme opérationnel et à la composition urbaine, p 86. V.3.Alger.

THESES ET MEMOIRE :

- 1 BEN AMEUR, O. (2016). ETUDE DE L'IMPACT DU RAFRAICHISSEMENT DES FONTAINES D'EAU DANS LES MAISONS A PATIO, . CAS DES ZONES SAHARIENNES. Biskra: Université Mohamed Khider .
- 2 benhalilou, K. (2008). impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estivale du bâtiment : cas du. mémoire de magistère, p.37.
- 3 Chabi, m. (2009). ETUDE BIOCLIMATIQUE DU LOGEMENT SOCIAL-PARTICIPATIF DE LA VALLEE DU M'ZAB : CAS DU KSAR DE TAFILELT. Mémoire de Magister en Architecture. ALGÉRIE: UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI TIZI-OUZOU. Récupéré sur <https://www.ummo.dz/dspace/handle/ummo/877>
- 4 Foura, Y. (2006). Typification, standardisation, et homogénéisation des logements et homogénéisation des logements et ensembles d'habitations : l'impact sur les permanences, les modèles culturels et l'habiter. Thèse de doctorat.
- 5 Berkouk, D. (2017). Évaluation du confort thermique et lumineux dans le logement collectif. Étude comparative entre le social et le promotionnel, dans la ville de Biskra. Biskra, algerie: Université Mohamed Khider.
- 6 Dillmann, D. (2014). Architecture solaire passive et réhabilitation. Ecole d'Architecture de la ville et des territoires.
- 7 Karima, B. (2008). Impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment. constantine: Université de constantine.
- 8 Khadraoui, & M.A . (2019). Etude d'optimisation de la façade pour un confort thermique et efficacité énergétique (cas des bâtiments tertiaires dans un climat chaud et aride). Algérie: these doctorat, universite Biskra.
- 9 HADDAM Muhammad Abdalkhalq Chuyb. (2015). Application quelques notions de la conception bioclimatique pour l'amélioration de la température interne d'un habitat. Tlemcen: Université Abou Bakr Belkald .
- 10 hadi, M. K. (2013, Juin). Evaluation De La Consommation Énergétique Des Logements A Haute Performance Energetitique De Tamanrasset. Blida, Département de Mécanique, algerie: Université Saad Dahlah De Blida.
- 11 Mohammed, M. M. (2012, Septembre). Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public . Cas du département d'Architecture de Tamda (Tizi-Ouzou)43p. Tizi Ouzou, MÉMOIRE DE MAGISTER EN , algerie: Université Mouloud Mammeri .
- 12 Mohammed, M. M. (2012, Septembre). Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public. :Cas du département d'Architecture de Tamda (Tizi-Ouzou),44-46p. Tizi Ouzou, MÉMOIRE DE MAGISTER EN , algerie: Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.

- ¹³ ZAID, M. H. (2011-2012). Vers un processus intégratif de conception et de fabrication du logement collectif en Algérie. Cas d'El Harrouch, Mémoire de Magister, Université Ferhat Abbas Sétif.
- ¹⁴ zarzar, m. (s.d.). memoire: Production et performance des capteurs hybrides (PV/T) à eau intégrés dans le bâtiment-cas de l'Algérie. Récupéré sur academia: https://www.academia.edu/39537564/Capteur_solaire
- ¹⁵ pierre, f. (1996). stratégration de la composante énérgitique dans la pédagogie du projet d'architecture, p98. école des mines de paris: thèse de doctorat.

SITE WEP :

- ¹ (s.d.). Récupéré sur [hup://www.new-learn.info/packages/arch/docs/lea/les_ch2_fr.pdf](http://www.new-learn.info/packages/arch/docs/lea/les_ch2_fr.pdf)
- ² (s.d.). Récupéré sur [toutsurlisolation: www.toutsurlisolation.com](http://toutsurlisolation.com)
- ³ (s.d.). Récupéré sur www.vegetalid.fr: <https://www.vegetalid.fr/en-savoir-plus-sur-la-vegetalisation/qu-est-ce-qu-une-toiture-vegetale.html>
- ⁴ (s.d.). Récupéré sur www.maspe.com: <https://www.maspe.com/fr/guide/approfondissement/les-paves-permeables>
- ⁵ https://www.cder.dz/download/ICRES07_18.pdf
- ⁶ (2022). Récupéré sur AADL : <https://www.aadl.com.dz>
- ⁷ (2022). Récupéré sur totalenergies.fr: <https://www.totalenergies.fr/particuliers/parlons-energie/dossiers-energie/comprendre-le-marche-de-l-energie/que-signifie-la-classe-energie-d-un-logement#:~:text=Concr%C3%A8tement%2C%20un%20bien%20class%C3%A9%20A,avec%20de%20fortes%20d%C3%A9perditions%20tactu-environnement>. (s.d.). Coefficient de transmission thermique (U). Récupéré sur [actu-environnement.](http://actu-environnement.com): https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/coefficient_de_transmission_thermique_u.php4#:~:text=Le%20coefficient%20de%20transmission%20thermique,d%27autre%20de%20ladite%20paroi.
- ⁹ Agence d'Urbanisme de la Région Nantaise. (s.d.). Qu'est-ce qu'un îlot de chaleur ? Récupéré sur Agence d'Urbanisme de la Région Nantaise: <https://auran.org/content/quest-ce-quun-ilot-de-chaleur?>
- ¹⁰ alertes-meteo. (s.d.). Chauffage, ventilation et climatisation - Tout sur les économies de chauffage. Récupéré sur [alertes-meteo](http://alertes-meteo.com): <https://alertes-meteo.com/chauffage/chauffage.htm#:~:text=chauffage%2C%20ventilation%20et%20climatisation%2C%20régulation,froide%20et%20à%20température%20variable>.
- ¹¹ [aprimeenergie](http://aprimeenergie.com), L. d. (s.d.). Le chauffage à air pulsé, fonctionnement avantages,. Récupéré sur [aprimeenergie](http://aprimeenergie.com): <https://www.laprimeenergie.fr/les-travaux/le-chauffage/a-air-pulse>
- ¹² [archidesign](http://archidesign.ma), architectes lahlou, & associés. (2010, septembre octobre). magazine instalmaroc. Récupéré sur [archidesign](http://archidesign.ma): <https://www.archidesign.ma/static/assets/publications/installmaroc.pdf>
- ¹³ Bodart, M. (2007). Les Cahiers de l'Urbanisme N°66, Chargée de Recherche FNRS. Louvain-la-Neuve, Belgique: Université catholique de Louvain,. Récupéré sur wallonie.be.
- ¹⁴ Cabiroi, T., & Roux, D. (1984). : Ministère de l'habitat. : Ministère de l'habitat. Aix-en-provence : edisud .
- ¹⁵ Chauffage utilisant la vapeur sous basse pression pour transmettre la chaleur. (2007, sept. 01). Récupéré sur [techniques-ingenieur](http://techniques-ingenieur.com): <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/construction-et-travaux-publics-th3/techniques-du-batiment-le-chauffage>

- 43814210/le-mode-de-transmission-de-la-chaleur-tba2605/chauffage-utilisant-la-vapeur-sous-basse-pression-pour-transmettre-la-chal
- 16 Confort thermique. (2010). Récupéré sur ecophon: <https://www.ecophon.com/fr/a-propos-de-nous/functional-demands/thermal-comfort>
- 17 conseils-thermiques. (s.d.). Le triple vitrage. Récupéré sur conseils-thermiques: [https://conseils-thermiques.org/contenu/triple_vitrage.php#:~:text=Le%20triple%20vitrage%2C%20comme%20son,mm%20pour%20les%20plus%20performants\)](https://conseils-thermiques.org/contenu/triple_vitrage.php#:~:text=Le%20triple%20vitrage%2C%20comme%20son,mm%20pour%20les%20plus%20performants)).
- 18 Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). *Solar Engineering of Thermal Processes*. Wiley: University of Wisconsin-Madison.
- 19 durable, d. g. (s.d.). Implantation et forme des bâtiments. Récupéré sur guide batiment&durable: <https://www.guidebatimentdurable.brussels/free-cooling/implantation-forme-batiments-quels-choix-influencent-effets-vent>
- 20 ecohabitation. (2013, mars 29). LES SYSTÈMES DE DISTRIBUTION DE CHALEUR À EAU CHAUDE. Récupéré sur ecohabitation: <https://www.ecohabitation.com/guides/2536/les-systemes-de-distribution-de-chaleur-a-eau-chaude/>
- 21 Efficacité énergétique définitions. (s.d.). Récupéré sur totalenergies: <https://www.totalenergies.fr/4/parlons-energie/lexique/efficacite-energetique>
- 22 energieplus. (2020, sept 23). Confort thermique : généralité. Récupéré sur energieplus: <https://energieplus-lesite.be/theories/confort11/le-confort-thermique-d1/>
- 23 energieplus. (2020, mars 12). Ventilation naturelle. Récupéré sur energieplus: <https://energieplus-lesite.be/techniques/ventilation8/ventilation-hygienique/systemes-de-ventilation/ventilation-naturelle>
- 24 energieplus. (s.d.). Ventilation hybride. Récupéré sur energieplus: <https://energieplus-lesite.be/techniques/ventilation8/ventilation-hygienique/systemes-de-ventilation/ventilation-hybride/#Avantages>
- 25 eRT2012. (s.d.). Les principes de base d'une conception bioclimatique. Récupéré sur eRT2012: <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>
- 26 Faggianelli, G. A. (2015). *Rafraîchissement par la ventilation naturelle traversante des bâtiments en climat méditerranéen*. France: Génie des procédés, Université Pascal Paoli.
- 27 fonctionne de chauffage électrique. (s.d.). Récupéré sur électricité gaz service: <https://fr.eni.com/particuliers/comprendre-energie/entretien-equipements/fonctionnement-chauffage-electrique>
- 28 hauglustaine, J.M., & Simon.F. (février 2006). *la conception globale de l'enveloppe et l'nergie quide pratique pour les architectes. quide pratique pour les architectes .*
- 29 Isolant thermique. (s.d.). Récupéré sur climamaison: <https://www.climamaison.com/lexique/isolant-thermique.htm>
- 30 Jacquet, S. (2011). *Performance énergétique d'une toiture végétale au centre-ville de Montréal*. UK: L'École de technologie 38 FACER J: "The role of 'greening' in commercial property development" Fourth-year undergraduate project.
- 31 JUHOOR, K. (2020, SEPTEMBRE 13). la ventilation naturelle des batiments. Récupéré sur efuzif: <https://efuzif.com/quest-ce-que-la-ventilation-naturelle-des-batiments>
- 32 la conception-bioclimatique. (s.d.). Récupéré sur asder.asso: <https://www.asder.asso.fr/conception-bioclimatique/>
- 33 Le rôle de la couleur dans la consommation d'énergie. (s.d.). Récupéré sur alwaysdata: https://costeno16.alwaysdata.net/07_le_role_de_la_couleur.html
- 34 Le verre dans le bâtiment. (s.d.). Récupéré sur memoireonline: https://www.memoireonline.com/06/11/4570/m_Le-verre-dans-le-batiment0.html

- 35 Lefebvre, T. (2021, avril 1). Principes de base des chaudières à vapeur résidentielles. Récupéré sur aio.caq: <https://aio.caq.com/9433/principes-de-base-des-chaudieres-a-vapeur-residentielles>
- 36 LES CRITÈRES TECHNIQUES. (s.d.). Récupéré sur lamaison passive: <https://www.lamaisonpassive.fr/la-construction-passive/les-criteres-techniques/>
- 37 Les radiateurs électriques. (2016, Juin 21). Récupéré sur particuliers.promotelec: <https://particuliers.promotelec.com/solutions/radiateur-electrique-performance-entretien/>
- 38 maison, c. (s.d.). Chauffage. Récupéré sur clima maison: <https://www.climamaison.com/lexique/chauffage.htm>
- 39 Mansouri, Y. (s.d.). conception des enveloppes de batiments pour le renouvellement d'air par ventilation naturelle en climat tempérés proposition d'une méthodologie de conception . thèse de memoire , à l'ecole d'architecture de nantes 2003.
- 40 m-habitat. (s.d.). Le chauffage central à eau chaude. Récupéré sur m-habitat: https://www.m-habitat.fr/choisir-son-energie/les-types-de-chauffage/le-chauffage-central-a-eau-chaude-29_A#:~:text=Le%20chauffage%20central%20à%20eau%20chaude%20est%20un%20système%20qui,apporter%20la%20chaleur%20aux%20radiateurs.
- 41 Ministère de l'écologie, d. d. (s.d.). Matériaux de construction. Récupéré sur VEGETAL(E) le portail des matéeiaux bio-sourcés: http://www.vegetal-e.com/fr/materiaux-de-construction-definition_213.html
- 42 Mode de chauffage écologique. (s.d.). Récupéré sur heero: <https://heero.fr/prime-eco-energie/eco-chauffage/chauffage-ecologique/mode-de-chauffage-ecologique/>
- 43 nord la département,le guide de l'hebergement touristique durable. (2004). Récupéré sur les principes de l'architecture bioclimatique : https://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fhebergement-touristique-durable.lenord.fr%2Farchitecture-bioclimatique.html%3Ffbclid%3DIwAR1rD9o51IXIqgEW7fIERxbJ7hqNuqId_B-L8QTHkiFgxUrZULSjG2HdPsI&h=AT1XwKJbbfGmRpm4HSpAfUBeHStXeJrz5zgXJU_s64FiiJvWICRkZCj7IOKU
- 44 ooreka. (s.d.). Ventilation naturelle assistée. Récupéré sur ooreka: <https://vmc.ooreka.fr/astuce/voir/616913/ventilation-naturelle-assistee>
- 45 optimisation energetique des batiments. (s.d.). Récupéré sur dsa-technologies: (<https://dsa-technologies.com/optimisation-energetique-des-batiments>).
- 46 passivact. (2012 , janvier 16). Une approche globale du confort. Récupéré sur passivact: <https://passivact.fr/Concepts/files/Confort-ApprocheGlobale.html>
- 47 philippe , t., & michel , i. (2008). batiment basse consommation. guide AITF. Récupéré sur https://www.aitf.fr/system/files/files/eguide_conception-batiment-bbc_amoies_aitf_edf.pdf
- 48 quelleenergie, L. d. (s.d.). Tout savoir sur le chauffage à air pulsé. Récupéré sur quelleenergie: <https://www.quelleenergie.fr/economies-energie/le-chauffage/a-air-pulse>
- 49 RAJI, S. (2006, décembre 21). Caractérisation hygro thermique, par une approche multi échelle, de constructions en bois massif en vue d'amélioration énergétique et de valorisation environnementale. SCIENCES DU BOIS : L'UNIVERSITE BORDEAUX I .
- 50 Razika, K. (2013). L'efficacité énergétique dans le bâtiment. Recherche et Développement. Equipe bioclimatique, Division Solaire Thermique et Géothermie - CDER. Récupéré sur https://www.cder.dz/vlib/bulletin/pdf/bulletin_028_05.pdf
- 51 Rebeyrol, F. (2008 , mars 04). Les paramètres du confort dans l'habitat, 1 . Le confort comme forme sociale récente OÙ un certain être au monde passe Par le bonheur technique . Technicien du cadre bâti .
- 52 Résistance thermique et performance. (s.d.). Récupéré sur tout sur l'isolation: <https://www.toutsurlisolation.com/resistance-thermique-et->

- performance#:~:text=La%20résistance%20thermique%20R%20(en,%3A%20R%20%3D%20e%20%2F%20λ%20.
- ⁵³ content/uploads/modules/catalogue/pdf/45/_Fiche_PontsThermiquesT17_Imprimeur20sept.pdf
- ⁵⁴ Roulet, & C, A. (2008). Conditions de confort et de logement sain. Lausanne: EPFL.: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes ed.
- ⁵⁵ S.Mazouz. (2008). Elémnts de cocneption architectural,OPU(Office des Publications universitaires 4eme edition. Alger: Office des publications universitaires.
- ⁵⁶ Sahli, S. (2013, déc 10). systeme-solaire-passif. Récupéré sur slideshare: <https://fr.slideshare.net/Saamysaami/systeme-solaire-passif>
- ⁵⁷ SALMI, S. (2019 - 2020). confort et habitat Cours n°11. 2eme année Architecture LMD Matière: Théorie de projet. Tlemcen, Faculté de Technologie Département d'Architecture, algerie : Université Abou Bekr Belkaid - Tlemcen. Récupéré sur Université Abou Bekr Belkaid - Tlemcen.
- ⁵⁸ Samia, L. (2014). mémoire (Forme architecturale et confort hygrothermique dans les bâtiment éducatifs)P384. Biskra: cas des infrastructures d'enseignement supérieur en régions arides.
- ⁵⁹ SCHL (Société canadienne d'hypothèques et de et de logement). (2014). architecturale sur la performance énergétique potentielle des collectifs d'habitation. guide Impact de la forme. Canada.
- ⁶⁰ sinusenergie. (2020, septembre 2). le-photovoltaïque-qu'est-ce-que-le-photovoltaïque. Récupéré sur sinusenergie.: <https://sinusenergie.botamp.site/blog/le-photovoltaïque-qu'est-ce-que-le-photovoltaïque>
- ⁶¹ solarpedia. (2014 , décembre 9). L'architecture solaire passive. Récupéré sur solarpedia: http://fr.solarpedia.net/wiki/index.php?title=L%27architecture_solaire_passive&fbclid=IwAR1UF5i9b3AW9rsuuVmZKStR26niQ2yKl5d0JyGG_1jB8Yc-cko5IR595oI
- ⁶² Thiers, S. (January 2008). Bilans énergétiques et environnementaux de bâtiments à énergie positive. Récupéré sur [https://www.researchgate.net/publication/47684552_Bilans_energetiques_et_environmentaux_x_de_batiments_a_energie_positive](https://www.researchgate.net/publication/47684552_Bilans_energetiques_et_environmentaux_de_batiments_a_energie_positive)
- ⁶³ type de chauffage électrique. (s.d.). Récupéré sur <https://www.atlantic.fr/Chauffer-le-logement/Chauffage-electrique/Guide-Chauffage/Quel-type-de-chauffage-electrique-est-fait-pour-moi>: <https://www.atlantic.fr/Chauffer-le-logement/Chauffage-electrique/Guide-Chauffage/Quel-type-de-chauffage-electrique-est-fait-pour-moi>
- ⁶⁴ vitrekhezzane. (2016). DOUBLE OU TRIPLE VITRAGE. Récupéré sur vitrekhezzane: <https://www.vitrekezzane.com/index.php/features/double-ou-triple-vitrage>
- ⁶⁵ WALLONE, E. (2003). type de vitrage. Récupéré sur Réinventons l'énergie.: <http://www.fermalux.be/>
- ⁶⁶ wright, d. (fevrier 1991). soleil,nature,architecture. thome media.
- ⁶⁷ xpair. (s.d.). Confort thermique. Récupéré sur xpair: https://www.xpair.com/lexique/definition/confort_thermique.htm
- ⁶⁸ 25 logements collectifs sociaux à Saint-Jean-de-Braye (45). (2016, février). Récupéré sur mdnh: <http://mdnh.fr/sjdb/>
- ⁶⁹ 27 logements sociaux quartier de boissiere a noisy . (s.d.). Récupéré sur caue-observatoire: <https://www.caue-observatoire.fr/ouvrage/27-logements-sociaux-quartier-de-boissiere-a-noisy-sec/>
- ⁷⁰ habitat individuel. (s.d.). Récupéré sur dic academic: <https://dic.academic.ru>
- ⁷¹ www.p permis-de-construire-architecte.fr

Listes des figures

FIGURE 1 : L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE.....	18
FIGURE 2 : ARCHITECTURE VERNACULAIRE.....	19
FIGURE 3 : ARCHITECTURE ANTIQUE.....	19
FIGURE 4 : CAS DE MAISONS MITOYENNES CASBAH.....	20
FIGURE 5 : ARCHITECTURE MODERNE.....	20
FIGURE 6 : ARCHITECTURE SOLAIRE.....	21
FIGURE 7 : ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE.....	21
FIGURE 8 : LES PRINCIPES DE L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE.....	22
FIGURE 9 : SCHEMA IMPLANTATION BIOCLIMATIQUE.....	23
FIGURE 10 : L'INFLUENCE DE LA TAILLE DU BATIMENT.....	24
FIGURE 11 : L'ORGANISATION DES ESPACES.....	25
FIGURE 12 : L'ORIENTATION DU BATIMENT.....	25
FIGURE 13 : PROTECTION SOLAIRE.....	26
FIGURE 14 : CHAUFFAGE SOLAIRE PASSIF.....	27
FIGURE 15 : RAFRAICHISSEMENT PASSIF.....	27
FIGURE 16 : L'ECLAIRAGE NATUREL.....	28
FIGURE 17 : L'ORIENTATION DU BATIMENT.....	30
FIGURE 18 : L'IMPLANTATION D'UN BATIMENT.....	30
FIGURE 19 : L'ÎLOT DE CHALEUR.....	30
FIGURE 20 : L'IMPACT DE LA VEGETATION.....	30
FIGURE 21 : COMPACTITE DE DIFFERENTES FORMES GEOMETRIQUES.....	31
FIGURE 22 : LES RUES RESSERREES PRESERVENT LA CHALEUR EN HIVER ET CREENT DE L'OMBRE EN CLIMATS CHAUDS.....	31
FIGURE 23 : COEFFICIENT D'ABSORPTION DES PEINTURES SUIVANT LA COULEUR.....	31
FIGURE 24 : LA COMPACTITE D'UN BATIMENT.....	31
FIGURE 25 : INERTIE THERMIQUE.....	31
FIGURE 26 : LES DIFFERENTS MATERIAUX DE CONSTRUCTION.....	31
FIGURE 27 : ISOLATION THERMIQUE DES MURS : PAR L'INTERIEUR OU PAR L'EXTERIEUR.....	31
FIGURE 28 : LE DOUBLE ET TRIPLE VITRAGE.....	31
FIGURE 29 : PROTECTION DU BATIMENT.....	32
FIGURE 30 : PROTECTION VEGETALE.....	32
FIGURE 31 : PROTECTION MOBILE.....	32
FIGURE 32 : LA COMPOSITION DE LA TOITURE VEGETALISEE.....	32
FIGURE 33 : LA PROTECTION DE LA TERRASSE ET DU SOL ENVIRONNANT.....	32
FIGURE 34 : COUPE PRESENTE VENTILATION NATURELLE DANS UN MAISON.....	32
FIGURE 35 : LA VENTILATION NATURELLE DANS UN MAISON.....	32
FIGURE 36 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE STRATEGIE DE L'HIVER.....	33
FIGURE 37 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE STRATEGIE DE L'ETE.....	34
FIGURE 38 : SCHEMA SIMPLIFIE D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE.....	34
FIGURE 39 : CAPTEUR SOLAIRES THERMIQUE.....	35
FIGURE 40 : SOLAIRE THERMIQUE. INSTALLATION DE CHAUFFAGE SOLAIRE ; CHAUFFE-EAU SOLAIRE.....	35
FIGURE 41 : LE DIAGRAMME D'OLGYAY.....	35
FIGURE 42 : DIAGRAMME DE GIVONI.....	35
FIGURE 43 : LA GAMME DE CONFORT DE DE DEA.....	35
FIGURE 44 : LES TRIANGLES DE CONFORT, AVEC DES STRATEGIES DE CONCEPTION AJOUTEES EVANS (2003)..	35
FIGURE 45 : LE DIAGRAMME D'SZOKOLAY.....	36
FIGURE 46 : LE CONFORT PHONIQUE.....	37
FIGURE 47 : LE CONFORT ACOUSTIQUE.....	37
FIGURE 48 : LE CONFORT VISUEL.....	37
FIGURE 49 : LE CONFORT OLFACTIF.....	37
FIGURE 50 : CONFORT THERMIQUE DANS UN BATIMENT.....	37
FIGURE 51 : ECHANGES THERMIQUES ENTRE L'INDIVIDU ET L'AMBIANCE.....	39
FIGURE 52 : POURCENTAGES PREVISIBLES D'INSATISFAITS EN FONCTION DU PMV.....	39
FIGURE 53 : L'INFLUENCE DE L'HUMIDITE SUR LE CORPS.....	40
FIGURE 54 : TEMPERATURE OPERATIVE IDEALE EN FONCTION DE L'HABILLEMENT ET DU METABOLISME.....	40
FIGURE 55 : L'INFLUENCE DE LA VITESSE DE L'AIRE SUR LE CONFORT THERMIQUE.....	40
FIGURE 56 : DIAGRAMME DE GIVONI.....	41

FIGURE 57 : LA VENTILATION NATURELLE DANS UN BATIMENT	42
FIGURE 58 : LA VENTILATION NATURELLE DANS UN BATIMENT	43
FIGURE 59 : VENTILATION NATURELLE ASSISTEE	43
FIGURE 60 : VENTILATION NATURELLE CONTROLEE.....	43
FIGURE 61 : LE TIRAGE THERMIQUE.....	44
FIGURE 62 : PRINCIPES CONSTRUCTIFS FAVORISANT LES DIFFERENCES DE PRESSIONS DUES AU VENT	44
FIGURE 63 : VENTILATION NATURELLE PAR CIRCUITS SEPARES DE LA SELLE DE BAIN, LA CUISINE	44
FIGURE 64 : EXEMPLE DE VENTILATION MECANIQUE SIMPLE FLUX EN MAISON INDIVIDUELLE.....	45
FIGURE 65 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE VMR	45
FIGURE 66 : LA VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE (VMC) SIMPLE FLUX	45
FIGURE 67 : PRINCIPE D'UNE VMC DOUBLE FLUX	45
FIGURE 68 : PRINCIPE D'UNE VMI.....	45
FIGURE 69 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE VMC SIMPLE FLUX.....	45
FIGURE 70 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE VMC DOUBLE FLUX.....	45
FIGURE 71 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE SYSTEMES A GRAVITE	47
FIGURE 72 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE SYSTEMES A CIRCULATION FORCEE	47
FIGURE 73 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT CHAUFFAGE PAR AIR PULSE	47
FIGURE 74 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT CHAUFFAGE ELECTRIQUE	47
FIGURE 75 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT CHAUFFAGE ECOLOGIQUE	47
FIGURE 76 : DES LOGEMENTS SOCIAUX BBC	49
FIGURE 77 : MAISON PASSIVE DE DEMONSTRATION A FRENCH-COMTE ENTRE BELFORT ET MONTBELIARD	50
FIGURE 78 : MAISON "ZERO ENERGY".....	50
FIGURE 79 : LOGEMENTS COLLECTIF A ENERGIE POSITIVE A FREIBURG. ALLEMAGNE.....	50
FIGURE 80 : LA CLASSE ENERGETIQUE DES LOGEMENTS.....	50
FIGURE 81 : ISOLANTS EN LAINE MINERALE	52
FIGURE 82 : ISOLANT EN LAINES VEGETALES	52
FIGURE 83 : ISOLANTE EN LAINES ANIMALES	52
FIGURE 84 : L'ISOLANT MINCE	52
FIGURE 85 : ISOLANTS POLYSTYRENES PSE, XPS ET PUR.....	52
FIGURE 86 : PONT THERMIQUE.....	52
FIGURE 87 : EXEMPLE DE L'HABITAT INDIVIDUEL	54
FIGURE 88 : EXEMPLE DE L'HABITAT INTERMEDIAIRE	55
FIGURE 89 : EXEMPLE DE L'HABITAT COLLECTIF	55
FIGURE 90 : ENSEMBLE MIXTE LE MONOLITHE	56
FIGURE 91 : EXEMPLE D'IMMEUBLES BARRES	56
FIGURE 92 : EXEMPLE D'IMMEUBLES ECRANS	56
FIGURE 93 : LES FLAMANTS	56
FIGURE 94 : EXEMPLE D'UN HABITAT COLLECTIF.....	56
FIGURE 95 : LOGEMENT SOCIAL.....	57
FIGURE 96 : LOGEMENT PARTICIPATIF.....	57
FIGURE 97 : LE LOGEMENT PROMOTIONNEL	57
FIGURE 98 : LOGEMENT AADL.....	57
FIGURE 99 : LA CARTE D'ORLEANS.....	58
FIGURE 100 : SITUATION DU PROJET.....	58
FIGURE 101 : LA CARTE DE FRANCE	58
FIGURE 102 : VUE EN 3D DU PROJET	58
FIGURE 103 : CARTE DE LOCALISATION DES TYPES DE VOIES.....	58
FIGURE 104 : VUE AERIENNE SUR PROJET	58
FIGURE 105 : L'ORIENTATION DU PROJET	58
FIGURE 106 : PLAN DES ESPACES JARDIN.	59
FIGURE 107 : LES LOCAUX DE COLLECTE DU PROJET.....	59
FIGURE 108 : FAÇADE PRICIPALE DU PROJET	59
FIGURE 109 : FAÇADE ARRIERE DU PROJET	59
FIGURE 110 : L'APPARTEMENT F3	60
FIGURE 111 : L'APPARTEMENT F4	60
FIGURE 112 : APPARTEMENT F2.....	60
FIGURE 113 : LES APPARTEMENTS DE LOGEMENT	60
FIGURE 114 : LES BLOCS DE LOGEMENT	60
FIGURE 115 : FAÇADE DE L'ESPACE PUBLIC.....	60

FIGURE 116 : REZ-DE-CHAUSSEE COMMERCE.....	60
FIGURE 117 : SITUATION DU PROJET.....	60
FIGURE 118 : PROJET 27 LOGEMENTS SOCIAUX QUARTIER DE LA BOISSIERE.....	60
FIGURE 119 : LA CARTE DE L'ALGERIE	63
FIGURE 120 : LA CARTE DE L'ALGERIE.....	63
FIGURE 121 : LA CARTE DES COMMUNES	63
FIGURE 122 : LA VILLE NOUVELLE DE SIDI ABDELLAH.....	63
FIGURE 123 : CARTE DES QUARTIERS DE LA VILLE.....	64
FIGURE 124 : CARTE DE QUARTIER 28.....	64
FIGURE 125 : L'ACCESSIBILITE DU TERRITOIRE DE LA VILLE NOUVELLE DE SIDI ABDELLAH.....	65
FIGURE 126 : LE SITE D'INTERVENTION	65
FIGURE 127 : SITE D'INTERVENTION.....	66
FIGURE 128 : RUE SECONDAIRE + 1500 LOGS	66
FIGURE 129 : TERRAIN PROGRAMME A CONSTRUIRE	66
FIGURE 130 : UNE RUE PRINCIPALE + 5000 LOGS.....	66
FIGURE 131 : : RUE SECONDAIRE + LOGS	66
FIGURE 132 : LE SITE D'INTERVENTION	66
FIGURE 133 : DIMENSION DU SITE D'INTERVENTION	67
FIGURE 134 : SITE D'INTERVENTION.....	67
FIGURE 135 : LE SYSTHEME VIAIRE SITE D'INTERVENTION	69
FIGURE 136 : LE SYSTEME PARCELLAIRE DE SITE D'INTERVENTION.....	70
FIGURE 137 : FAÇADES DES LOGEMENTS AADL.....	70
FIGURE 138 : SCHEMA DE SYNTHESE.....	71
FIGURE 139 : LA ROSE DES VENTS	75
FIGURE 140 : DIAGRAMME DE GIVONI.....	77
FIGURE 141 : DIAGRAMME PSYCHOMETRIQUE	78
FIGURE 142 : DECOUPAGE DE SITE D'INTERVENTION.....	81
FIGURE 143 : CAS DE SERVITUDE.....	81
FIGURE 144 : CREATION ECRAN VEGETAL	81
FIGURE 145 : ZONAGE DE SITE D'INTERVENTION.....	81
FIGURE 146 : DECOUPAGE DE BLOC D'HABITATION	81
FIGURE 147 ; REORIENTATION DE LOGEMENT	82
FIGURE 148 : REPARTITION DES ACTIVITES	82
FIGURE 149 : LOGEMENT HABITAT AADL	83
FIGURE 150 : REORIENTATION DU BATIMENT.....	83
FIGURE 151 : PROLONGEMENT DE FAÇADE SUD.....	83
FIGURE 152 : SOUSTRACTION DU BATIMENT.....	83
FIGURE 153 : OBTENIR FORME FINALE	83
FIGURE 154 : LE PLAN DE MASSE	84
FIGURE 155 : ACCES AU SITE D'INTERVENTION	84
FIGURE 156 : L'ACCES DES ESPACES DE STATIONNEMENT	84
FIGURE 157 : L'ACCES AU LOGEMENT	84
FIGURE 158 : ESPACEMENT ENTRE LES BATIMENTS.....	84
FIGURE 159 : LES DIFFERENTS ESPACES DE STATIONNEMENTS.....	84
FIGURE 160 : L'ENTREE PRIVILEGIEE PAR UN ESPACE VERT.....	85
FIGURE 161 : LE GRAND JARDIN.....	85
FIGURE 162 : ESPACE D'ATTENTE.....	85
FIGURE 163 : TERRAIN DU SPORT	85
FIGURE 164 : AIR DE JEUX	85
FIGURE 165 : ARRET POUR LES VELOS	85
FIGURE 166 : PLAN DE STRUCTURE	90
FIGURE 167 : DIMENSIONS DE VOILE PERIPHERIQUE ET POTEAU	90
FIGURE 168 : COUPE SUR LA POUTRE DU PROJET.....	90
FIGURE 169 : JOINT DE DILATATION	91
FIGURE 170 : LES COMMERCES, L'UTILISATION DE LA BAIE VITREE.....	91
FIGURE 171 : LE PROTECTION SOLAIRE UTILISE DANS LES COMMERCES	91
FIGURE 172 : OUVERTURE ORIENTEE EST, L'UTILISATION E FLANCS	92
FIGURE 173 : OUVERTURE ORIENTEE SUD, L'UTILISATION D'AUVENTS.....	92
FIGURE 174 : UNE GEOMETRIE SIMPLE.....	92

FIGURE 175 : L'UTILISATION DE LA VEGETATION ET LE BOIS DANS LA FAÇADE	92
FIGURE 176 : L'UTILISATION DE LA TOITURE VEGETALISEE DANS LA	92
FIGURE 177 : L'IMPLANTATION LA VEGETATION DANS LES BALCONS.....	92
FIGURE 178 : LES COULEURS UTILISES DANS LA FAÇADE	93
FIGURE 179 : BETON CELLULAIRE	93
FIGURE 180 : LA OUATE DE CELLULOSE	93
FIGURE 181 : DETAILS DU PLANCHER.....	94
FIGURE 182 : VUE EN 3D	94
FIGURE 183 : LA MOBILITE DANS LE PROJET	95
FIGURE 184 : LA COUPE DE TERRAIN	95
FIGURE 185 : VUE SUR PLAN DE MASSE	95
FIGURE 186 : LA VEGETATION DANS LE PROJET	95
FIGURE 187 : TERRAIN DE STADE	95
FIGURE 188 : AIR DE JEUX	95
FIGURE 189 : JARDIN.....	95
FIGURE 190 COUPE TERRAIN PENTE.....	96
FIGURE 191 : PAVE FILTRANT	96
FIGURE 192 : L'ORIENTATION DES BATIMENTS	96
FIGURE 193 : COUPE DES CONDUITES POUR RECUPERATION D'EAUX PLUVIALES	96
FIGURE 194 : POINT DE RAMASSAGE DES DECHETS AU NIVEAU DE PROJET	97
FIGURE 195 : L'OMBRIERE DE PARKING.....	97
FIGURE 196 : DES VUES SUR L'EXTERIEURE	98
FIGURE 197 : COUCHE DE BETON CELLULAIRE.....	98
FIGURE 198 : DOUBLE VITRAGE	98
FIGURE 199 : EMBLACEMENT DU PARKING AU NIVEAU DU PROJET	99
FIGURE 200 : TOITURE VEGETALISEE	99
FIGURE 201 : PAVES FILTRANTS	100
FIGURE 202 : BASSIN FILTRANT.....	100
FIGURE 203 : SCHEMA DE SYNTHESE DES SYSTEMES BIOCLIMATIQUE	101
FIGURE 204 : SCHEMA DE MODELISATION DE DESIGNBUILDER	104
FIGURE 205 : VUE EN PLAN DE PROJET , DESSINEE SOUS DESIGNBUILDER.....	104
FIGURE 206 : SCHEMA MONTRE L'ORIENTATION DE BATIMENT ADDL ET NOTRE PROJET	106
FIGURE 207 : LA TOITURE VEGETALISEE DE NOTRE PROJET.....	120

Listes des graphes

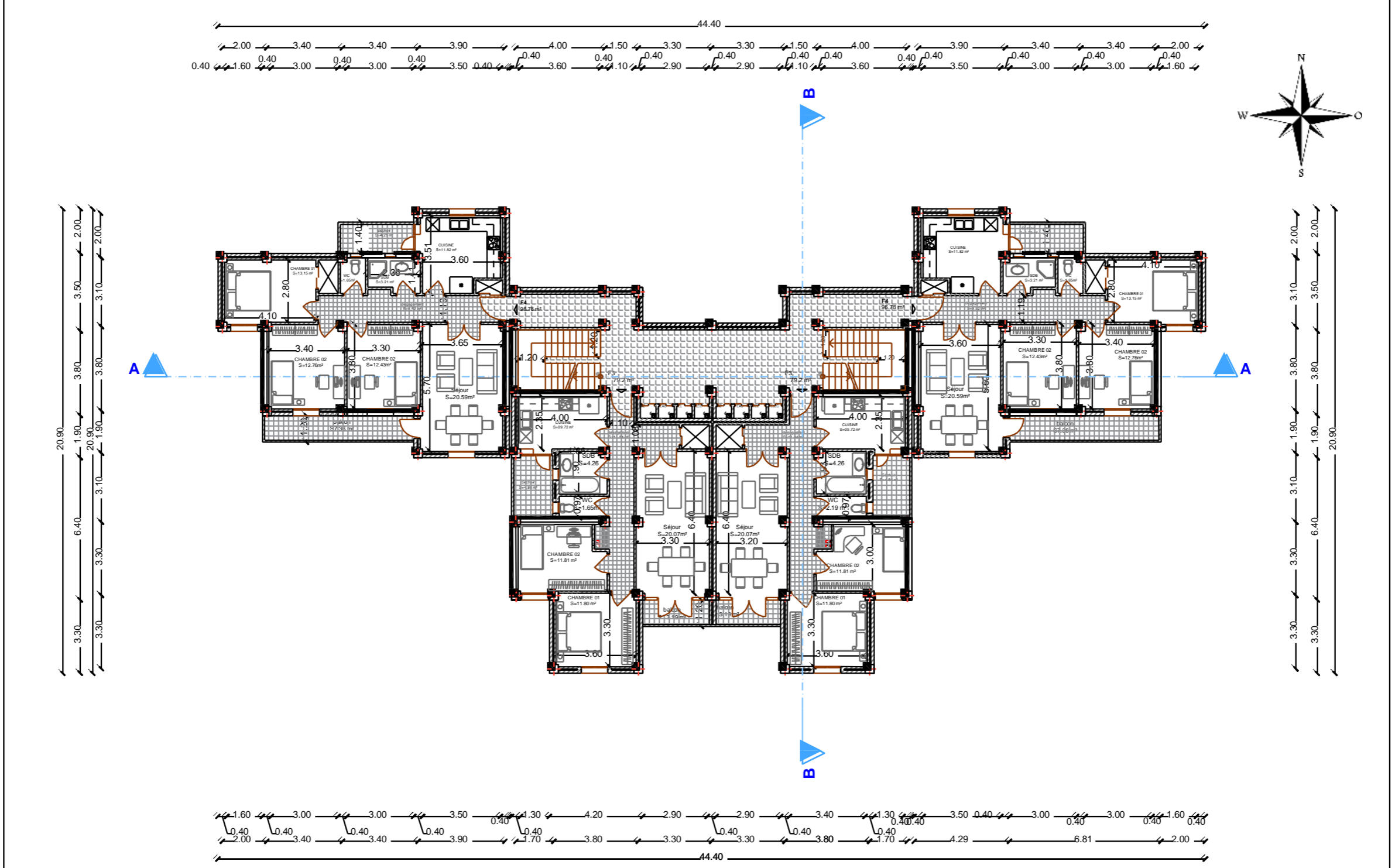
GRAPHE 1 : VARIATION DE TEMPERATURE ANNUEL (°C).	72
GRAPHE 2 : LES JOURS DE PRECIPITATION	73
GRAPHE 3 : L'ACCUMULATION DE PLUIE	73
GRAPHE 4 : POURCENTAGE D'HUMIDITE.....	74
GRAPHE 5 : VITESSE DE VENT	74
GRAPHE 6 : DUREE D'ENSOLEILLEMENT	75
GRAPHE 7 : RAYONNEMENT SOLAIRE.....	76
GRAPHE 8 : LA TEMPERATURE DANS LA PERIODE HIVERNALE, POUR L'ORIENTATION D'OUEST	114
GRAPHE 9 : LA TEMPERATURE DANS LA PERIODE HIVERNALE , POUR L'ORIENTATION D'EST	115
GRAPHE 10 : LA TEMPERATURE DANS LA PERIODE HIVERNALE , COMPARAISON ENTRE EST ET L'OUEST	115
GRAPHE 11 : LA TEMPERATURE DANS LA PERIODE ESTIVALE, POUR L'ORIENTATION D'OUEST	115
GRAPHE 12 : LA TEMPERATURE DANS LA PERIODE ESTIVALE, POUR L'ORIENTATION D'EST	116
GRAPHE 13 : LA TEMPERATURE DANS LA PERIODE ESTIVALE, COMPARAISON ENTRE EST ET L'OUEST	116
GRAPHE 14 : LA TEMPERATURE DANS LA PERIODE HIVERNALE, POUR L'ORIENTATION SUD- NORD.....	116
GRAPHE 15 ; LA TEMPERATURE DANS LA PERIODE HIVERNALE, POUR L'ORIENTATION SUD- EST	117
GRAPHE 16 : LA TEMPERATURE DANS LA PERIODE HIVERNALE, POUR L'ORIENTATION SUD- OUEST.....	117
GRAPHE 17 : LA TEMPERATURE DANS LA PERIODE HIVERNALE, COMPARAISON ENTRE LES TROIS ORIENTATIONS DE NOTRE PROJET	117
GRAPHE 18 : LA TEMPERATURE DANS LA PERIODE HIVERNALE, COMPARAISON ENTRE LES ORIENTATIONS DE NOTRE PROJET ET LE PROJET AADL.....	118
GRAPHE 19 : LA TEMPERATURE DANS LA PERIODE ESTIVALE, POUR L'ORIENTATION SUD- NORD.....	118
GRAPHE 20 : LA TEMPERATURE DANS LA PERIODE ESTIVALE, POUR L'ORIENTATION SUD-EST	118
GRAPHE 21 : LA TEMPERATURE DANS LA PERIODE ESTIVALE, POUR L'ORIENTATION SUD- OUEST.....	119
GRAPHE 22 : LA TEMPERATURE DANS LA PERIODE ESTIVALE, COMPARAISON ENTRE LES TROIS ORIENTATIONS DE NOTRE PROJET	119
GRAPHE 23 : LA TEMPERATURE DANS LA PERIODE ESTIVALE, COMPARAISON ENTRE LES ORIENTATIONS DE NOTRE PROJET ET LE PROJET AADL.....	119

Listes des tableaux

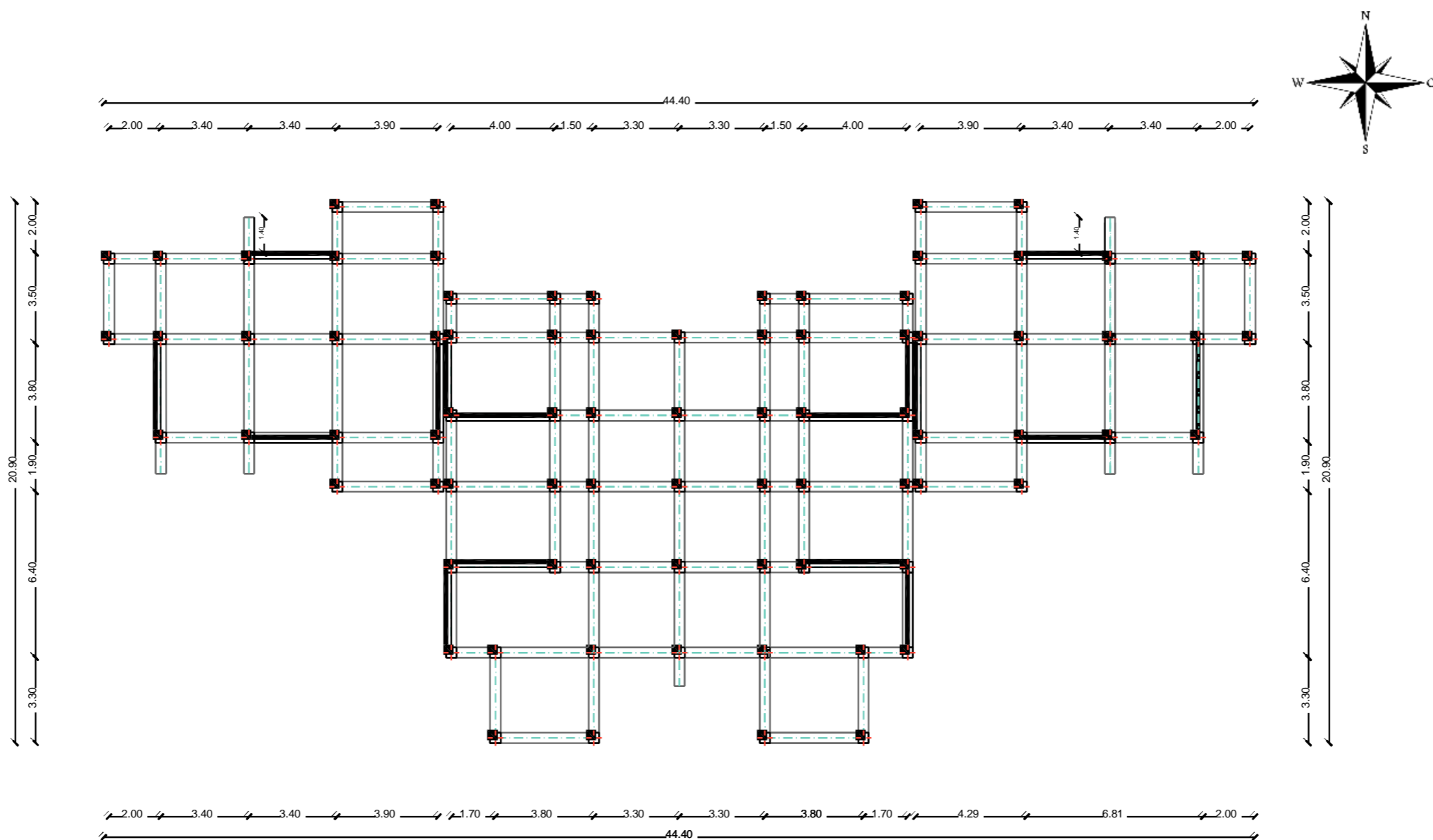
TABLEAU 1 : LES PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX DE L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE	30
TABLEAU 2 : LES PARAMETRES BIOCLIMATIQUES LIEE A L'ENVELOPPE DE BATIMENT	31
TABLEAU 3 : LES OUTILS GRAPHIQUES DE L'ANALYSE BIOCLIMATIQUE	35
TABLEAU 4 : LES DIFFERENTES RECOMMANDATIONS BIOCLIMATIQUES SPECIFIQUES A NOTRE ZONE CLIMATIQUE LITTORALE (SOURCE : AUTEUR)	36
TABLEAU 5 : PARAMETRES INFLUENTS SUR LA SENSATION DE CONFORT THERMIQUE	39
TABLEAU 6 : ECHELLE DE VALEUR DE PMV	39
TABLEAU 7 : ZONES DU CONFORT INTERIEUR DU DIAGRAMME PSYCHOMETRIQUE (CASTILLA, ET AL., 2014)	41
TABLEAU 8 : LES METHODES D'AERATIONS NATUREL	44
TABLEAU 9 : LES METHODES D'AERATIONS MECANIQUES	45
TABLEAU 10 : LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS DE LA VENTILATION MECANIQUE	46
TABLEAU 11 : LES MODES DE CHAUFFAGE	47
TABLEAU 12 : TABLEAU DE LAMBDA (λ) DE DIFFERENTS MATERIAUX DE CONSTRUCTION EN W/M.$^{\circ}$C	51
TABLEAU 13 : LES CARACTERISTIQUES DOUBLES VITRAGES STANDARD	53
TABLEAU 14 : LES CARACTERISTIQUES DOUBLES VITRAGES VIR	53
TABLEAU 15 : LES CARACTERISTIQUES DOUBLES VITRAGES ITR	53
TABLEAU 16 : LES CARACTERISTIQUES DE TRIPLE VITRAGE	53
TABLEAU 17 : TABLEAU DE CES ET COS	69
TABLEAU 18 : TABLEAU DE TEMPERATURE DE CONFORT	76
TABLEAU 19 : RECOMMANDATIONS DE DIAGRAMME PSYCHOMETRIQUE	79
TABLEAU 20 : GENESE DU PLAN DE MASSE	82
TABLEAU 21 : GENESE DE LA FORME	83
TABLEAU 22 : DEMARCHE CONCEPTUELLE A L'ECHELLE DE QUARTIER	84
TABLEAU 23 : LES UTILISATEURS ET LES FONCTIONS	86
TABLEAU 24 ; PROGRAMME SURFACIQUE D'APRES LE CAHIER DE CHARGE	86
TABLEAU 25 : PROGRAMME SURFACIQUE APPARTEMENT F4 ET F3	87
TABLEAU 26 : RAYONNEMENT SOLAIRE MINIMALE ET MAXIMALE	102
TABLEAU 27 : TEMPERATURE MINIMALE ET MAXIMALE	102
TABLEAU 28 : TABLEAU DES ORIENTATIONS	108

Tableau d'abréviations

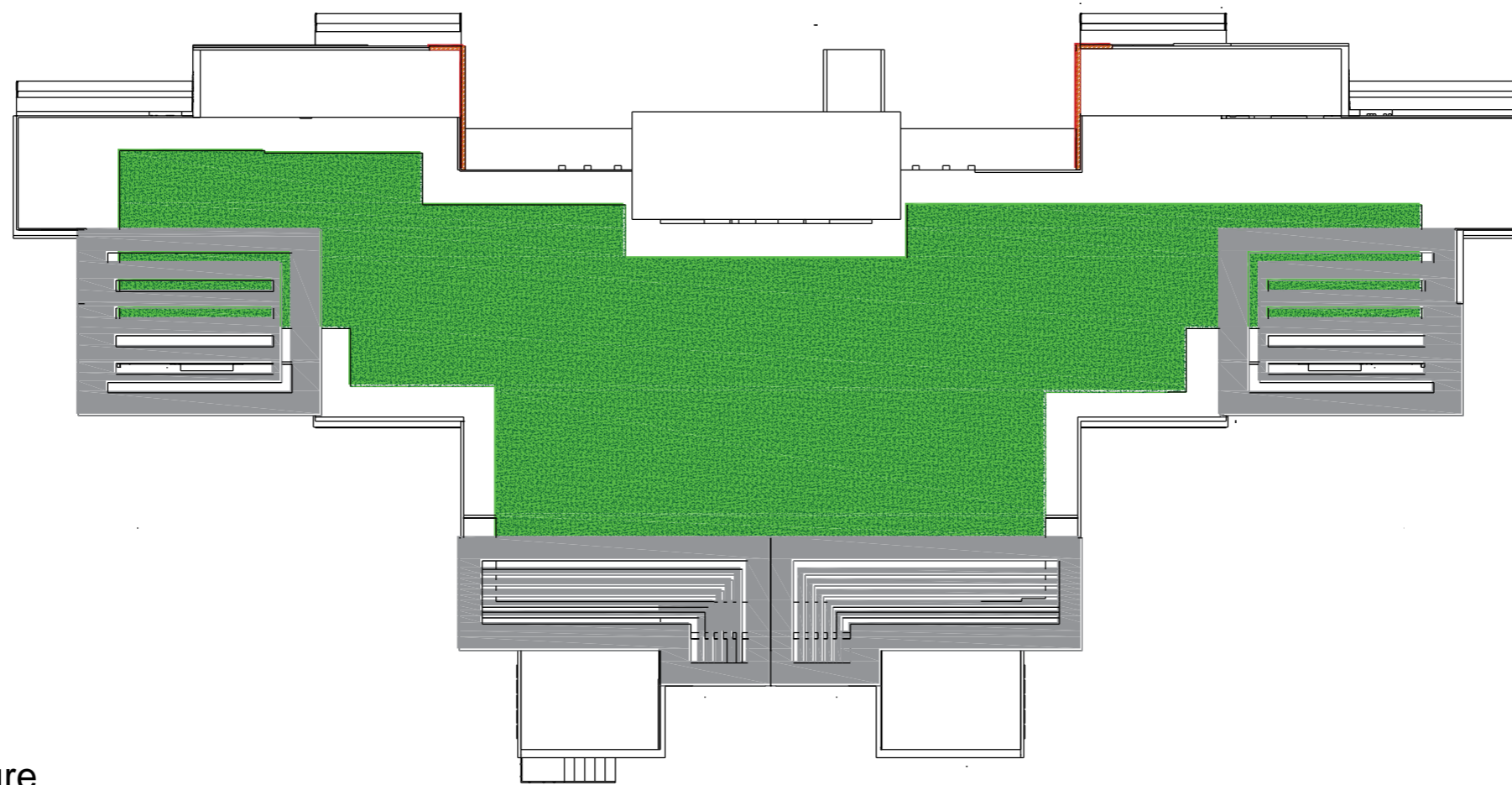
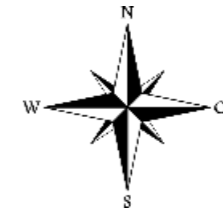
Abréviation	Le Sens
AADL	Agence d'amélioration et de développement du logement
ACERMI	Association pour la Certification des Matériaux Isolants
CES	Coefficient emprise du sol
COS	Coefficient occupation du sol
CSTB	Le Centre scientifique et technique du bâtiment
LPP	Logement promotionnel public
LPA	logement promotionnel aide
LSA	logement social participatif
PMV	L'indice de vote moyen prévisible,
POS	Plan occupation du sol
PPD	Le pourcentage prévisible d'insatisfaits
QAI	Qualité d'Air Intérieure
T air	Température d'air
Tc max	Température de confort maximale
Tc moy	Température de confort moyenne
T conf	Température de confort
Tc min	Température de confort minimale
T min	Temperature minimale
T out	Temperature de l'extérieur
Tp	Temperature de parois
T opérative	Température opérative
VMC	La ventilation mécanique contrôlée double flux
VMI	La ventilation mécanique par insufflation
VMR	Ventilation mécanique répartie
VNA	Ventilation naturelle assistée
VNC	Ventilation naturelle contrôlée



Plan d'étage courant
Echelle 1/200^e



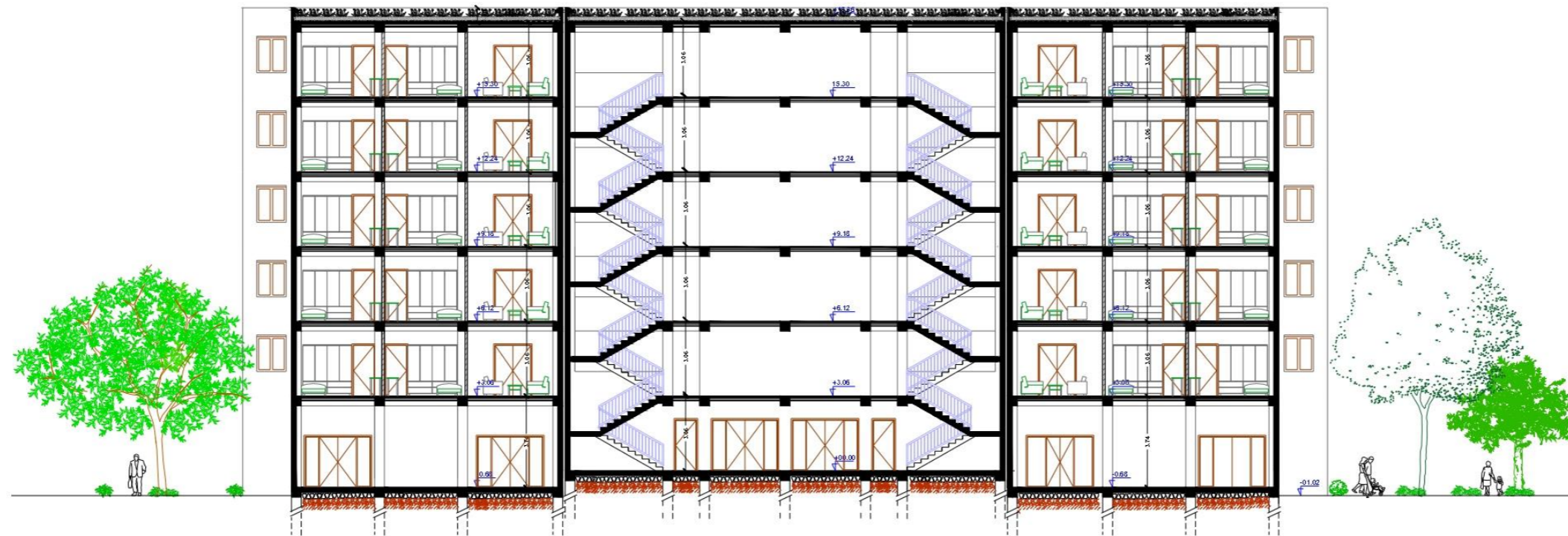
Plan de structure
Echelle 1/200^e



Plan de toiture
Echelle 1/200^e



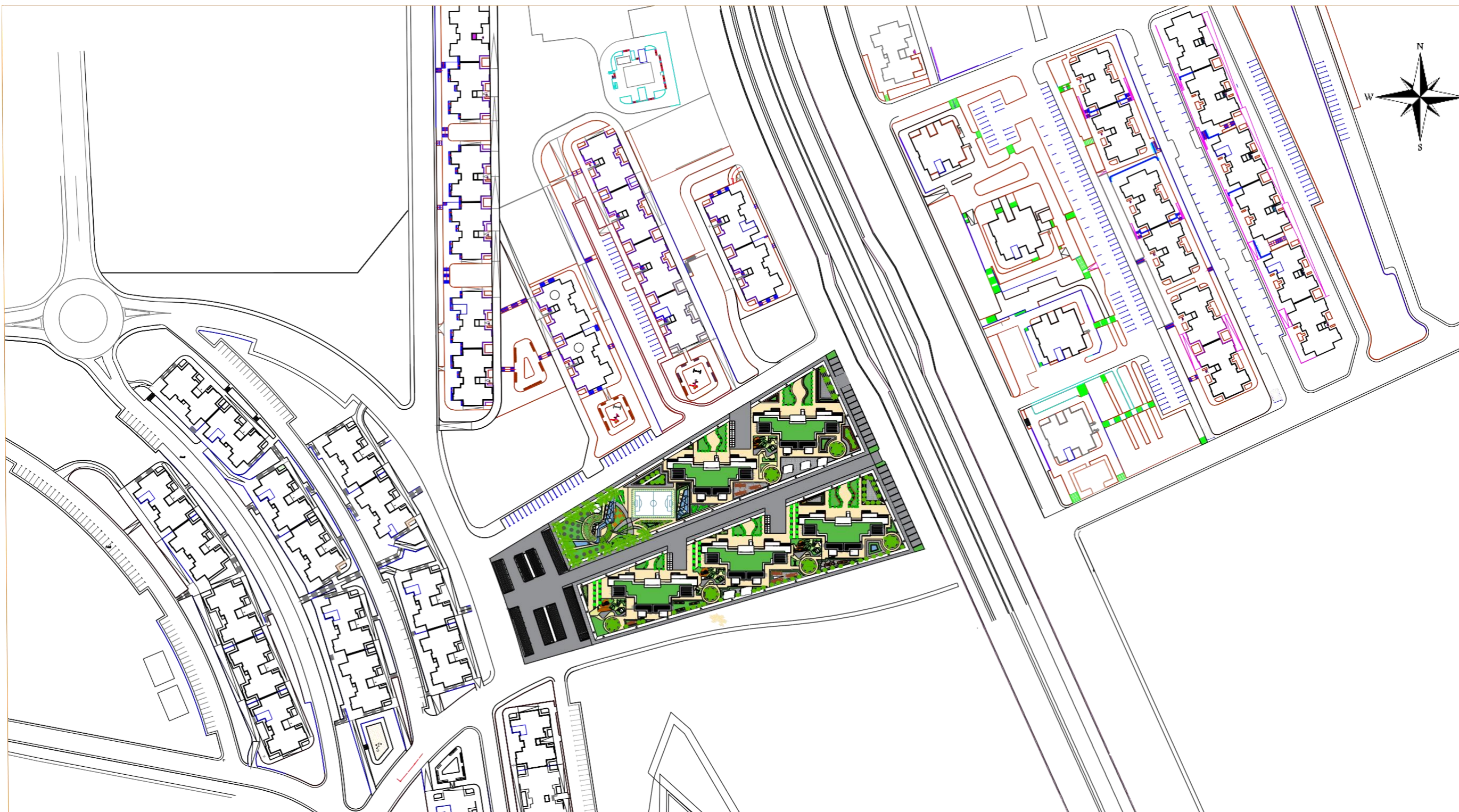
Coupe B-B
Echelle 1/200^e



Coupe A-A
Echelle 1/200^e

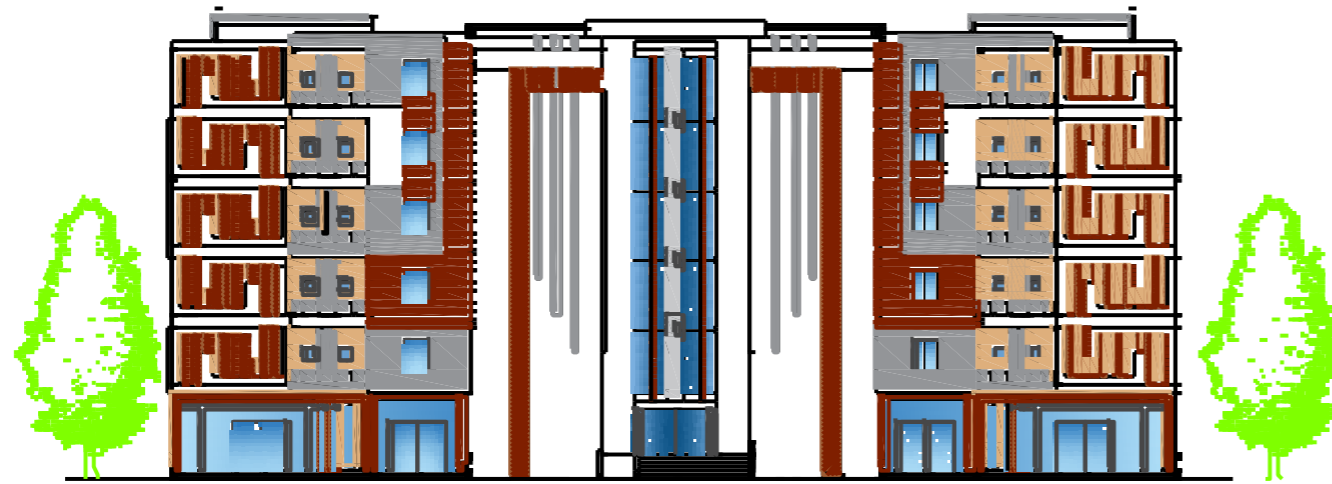


Plan d'ensemble
Echelle 1/2000^e

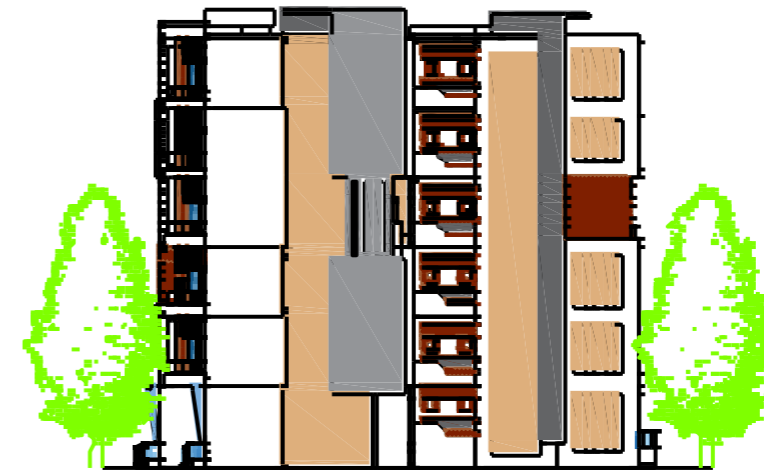


Plan de masse
Echelle 1/2000^e

Annexe 02 : les façades



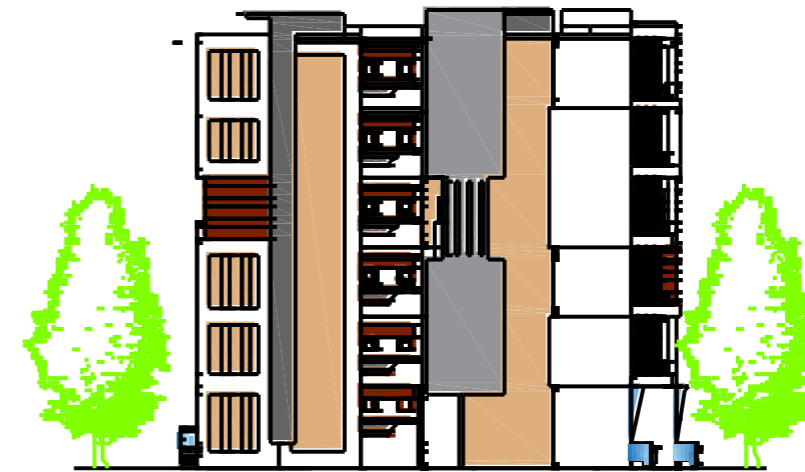
Façade nord
Echelle 1/200^e



Façade est
Echelle 1/200^e



Façade sud
Echelle 1/200^e



Façade ouest
Echelle 1/200^e

Annexe 03 : vue en 3D

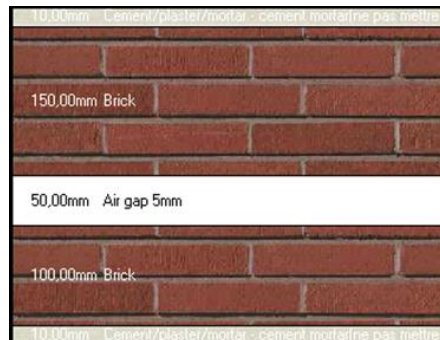


Annexe 04 : Les matériaux utilisé dans les murs et planchers

Les murs et les matériaux utilisé dans L AADL

Parois extérieures

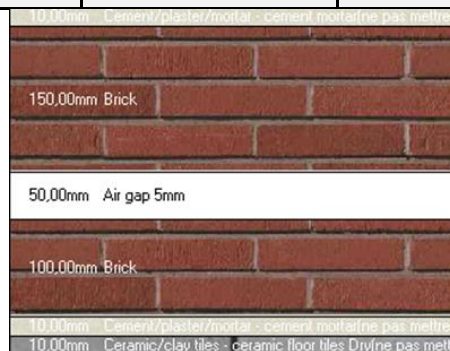
Les couches	Epaisseur	La conductivité	La chaleur spécifique	La densité
Cement	0,01 cm	0,72 w/m-k	920 J/kg-k	1650 kg/m ³
Brique	0,15 cm	0,72 w/m-k	840 J/kg-k	1920 kg/m ³
Air gap	0,05 cm			
Brique	0,10 cm	0,72 w/m-k	840 J/kg-k	1920 kg/m ³
Cement	0,01	0,72 w/m-k	920 J/kg-k	1650 kg/m ³



Coupe sur parois extérieures

Parois extérieures humide

Les couches	Epaisseur m	La conductivité w/m-k	La chaleur spécifique J/kg-k	La densité kg/m ³
Cement	0,01	0,72	920	1650
Brique	0,15	0,72	840	1920
Air gap	0,05			
Brique	0,10	0,72	840	1920
Mortier de Ciment	0,01	0,72	920	1650
Carrelage	0,01	0,80	850	1700

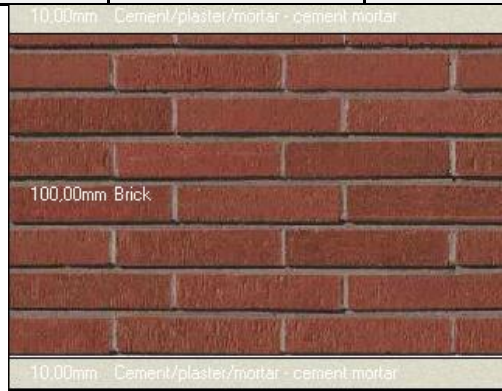


coupe sur parois extérieure humide

Parois intérieures

Les couches	Epaisseur m	La conductivité w/m-k	La chaleur spécifique J/kg-k	La densité kg/m ³
-------------	-------------	-----------------------	------------------------------	------------------------------

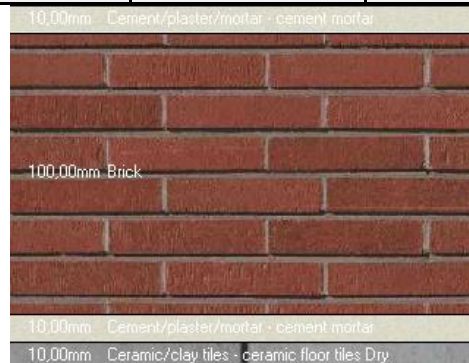
Cement	0,01	0,72	920	1650
Brique	0,10	0,72	840	1920
Cement	0,01	0,72	920	1650



coupe sur parois interieures

Parois intérieures humide

Les couches	Epaisseur m	La conductivité w/m-k	La chaleur spécifique J/kg-k	La densité kg/m3
Cement	0,01	0,72	920	1650
Brique	0,10	0,72	840	1920
Cement	0,01	0,72	920	1650
Carrelage	0,01	0,80	850	1700



coupe sur parois interieures humide

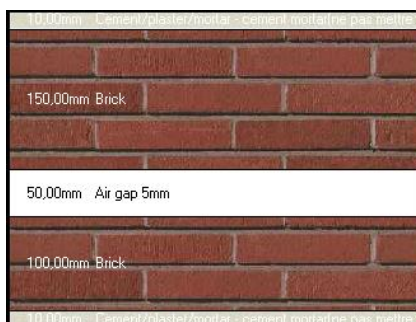
Les matériaux utilisent dans notre projet

Les matériaux des murs utiliser dans 1 er scenario

Parois extérieures

Les couches	Epaisseur m	La conductivité w/m-k	La chaleur spécifique J/kg-k	La densité kg/m3
Cement	0,01	0,72	920	1650
Brique	0,15	0,72	840	1920
Air gap	0,05			
Brique	0,10	0,72	840	1920
Cement	0,01	0,72	920	1650

Coupe sur parois extérieure



Parois extérieures humide

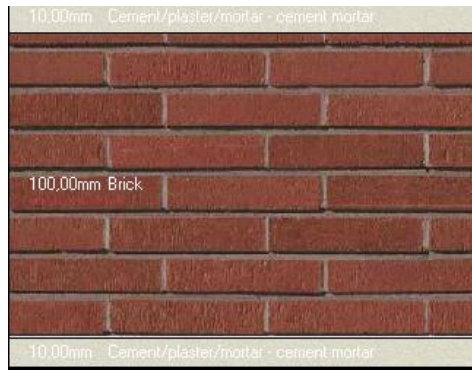
Les couches	Epaisseur m	La conductivité w/m-k	La chaleur spécifique J/kg-k	La densité kg/m3
Cement	0,01	0,72	920	1650
Brique	0,15	0,72	840	1920
Air gap	0,05			
Brique	0,10	0,72	840	1920
Cement	0,01	0,72	920	1650
Carrelage	0,01	0,80	850	1700



Coupe sur parois extérieur humide

Parois intérieures

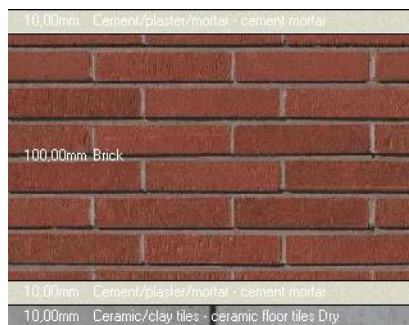
Les couches	Epaisseur m	La conductivité w/m-k	La chaleur spécifique J/kg-k	La densité kg/m3
Cement	0,01	0,72	920	1650
Brique	0,10	0,72	840	1920
Cement	0,01	0,72	920	1650



coupe sur parois interieures

Parois intérieures humide

Les couches	Epaisseur m	La conductivité w/m-k	La chaleur spécifique J/kg-k	La densité kg/m3
Cement	0,01	0,72	920	1650
Brique	0,10	0,72	840	1920
Cement	0,01	0,72	920	1650
Carrelage	0,01	0,80	850	1700

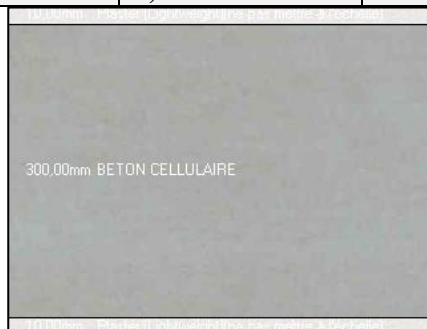


coupe sur parois interieures humide

Les murs et les matériaux utilisé dans 2eme scenario

Parois extérieures

Les couches	Epaisseur m	La conductivité w/m-k	La chaleur spécifique J/kg-k	La densité kg/m3
Plaster	0,01	0,16	1000	600
Béton cellulaire	0,3	0,14	1008	750
Plaster	0,01	0,16	1000	600



Coupe sur parois extérieure

Parois extérieures humide

Les couches	Epaisseur m	La conductivité w/m-k	La chaleur spécifique J/kg-k	La densité kg/m3
Plaster	0,01	0,16	1000	600
Béton cellulaire	0,3	0,14	1008	750
Carrelage	0,01	0,80	850	1700



coupe sur parois extérieure humide

Parois intérieures

Les couches	Epaisseur m	La conductivité w/m-k	La chaleur spécifique J/kg-k	La densité kg/m3
Plaster	0,01 cm	0,16	1000	600
Béton cellulaire	0,1 cm	0,14	1008	750
Plaster	0,01 cm	0,16	1000	600



coupe sur parois interieures

Parois intérieures humide

Les couches	Epaisseur m	La conductivité w/m-k	La chaleur spécifique J/kg-k	La densité kg/m3
Plaster	0,01	0,16	1000	600
Béton cellulaire	0,1	0,14	1008	750

Plaster	0,01	0,16	1000	600
Carrelage	0,01	0,80	850	1700



coupe sur parois intérieur humide

Les murs et les matériaux utilisé dans le 3eme scenario

Béton cellulaire avec isolant

Parois extérieures

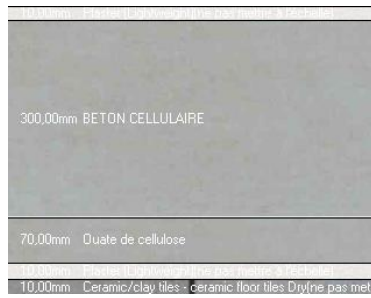
Les couches	Epaisseur m	La conductivité w/m-k	La chaleur spécifique J/kg-k	La densité kg/m3
Plaster	0,01	0,16	1000	600
Béton cellulaire	0,3	0,14	1008	750
Ouate de cellulose	0,07	0,035	1030	25
Plaster	0,01	0,16	1000 J/kg-k	600



coupe sur parois extérieure

Parois extérieures humide

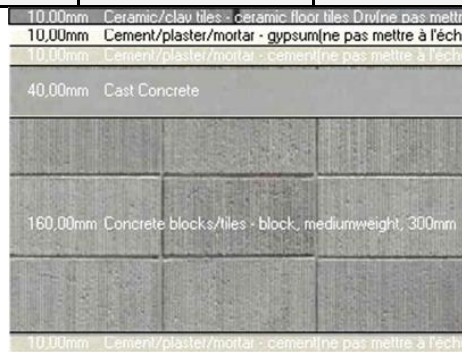
Les couches	Epaisseur m	La conductivité w/m-k	La chaleur spécifique J/kg-k	La densité kg/m3
Plaster	0,01	0,16	1000	600
Béton cellulaire	0,3	0,14	1008	750
Ouate de cellulose	0,07	0,035	1030	25
Plaster	0,01	0,16	1000	600
Carrelage	0,01	0,80	850	1700



coupe sur parois extérieure humide

Le plancher intermédiaire

Les couches	Epaisseur m	La conductivité w/m-k	La chaleur spécifique J/kg-k	La densité kg/m3
Carrelage	0,01	0,80	850	1700
Ciment	0,01	0,72	920	1650
Mortier	0,01	0,42	840	1200
Béton	0,04	1,13	1000	2000
Hourdis	0,16	0,83	840	1940



Coupe sur Le plancher intermédiaire

Annexe 05 : Les simulation

- Meilleure orientation pour les espaces de vie
- Simulation appartement f4 Façade orienté sud

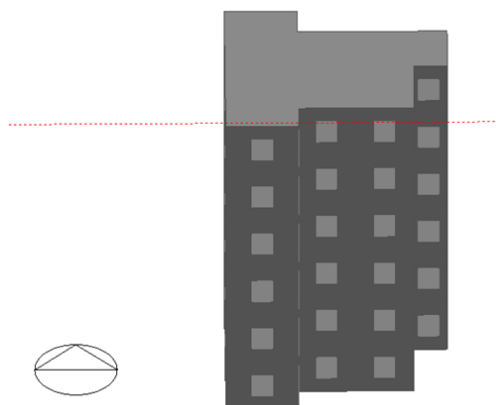


Figure : façade des espaces de vie orienté sud

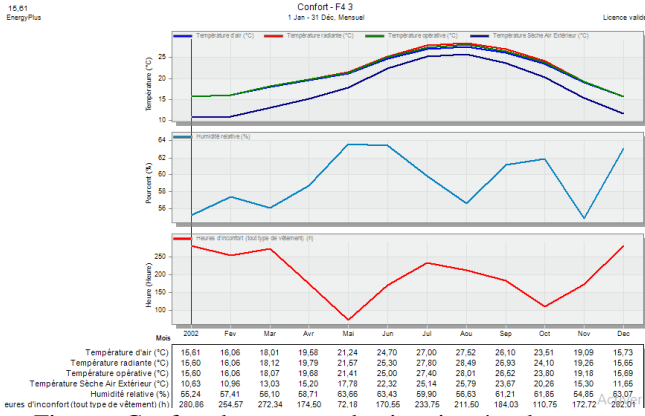


Figure : Confort des espaces de vie orienté sud

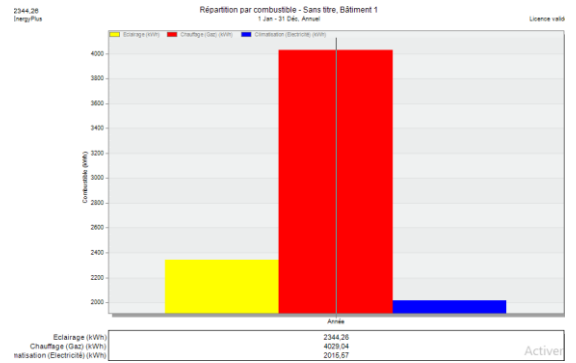


Figure : Chauffage et climatisation annuelle des espaces de vie orienté sud

• **Simulation appartement f4 Façade orienté sud-est**

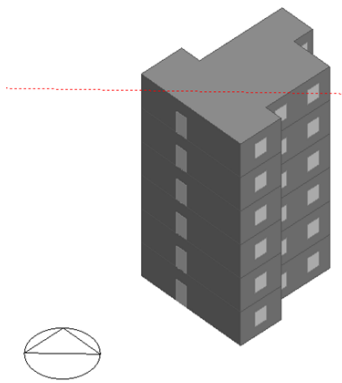


Figure : façade des espaces de vie orienté sud-est

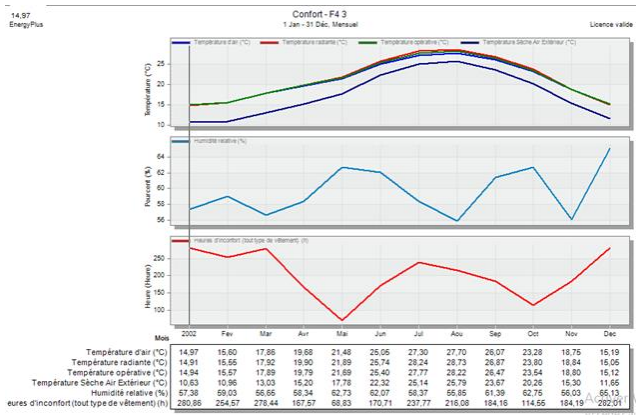


Figure : Confort des espaces de vie orienté sud-est

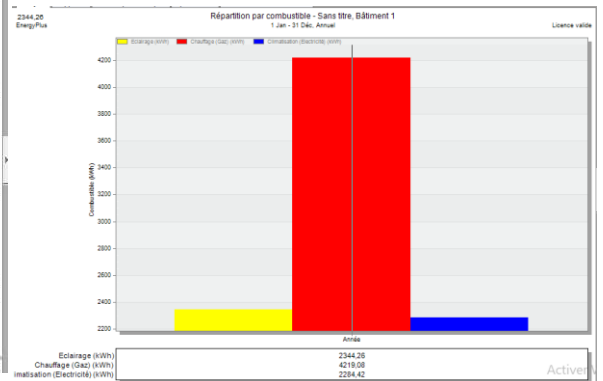


Figure : Chauffage et climatisation annuelle des espaces de vie orienté sud-est

Simulation appartement f4 Façade orienté est

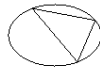
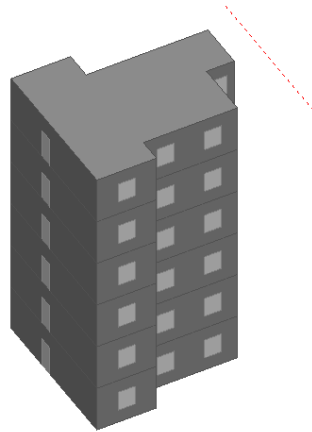


Figure : façade des espaces de vie orienté est

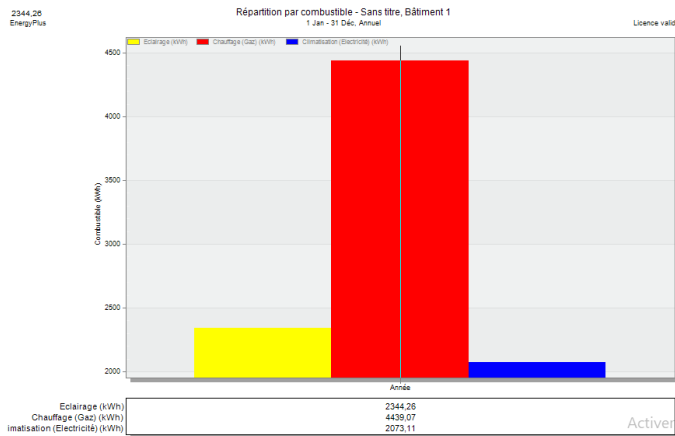


Figure : Confort des espaces de vie orienté est

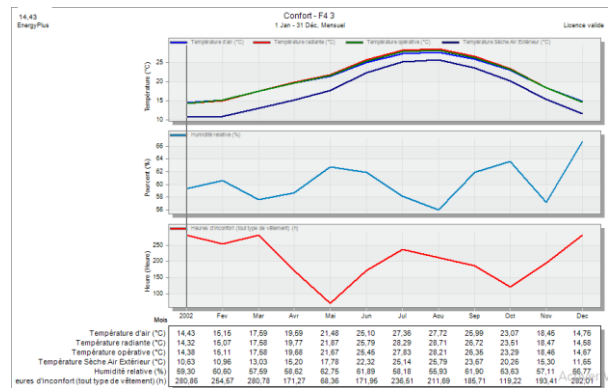


Figure : Chauffage et climatisation annuelle des espaces de vie orienté est

Simulation appartement f4 Façade orienté nord-est

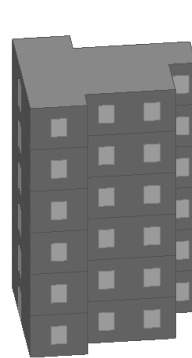


Figure : façade des espaces de vie orienté nord-est

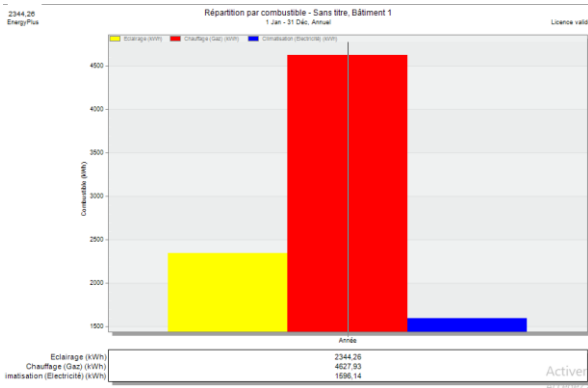


Figure : Confort des espaces de vie orienté nord-est

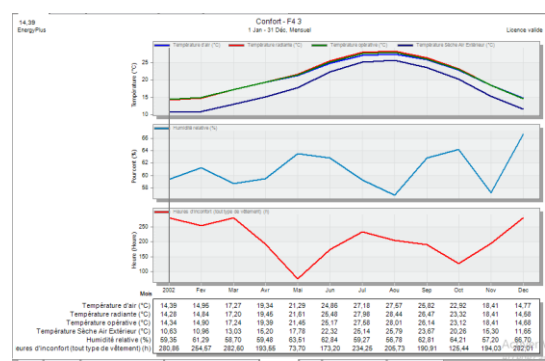


Figure : Chauffage et climatisation annuelle des espaces de vie orienté sud-est

Simulation appartement f4 Façade orienté nord

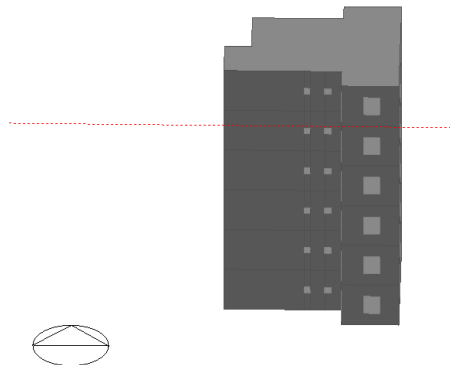


Figure : façade des espaces de vie orienté nord

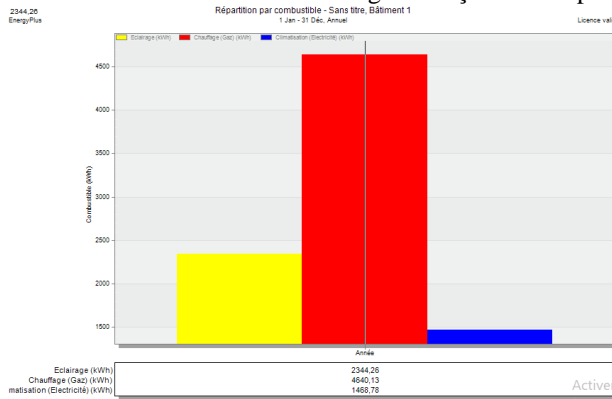


Figure : Confort des espaces de vie orienté nord

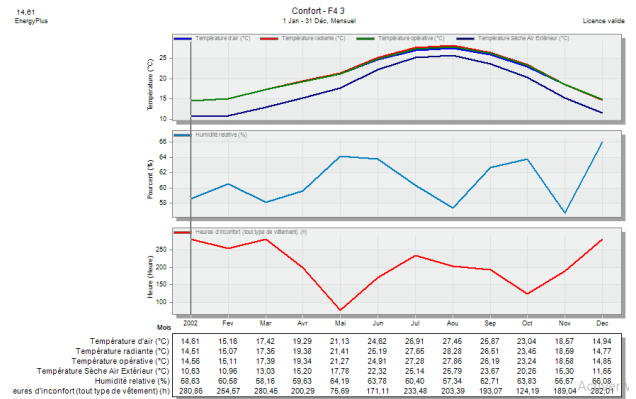


Figure : Chauffage et climatisation annuelle des espaces de vie orienté nord

Simulation appartement f4 Façade orienté nord-ouest

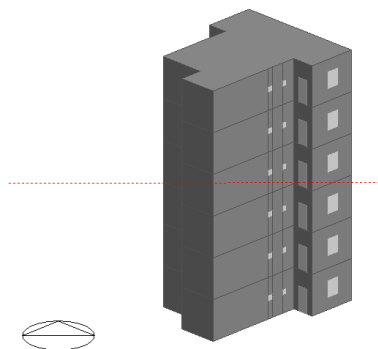


Figure : façade des espaces de vie orienté nord-ouest

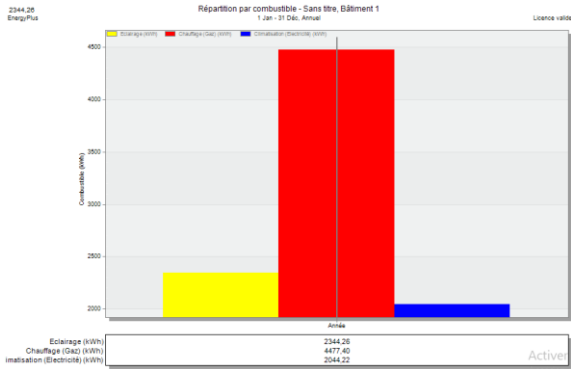


Figure : Confort des espaces de vie orienté nord-ouest

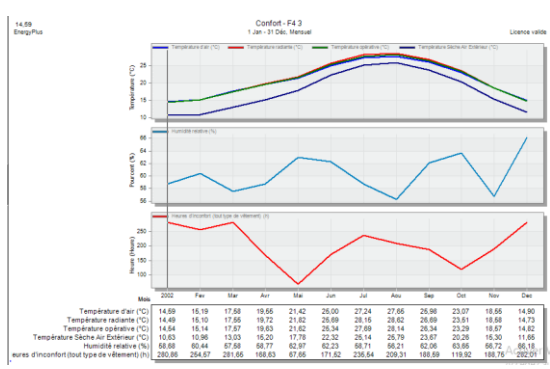


Figure : Chauffage et climatisation annuelle des espaces de vie orienté nord-ouest

Simulation appartement f4 Façade orienté ouest

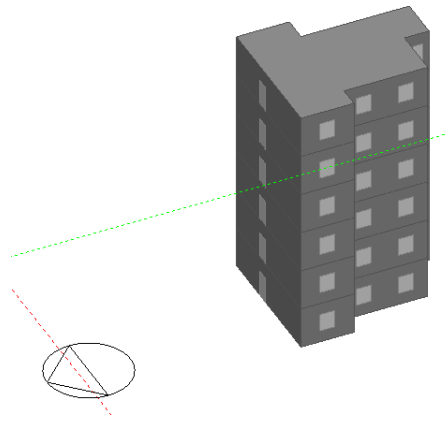


Figure : façade des espaces de vie orienté ouest

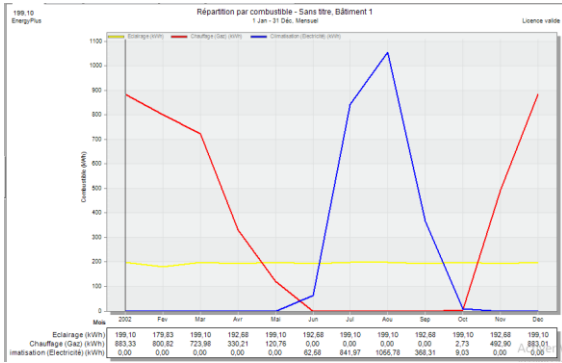


Figure : Confort des espaces de vie orienté ouest

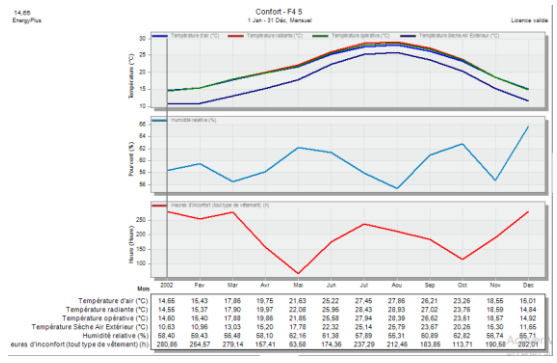


Figure : Chauffage et climatisation annuelle des espaces de vie orienté ouest

Simulation appartement f4 Façade orienté sud-ouest

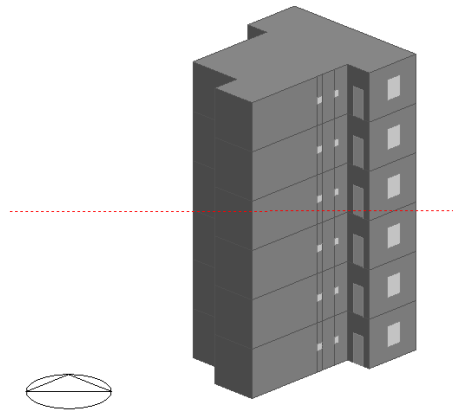


Figure : façade des espaces de vie orienté sud-ouest

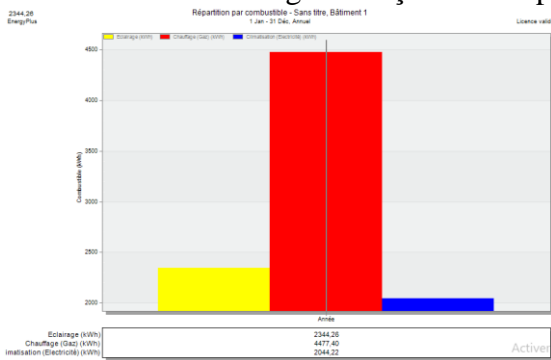


Figure : Confort des espaces de vie orienté sud-ouest

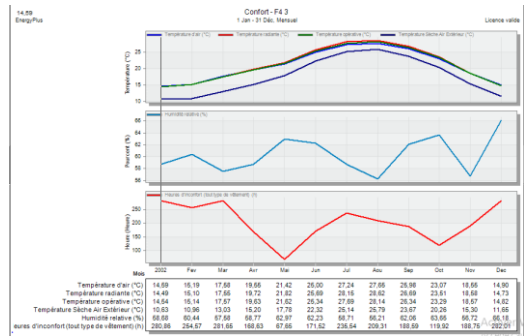
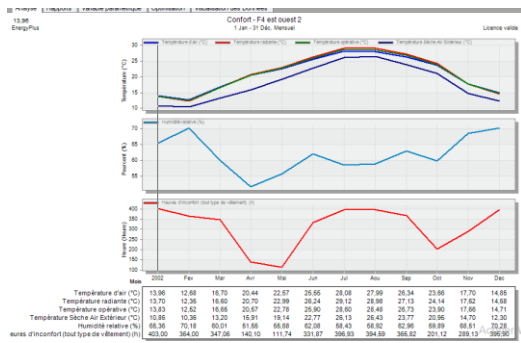
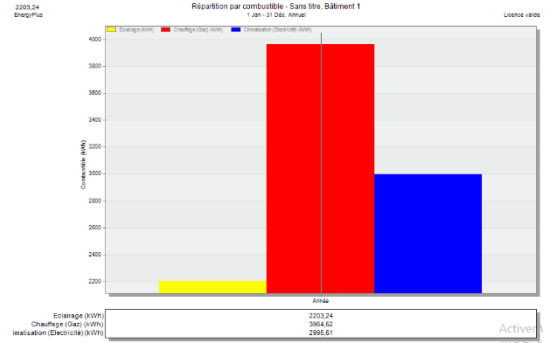


Figure : Chauffage et climatisation annuelle des espaces de vie orienté sud-ouest

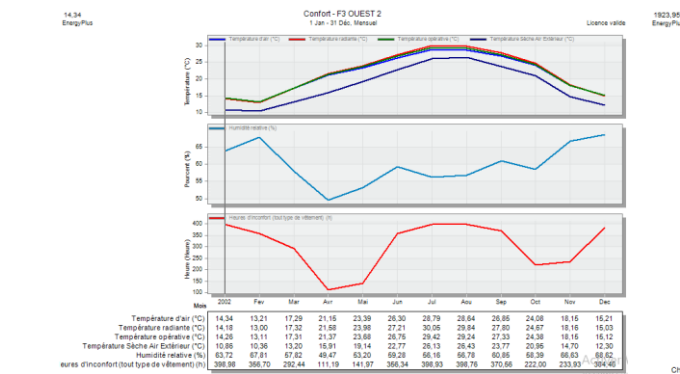
• **Simulation logement AADL**
F4 étage intermédiaire projet AADL orienté est-ouest



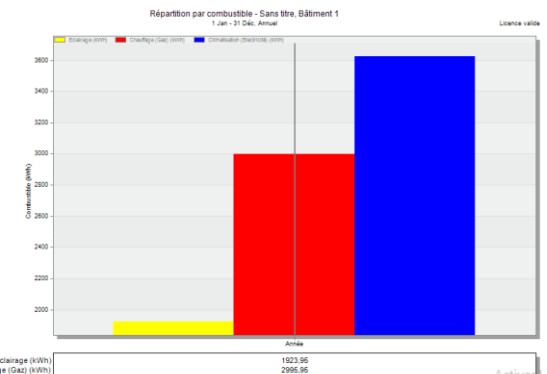
Confort appartement
F4 étage intermédiaire projet AADL orienté est



Chauffage et climatisation annuelle



Confort appartement

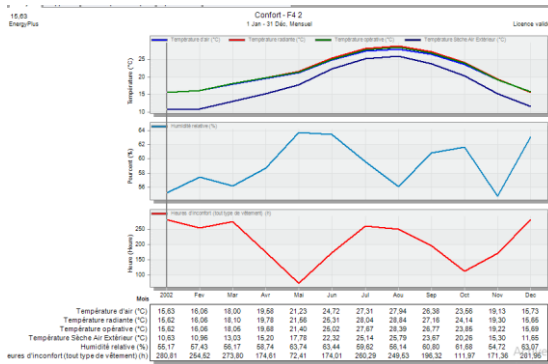


Chauffage et climatisation annuelle

Simulation de notre projet selon les différents changements scénarios déjà traités

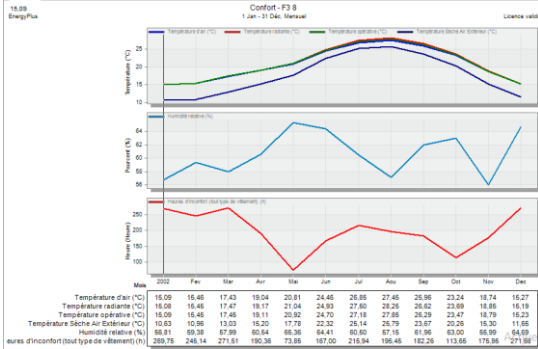
Scenario 1 : orientation + brique

F4 étage intermédiaire orienté nord-sud :

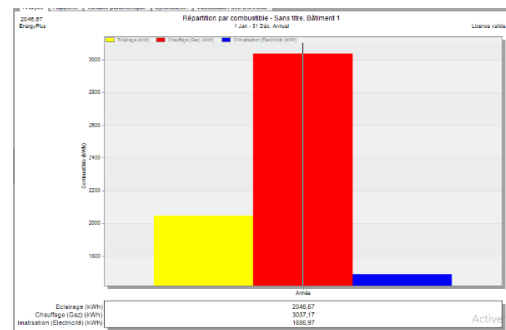


Eclairage (kWh)	2326,46
Chauffage (Gaz) (kWh)	4006,74
Climatisation (Electricité) (kWh)	1141,42

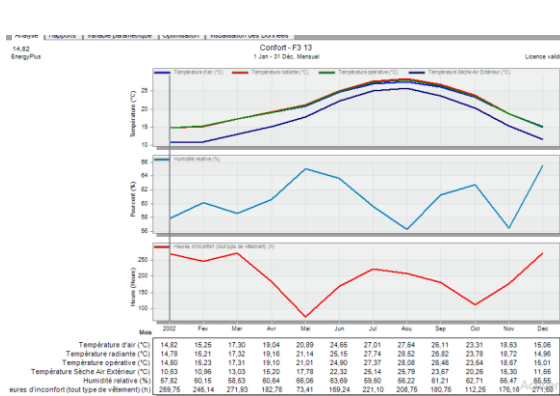
Confort appartement F3 étage intermédiaire orienté sud-est :



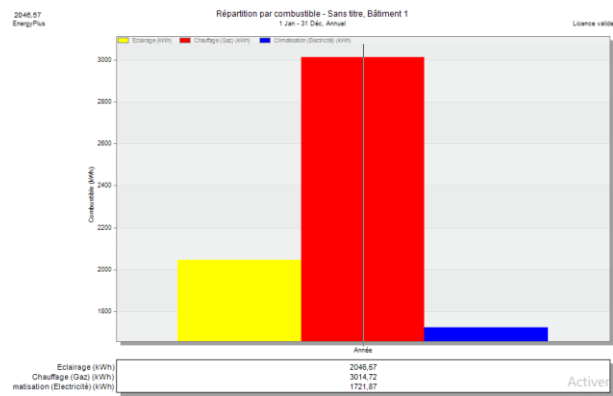
Chauffage et climatisation annuelle



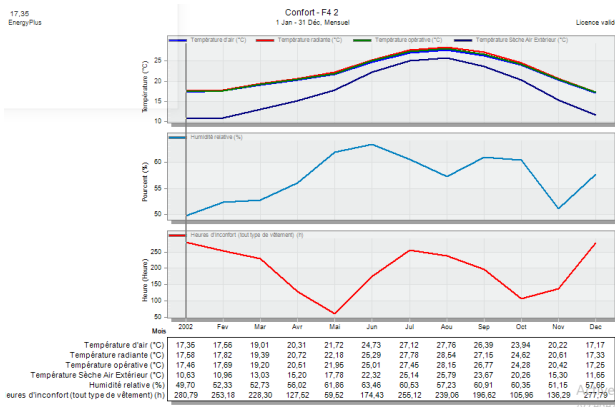
Confort appartement F3 étage intermédiaire orienté sud-ouest :



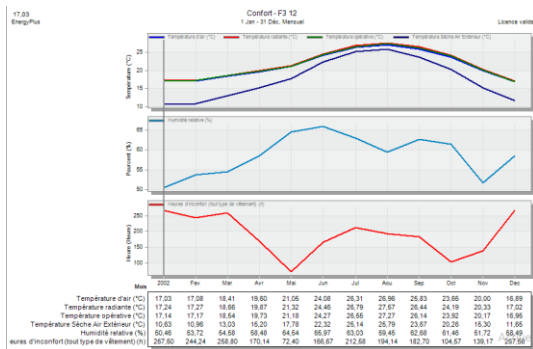
Chauffage et climatisation annuelle



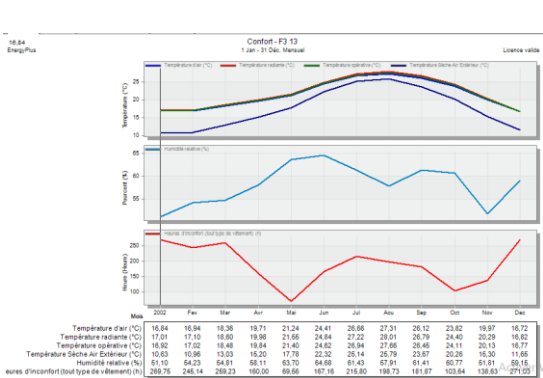
Confort appartement Scenario 2 : Béton cellulaire F4 étage intermédiaire orienté nord-sud :



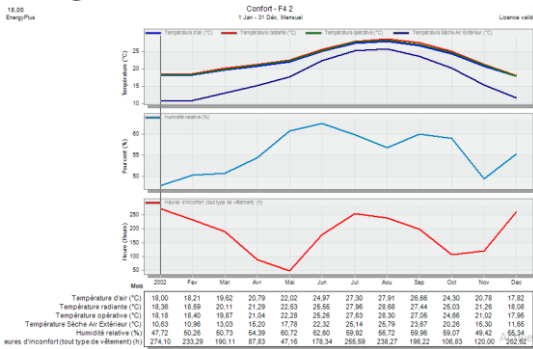
Confort appartement
F3 étage intermédiaire sud-est :



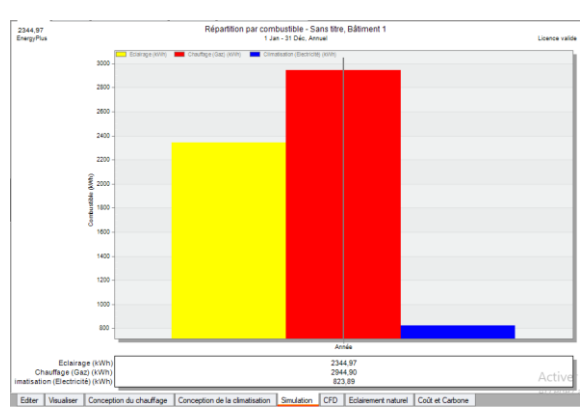
Confort appartement
F3 étage intermédiaire sud-ouest :



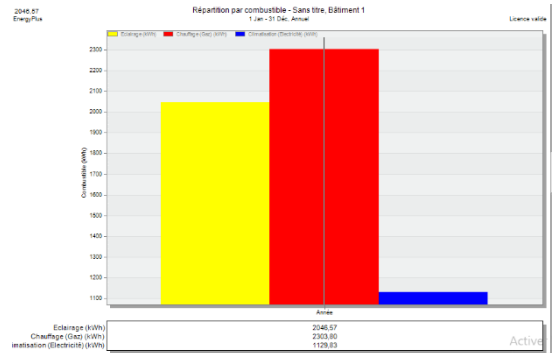
Confort appartement
Scenario 03 : BETON + Isolation MUR
F4 étage intermédiaire orienté nord-sud :



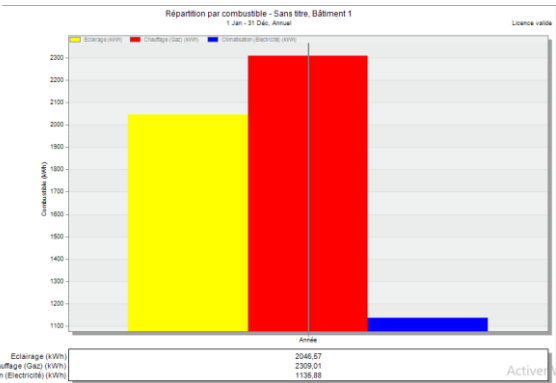
Confort appartement



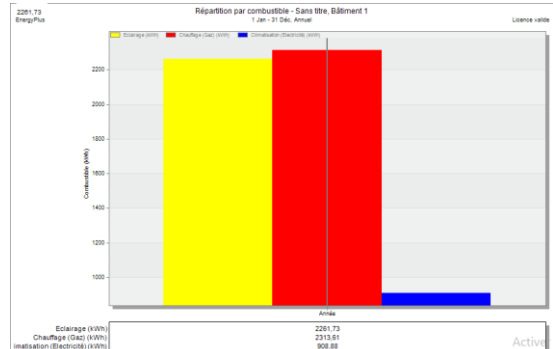
Chauffage et climatisation annuelle



Chauffage et climatisation annuelle

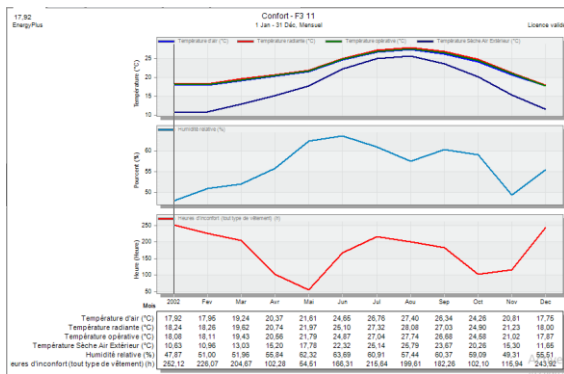


Chauffage et climatisation annuelle



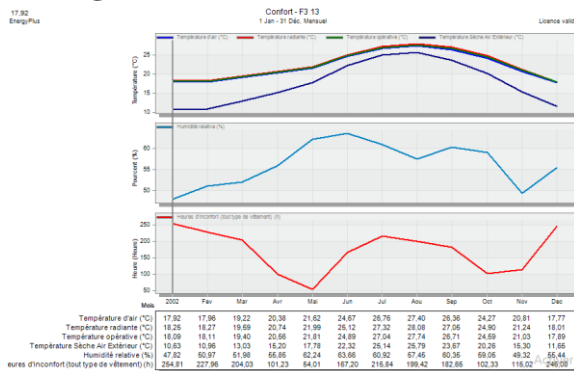
Chauffage et climatisation annuelle

F3 etage intermédiaire orienté sud-est :



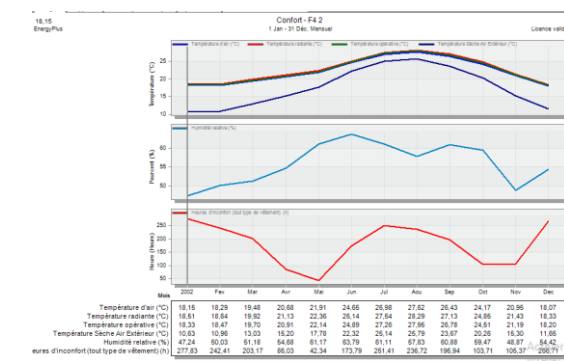
Confort appartement

F3 etage intermédiaire orienté sud-ouest :



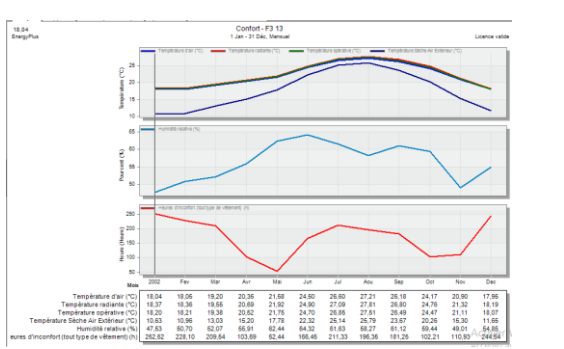
Confort appartement
scenario 04: double vitrage

F4 intermédiaire orienté nord-sud :

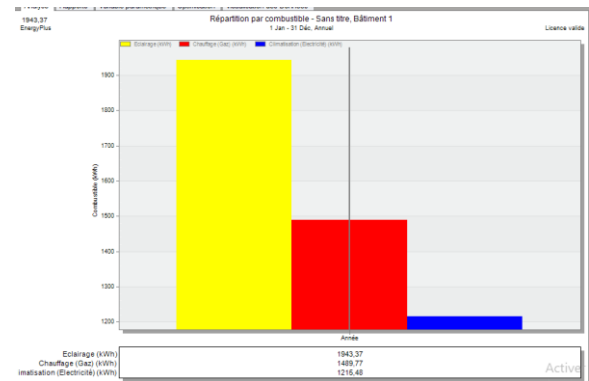


Confort appartement

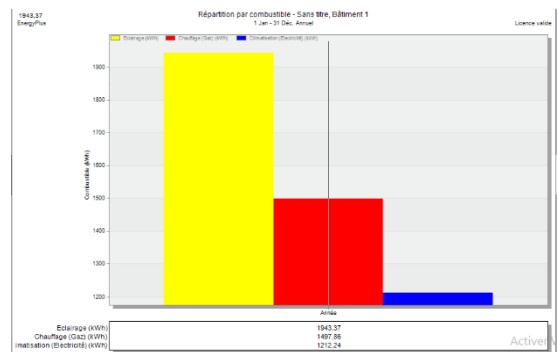
F3 intermédiaire orienté sud-est :



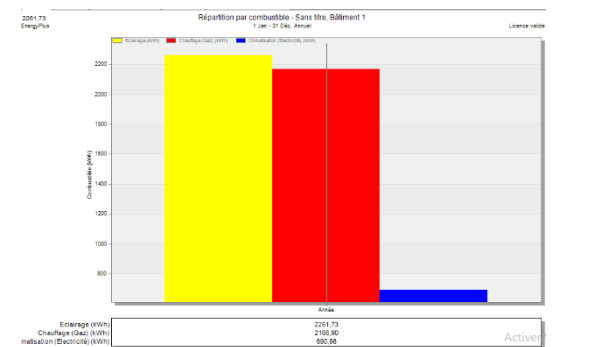
Confort appartement



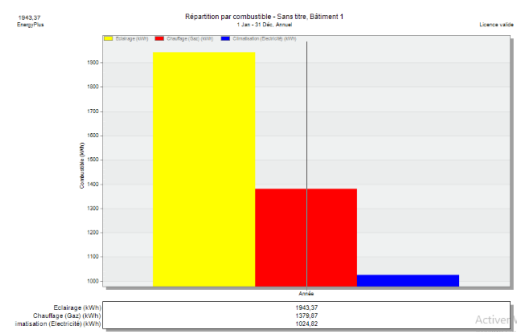
Chauffage et climatisation annuelle



Chauffage et climatisation annuelle

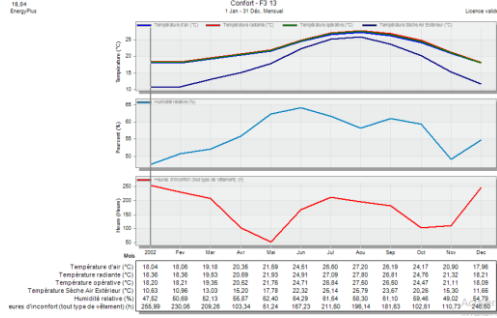


Chauffage et climatisation annuelle



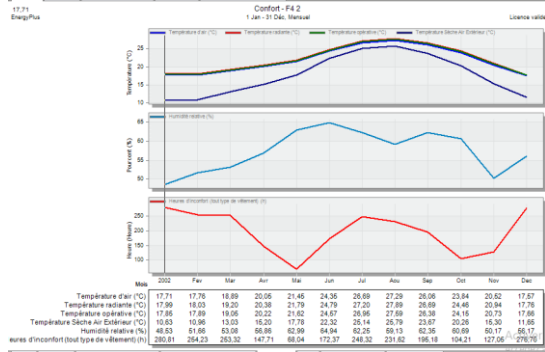
Chauffage et climatisation annuelle

F3 intermédiaire orienté sud-ouest



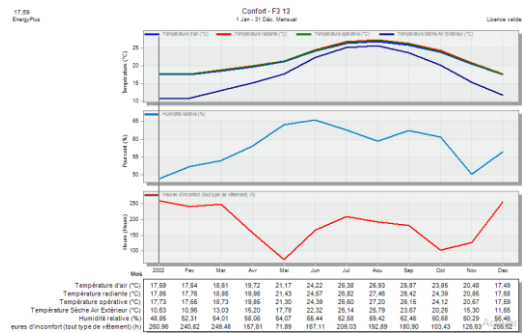
Confort appartement

Scenario 4: protection solaire F4 intermédiaire orienté nord-sud :



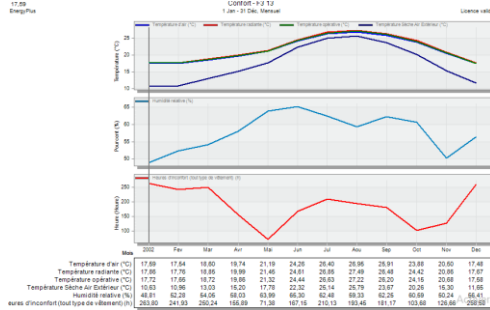
Confort appartement

F3 étage intermédiaire orienté sud-est :



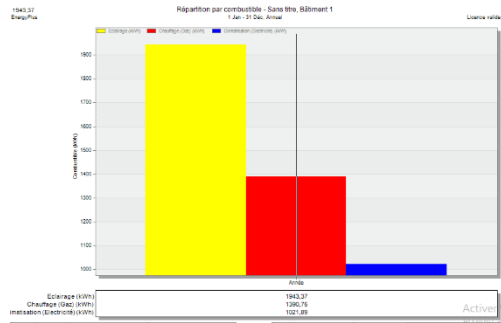
Confort appartement

F3 intermédiaire orienté sud-ouest :

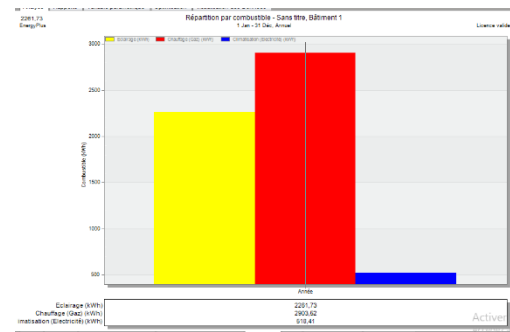


Confort appartement

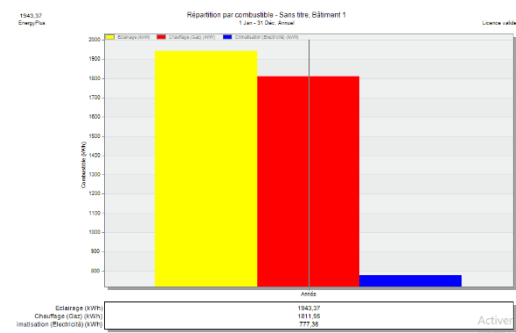
scenario 4: double vitrage + protection solaire



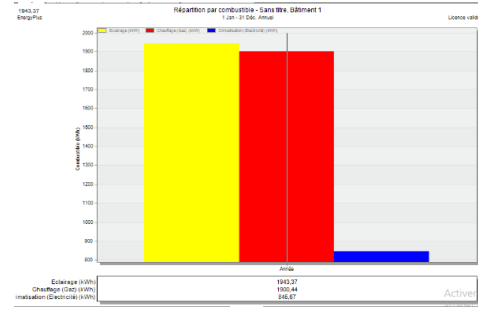
Chauffage et climatisation annuelle



Chauffage et climatisation annuelle

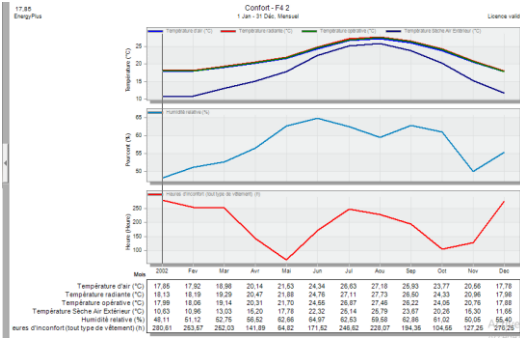


Chauffage et climatisation annuelle



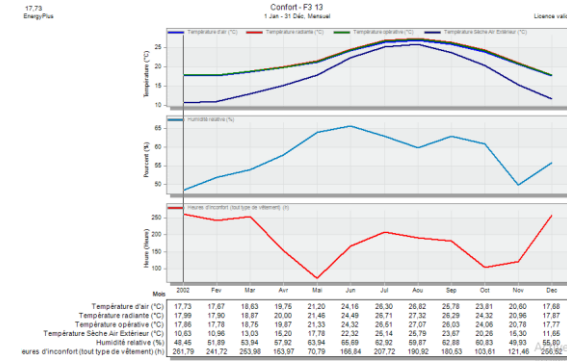
Chauffage et climatisation annuelle

F4 intermédiaire orienté nord-sud :



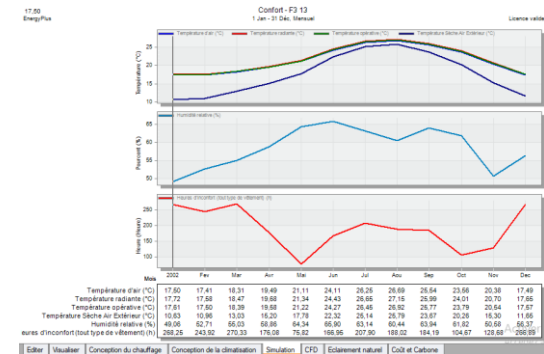
Confort appartement

F3 intermédiaire orienté sud-est :

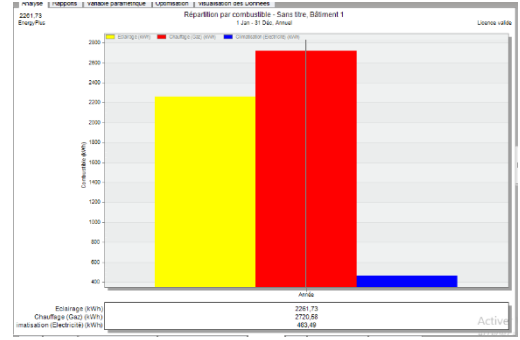


Confort appartement

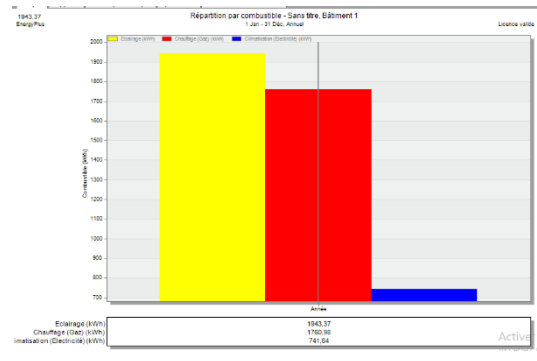
F3 intermédiaire orienté sud-ouest :



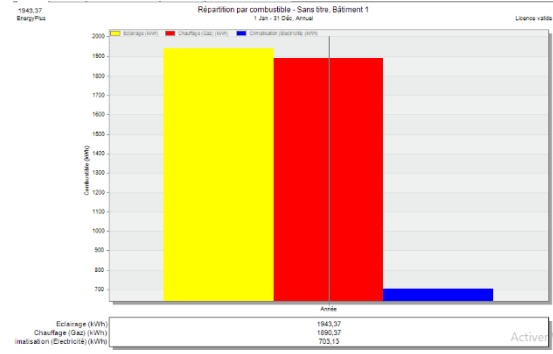
Confort appartement



Chauffage et climatisation annuelle



Chauffage et climatisation annuelle



Chauffage et climatisation annuelle