



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Larbi Tébessi – Tébessa
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Architecture

جامعة العربي التبسي – تبسة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم الهندسة المعمارية

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
de Master Académique

Domaine : Architecture, Urbanisme et Métiers de la ville

Filière : Architecture

Spécialité : Architecture

Thème:

**Bâtiment à énergie positive, vers une solution
énergétique durable
Cas d'étude: centre commercial à La ville de Tébessa**

Elaboré par : AOULMI Kamilia

Encadré par : Dr. TARTAR Nassima

Présenté et soutenu publiquement, le : /06/2022, devant le jury composé de :

1- Dr. GHERBI Mohammed

MCB

Président

2- Dr. TARTAR Nassima

MCB

Rapporteur

3- Dr. BELARBI Lakhdar

MCB

Examineur 1

4- Mme. MESSAI Fayza Radhia

MAA

Examineur 2

Année universitaire : 2021/2022

Dédicace :

À l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et ma source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, au plus beau père de l'univers, à toi mon Père.

À la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la Flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; la femme forte et exemplaire qui est toujours à la disposition de ces filles à maman que j'adore.

À mon âme sœur, qui a été toujours à mes côtés pour le meilleur, et pour le pire, les rires et les pleurs, qui a été privé de sommeil à cause de moi, à toi Ilham.

À mes princesses, à la joie de notre maison : Kaouther et Sababil et ma petite ange Rahaf.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour.

À toute ma belle-famille, spécialement à toi ma tante Djamila.

Aux personnes qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études pour m'aider et m'encourager.

À mon partenaire qui a partagé avec moi les moments les plus difficiles de ce chemin amusant, à toi Amine.

À celle qui a le plus bienveillant cœur à toi ma grand-mère, que je souhaite qu'elle soit fière de moi là où elle est.

Remercîment

Je remercie le bon dieu le tout puissant de m'avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce Travail.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Dr TARTAR Nassima, je le remercie pour son encadrement, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité.

Je remercie spécialement les membres de jury, Dr. GHERBI Mouhamed, Dr. BELARBI Lakhdar et Mme MESSAI Fayza Radhia, pour le grand honneur qu'ils me font en acceptant de juger ce travail.

Je tiens à remercier, monsieur BENTAIB Redouan, Monsieur AZZAZI Fayçal de leur gratitude et leur bienveillance durant toute ces années.

SOMMAIRE

- Sommaire
- Dédicace
- Remercîment

Introduction générale

-Introduction.....	II
-Les constats positifs et négatifs.....	III
-Questions de recherches.....	III
-Question principale	III
-Question secondaires	III
-Hypothèses de recherche.....	IV
-Hypothèse principale.....	IV
-Hypothèses secondaires	IV
- Objectifs de recherche.....	IV
-Méthodologie d’approche.....	V
-Structure du mémoire.....	VI

PARTIE THEORIQUE

-Introduction de la partie théorique.....	2
---	---

Chapitre n° 01 : le bâtiment à énergie positive

-Introduction	4
1. Ensemble de définition et de concepts	5
1.1-Le bâtiment performant.....	5
1.2-Typologie des bâtiments performants.....	5
1.2.1- Concepts purement énergétiques.....	5
a. Le bâtiment à basse consommation.....	6
b. Le bâtiment passif.....	6
c. Le bâtiment producteur d’énergie.....	6
d. Le bâtiment Zéro-énergie.....	7
e. Le bâtiment à énergie positive.....	7
f. Le bâtiment autonome.....	7
1.2.2. Concepts plus larges.....	8

a. Zero utility cost house.....	8
b. Maison neutre en carbone « maison zéro carbone »	9
c. Le bâtiment vert.....	9
d. Intelligent building.....	9
2- Le bâtiment à énergie positive.....	9
2.1. Aperçue sur le BEPOS.....	9
2.2. Définition de BEPOS.....	10
2.3. Les démarches conceptuelles d'un bâtiment à énergie positive.....	11
2.3.1-La réduction de la consommation des énergies.....	11
A. Solutions conceptuelles	11
B. Solutions techniques.....	13
2.3.2. La production locale d'énergie.....	14
2.3.3. La gestion de l'énergie.....	14
2.4. Les besoins énergétiques d'un bâtiment.....	14
2.5. Le Bilan énergétique d'un bâtiment a énergie positive.....	14
2.5.1. Comment établir un bilan énergétique.....	14
2.5.2. Le diagnostic de performance énergétique	15
3. Energie et Sources d'énergie.....	15
3.1. Energies non renouvelables (fossiles)	16
3.2. Energies renouvelables	16
3.2.1. Définition.....	16
3.2.2. Les différents types d'énergies renouvelables.....	17
A. L'énergie éolienne.....	17
B. L'énergie hydraulique	17
C. L'énergie biomasse.....	18
D. L'énergie géothermique	18
4. l'énergie solaire.....	19
4.1. Définition d'énergie solaire.....	19
4.2. Les différents types d'utilisation d'énergie solaire.....	19
4.2.1. L'énergie passive.....	19
4.2.2. L'énergie thermodynamique.....	19
4.2.3. L'énergie solaire Photovoltaïque.....	20
4.2.4. L'énergie solaire Thermique.....	20
5. Les technologies pour l'exploitation de l'énergie solaire dans le BEPOS.....	21

5.1.:	Les technologies solaires thermiques.....	21
5.1.1.	Chauffage de l'eau sanitaire.....	21
A.	Le chauffe-eau solaire monobloc.....	21
B.	Le chauffe-eau solaire séparés.....	21
5.1.2.	Chauffage de bâtiment.....	22
A.	Le plancher solaire direct.....	22
B.	L'hydro accumulation.....	22
5.1.3.	Climatisation intérieure.....	23
5.1.4.	Les différents types des capteurs solaires thermiques.....	24
5.2.:	Les technologies solaires photovoltaïques.....	24
5.2.1.	Les cellules photovoltaïques.....	24
5.2.2.	Les panneaux photovoltaïques.....	25
6.	Techniques d'intégration des cellules photovoltaïque.....	26
6.1.	C'est quoi BIPV ?	26
6.2.	Des réalisations de BIPV.....	26
6.3.	L'intégration des cellules photovoltaïque dans l'enveloppe architecturale.....	27
7.	Les facteurs jouent sur la production d'un panneau photovoltaïque	31
7.1.	La puissance du panneau solaire.....	31
7.2.	Rendement de l'installation.....	31
8.	L'énergie produite par le panneau photovoltaïque.....	32
-conclusion	33

Chapitre n° 02 : Le commerce et le centre commercial

Introduction.....	35
I. Le Commerce.....	36
1. Définition de commerce.....	36
2. Le rôle du commerce	36
3. Différents types de commerce	37
3.1. Le commerce selon la spécialité :	37
3.2. Le commerce selon les besoins.....	37
3.2.3. Commerce spécialisé	37
3.3. Le commerce selon l'échange	37
4. Classification des équipements commerciaux.....	38

5. La typologie algérienne des espaces commerciaux.....	39
5.1. Les petites surfaces de ventes.....	39
5.1.1. Les magasins traditionnels « hanoute »	39
5.1.2. Les kiosques.....	39
5.2. Les moyennes surfaces de ventes	39
5.2.1. Les superettes	39
5.2.2. Les marchés.	40
5.2.3. Les supermarchés.....	40
5.3. Les grandes surfaces de ventes	40
5.3.1. Les hypermarchés	40
5.3.2. Les Centre commerciaux	41
5.3.3. Le Mall ou shopping center.....	41
II. Le loisir	41
1. La définition de loisir.....	41
2. Fonctions majeures des loisirs	42
3. Types des loisirs	42
4. Classification des loisirs	42
III. Le centre commercial.....	43
1. Définition d'un centre commercial.....	43
2. Rôle et objectifs du centre commercial	44
3. Évolution historique du centre commercial	45
3.1. La période de l'antiquité.....	45
3.1.1. L'agora grecque	45
3.1.2. Le forum romain	45
3.2. La période de moyen âge	45
3.2.1. Les halles de marché	45
3.2.2. Les foire	46
3.2.3. Les bazars	46
3.3. La période de renaissance	46
3.3.1. Les passages	46
3.3.2. Les grands magasins.....	47
3.4. La période moderne	47
3.4.1. Les supermarchés	47

3.4.2. Les hypermarchés	47
3.4.3 Les centres commerciaux	47
3.5. La période contemporaine	48
3.5.1 Les centres commerciaux et de loisir	48
4. Classification des centres commerciaux	48
4.1. Selon la localisation	48
4.1.1. Les centres commerciaux urbains ou de centre-ville	48
4.1.2. Les centres commerciaux périphériques.....	48
4.2. Selon la taille	49
4.2.1. Les centres commerciaux de proximité	49
4.2.2. Les grands centres commerciaux	49
4.2.3. Les centres commerciaux régionaux	49
4.2.4. Les centres commerciaux super régionaux	49
4.3. Selon la spécialité	49
4.3.1. Les centres commerciaux à destination fun shopping.....	49
4.3.2. Les centres commerciaux à thème.....	49
5. Type des centres commerciaux	50
6. Organisation spatiale et fonctionnelle d'un centre commercial	50
6.1. Les utilisateurs et les usagers	50
6.2. Les fonctions (les activités)	51
6.3. Les circuits d'un centre commercial	51
6.4. Type de Circulation dans les centres commerciaux.....	52
6.4.1. La circulation verticale	52
6.4.2. La circulation horizontale	52
6.5. Les parcours et son rôle.....	53
7. Les exigences techniques et conceptuelles des centres commerciaux.....	56
7.1. Type des magasins.....	56
7.2. La grande surface.....	57
7.3. La circulation verticale.....	57
7.4. Stationnement	58
7.5. Stationnement et entrée.....	59
7.6. Modes de livraison des boutiques commerciales.....	60
- Conclusion	61

Chapitre n° 03 : Analyse du centre commercial de copimade à la ville de Tébessa et autres exemples

- Introduction	63
I. Situation et caractéristique de la zone d'étude.....	64
1. La situation géographique	64
2. Etude Générale de climat	65
2.1. La température.....	65
2.2. Les précipitations.....	65
2.3. Les vents	66
II. Présentation du cas d'étude « centre commercial de copimade »	66
1. L'aspect urbain :	67
1.1. La situation.....	67
1.2. L'environnement immédiat	67
1.3. L'accessibilité.....	67
1.4. les parkings.....	68
2. L'aspect architectural	68
2.1. La forme	68
2.2. La volumétrie.....	68
2.3. les façades.....	69
2.4. les matériaux de construction	70
3. L'aspect fonctionnel et spatial.....	71
III. Analyse des exemples.....	72
1. Les exemples des centres commerciaux	72
2. Les exemples de Bepos à caractère commerciale.....	76
2.1. Ilot Eiffel.....	76
2.2. Tour Alto.....	79
- Conclusion	82
- Conclusion de la partie théorique	83
PARTIE Expérimentale	
-Introduction de la partie expérimentale.....	85

Chapitre n° 04 : état de l'art et positionnement épistémologique

-Introduction	87
1. Les études antérieurs	88
2. Les méthodes d'évaluation	91
2.1. Méthode expérimentale.....	91
2.2. Méthode d'analyse.....	91
2.3. Méthode de simulation.....	91
3. Les outils d'évaluation.....	91
4. Critères de choix des logiciels.....	93
4.1. Le choix d'outil de simulation « ECOTECT »	93
4.2. Les Avantages.....	94
5. Méthode de l'expérimentation.....	94
6. Création du model d'analyse sur Ecotect : cas d'étude	95
6.1. Les paramètres de site	95
6.2. Les paramètres de modèle d'analyse	95
6.1.1. Les paramètres fixes	95
6.1.2. Les paramètres variables	95
6.3. La codification des paramètres d'analyse	95
6.4. La Création du modèle.....	97
7. Le calcul de l'énergie produite « PVGIS »	102
7.1. Aperçue sur PVGIS	102
7.2. La création du modèle d'analyse : cas d'étude	103
7.3. Les paramètres du modèle d'analyse	103
7.3.1 Liste des variables	103
7.3.2. Les paramètres fixe	103
7.4. La codification des paramètres d'analyse	103
7.5. Le processus de calcul de la production énergétique.....	104
- Conclusion	108

Chapitre n° 05 : démonstration et interprétation des résultats de la simulation

- Introduction	110
----------------------	-----

1. L'évaluation de la consommation annuelle d'énergie du bâtiment	111
1.1. La consommation énergétique pendant la période de climatisation (cooling)	111
1.2. La consommation énergétique pendant la période de chauffage (heating)	112
2. Evaluation de la consommation énergétique dans le régime Cooling	113
3. Evaluation de la consommation énergétique dans le régime heating.....	115
4. Lecture générale de la consommation énergétique (cooling/heating)	117
5. Choix du scénario optimal.....	119
6. La production énergétique.....	120
6.1. Au niveau de mur rideau.....	120
6.2. Au niveau de la dalle.....	121
6.3. Au niveau du verre.....	122
7. L'analyse et l'interprétation des résultats retenus pour les deux simulations.....	123
- Conclusion.....	124

Chapitre n° 06 : Le projet

- Introduction	126
1. Les enseignements.....	127
1.1. Le volet énergétique	127
1.2. Le volet urbain.....	127
1.3. Le volet architectural.....	127
1.4. Le volet technique.....	127
2. Analyse du terrain.....	128
2.1. Les critères du choix de terrain.....	128
2.2. Situation du terrain.....	128
2.3. Environnement immédiat.....	128
2.4. L'accessibilité.....	129
2.5. Morphologie du terrain.....	130
2.6. Relief et topographie.....	130
2.7. Contraintes et Servitudes.....	130
3. Le programme.....	131
4. Passage à l'esquisse.....	133
4.1. Le Zoning.....	133
4.2. La genèse de la forme.....	134

4.3. Les plans.....	135
4.4. Les façades.....	137
4.5. La volumétrie.....	138
- Conclusion.....	139
-Conclusion de la partie expérimentale.....	140
- Conclusion générale	142
- Bibliographie	143
-liste des figures	
-liste des tableaux	
-liste des graphes	
-liste des schémas	
-Résumé	

Introduction générale

-Introduction :

Depuis l'Antiquité, l'être humain a toujours utilisé l'énergie pour répondre à divers besoins. Avec le temps et en raison du développement technologique de divers secteurs, qu'il s'agisse de l'industrie, des transports ou du logement, sa consommation d'énergie est tout en Augmente systématiquement.

Le secteur du bâtiment est actuellement l'une des industries les plus consommateurs au monde de L'énergie. À l'échelle mondiale, ce secteur Représente 30 à 40 % de la consommation totale d'énergie et une grande partie de l'impact Environnement créé par l'homme.

Ce secteur utilise de l'énergie pour diverses applications, telles que la production d'eau chaude sanitaire, la climatisation ou l'éclairage. Cette énergie consommée provient principalement d'énergies fossiles, qui sont à l'origine du réchauffement climatique de la planète et qui représentent plus de 30% des émissions de gaz à effet de serre (Luçon et al,2014).

De ce fait, il présente un fort potentiel d'amélioration à la fois sur les plans énergétiques et environnementaux. Pour répondre à ces défis énergétiques et environnementaux, plusieurs éléments de solution peuvent être mis en œuvre de manière supplémentaire. Donc la maîtrise de la consommation d'énergie est donc devenue un enjeu majeur, et ce pour tous les types de bâtiment : résidentiels, industriels ou tertiaire.

Dans notre domaine et pour réduire ces impacts, il devient impératif de développer les stratégies conceptuelles à travers la composition du bâtiment , l'orientation et les matériaux et les stratégies énergétiques qui mettent en avant les différentes formes d'énergies renouvelables et concevoir des bâtiments respectueux de l'environnement, tels que les bâtiments passifs, performants, les bâtiments à énergie active, les maisons solaires, à haute qualité environnementale ou à haute performance énergétique positive,

Le concept de bâtiments à énergie positive repose d'une part sur la réduction de la consommation énergétique par les solutions passives et actives pour améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment, et d'autre part sur la production de plus d'énergie à partir des énergies renouvelables, Comme l'énergie solaire.

L'Algérie est un pays au climat très diversifié, ce qui en fait un concurrent de taille dans la course à l'utilisation des énergies renouvelables (notamment l'énergie solaire), car l'Algérie bénéficie chaque année d'un ensoleillement considérable. Mais il ne profite pas de cet ensoleillement au niveau de tous les climats et surtout le climat semi-aride qui offre de bonnes conditions pour

assurer une conception d'un bâtiment à énergie positive à travers les systèmes photovoltaïques et surtout dans les équipements et les projets qui consomment des grandes quantités des énergies non-renouvelables d'une façon irrationnelle telle que : les centres commerciaux.

Plusieurs recherches ont prouvé que les centres commerciaux font aujourd'hui des bâtiments les plus consommateurs d'énergie dans sa gestion (machine, éclairage, ascenseur, escalator) (Alice Baroi et al,2018).

Ce qui m'a insisté pour analyser le centre commercial de Copimade et concevoir un autre, qui sera considéré comme un bâtiment à énergie positive qui repose sur l'utilisation des matériaux performants dans le but de minimiser la consommation énergétique et qui exploite l'énergie solaire, pour le but de tester l'efficacité de système des capteurs photovoltaïques dans le climat semi-aride à la ville de Tébessa en Algérie.

-Constas positifs et négatifs :

Le centre commercial de Copimade considéré comme le seul centre au niveau de la ville de Tébessa, il bénéficie d'une situation stratégique par rapport aux besoins des habitants du quartiers proches. Ce centre est limité à côté ouest par la voie primaire : boulevard Belgacem Youssef qui permet un bon flux de circulation mécanique et piétonne. Sa présence dans une ville d'un climat semi-aride permet l'utilisation d'une quantité significative de l'énergie solaire et surtout à l'été,

Cependant qu'il était abandonné par les commerçants et que sa conception basée sur la consommation des énergies non-renouvelables au même temps que ses matériaux de construction utilisés et le manque des isolants favorisent les déperditions énergétiques donc la perte de beaucoup d'énergie.

-Questions de recherche :

-Question principale :

- Comment peut-on exploiter les stratégies conceptuelles et énergétiques pour construire un bâtiment à énergie positive à attraction commerciale dans un climat semi-aride à la ville de Tébessa ?

Questions secondaires :

- C'est quoi un bâtiment à énergie positive (BEPOS) ?
- Quelles sont les techniques et les concepts pour le construire ?

-Hypothèses de recherche :

Ce sujet nous incite à mettre plusieurs hypothèses afin de pouvoir et afin de répondre aux questions de recherche :

Hypothèse principale :

- Conceptuellement, on peut exploiter les matériaux de la construction pour réduire la consommation énergétique dans un Bâtiment à énergie positive.
- D'un côté énergétique on peut exploiter l'énergie solaire par l'intégration des cellules ou des panneaux solaires, pour produire plus d'énergie.

Hypothèses secondaires :

- Le bâtiment a énergie positive c'est un bâtiment qu'il produise l'énergie plus qu'il consomme.
- On peut intégrer les techniques d'énergie solaire passive et active à la base de l'énergie Renouvelable pour réduire la consommation énergétique.
- La simulation numérique peut aider à l'évaluation.

Objectifs de recherche :

Suite aux problèmes posés auparavant, nous avons fixé des objectifs à atteindre dans le cadre de cette étude parmi eux on a :

- Déterminer le concept du bâtiment a énergie positive.
- D'une part minimiser le maximum possible la consommation énergétique en utilisant des matériaux de construction performants dans l'équipement. et d'une autre part produire l'énergie à travers l'intégration des techniques passives et actives.
- Valoriser l'utilisation des énergies renouvelables dans le secteur du bâtiment.
- Réduire l'impact des énergies fossiles sur l'environnement.

Méthodologie d'approche :

Afin de bien traiter et maîtriser notre sujet de recherche et dans le but d'étudier la faisabilité de panneaux photovoltaïques pour l'amélioration de performance énergétique et la fiabilité des matériaux de construction à minimiser la consommation énergétique, dans un centre commercial, nous avons suivi la démarche suivante qui contient deux principales méthodes :

- **une démarche quantitative** : basée sur la méthode descriptive qui sera traitée les aspects théoriques du sujet de recherche et dédiée à la recherche documentaire, bibliographique, ainsi que toutes les notions qui permet l'assemblage et la compréhension des bases théoriques relatives, elle inclut le thème de recherche qui est le bâtiment à énergie positive, ses techniques, et sa performance, aussi les énergies renouvelables, leurs types et leurs utilisations, les matériaux de construction et son rôle dans la réduction de la consommation énergétique .
- Une recherche thématique sur le thème et le projet, leurs définitions et leurs types, leurs exigences...etc.
- **une démarche qualitative** : basée sur la méthode analytique où on traite les aspects analytiques : l'analyse de cas d'étude et l'analyse des exemples livresques et existants et la méthode expérimentale qui présente les outils et les instruments de cette recherche s'articulera autour d'une simulation numérique en utilisant le logiciel ECOTECTE et PVGIS , la simulation aura pour le rôle de choisir des modèles créés selon les différents paramètres fixes et variables, dont le but est de trouver le modèle le plus performant en termes énergétique et de produire plus d'énergie à travers l'exploitation de l'énergie solaire pour concevoir un centre commercial à énergie positive dans le climat semi-aride .Après l'évaluation du bilan énergétique.

7. Structure de la recherche :

La recherche se compose de 06 chapitres qui sont :

Introduction générale : qui une introduction générale qui se compose d'une problématique, des questions de recherche, des hypothèses, les objectifs, la structure et la méthodologie de la recherche élaboré.

Le premier chapitre : consiste d'un aperçu théorique sur le bâtiment à énergie positive, il s'agit de quoi, son mode de fonctionnement, les énergies renouvelables et les solutions alternatives à la réduction de la consommation énergétique dans ce type de bâtiment, les méthodes d'exploitation de l'énergies solaire pour la production énergétique.

Le deuxième chapitre : il s'agit d'un support théorique sur le thème : le Commerce son définition, son rôle, une aperçue historique et les classifications de ses équipements. Et une recherche thématique sur l'équipement : Centre commercial son rôle, sa classification, ses composants et les

différents espaces et fonctions exercés dans l'objectif de connaître ses exigences techniques qui aide à sa conception.

Le troisième chapitre : il s'agit d'une analyse globale du cas d'étude : le centre commercial de copimade à la ville de Tébessa au niveau de l'aspect urbain et l'aspect architectural pour évaluer son état initial, avec une étude analytique des exemples pour déterminer les différents fonctions insérer dans le projet souvent et tous les informations architecturales, techniques et normatifs et les synthèses qui aide à l'élaboration de la conception du projet. et une recherche antérieurs sur les bâtiments à énergies positive à caractère commerciale et les matériaux de construction.

Le quatrième chapitre : abordera les études précédentes de notre thème et le protocole de simulation (avec le logiciel choisi) pour l'évaluation de la performance énergétique de la conception de notre cas d'étude.

Le cinquième chapitre : qui vise le traitement des résultats obtenu d'après avoir faire la simulation et leurs applications dans la conception architecturale de notre futur projet Pour un climat semi-aride à Tébessa.

Le dernier chapitre : il va être consacré à la présentation du projet, l'analyse du terrain, analyse climatique et la présentation du programme, ainsi qu'on va exposer les processus conceptuels d'une première composition basée sur les principes de fonctionnement et la logique conceptuelle des centres commerciaux, selon le terrain et les principes de la conception d'un bâtiment à énergie positive.

-Conclusion Générale : expose les conclusions et les synthèses tirées de travail des recommandations architecturales et techniques pour l'optimisation de la performance énergétique des bâtiments a caractères commerciaux dans la zone climatique du Tébessa.

Partie

Théorique

Introduction de la partie théorique :

A travers cette partie, qui regroupe de trois chapitres, qui se suit, nous avons faire une recherche théorique pour comprendre les concepts clés pour traiter la problématique.

Alors, Dans le premier chapitre intitulé le bâtiment à énergie positive et qui consiste à faire un survol sur les notions de base sur le Bepos, et faire un aperçu sur les énergies renouvelables en tant que l'énergie est considérée comme l'un des piliers qui en dépendent le plus dans le domaine de l'architecture et de l'architecture durable aussi, ainsi que l'énergie solaire qui est la plus innovante et la plus facile à utiliser grâce aux panneaux et aux cellules solaires. Ensuite, nous verrons comment intégrer ses cellules au niveau des plusieurs endroits du bâtiment, et non seulement au niveau des toitures comme c'est courant ; et comprendre comment utiliser cette technique dans ce domaine.

Le deuxième chapitre intitulé Recherche sur l'équipement « centre commercial » qui consiste en un aperçu sur les centres commerciaux qu'ils sont considérés comme l'un des principaux des projets énergivores.

le troisième chapitre a l'objectif de faire une analyse sur le cas d'étude choisi pour la simulation et consiste à citer les recherches antérieures sur le bâtiments à énergie positive pour l'élaboration des matériaux de construction écologiques dans le but de réduire la consommation énergétique et pour fournir des résultats généralisables pour maximiser l'efficacité de l'utilisation du système d'intégration des cellules photovoltaïques dans la conception, plus l'analyse des exemples qui aident à mieux comprendre et élaborer ce type de projet

Chapitre n° 01 :

Le bâtiment à énergie positive

Introduction :

Le secteur du bâtiment représente 24% des émissions de gaz à effet de serre et les consommations électriques des bâtiments ont augmenté de 83% en 60 ans. Deux chiffres marquants que la loi de transition énergétique vise à améliorer grâce aux BEPOS, des bâtiments durables et autonomes énergétiquement. (BEPOS, 2018).

Avec la réglementation thermique française 2020 un nouvel objectif est fixé au secteur de bâtiment qui est la construction de bâtiment à énergie positive.

Le BEPOS doit répondre aux exigences du label E, Effinergie+. Ce dernier qui combine de faibles besoins énergétiques à une production d'énergie locale ne sont toujours pas très dispersés notamment en raison de contraintes économiques et d'un faible retour d'expérience a conception nécessite une maîtrise du comportement du bâtiment et de ses composants en toutes saisons. (Thiers, 2008), en utilisant un maximum des ressources énergétiques renouvelables.

Afin d'optimiser la consommation énergétique du bâtiment. Il faut chercher de rendre le bilan énergétique annuel de ce bâtiment positif à travers l'exploitation des énergies renouvelables.

A travers ce chapitre, on essaiera de définir la notion de BEPOS, et faire un aperçu sur les énergies renouvelables, et enfin étudier les systèmes d'exploitation de l'énergie solaire, puis étudier le système des cellules photovoltaïques utilisées en architecture.

1-Ensemble de définition et de concepts :

Il existe plusieurs concepts reliés au thème on cite :

1.1. Le bâtiment performant : Un concept de bâtiment performant est défini par un ensemble d'objectifs et de solutions techniques destinés à guider le concepteur. Ce dernier, en s'appuyant sur divers outils d'aide à la conception, associe des techniques, matériaux, structures et équipements de manière à atteindre au mieux les objectifs fixés. Enfin, après la mise en service du bâtiment, une phase d'évaluation permet au concepteur et au maître d'ouvrage de quantifier les performances réelles du bâtiment et de les comparer aux objectifs originaux. (Thiers, 2008).

Il y'a des divers concepts des bâtiments performants qui sont encadrés par ces labels. Ces bâtiments sont classés en trois catégories : bâtiments performants, bâtiments très performants, et bâtiments zéro énergie ou à énergie positive. (HPE en Algérie, 2013)

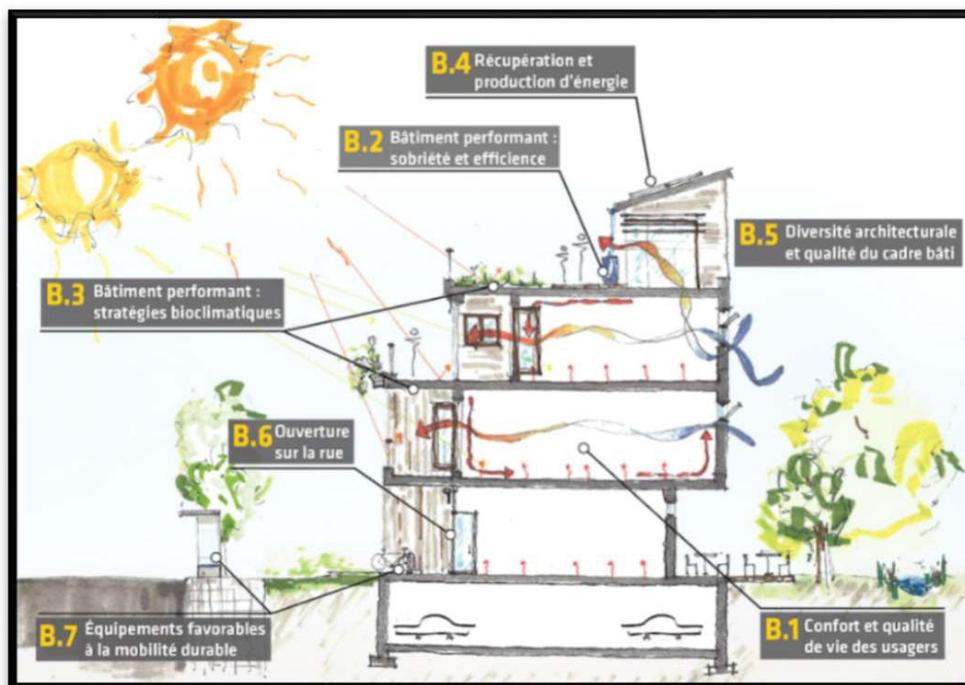


Figure1. 1 : schéma descriptif de la fonction d'un bâtiment performant.
Source : (Échelle du bâtiment - ObjectifEcoquartiers.org, 2020)

1.2. Typologie des bâtiments performant :

1.2.1. Concepts purement énergétiques : Les concepts suivants incluent uniquement les bâtiments performant du côté énergétique sans égard aux concepts environnementaux :

a. Le bâtiment à basse consommation : Ce bâtiment se caractérise par ses faibles besoins énergétiques par rapport aux bâtiments standards. Ce premier niveau de performance peut être réalisé par l'amélioration de l'isolation la réduction des ponts thermiques et l'accroissement des apports passifs (Thiers, 2008). Ce concept n'inclut aucun moyen à l'avance de produire de l'énergie locale, mais il ne l'exclut pas. (Stéphane.2008)

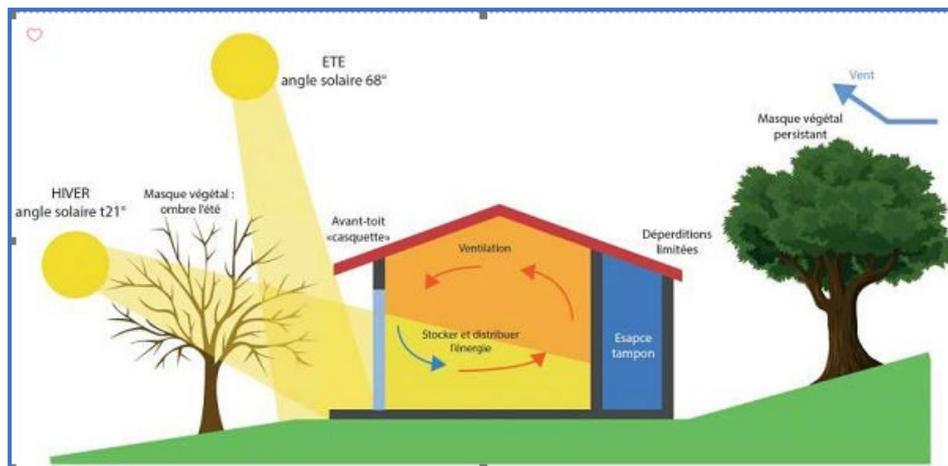


Figure 1. 2 : Principes de base d'une conception bioclimatique.

Source : (BBC, bâtiment basse consommation, bioclimatique Lorraine - Bio bâti Lorraine, 2020)

b. Le bâtiment passif : Ce bâtiment très faiblement consommateur d'énergie ne nécessite pas de systèmes de chauffage ou de rafraîchissement actifs : les apports passifs solaires et internes et les systèmes de ventilation suffisent à maintenir un ambiance intérieure confortable toute l'année. Ce concept inclut également une réduction des besoins en électricité spécifique et éventuellement une production d'électricité à base de sources d'énergie renouvelables (Thiers, 2008).

c. Le bâtiment producteur d'énergie :

Il est équipé par des moyens et des installations de production d'énergie locaux, pourtant cette nomination ne détermine ni le niveau de consommation d'énergie, ni la quantité d'énergie produite, ni la nature de cette énergie produite. Par conséquent, il s'agit davantage des propriétés d'un bâtiment que d'un concept du bâtiment lui-même. Cependant, le terme "bâtiment pour la production d'énergie" est parfois utilisé pour désigner "bâtiment à énergie positive ». (Thiers, 2008)

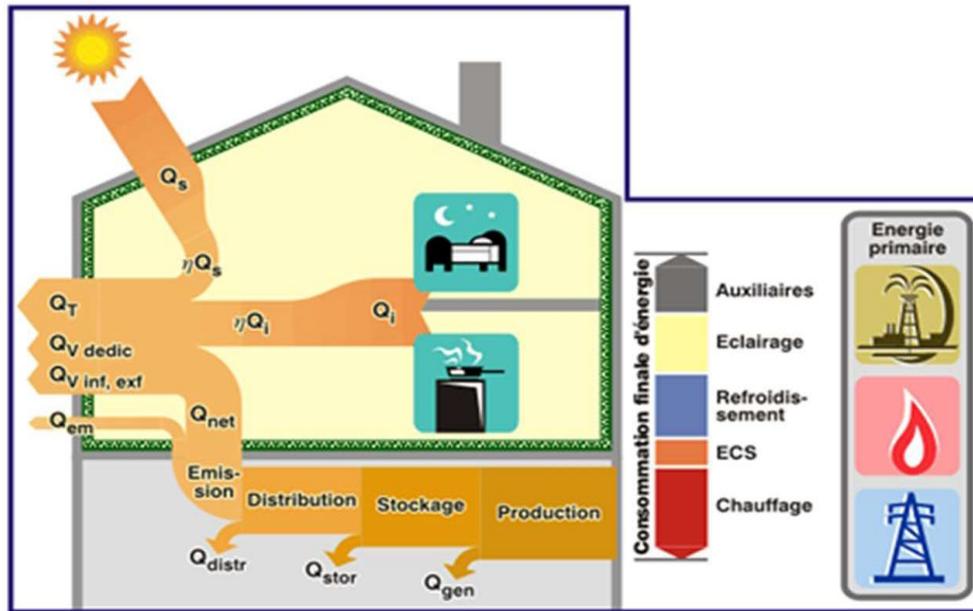


Figure 1. 3 schéma explicatif de la production et la consommation d'énergie dans un bâtiment.

Source :(Consommation en énergie primaire, 2011)

d. Le bâtiment Zéro-énergie : Le bâtiment zéro énergie est combine de faibles besoins d'énergie à des moyens de production d'énergie locaux. Sa production énergétique équilibre sa consommation si celle-ci est considérée sur une année. Son bilan énergétique net annuel est donc nul. (Bernie, 2006). Donc (production-consumation=0)

e. Le bâtiment à énergie positive : Ce bâtiment producteur d'énergie dépasse le niveau « zéro énergie » : il produit globalement plus d'énergie qu'il n'en consomme. Ce bâtiment est raccordé à un réseau de distribution d'électricité vers lequel il peut exporter le surplus de sa production électrique (Maugard et al, 2005). Donc Le bâtiment a énergie positive a un bilan énergétique globale positif, il produise d'énergie (thermique ou électrique) qu'il consomme, L'excès d'énergie peut être stockée afin d'être utilise plus tard où être ajouté au réseau d'électricité.

f. Le bâtiment autonome :

Le bâtiment est autonome lorsque sa source d'énergie ne dépend d'aucune ressource a distante. Ainsi, toute l'énergie consommée par le bâtiment est produite à partir des ressources locales. Dans la pratique, le bilan énergétique net de ce bâtiment est nul en tout le temps. Un tel bâtiment se passe des avantages des réseaux d'approvisionnement (foisonnement, sécurité d'approvisionnement), ce qui nécessite l'utilisation de stockage d'énergie (batteries de stockage, inertie thermique, etc.).et ainsi de suite. Ce type de

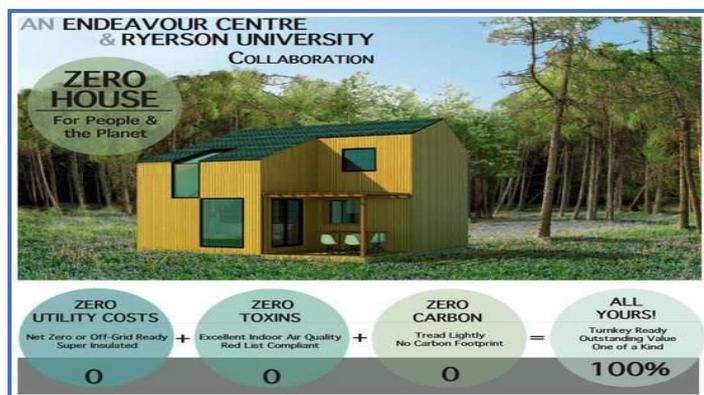
bâtiment est particulièrement adapté aux sites isolés ou insulaires, car il évite les coûts de connexion aux divers réseaux. (Rabah, 2010 ; Thiers, 2008).



Figurel. 4 : photo représente un concentré de technologies pour un bâtiment autonome.
Source :(Le Moniteur 2020)

1.2.2. Concepts plus larges : les concepts suivants incluent les bâtiments performant du côté énergétique et les concepts environnementaux :

a. Zero utility cost house : Ces expressions, plutôt évoquées au Japon ou aux États-Unis d'Amérique, désignent des bâtiments dont la facture énergétique est nulle : la vente d'une partie de la production énergétique du bâtiment compense les frais engendrés par l'achat de l'énergie consommée (électricité, hydrocarbures etc.). L'objectif est atteint grâce à la réduction des consommations et à l'usage de ressources énergétiques renouvelables gratuites. Mais le bilan dépend de facteurs non physiques tels que les prix des énergies ou les offres commerciales des fournisseurs. (Rabah, 2010 ; Thiers, 2008)



Figurel. 5 : exemple de Zéro utility costs & zéro carban house.
Source :(Singh et al, 2019)

b. Maison neutre en carbone « maison zéro carbone »

C'est un bâtiment dont le processus n'entraîne aucune émission de dioxyde de carbone. Cette tendance, qui s'inscrit dans l'approche du protocole de Kyoto, vise à réduire l'implication des bâtiments dans l'augmentation de l'effet de serre. L'approche « zéro carbone » est généralement associée à un mode de vie, dont le périmètre inclut, avec le bâtiment, les modes de déplacement, voire les modes de consommation des occupants du bâtiment. L'une des conséquences de cette approche est l'utilisation exclusive de ressources énergétiques renouvelables. (Rabah, 2010 ; Thiers, 2008).

c. Le bâtiment vert :

Il dépasse le cadre d'énergie et désigne le faible impact environnemental du bâtiment, par exemple à travers les matériaux utilisés. (Rabah, 2010 ; Thiers, 2008)

d. Intelligent building :

C'est un bâtiment qui présente une forme d'intelligence, généralement présentée par des automates programmables et des systèmes numériques de supervision. L'objectif principal du bâtiment intelligent est d'améliorer le confort (la gestion : la ventilation, l'éclairage, le chauffage, la climatisation la protection solaire et la sécurité du bâtiment) et la productivité des occupants du bâtiment. Par conséquent, les préoccupations énergétiques et environnementales peuvent être secondaires ou absentes. (Rabah, 2010 ; Thiers, 2008).

2. Le bâtiment à énergie positive :

2.1. Aperçue sur le BEPOS :

La plupart des définitions rencontrées se rapportent au bâtiment zéro énergie et demeurent très variées et assez peu précises. Donc il n'a pas été possible de tirer une définition claire, rigoureuse et unique de ce concept. Au Canada, la Net-Zero Energy Home Coalition propose une définition assez proche, ne considérant précisément que le bilan électrique, ce qui a l'avantage de la clarté : Une Net-Zero Energy Home (NZEH) fournit annuellement au réseau une quantité d'électricité au moins égale à la quantité d'électricité soutirée au réseau.

En Europe, le concept de « maison à énergie positive », évoqué par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) en France et par quelques architectes tels que Rolf Disch en Allemagne.

Aux États-Unis d'Amérique, le Zero Energy Home (ZEH) est défini comme un bâtiment produisant autant ou plus d'énergie qu'il n'en a besoin. Même si un tel bâtiment peut être connecté à un réseau d'énergie, il présente un bilan net de consommation d'énergie nulle vis-à-vis du fournisseur d'énergie, donc il semble que le ZEH considère essentiellement les consommations d'électricité.

2.2. Définition de BEPOS : Selon les normes de la Réglementation thermique (2020), Reicht (2016), Agence de la transition écologique (2018) :

Le bâtiment à énergie positive « BEPOS » dit bâtiment à très basse consommation avec un bilan énergétique global positif, c'est-à-dire qu'il produit plus d'énergie qu'il consomme pour leur propre fonctionnement. Ce bâtiment est raccordé à un réseau de distribution d'électricité vers lequel il peut exporter le surplus de sa production électrique (Thiers, 2008).

Selon Maugard (2006), le bâtiment à énergie positive est un lieu de production d'énergie décentralisée utilisant les énergies renouvelables : vent, soleil, géothermie superficielle, biomasse, etc..., le bâtiment assure ses propres besoins et l'énergie non consommée est restituée sur le réseau qui devient une immense coopérative de production.

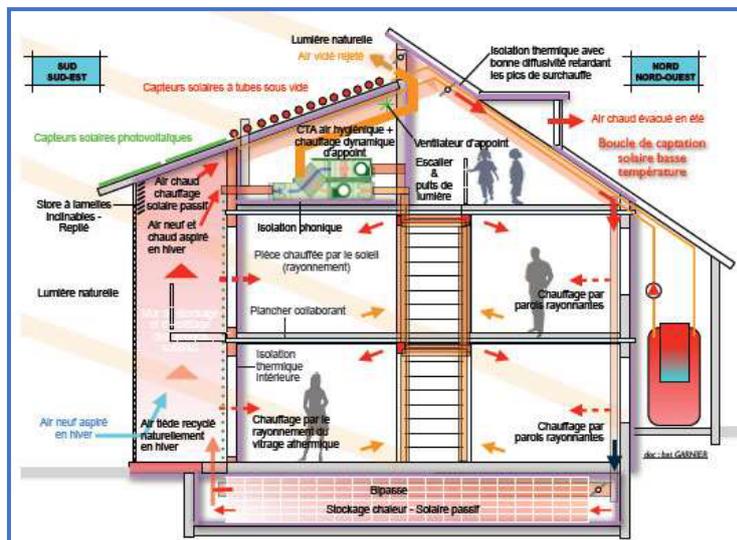


Figure 1. 6 Schéma de principe d'une maison BEPOS.

Source : (Le guide de la maison BEPOS 2019)

- Pour mesurer un BEPOS deux paramètres énergétiques sont retenus :
 - 1- Le bâtiment doit être sobre en énergie hors production locale et son contenu du carbone doit être faible aussi.

2- Le bâtiment doit être compensée sa consommation d'énergie primaire par la production locale d'énergie. (Lachi Elyes, 2017)

- Cela se traduit par de nombreux éléments à traiter :

- La définition du périmètre spatial de l'objet à énergie positive et la gestion des flux énergétiques : bâtiment, parcelle, groupe de bâtiments....
- L'optimisation de la conception bioclimatique du bâtiment.
- La mise en œuvre d'une enveloppe multifonctionnelle (isolation, production, stockage...).
- La définition du périmètre des consommations à prendre en compte et la manière de les comptabiliser.
- La prise en compte de la production d'énergie renouvelable.
- Le contrôle systématique de l'étanchéité à l'air et des ponts thermiques à la fin des travaux.
- Le renforcement des exigences sur le confort d'été.
- Le suivi du bâtiment en exploitation avec l'introduction d'instruments de mesure permettant un suivi des consommations.

2.3. Les démarches conceptuelles d'un bâtiment à énergie positive : La conception d'un BEPOS basé sur trois concepts qui sont la réduction de la consommation énergétique, la production de l'énergie utilisant les énergies renouvelables et la gestion d'énergie.

2.3.1-La réduction de la consommation des énergies : L'optimisation des besoins énergétique et l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments a pour l'objet de réduire l'énergie consommée des bâtiments. Cette optimisation reliée à des solutions conceptuelle et des solutions techniques (Joffroy et al, 2017 ; Benharra, 2016).

A.Solutions conceptuelles :

- **Orientation du bâtiment :** en conception de bâtiment énergie positive le choix de l'orientation consiste à chercher un compromis entre le bon ensoleillement et la bonne exposition au vent pour favoriser la ventilation naturelle. L'orientation à privilégier en longueur sur l'axe Est-Ouest, qui est l'orientation le plus exposée à l'ensoleillement donc qui reçoit le plus d'énergie. (Joffroy et al, 2017 ; Benharra, 2016)

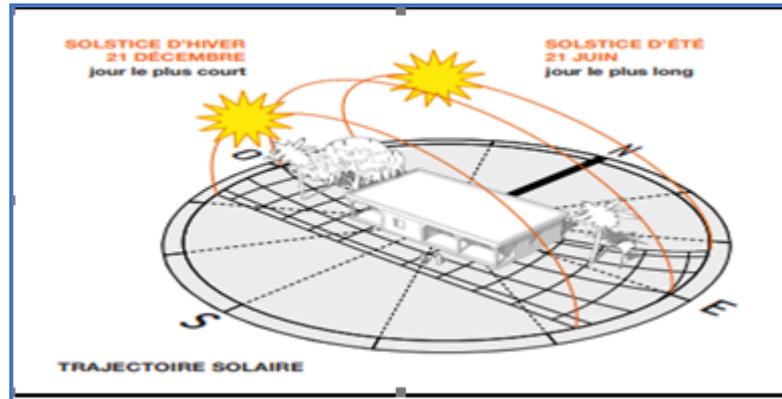


Figure 1.7: trajectoire solaire.

Source : clair, 2017.

- **La compacité** : D'un point de vue énergétique, il faut favoriser les bâtiments les plus compacts possibles. La compacité d'un bâtiment est une source importante d'économie d'énergie, plus la surface déprédative augmente plus les déperditions augmentent aussi. (Joffroy et al, 2017 ; Benharra, 2016),

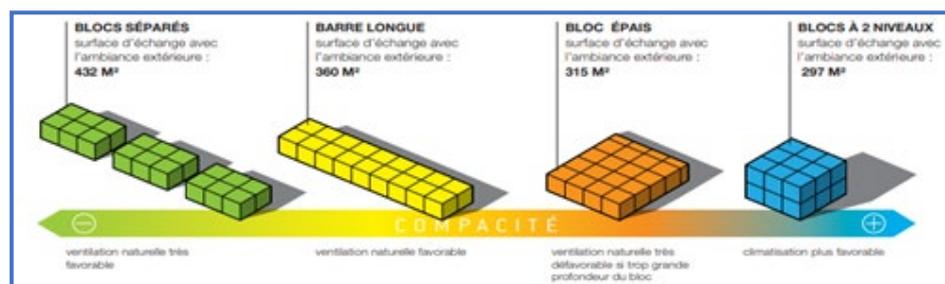


Figure 1.8 : La compacité d'un volume.

Source : chahinez,2021

- **L'implantation au site** : le potentiel de ventilation naturelle dépend de l'orientation de bâtiment par rapport au vent et de sa position dans le relief. (Joffroy et al, 2009 ; Benharra, 2016),
- **L'organisation spatiale** : Il est possible de limiter les consommations de chauffage et d'éclairage en organisant les espaces selon leurs fonctions et les besoins de chaque espace. (Joffroy et al, 2017 ; Benharra, 2016).
- **L'inertie thermique** : est la capacité d'un matériau à stocker de la chaleur et à la restituer ultérieurement, lorsque la température ambiante s'est amoindrie. Cette capacité est propre aux matériaux de forte densité (béton, brique, pierre, bois denses...) Une bonne inertie du bâtiment permet donc d'améliorer notablement le confort thermique en

été. Dans une moindre mesure elle permet de réduire les besoins de chauffage (Joffroy et al, 2017 ; Benharra, 2016)

- **L'isolation de l'enveloppe de bâtiment** : Pour minimiser la transmission du rayonnement solaire à l'intérieur du bâtiment on cherchera à avoir un faible facteur de transmission solaire au niveau des murs et de la toiture. (Joffroy et al, 2017 ; Benharra, 2016) Cela peut être obtenu :

- En privilégiant des teintes claires qui absorbent peu le rayonnement solaire.
- En utilisant des matériaux isolants pour augmenter la résistance thermique.
- Réduire les ponts thermiques.

- **Dimension et positionnement des ouvertures** : c'est la position de l'entrée d'air qui est déterminante dans la qualité de la ventilation. La position de la sortie influence peu le flux interne. si l'entrée est bien positionnée, par exemple assez basse, le flux est alors dirigé vers le bas et la ventilation est efficace. (Joffroy et al, 2017 ; Benharra, 2016),

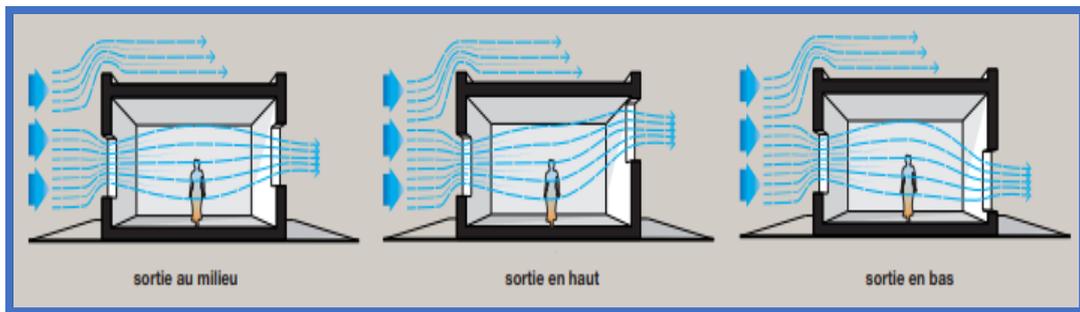


Figure 1.9 : L'impact des ouvertures sur la ventilation de l'espace.

Source : Joffroy et al, 2017

B. Solutions techniques :

- **La ventilation** : Respecter l'étanchéité et mettre en place des systèmes de ventilation performants avec récupération d'énergie comme la ventilation mécanique contrôlée double flux (Joffroy et al, 2009 ; Benharra, 2016)
- **Eclairage et appareils électriques** :
 - Toutes lampes et équipements électriques disposant d'un label « Energie A ».
 - Installer des systèmes qui éclairent du haut vers le bas permet d'éviter les pertes de lumières et la pollution lumineuse, et d'éclairer juste ce qui a besoin de l'être.

2.3.2. La production locale d'énergie : Elle peut être électrique, grâce à des sources d'énergies renouvelables comme le solaire photovoltaïque ou le micro éolien. Elle peut également être de nature thermique grâce à des panneaux solaires thermiques pouvant être utilisés pour chauffer l'eau sanitaire et le chauffage suivant les cas. (Bâtiment à énergie positive, 2011)

2.3.3. La gestion de l'énergie : L'objectif est de trouver le meilleur équilibre entre demande (besoins des occupants) et offre (énergie produite et revente éventuelle sur le réseau). La gestion de l'énergie permet de mieux intégrer les besoins des occupants en anticipant, si possible, leur consommation. A grande échelle, le management énergétique permet d'effectuer du délestage de charges électriques afin de lisser les pics de consommation sur le réseau. L'avènement des compteurs intelligents centralisant les données d'offre et de demande contribuera à favoriser les flux. (Bâtiment à énergie positive, 2011)

2.4. Les besoins énergétiques d'un bâtiment :

Le bâtiment consomme de l'énergie à chaque étape de cycle de sa vie, de la construction, l'occupation et la démolition. Et comme la plus grande énergie consommée réside dans la phase d'occupation du bâtiment et ça qui nous intéresse. Selon Amara et al (2007) ; les Nations Unies (2018) ; ElMadher (2012), Cette énergie consommée est divisée en 6 catégories :

-cuisson	- Equipement électrique	-Eclairage-
Refroidissement	- Eau chaude sanitaire	- chauffage

2.5. Le Bilan énergétique d'un bâtiment à énergie positive :

Le bilan énergétique d'un bâtiment revient à évaluer les approvisionnements énergétiques du bâtiment et les usages de cette énergie dans le bâtiment, il permet de connaître avec précision la quantité d'énergie totale nécessaire et consommée par le bâtiment (Thiers, 2008).

Selon la réglementation thermique (2020) pour un bâtiment à énergie positive il faut que :

- Le bilan énergétique annuel doit être positif et mesuré en kWh/m².
- Une consommation de chauffage doit être inférieure à 12 kWh/m².
- Une consommation totale d'énergie doit être inférieure à 100 kWh/m².

2.5.1. Comment établir un bilan énergétique ?

Selon Perrin (2021), Établir le bilan énergétique d'un bâtiment revient à évaluer les approvisionnements énergétiques du bâtiment et les usages de cette énergie dans le bâtiment. Le système étudié est le bâtiment, délimité par son enveloppe, ainsi que l'ensemble des systèmes

énergétiques qui interagissent avec lui tels que les unités de cogénération, les chaudières, les panneaux solaires, les échangeurs géothermiques, les unités de climatisation etc. Les grandeurs sont mesurées par des compteurs (gaz, électricité, etc.) Ou évalués à partir de températures mesurées ou de données fournies par les constructeurs ou par simulation.

Il faut évaluer : -Le besoin en chauffage-climatisation.

-Le besoin en eau chaude sanitaire.

-Le besoin en éclairage.

2.5.2. Le diagnostic de performance énergétique : Selon le Ministère de la transition écologique Fr (2020), le diagnostic de performance énergétique « DPE » permet de positionner un bâtiment selon sa performance énergétique (en kWh/m².an) et ses émissions de Co² (en kgco₂/m².an).

La lecture du DPE est facilitée par deux étiquettes à 7 classes de A à G (A correspondant à la meilleure performance, G à la plus mauvaise).

- L'étiquette énergie : pour connaître la consommation d'énergie primaire.
- L'étiquette climat : pour connaître la quantité de gaz à effet de serre émise.

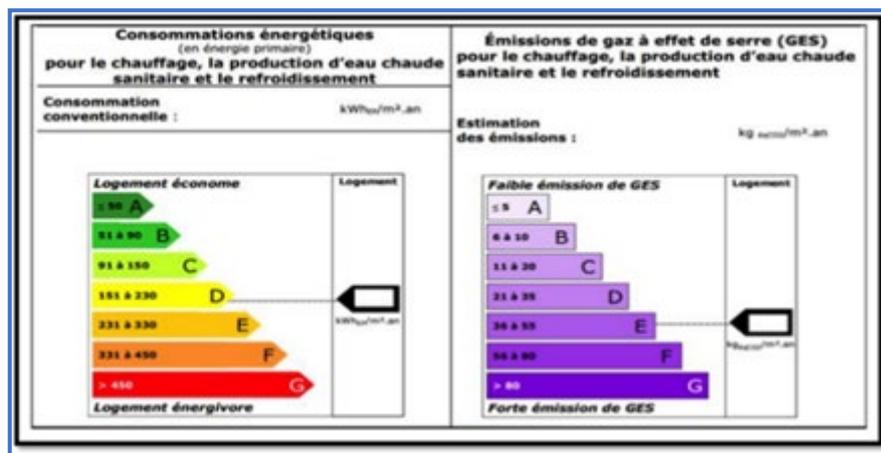


Figure 1.10 : Le DPE.

Source : (lefeuvre@effnergie.org, 2021)

3. Energie et Sources d'énergie :

Le mot énergie désigne « la capacité d'un système à produire un travail, c'est l'un des quatre concepts prédéfinis de la physique, avec la matière, l'espace et le temps ». (Benharra, 2016).

Selon Thiers (2008), les énergies sont également parfois classées en fonction de leurs sources en deux types :

-Energies renouvelables.

- Energies non renouvelables (fossiles).

3.1. Energies non renouvelables(fossiles) : On appelle « énergie fossile » l'énergie produite par la combustion du charbon, du pétrole ou du gaz naturel. Ces combustibles, riches en carbone et hydrogène, sont issus de la transformation de matières organiques enfouies dans le sol pendant des millions d'années. Ce sont des énergies non renouvelables puisqu'une fois utilisées, elles ne peuvent être reconstituées qu'à l'échelle des temps géologiques, elles sont la cause principale des émissions de CO₂ et leurs réserves :

- Le pétrole.
- Le gaz naturel
- Le charbon.
- Nucléaire

3.2. Energies renouvelables : Selon Thiers (2008), Le renouvelable se décline dans la nature en plusieurs familles tels que :

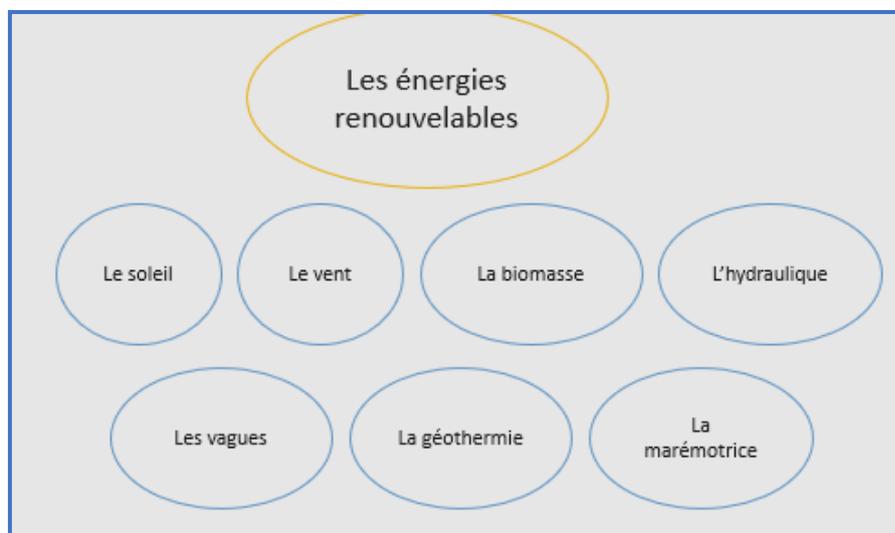


Figure 1.11 : schéma représente Les énergies renouvelables.
Source : Auteur, 2022, d'après Thiers, 2008.

3.2.1. Définition :

Les énergies renouvelables sont des énergies qui peuvent être renouvelées ou régénérées naturellement. Elles peuvent donc être utilisées sans limite dans le temps tandis que les énergies fossiles proviennent de réserves qui s'épuisent.

Il y a cinq familles principales d'énergies renouvelables. Dans l'ordre d'importance de leur exploitation actuelle, ce sont :

- l'énergie solaire
- l'énergie éolienne
- l'énergie hydraulique (hydroélectricité)
- la biomasse (avec le bois de chauffage, ainsi que biogaz...)
- la géothermie.

Les systèmes d'utilisation d'énergie renouvelable sont très variés, certains sont mis en œuvre par des particuliers et d'autres ne sont possibles ou rentables que dans de grandes installations.

La quantité d'énergie produite par l'ensemble des énergies renouvelables est assez grande, mais par rapport au total de l'énergie consommée (encore beaucoup plus grand), cela reste une part assez faible. Pour que cette part augmente sérieusement, il faudrait non seulement une augmentation de la production d'énergies renouvelables mais il serait nécessaire que l'énergie consommée au total diminue beaucoup. (Énergies renouvelables et de récupération).

3.2.2. Les différents types d'énergies renouvelables :

A. L'énergie éolienne : Selon Gergand (2001), L'énergie éolienne est une source d'énergie qui dépend du vent. Cette énergie permet de fabriquer de l'électricité dans des éoliennes, appelées aussi aérogénérateurs, grâce à la force du vent. Une éolienne est composée de 4 parties :

- Le mât.
- L'hélice.
- La nacelle qui contient l'alternateur producteur d'électricité.
- Les lignes électriques qui évacuent et transportent l'énergie électrique (lorsqu'elle est raccordée au réseau).

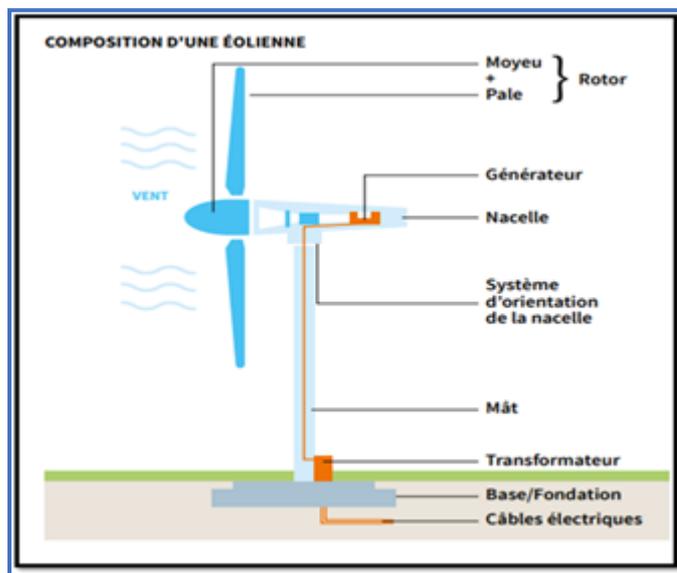


Figure 1.12 : Composition d'une éolienne.

Source : www.connaissance-desenergies.org, 2013.

B. L'énergie hydraulique : L'eau est également une source renouvelable puisqu'elle se régénère grâce au cycle d'évaporation et des précipitations. Elle se condense en nuages qui se déplacent avec le vent. La baisse de température au-dessus des continents provoque des précipitations qui alimentent l'eau des lacs, des rivières et des océans. Sa force est connue et

exploitée depuis des milliers d'années au travers des barrages, des moulins à eau et des systèmes d'irrigation. Plusieurs technologies permettent d'exploiter l'énergie produite par la chute ou le mouvement de l'eau. (Gergand, 2001).

Une centrale hydraulique est composée de 3 parties :

- Le barrage qui retient l'eau.
- La centrale qui produit l'électricité.
- Les lignes électriques qui évacuent et transportent l'énergie électrique.

C. L'énergie biomasse : Il s'agit de l'énergie contenue dans les plantes et les matières organiques. La biomasse des plantes provient du soleil, quand la plante, grâce à la photosynthèse, absorbe l'énergie solaire. Ensuite, les animaux absorbent à leur tour ces plantes. La biomasse provient de divers secteurs et matières comme le bois, les récoltes, les résidus agricoles et forestiers, les déchets alimentaires et les matières organiques issues des déchets municipaux et industriels. (De Oliveira, 2013).

D. L'énergie géothermique : Elle provient de l'extraction de l'énergie contenue (stocker) dans le sol, elle peut être utilisée pour l'électricité comme pour le chauffage. C'est l'une des seules énergies qui ne dépend pas à des conditions atmosphériques (De Oliveira, 2013).

Selon Zermout (2011) les types de la géothermie sont :

- **La géothermie haute température ($T > 150\text{ °C}$) :** elle est exploitée à partir des sources hydrothermales très chaudes, où des forages très profonds où l'eau est injectée sous pression dans la roche. Cette géothermie est utilisée pour produire de l'électricité.
- **La géothermie moyenne température :** elle est caractérisée par une température allant de 80 à 150 °C, cette température ne permet pas la production directe de l'électricité.
- **La géothermie basse énergie ($30\text{ °C} < T < 100\text{ °C}$) :** la géothermie des nappes profondes : nappes phréatiques aux températures situées entre 30°C et 100 °C, exploitée principalement pour le chauffage urbain.

La production de chaleur au moyen d'une pompe à chaleur sur nappe, repose sur le prélèvement et le transfert de l'énergie contenue dans l'eau souterraine vers les locaux à chauffer. Par ailleurs, une pompe à chaleur peut assurer simultanément et/ou successivement des besoins en chauffage et/ou climatisation.

-La géothermie très basse énergie : elle est disponible partout, en tout point de la planète, y compris dans les zones de socle cristallin, la température est comprise entre 10 °C et 30°C.

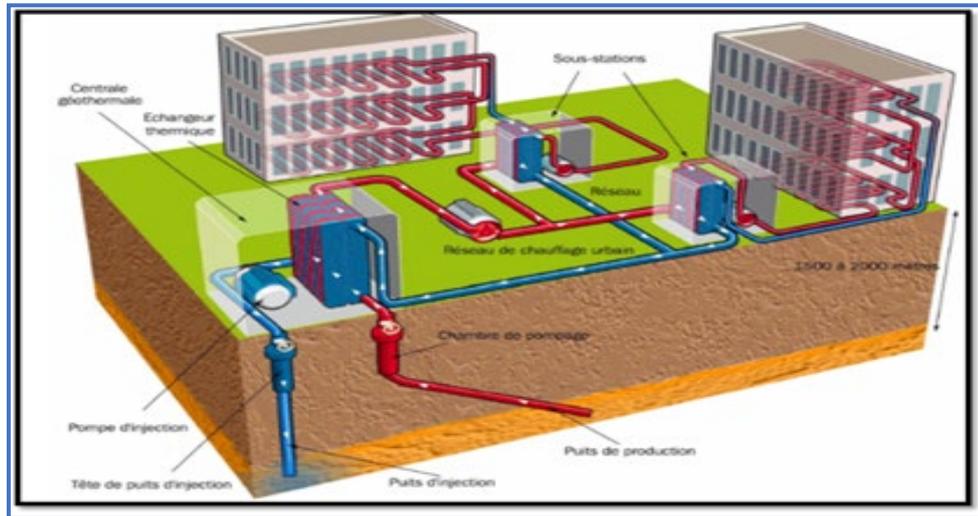


Figure 1.13 : Schéma d'une installation géothermique.
Source : Magdeleine, 2017.

4. l'énergie solaire :

4.1. Définition d'énergie solaire :

L'énergie solaire est l'énergie rayonnée par le soleil. Cette énergie est à l'origine de nombreux phénomènes Physiques tels que la photosynthèse, le vent ou le cycle De l'eau.

Elle vient de la fusion nucléaire se produisant au cœur du Soleil. Elle circule dans l'espace sous forme d'un Rayonnement électromagnétique. Ce rayonnement est Composé de photons, petites particules d'énergie Elémentaires.

4.2. Les différents types d'utilisation d'énergie solaire :

4.2.1. L'énergie passive : C'est une énergie non polluante et qui est disponible en grande quantité. Ce type d'énergie va être utilisé pour le chauffage, pour l'éclairage naturel et la climatisation des locaux.

Son fonctionnement : l'énergie lumineuse du soleil qui pénètre à l'intérieur des pièces par les fenêtres et qui est absorbée par les murs mais aussi par les meubles, par les planchée, est rejetée sous forme de chaleur.

4.2.2. L'énergie thermodynamique :

L'énergie solaire thermodynamique est un moyen de produire de l'électricité et d'accumuler l'énergie thermique nécessaire à cette production pendant plusieurs heures après le coucher du soleil, dans des centrales solaires à concentration. Le principe est de concentrer la chaleur du

soleil par des miroirs pour chauffer un fluide haute température (plusieurs centaines de degrés) afin de générer de la vapeur par échange thermique pour ensuite produire de l'électricité au moyen d'une turbine. Le fluide utilisé peut conserver sa chaleur pendant plusieurs heures après le coucher du soleil, cela permet de produire de l'électricité en début de soirée, au moment où la consommation est la plus importante.

4.2.3. L'énergie solaire Photovoltaïque : l'énergie photovoltaïque utilise également le rayonnement solaire, mais le transforme directement en électricité. La lumière du soleil peut directement être transformée en électricité par des panneaux Photovoltaïques (De Oliveira, 2013),



Figure 1.14 1: Panneaux photovoltaïques.
Source : Chahinez,2021.

4.2.4. L'énergie solaire Thermique : L'énergie solaire thermique désigne l'énergie récupérée à partir des rayons du soleil et à utiliser celle-ci directement par des capteurs solaires thermiques vitrés. L'emploi de l'énergie solaire thermique s'effectue directement pour chauffer de l'eau sanitaire et les locaux (de Oliveira, 2013),



Figure 1.15: Solaire thermique.
Source : Journal des énergies renouvelables, 2019

5. Les technologies pour l'exploitation de l'énergie solaire dans le BEPOS :

5.1. Les technologies solaires thermiques : Selon Thanon et al (2012) La chaleur solaire a été captée, acheminée, et peut désormais être utilisée. Il existe 3 utilisations générales de l'énergie thermique, chaque utilisation nécessitant une gamme de température à atteindre :

_Utilisation 1 : Chauffage de l'eau sanitaire.

_Utilisation 2 : Chauffage de bâtiment.

_Utilisation 3 : Climatisation intérieure.

5.1.1. Chauffage de l'eau sanitaire : les panneaux solaires thermiques produisent de l'eau chaude sanitaire grâce à la chaleur du Soleil. Ce système est également appelé chauffe-eau solaire.

A. Le chauffe-eau solaire monobloc : les capteurs sont dissociés du système de stockage. La circulation est naturelle : la différence de température suffit à la circulation du fluide (thermosiphon). Cette technologie est particulièrement adaptée aux climats peu froids (Thanon et al, 2012).

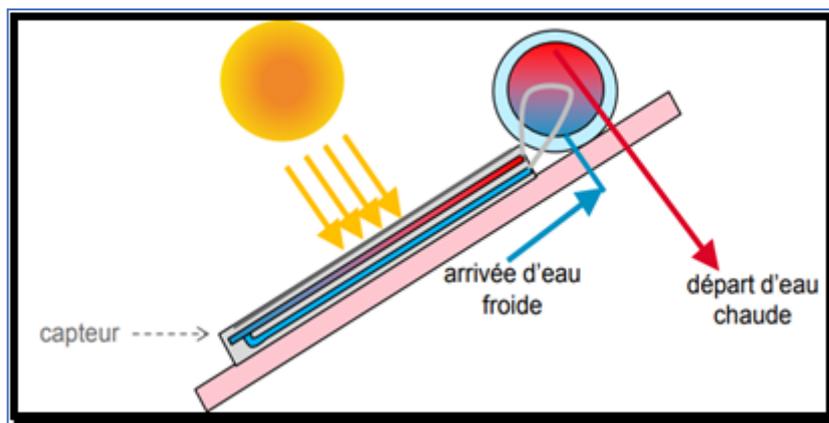


Figure 1.16: Panneau solaire thermique.

Source : Thanon et al, 2012.

B. Le chauffe-eau solaire séparés : selon d'In (2021) Un système solaire thermique séparés est composé de 2 éléments : (Figure 1.17).

-Généralement 2 à 3 panneaux solaires : un panneau standard fait une surface de 2,5 m²

-Un cumulus d'eau chaude : d'une contenance généralement comprise entre 200 et 400 litres.

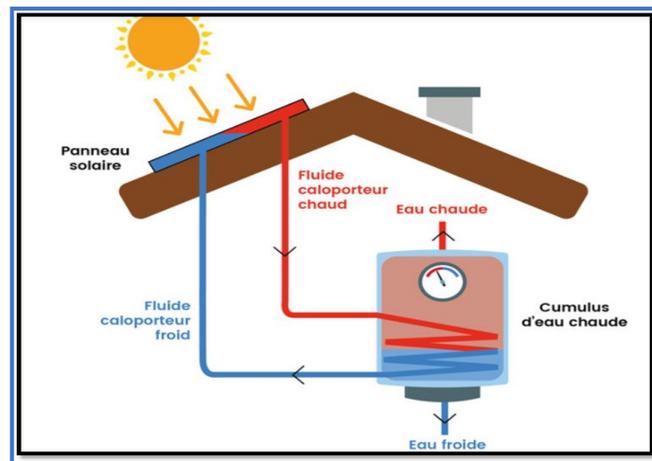


Figure 1.17 : Principe de panneau solaire thermique.

Source : chahinez, 2021.

-Les panneaux solaires thermiques installés sur la toiture captent la chaleur issue du rayonnement solaire. Ils transmettent ensuite cette chaleur au fluide caloporteur (qui transporte la chaleur).

Une fois chaud, ce fluide caloporteur vient dans le cumulus pour chauffer l'eau froide qui s'y trouve.

Cela permet également de refroidir le fluide caloporteur, avant qu'il ne retourne dans les panneaux solaires.

-4 à 5 m² de capteurs assurent de 40 à 50% des besoins d'un ballon d'eau chaude de 300 litres.

-15 m² de capteurs assurent de 20 à 30% des besoins de chauffage pour une maison 100 m² de surface à chauffer.

5.1.2. Chauffage de bâtiment : selon Thanon et al (2012) La chaleur collectée, portée par fluide caloporteur, va circuler à travers le bâtiment et diffuser peu à peu sa chaleur (Figure 1.18).

A. Le plancher solaire direct (PSD) : Un réseau de tuyaux parcourt le plancher et diffuse peu à peu la chaleur dans le bâtiment. Le réseau de distribution peut aussi être relié à une chaudière. Le fluide caloporteur peut alors être stocké.

B. L'hydro accumulation : l'énergie solaire est stockée au fur et à mesure qu'elle arrive dans un ballon de stockage (de 0.5 à 1 m³), et peut être utilisée pour le chauffage de l'eau ou le chauffage domestique.

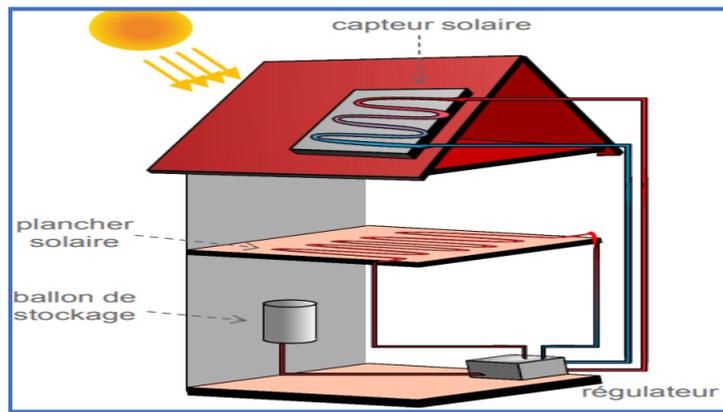


Figure 1.18 : Principe de chauffage de bâtiment.
Source : Thanon et al, 2012.

5.1.3 Climatisation intérieure : selon Bergner (2017) La climatisation solaire désigne l'ensemble des systèmes utilisant l'énergie solaire comme ressource énergétique primaire afin de refroidir un bâtiment (Figure 1.19).

Il existe plusieurs moyens de produire du froid à partir de la ressource énergétique du soleil :

- Convertir l'énergie solaire thermique en énergie mécanique couplée avec un climatiseur à compression.
- Utiliser l'énergie solaire thermique pour alimenter une machine à froid dite.
- Utiliser l'énergie solaire thermique pour alimenter un système de conditionnement d'air par évaporation.

Actuellement, les systèmes de climatisation solaire les plus répandus sont les systèmes à « absorption ».

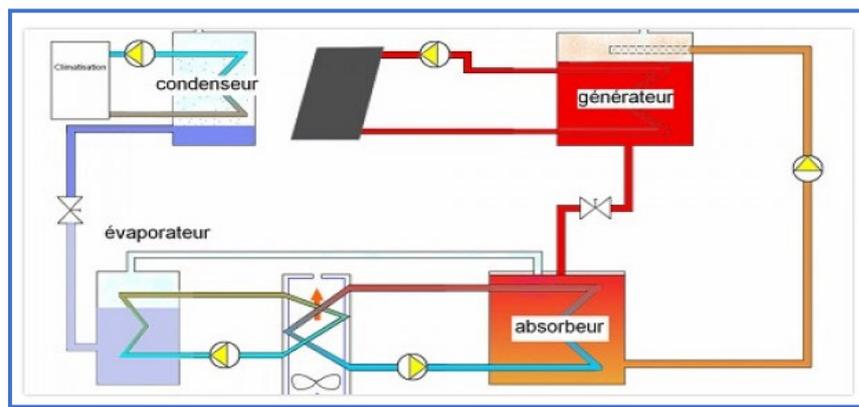


Figure 1.19 : Principe de la climatisation solaire.
Source : Le panneauSolaire.net, 2021.

5.1.4. Les différents types des capteurs solaires thermique : selon Thanon et al, (2012)

A. Capteurs solaires non vitrés : les plus simples, qui atteignent les niveaux de températures les moins élevés, utilisés principalement pour le chauffage des piscines. Le chauffage des piscines est l'une des premières utilisations faites du solaire thermique dans certains pays.

B. Capteurs solaires plans vitrés : ils sont composés d'un vitrage qui laisse traverser le rayonnement solaire, d'un absorbeur en cuivre ou aluminium, d'un collecteur constitué de tubes en cuivre dans lequel circule le fluide. Le tout est isolé thermiquement en face arrière. Ils sont principalement destinés à la production d'eau chaude sanitaire et au chauffage.

C. Capteurs solaires à tubes sous vide : composés d'un ou plusieurs tubes en verre dans lesquels un vide est créé afin de limiter les pertes thermiques.

5.2. Les technologies solaires photovoltaïques :

5.2.1. Les cellules photovoltaïques : une cellule photovoltaïque est une composante électronique qui permet de produire de l'électricité grâce à son exposition au soleil. Utilisée seule ou assemblée à d'autres cellules solaires pour former un panneau photovoltaïque (Adeline, 2020), (Figure 1.20).

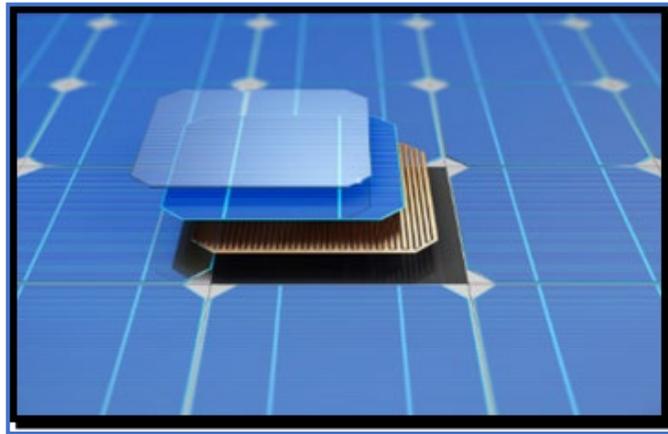


Figure 1.20 : Cellule photovoltaïque.
Source : chahinez, 2020.

- Une cellule photovoltaïque transforme la lumière en électricité, fabriquée à partir de deux couches de matériau semi-conducteur (en général du Silicium), Une couche dopée positivement et une couche dopée négativement, lorsqu'un photon (la lumière) arrive sur la cellule, il provoque une différence de potentiel électrique entre ces deux couches, c'est-à-dire une tension électrique (Figure 18). C'est ce qu'on appelle l'effet photovoltaïque (محمد علوي et al, 2019 ; solaire ,2021).

- selon Adeline (2020). Les cellules photovoltaïques qui existent sont classées dans 3 types :

- Les cellules monocristallines.
- Les cellules polycristallines.
- Les cellules amorphes.

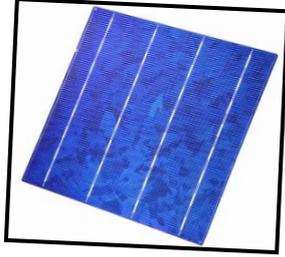
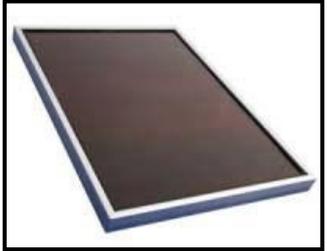
	Cellules monocristallines	Cellules polycristallines	Cellules amorphes
Figure de cellules			
Description (Panneau)	Le panneau a un aspect distinctif qui indique la plus grande pureté des cristaux de silicium.	Ce type de panneau solaire a des carrés qui ne sont pas des coins coupés,	
Dimensions (mm)	125*125 200 à 300 µm d'épaisseur	125*125 200 à 300 µm d'épaisseur	De 6 à 300 0.5 à 2 µm d'épaisseur
Durées de vie	30 ans	30 ans	20 ans
Rendement	15 à 22%	10 à 13%	5 à 10%
L'efficacité	Plus efficace	Moins efficace	Moins efficace
Couleurs	Noire /bleu uniforme	Bleu non uniforme	Mauve
Puissance	100 à 150 WC/m ²	100 WC/m ²	50 WC/m ²
Fabrication	Elaborés à partir d'un bloc de silicium fondu qui s'est solidifié en formant un seul cristal	Elaborés à partir de silicium de qualité électronique qui en se refroidissant forme plusieurs cristaux	Couche très minces de silicium qui sont appliquées sur du verre, du plastique souple ou du métal, par un procédé de vaporisation sous vide
Grands fabricants	Canadian Solar SunPower LG Hyundai Solar World	Hanwha Kyocera Hyundai Solar World Trina	

Tableau 1.1 : les caractéristiques des Cellules photovoltaïques.

Source : Auteur 2022

5.2.2. Les panneaux photovoltaïques :

_ les panneaux photovoltaïques sont un assemblage de cellules photovoltaïques composées d'un matériau semi-conducteur impliqué dans la conversion de l'énergie solaire en électricité.

(Thanon et al, 2012).

Remarque : Un semi-conducteur est un matériau solide isolant.

Selon d'In (2021) Une installation photovoltaïque est composée de deux types d'éléments : D'un côté, un ou plusieurs panneaux solaires dont le but va être de capter la lumière du Soleil puis de la transformer, grâce à l'effet photovoltaïque, en courant continu. De l'autre, un

onduleur qui transforme à son tour le courant continu produit par les panneaux solaires mais en courant alternatif cette fois afin que vos appareils électriques puissent le consommer.

6. Techniques d'intégration des cellules photovoltaïques :

L'intégration des cellules photovoltaïques change l'aspect architectural et les notions de design

6.1. C'est quoi BIPV ?

Sont les projets qui ont déjà utilisé l'intégration des cellules photovoltaïques dans le bâtiment ; Le BIPV (Building Integrated Photovoltaics) est une technologie multifonctionnelle qui unifie le module photovoltaïque avec la surface extérieure globale du bâtiment, fournissant au bâtiment plusieurs nouvelles fonctions tout en produisant une partie ou la consommation totale d'électricité du bâtiment. (BIPV : de quoi s'agit-il ? 2021.)

En principe, les modules photovoltaïques peuvent être utilisés dans toutes les parties de l'enveloppe d'un bâtiment. Bien que la toiture soit actuellement la zone préférée pour intégrer des modules PV en raison de la captation solaire plus avantageuse et la facilité de placement, les façades et les fenêtres offrent un potentiel souvent plus important

6.2. Des réalisations de BIPV :

L'intégration des cellules photovoltaïques dans le bâtiment dans des différents modes :



Situation : Bruxelles -Tour and taxis-
Mode d'intégration : Façade et toiture
Incliné orienté
L'inclinaison lin du grand pilière de la meilleure production énergétique
Energie PV : 202.3kWc

Situation : Belgique -Tour de finance-
MODE D'INTEGRATION : Façade
Une façade orientée exposée au rayonnement solaire
Energie PV : 450kWc



Figure 1.21 : Des réalisations des cellules intégrées.
Source : (BIPV 2016)

6.3. L'intégration des cellules photovoltaïques dans l'enveloppe architecturale :

L'intégration est définie dans des différentes parties de la construction

6.3.1 au niveau des façades :

Le grand domaine d'application du BIPV est celui de façades où des panneaux solaires de toutes les technologies peuvent être intégrés en tant que système de revêtement conventionnel pour murs rideaux et façades monocouche.

Projet : Siège social de Juwi, Bolanden (Allemagne)

-Façade inclinée avec des modules PV à grande échelle pour récolter un maximum d'énergie solaire (Surface : 70m², Rendement énergétique : 7,2 kWc)



Figure1.22 : Siège social de juwi.

Source : (revu integred building 2022)

A. Le bardage solaire verticale :

En architecture, un bardage est un revêtement de mur extérieur. il permet de réaliser l'habillage du mur extérieur par un revêtement plus distingué.

-Le bardage solaire est une solution de haute technologie qui requiert de l'ingénierie technique en amont.

-Les cellules photovoltaïques sont installées à l'aide de systèmes de fixation pour bardage.

-Le bardage solaire doit être réalisé sur une façade orientée vers le sud.



Figure1.23 : Bardage solaire.

Source : (futura science 2022)

B. Les panneaux :

Ils ont utilisé comme un brise soleil ; il absorbe les rayons solaires et le transforme à l'énergie ; il fait le rôle des panneaux photovoltaïque



Figure1.24 : brise de soleil photovoltaïque.
Source : (neonext.fr 2022)

6.3.2 au niveau des toitures :

Toiture incliné orienté : Pour que les cellules solaires produisent plus d'énergie, ils doivent être à un certain angle par rapport au soleil. À l'approche de l'équateur, cet angle sera plus plat et s'il est vers les pôles les plus inclinés.



Figure1.25 : Umweltarena Spreitenbach (toiture orienté).
Source : (vaillant 2022)

6.3.3 au niveau des murs :

Mur rideau : Pour le mur rideau ils ont intégré les cellules entre les verres



Figure 1.26 : Mur rideau photovoltaïque.

Source : (profil-systemes2022)

6.3.4. Au niveau des verres : il se divers selon la couleur l'épaisseur et la production

- Le verre translucide

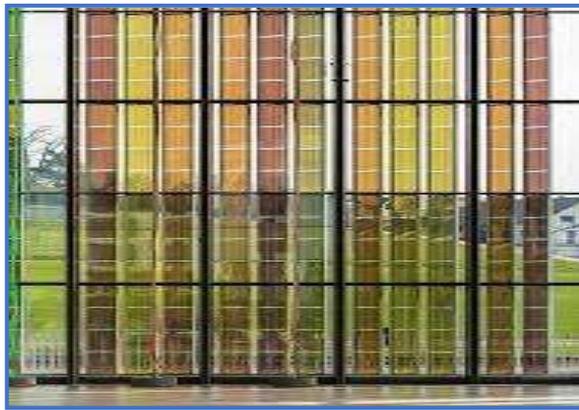


Figure 1.27 : Verre translucide.

Source : (neobuild 2022)

- Verre de module à couche mince a-Si semi-transparent et opaque



Figure 1.28 : Verre a si semi-transparent et opaque.

Source : (produits. Batiactu 2022)

6.3.5. Au niveau des patios et atrium :

Dans ce noyau éclairé se trouve un atrium qui fonctionne comme un jardin public avec des fenêtres en verre horizontales sur les côtés, fournissant une lucarne dans la cantine ci-dessous (Power house Brattørkaia 2022)

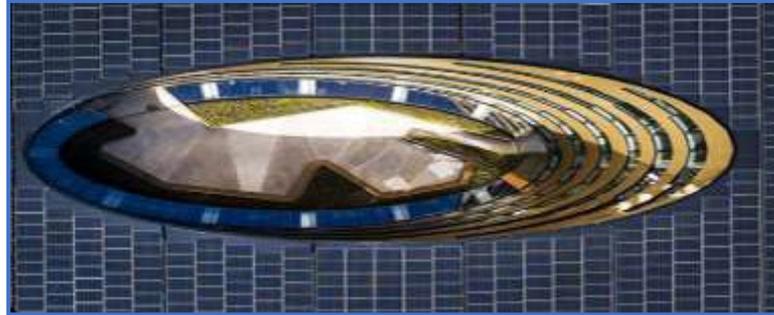


Figure 1.29 : Brattørkaia patio.
Source : (Brattørkaia 2022)

6.3.6. Mode additif : On trouve d'autre mode d'intégration hors l'enveloppe architecturale qui assure aussi la production énergétique à travers les cellules intégrées.

- **Les lamelles orientées (stores vénitiens photovoltaïques)** La lamelle orientée joue le rôle d'une brise de soleil qui permet de profiter des apports solaires gratuits, en laissant entrer une certaine quantité de rayonnement solaire à l'intérieur du bâti au zone du confort. (Il s'agit de stores portant des panneaux solaires minces et flexibles qui peuvent être placés directement sur les lamelles. Leur fonctionnement habituel est très simple : quand ils sont fermés ; ils protègent la construction du soleil et aident à bien garder la fraîcheur à l'intérieur et il absorbe les rayons solaires pour la transforme à l'électricité (production énergétique).

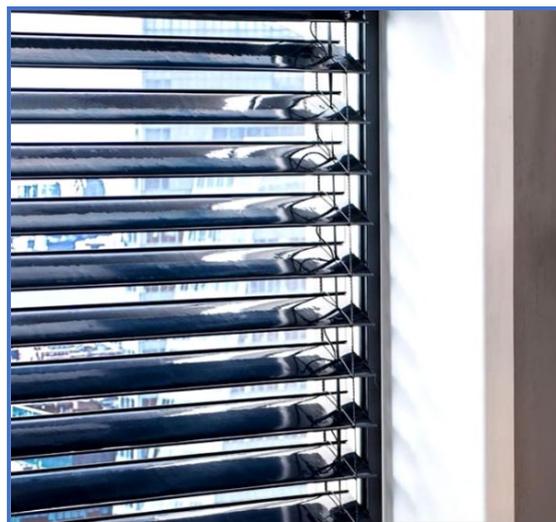


Figure 1.30 : Stores vénitiens photovoltaïques.
Source (blog. Latrivenetacav 2022)

- **Garde-corps** : Intégration architecturale des tubes solaires sous vides en garde-corps de balcon et terrasse des bâtiments aides d'améliorer la production énergétique.



Figure 1.31 : garde-corps photovoltaïque.

Source (solarstructure.fr 2022)

7. Les facteurs jouent sur la production d'un panneau photovoltaïque :

La production d'énergie d'un panneau photovoltaïque dépend à la fois de la qualité de l'équipement, de son environnement et du circuit qu'il alimente.

7.1. La puissance du panneau solaire :

La puissance des panneaux solaires photovoltaïques c'est la production en conditions idéal s'exprime en Watt crête, on utilise le Watt crête (W_c), une mesure qui correspond à la puissance maximale que pourra débiter le panneau dans les conditions optimales.

- On considère qu'il faut 8 m² pour produire 1kW_c, soit 1000 kWh par an. (Le panneau solaire 2020) Elle est déterminée en soumettant le panneau aux conditions suivantes :

- **Une température ni trop froide, ni trop chaude**

De 25° La puissance-crête est donnée pour une température de 25°C. Si la température réelle est très supérieure à cette valeur, il faudra en tenir compte. Les pertes seront alors de 0.4% par degrés pour une cellule mono ou polycristalline (les plus courantes) et de 0.3% par degrés pour les autres technologies. (Dualsun 2020)

- **Un ensoleillement de 1000 watts par m² :**

L'ensoleillement est intéressant car elle permet d'évaluer la production annuelle en tenant compte de l'endroit où la plaque est installée à partir de la puissance crête des panneaux. (Dualsun 2020)

- Une surface inclinée de 30° et orientée vers le sud (Dualsun 2020) Pour avoir un angle d'incidence optimal
- Une absence d'ombrage. (Dualsun 2020)

7.2. Rendement de l'installation :

Le taux de rendement photovoltaïque indique le rapport entre la production produite et la puissance du rayonnement captée par les panneaux solaires. Ce taux de rendement est exprimé en pourcentage. Le rendement des panneaux solaires photovoltaïques varie en fonction de plusieurs facteurs:(myshop-solaire 2020)

- **L'inclinaison des panneaux :**

C'est l'angle que la plaque est faite avec la surface dans laquelle elle est placée. (Myshop-solaire 2020).

- **Leurs orientations :** L'orientation est l'angle entre le panneau solaire et l'axe plein Sud. À 0°. Exemples, 90° à l'Est ou l'Ouest, à 180° au Nord. Pour optimiser au mieux la production d'énergie de votre installation solaire. Il est très important de ne pas sous-estimer l'importance de l'orientation du panneau solaire. Pour un rendement optimal de vos panneaux. (Myshop- solaire 2020).

8. L'énergie produite par le panneau photovoltaïque :

L'énergie totale produite E-p représente le nombre de kilowatts heure (kW/h) produit par le panneau en une année.

Elle se calcule en utilisant la formule suivante : (Jean-François 2020)

$$E-p = r * E_{ns} * P-c$$

- kWh : kilowattheure
- E-p : énergie totale produite
- r : rendement
- ENS : ensoleillement
- P-c : puissance Crète (kWc)
- kWc : kilowatt-Crète

À base de cette équation, plusieurs Logiciels a développé pour simuler la production de systèmes photovoltaïques tell que : Calculateur PVWatts, Calculation Solar, PVGIS.....etc.

Conclusion :

Le présent chapitre a présenté les différents concepts relatifs à la notion de bâtiment à énergie positive et tous ses dimensions telles que : les bâtiments performants et sa typologie, les énergies renouvelables et leurs types, les technologies solaires utilisées dans ce bâtiment...etc.

Donc on conclut ce chapitre avec des résultats qu'il est important de prendre en compte les points suivants dans la conception d'un bâtiment à énergie positive :

- Le bâtiment est considéré comme le secteur le plus consommateur d'énergie avec plus de 40% de la consommation mondiale.
- Pour une meilleure efficacité énergétique du bâtiment on peut utiliser des énergies renouvelables tels que l'énergie solaire qui doit être figurer parmi les objectifs de tout système énergétique correcte.
- La conception de bâtiment à énergie positive est un processus qui nécessite une approche particulière. En effet, les choix des techniques pour la production de l'énergie et les concepts architecturaux retenus pour ce genre de conception influent de manière très importante sur le comportement énergétique du bâtiment. Ainsi, la forme du bâtiment, sa compacité, son orientation, ont des conséquences sur sa performance énergétique.
- on peut utiliser les panneaux photovoltaïques selon leurs caractéristiques pour exploiter l'énergie solaire dans le bâtiment à énergie positive.

Chapitre n° 02 :
Le commerce et le
Centre commercial

Introduction :

Le commerce est considéré comme le générateur de l'évolution urbaine d'une ville, fait l'une des plus anciennes activités qui répond à la satisfaction des besoins de l'être humain après l'agriculture et l'élevage, elle consiste à fabriquer, transporter, vendre, des biens ou des services.

Cette activité s'est développée avec le temps jusqu'à qu'elle devient économique, elle s'étale sur plusieurs niveaux et sous des différentes formes et possède plusieurs organisations, même qu'elle a intégré des loisirs ou encore la culture durant son développement.

Des espaces ont été consacrés à cette activité depuis sa naissance, d'une simple place à ciel ouvert jusqu'à hyper centre.

Les équipements commerciaux contribuent à l'amélioration des paysages urbains et de la qualité de vie. Les centres commerciaux sont les plus attractifs, sont des lieux d'achat et de rencontre d'échange et ils correspondent à un besoin d'échange de matériels.

Les centres commerciaux sont des équipements architecturaux exerçant plusieurs fonctions dans une ambiance particulière.

Le présent chapitre vise à définir le thème de commerce en architecture et le thème secondaire de loisir et à définir aussi le concept de centre commercial en architecture, dans l'intention de fournir une base de connaissances pouvant simplifier la saisie du chapitre prochain. Il consiste en effet à étudier le concept de centre commercial à l'échelle architecturale, son historique, ses types, ses avantages, ses composants et ses relations spatiales et fonctionnelles et à la fin ses exigences.

I. Le commerce :

1. Définition du commerce :

- **D'après le dictionnaire Flammarion (version 2015) :**

Le commerce est la pratique professionnelle de l'échange de marchandises ou plus généralement de valeurs contre valeurs et de l'achat en vue de la vente.

- **D'après le dictionnaire notre famille (version 2015) :** Achat et vente de denrées, de marchandises, de valeurs

- **Selon Larousse (version 2013) :**

Le commerce est une activité consistant dans l'achat, la vente et l'échange de marchandises, De denrées, de valeurs dans la vente de services métier de celui qui achète des objets pour les revendre : Faire le commerce De gros, de détail, marine, navire, port de commerce.

- **Selon le dictionnaire des définitions :**

Le commerce est l'activité socio-économique qui consiste en l'achat et la vente de biens que ce soit pour en faire usage, les re(vendre) ou les transformer. Il s'agit de la transaction d'une chose quelconque en l'échange d'une autre chose ayant la même valeur (pouvant être de l'argent).

2. Le rôle du commerce : selon (Youssef, Mohammed et al 2017) :

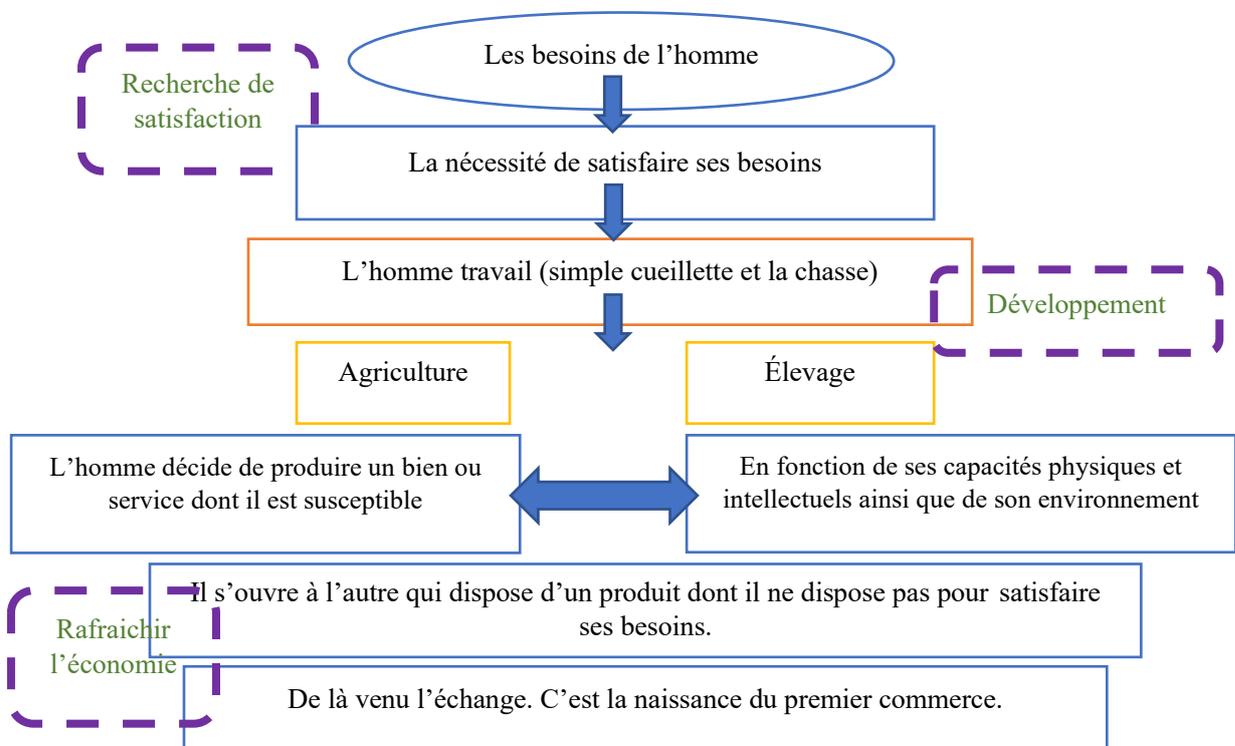


Schéma 2.1 : Schéma explicatif du rôle de commerce
Source : auteur 2022 (D'après Youssef, Mohammed et al 2017)

3. Différents types de commerce : (selon Youssef et al 2017)

3.1. Le commerce selon la spécialité :

3.1.1. Commerce indépendant isolé :

- Commerce en gros
- Commerce en détail

3.1.2. Commerce associé :

- Groupement de l'achat des grossistes.
- Groupement de l'achat des détaillants.
- Chaines volontaires.
- Magasins collectifs indépendants.

3.1.3. Commerce intégré :

- Grands magasins.
- Magasins populaires.

3.2. Le commerce selon les besoins :

3.2.1. Commerce de 1ère nécessité :

- Boulangerie, pharmacie, boucherie, légumes et fruits, épicerie, poissonnerie ...

3.2.2. Commerce complémentaire :

- Cafétéria, pizzeria, pâtisserie, électroménager, meuble, tapisserie ...

3.2.3. Commerce spécialisé :

- Cyber café, taxiphone, garderie, fleuriste, cosmétiquerie, coiffure, bijouterie

3.3. Le commerce selon l'échange :

3.3.1. Commerce intérieur : Commerce domestique signifie échange effectué dans les limites d'un pays. Le principal objet du commerce intérieur est d'assurer une bonne distribution des biens à l'intérieur du pays. Il peut être divisé en deux types :

A. Commerce de gros : Le commerce de gros implique l'achat de biens du Producteur et on les vend en petites quantités aux détaillants. Le grossiste traite généralement de grandes quantités de marchandises d'un nombre limité de variétés. Il sert de lien de liaison Entre le producteur et le détaillant.

B. Commerce de détail : Un commerce de détail consiste à vendre des marchandises directement aux consommateurs en petites quantités. Un détaillant achète généralement des

marchandises à des grossistes ou des fabricants et traite dans une variété de marchandises de différents fabricants.

3.3.2. Commerce extérieur : Le commerce extérieur désigne le commerce entre deux pays. Cela implique l'achat et la vente de biens par des commerçants de deux pays différents. Il crée un marché très large pour les biens produits dans différents pays.

Le commerce extérieur comprend :

- A. Le commerce d'exportation** : concerne la vente de biens à l'étranger.
- B. Le commerce d'importation** : concerne l'achat de marchandises en provenance d'autres pays

4. Classification des équipements commerciaux : (selon Youssef et al 2017)

Les équipements commerciaux ont différente taille (surface de vente) sur déférente emplacement.

- **Point de vente traditionnel** : surface de vente minimal de 120 m² vente de détail
- **Superette** : 120 à 400m² produits alimentaires en libre-service
- **Le supermarché** : vente en détail en libre-service sur une surface au moins 400 m² - 2500 m²
- **L'hypermarché** : vente exploitée en libre-service de surface minimale 2500 m²
- **Centre/ mall commerciale** : d'une superficie plus de 4000 m²

L'équipement	Point de vente traditionnel	Superette	Le supermarché	L'hypermarché	Centre/Mall commercial
La surface de vente	Min 120 m ²	Entre 120 m ² - 400 m ²	Entre 400m ² - 2500m ²	≥2500 m ²	≥ 4000 m ²
Concepts	-Service de proximité -Accueil personnalisé	Approvisionnement de base	-Alimentation générale (≥65% alimentaire)	« Tout sous le même toit » - 2/3 en alimentaire -Grande amplitude d'horreur.	Tout dans la même place (Commerce, loisir, détente)
Méthode de vente	Vente traditionnel	Libre-service	Libre-service	Libre-service + vente assisté	Tous les ventes
Localisation	Centre-ville Périphérique	Centre-ville	Centre-ville	Périphérique	Centre-ville Périphérique
Produits distribués	Alimentaires ou spécialisés	Dominance alimentaire	Dominance alimentaire	Alimentaires Et autres	Produits quotidiens, occasionnels et exceptionnels

Tableau 2.1 : Classification des équipements commerciaux Selon la surface de vente et des autres facteurs
Source : auteur 2022 (D'après Youssef, Mohammed et al 2017)

5. La typologie algérienne des espaces commerciaux :

5.1. Les petites surfaces de ventes :

5.1.1. Les magasins traditionnels « hanoute » :

Ce sont des espaces de ventes d'une surface inférieure à 100 m², leur activité essentielle est la vente, principalement dédiés à vendre des produits d'une première priorité. Occupent le rez-de-chaussée de la plupart des bâtiments résidentiels. Leurs conceptions se font sous aucun prétexte commercial. (Kouachi Amina et al ;2018).



Figure 2.1 : Magasin alimentaire à Bouira
Source (Amira ;2018).



Figure 2.2 : kiosque
Source (<http://www.jccottet.ch/content/magasin>).

5.1.2. Les kiosques :

Ce sont des espaces préfabriqués, généralement trouvés dans le milieu urbain, d'une surface réduite (moins de 12m²). Construits avec des matériaux légers « aluminium, contreplaqué », sont soit fixes ou mobiles.

5.2. Les moyennes surfaces de ventes :

5.2.1. Les superettes : C'est des espaces de vente d'alimentation en libre-service d'une superficie comprise entre 120m² et 400m², elles commencent à remplacer les magasins de vente traditionnels d'alimentation, leur conception et construction suivent des concepts commerciaux.



Figure 2.3 : superette Medala
Source (<http://www.jccottet.ch/content/magasin>).



Figure 2.4 : Marché. Bâb l'oued
Source : (Amira ,2018)

5.2.2. Les marchés :

Ce sont les espaces commerciaux les plus populaires en Algérie, ils occupent des places publiques, des rues, ou même des friches urbaines se divisant en des marchés ouverts et couverts, quotidiens ou hebdomadaires, ils ne suivent aucun principe commercial., jusqu'aux dernières années l'état a fixé des modalités d'implantation et de construction pour ces espaces. (Youssef, et al 2017).

5.2.3. Les supermarchés :

Espaces de vente vendant essentiellement des produits de grande consommation en libre-service leur superficie se situe entre 400 et 2500 m². Offrent l'ensemble des produits alimentaires ainsi qu'une part des produits non alimentaires d'achat courant. On peut les considérer comme des commerces de proximité. (Youssef, et al 2017).



Figure 2.5 : SPAR supermarché. France
Source (Youssef et al).

5.3. Les grandes surfaces de ventes :

5.3.1. Les hypermarchés :

Espace de vente au détail en libre-service d'une superficie de vente supérieure à 2500 m², offrant une large partie d'articles alimentaires et non alimentaires.

Ils se situent généralement à la périphérie des villes. Ils peuvent abriter des activités de loisir « un espace jeux pour enfants ». Ils sont caractérisés par la disposition d'un parking de grande dimension.



Figure 2.6 : hypermarché Ardis. Alger
Source : (page Facebook : Ardis)

5.3.2. Les Centre commerciaux :

Le centre commercial est un groupe d'espaces commerciaux construits sous le même plan d'ensemble, exploités comme une entité, qui disposent de parking propre hors rues. C'est un ensemble d'au moins 20 magasins et services, d'une surface commerciale utile minimale de 5000m². (Youssef, et al 2017).



Figure 2.7 : centre commercial Bab Zouar Alger
Source (www.algerie-eco.com)

5.3.3. Le Mall ou shopping center :

Le Mall ou centre commercial et loisir, est un espace de consommation multifonctionnel, à la fois commercial et loisir, où l'on trouve de grands magasins, divers commerces ainsi que toute une série de services publics et privés. Il est également aménagé pour recevoir une vie sociale (un grand choix d'activités et d'actions). (Youssef, et al 2017).



Figure 2.8 : Park mall. Sétif
Source (<https://www.tripadvisor.fr/>)

II. Le loisir :

1. Définition du loisir :

-Selon le site web « wikiaca.org, 2016 », La notion de loisir est par ailleurs souvent associée à des épithètes ou expressions qui en précisent le contexte, le contenu ou les finalités. Le loisir se situe au carrefour de trois dimensions que sont le temps libre, la liberté de choix et les activités. Il exerce un rôle essentiel dans le développement des communautés territoriales ou sociales. Il est une composante déterminante de la qualité de vie et la santé des personnes.

-Le loisir est un temps qui représente une dimension complémentaire d'un mode de vie qui est centré sur une espèce d'évolution culturelle, scientifique que le loisir permet ou rend possible, d'après le dictionnaire français le robert (2017) le loisir c'est : « *un temps dont on peut librement disposer, en dehors de ses occupations habituelles et des contraintes* », Basée sur ses définitions

en peut dire que le loisir est un terme très important dans notre vie il exprime le temps libre, le bien-être, la joie, et la satisfaction.(Messaoud Mouna, 2020).

2. Fonctions majeures des loisirs :

Hier, le loisir était la possibilité d'une classe, par contre aujourd'hui il est devenu le droit des peuples.

Les fonctions majeures des loisirs selon " Joffre DUMAZEDIER ", sociologue spécialisé dans la pratique de loisirs sont : **délassement, divertissement et développement**. D'après (Paquot, 2015). D'après UNESCO, l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (1960) trois fonctions différentes du point de vue de l'épanouissement de l'homme dans l'exercice de ses obligations professionnelles, familiales et sociales. (Unesco, 1960).

3.Types des loisirs :

Les loisirs consistent en des activités pratiquées pendant les temps libres, qui permettent de libérer l'esprit des occupations habituelles telles que l'emploi, l'éducation des enfants, les activités domestiques, etc. Il peut s'agir de sports, d'activités créatives telles que le dessin ou la musique, de loisirs culturels, etc. En famille ou en individuel, accompagné par de l'animation ou en mode autonome.

-On les divise en 4 types :

- **Loisir créatif** : Une activité qui offre la possibilité de réaliser un objet décoratif ou toute autre chose de nos propres mains et développer le sens créatif.
- **Loisir scientifique** : Le loisir scientifique est un concept qui permet de se regrouper pour réaliser librement, dans un contexte de choix, des activités scientifiques en dehors du cadre scolaire. (Astronautique, astronomie, biologie, biochimie, écologie...).
- **Loisir Sportif** : Se pratique sous forme de loisir, de jeux ou dans une organisation compétitive. L'un des moyens les plus efficaces pour réduire les problèmes de santé et améliorer l'environnement et la qualité de vie.
- **Loisir culturel** : Un ensemble d'activités qui contribuent au développement personnel et collectif. S'inscrit dans la notion de loisir et s'incarne par la pratique des activités artistiques. Est une forme de loisir mettant en valeur le développement de l'art. (activités-plein-air, 2017).

-Si on prend le temps comme mesure, on peut distinguer trois types de loisirs (selon Mr Haider Ali)

- **Le loisir quotidien** : essentiellement urbain, et à l'échelle du quartier, il a tendance à devenir de plus en plus partie intégrante de la conception de l'habitat et un élément déterminant de sa structure.
- **Le loisir hebdomadaire** : il est plus tendu dans l'espace, il est à l'échelle de la ville et rythme la relation ville-campagne et centre-périphérie.
Le loisir de fin de semaine, assure l'équilibre nécessaire entre le travail et le repos et surtout la diversion, l'évasion vers un monde différent de celui de tous les jours
- **Le loisir saisonnier** : dans les vacances, il est à l'échelle de nationale et internationale, déterminé par les données climatiques et géographiques, et englobe la notion du tourisme

4. Classification des loisirs :

-On trouve beaucoup de classification pour le loisir : d'après le philosophe français Dany-Robert Dufour en 2013 il y a deux classifications des loisirs : des loisirs actifs et loisirs passifs.

Aussi une autre classification devise le loisir en trois catégories on a :

- **Selon les activités** : Sportif, éducatif, culturel.
- **Selon les groupes** : Loisir individuel, Loisir en groupe.
- **Selon les périodes** : Loisir périodique Loisir occasionnel.

III. Le centre commercial :

1. Définition d'un centre commercial :

Plusieurs organismes, chercheurs et spécialistes ont tenté de donner une définition exacte du centre commercial, parmi ces définitions on distingue :

- **Selon le (CNCC,2021)** (Conseil National des Centres Commerciaux), un centre commercial est défini comme « un ensemble d'au moins 20 magasins et services totalisant une surface commerciale utile minimale de 5 000 m², conçu, réalisé et géré comme une entité. »
- **Selon (l'Encyclopédie canadienne,2015)** un centre commercial est un ensemble de boutiques regroupées autour d'une ou plusieurs locomotives (grandes surfaces alimentaires et spécialisées) assurant un flux de clientèle.
- **Selon (VINCENT,2013)** le centre commercial est un bâtiment qui désigne une concentration ou un regroupement de diverses activités commerciales de détail sur un espace délimité.

•D'après le dictionnaire **Media-dico** : un centre commercial ou centre d'achat est devenue le terme pour définir un ensemble de commerces qui partagent un même espace, le plus souvent dans une galerie.

•Selon **article 47 du décret exécutif n°12-111** : Tout ensemble immobilier abritant un certain nombre de commerces destinés à l'exercice d'une gamme diversifiée d'activités commerciales et artisanales, Son rôle est :

- D'assurer les besoins d'un certain niveau
- De favoriser les échanges et la diffusion des informations
- De faciliter la vente, la livraison, le crédit/
- De permettre une large publicité sur les marchandises.

Synthèse :

Le centre commercial est un espace de consommation multifonctionnel à la fois commercial et Loisir ou l'on trouve des plusieurs et grands magasins, divers commerces ainsi que toute une série de Services publics et privés. Il est également aménagé pour recevoir une vie sociale (un grand choix d'activités et d'actions.

Centre commercial = achat+ vente+ exposition +détente + loisir + service

2. Rôle et objectifs du centre commercial :

Selon l'ouvrage de Haider Ali « Principes de conception des réalisations commerciales P 31 »

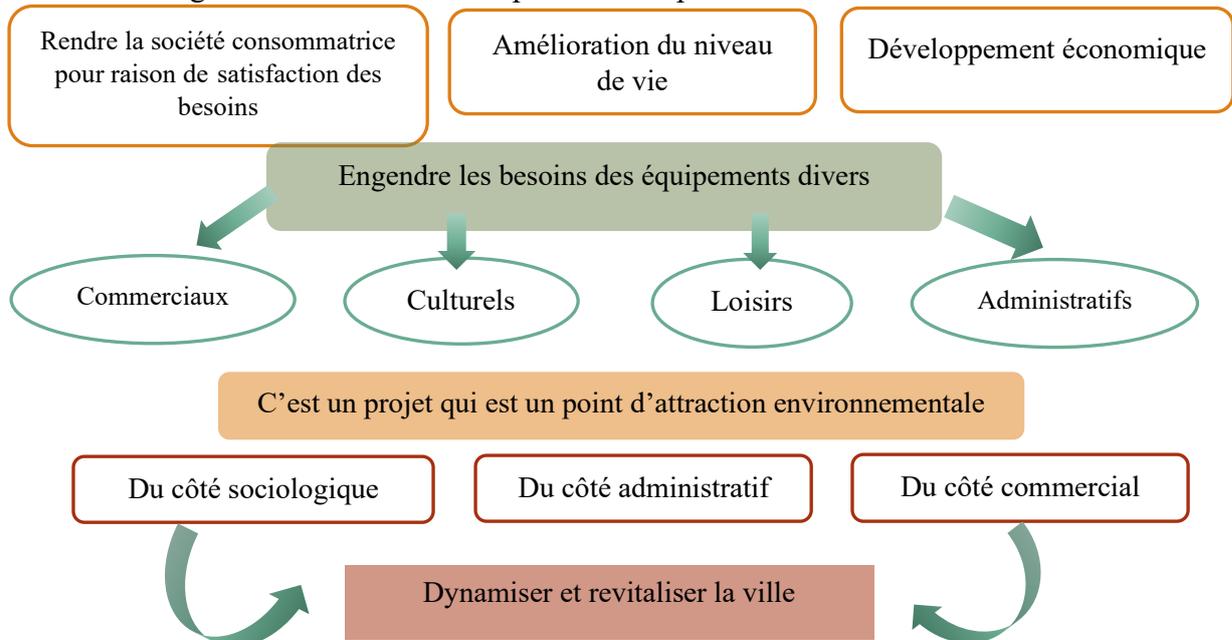


Schéma 2.2 : Les objectifs d'un centre commercial.

Source : Auteur, 2022 d'après Haider Ali

3. Évolution historique du centre commercial :

D'après (Dupont,2016 ; Dominique,2010 ; Frank Rosentha,2013) ; L'évolution historique du centre commercial est passé par plusieurs étapes :

3.1 La période de l'antiquité : Dès l'Antiquité, les espaces de Commerces sont situés dans les villes sous Forme des marchés couvertes ou ouvert.

3.1.1 L'agora grecque :

Elle est la première forme citadine, L'agora grecque était un lieu collectif D'échange politique, commerciaux, de Marché de ventes temporaires ou Permanentes. (Youcef, et al 2017).

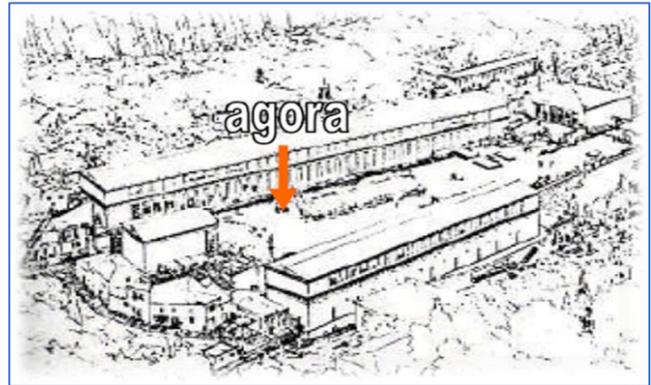


Figure 2.9 : L'agora grecque
Source (blog.crdpversailles.fr/notre paris romain).

3.1.2 Le forum romain :

Il ne s'agissait pas que de simples espaces uniformes et plats, entourés de bâtiments de pouvoir clos sur la place. Ce sont des endroits intimement liés à la vie civile, sociale et il était le lieu de rencontre des marchands. (Youcef, et al 2017).



Figure 2.10 : Le forum romain
Source (Youcef, et al 2017)

3.2 La période de moyen âge :

3.2.1 Les halles de marché :

La halle, qui constitue en France, depuis le Moyen Âge, le point de vente à la criée des articles alimentaires, est un abri ventilé, charpenté et de plan basilical, construit entièrement en bois (à Arpajon, Milly, etc.) ou partiellement en pierre (à Dives) et, à partir du XIXe s., en charpente métallique. Parfois, elle forme le rez-de-chaussée d'un édifice municipal. Les grandes villes marchandes d'Occident avaient des halles



Figure 2.11 : Beaumont-du-Gâtinais.
Source (Youcef, et al 2017)

spécialisées pour différents produits : halles aux draps, aux toiles, aux cuirs, au blé, aux viandes, aux vins, etc. (www.larousse.fr/)

3.2.2 Les foires :

Les foires ont été le fait de l'Europe de moyen âge, ce sont des grands marchés se tenants à des durées fixes dans un même lieu généralement annuelle, les foires de moyen âge se développent dans les villes situées le long des grandes voies commerciales, Les importantes foires d'Europe sont celles de Bruges, Anvers, Ypres aux Pays-Bas ; Stourbridge en Angleterre ; Cologne, Francfort-sur-le-Main, Leipzig en Allemagne ; Milan, Venise en Italie.
(Youcef, et al 2017).



Figure 2.12 : Foire à Gand Belgique
Source (Youcef, et al 2017)

3.2.3 Les bazars :

Désigne un marché ou un ensemble de commerces ou bien et services sont disponibles à la vente et à l'achat. En arabe c'est Le souk, cet espace existe depuis les 1ères civilisations sous forme d'espaces d'échange, il est la version médiévale de l'agora dans les pays islamiques il se situe généralement à côté de mosquées au centre de l'agglomération



Figure 2.13 : Arabie Bazar
Source (fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Unbazar.jpg#file).

3.3 La période de renaissance :

3.3.1 Les passages :

Apparus au début du XIXe siècle, le passage couvert innove dans sa forme architecturale et son rôle social, c'est une petite voie privée qui relie deux routes, sous forme de rue, de cour couverte ou d'une succession de porches. Dédié aux piétons, entouré par des boutiques et surmonté d'une verrière qui le protège



Figure 2.14 : Le bon marché,
Source (Youcef, et al 2017).

des intempéries. Les galeries de bois du Palais-Royal, créées en 1786, sont considérées comme le prototype de ces passages.

Entre 1860 et 1880, le passage prend une dimension monumentale et se transforme en lieu de promenade publique à la mode.

3.3.2 Les grands magasins :

Dans la seconde moitié du XIX siècle, les métropoles européennes ont connu l'apparition des grands magasins, ils s'installent au centre-ville.

Entre 1855 et la Première Guerre mondiale, les grands magasins se développent ensemble avec les grandes foires et les Expositions Universelles, qui servent de modèles en matière d'architecture et de présentation des articles, ils étaient des laboratoires d'innovations architecturales, notamment grâce à leur structure métallique et verrière, en France c'était aussi grâce aux grands changements lancés par le baron Haussmann.

Les plus connus sont : les Magasins de Louvre « 1855 », le bon marché « 1862 »,

Les galeries Lafayette « 1895 ». Le pygmalion est le premier grand magasin construit à paris en 1793. (Youcef, et al 2017).



Figure 2.15 : Passage de Choiseul
Source (Youcef. et al 2017)

3.4 La période moderne :

3.4.1 Les supermarchés :

En 1958 le premier supermarché a été construit sous l'enseigne Express Marché, il propose à la vente des marchandises en libre-service, ce système de vente a bouleversé les habitudes des consommateurs français, en 1959 on ne dénombrait que 1663 supermarchés en France soit 0.2% du parc commercial français.

3.4.2 Les hypermarchés :

Ils sont apparus aux états unis dans les années 60 pour renforcer la démarche de « *Open space* », se situant en périphérie avec de très grands espaces de ventes et d'énormes parkings « no parking no business »

3.4.3 Les centres commerciaux :

Les véritables centres commerciaux, aménagés pour regrouper plusieurs commerces sur un même lieu, naissent aux États-Unis au début du XXe siècle, le Roland Park, érigé au cœur d'un quartier de Baltimore en 1908, est l'un des premiers exemples de cette nouvelle vague d'équipements.

Les deux prototypes de ces nouveau centres commerciaux sont le Market square en Illinois « 1916 », et le Country Club Plaza au Missouri « 1922 »

3.5 La période contemporaine :

3.5.1 Les centres commerciaux et de loisir :

Sont apparus à la fin de XX siècle, des équipements omniprésence rassemblant une multitude d'activités (commerce, loisir, administration, service), ce sont des pôles d'attractivité correspondants aux nouvelles tendances des centre commerciaux.

Synthèse : On peut résumer cette évolution dans les points suivants :

- Le passage par différentes phases d'un espace en plein air totalement découvert à un bâtiment couvert.
- Changement rapide au niveau de la forme de bâtiment.
- Changement au niveau des espaces (organisation spatiale).
- Intégration des nouveaux espaces et activités.
- Développement des techniques (apparition de monte-charge des escalators et ascenseur).

4. Classification des centres commerciaux :

4.1. Selon la localisation : d'après (Youcef, Mohammed et al. 2017)

4.1.1. Les centres commerciaux urbains ou de centre-ville :

Ils se trouvent au cœur des cités, leur superficie varie de 5 000 à 20 000 m², et réunissent une vingtaine de magasins et de services : ils prennent parfois la forme de galerie dans lesquelles les boutiques se rangent le long d'une rue couverte ; leur parking est souterrain. Le rôle majeur de ces centres est de structurer ou de renforcer un pôle urbain. (Carol Maillard, 2007)

4.1.2. Les centres commerciaux périphériques :

Ils se trouvent en périphérie, leurs surfaces de vente s'étendent de 40 000 à 100 000 m². Bien équipés, ils proposent presque tous les services d'un centre-ville : le supermarché d'alimentation, les magasins spécialisés, les services, les restaurants et les cinémas. Ils ont un Avantage majeur supplémentaire c'est la vaste aire de stationnement extérieure facilement accessible. (Youcef, Mohammed et al. 2017).

4.2. Selon la taille :

4.2.1. Les centres commerciaux de proximité :

Ils présentent une surface GLA (Gross Leasable Area : « surface locative brute », principalement utilisé pour les centres commerciaux, désigne la surface commerciale utile.) d'un minimum de 5 000 m² et / ou un minimum de 20 magasins ou services. Leur rayon de clientèle est à l'échelle de quartier.

4.2.2. Les grands centres commerciaux :

Leur surface GLA minimale est de 20 000 m² et / ou un total d'au moins 40 magasins et services. Leur rayon de clientèle est à l'échelle de la ville.

4.2.3. Les centres commerciaux régionaux :

Leur surface GLA est de plus de 40 000 m² et / ou au moins 80 magasins et services. Leur rayon de clientèle est à l'échelle régionale.

4.2.4. Les centres commerciaux super régionaux :

Ces centres commerciaux présentent une surface GLA supérieure à 80 000 m² et / ou accueillent au moins 150 magasins et services. Leurs rayons de clientèle sont à l'échelle nationale.

4.3. Selon la spécialité :

4.3.1. Les centres commerciaux à destination fun shopping :

Quel que soit le secteur, les commerces vont devoir séduire les consommateurs et faire évoluer leur surface de vente en offrant des espaces de convivialité et de plaisir (loisir).

4.3.2. Les centres commerciaux à thème : Ce sont des centres spécialisés dans un thème par exemple un centre de thème sport ou culture

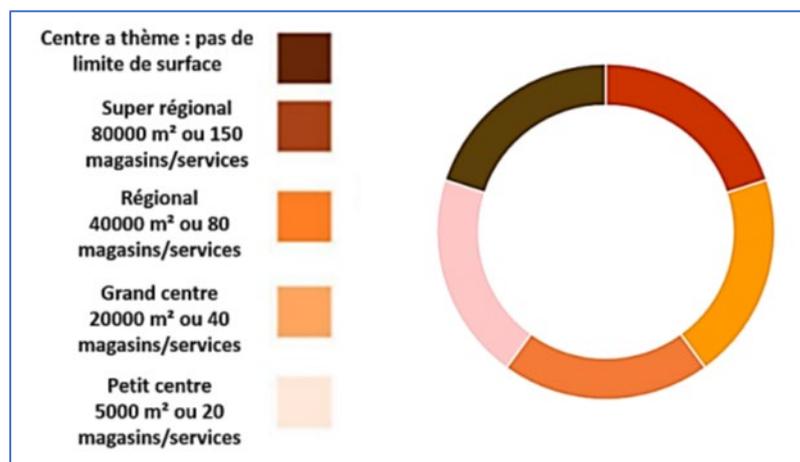


Figure 2.16 : classification des centres commerciaux selon l'emplacement et la taille
Source : le CNCC, 2021

Synthèse : On observe que la combinaison de commerce + loisir nous mènes vers la typologie du centre commercial à destination fun shopping ou l’espace d’achat devient un espace de vie et de rencontre par l’ajout des espaces de loisir et détente.

5. Type des centres commerciaux :

Dans l’ensemble de ces recherches, (VINCENT,2013) a classé les centres commerciaux en plusieurs types dont on distingue :

- Centre commercial à système d’espaces libres (Figure 2.9).
- Centre commercial à système des petits magasins et boutiques.
- Centre commercial à système de grande surface.
- Centre commercial à système mixte : Combine les types précédents, pour un programme riche, plus efficace et actif. (Figure 2.10).



Figure 2.17 : Exemple d’un centre commercial a système mixte -Aérolille-
Source : Soumaya 2021

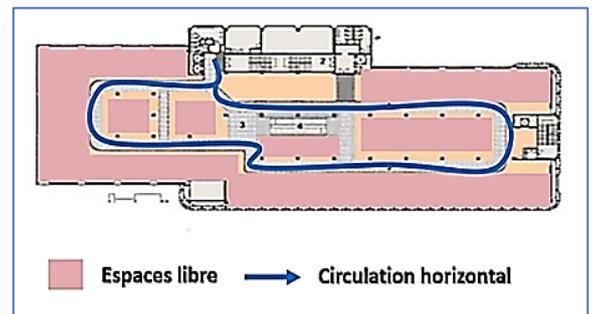


Figure 2.18 : Exemple d’un Centre commercial à système d’espaces libres -galerie du monde Seoul-
Source : Soumaya,2021

6. Organisation spatiale et fonctionnelle d’un centre commercial :

6.1. Les utilisateurs et les usagers :

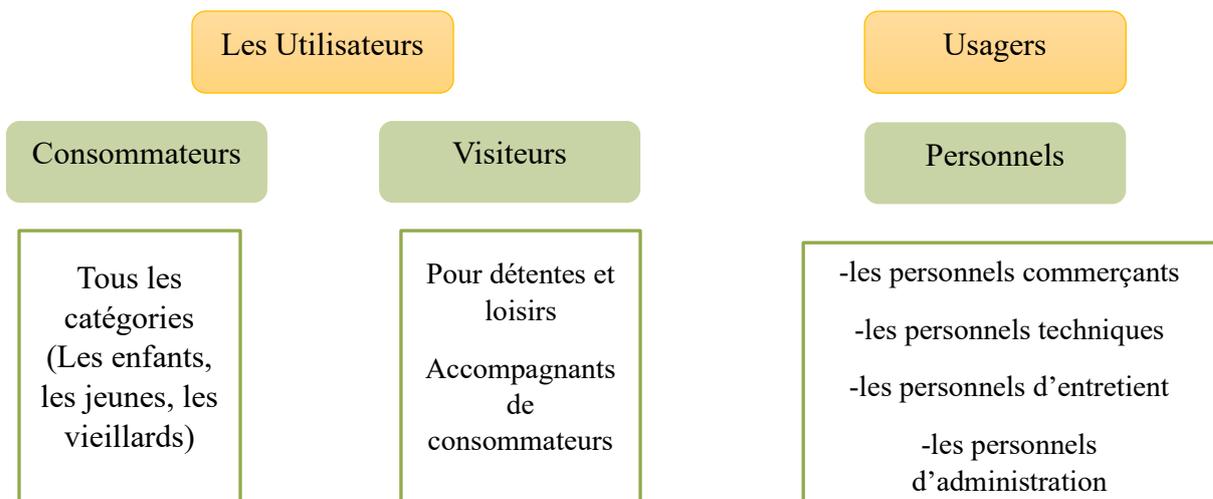


Figure 2.19 : les utilisateurs et les usagers d’un centre commercial
Source : auteur 2022

6.2. Les fonctions (les activités) :

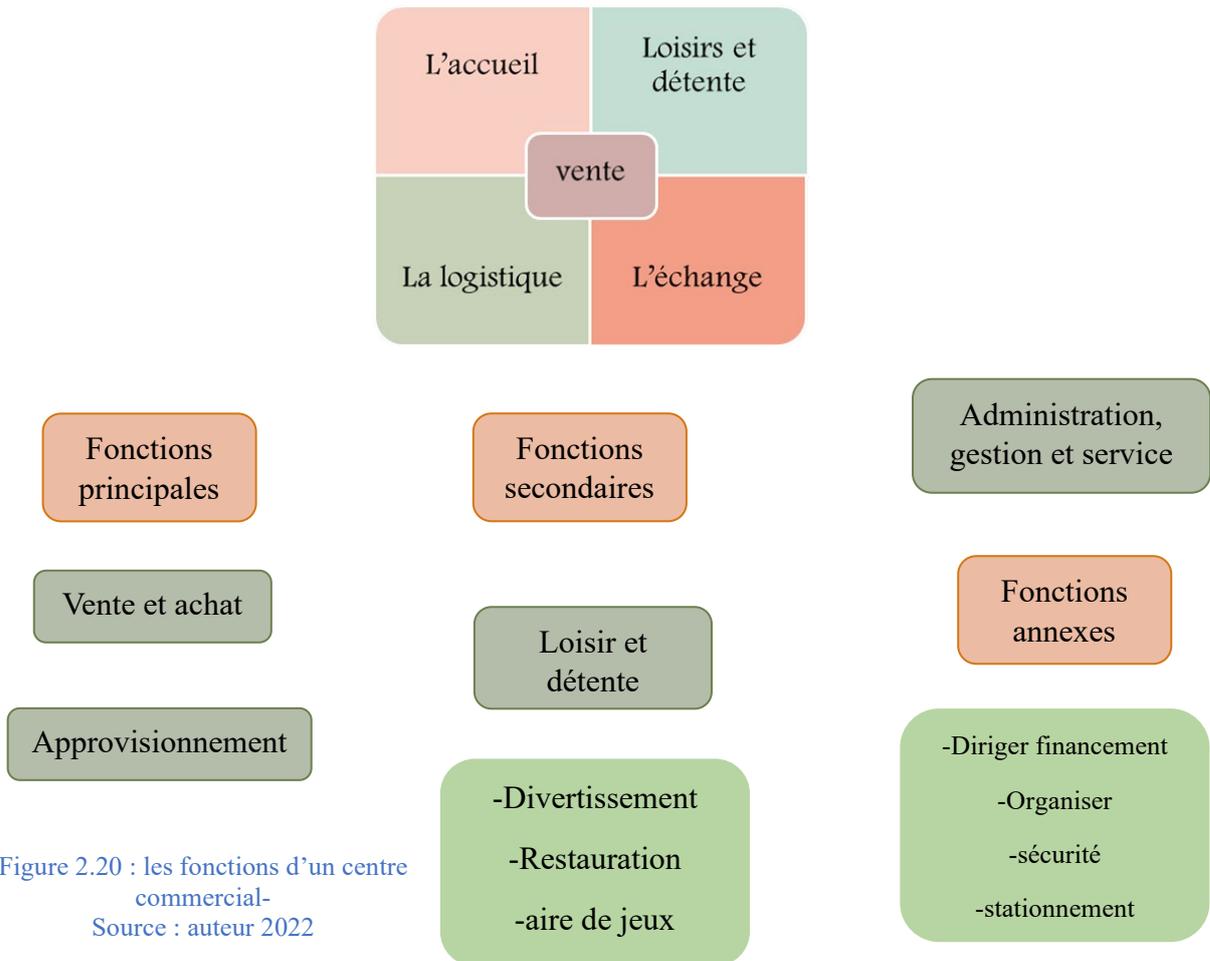


Figure 2.20 : les fonctions d'un centre commercial-
Source : auteur 2022

6.3. Les circuits d'un centre commercial :

Selon le type de fonction et des utilisateurs, on distingue les circuits suivants :

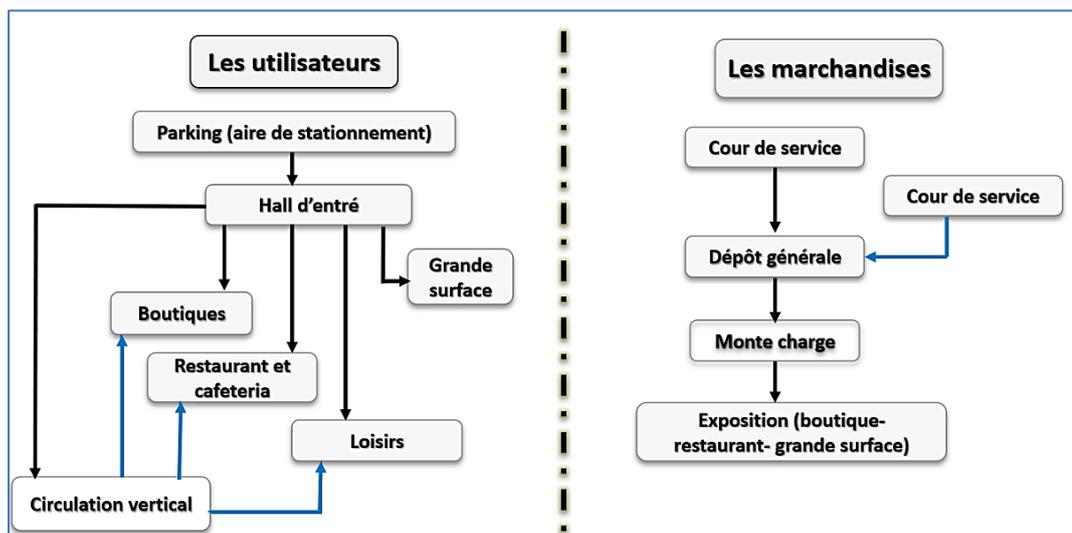


Figure 2.21 : le circuit des utilisateurs et des marchandises dans un centre commercial
Source : soumaya 2021

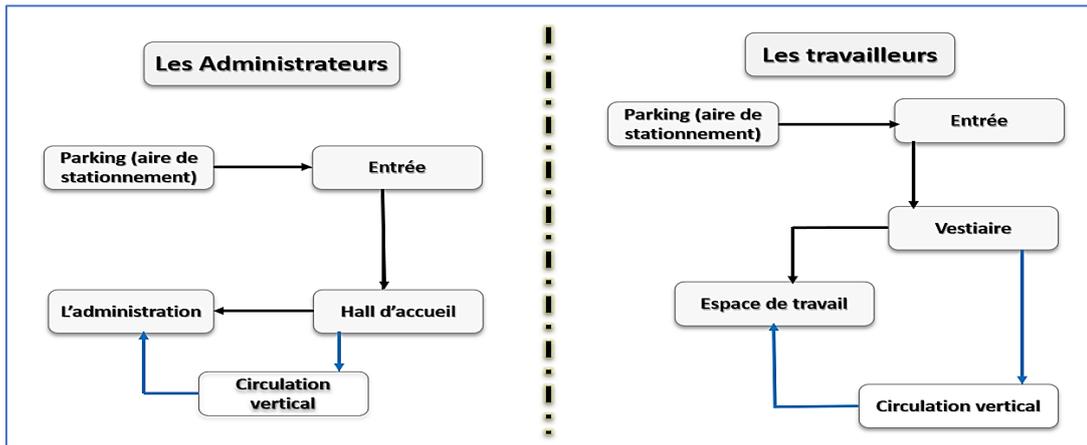


Figure 2.22 : le circuit des travailleurs et des administrateurs dans un centre commercial
Source : soumaya 2021

6.4. Circulation dans les centres commerciaux :

Dans la plupart des centres commerciaux on distingue deux types de circulations : une circulation verticale et une circulation horizontale

6.4.1. La circulation verticale : Cette circulation est composée de la circulation des marchandises assurée par les montes charges et la circulation des personnes assurée par les escaliers mécaniques (Figure 2.23) et les ascenseurs (Figure 2.24).

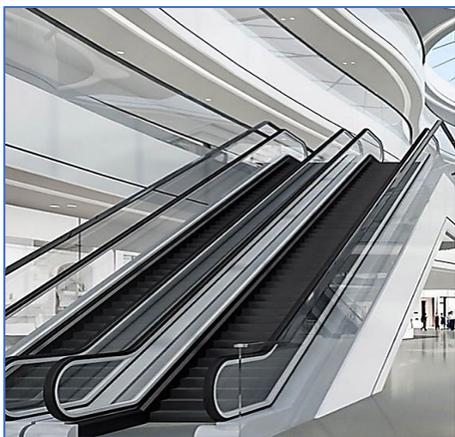


Figure 2.23 : circulation assurée par l'escalator

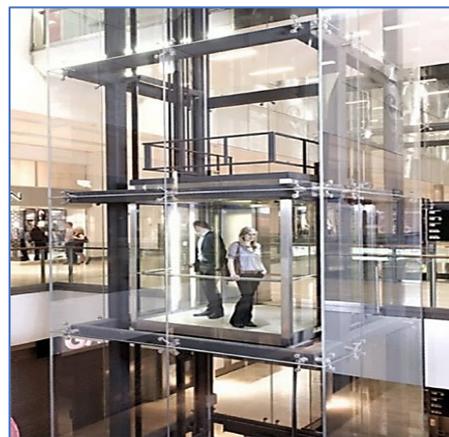


Figure 2.24 : circulation assurée par ascenseur

Source : Soumaya, 2021

6.4.2. La circulation horizontale :

C'est une circulation fluide avec des passages commerciaux qui contiennent des places de détente et espaces verts...etc. Elle est assurée par les grands halls, les rues commerçantes et les galeries d'expositions.

Selon Chaigneau (2016) ; Ali (2000) ; Samantha et al (2020) on distingue trois types de circulation horizontale : Circulation linière - circulation central – circulation composée.

•Circulation linière :

C'est une circulation qui a un début clair et une fin comme le montre le schéma sur la figure (2.25) et l'exemple de la Figure (2.26). (soumaya 2021).

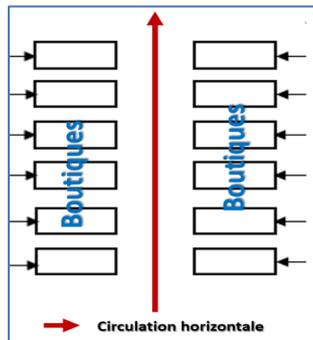


Figure 2.25 : schéma d'une circulation linière
Source : Soumaya,2021

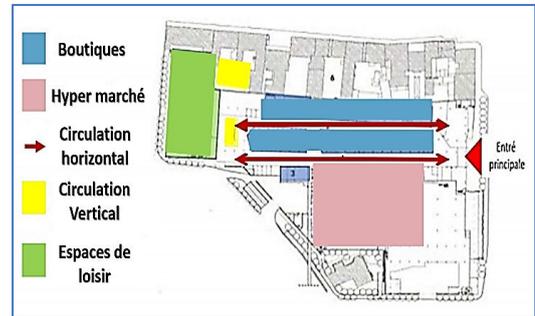


Figure 2.26 : exemple d'une circulation horizontale de type linéaire
Source : Soumaya,2021

•Circulation centrale :

C'est une organisation qui se constitue d'un espace central dominant.

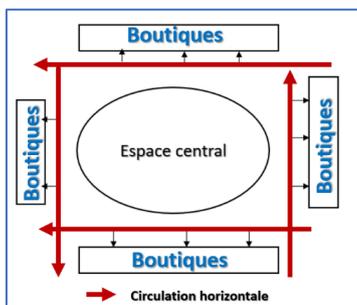


Figure 2.27 : schéma d'une circulation centrale
Source : Soumaya,2021

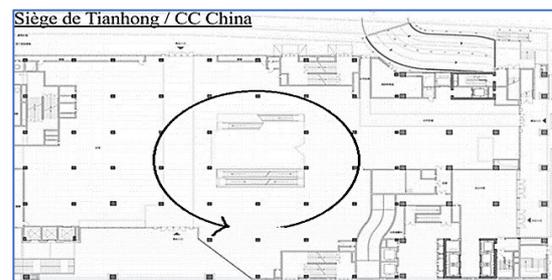


Figure 2.28 : exemple d'une circulation horizontale de type centrale, Source : Soumaya 2021

•Circulation composée :

Dans cette organisation l'utilisateur ne peut pas utiliser les mêmes chemins pendant son parcours

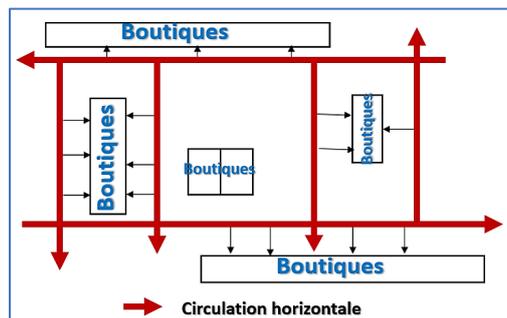


Figure 2.29 : circulation centrale de type composé
Source : Soumaya,2021

6.5. Les parcours et son rôle :

Dans un centre commerciale le parcours est le cheminement que suit le client pour visiter les magasins et les boutiques.

Il module l'espace et suscite une intimité entre les espaces commerciaux et ceux qui les clients, il doit être identifiable par le visiteur. Adapté aux collections, il obéit à des règles liées

*Au plan.

*A la circulation.

*A l'éclairage.

*Aux revêtement des sols.

Donc il détermine le plan de circulation du visiteur

-D'après Tao Pei et al (2020) ; Eric (2021) ; Haofeng et al (2017) ; Nilsson (2020) Il existe trois types de parcours : parcours linière/ parcours circulaire / parcours labyrinthique.

•Parcours liniers :

Les boutiques sont organisées selon un principe de déplacement clair (Figure 2.23), ce type de parcours a comme avantage la prise en charge du visiteur dès son entrée jusqu'à sa sortie considérée comme un parcours guidé en prenant un cheminement obligatoire qui permet à l'utilisateur à s'intéresser à toutes les marchandises. (Eric,2021 ; Nilsson ,2020).



Figure : 2.30 : le centre commercial Qwartz
Source : Ali ;2000

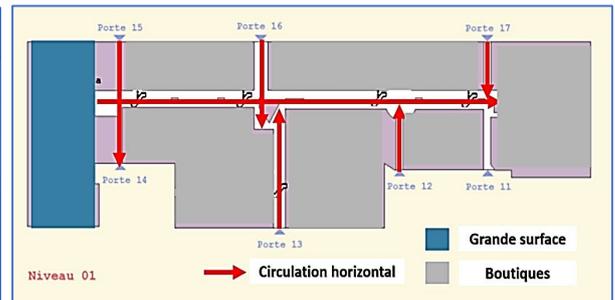


Figure 2.31 : Exemple d'un centre commercial avec un parcours linéaire -Créteil Soleil-

-Le parcours linéaire ce divise en deux types, qui sont comme suit :

-Type arborescent :

Dans ce type, toute la circulation est autour d'un axe ou une artère principale qui dessert sur des boutiques de part et d'autre. (Soumaya 2021)



Figure 2.32 : le centre commercial Belle épina à paris
Source : Ali 2000

-Type ruban :

Dans le parcours de type ruban, la direction du visiteur est assurée à travers un circuit imposé sans desservir a aucun sous espace.

• Parcours circulaire :

Les magasins et les boutiques sont réunis autour d'un espace central (Figure 2.26). On le considère aussi comme un parcours guidé en prenant un cheminement fermé ou l'utilisateur a une vision presque sur toutes les boutiques (Tao Pei et al ,2020).



Figure 2.35 : centre commercial avec un parcours labyrinthique, Source : Pinterest 2022

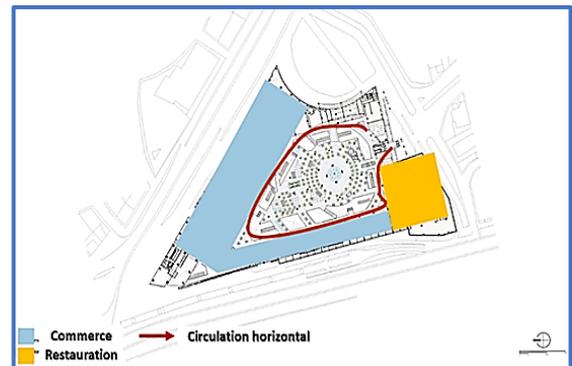


Figure 2.36 : Exemple d'un centre commercial avec un parcours Labyrinthique, Source Soumaya, 2021

• Parcours labyrinthique :

C'est un parcours qu'on a le choix de prendre le chemin qu'on veut. Dans ce type de parcours, le centre commercial est composé d'un grand nombre de boutiques et des magasins. Ce type de parcours a un inconvénient, c'est un parcours compliqué, le visiteur risque de passer plusieurs fois par le même espace (Haofeng et al ,2017 ; Nilsson ,2020).



Figure 2.33 : le centre commercial Parque Tereos
Source : Archidaily 2022

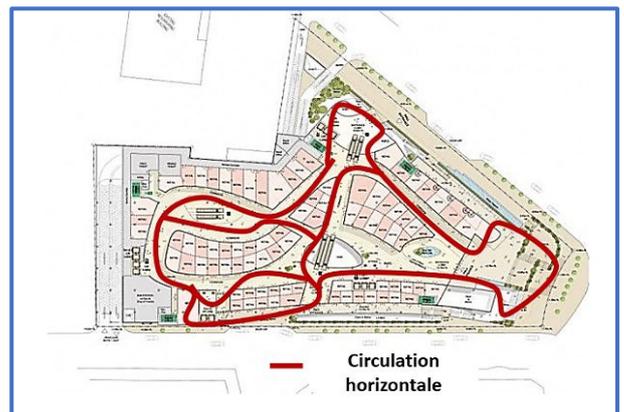


Figure 2.34 : Exemple d'un centre commercial avec un parcours circulaire
Source : Soumaya ,2021

7. Les exigences techniques et conceptuelles des centres commerciaux :

7.1. Type des magasins :

Selon Neufert il existe deux types de magasins : vente ouverte et vente fermée.

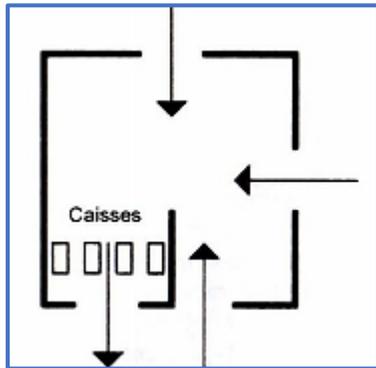


Figure 2.37 : Vente fermée, entrée libre et sortie contrôlée
Source : Neufert 2010

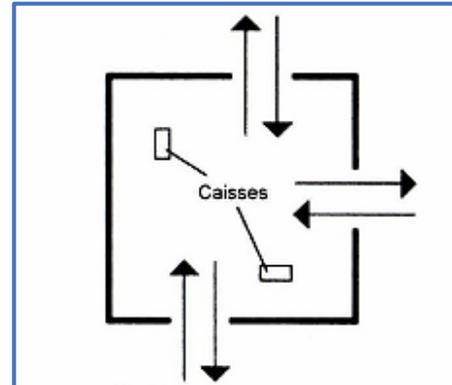


Figure 2.38 : Vente ouverte entrée et sorties libres
Source : Neufert 2010

- Vente fermée (Figure 2.37) : entrée libre, sortie uniquement par des zones de contrôle aux caisses (surfaces de vente spécialisées).
- Vente ouverte (Figure 2.38) : entrée et sortie libres (magasins spécialisés, commerces de détails spécialisés, grands magasins).
- Le magasin doit offrir une bonne visibilité aux clients et à la surveillance (caisse), pour que le client ne soit pas obligé de faire des détours (Figure 2.39).

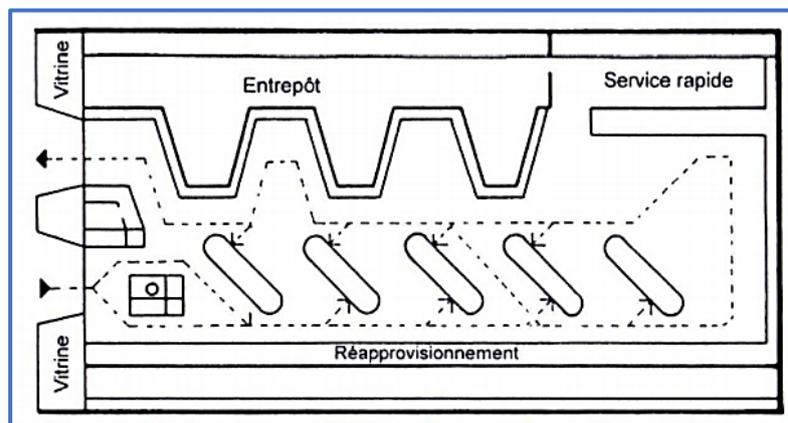


Figure 2.39 : le cheminement des clients inclut tous les angles
Source : Neufert 2010

7.2. La grande surface : Le service de la grande surface est assuré dans le rayon d'alimentation générale, produit de lessive et cosmétique ainsi des frigos de viandes, poissons et des rayons des fruits, légumes en plus d'autres produits. Il faut bien étaler toutes les marchandises pour qu'on les distingue bien et attacher une attention particulière au cheminement de la clientèle, commencer par le passage devant les chariots pour terminer par les caisses. La figure (3.32) montre quelques dimensions des comptoirs et des étagères dans la grande surface (Neufert, 2010)

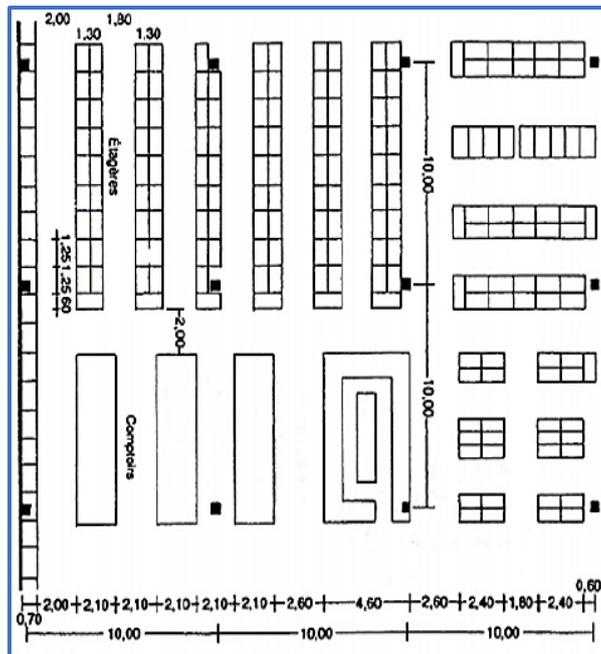


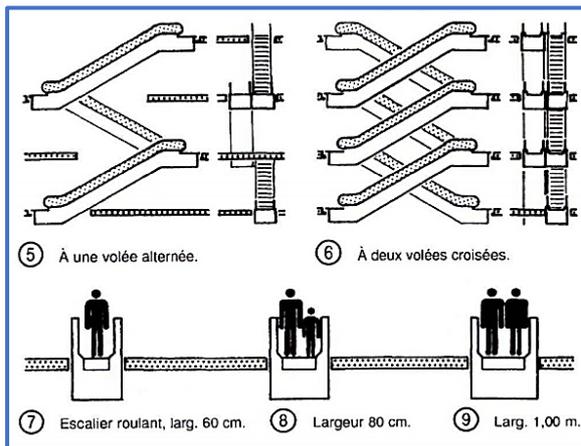
Figure 2.40 : Dimensions des comptoirs et des étagères dans la grande surface
Source : Neufert 2010

7.3. La circulation verticale :

La circulation verticale dans les centres commerciaux est assurée par deux moyens importants sont : les escalators et les ascenseurs.

- **Escalator (Escalier mécanique) :** Les escalators sont utilisés pour faire circuler de façon continue un grand nombre de personnes, pour des hauteurs importantes, il vaut mieux choisir pour des raisons psychologiques et de sécurité une pente de 30°.

Selon une norme mondialement pratiquée, la largeur des marches est de 60 cm (1 personne), 80 cm (1 à 2 personnes) et de 100 cm (2 personnes). Une largeur de 100 cm est suffisante pour une personne chargée. Ainsi il faut prévoir au départ et à l'arrivée un espace d'encombrement suffisant $\geq 2,50$ m de profondeur.



Pour une pente de $30^\circ = 1,732 \times$ hauteur entre étages.
 Pour une pente de $35^\circ = 1,428 \times$ hauteur entre étages.
 Exemple : hauteur entre étages 4,50 m et pente de 30°
 (pente de 35° souvent pas admise à l'étranger)

Longueur en plan : $1,732 \times 4,5 = 7,794$
 Avec les parties horizontales à l'entrée et à la sortie, on obtient une longueur d'environ 9 m. L'escalier peut contenir environ 20 personnes simultanées les uns derrière les autres.

Figure 2.41 : Les exigences techniques pour la conception d'un escalator.
 Source : Neufert 2010

• **Ascenseur :**

Dans tous les bâtiments commerciaux, les ascenseurs devraient se trouver en principe dans les endroits à la source des flots de circulation. Il faut planifier soigneusement leur aménagement par rapport aux endroits de circulation. La figure (50) montre les dimensionnements d'un ascenseur pour personne normal et pour les handicapés. (Soumaya 2021).

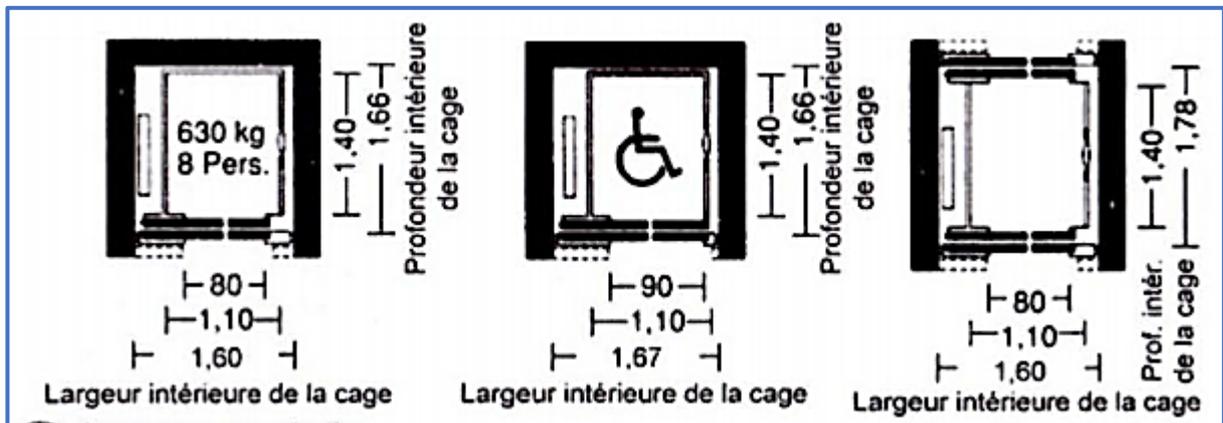


Figure 2.42 : Les exigences techniques pour la conception d'un ascenseur.
 Source : Neufert 2010

7.4. Stationnement :

Pour améliorer la visibilité dans les espaces de stationnement, les places de parking sont souvent délimitées devant et sur les côtés par des bandes de couleur d'une largeur de 12 à 20 cm (Neufert,2010). La figure (2.43) et (2.44) montre les dimensionnements de l'aire de stationnement d'une voiture pour une personne normal et handicapé, et la figure (2.45) montre les dimensionnements de l'aire de stationnement pour un véhicule lourd. (Soumaya 2021).

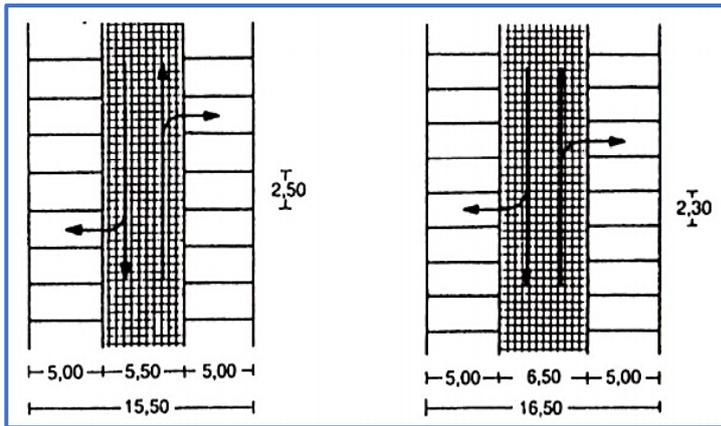


Figure 2.43 : les dimensionnements de l'aire de stationnement pour une voiture
Source : Neufert 2010

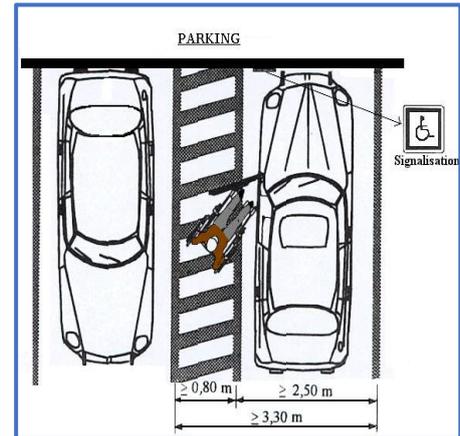


Figure 2.44 : les dimensionnements de l'aire de stationnement pour handicapé.
Source : Neufert 2010

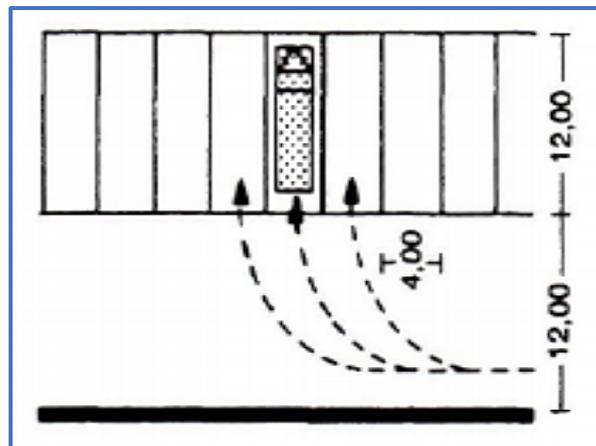


Figure 2.44 : les dimensionnements de l'aire de stationnement pour un véhicule lourd.
Source : Neufert 2010

7.5. Stationnement et entrée :

Il faut prévoir une entrée principale visible et une entrée secondaire reliée avec l'aire de stationnement (Figure 2.45).

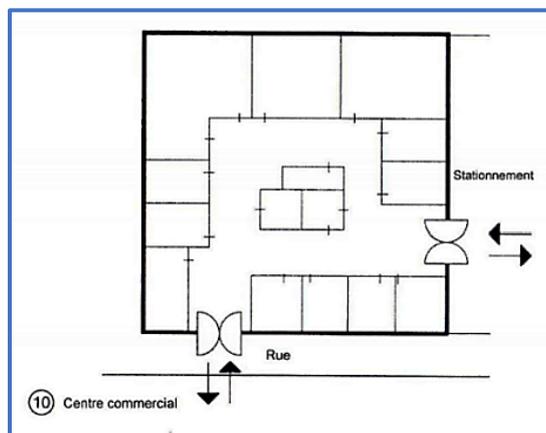


Figure 2.45 : l'entrée et le stationnement dans un centre commercial.
Source : Neufert 2010

7.6. Modes de livraison des boutiques commerciales :

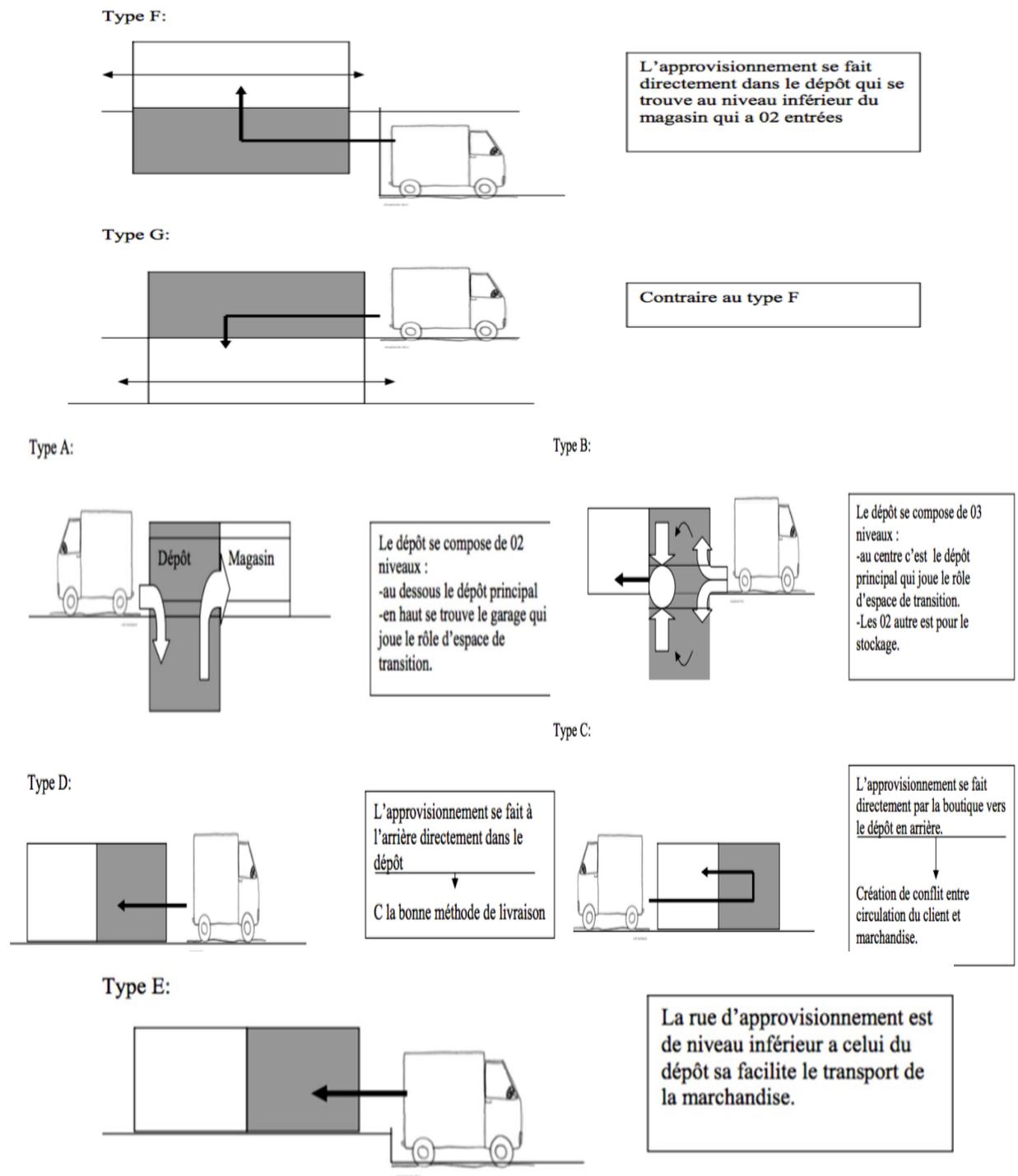


Figure 2.46 : les modes d'approvisionnement des boutiques.
 Source : Neufert 2010

Conclusion :

Le commerce s'adapte aux besoins de bien-être à ses différentes échelles même qu'elle a intégré des loisirs et s le but de la création d'un mode de vie confortables pour les gens.

Les bâtiments commerciaux s'adaptent aux besoins de leur environnement. Elle doit prendre en compte les besoins des futurs occupants et l'impact sur l'environnement et la manière dont l'environnement immédiat au sens large peut en bénéficier.

Dans ce chapitre on a retiré les différents concepts relatifs à la notion de commerce, les principes fonctionnels et spéciaux ainsi que les exigences techniques qui nous aides à concevoir un bâtiment commercial.

Chapitre n° 03 :

**Analyse du centre commercial
de copimade à la ville de
Tébessa et autres exemples**

Introduction

En se passant sur les résultats de la recherche théorique, et sur l'analyse du contexte spatial et fonctionnel du centre commercial dans le chapitre précédent pour analyser notre cas d'étude.

Dans ce chapitre on va analyser le contexte spatial de la willaya de Tébessa, ainsi que le cas d'étude. On va analyser aussi Cinq exemples livresques et existants des centres commerciaux et présenter des recherches antérieures sur les bâtiments à énergie positive à caractère commerciale. Nous allons montrer deux exemples de construction, essayer d'identifier certains facteurs et faire une comparaison entre leurs normes, leurs systèmes de construction et leurs équipements.

I. Situation et caractéristiques de la zone d'étude :

1. Situation géographique : Tébessa est une commune de la wilaya de Tébessa située dans la partie Nord par rapport au territoire de la wilaya sur un surface de 184 km².

Elle est limitée à l'Est par les communes de Bakaria et d'El kouif, à l'Ouest par la commune de Bir mokadem, au Nord par les communes de boulhaf dyr et de Hammamet, au Sud par la commune d'El Malabiod.



Figure 3.1 : situation géographique de la wilaya de Tébessa
Source : (Ben arfa 2005)

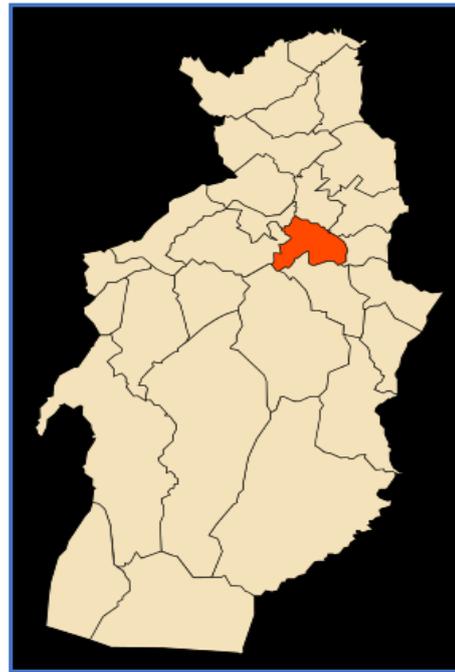


Figure 3.2 : Carte géographique de la wilaya de Tébessa
Source : Marefa.org ,2021

2. Etude générale du climat : Le climat de la wilaya de Tébessa appartient à l'étage bioclimatique Semi-aride, avec une variation de la température dans l'année et une distribution des champs des vents dans tous les mois d'année. (Chahinez 2021).

Elle est une zone de transition météorologique qui caractérise par quatre niveaux bioclimatiques :

- Le Subhumide (400 à 500 mm/an), très peu étendu, il est limité aux sommets de quelques reliefs (Djebel Serdies et Djebel Bouroumane).
- Le Semi-aride (300 à 400 mm/an), couvre toute la partie Nord de la wilaya.
- Le Subaride (200 à 300 mm/an), couvre les plateaux steppiques.
- L'aride ou saharien doux (inférieur à 200 mm/an), s'étend au-delà de l'Atlas Saharien. (Zakaria 2017)

2.1. La Température : Le diagramme suivant donne la température maximale à Tébessa et montre le nombre de jours par mois. Tandis que la partie rouge la température arrive au maximum avec

plus de 35° au mois de juin, juillet et aout par contre la partie bleu la température est entre 0° et 5° au mois du janvier, février, mars, novembre et décembre (la période du saison hiver, la température moyenne est mentionnée en jaune dans les mois à partir de février au novembre (voir fig. 3-3).

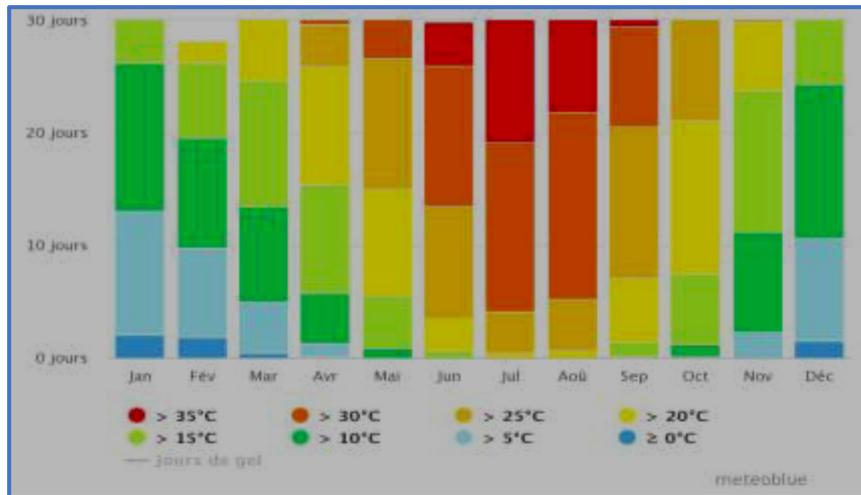


Figure 3.3 : Température de la wilaya de Tébessa.
Source : meteoblu,2021

2.2. Les précipitations :

Le diagramme de la précipitation pour Tébessa indique depuis combien de jours par mois (voir fig3-4) tandis que la partie beige représente les jours sec qui gagne le plus élevé taux des jours ; quant à la forte pluie ; elles n’occupent qu’une très faible quantité sur l’ensemble des mois ; ainsi que la partie bleu une précipitation moyenne de 5 à 6 jour durant un mois.

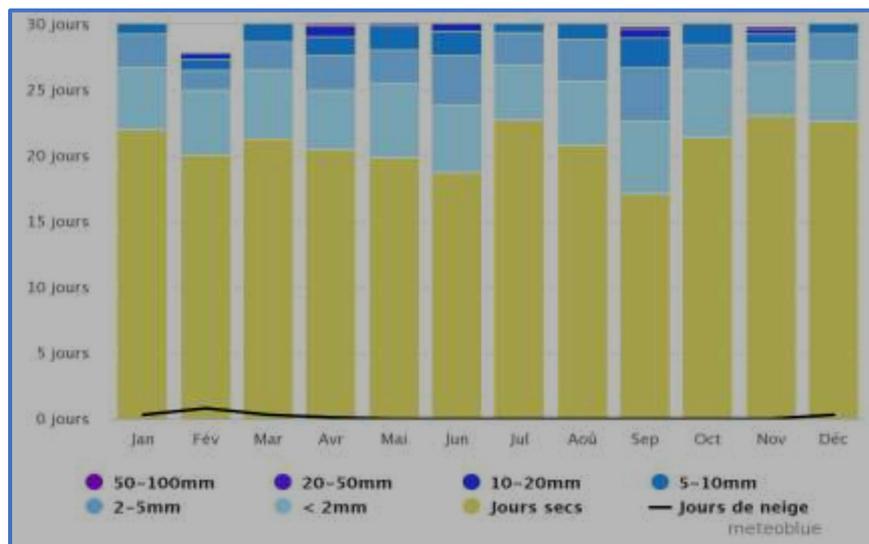


Figure 3.4 : Quantité de précipitations de la wilaya de Tébessa
Source : meteoblu,2022

2.3. Les Vents : la distribution du champ de direction de vent est saisonnière avec prédominance :(chahinez 2021).

- En direction Ouest-Nord-Ouest de novembre à avril.
- De Sud plus significatif de mai à juillet.
- La vitesse maximale prédominante dans la classe (6 à 10 m/s).

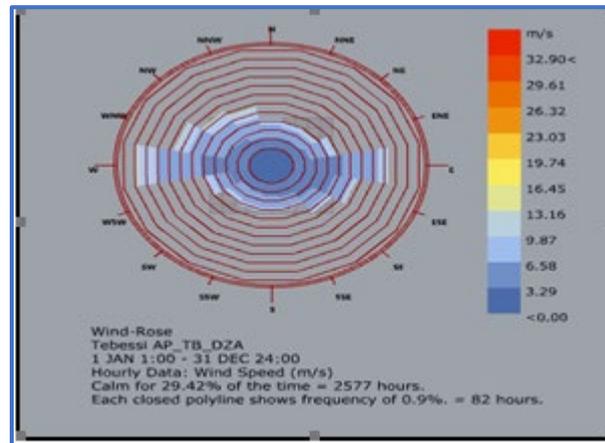


Figure 3.5 : Rose de vent de la wilaya de Tébessa.
Source : chahinez, 2021.

II. Présentation du cas d'étude « centre commercial du copimade »

Dans ce titre on va présenter le cas d'étude qui est le centre commercial du copimade dans la ville de Tébessa.



Photo 3.1: le centre commercial de copimade à Tébessa

Source : auteur,2022

Fiche technique

L'emplacement : la ville de Tébessa

Date de réalisation : 2006

Maitre d'ouvrage : E.T.E.B

Superficie totale : 5334 m²

Superficie commerciale : 2227 m²

Nombre de niveaux : R+2

1. L'aspect urbain :

1.1. La Situation :

Le centre commercial de copimade est situé dans le quartier copimade (le P, O, S) 2 à la ville de Tébessa ; il est à 15 min de centre-ville.



Figure 3.6 : la situation du centre commercial de copimade

Source : auteur 2022, d'après Google earth pro

1.2. L'environnement immédiat :

Le centre est entouré : depuis l'Est par un stade, depuis le nord et l'ouest par l'habitat collectif de sonatiba, les urgences de Alia Saleh et un CEM de la côté sud, au sud-est par le jardin doukkan.

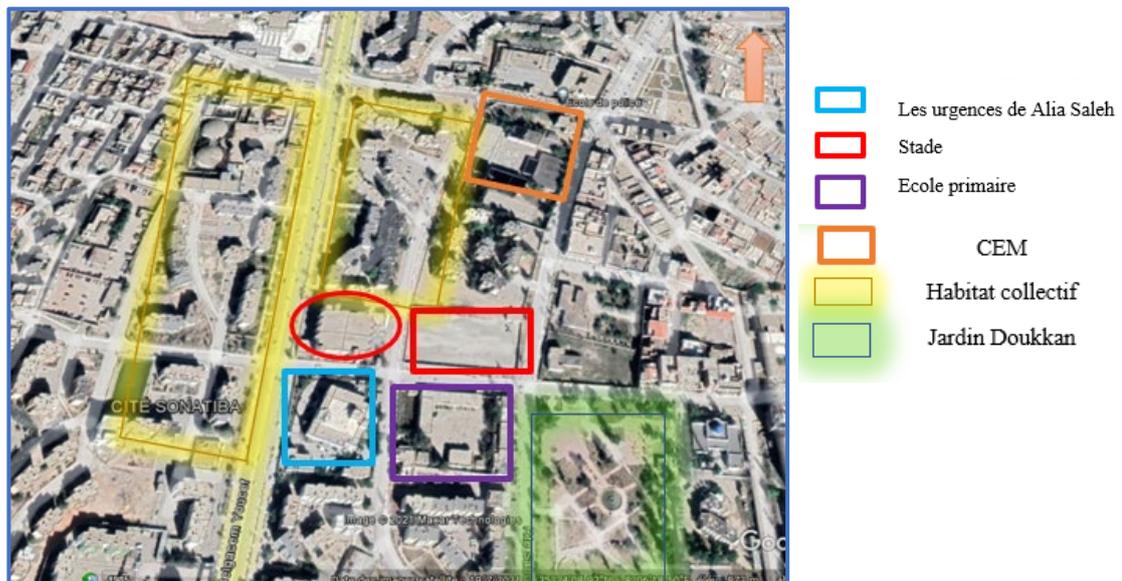


Figure 3.7: l'environnement immédiat du centre commercial de copimade

Source : auteur 2022, d'après Google earth pro

Synthèse :

- La situation stratégique offre une visibilité immédiate à toute enseigne qui s’y implante.
- L’implantation du projet entre 3 quartiers résidentiels et à une zone très intéressante qui attire les consommateurs et pour satisfaire les besoins des habitants.

1.3. **L’Accessibilité :** Le centre commercial de copimade est accessible par deux axes :

- La voie primaire (Boulevard Belgacem Youssef) de côté ouest
- Une voie secondaire de côté sud

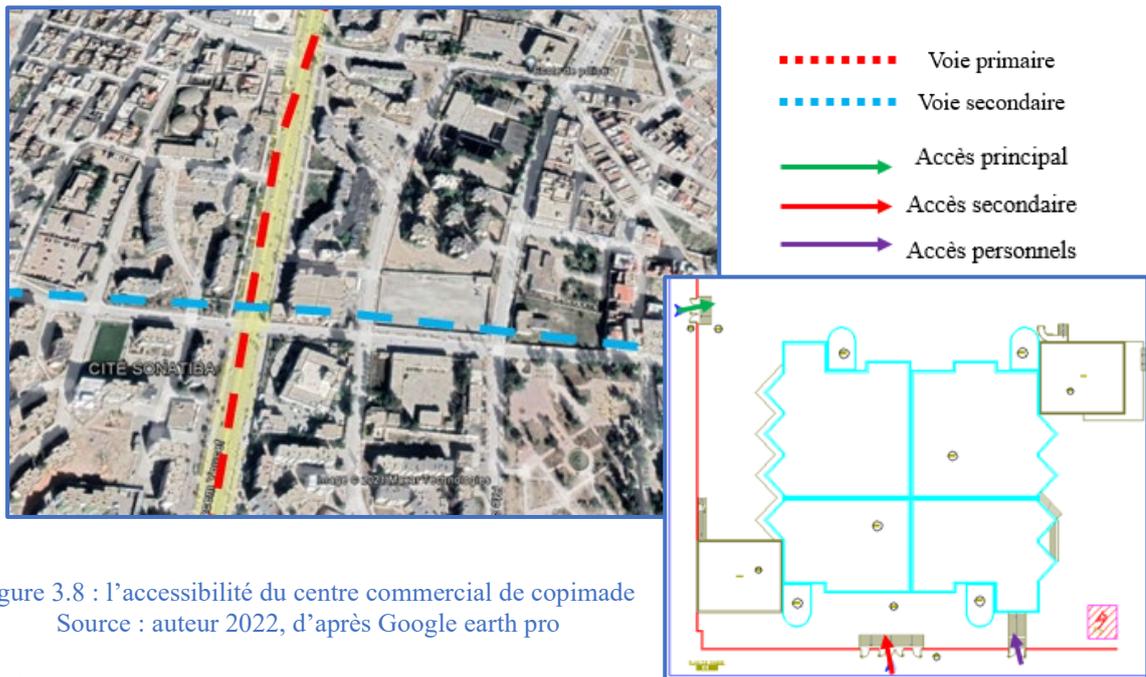


Figure 3.8 : l’accessibilité du centre commercial de copimade
Source : auteur 2022, d’après Google earth pro

Synthèse :

- Le terrain besoin d’un deuxième Accès douce et une circulation piétonne
- La facilité d’accessibilité par voiture et par transport publique.

1.4. **Les parkings :** Un manque total des parkings

Synthèse :

Il faut assurer une bonne gestion de la circulation mécanique par l’utilisation des parkings.

2. L’aspect architectural :

2.1. **La forme :** Partant de principe qui dit « un rectangle est plus rentable qu’un carré », l’architecte a utilisé la forme d’un rectangle dans sa conception, avec l’addition des formes triangulaires et demi-circulaires, tout ça en formant une symétrie parfaite par rapport à un point central.

2.2. **La volumétrie :** compositions volumétrique constitué des 3 volumes :

- Parallélépipède (horizontalité)

- Forme demi-cylindrique (verticalité)
- Forme triangulaire pour équilibrer

Synthèse :

- La simplicité du projet résulte un instant de satisfaction et administration.
- L'équilibre entre toutes les parties formes un tout cohérent.
- Cette forme simple ne symbolise pas la nécessité du projet.

2.3.Les façades :

- Façades symétriques d'un style contemporain simple
- Des façades horizontales plus que verticaux
- Le béton et le verre sont les matériaux les plus utilisés et l'utilisation des différents couleurs pour les formes triangulaires.
- Les ouvertures sont de forme horizontale au niveau des formes triangulaires et de forme verticale dans les autres parties. (90*90/120*90)
- Rythme avec un modèle à chaque partie.
- L'entrée n'est pas marquée.
- La degré de transparence est très faible.



Photo 3.2 : les façades du centre commercial de copimade
Source : auteur 2022

Synthèse :

- L'intégration harmonieuse à l'environnement extérieur,
- Le manque de transparence est un point négatif dans ce type du projet.
- La forme cylindrique dans la façade principale est un élément d'attraction.

2.4. Les matériaux de construction :

- Structure : poteau (40*40) / poutre
- Les murs : 30 cm en parpaings avec une lame
- Les portes : en aluminium
- Les fenêtres : en bois et verre
- L'utilisation de faillance dans les couloirs



Photo 3.3 : les matériaux de construction du centre commercial « copimade »

Source : auteur 2022

Synthèse : Il y'a aucun isolant pour assurer le confort

3. L'aspect fonctionnel et spatial :

Les plans :

RDC :

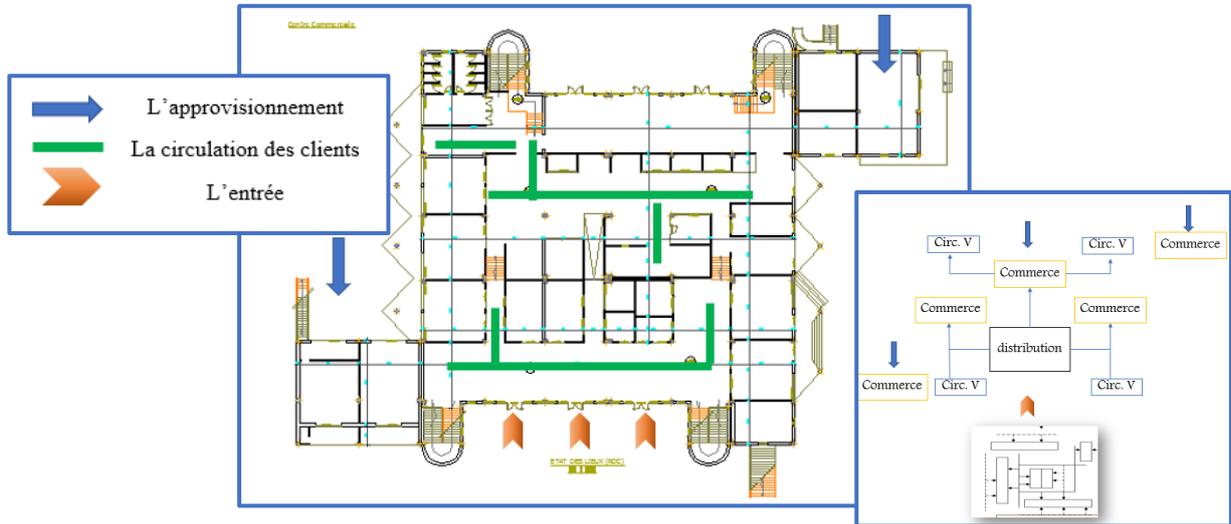


Figure 3.9 : l'organigramme fonctionnel RDC du centre commercial « copimade »
Source : auteur 2022

Les étages :

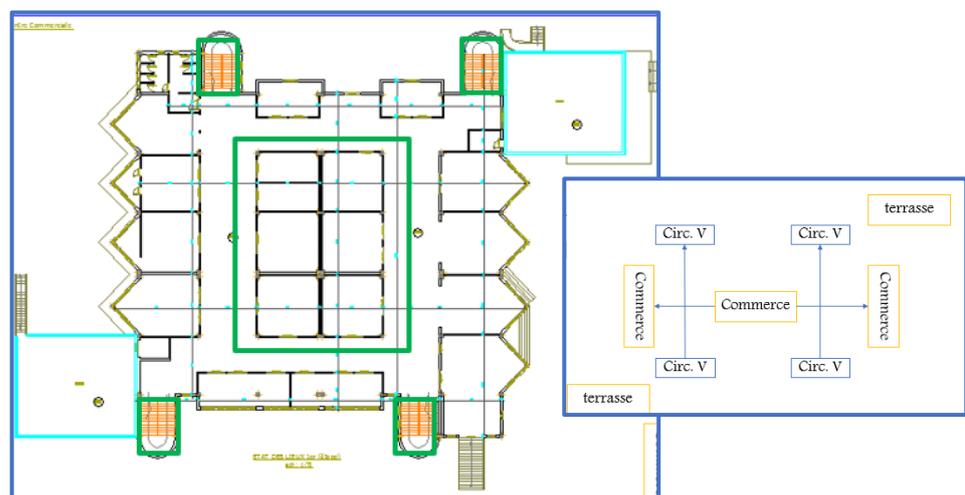


Figure 3.10: l'organigramme fonctionnel des étages du centre commercial « copimade »

Source : auteur 2022

Synthèse :

- Une mauvaise configuration spatiale.
- Manque d'un hall d'accueil.
- Manque des escalators et ascenseurs.
-

III. Analyse des exemples :

1. Les exemples des centres commerciaux :

Exemple 01.02: city life center, Centre Bab el-zouare

Exemple 01	Exemple 02	Critère de choix
- Projet: city life center -Architect: Zaha Hadid -Année et situation : Italie- Milano ,2015	Projet : centre bab el-zouare -Architect : le groupe de zurichoïis -Année et situation : Alger _ 25 mai 2009	L'organisation spatiale et fonctionnelle
		

Tableau 3.1 : fiche technique de l'exemple 01-02, Source : Auteur 2022, d'après Archidaily 2022

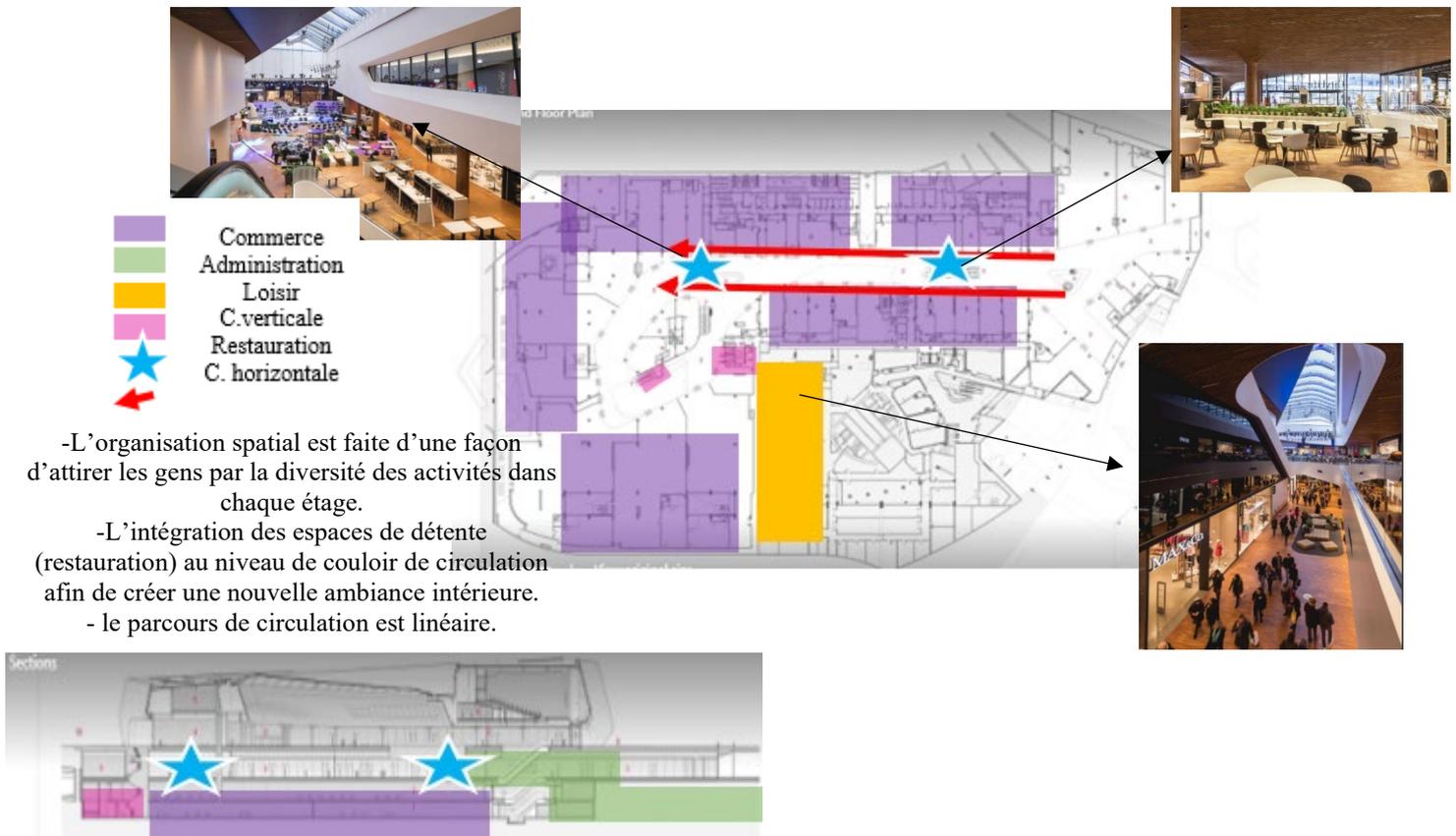


Figure 3.11 : l'organisation spatiale du centre commercial city life
 Source : auteur 2022, d'après Archidaily 2022

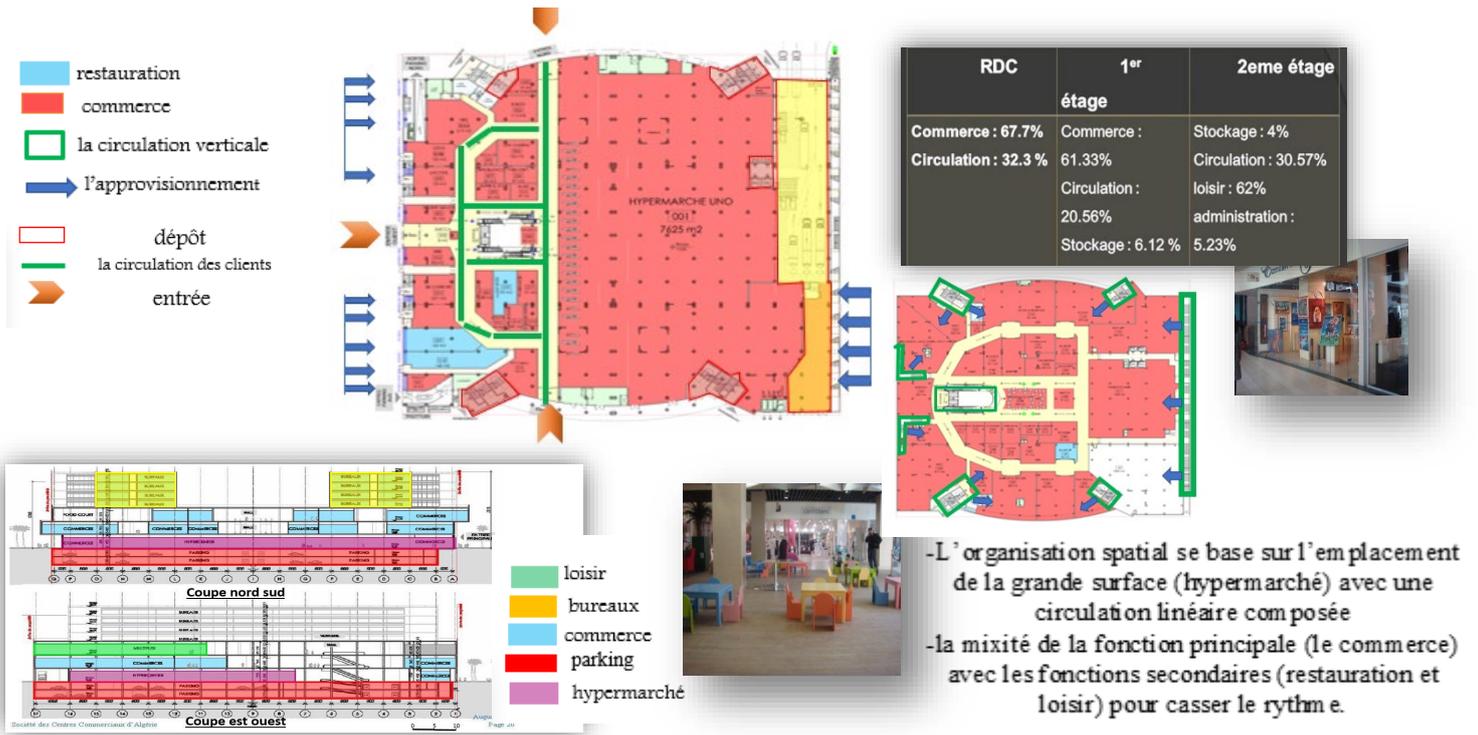


Figure 3.12 : l'organisation spatiale du centre commercial bab el Zouar

Source : auteur 2022, d'après Youcef, Mohammed et al. 2017

Exemple 03:

Exemple 03	Critère de choix
- Projet: Hashimoto Konoha Mall - Architect: Jerde - Année et situation : Konoha, Japan, 2017	L'ambiance spatiale intérieure

Tableau 3.2 : fiche technique de l'exemple 03.

Source : Auteur 2022, d'après Archidaily 2022



Figure 3.13 : l'ambiance spatiale intérieur dans un centre commercial
 Source : auteur 2022, d'après Archidaily 2022

Exemple 04: Horosho mall

Exemple 04	Critère de choix
- Projet: Horosho Mall -Architect: Eric Valeev -Année et situation : Russie, 2016	L'ambiance spatiale extérieure
	

Tableau3.3 : fiche technique de l'exemple 04.
 Source : auteur 2022, d'après Archidaily 2022.



Figure 3.14 : l'ambiance spatiale extérieur dans un centre commercial, Source : auteur 2022, d'après Archidaily 2022

Exemple 05 : P&C département de store

Exemple 05	Critère de choix
<p>- Projet : p & c département de store -Architect: Renzo Piano Building Workshop -Année et situation: Cologne, Allemande, 2005</p> 	<p>La transparence (éclairage naturel)</p>

Tableau 3.4 : fiche technique de l'exemple 05, Source : Auteur 2022, d'après Pinterest 2022

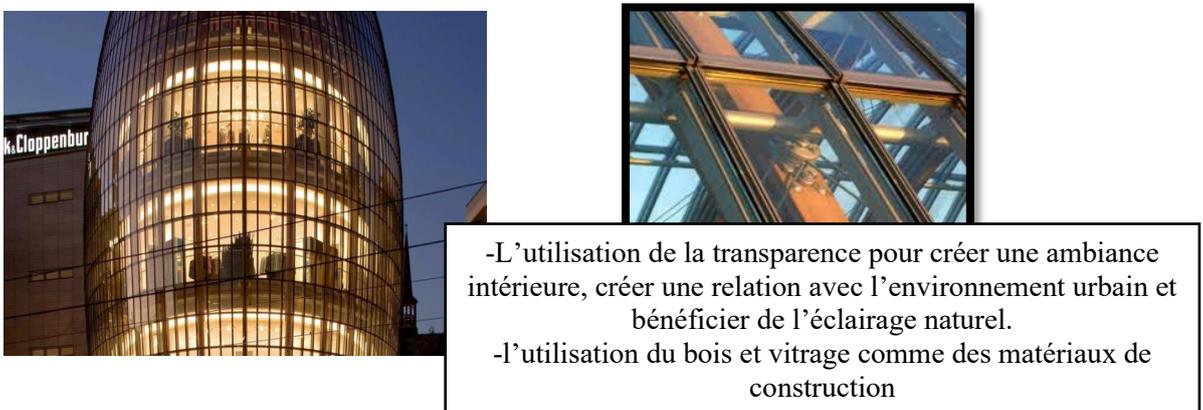


Figure 3.15 : la transparence dans un centre commercial, Source : auteur 2022, d'après Pinterest 2022

Synthèse de l'analyse des Exemples :

L'analyse des exemples nous a permis d'obtenir des informations sur l'organisation spatiale et fonctionnelle du centre commercial afin de les concrétiser pour la conception de notre projet. Ces informations sont résumées dans les points suivants :

- La mixité fonctionnelle entre l'activité principale (le commerce) et les activités secondaires (loisirs, détente, restauration...etc.).
- Intégration harmonieuse avec l'environnement extérieur,
- Créer une continuité avec l'extérieur par l'intégration d'espaces publics extérieurs.
- La suffisance des espaces de détente au niveau des parcours de circulation horizontaux pour créer des relations entre les espaces.
- l'intégration des espaces verts pour améliorer le confort thermique, olfactif et psychophysique des usagers et créer un microclimat d'une part. et pour créer une ambiance intérieure.
- la Transparence pour profiter de l'éclairage naturel pour créer une continuité avec l'extérieur.

2. Les exemples des Bepos à caractère commerciale :

2.1. Ilot Eiffel :

C'est un bâtiment regroupe près de 20 000 m² sur parcelle de 4 500 m² répartis entre un restaurant et des espaces de convivialité et des services d'accueil du public pour le département du Val-De-Marne.

- Il se caractérise par son identité architecturale avec la présence de monoblocs en lévitation au-dessus d'un socle vitré et d'une terrasse extérieure. La façade est une double peau composée de lames métalliques monochromes verticales présentes tout autour du bâtiment qui assurent le rôle de brises soleils pliés.
- Les murs sont isolés par l'extérieur avec plus de 12 cm de laine de verre et les différentes dalles des planchers (hauts et bas) bénéficient d'une isolation performante afin de limiter les pertes thermiques.
- Les menuiseries sont en aluminium à rupteurs de ponts thermiques. Elles offrent un apport solaire direct permettant d'éclairer naturellement les différents locaux.
- Côté équipement, le bâtiment est raccordé au réseau de chaleur de la ville de Créteil via des sous-stations associées à des planchers chauffants ou des ventilo-convecteurs. Le refroidissement des différents espaces est réalisé par des groupes froids thermodynamiques air/eau couplés aux planchers et à du soufflage d'air frais. Par ailleurs, le renouvellement

de l'air est assuré par des systèmes de ventilation double flux et la puissance d'éclairage a été optimisé afin de limiter les consommations énergétiques.

- Enfin, une installation photovoltaïque contribue à l'obtention du label Bepos Effinergie. (Lefeuvre@effinergie.org, 2022)



Ilot Eiffel	
Type bâtiment	Tertiaire - Public
Ville	Créteil
Code postal	94000
Zone climatique	H1a
Altitude	50 m
Travaux	Neuf - RT 2012 - E+C-
Fiabilité	En cours de certification
Niv. énergétique	BEPOS effinergie 2017 - E3C1
Permis	2020-01-01
Construction	2021
Livraison	07-2022
SRT	19 869 m ² du bâtiment
Surface	19 869 m ² du projet
Consommation	25,3 kWh/(m ² .an)

Figure 3.16 : Fiche technique-Ilot Eiffel.
Source : lefeuvre@effinergie.org, 2022

-Critères Effinergie :

PÉRIMÈTRE ETUDE			QUALITÉ DE LA CONSTRUCTION	
Respect RT2012	Oui		Qualification du BET	
Niveau Energie	E3		Perméabilité bâti	1 m ³ /(h.m ²) sous 4 Pa
Niveau Carbone	C1		Classe d'étanchéité réseau ventilation	Classe B
			Commissionnement	Plan de commissionnement réalisé en phase conception
SOBRIÉTÉ & EFFICACITÉ			APPROCHES COMPLÉMENTAIRES	
Consommation énergétique	25,30 kWh/(m ² .an)		Ecomobilité	180 kWh/m ² .an
Cep sans production locale d'électricité	66,78 % de gain par rapport à la RT2012		Electricité spécifique	69,6 kWh/(m ² .an)
Bioclimatisme (Bbio)	21,39 % de gain par rapport à la RT2012		Sensibilisation et accompagnement	Etude en cours ou non communiquée

Figure 3.17 : classement énergétique -Ilot Eiffel-
Source : lefeuvre@effinergie.org, 2022

-Système Constructif :

 <p>MURS EXTÉRIEURS</p> <p>R = 4 (m².K)/W</p> <p>Murs des étages en béton de 20 cm isolés par l'extérieur avec 12 cm de laine de verre</p> <p>R = 4 (m².K)/W</p> <p>Murs du rez de chaussée en béton de 20 cm isolés par l'extérieur avec 12 cm de laine de verre</p>	 <p>TOITURE</p> <p>R = 7.7 (m².K)/W</p> <p>Toiture terrasse technique composée d'une dalle de béton de 20 cm isolée avec 16cm de polyuréthane</p> <p>R = 6.8 (m².K)/W</p> <p>Toiture terrasse végétalisée composée d'une dalle de béton de 20 cm isolée avec 14 cm de polyuréthane</p>
 <p>PLANCHER</p> <p>R = 5.6 (m².K)/W</p> <p>Plancher bas sur sous sol, brasserie, ... composé d'une dalle de béton de 20 cm isolée avec 15 cm de laine de roche</p>	 <p>FENÊTRES/PORTE-FENÊTRES</p> <p>Uw = 1,158 W/(m².K)</p> <p>Mur rideau en façade composé de châssis en aluminium à rupteurs de ponts thermiques - Double vitrage 9/16/6/ à lame d'argon</p> <p>Uw = 1,164 W/(m².K)</p>

Figure 3.18 : Système Constructif -Ilot Eiffel-
Source : lefeuvre@effnergie.org, 2022

-Equipement :

 <p>CHAUFFAGE</p> <p>Générateur Bâtiment raccordé au réseau de chaleur - Puissance de la sous-station: 459 kW - Isolation du réseau primaire de classe 5 et du réseau secondaire de classe 4</p> <p>Emetteurs Emission par plancher chauffant à eau chaude (14 000 m²), ventilo-convecteurs (1 900 m²), et radiateur munis de robinets thermostatiques (460 m²) dans les bureaux Emission par ventilo-convecteurs (900 m²) et panneaux rayonnants de plafonds (96 m²) dans le restaurant</p>	 <p>ECS</p> <p>Générateur Production d'ECS par 3 ballons électriques de 200 litres chacun et la sous-station du réseau - Puissance : 459 kW - 2 ballons de 800 litres</p>
 <p>VENTILATION</p> <p>Système Ventilation double flux avec une efficacité de l'échangeur de 81% dans les bureaux et le restaurant</p> <p>Classe d'étanchéité Classe B - Non confirmée par la mesure</p> <p>Tests réalisés Contrôle visuel, vérifications fonctionnelles, mesures aux bouches et mesure d'étanchéité à l'air des réseaux aérauliques (ou démarche qualité) – Protocole Effnergie</p>	 <p>ECLAIRAGE</p> <p>Système Puissance moyenne installée: 4,7 W/m². Elle varie fonction des locaux: - Bureaux: 5 W/m² avec marche et arrêt automatique par détection de présence et absence - Restaurant et cuisine: 5 W/m² avec interrupteur, manuel marche/arrêt et extinction automatique - Circulation et locaux de services: 3,10 W/m² avec marche et arrêt automatique par détection de présence et absence - Salle de réunion: 6 W/m² avec marche et arrêt automatique par détection de présence et absence</p>
 <p>REFROIDISSEMENT</p> <p>Générateur 2 groupes froids thermodynamiques air/eau - Puissance nominale et unitaire: 115 kW</p> <p>Emetteurs Emission par plancher rafraichissant (14 000 m²) et ventilo-convecteurs (1 900 m²) dans les bureaux et par soufflage d'air froid dans le restaurant (900 m²)</p>	 <p>ENERGIE RENOUVELABLE</p> <p>Energie Renouvelable Installation photovoltaïque en silicium mono-cristallin - Surface: 930 m² - Puissance crête: 200 kWc</p>

Figure 3.19 : fiche technique des équipements -Ilot Eiffel-,

Source : lefeuvre@effnergie.org, 2022

2.2. Tour Alto :

Ce projet concerne la construction de l'immeuble de bureaux Alto, certifié Effinergie+. Il se déploie sur 152 m répartis sur 38 étages. Il se compose de bureaux, d'une salle de sports, d'un auditorium, de restaurants et des boutiques.

- Il se caractérise par sa structure composée d'anneaux en béton préfabriqués et sa carapace de verre qui lui confère une forme arrondie qui s'évase progressivement vers le ciel.
- Sa façade courante, dont l'aspect extérieure est semblable à des écailles de verres, est composée de châssis en bois/aluminium, de caisson isolant et d'un store vénitien. Elle forme une double peau performante et isolante. Afin de limiter les pertes thermiques, les toitures bénéficient d'une isolation renforcée. En parallèle, les toitures terrasses accueillent 250 m² d'espaces verts.
- Côté équipement, le bâtiment est chauffé et refroidi principalement par des solutions thermodynamiques air/eau associées à des ventilo-convecteurs. Enfin, chaque étage est équipé d'une centrale de traitement de l'air afin d'assurer son renouvellement et le maintien d'une qualité de l'air intérieur performante. (Lefeuvre@effinergie.org, 2022)



Figure 3.20 : fiche technique -Tour Alto-, Source : lefeuvre@effinergie.org, 2022

-Critères Effinergie :

PÉRIMÈTRE ETUDE		QUALITÉ DE LA CONSTRUCTION	
Respect RT2012	Oui	Qualification du BET	OPQIBI L'INGÉNIEUR QUALIFIÉ
Respect Effinergie+	Oui	Perméabilité bâti	0,79 m ³ /(h.m ²) sous 4 Pa
Niveau Energie	E2	Classe d'étanchéité réseau ventilation	Classe B
SOBRIÉTÉ & EFFICACITÉ		APPROCHES COMPLÉMENTAIRES	
Consommation énergétique	79,90 kWh/(m ² .an)	Electricité spécifique	63 kWh/(m ² .an)
Bioclimatisme (Bbio)	33,21 % de gain par rapport à la RT2012		

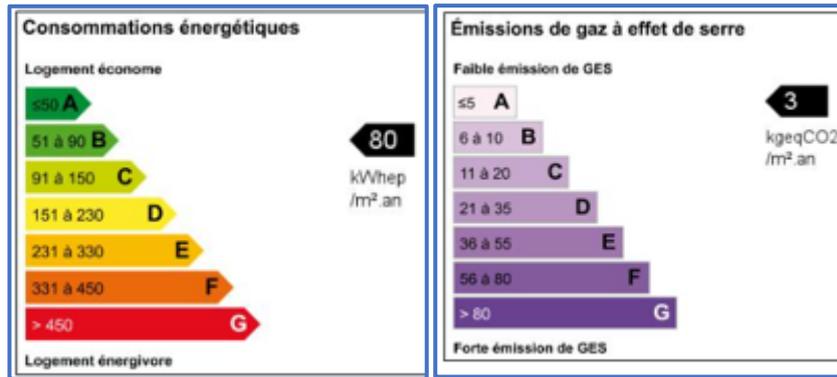


Figure 3.21 : classement énergétique -Tour Alto-
Source : lefeuvre@effinergie.org, 2022

-Système Constructif



Figure 3.22 : Système Constructif -Tour Alto-
Source : lefeuvre@effinergie.org, 2022

-Équipement :



Figure 3.23 : fiche technique des équipements -Tour Alto-
Source : lefeuvre@effinergie.org, 2022

Synthèse de l'analyse des Exemples :

Après l'analyse les exemples précédents, nous classons les matériaux de construction en fonction de leurs propriétés thermiques pour les comparer en termes d'efficacité thermique et énergétique pour atteindre les matériaux les plus efficaces à utiliser dans notre projet.

	Ilot Eiffel	Tour Alto
Murs extérieur	Mur de béton de 25 cm isolé par 12 cm de laine de verre	Structure centrale en anneau de béton de 25 cm isolé par 3.5 cm de panneau de façade thermique nouvelle génération isolant et ultra-mince
La résistance	$R = 4 \text{ (m}^2\cdot\text{K) /W}$	$R = 0.8 \text{ (m}^2\cdot\text{K) /W}$
Planchers	Plancher bas composé d'une dalle de béton de 20 cm isolée avec 15 cm de laine de roche	Plancher bas composé d'une dalle de béton de 20 cm isolée avec 18 cm de laine de roche
La résistance	$R = 5.6 \text{ (m}^2\cdot\text{K) /W}$	$R = 2.5 \text{ (m}^2\cdot\text{K) /W}$
Toiture	Toiture terrasse végétalisé composé d'une dalle de béton de 20 cm isolée avec 14 cm de polyuréthane	Toiture terrasse composé d'une dalle de béton de 25 cm isolée avec 8 cm de laine de roche
La résistance	$R = 6.8 \text{ (m}^2\cdot\text{K) /W}$	$R = 2.6 \text{ (m}^2\cdot\text{K) /W}$

Tableau 3.5 : tableau récapitulatif du système constructif des exemples.
Source : Auteur 2022

Conclusion :

A travers ce chapitre on a analysé premièrement des exemples sur les centres commerciaux, et d'après cette analyse on distingue les paramètres et les spécifiés techniques comme des objectifs et des intentions pour réaliser notre projet tel que :

- le choix de Système de circulation composé.
- L'utilisation de l'atrium.
- La transparence pour assurer la continuité.
- Organisation des espaces selon la mixité fonctionnelle.

Ces derniers vont caractériser le projet et enrichir sa conception...etc.

Ensuite, on a présenté une recherche antérieure sur les bâtiments à énergie positive à caractère commerciale pour tirer les caractéristiques thermiques et énergétiques des systèmes constructifs de chaque exemple, pour choisir les matériaux et les isolants les plus convenables dans le but de réduire la consommation énergétique et améliorer l'efficacité énergétique.

Conclusion de la partie théorique :

Afin d'économiser l'énergie et de réduire la demande d'énergie primaire fossile et ses effets sur le climat mondial, plusieurs stratégies et conceptions des bâtiments performants sont développées tels que le bâtiment à énergie positive, ces stratégies énergétiques visent à accroître l'efficacité énergétique ainsi que l'utilisation de sources renouvelables.

Dans cette partie et Pour ce qui est un Bepos on extrait les paramètres conceptuels qui peut influe son comportement énergétique tels que l'orientation, la compacité du bâtiment et les matériaux de construction qui jouent un grand rôle pour minimiser sa consommation énergétique, ainsi que les techniques utilisées pour l'exploitation de l'énergie solaire afin d'atteindre le niveau de production d'énergie idéal pour répondre aux besoins des utilisateurs et aux demandes du marché telles que les cellules et les panneaux photovoltaïques.

Ces cellules photovoltaïques peuvent être intégrer en différents modes soit en façade ; toiture ; ouverture ; mur rideau ; les verres et d'autre mode additif et pour une bonne production énergétique on doit suis quelques facteurs pour un bon rendement tel que : l'inclinaison ; l'orientation et le type de cellule.

Pour ce qui est des centres commerciaux on a extrait leurs organisations spatiales et leurs hiérarchisations des espaces puis le fonctionnement comme un objectif et intention pour l'utiliser plus tard dans le projet.

Nous avons conclu qu'on peut évaluer la fiabilité des matériaux du construction par le logiciel, « Ecotect v5.5 » et l'efficacité des systèmes d'intégration des cellules, on a opté le logiciel en ligne PVGIS pour l'évaluation numérique du rendement énergétique au niveau des plusieurs emplacements.

Partie

Expérimentale

Introduction de la partie expérimentale :

A partir de cette partie expérimentale on s'engage à simuler le cas d'étude qui est le centre commercial de copimade à la ville de Tébessa-Algérie pour projeter les résultats obtenus à notre futur projet.

Cette partie contient trois chapitres dont le premier chapitre intitulé l'état de l'art et le positionnement épistémologique qui consiste à l'expérimentation, ou on vise un objectif conceptuel en vérifiant la fiabilité des matériaux de construction en terme de la réduction de la consommation de l'énergie ou nous avons créé des modèles des murs et dalles, avec les variables sélectionnées :les matériaux de construction et les isolants pour pouvoir analyser 24 scenarios à l'aide de logiciel « Ecotect» et le rôle des cellules photovoltaïques à produire plus de l'énergie, on vérifiant la capacité de production d'énergie de chaque type de cellule avec certaine angle d'inclinaison de l'ensemble de l'enveloppe architecturale par la création de 22 scénarios.

Le deuxième chapitre vise à l'interprétation et la discussion des résultats obtenus après avoir fait les deux simulations afin de choisir le meilleur modèle qui convient pour une minimum consommation et afin de déterminer le meilleur type de cellule photovoltaïque avec le meilleur angle qui peut fournir la plus grande rentabilité énergétique dans un centre commercial dans un climat semi-aride à Tébessa en Algérie.

Le troisième chapitre nous allons faire une analyse détaillée du terrain d'étude, suivie par la présentation de la programmation architectural d'un centre commercial Puis on va entamer la phase du passage à l'esquisse. On termine avec une conclusion générale.

Chapitre n°04 :
Etat de l'art et
positionnement
épistémologique

Introduction

Dans ce chapitre et dans un premier lieu on va exposer l'ensemble des études qui ont un thème de recherche proche du notre, dans un second lieu, on va présenter les différentes méthodes d'évaluation utilisés dans la recherche scientifique, le protocole de la simulation ainsi que son objectif.

L'objet de cette simulation sera le modèle géométrique du cas d'étude étudié (le centre commercial de Copimade).

1. Les études antérieures :

Bilan énergétique et environnementaux de bâtiment à énergie positive réalisé par Thiers en 2008 qui a utilisé pour la simulation thermique de bâtiment et les bilans énergétique le logiciel COMFIE, et le logiciel EQUER pour la simulation du bilans environnementaux.

Selon Thiers (2008) L'objet de cette simulation est de présenter les bilans énergétiques et environnementaux de différents bâtiments faiblement consommateurs équipés de moyens de production d'énergie. Ces bilans s'appuyant sur les méthodes d'évaluation et d'analyse, ainsi que sur les outils de simulation dynamique (du bâtiment avec Pléiades+COMFIE pour les bilans énergétiques, analyse de cycle de vie avec EQUER pour les bilans environnementaux).

Pour ce faire, trois bâtiments à usage résidentiel été étudiés. Ils diffèrent peu par leur usage mais fortement par leur taille et leur structure constructive. Il s'agit de :

- Deux maisons jumelles mitoyennes conformes au standard « Passivas ».
- Une maison individuelle industrielle rénovée.
- Un bâtiment de logement collectif rénové.

Les résultats de cette simulation formulé comme suit :

- Les besoins énergétiques du bâtiment sont fortement liés à la conception et à la taille du bâtiment. En réduisant fortement les besoins de chauffage, la conception passive réduit la quantité totale des besoins et modifie leur répartition, les besoins d'eau chaude sanitaire et d'électricité devenant alors prépondérants par rapport aux besoins de chauffage.
- L'efficacité globale de conversion, la production locale d'énergie, le bilan exportateur du bâtiment et son taux d'indépendance énergétique net mais aussi la plupart des indicateurs d'impacts dépendent de la nature et du dimensionnement des équipements de production d'énergie.
- Les capteurs solaires correctement dimensionnés peuvent assurer une grande partie des besoins du bâtiment et rendre celui-ci exportateur.
- Les équipements du bâtiment peuvent contribuer significativement à certains impacts environnementaux, surtout au travers de la production des matériaux qui les constituent.
- Le système de micro-cogénération à bois étudié ici ne semble pas entièrement satisfaisant du fait que son dimensionnement est inadapté aux faibles besoins des maisons individuelles étudiées. De plus, l'usage du bois induit une forte consommation électrique à chaque redémarrage du système et renforce plusieurs impacts environnementaux. Il serait intéressant d'étudier le bilan environnemental d'un système de micro-cogénération fonctionnant au gaz.

- La pompe à chaleur, grâce à son COP élevé, amène des performances énergétiques très satisfaisantes, notamment sur le taux d'indépendance énergétique du bâtiment. Par contre, l'accroissement de consommation d'électricité associé accentue certains impacts liés à la production d'électricité, tel que la production de déchets radioactifs ou l'épuisement des ressources.
- Dans la recherche de le DR. Mr OUELDZEMIRLI Mohammed Abdelmoumen sous la thèse de doctorat « apports de l'intégration des panneaux photovoltaïques au bilan énergétique d'une habitation bioclimatique ». Cas d'étude : logements collectifs à Laghouat en 2017, un travail de terrain est effectué sur le cas le plus défavorable d'un logement collectif situé à Laghouat. Le travail consiste en la simulation thermique dynamique avec le logiciel Pleiades+ Comfie, en quatre étapes ; le cas initial, une première amélioration avec le double vitrage avec Argon, deuxièmement avec l'isolation extérieur des murs et enfin l'addition de l'isolation de la toiture. Vers la fin, il a abouti à des résultats très significatifs pour l'énergie nécessaire au chauffage et la climatisation, se rapprochant substantiellement des valeurs BBC après l'intégration des panneaux photovoltaïques à travers la simulation avec le logiciel PV Sys.
- Dans la recherche de l'ex étudiant I. Rais sur le bâtiment à énergie positive sous le thème le BE-POS comme une nouvelle vision à l'architecture durable, le logiciel utilisé pour élaborer la simulation numérique des besoins énergétique de bâtiment est Autodesk Ecotect analysis 2011 et pour la production d'énergies le logiciel utilisé est le PVGIS. Selon (Rais, 2020) Cette simulation est pour le but de comparer la consommation annuelle d'énergie et la production annuelle d'énergie à travers des énergies renouvelables pour avoir un bâtiment à énergie positive à caractère administrative dans un climat méditerranéen à ANNABA. Pour les résultats il constate que les matériaux de construction et leur système constructive jouent un rôle très important pour améliorer la performance énergétique et réduire la consommation énergétique dans le bâtiment aussi on peut réduire la consommation à travers des gestes très simple mais en fait ils sont très efficaces et énormes, et c'est ce que représentent les bâtiments à énergie positive.
- Dans la recherche de l'ex étudiante CH. Masai sur le bâtiment à énergie positive sous le thème l'exploitation de l'énergie solaire dans la conception d'un bâtiment à énergie positive Cas d'étude « centre culturel pour les handicaps -Tébessa » , l'élaboration de la simulation numérique des besoins énergétique de bâtiment est commencé par l'utilisation du logiciel

Rhinoceros 6 pour la modélisation des 16 modèles , de la simulation qui est basées sur les 2 paramètres variables qui sont l'orientation et le facteur forme après l'utilisation de la plateforme honeybee pour calculer le besoin énergétique annuelle en éclairage et le passage au calcul de la production d'énergie par l'installation des panneaux solaires selon une inclinaison de 32° et un azimut de 0° au niveau des toitures de la composition avec une surface totale de 7282.40 m², en utilisant le logiciel PVGIS.

Pour les résultats elle constate que par des solutions conceptuelles tel que l'orientation et le facteur forme on peut minimiser la consommation énergétique, ainsi que d'optimiser la performance, ces deux paramètres permettent d'avoir et de concevoir un bâtiment à énergie positive.

- Dans la recherche de la DR. Mme BENOUDJAFER Ibtissame sous la thèse de doctorat « Vers une amélioration de la performance énergétique des habitations : la certification énergétique comme une stratégie durable ». Cas de la ville de Bechar en 2018, et à l'aide de la simulation thermique (TRNSYS©), elle a proposé des solutions passives, pour améliorer la performance énergétique des logements. Les résultats de simulation montrent une évaluation remarquable des indices de la performance énergétique, sous la RT2012, et une réduction parfaite de la consommation énergétique.

- Dans la recherche de l'ex étudiante S. Bendar sous le thème « La réduction de la consommation énergétique comme un enjeu majeur de l'habitat durable ». Cas d'étude: Un écoquartier de 315 logements pôle l'Aanba-Tébessa, Afin de tester le genre de mur de construction, elle travaille sur deux variables : les matériaux de construction ,et leurs dimensions .Elle a opté pour une recherche expérimentale (générer et tester) basée sur la simulation numérique avec le logiciel Autodesk ECOTECH ANALYSIS ; où elle a testé 22 scénarios qu'on a obtenus après avoir choisi les matériaux : béton de chanvre, parpaing et la brique silico-calcaire comme des matériaux de remplissage ; la laine de chanvre et la ouate de cellulose comme des matériaux isolants dont les épaisseurs varient de 10 cm à 20 cm. L'évaluation a été réalisée sur un modèle qui se compose d'un îlot de trois blocs dont le nombre est de 44 logements.

Le meilleur résultat obtenu en termes d'économie d'énergie est un genre de mur qui se compose du béton de chanvre comme un matériau de remplissage, la laine de chanvre comme un matériau isolant avec les dimensions 10cm-15cm-15cm.

2. Les méthodes d'évaluation :

2.1. Méthode expérimentale : La méthode expérimentale est une méthode qui repose sur des calculs depuis le terrain du projet en utilisant différents moyens et mécanismes selon le type d'étude, les spécialistes et chercheurs peuvent construire un bâtiment miniature pour y effectuer les tests nécessaires dans certains cas, cette méthode a d'excellents résultats, mais cela nécessite d'énormes ressources automatiques et beaucoup de temps et d'efforts pour obtenir les résultats.

2.2. Méthode d'analyse : Cette méthode est basée sur des projections et des calculs liés au phénomène à étudier sur le bâtiment, comme l'étude du mouvement du soleil et de son effet sur le bâtiment. Un des inconvénients de cette méthode est qu'elle demande beaucoup de temps car ainsi que la possibilité d'une erreur humaine.

2.3. Méthode de simulation : La simulation est l'un des outils d'aide à la décision les plus efficaces à la disposition des concepteurs et des gestionnaires des systèmes complexes. Elle consiste à construire un modèle d'un système réel et à conduire des expériences sur ce modèle afin de comprendre le comportement de ce système et d'en améliorer les performances.

Synthèse : d'après notre recherche sur les méthodes d'évaluations on a choisi de travailler avec la méthode de simulation numérique pour bien arriver à notre objectif.

3. Les outils d'évaluation :

Après avoir choisi la méthode d'évaluation qui convient à notre recherche et dans ce cas c'est la méthode de simulation numérique, maintenant on va choisir l'outil mais avant ça on va présenter l'ensemble des logiciels qui peuvent être utilisés dans cette recherche :

- Ecotect.
- Ladybug/Grasshopper.
- Honeybee/Grasshopper.
- Pleiades+ Comfie.
- Transient system.
- **ECOTECT :** C'est un outil de simulation qui combine une interface de modélisation 3D très visuelle et interactive avec une vaste gamme de fonctions d'analyse solaire, thermique, visuelle, acoustique et de coûts. ECOTECT se présente comme un outil parfait pour communiquer avec les architectes et les concepteurs.

« Le but est de permettre aux concepteurs d'adopter une approche holistique au processus de conception du bâtiment facilitant ainsi de créer des bâtiments énergétiquement efficaces » (Ismahane, 2017).

Ses résultats d'analyse peuvent être montrés directement sur les surfaces du bâtiment ou dans les espaces concernées par l'analyse, donnant au concepteur la meilleure possibilité de comprendre les performances du bâtiment et, donc, apporter les vraies améliorations conceptuelles.

- **Ladybug/Grasshopper** : Ladybug est un plugin de Grasshopper qui permet d'importer et d'analyser des données météorologiques standard ; dessiner des diagrammes comme le parcours du soleil, la rose des vents, etc. (Chahinez, 2021)
- **Honeybee/GrassHopper** : Le plugin honeybee connecte Grasshopper3D à 4 moteurs de simulations validées ; Radiance, Daysim, OpenStudio et EnergyPlus pour la simulation de l'énergie, du confort, de l'éclairage naturel et l'éclairage du bâtiment (Baker, 2017),
- **Pléiades + Comfie** : L'ensemble du logiciel PLEIADES + COMFIE permet la conception de projets bioclimatiques en régime dynamique, l'analyse des performances et des ambiances, la formation et l'enseignement sur le comportement thermique de l'habitat. PLEIADES + COMFIE est particulièrement adapté à la conception solaire bioclimatique et l'étude de bâtiments où la qualité thermique et environnementale des ambiances doit être particulièrement prise en compte. (Chahinez, 2021)
- **COMFIE** est un logiciel permettant de réaliser des simulations dynamiques de l'enveloppe du bâtiment dès les premières esquisses d'un projet. (Touile, Merghache, 2017)
- **TRNSys** : Le logiciel de simulation TRNSys est un environnement complet et extensible, dédié à la simulation dynamique des systèmes. Appliqué au bâtiment, il permet d'analyser les problèmes de confort thermique, de chauffage, de climatisation, consommations d'énergie, entre autres. (Chahinez, 2021)
- **Calculateur PVWatts** : Estime la production d'énergie et le coût de l'énergie des systèmes d'énergie photovoltaïque (PV) connectés au réseau à travers le monde. Il permet aux propriétaires de maison, aux propriétaires de bâtiments, aux installateurs et aux fabricants de développer facilement des estimations de la performance des installations photovoltaïques potentielles. (Zakaria,2020)
- **Calculation Solar** : Il s'agit d'un programme de calcul en ligne gratuit qui vous permet de calculer les éléments dont vous avez besoin pour démarrer une installation solaire photovoltaïque isolée.

- **PV Tecsol – Tecsol** : Logiciel de simulation de production électrique injectée dans le réseau par un système photovoltaïque. (Zakaria,2020)
- **Polysun** : Online Calculateur solaire, permettant de projeter et calculer des installations photovoltaïques, solaires thermiques et pompes à chaleur.
- **PVGIS** : L'application en ligne gratuite PVGIS est un excellent outil de simulation qui permet de calculer gratuitement la production de systèmes photovoltaïques connectés au réseau en Europe en Afrique et maintenant en ASIE et en Amérique (et également pour site isolés). (Solarpedia 2020)

Synthèse : Notre choix s'est porté sur le logiciel Autodesk Ecotect Analysis dans sa version 2011 et le logiciel en ligne PVGIS.

4. Critères de choix des logiciels :

D'après la recherche sur les études précédentes et la comparaison des logiciels utilisés pour la simulation on a choisi de travailler avec la plateforme Grasse Hopper pour les raisons suivantes :

- La disponibilité des versions éducatives de ce logiciel.
- Orientation et conseil de mon encadreur.
- Ce logiciel permet de tester les différents scénarios pour arriver aux résultats souhaités.
- La disponibilité de la documentation sous forme de : vidéos, lien, livre...etc.

4.1. Le choix d'outil de simulation « ECOTECT » :

Le logiciel d'analyse de conception Ecotect Analysis est un outil complet de conception depuis la phase d'avant-projet jusqu'à celle de détail.

Ecotect Analysis offre un large éventail de fonctionnalités de simulation et d'analyse de l'énergie des bâtiments qui peut améliorer les performances des bâtiments et des nouveaux projets de bâtiments.

Les fonctionnalités d'analyse de consommation d'énergie, d'eau et d'émissions de carbone intègrent des outils qui permettent de visualiser et de simuler les performances d'un bâtiment dans son environnement : analyses énergétiques du bâtiment, performance thermique, consommation d'eau et évaluation des coûts, rayonnement solaire, éclairage naturel, ombres et réflexions.

- C'est un outil d'analyse simple et qui donne des résultats très visuels. Il a été conçu avec comme principe que la conception environnementale la plus efficace est à valider pendant les étapes conceptuelles du design (www.autodesk.com/ecotect-analysis)

- Calculer la consommation d'énergie et des émissions de carbone d'un bâtiment sur une base annuelle, mensuelle, quotidienne et horaire, en utilisant une base de données d'informations météorologiques ;
- Calculer les besoins en chauffage et climatisation des modèles et d'analyser les effets de l'occupation, des gains internes, de l'infiltration et de l'équipement.
- Estimer la consommation d'eau à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment.
- Visualiser le rayonnement solaire sur les fenêtres et les autres surfaces, à n'importe quelle période de l'année.
- Calculer les facteurs d'éclairage naturels et les niveaux d'éclairage à n'importe quel point du modèle.
- Afficher la position et le parcours du soleil par rapport au modèle à n'importe quelle date, heure et emplacement.

4.2. Les Avantages :

- Prise en main assez rapide.
- Résultats très visuels (parfaits pour communiquer avec des architectes).
- Bon outil pour la phase esquisse et pour bien orienter la conception.
- Nombreuses sorties vers des logiciels plus performants.

5. Méthode de l'expérimentation

Après avoir fait les différentes analyses et prédéfini le cas d'étude sur lequel on va lancer l'expérimentation, donc nous allons comparer la consommation annuelle d'énergie et la production annuelle d'énergie à travers des énergies renouvelables pour avoir un bâtiment à énergie positive à caractère commerciale dans un climat semi-aride à Tébessa.

Premièrement, on va évaluer la consommation énergétique annuelle de notre cas d'étude – le centre commercial de Copimade – à Tébessa dans leur état actuelle. Ensuite à chaque fois on va évaluer cette consommation dans des modèles différents par ces matériaux de construction (murs, dalles et planchers) et avec une amélioration avec des isolants dans l'objectif de minimiser la consommation annuelle d'énergie.

Finalement, on va calculer la quantité d'énergie créée par les cellules photovoltaïques et les panneaux solaires intégrés ou installés dans le bâtiment par PVGIS.

Alors cette opération est déterminée par les étapes suivantes :

- **1-ère étape** : la création du modèles principaux et la détermination des compositions fixes et variables.
- **2-ème étape** : l'évaluation du bilan énergétique du bâtiment dans le cas initial, ensuite la simulation des scénarios en utilisant le logiciel ECOTECT.
- **3-ème étape** : calcule de la quantité de l'énergie produite en utilisant le logiciel PVGIS.
- **4-ème étape** : L'analyse et l'interprétation des résultats puis la comparaison.

6. Création du model d'analyse sur Ecotect : (cas d'étude)

6.1. Les paramètres du site :

Les paramètres sont déterminés par le fichier climatique de la région d'étude, et, sont utilisés dans la simulation, telles que : l'orientation, la direction, la vitesse du vent et la température.

6.2. Les paramètres du modèle d'analyse :

6.2.1. Les paramètres fixes :

- L'orientation sud et sud-ouest
- La forme et la compacité
- La taille et la position des baies et le type de vitrage
- L'épaisseur des matériaux et isolants
- Les heures du travail

6.2.2. Les paramètres variables :

- Types des murs extérieurs : on va utiliser 3 matériaux.
- Types des dalles et planchers : on va utiliser 2 matériaux pour les dalles.
- Types des isolants : on va utiliser 2 types des isolants thermiques, l'un pour les murs et l'autre pour la dalle

6.3. La codification des paramètres d'analyse : Afin de créer notre plan factoriel, pour tester les matériaux de construction en termes de réduction de la consommation d'énergie dans notre cas d'étude, nous avons opté pour trois matériaux de remplissages, 2 matériaux de planchers, et deux matériaux d'isolation. Selon ces données, on a obtenu 24 scénarios à tester. (Voir le tab 4.1).

M1-M2-M3	I1-X1	D1-D2	I2-X2	CODE	Scénario	
Mur en Béton de chanvre	Laine de verre	Béton (20 cm)	Polyuréthane (16 cm)	M1-I1-D1-I2	01	
			Aucun isolant	M1-I1-D1-X2	02	
		Hourdis	Polyuréthane (16 cm)	M1-I1-D2-I2	03	
			Aucun isolant	M1-I1-D2-X2	04	
	Aucun isolant	Béton (20 cm)	Polyuréthane (16 cm)	M1-X1-D1-I2	05	
			Aucun isolant	M1-X1-D1-X2	06	
		Hourdis	Polyuréthane (16 cm)	M1-X1-D2-I2	07	
			Aucun isolant	M1-X1-D2-X2	08	
	Mur en brique	Laine de verre	Béton (20 cm)	Polyuréthane (16 cm)	M2-I1-D1-I2	09
				Aucun isolant	M2-I1-D1-X2	10
Hourdis			Polyuréthane (16 cm)	M2-I1-D2-I2	11	
			Aucun isolant	M2-I1-D2-X2	12	
Aucun isolant		Béton (20 cm)	Polyuréthane (16 cm)	M2-X1-D1-I2	13	
			Aucun isolant	M2-X1-D1-X2	14	
		Hourdis	Polyuréthane (16 cm)	M2-X1-D2-I2	15	
			Aucun isolant	M2-X1-D2-X2	16	
			Béton (20 cm)	Polyuréthane (16 cm)	M3-I1-D1-I2	17
				Aucun isolant	M3-I1-D1-X2	18

Mur en parpaing	Laine de verre	Hourdis	Polyuréthane (16 cm)	M3-I1-D2-I2	19	
			Aucun isolant	M3-I1-D2-X2	20	
	Aucun isolant	Béton (20 cm)	Polyuréthane (16 cm)	M3-X1-D1-I2	21	
			Aucun isolant	M3-X1-D1-X2	22	
			Hourdis	Polyuréthane (16 cm)	M3-X1-D2-I2	23
				Aucun isolant	M3-X1-D2-X2	24

Tableau 4.1 : tableau de codification des scénarios pour les matériaux.

Source : (Auteur, 2022)

6.4. Création du modèle :

Notre simulation sur logiciel Autodesk Ecotect analysis commence par :

La Préparation du modèle de l'expérimentation : on commence par la localisation et l'intégration des données climatiques de la ville étudiée, sur l'icône « projet » puis l'option « weather datafile ». Après avoir insérer les données climatiques de la ville de Tébéssa, sur la même fenêtre on précise le nom du dessin, le type du projet, l'orientation et l'environnement du bâtiment (urbain, rural, etc.). Voir figure (4.1).

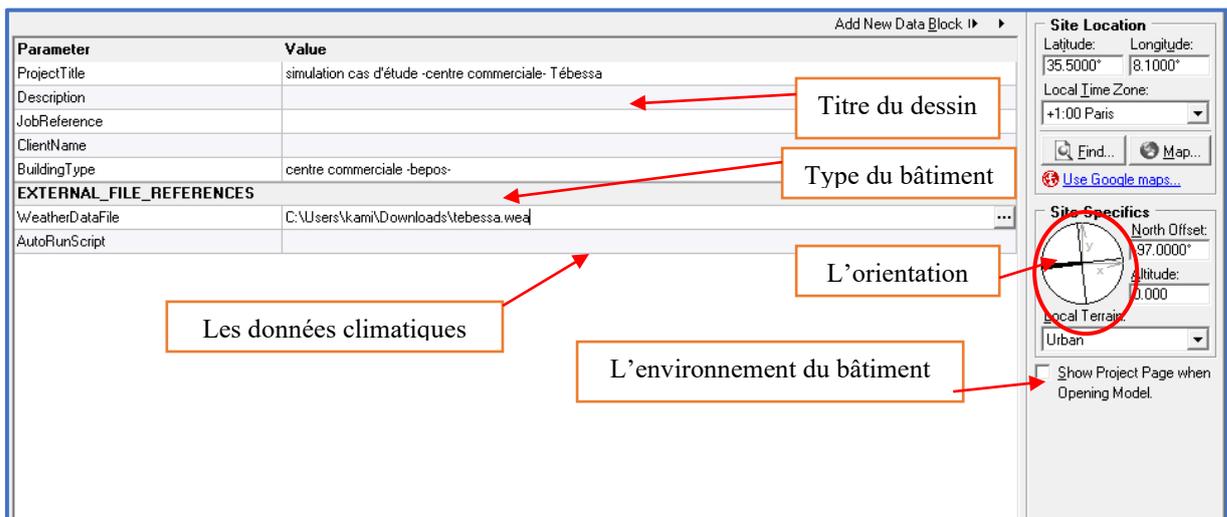


Figure 4.1 : préparation du fichier.

Source : (Auteur,2022), d'après Ecotect Autodesk 2011.

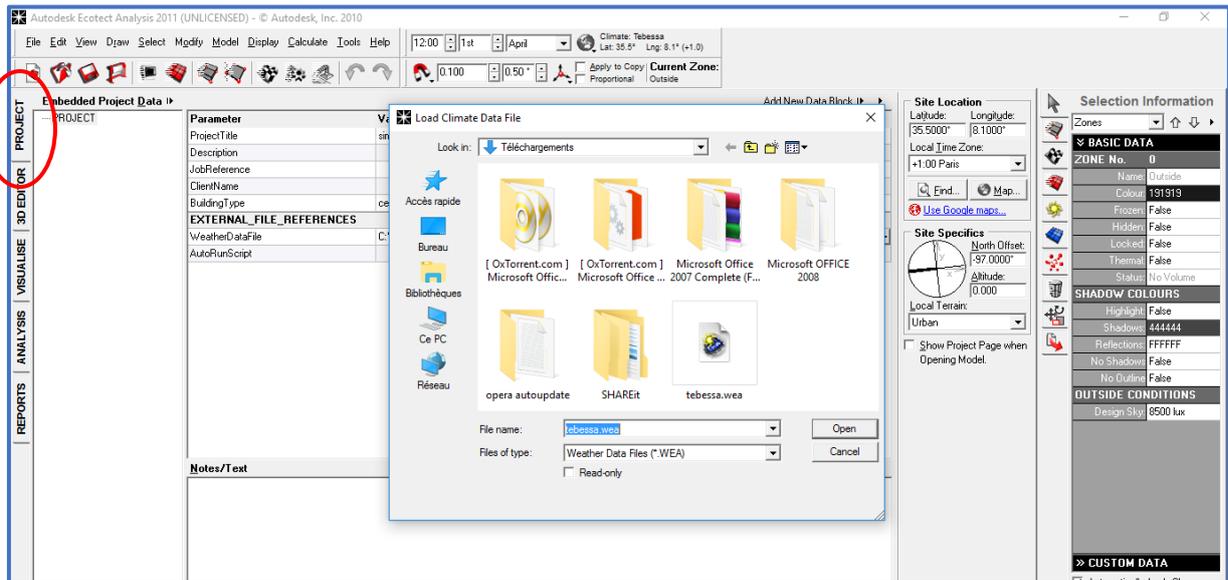


Figure 4.2 : l'insertion des données climatique de la région de Tébessa sur ECOTECT.

Source : (Auteur,2022), d'après Ecotect Autodesk 2011.

La préparation du dessin : on fixe le Nord, la hauteur des espaces et l'unité du dessin par une Clique sur « file », et puis le symbole (user preferences)

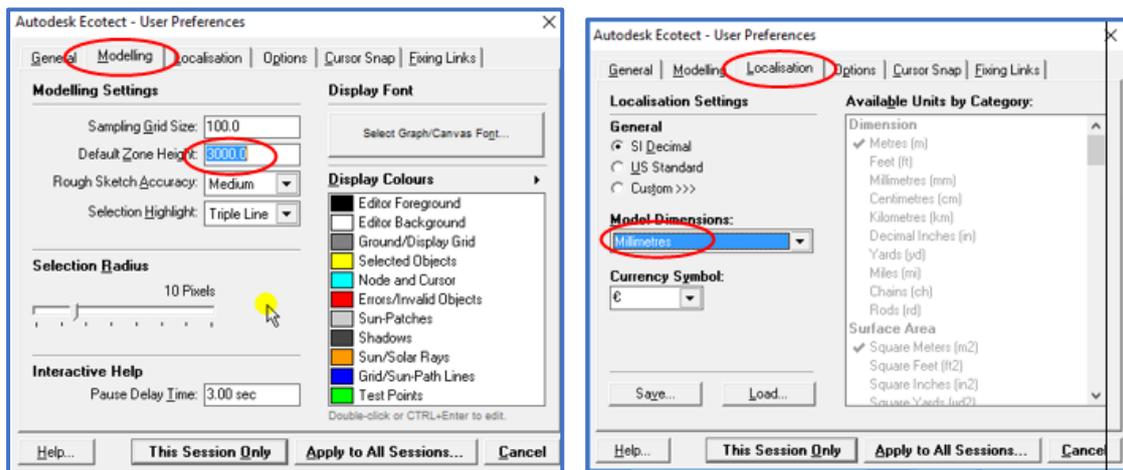


Figure 4.3 : Choix l'unité de dessin. (Réglage des paramètres)

Source : Auteur 2022, d'après Ecotect Autodesk 2011

L'étape qui suit les étapes précédentes, est d'avoir à dessiner les modèles de l'analyse sur le logiciel, ou, l'importer sous forme d'un fichier « dxf » par une clique sur « File – import -3d cad geometry », et le modeler dans l'icône « 3d editor » avec l'option « zone »

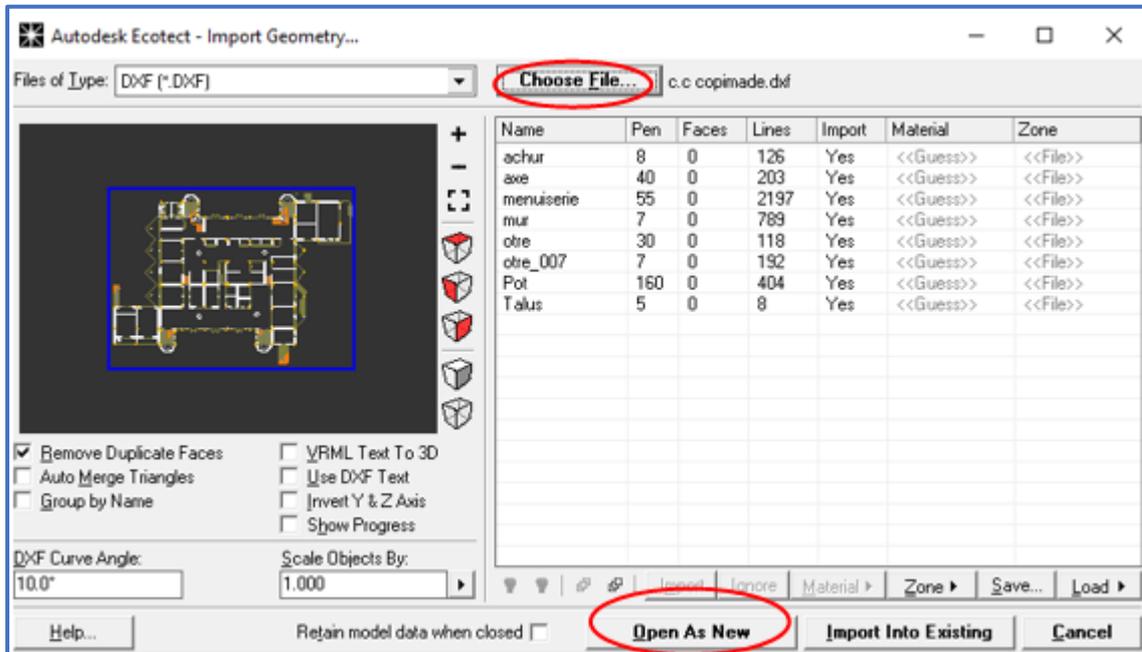


Figure 4.4 : l'importation du fichier « DXF » pour le dessin

Source : Auteur 2022 d'après Ecotect Autodesk 2011

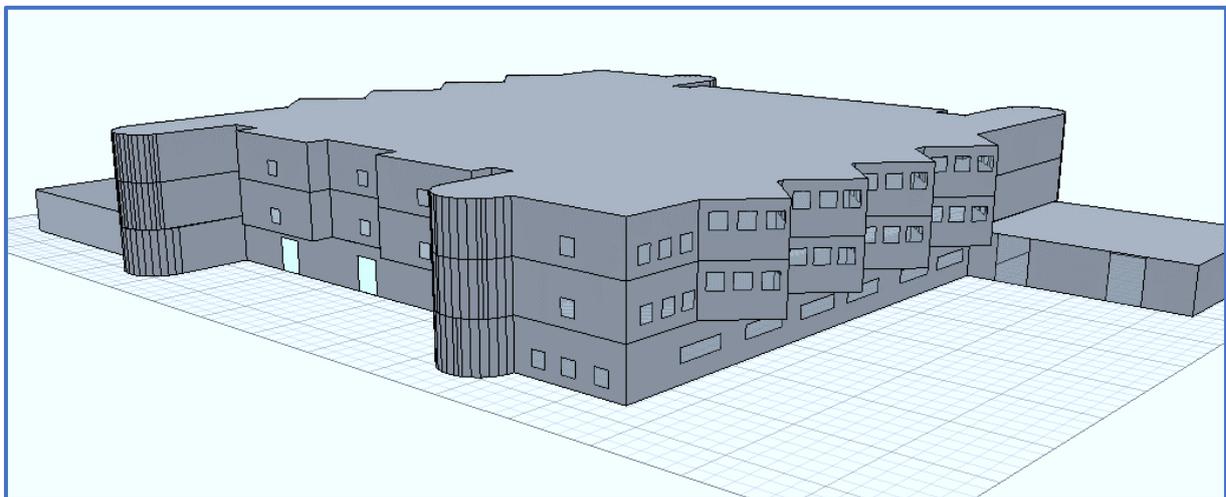


Figure 4.5: vue 3D sur l'un des modèles.

Source : Auteur 2022, d'après le logiciel Ecotect

Ensuite, nous précisons pour chaque zone le type de HVAC system (full air-conditioning), les propriétés thermiques et l'intervalle de la température du confort pour l'utilisateur entre 18° et 26°C. Ainsi que pour les conditions intérieures de l'espace et les heures d'opération.

. Cette étape se fait en cliquant une cliques à droite sur la zone dans l'icône « zone management » puis l'option « zone propriétés ». Comme une dernière étape, avant que les modèles soient prêts pour la simulation, on doit calculer le volume de la zone afin de préparer toutes les informations de chaque zone à la simulation. Voir figure (4.6).

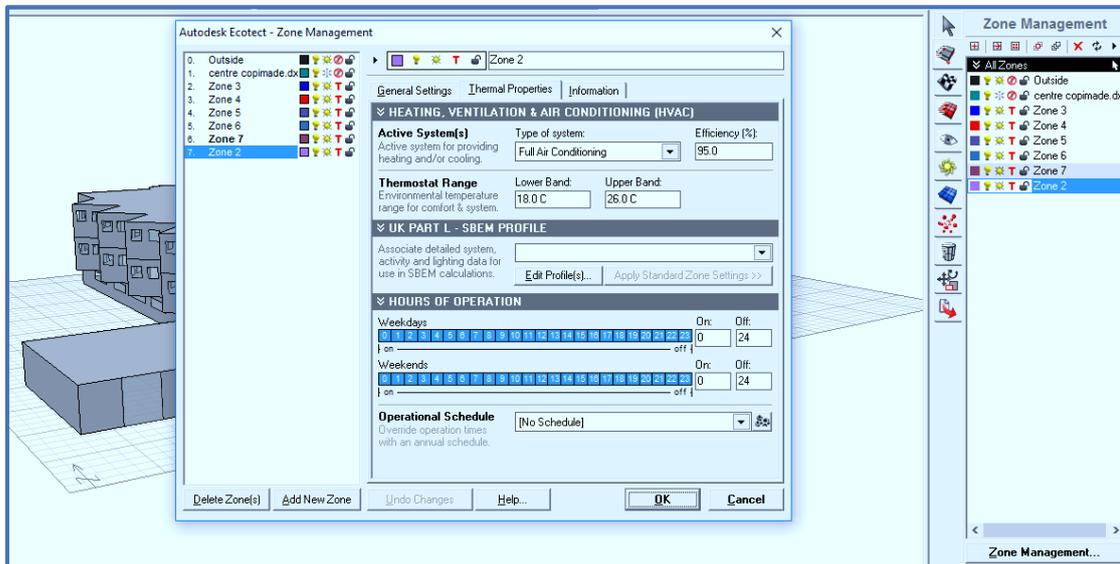


Figure 4.6 : Les étapes de réglage des informations du model de l'analyse sur ECOTECT.

Source : Auteur 2022

Après la création du modèle sur logiciel ECOTECT ANALYSIS, on a commencé l'étape suivante de la simulation du cas d'étude dans leur état initial (sans modification au niveau des matériaux), en cliquant sur l'icône « analysis » pour démarrer le calcul de la consommation énergétique, on sélectionne la zone de l'analyse dans l'option « thermal analysis », on sélectionne « Resource consumption » et on cache, seulement, « Heating/Cooling loads », et on clique sur « calculate »

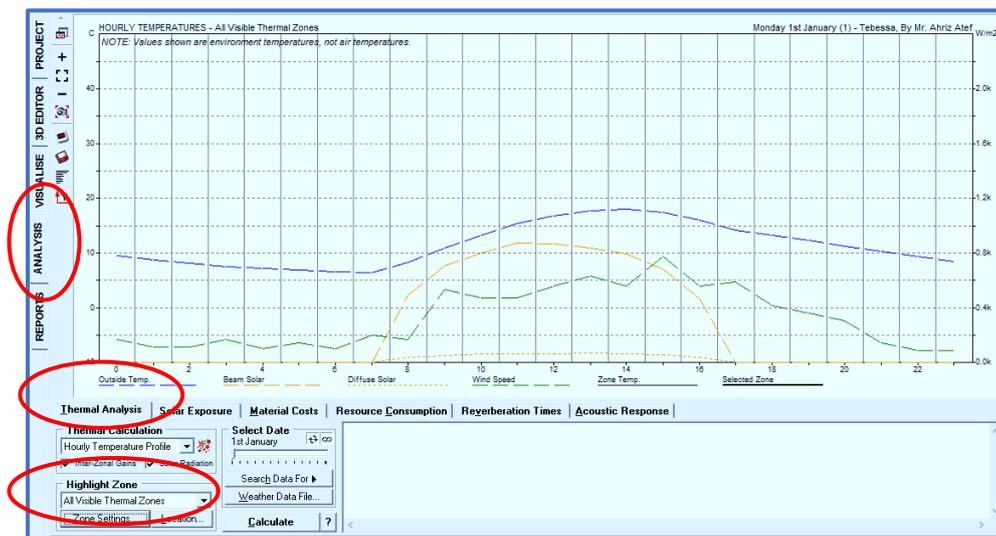


Figure 4.7 : La 1 ère étape de l'analyse,

Source : auteur 2022

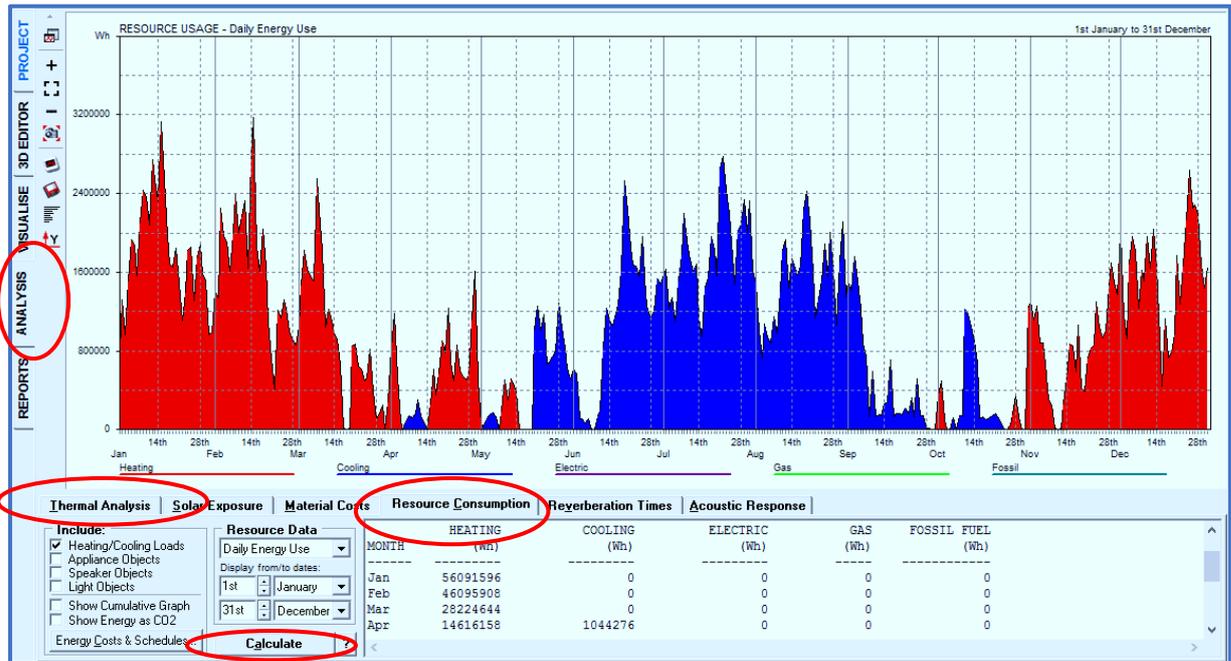


Figure 4.8 : La 2-ème étape de l'analyse.

Source : Auteur 2022

A la fin du calcul, l'écran affiche les résultats obtenus en graphe, et en un tableau qui contient les valeurs de la consommation d'énergie en climatisation (cooling) et en chauffage(heating), pendant les 12 mois en KW/h. On sélectionne ces dernières données et on les importe en tableaux numériques sur logiciel MICROSOFT Excel. Ensuite, pour plus de cohérence, on va interpréter les résultats en graphes ; deux graphes saisonniers (climatisation et chauffage) en KW/h, à travers ces derniers nous apercevons la dégradation de la consommation énergétique.

Préparation des matériaux :

Afin de pouvoir achever l'application expérimentale, nous devons créer les 24 modèles de murs et planchers, selon les codes cités dans le tableau des scénarios précédents et sur lesquels se fera le déroulement de l'expérimentation avec leurs matériaux, et leurs propriétés dans la bibliothèque du logiciel. Cette étape se fait en suivant un enchainement de plusieurs sous étapes comme suit :

- Double clic sur un matériau dans l'icône « material assignment », option « wall ».
- Changer le nom selon la codification des scénarios et cliquer sur « add new élément » pour la création d'un nouveau type de murs.
- Après la création du mur, on change les propriétés dans la sous option « layers », pour préparer les types de murs selon les scénarios à l'application expérimentale.

À chaque fois nous identifions les matériaux utilisés dans ce bâtiment murs, planchers Selon les scenarios et on évaluer sa consommation d'énergie.

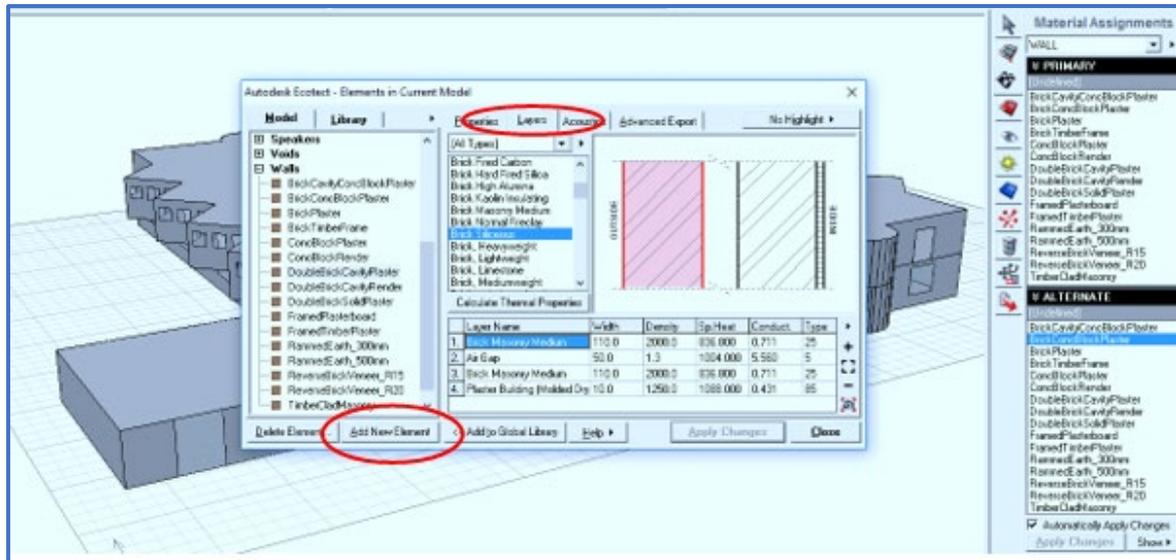


Figure 4.9 : intégration des paramètres des matériaux.

Source : Auteur 2022

- On répète les mêmes étapes de l'analyse pour calculer la consommation énergétique annuelles pour chaque scénario, et on va interpréter les résultats ; deux graphes saisonniers (climatisation et chauffage) en KW/h.

-Finalement on va calculer la quantité d'énergie produise à travers les panneaux et les cellules photovoltaïques installés dans le projet à l'aide du logiciel PVGIS

7. Le calcul de l'énergie produite par « PVGIS » :

7.1. Aperçue sur PVGIS :

L'application en ligne gratuite PVGIS est un excellent outil de simulation qui permet de calculer gratuitement la production de systèmes photovoltaïques connectés au réseau en Europe en Afrique et maintenant en ASIE et en Amérique (et également pour site isolés).

- A l'aide de son interface Google Maps intégré, il est très facile d'obtenir les données de production d'un système PV à partir des données d'ensoleillement précises du site (intégrant notamment les masques lointains liés au relief, collines, montagnes).

-Par ailleurs PVGIS propose des cartes d'ensoleillement (irradiation en kWh/m²) et de température précises haute définition de la plupart des Pays du monde. (<https://photovoltaique-energie.fr/pvgis-logiciel-en-ligne-de-simulation.html>)

7.2. La création du modèle d'analyse : cas d'étude

A travers cette simulation Nous allons étudier la production énergétique des cellules photovoltaïque par rapport aux panneaux photovoltaïque classique pour l'amélioration de la performance énergétique d'un bâtiment commercial dans la ville de Tébessa ; on commence l'intégration des cellules dans l'enveloppe architecturale par des étapes jusqu'à arrive à la production nécessaire :

✓ **1ère étape** : l'intégration des cellules au niveau des murs rideau

Il est appliqué au niveau des façades ; Les grandes cellules photovoltaïques translucides ça vont être intégrées au mur rideau pour n'être pas apparente.

✓ **2 -ème étape** : l'intégration des cellules au niveau des vitrages

Il est appliqué au niveau de l'enveloppe architecturale extérieure dans les ouvertures.

✓ **3eme étape** : l'intégration des cellules au niveau de toiture

Pour que les cellules solaires produisent plus d'énergie, ils doivent être intégrer au niveau de la toiture avec un certain angle par rapport au soleil.

7.3. Les paramètres du modèle d'analyse :

7.3.1 Liste des variables :

- Type d'intégration : mur rideau ; toiture ; vitrage
- Inclinaison $[0 ; 90]^\circ$: inclinaison, pente des panneaux ($70^\circ / 80^\circ / 90^\circ$)
- Types des cellules et type de verre (Cristalline silicone/CIS)
- Azimut $^\circ$: entre 0° et -8°

7.3.2. Les paramètres fixe :

- ✓ Orientation sud / sud-ouest
- ✓ La position et la taille des ouvertures orientées

7.4. La codification des paramètres d'analyse :

- On va définir un tableau de proposition et production selon trois différents angles d'inclinaison indiquées dans le projet au cas des murs (voir Tab4.2)

Angle d'inclinaison	Type de cellules	Code	Scénario
70°	A : Cristalline silicone	70A	01
	B : CIS	70B	02
80°	A : Cristalline silicone	80A	03
	B : CIS	80B	04
90°	A : Cristalline silicone	90A	05

	B : CIS	90B	06
--	---------	-----	----

Tableau 4.2 : scénarios de la production énergétique du mur selon des différents paramètres.

Source :(Auteur, 2022)

- Ensuite on va calculer la production énergétique au niveau de la dalle selon des différents angles 32° le meilleur dans la zone de Tébessa et 0 on le prend comme une référence et l'azimut qui est par défaut. (Voir Tab4.3)

Azimut	Angle d'inclinaison	Type de cellules	Code	Scénario
-8	32°	A : Cristalline silicone	-8A32	07
		B : CIS	-8B32	08
0	32°	A : Cristalline silicone	0A32	09
		B : CIS	0B32	10
-8	0°	A : Cristalline silicone	-8A0	11
		B : CIS	-8B0	12
0	0°	A : Cristalline silicone	0A0	13
		B : CIS	0B0	14

Tableau 4.3 : tableau de codification des scénarios pour la toiture.

Source :(Auteur, 2022)

- Enfin on va calculer la production énergétique par l'intégration au niveau de verre (voir Tab4.4)

Azimut	Angle d'inclinaison	Type de cellules	Code	Scénario
-8	0	A : Cristalline silicone	A0	15
-8	0	B : CIS	B0	16

Tableau 4.4 : tableau de codification des scénarios pour l'atrium.

Source :(Auteur, 2022)

7.5. Le processus de calcul de la production énergétique

Une fois sur PVGIS, la première chose à faire est de naviguer sur la carte pour trouver le site où seront implantés les panneaux solaires. Cliquez sur un point de la carte pour choisir l'emplacement de vos panneaux.



Figure 4.10 : intégration de la situation du projet au logiciel PVGIS,

Source : PVGIS 2022.

Ensuite vous devez renseigner les éléments suivants :

- **Radiation database** : Sélectionnez la base de données d'ensoleillement que vous souhaitez, pour une première estimation de la production vous pouvez utiliser n'importe quelle base PVGIS" proposée dans le menu déroulant.

-**Technologie PV** : type de panneaux photovoltaïques, sélectionnez le type de panneaux qui correspond à votre installation

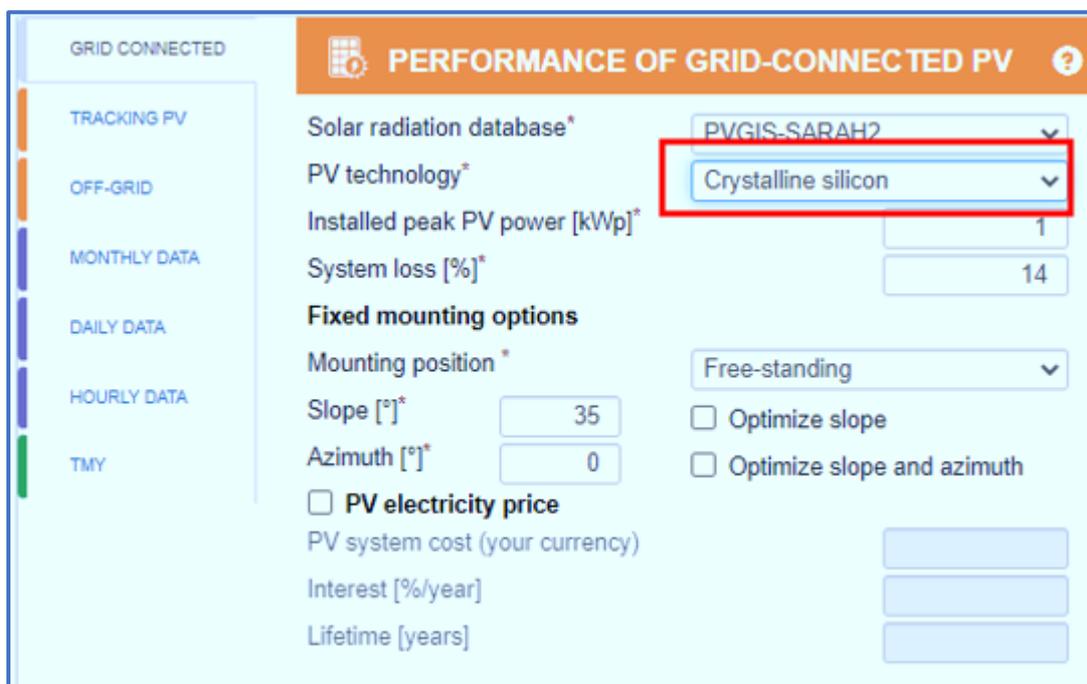


Figure 4.11: choix de type des cellules.

Source : PVGIS 2022.

- **Puissance PV crête installée kWp** : puissance de votre installation en kWc (puissance d'un panneau en Wc x nombre de panneaux / 1000)

- **Pertes estimées du système [0;100] %** : estimation des pertes du système liées aux câbles, au rendement des onduleurs etc, la valeur par défaut de PVGIS est de 14%.

Attention ! A ces pertes PVGIS ajoute automatiquement les pertes liées à la température et à la réflexion de la lumière sur les panneaux. Au total pour des panneaux cristallins installés en France les pertes totales du système sont d'environ 26%, ce qui est réaliste pour une installation moyenne. Pour une première approximation vous pouvez laisser 14% dans cete case.

PVGIS intègre une base de données de température et calcule donc automatiquement les pertes de production liée aux températures moyennes réelles du site.

PVGIS intègre aussi une base de données topographique. Un graphique montre ainsi l'horizon lointain du site concerné. Les pertes liées à ces masques sont donc prises en compte dans la simulation.

- **Options montage fixé**, Position de montage : type d'intégration (support) des panneaux, vous avez le choix entre :

Position libre = support ventilé (exemple structure triangulaire)

Intégré au bâtiment = structure intégrée au bâtiment ou surimposée avec peu de ventilation

- **Incline. [0 ;90] °** : inclinaison, pente des panneaux

- Mentionner l'angle d'inclinaison des murs qui est proposer selon le raisonnement architecturale (90 ; 80 ;70) et l'azimut.

Figure 4.12: choix de l'angle d'inclinaison et l'azimut.

Source : PVGIS 2022.

-Puis on lit le résultat, l'azimut et l'angle d'orientation comme donnée et résultat de la production par an dans 1000 kWh dans une surface de panneau de 8m², Résultat par mois mentionne la quantité de production énergétique de chaque mois ; tandis que le mois d'octobre dans ce cas (exemple) d'azimut et angle d'orientation donne la meilleure des résultats.

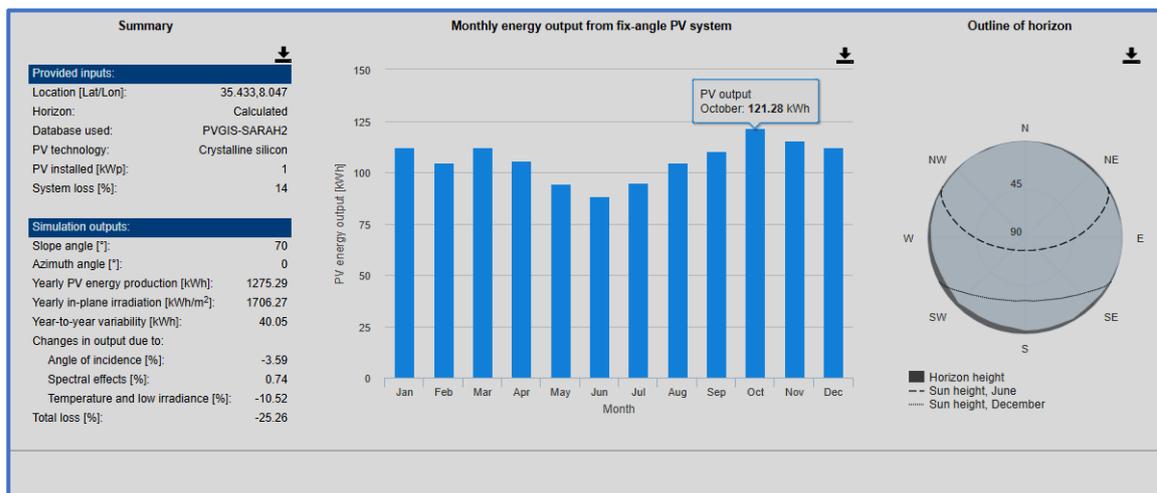


Figure 4.13: Résultat affichée par mois sur PVGIS.

Source : (JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission, 2022).

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons fixé les paramètres et les variables et on a proposé plusieurs scénarios afin d'arriver à la meilleure solution pour déminuer la consommation énergétique dans le centre commercial de copimade à travers les matériaux de construction et pour choisir la meilleure proposition pour installer les cellules photovoltaïques aux niveaux de l'enveloppe architecturale étudier (façade ; dalle ; atrium).

Afin de clôturer cette partie, l'interprétation des résultats obtenus en graphes et en tableaux à l'aide du logiciel EXCEL se déroule dans le chapitre suivant.

L'interprétation des résultats nous a permis d'évaluer :

- Consommation d'énergie (chauffage) et (climatisation) en kWh.
- Économie d'énergie (chauffage) et (climatisation) en kWh.
- Le classement des scénarios selon leurs consommations d'énergie pour (Chauffage) et (climatisation) pour tirer le scénario le plus performant pour chaque période
- Le classement des scénarios selon leurs consommations d'énergie pour (chauffage) et (climatisation) pour tirer le scénario le plus performant annuellement
- calculer la quantité d'énergie produise à travers les panneaux et les cellules photovoltaïques installés.
- le classement des scénarios selon leurs productions d'énergie pour tirer le scénario le plus performant dans les différents emplacements.

Chapitre n°05 :
Démonstration et
interprétation des résultats de
la simulation

Introduction :

Après avoir créé le modèle et préparé toutes les données dont on a besoin pour effectuer l'expérimentation par des simulations numériques de la consommation énergétique des modèles préparés et présentés dans le chapitre précédent qui se termine par 24 scénarios afin de tester les performances des matériaux de construction choisis dans un milieu semi-aride, puis nous passons à la présentation et l'interprétation des résultats. Pour tirer à la fin le modèle le plus performant et le plus efficace dans le climat de Tébessa.

Ensuite, nous passons à la phase de la production d'énergie en exploitant l'énergie solaire comme une source d'énergie par l'intégration des cellules photovoltaïques au niveau du mur rideau, dalle et le verre pour atteindre notre objectif qui est représenté sous un équipement à vocation commerciale à énergie positive.

1. L'évaluation de la consommation annuelle d'énergie du bâtiment :

La consommation d'énergie tout au long de l'année est répartie sur les deux périodes suivantes :

	Heating (KWh)	Cooling (KWh)
Janvier	56 091.6	0
Février	46 095.9	0
Mars	28 224.6	0
Avril	14 616.2	1044.3
Mai	2909.2	11 745.6
Juin	0	30 654.5
Juillet	0	55 436.6
Août	0	47 372.4
Septembre	0	15 119.2
Octobre	1673.3	6460.2
Novembre	24 275.3	0
Décembre	48 504.1	0

Tableau 5.1 : La consommation énergétique annuelle dans l'état initial du bâtiment.

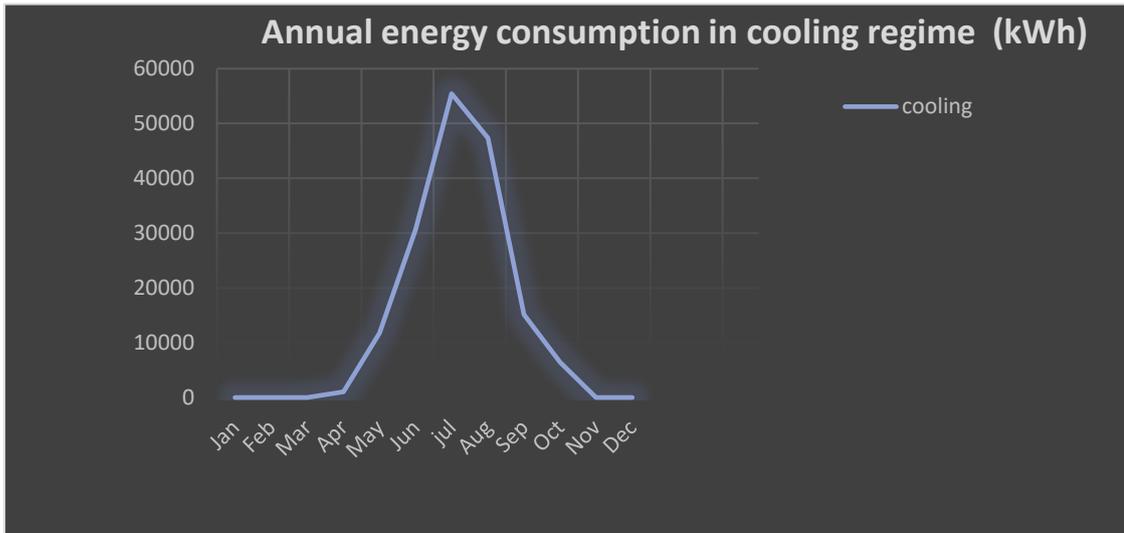
Source : Auteur,2022

Dans l'état initial du bâtiment, et selon les données climatiques de la région de Tébessa et la base de données du logiciel Ecotect : On remarque tout d'abord que la consommation annuelle d'énergie est répartie en deux période : la période cooling et la période heating, d'un total de 334 786.4 kWh égale à 150.12 kWh /(m².an).

1.1. La consommation énergétique pendant la période de climatisation (cooling) :

- On remarque que l'utilisation de climatisation enregistrée pour le confort dans la période estivale (d'un total de 112 396.2 kWh) est divisée en deux parties. La première partie qui dure 7 mois de

Avril jusqu'à octobre, elle fluctue entre la consommation minimale de 6460.2 KWh et de consommation maximale de 55436.6 KWh. La deuxième partie qui dure 5 mois dans l'année de novembre jusqu'à mars ou l'utilisation de la climatisation est nulle. Ensuite, le graphe nous montre que la consommation énergétique augmente d'avril jusqu'au atteindre leur pic dans les deux mois juillet et Aout puis il se décroisse jusqu'à ce qu'il soit nul en novembre.

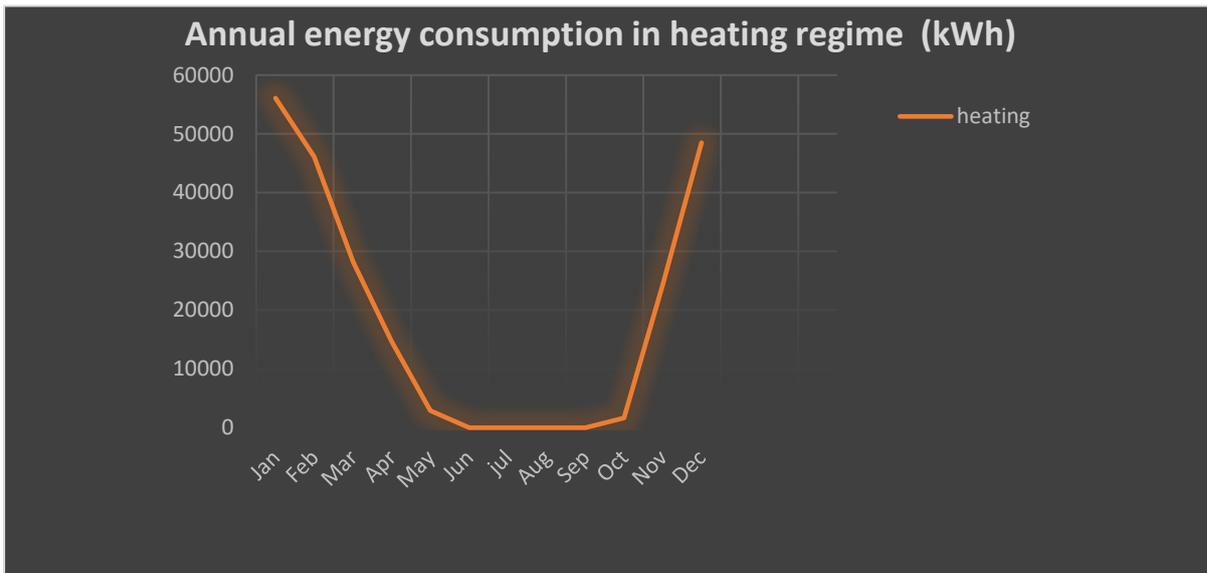


Graphe 5.1 : La consommation énergétique annuelle dans l'état initial du bâtiment durant la période de climatisation., Source : Auteur,2022

1.2. La consommation énergétique pendant la période de chauffage (heating) :

-On remarque que l'utilisation du chauffage enregistrée pour le confort hivernal (d'un total de 222 390.2 kWh) est divisée en deux parties. La première partie qui dure 8 mois dans l'année d'octobre jusqu'à mai, elle fluctue entre la consommation minimale de 6460.2 KWh et de consommation maximale de 55436.6 KWh. Et la deuxième partie qui dure 4 mois d'avril jusqu'à octobre ou l'utilisation du chauffage est nulle.

Ensuite, les graphes de tous les scénarios sont proches. Et les mois de janvier et décembre sont les mois où la consommation atteint leur pic. (Voir Fig. 5-2).



Graphe 5.2 : La consommation énergétique annuelle dans l'état initial du bâtiment durant la période de chauffage.

Source : Auteur,2022

2. Evaluation de la consommation énergétique dans le régime Cooling :

Dans notre cas proposé, selon les données climatiques et les résultats acquis, par le logiciel Ecotect, présenté dans le graphe 5.3 et le tableau 5.2 et pour la climatisation, la consommation fluctue entre la consommation minimale de 15021 KWh et de consommation maximale de 22390 KWh.

On constate que les scénarios de l'utilisation de climatisation enregistrée pour le confort d'été sont divisés en 03 groupes comme suit :

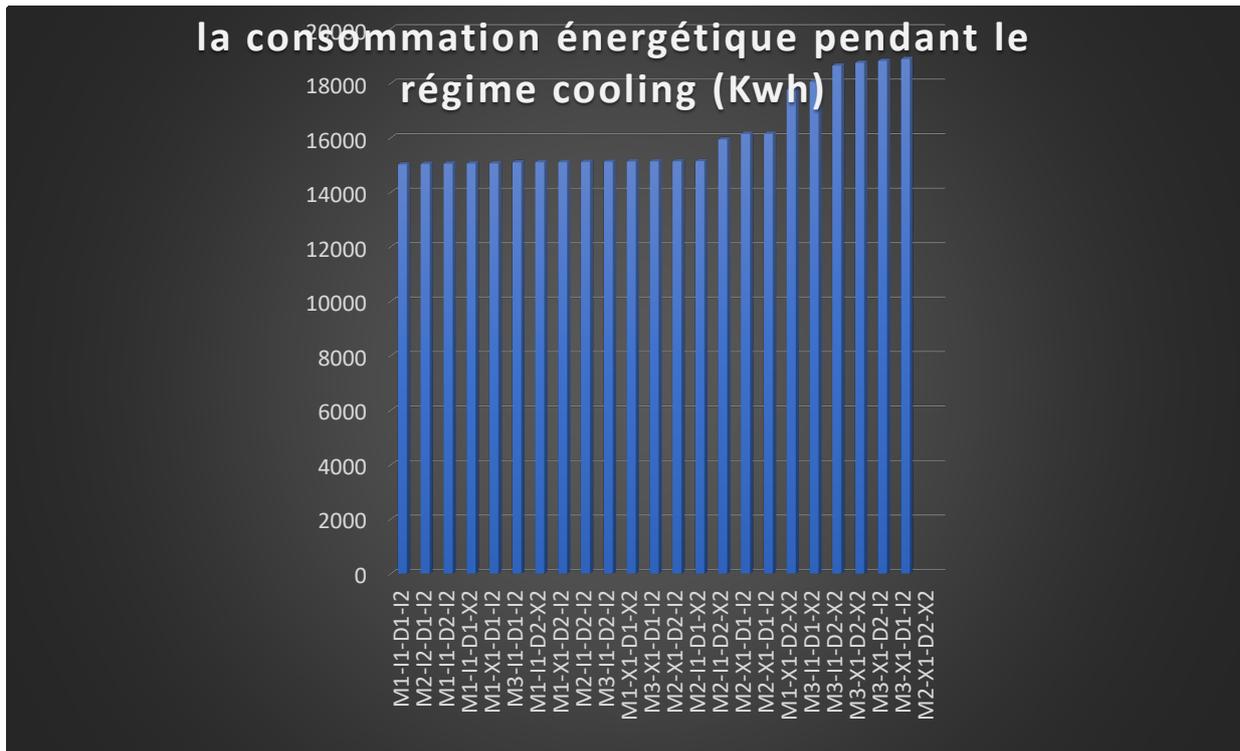
- Le premier qui est la meilleure catégorie a une consommation de pointe de 15137 KWh et ce sont les scénarios avec la dalle en béton de 20 cm avec et sans isolation et le mur de béton de chanvre avec l'isolation par exemple (M1-I1-D1-I2).

-Considérant que, la deuxième catégorie a une consommation de pointe de 17767 KWh et ce sont les scénarios avec le mur en brique avec isolation ou sans isolation par exemple (M1-X1-D1-I2).

-La troisième catégorie dans lequel le pic de consommation a atteint 22390 kWh comme l'exemple (M3 -X1-D2-I2). Qui sont les scénarios avec la dalle en hourdis et le mur en parpaing sans isolation (Voir Graphe 5-3) (Voir Tableau 5-2).

On constate que la consommation énergétique est influencée par le type de la dalle et du mur avec l'isolation comme dans il est montré Le graph de la consommation énergétique dans le régime cooling.

On observe qu'avec une dalle en béton de 20 cm avec isolation de 16 cm de polyuréthane et un mur de béton de chanvre avec une isolation de laine de verre la consommation atteint leur minimum (15021 KWh), et cette consommation augmente avec le changement de type de dalle et mur et l'absence d'isolation jusqu'à ce qu'elle atteigne leur pic (22390 kWh) avec dalle en hourdis et mur en brique sans isolation. (Voir graphe 5-3).



Graph 5.3 : La consommation énergétique des scénarios et leurs classements pendant la période de climatisation.

Source : Auteur,2022

Code	Consommation (cooling)	Classement
M1-I1-D1-I2	15021	1
M2-I1-D1-I2	15037	2
M1-I1-D2-I2	15047	3
M1-I1-D1-X2	15052	4
M1-X1-D1-I2	15057	5
M3-I1-D1-I2	15098	6
M1-I1-D2-X2	15105	7
M1-X1-D2-I2	15107	8
M2-I1-D2-I2	15116	9
M3-I1-D2-I2	15120	10
M1-X1-D1-X2	15127	11
M3-X1-D1-I2	15129	12
M2-X1-D2-I2	15132	13
M2-I1-D1-X2	15137	14
M2-I1-D2-X2	15938	15
M2-X1-D1-I2	16141	16

M2-X1-D1-I2	16143	17
M1-X1-D2-X2	17767	18
M3-I1-D1-X2	18051	19
M3-I1-D2-X2	18647	20
M3-X1-D2-X2	18750	21
M3-X1-D2-I2	18823	22
M3-X1-D1-I2	18885	23
M2-X1-D2-X2	22390	24

Tableau 5.2 : Classement des scénarios par ses consommations énergétiques pendant la période cooling.

Source : Auteur,2022

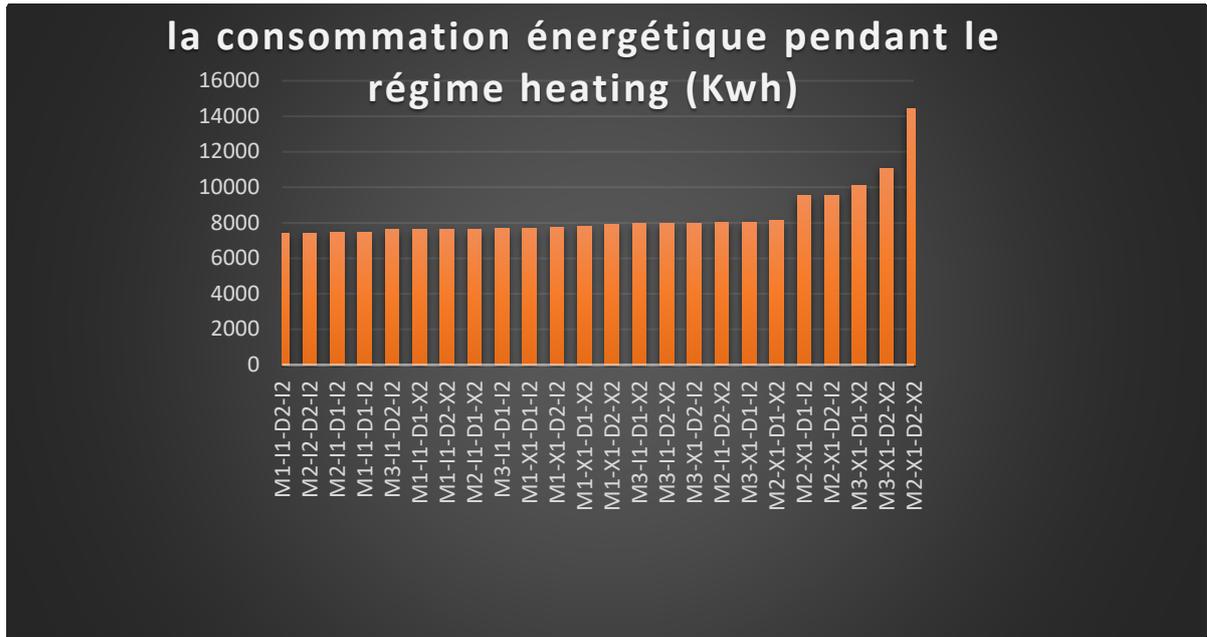
3. Evaluation de la consommation énergétique dans le régime heating :

Dans notre cas et pour le chauffage, la consommation fluctue entre la consommation minimale de 7422 KWh et de consommation maximale de 14448 KWh.

On remarque que les scénarios de l'utilisation de chauffage enregistrée pour le confort d'hiver sont divisés en 03 catégories comme suit :

- La première qui est la meilleure catégorie a une consommation de pointe de 7422 KWh et ce sont les scénarios avec le mur en brique et en béton de chanvre avec isolation et la dalle hourdis avec isolation par exemple (M2-I1-D2-I2).
- Considérant que, la deuxième catégorie a une consommation de pointe de 7689 KWh et ce sont les scénarios de mur en béton de chanvre et la dalle avec isolation par exemple (M1-X1-D1-I2).
- la troisième catégorie dans lequel le pic de consommation a atteint 10112 kWh avec une économie d'énergie allant jusqu'à 0 kWh comme l'exemple (M2-X1-D2-X2). Qui sont les scénarios de mur en brique et parpaing sans isolation avec la dalle en hourdis sans isolation.

On constate qu'avec une dalle en hourdis avec isolation de 16 cm de polyuréthane et un mur de béton de chanvre avec une isolation de laine de verre la consommation atteint leur minimum (7422 KWh), et cette consommation augmente avec le changement de type de mur et dalle et l'absence d'isolation jusqu'à ce qu'elle atteigne leur pic avec dalle en hourdis et mur en brique sans isolation.



Graph 5.4 : La consommation énergétique des scénarios et leurs classements pendant la période de chauffage.

Source : Auteur,2022

Code	Consommation (heating)	Classement
M1-I1-D2-I2	7422	1
M2-I1-D2-I2	7432	2
M2-I1-D1-I2	7446	3
M1-I1-D1-I2	7447	4
M3-I1-D2-I2	7609	5
M1-I1-D1-X2	7611	6
M1-I1-D2-X2	7617	7
M2-I1-D1-X2	7625	8
M3-I1-D1-I2	7678	9
M1-X1-D1-I2	7689	10
M1-X1-D2-I2	7718	11
M1-X1-D1-X2	7820	12
M1-X1-D2-X2	7919	13
M3-I1-D1-X2	7953	14
M3-I1-D2-X2	7959	15
M3-X1-D2-I2	7991	16

M2-I1-D2-X2	8035	17
M3-X1-D1-I2	8048	18
M2-X1-D1-X2	8110	19
M2-X1-D1-I2	9520	20
M2-X1-D2-I2	9561	21
M3-X1-D1-X2	10112	22
M3-X1-D2-X2	11086	23
M2-X1-D2-X2	14448	24

Tableau 5.3 : Classement des scénarios par ses consommations énergétiques pendant la période de chauffage

Source : Auteur,2022

4. Lecture générale de la consommation énergétique (cooling/heating) :

Selon la classification générale des scénarios par l'économie d'énergie pour les deux périodes (heating/cooling) il apparut trois catégories différentes :

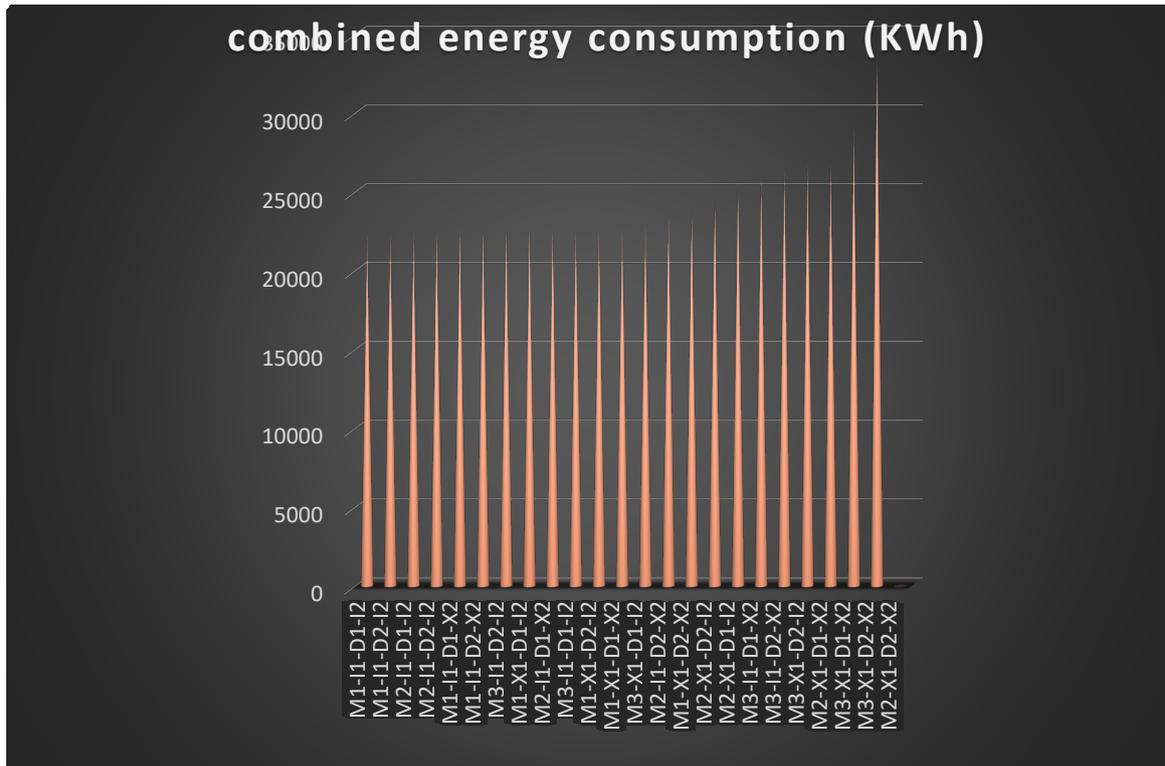
- Catégories performantes dans la période de la climatisation : l'exemple du scénario :(M2-I1-D1-I2) d'une consommation d'énergie de 15037 KWh.
- Catégories performantes dans la période du chauffage : l'exemple du scénario (M1-I1-D2-I2) d'une consommation d'énergie de 7422 KWh.
- Catégories performantes dans la période de la climatisation et du chauffage : l'exemple du scénario (M1-I1-D2-I2) d'une consommation d'énergie de 22 469 KWh.

On constate que :

- Le scénario le plus consommateur d'énergie est : M2-X1-D2-X2 qui est un mur ordinaire de la brique comme un matériau de remplissage et une lame d'air avec une dalle de hourdis sans isolation.
- Les scénarios les plus performants dans la période de la climatisation sont les mêmes pour la période de chauffage mais avec un changement dans le classement.
- Les scénarios qui sont proches dans les deux périodes de la climatisation et du chauffage sont les plus performant annuellement.

Code	Consommation combinée	Classement combiné
M1-I1-D1-I2	22468	1
M1-I1-D2-I2	22469	2
M2-I1-D1-I2	22483	3
M2-I1-D2-I2	22548	4
M1-I1-D1-X2	22663	5
M1-I1-D2-X2	22722	6
M3-I1-D2-I2	22729	7
M1-X1-D1-I2	22746	8
M2-I1-D1-X2	22762	9
M3-I1-D1-I2	22776	10
M1-X1-D2-I2	22825	11
M1-X1-D1-X2	22947	12
M3-X1-D1-I2	23177	13
M2-I1-D2-X2	23973	14
M1-X1-D2-X2	24062	15
M2-X1-D2-I2	24693	16
M2-X1-D1-I2	25661	17
M3-I1-D1-X2	26004	18
M3-I1-D2-X2	26606	19
M3-X1-D2-I2	26814	20
M2-X1-D1-X2	26877	21
M3-X1-D1-X2	28997	22
M3-X1-D2-X2	33477	23
M2-X1-D2-X2	33478.64	24

Tableau 5.4 : Classement des scénarios par ses consommations énergétiques pendant les deux périodes estivale et hivernale combinées ; Source : Auteur,2022



Graph 5.5 : La consommation énergétique des scénarios et leurs classements pendant les deux périodes estivale et hivernale combinées ; Source : Auteur,2022

5. Choix du scénario optimal :Après avoir simulé, analysé et évalué les 24 scénarios et Selon leur classement général par consommation d'énergie pendant les deux périodes de chauffage et de refroidissement présenté dans le tableau 5-3, nous avons extrait le scénario le plus efficace du point de vue des économies d'énergie et aussi pour d'autres critères tels que la disponibilité des matériaux, la flexibilité, l'esthétique et la facilité de mise en œuvre par rapport à d'autres matériaux classés en la même catégorie, donc le scénario choisi est M1-I1-D1-I2 qui est le scénario composé de mur en béton de chanvre comme un matériau de remplissage et la laine de verre comme un matériau isolant combiné avec une dalle de béton de 20 cm isolée par 16 cm de polyuréthane . Ce scénario a une consommation annuel totale de 22 468 KWh. (Tab5.5)

Composition du mur	Composition de la dalle	Code : M1-I1-D1-I2
		Catégorie :1
		Classement heating :1
		Classement cooling : 1
		Classement combiné : 1

Tableau 5.5 : Décodage du scénario optimal

Source : Auteur,202

6. La production énergétique :

A la phase finale on va calculer la quantité d'énergie produite à travers les cellules photovoltaïques installés au niveau de mur rideau, dalle et verre.

6.1. Au niveau de mur rideau :

La production énergétique selon les types des cellules proposée (Type A : cristalline silicone et Type B : CIS) et la variation de l'angle d'inclinaison des murs.

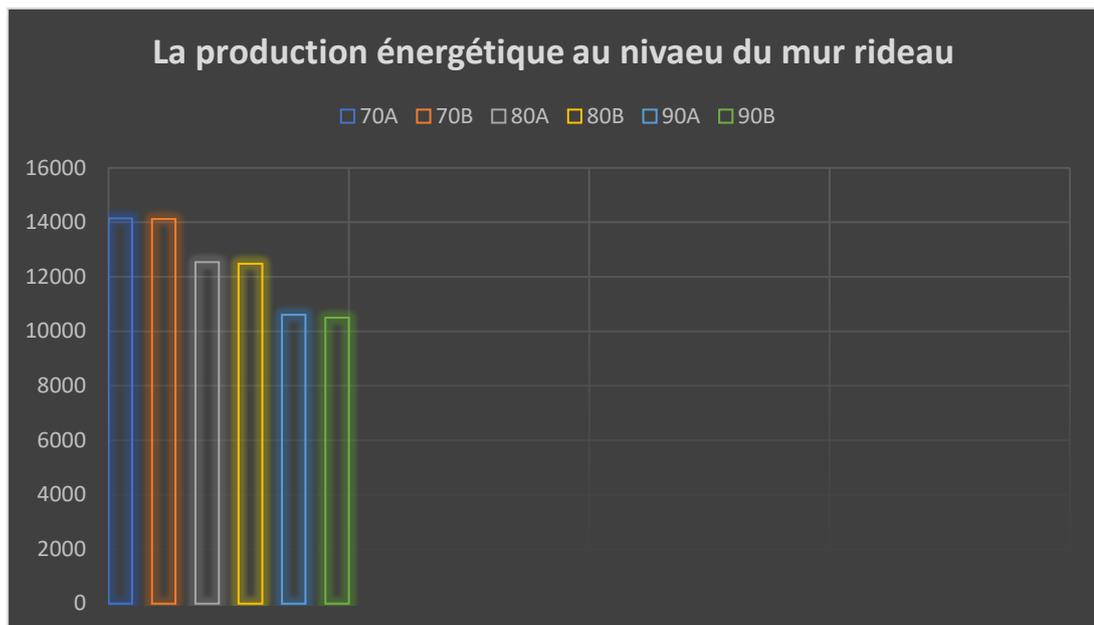
- Pour le type A la production énergétique est comprise entre 14147.2 KWh et 10608.8 KWh.

Par contre pour le type B sous les mêmes conditions la production énergétique obtenue est comprise entre 14128.5 KWh et 10501.9 KWh (voir graph5.6)

Le Scénario	La production énergétique (KWh)	Classement
70A	14147.2	1
70B	14128.5	2
80A	12545.3	3
80B	12479.5	4
90A	10608.8	5
90B	10501.9	6

Tableau 5.6 : les scénarios de la production énergétique du mur et leur classement.

Source : Auteur,2022



Graph 5.6 : comparaison entre la production énergétique du mur rideau pour chaque scénario.

Source : Auteur,2022

-On peut deviser ce graphe en 3 catégories chaque catégorie avec une certaine quantité de la production énergétique par rapport à un angle et un type de cellule

Catégorie 1 : qui représente (90A ; 90B) : le même angle d'inclinaison mais un différent type de cellules donne une différence dans la production. Mais ils sont presque pareils.

Catégorie 2 : qui représente (80A ; 80B) : le même angle d'inclinaison 80° et deux types de cellules qui ont la cause de la différence énergétique.

Catégorie 3 : qui représente (70A ; 70B) : c'est la production qui donne la meilleure résultat pour la production énergétique grâce à de l'angle d'inclinaison et le type A des cellules.

Synthèse :

- On trouve que le type A est plus rentable en termes de production énergétique avec une production totale de 14147.2 KWh pour un angle d'inclinaison des murs des parois extérieures égale à 70°.

- le scénario le plus producteur d'énergie est 70A.

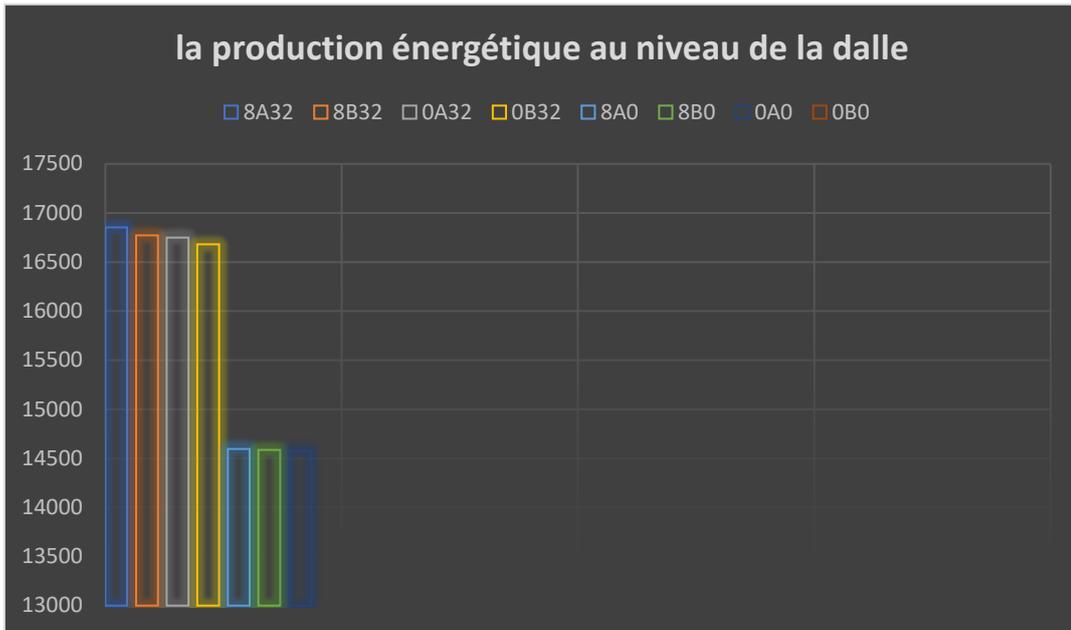
6.2. Au niveau de la dalle :

Pour ce cas, il y a 8 scénarios avec des différents paramètres pour les deux types de cellules A et B, avec le changement d'angle d'inclinaison de la dalle entre 32° et 0° et le changement de l'azimut entre 0 et -8, les résultats obtenus sont représentés sur le tab 5.7.

Le Scénario	La production énergétique (KWh)	Classement
-8A32	16854	1
-8B32	16772	2
0A32	16750	3
0B32	16682	4
-8A0	14595	5
-8B0	14587	6
0A0	14578	7
0B0	14525	8

Tableau 5.7 : les scénarios de la production énergétique de la dalle et leur classement.

Source : Auteur,2022



Graph 5.7 : comparaison entre la production énergétique de la dalle pour chaque scénario.

Source : Auteur,2022

- La production énergétique pour les 4 premiers scénarios et pour les deux types de cellules avec un angle de 32° et une variation de l'azimut entre -8 et 0 a donné des résultats proches est presque égales, ces scénarios sont plus producteurs de l'énergie par rapport les 4 derniers scénarios avec les mêmes conditions en termes de type de cellules et la variation de l'azimut entre -8 et 0 avec un angle de 0°.

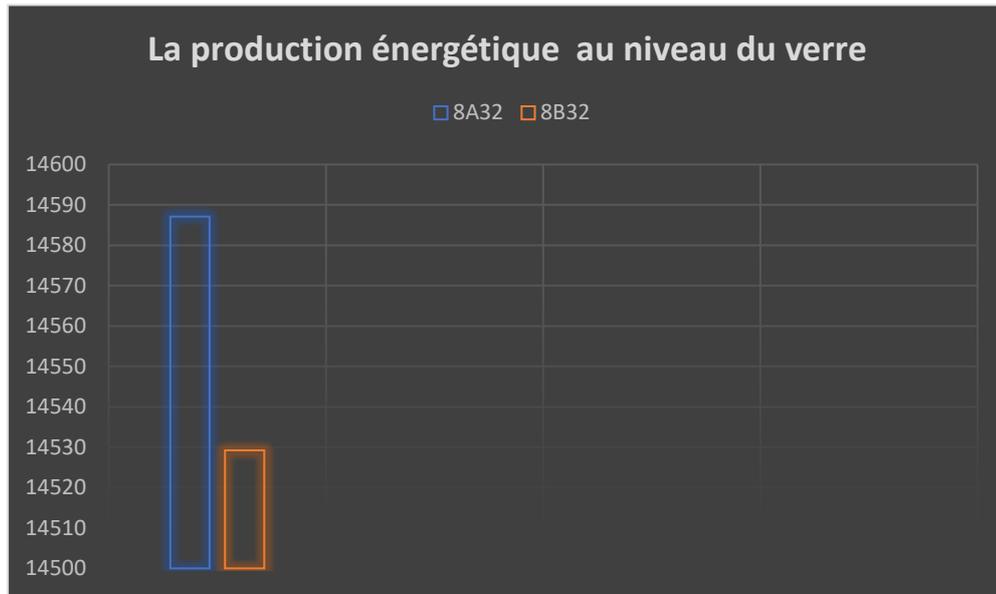
Synthèse : D'après les résultats de la simulation, la configuration la plus rentable est celle des cellules type A avec un azimut -8 et un angle d'inclinaison 32° (16854 KWh).

6.3. Au niveau du verre : Pour le cas de verre, on a deux scénarios avec la variation de type de cellules, en préservant les mêmes valeurs d'azimut et d'angle d'inclinaison, les résultats sont représentés sur tableau 5.8.

Le Scénario	La production énergétique (KWh)	Classement
8A32	14587.1	1
8B32	14529.2	2

Tableau 5.8 : les scénarios de la production énergétique de la dalle et leur classement.

Source : Auteur,2022



Graphe 5.8 : comparaison entre la production énergétique du verre pour chaque scénario.

Source : Auteur,2022

- Le rendement en termes de production énergétique pour les deux scénarios offre des résultats proches mais celui du premier scénario avec le type de cellules type A, avec un angle 0 et un azimut -8 offre les valeurs les plus élevés, la production maximale est de 14587.1 KWh.

- D'après les résultats retenus par la simulation des scénarios au niveau du mur rideau, toiture et verre, la production énergétique globale de ce cas d'étude : le centre commercial de copimade est 45 588.3 KWh.

7.L'analyse et l'interprétation des résultats retenus pour les 2 simulations :

Dans la phase de la réduction de la consommation énergétique dans notre cas d'étude le centre commercial de copimade et après l'analyse des résultats des scénarios on a conclu que le modelé M1-I1-D1-I2 c'est le modelé le plus performant avec une consommation annuelle de 22 468 KWh.

En phase de production, et après l'analyse des résultats, le choix du scénario optimal nous a permis de produire une énergie annuelle de 45 588.3 KWh à travers les cellules photovoltaïques intégrées au niveau du toiture, mur rideau et verre dans une surface totale de 5334 m².

Finalement, On peut remarquer que la production énergétique est supérieure que la consommation donc notre projet dans le bilan énergétique sera un bâtiment à énergie positive.

(45 588.3 KWh -22 468 KWh =23 120.3 KWh)

Conclusion :

D'après la simulation basée sur le type de mur, dalle et isolant, pour réduire la consommation énergétique, et renforcer la performance énergétique dans le but d'avoir un bâtiment à énergie positive à vocation commerciale dans un climat semi-aride à Tébessa on peut voir que les matériaux de construction et leur système constructif et le choix des isolants ont un rôle très important afin d'obtenir ces objectifs.

Ensuite d'après la comparaison entre la production énergétique des quelques scénarios et l'analyse des résultats de la simulation, on a trouvé que le type de cellule cristalline silicone avec l'angle de 70° pour le mur rideau et avec l'angle 32° pour la dalle (toiture) peut produire plus d'énergie. Ainsi qu'il garde l'aspect architectural au niveau de l'enveloppe extérieure, mieux que les panneaux PV qui détruit le côté esthétique.

Finalement on peut dire que grâce à ces choix, nous pouvons transférer efficacement un bâtiment simple à un bâtiment performant qui produit plus d'énergie qu'il n'en consomme, où nous pouvons observer à travers cette étude. Donc nous pouvons exploiter ces résultats dans la conception du nouveau projet.

Chapitre n° 06 :

Le Projet

Introduction :

L'approche conceptuelle d'un bâtiment à énergie positive se repose sur plusieurs aspects météorologiques et techniques. Dans ce chapitre on va présenter le contexte spatial et fonctionnel du projet afin de proposer une première conception basée sur les données du terrain, les données climatiques et fonctionnelles, les résultats de la simulation ainsi que le concept thématique qui concerne les apports des solutions techniques et énergétiques sur le bilan énergétique.

Dans ce chapitre nous faisons une présentation de la constitution spatiale et le programme surfacique de ce projet et on finira par la phase d'esquisse.

1- Les enseignements :

Plusieurs objectifs serrant present en considération durant la conception du projet :

1.1. Le volet énergétique :

- Minimiser la consommation énergétique.
- Optimiser l'exploitation de l'énergies Solaire (énergie renouvelable).
- Produire de l'énergie pour assurer les besoins énergétiques du centre commercial
- Améliorer les gains énergétiques.

Ces objectifs peuvent être traités par les solutions suivantes :

- On travaille avec le béton de chanvre comme un matériaux de construction et le polyuréthane et la laine de verre comme des isolants pour minimiser les besoins énergétiques de l'équipement
- Exploitation des cellules et panneaux photovoltaïques
- Une orientation optimale des façade sud et sud-ouest

1.2. Le volet urbain :

- La situation dans un site semi-urbain pour minimiser la pression commerciale au niveau de centre-ville
- La création d'un équipement qui englobe le tissu urbain de Tébessa avec ses agglomérations par la création des arrêts de bus à côté du projet.
- La séparation entre les accès piétonnières et mécaniques par Création d'une passerelle pour faciliter le passage des piétons et la création d'une bretelle pour minimiser le flux de la circulation.
- Donner une grande importance aux espaces de l'aménagements extérieurs (loisir et détente)
- Assurer l'accessibilité mécanique par la création de deux routes secondaires.

1.3. Le volet architectural :

- Fluidité de la forme
- On bas sur la transparence avec l'aspect de l'extériorisation à l'intérieur.
- La ségrégation des espaces et activités pour attirer les clients.
- L'ambiance intérieur par la création des aires d'exposition.

1.4. Le volet technique :

- L'utilisation de structure tridimensionnelle et lamellé collé pour gagner la surface intérieure

- Utilisation des rampes.

2- Analyse du terrain :

2.1. Les critères du choix de terrain :

- Le terrain est situé aux périphériques de la ville donc dans une zone stratégique pour les échanges commerciaux.
- Une façade sud orientée.
- Une surface et zone exposée au rayonnement solaire
- La forme de terrain nous donne une certaine liberté pour créer n'importe quelle forme pour la conception.
- La surface est suffisante à notre projet.
- Dans une extension semi urbaine et A côté d'une gare routière qui recevez beaucoup des gens, donc il peut attirer un grand flux des utilisateurs.
- La facilité de l'accessibilité mécanique par voiture et par transport qui aide à créer un nombre suffisant des accès.
- Une surface répond aux besoins du projet (les parkings extérieurs).

2.2. Situation du terrain :

Le projet va implanter comme il est montré dans le plan de situation, notre terrain se situe à proximité de la ville de Tébessa a côté nord-ouest avec précision à 8,3 Km (16 min) de la centre-ville. (Voir fig6.1)

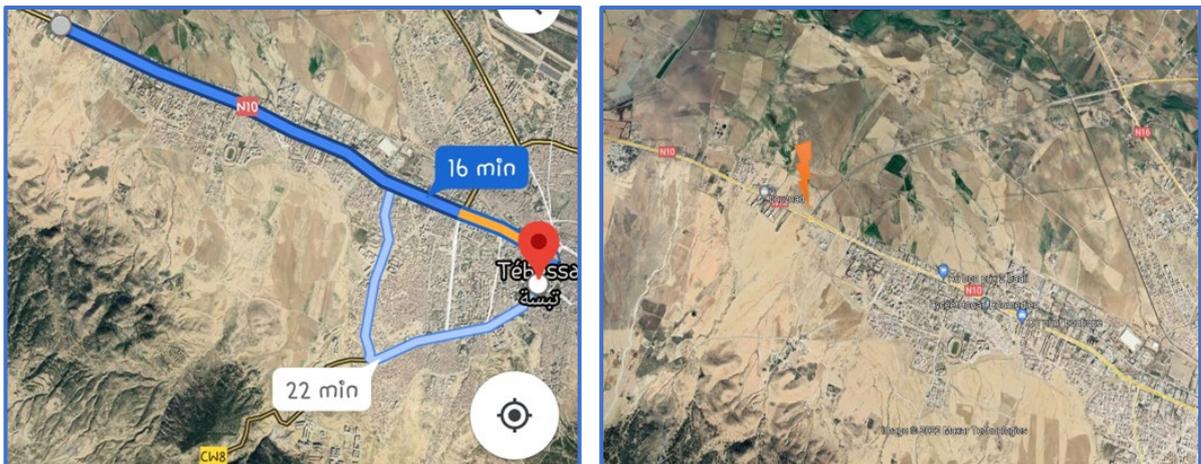


Figure 6.1 : situation géographique du terrain.

Source : Auteur 2022, d'après Google earth pro.

2.3. Environnement immédiat :

Le terrain est entouré avec plusieurs équipements qui attire un grand flux des utilisateurs : (voir fig. 6.2) :

Côté Nord : un oued + chemin de fer.

Côté Sud : usine de lait + investissement.

Côté sud-est : la gare routière + la gare routière.

Côté Ouest : cité résidentiel (diar chouhadaa) + station-service + magasin de céramique.



Figure 6.2 : Environnement immédiat du terrain.

Source : Auteur,2022, d'après Google earth pro.

2.4. L'accessibilité :

Le terrain admet deux accès mécaniques qui est la route nationale n° 10 (vers Constantine) à côté sud et une voie primaire à l'Est.

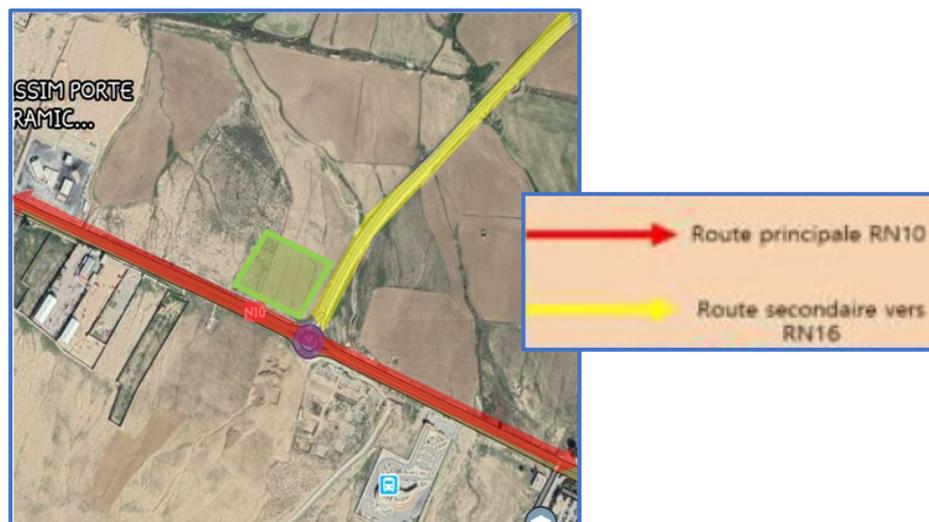


Figure 6.3 : L'accessibilité du terrain.

Source : Auteur,2022, d'après Google earth pro.

Synthèse :

-la route national donne une importance à notre terrain, donc on peut :

- Assure un bon flux

- Offre de créer des accès

2.5. Morphologie du terrain :

Le terrain d'étude affiche une forme régulière d'un rectangle de 54 418,66 m². (voir fig. 6.4)



Figure 6.4 : L'accessibilité du terrain.

Source : Auteur,2022.

2.6. Relief et topographie : Le terrain à une pente transversale de 0.1% et une autre longitudinale de 1.3% (Fig. 6-5)



Figure 6.5 : Coupes topographiques du terrain.

Source : Auteur, 2022, D'après google earth pro, 2020.

2.7. Contraintes et Servitudes : les contraintes sont : La route national N° 10, L'Oued dans le côté Est, La ligne de moyenne tension.

Les servitudes :

- Il faut suivre l'alignement (25m de la RN).
- Pour la ligne MT la distance de servitude est 15 m.
- L'implantation des espace vert et jardinage dans le côté d'oued.

3- Le programme :

En se basant sur l'étude du support théorique des centres commerciaux et sur l'analyse des différents exemples, on a élaboré un programme quantitatif et qualitatif d'un centre commercial. C'est un grand centre commercial selon la classification de CNCC avec une superficie de 22 575 m² qui se devise en espaces commerciaux (l'activité principale) avec des espaces de détente, loisir et consommation. Le tableau ci-dessous (Tab 6.1) montre les détails du programme :

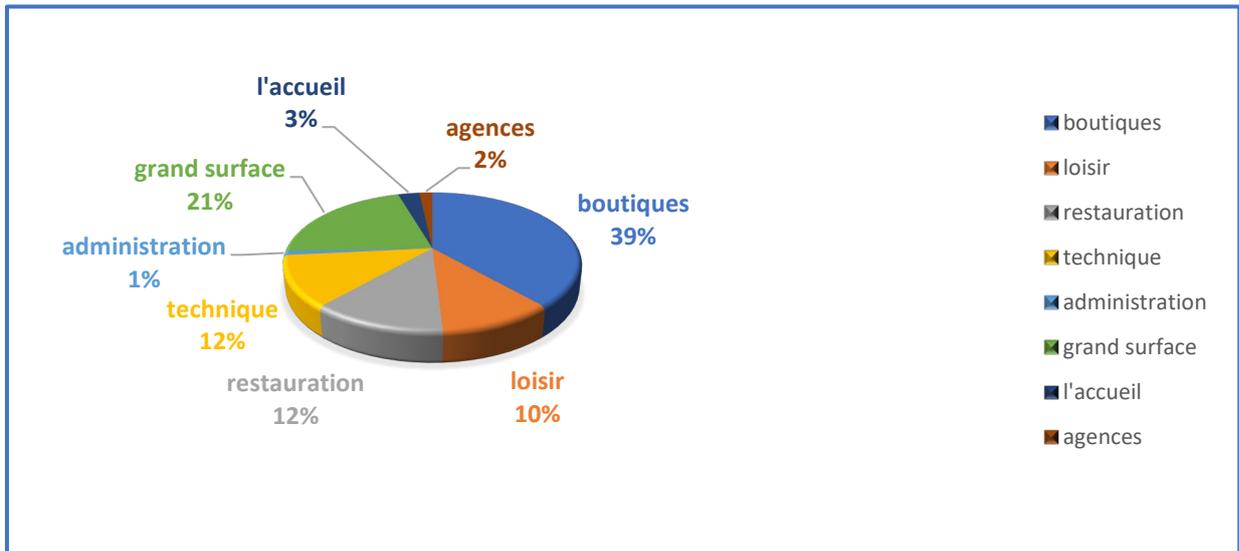
SECTEUR	ESPACE	SURFACE UNITAIRE	NOMBR E	SURFACE TOTALE
L'ACCUEIL	Hall d'accueil	450	1	450
GRANDE SURFACE	Hypermarché	3200	1	3200
	<i>Circulation</i>		<i>25%</i>	<i>750</i>
BOUTIQUES	Parfumerie	100	3	300
	Photographie	80	2	160
	Fleuriste	90	2	180
	Librairie	150	1	150
	Pharmacie	70	2	140
	Bijouterie	100	2	200
	Artisanat	80	1	80
	Coiffures H	80	2	160
	Coiffures F	80	2	160
	M. du tissu	80	1	80
	Opticien	70	2	140
	Mercerie	90	1	90
	Instruments musicaux	105	1	105
	M. vêtements mixte	140	4	560
	M. Vêtements H	140	4	560
	M. vêtements F	140	5	700
	M. vêtements E	90	3	270
	M. de marque (Lafayette, Bershka, Zara, H&M)	250	4	1000
	Produits Cosmétiques	50	4	200
	M. accessoires	60	2	120
	M. chaussures et bagage H	80	3	240
	M. chaussures et bagage F	80	4	320
	M. chaussures et bagage E	100	2	200
	Articles de sport	125	1	125
	Articles de compagnie	120	1	120
	Horlogerie	100	2	200
	Gift zone (jouets et cadeaux)	60	2	120
	Produits informatiques	100	1	100
	M. électroménager	120	2	240
	Vaisselle et décoration	100	2	200
	Cosmétique	100	2	200
	M. meubles	100	2	200

	Magasin de Tapisserie	80	1	80
	Magasin de Lustre et Miroir	100	2	200
	<i>Sanitaire</i>	<i>1.5</i>	<i>24</i>	<i>36</i>
RESTAURATION	Italian Food	170	1	170
	Traditional Food	130	1	130
	KFC	170	1	170
	Oriental Food	170	1	170
	Fast Food	100	3	300
	Cafeteria	120	3	360
	Salon de thè	300	2	600
	Crèmerie	75	2	150
	Cafétaria d'enfants	120	1	120
	Juice zone	80	1	80
	Chocolat land	170	1	170
	Starbucks	120	1	120
	Pâtisserie et délices	120	2	240
	Restaurant self-service	120	2	240
	Restaurant*5	440	1	440
Méga pizza	300	1	300	
AGENCES	Agence postale	60	1	60
	Agence bancaire	60	1	60
	Agence de voyage	60	1	60
	Agence publicitaire	60	1	60
	Agence automobile	60	1	60
LOISIR	Garderie des enfants	220	1	220
	S. des jeux pour enfants	150	1	150
	S. Bowling	200	2	400
	Shoot Games	250	2	500
	Patinoire	430	1	430
	S. Billiard	130	2	260
	<i>Sanitaire</i>	<i>1.5</i>	<i>18</i>	<i>27</i>
	<i>Circulation</i>		<i>20%</i>	<i>306</i>
ADMINISTRATION	B. directeur	70	1	70
	B. secrétariat	56	1	56
	B. comptable	50	1	50
	B. d'avocat	50	1	50
	Salle de réunion	130	1	60
	Sanitaire	1.5	6	9
	<i>Circulation</i>		<i>15%</i>	<i>21</i>
TECHNIQUE	Dépôt générale	3400	1	3400
	Climatisation	40	1	40
	Chaufferie	40	1	40
	Groupe électrogène	30	1	30
TOTALE	<i>Circulation</i>		<i>30%</i>	22 575

Tableau 6.1 : programmation architecturale du centre commercial

Source : Auteur ,2022

Le programme présenter sur le tableau (6.1) est traduit en un schéma graphique (graphe 1) afin de montrer le pourcentage de chaque fonction et sa dominance dans le centre commercial :



Grappe 6.1 : Schéma graphique représente la dominance des différentes fonctions dans le centre commercial

Source : Auteur ,2022

4- Passage à l'esquisse :

L'approche conceptuelle est une phase de connaissance élaborée sur la base des données contextuelles et thématiques qui doivent nous fournir les connaissances nécessaires pour la maîtrise du processus conceptuel.

4.1. Le Zoning : En appliquant les objectifs et les principes conceptuelles on obtient le zoning montré dans la fig.6-6.

J'ai centralisé le projet au terrain, puis je fais un parcours qui relie l'extérieur avec intérieur aussi relier entre l'hypermarché et le projet pour marquer l'aspect de flexibilité et la fluidité dans le projet.

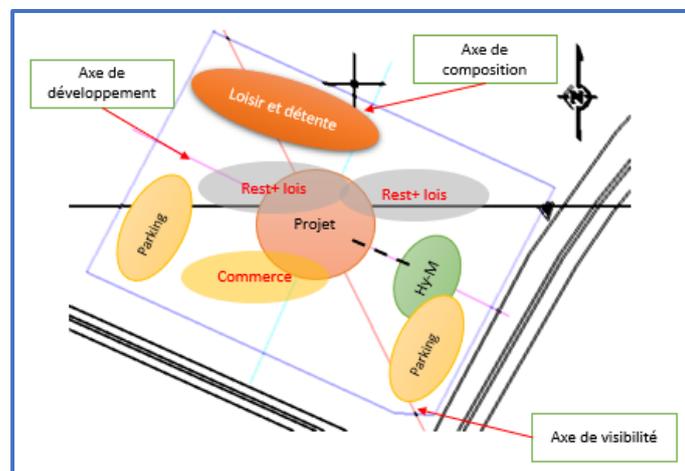


Figure 6.6 : Zoning de projet ; Source : Auteur, 2022.

4.2. La genèse de la forme : on a passé par plusieurs étapes pour définir la forme finale, voir la figure 6-7.

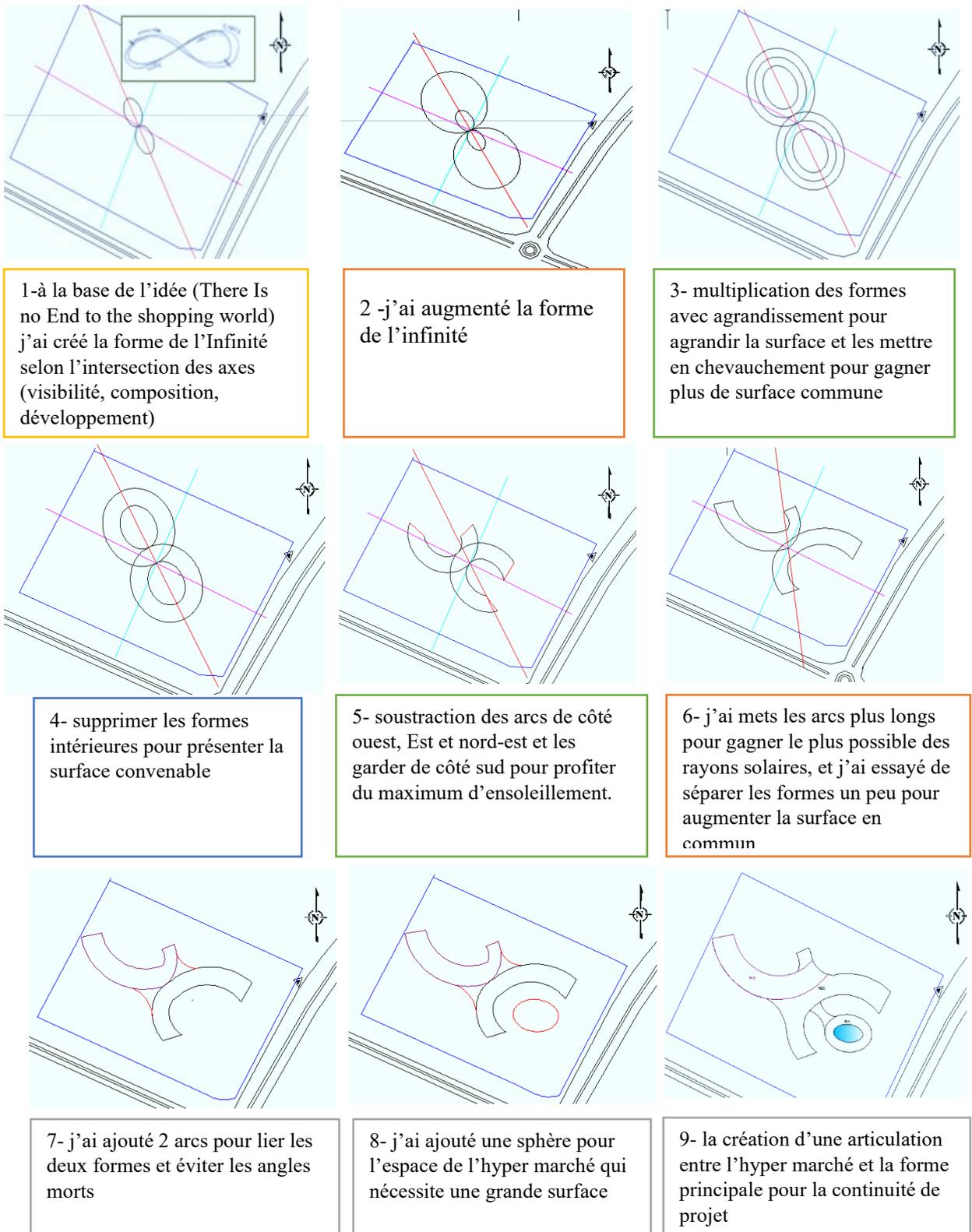


Figure 6.7 : La genèse de la forme.

Source : Auteur, 2022.

4.3. Les plans :

- **Plan de masse :** Le plan de masse montre la position de projet au terrain, Le projet est centré au milieu de terrain avec une hauteur de 24 mètres (RDC+ 3 étages+ sous-sol), il est entouré par des espaces extérieurs avec plusieurs fonctions et activités tell que : espace de détente, espace de jeux, parkings (bus+ véhicules), cours de service...etc. Où le projet a plusieurs entrée 1 principale exposé a la route nationale n° 10 et 1 autre secondaire à côté Est.
- La végétation joue un rôle très important dans la réduction de la pollution atmosphère et l'amélioration de la qualité de l'air Par fixation de certaines poussières, diminution de l'effet ruissellement par interception des pluies, protection contre l'érosion due aux vents et à l'eau... L'ombre de la végétation empêche le rayonnement direct d'atteindre la surface du sol et de le chauffer.

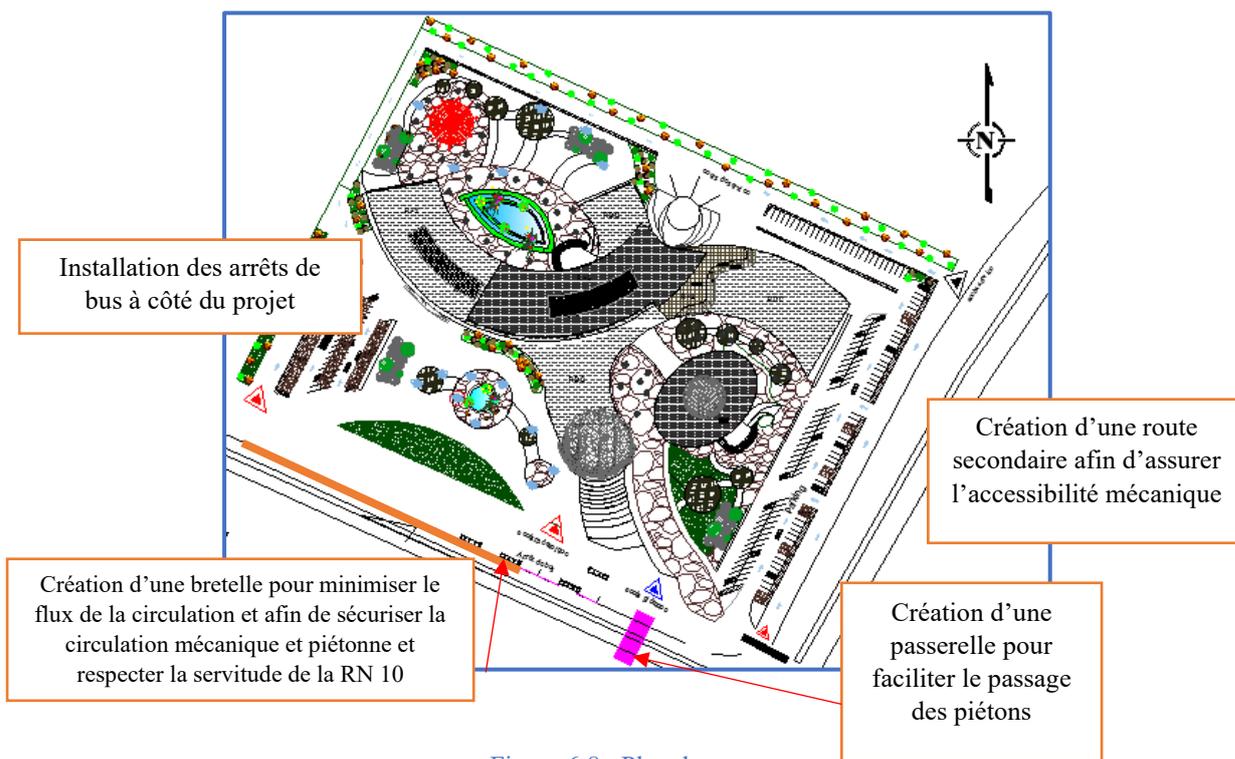


Figure 6.8 : Plan de masse.

Source : Auteur, 2022.

- **Plan sous-sol :** Le plan sous-sol présente un dépôt général et une partie pour la distribution.

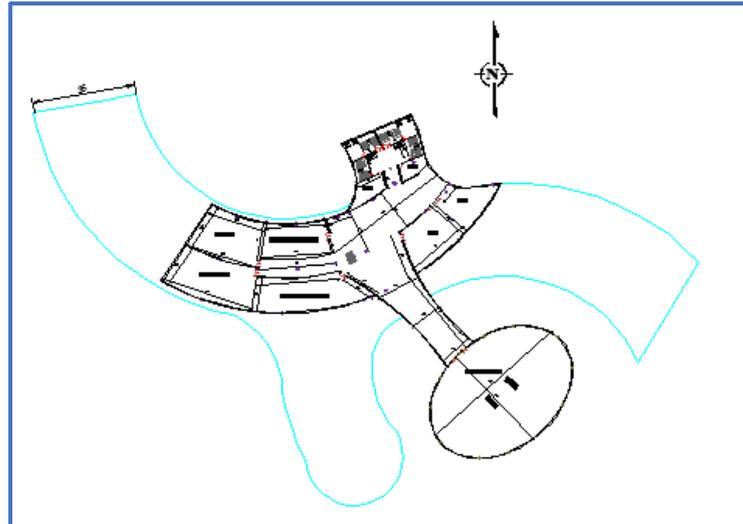


Figure 6.9 : Plan de sous-sol Source : Auteur, 2022.

- **Plan rez de chaussé** : Le plan RDC se compose de deux parties principaux, une partie consiste du commerce (des boutiques, des bureaux), restauration et loisir (patinoire, bowling...) et l'autre partie constitué d'une grande surface représentée par un hypermarché.

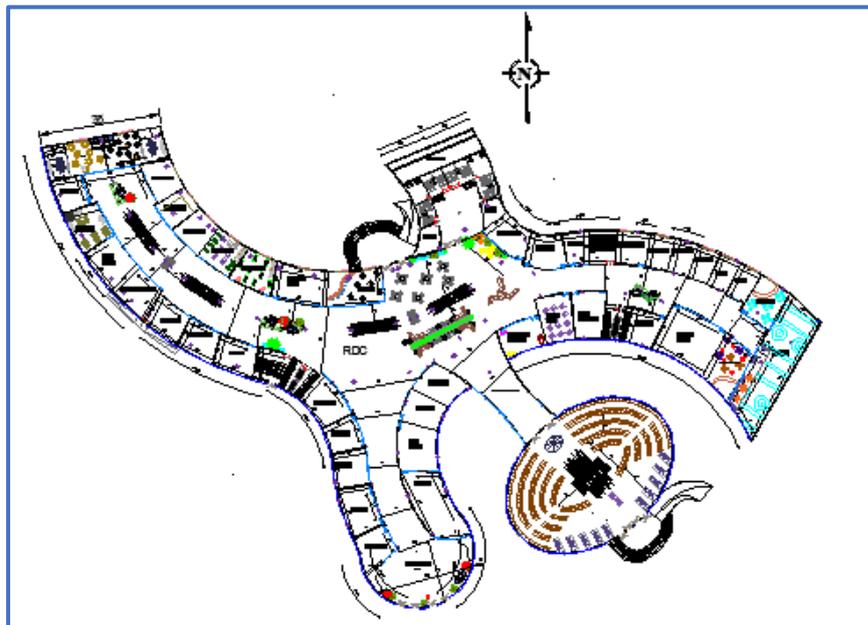


Figure 6.10 : Plan de rez de chaussé,

Source : Auteur, 2022.

- **Plan de 1-er et 2-ème étage** : Le plan de premier étage se compose de deux parties principaux, une partie consiste du commerce, restauration et loisir et l'étage de l'hypermarché.
-Le plan de 2-ème étage est un peu spécialisé pour les femmes, contient des magasins spécialisés, les chaînes commerciales, des restaurants et des espaces de loisir pour éviter l'ennui durant le shopping.

-La circulation verticale est assurée par des ascenseurs et des escaliers mécaniques.

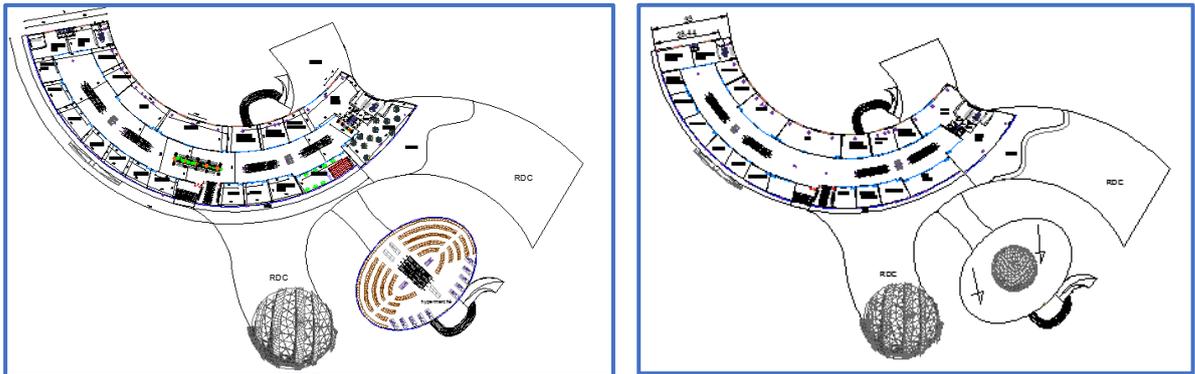


Figure 6.11 : Plan de 1-er et 2-ème étages, Source : Auteur, 2022.

- **Plan de 3-ème étage :** Le plan de troisième étage contient l'administration et une aire pour l'exposition saisonnière.

4.4. Les façades :

-sur sa façade sud et sud-ouest, le projet est traité par un mur rideau photovoltaïque très large pour permettre un meilleur apport solaire.

-le mur rideau a une forme organique pour présenter une fluidité de forme, et ses éléments sont verticales pour casser l'horizontalité du projet.

-J'ai rajouté des brises de soleil horizontale avec une forme courbée pour donner un effet dynamique à la façade.

- J'ai marqué l'entrée par une coque vitrée pour créer une ambiance intérieure au niveau du hall d'accueil.



Figure 6.12 : La façade principale Source : Auteur, 2022.

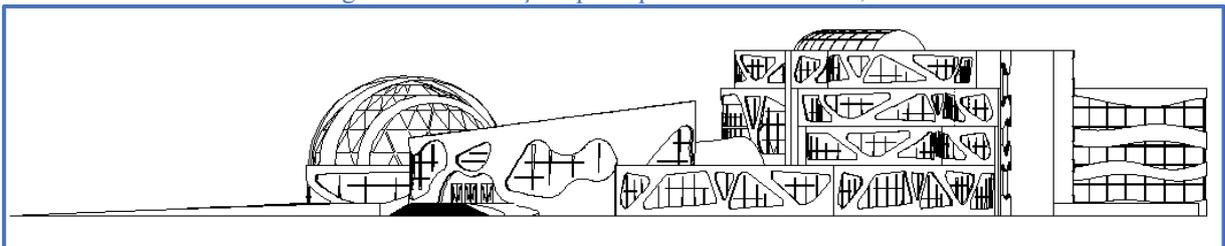


Figure 6.13 : La façade latérale droite

Source : Auteur, 2022.

4.5.La volumétrie : comme il montre la fig.6-14, le projet est marqué par deux ailes elliptiques et une ellipse séparée et reliée par une articulation.

-j'ai fait une soustraction avec inclinaison à l'ellipse pour créer un atrium en verre photovoltaïque orienté au sud dans le but de favoriser les gains solaires d'une part et assurer un bon flux d'éclairage naturel d'autre part.

-j'ai créé des atriums en verre photovoltaïque au niveau des espaces de circulation pour capter les rayonnements solaires et pour bénéficier de l'éclairage naturel.

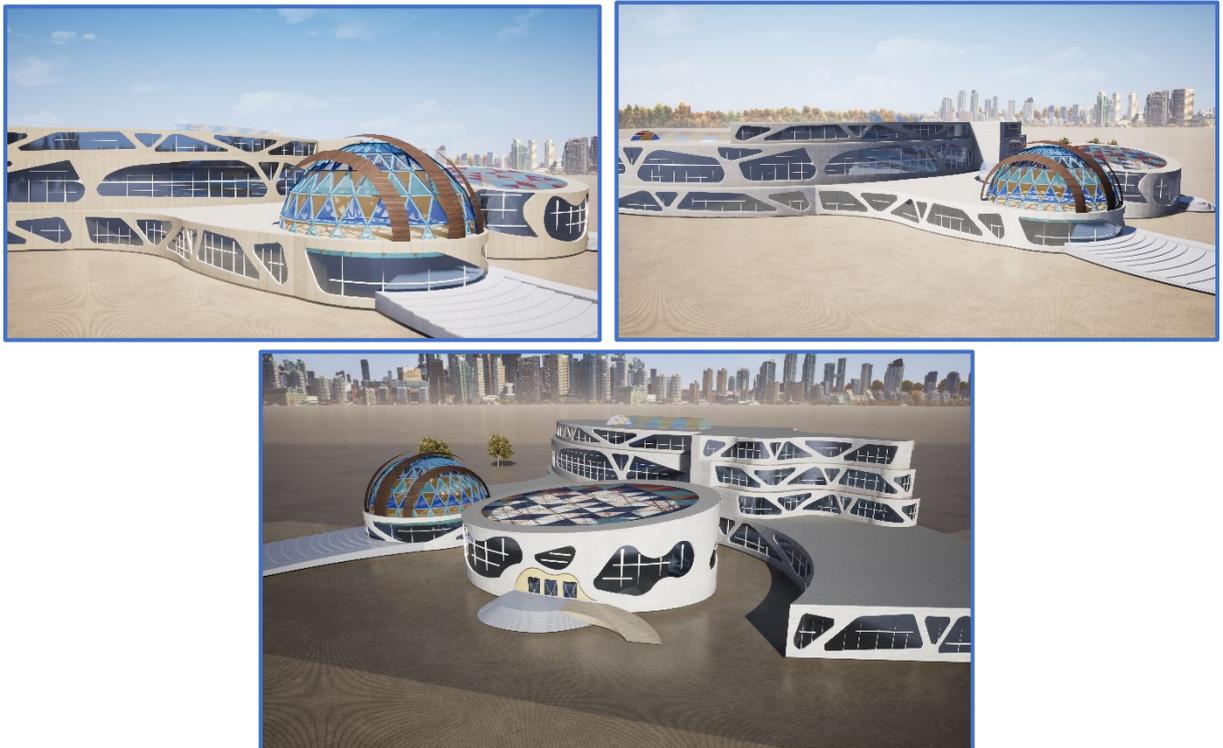


Figure 6.14 : La vue 3D du projet, Source : Auteur, 2022.

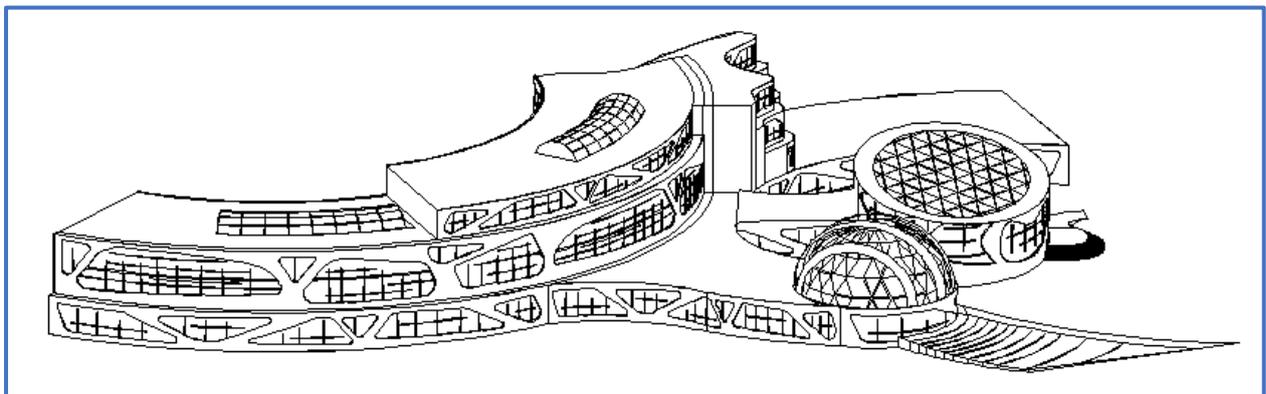


Figure 6.15 : La vue en perspective du projet

Source : Auteur, 2022.

Conclusion :

Selon les principes conceptuels du thème, l'analyse des exemples qui nous ont permis d'élaborer un programme détaillé de notre projet, et l'analyse du contexte spatial de notre terrain qui nous a permis d'avoir des informations détaillées sur plusieurs paramètres (l'accessibilité du terrain, sa forme, sa nature ainsi que les contraintes et les servitudes du notre terrain), ces derniers sont prisés en considération durant la phase conceptuelle., l'étude climatique et l'analyse fonctionnelle et spatial du projet on a pu concevoir un projet d'un centre commercial à la ville de Tébessa qui favorise la réduction de la consommation énergétique par les matériaux de construction et l'exploitation de l'énergie solaire par l'intégration des cellules photovoltaïques au niveau du mur rideau, les atriums et le vitrage, et l'orientation à côté sud et donc on peut dire que nous avons élaboré un bâtiment à énergie positive qu'il produit plus d'énergie qu'il n'en consomme.

Conclusion de la partie expérimentale :

Après la simulation numérique du cas d'étude : le centre commercial de copimad par le logiciel « ECOTECTE » dans le but de choisir le meilleur scénario pour réduire la consommation énergétique du bâtiment pendant les deux période estivale et hivernale, annuelle et mensuelle et par le logiciel en ligne PVGIS pour choisir le meilleur positionnement des cellules photovoltaïques et à partir de la comparaison entre les différents scénarios et l'analyse des résultats de la simulation, on peut constater que le scénario le moins énergivore est celui qui se compose du mur de béton de chanvre comme un matériau de remplissage et la laine de verre comme isolant et une dalle de béton isolée par 16 cm de polyuréthane. Et on constate que le type de cellule de silicium silicone avec des angles de 70 ° dans les façades et 32 ° dans la dalle et l'intégration des cellules dans le verre de l'atrium peut générer plus d'énergie que d'autres propositions. Par conséquent, il peut maintenir l'aspect du bâtiment au niveau de l'enveloppe extérieure au lieu du panneau photovoltaïque, ce qui l'aspect esthétique du projet.

Donc on a exploité ses résultats dans la phase d'esquisse pour construire un bâtiment à énergie positive a attirance commerciale dans un climat semi-aride à la ville de Tébessa.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Dans les dernières années et à cause du progrès et la croissance technologique qui ont conduit à augmenter les besoins humains en énergie et donc à augmenter la consommation générale d'énergie dans le secteur du bâtiment, ceci à la lumière de la crise énergétique à laquelle le monde est conforté en raison de la dépendance totale aux sources d'énergie non renouvelables qui contribuent de manière significative aux émissions de gaz à effet de serre. L'utilisation des sources d'énergie renouvelables était la meilleure solution et des mesures d'efficacité énergétique sont de plus en plus mises en œuvre pour économiser l'énergie utilisé dans le bâtiment.

Des nombreuses tendances architecturales modernes ont commencé à utiliser des systèmes d'énergie renouvelable dans le bâtiment et sont même devenues des décisions importantes prises par l'architecte à différentes étapes de la conception.

Notre travail s'intéresse à présenter une recherche sur les différents concepts liés aux bâtiments à haute performance en général et sur le bâtiment à énergie positive en particulier comme une nouvelle vision de l'architecture durable dans les bâtiments à caractère commercial et comme une solution pour l'exploitation de l'énergie solaire et l'optimisation de l'efficacité énergétique dans un climat semi-aride.

On a fait une étude sur l'application des matériaux de construction comme un facteur de minimisation de la consommation d'énergie et une autre dans le but de la vérification de la fiabilité du système d'intégration des cellules photovoltaïques dans un centre commercial adapté au climat semi-aride à Tébessa en Algérie.

Afin d'atteindre nos objectifs et bien maîtriser notre sujet de recherche au début, nous avons organisé le travail en 3 parties :

Une première partie théorique, vise à étudier le concept du bâtiment à énergie positive, Les technologies pour l'exploitation de l'énergie solaire dans le BEPOS et les techniques d'intégration des cellules photovoltaïques dans le bâtiment, aussi que la recherche thématique sur les centres commerciaux, leurs organisations spatiales et leurs hiérarchisations...etc.

Cette partie contient aussi une étude analytique de notre cas d'étude et de nombreux exemples des centres commerciaux afin de déterminer la visibilité du bâtiment. Nous avons également mené une étude analytique et comparative d'un certain nombre des bâtiments commerciaux à énergie positive afin de raconter les solutions qui y sont intégrées sur le terrain.

Une deuxième partie expérimentale été consacrée pour les recherches antérieures sur le thème, les modes d'évaluation où on a choisi la simulation comme un outil d'évaluation et les logiciels de simulation numérique.

Cette partie contient une simulation numérique des matériaux de construction et la consommation énergétique annuelle utilisée pour le chauffage et la climatisation du bâtiment à l'aide de logiciel ECOTECH basée sur deux paramètres variables ; matériaux de construction et isolant, ceux-ci nous ont donné 24 scénarios à tester chacun a ces paramètres d'évaluation, dont le but est de trouver le modèle le plus performant en termes énergétique qui nous assure une minimum consommation annuelle d'énergie.

Les résultats de cette simulation ont été transférés sous forme des tableaux et des graphs pour bien les interprétés, après l'interprétation de ces derniers nous avons conclu que M1-I1-D1-I2 qui est le scénario composé de mur en béton de chanvre comme un matériau de remplissage et la laine de verre comme un matériau isolant combiné avec une dalle de béton de 20 cm isolée par 16 cm de polyuréthane. Ce scénario a une consommation annuel totale de 22 468 KWh.

D'autre part et dans la même partie, nous avons calculer la production énergétique en exécutant 22 scénarios qui se varient en termes de la nature des cellules photovoltaïques et l'inclinaison des murs et plancher et à travers une étude comparative entre plusieurs scénarios de production énergétique ; l'angle d'inclinaison le plus adéquat des planchers est égale à 32°, celui des murs est égales à 70° et le type des cellules photovoltaïques le plus rentable est le « cristalline silicone ». Les calculs sont faits par le logiciel en ligne de simulation PVGIS et on a trouvé que la productivité énergétique du notre équipement est 45 588.3 KWh. Ces paramètres sont retenus pour les appliquées dans la conception du projet finale.

Finalement on a transformé notre cas d'étude _ le centre commercial de copimade à Tébéssa-à un bâtiment à énergie positive avec une consommation annuelle de 22 468 KWh., et capacité de production annuelle de 45 588.3 KWh.

Donc le bilan énergétique est positif (45 588 KWh - 22 486 KWH = 23 102 kWh), et c'est ca l'objectif de la recherche.

La dernière partie est la partie conceptuelle, qui commence par l'analyse du terrain, la présentation du programme et finalement le processus conceptuel.

Le projet est implanté sur un terrain bien déterminer, accessible sans aucune contrainte, il conçu selon des normes et des directifs suivant tirer directement des études comparatives et d'analyses

des exemples : le système de circulation composé, utilisation des atrium, la transparence comme outil d'attractivité, et organisation des espaces selon les étages tout en respectant les règles des éco-conception tels que l'orientation, la composition volumétrique et des paramètres architecturaux spécifiques pour tirer profit des apports solaires.

Les principales déductions qui peuvent être déduites des résultats de cette phase sont :

- La bonne application et le bon choix des matériaux de construction sont importants pour la réduction de la consommation de l'énergie.
- L'intégration des cellules photovoltaïques dans un bâtiment assure la production énergétique verte qui rentre dans les aspirations du développement durable et préserve l'aspect architecturale et stylistique du projet avec intégration homogène.
- L'énergie disponible localement doit être largement exploitée. En effet, l'exploitation de ressources renouvelables locales induit très peu d'impacts sur l'environnement et réduit la dépendance du bâtiment aux ressources distantes et polluantes.
- Les besoins du bâtiment doivent être réduits sans que cela nuise à ses fonctions essentielles.

Alors, les hypothèses avancées au départ : « Conceptuellement, on peut exploiter les matériaux de la construction pour réduire la consommation énergétique dans un Bâtiment à énergie positive » et « D'un côté énergétique on peut exploiter l'énergie solaire par l'intégration des cellules ou des panneaux solaires, pour produire plus d'énergie. », sont bien confirmées.

Parmi les difficultés auxquelles nous avons été confrontés pendant notre recherche : d'une part le manque du temps et l'indisponibilité des données nécessaires autour le cas d'étude étudié ainsi que le manque de certains documents et d'autres sont payants ou on ne peut pas y accéder. D'autre part l'absence des logiciels de la simulation agréés.

Cette recherche est limitée uniquement pour la zone d'étude (wilaya de Tébessa), le climat ainsi que les paramètres qu'on a choisis lesquels :

- Les matériaux de construction.
- L'énergie utilisée qu'elle est l'énergie solaire.
- Les techniques d'exploitation de l'énergie solaire.
- Le type du projet (un centre commercial).

Ce travail de recherche ne peut pas être fini ici. En effet, les perspectives de ce travail sont nombreuses, car les matériaux de construction et les isolants sont classés dans un domaine très varié et développable ainsi que l'intégration des cellules photovoltaïques est un domaine très vaste car on peut intégrer les cellules dans tous l'enveloppe architecturale sans exception plus les mode additif comme les stores photovoltaïque, les garde-corps extérieures, les brises de soleil.....etc. aussi dans les espace vert au niveau de plan de masse même si dans l'aménagement extérieure et ça développe.

Il est recommandé de renforcer le projet par l'utilisation des façades a double peau et d'utiliser les vitres électochrome dans la façade orientée Est, Sud et Ouest pour plus de protection en été et pour un confort thermique maximal du l'utilisateur.

Aussi, il est recommandé de renforcer la simulation numérique réalisé par une autre simulation qui s'articule sur la protection maximale des espaces de détente extérieur, aussi on recommande de faire des recherches supplémentaires pour voir ces éléments en réalité c'est à dire de renforcer cette simulation par une recherche expérimental.

Bibliographie :

Les références en langue française :

Thèses du doctorat :

- BENOUDJAFER, I. Vers une amélioration de la performance énergétique des habitations : la certification énergétique comme une stratégie durable. Cas de la ville de Bechar. Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie. 2018
- Gergand.O. Modélisation énergétique et optimisation économique d'un système de production éolien et photovoltaïque couplé au réseau et associé à un accumulateur. École normale supérieure de Cachan. 2002.
- Oliveira, D. Approche hybride d'optimisation pour la gestion d'énergie dans le bâtiment. Université de Grenoble. 2013
- OUELDZEMIRLI.M. Apports de l'intégration des panneaux photovoltaïques au bilan énergétique d'une habitation bioclimatique. Cas d'étude : logements collectifs à Laghouat. Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie. 2017
- Rabah, N. Modélisation des estimations énergétiques d'une maison photo- solaire. Apport photo thermique sur sites de Tlemcen et Bouzereah (Thésis). Université Abou BabAkr Belkaid– Tlemcen-, Algérie. 2010

Mémoires de Magistère :

- BENAMRA M. Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale. Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie. 2013.
- Benharra, H. Impact de l'orientation sur la consommation énergétique dans le bâtiment- Cas des zones arides et chaudes. Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie. 2016.
- Zermout.R. Utilisation de l'énergie géothermique de surface pour la climatisation dans le bâtiment. Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, Algérie. 2011.

Mémoires de Mastère :

- BENDARE, S. La réduction de la consommation énergétique comme un enjeu majeur de l'habitat durable ». Cas d'étude : Un écoquartier de 315 logements pôle l'Aanba-Tébessa. Université L'arbi tébessi, Tébessa, Algérie. 2021.
- Chahinez. L'exploitation de l'énergie solaire dans la conception d'un bâtiment à énergie positive Cas d'étude « centre culturel pour les handicaps -Tébessa ». Université L'arbi tébessi, Tébessa, Algérie. 2021.

- Ismahane.R. Etude du confort thermique d'une construction pédagogique -Cas des amphithéâtres de l'ex centre universitaire de Tébessa. Université Larbi tébessi, Tébessa, Algérie.2017.
- Kouachi Amina et all. La qualité architecturale dans les centres commerciaux. (L'impact de l'accessibilité visuelle sur les parcours des clients). Cas du Park Mall à Sétif. Université Larbi Ben Mhidi Oum el Bouaghi. Algérie. 2018.
- LACHI, E. Bâtiments à zéro énergie, une tentative vers l'autonomie énergétique. Université 08 mai 1945 de Guelma, Algérie. 2018.
- MESSAOUD Mouna. Renforcement de l'identité écologique d'un site à travers une intervention architecturale Cas d'étude : le site El-Khanga-Tébessa. Université Larbi Tébéssi - Tébessa. Algérie.2020.
- NADRI. A. L'architecture commerciale en Algérie entre conception et réalisation. Cas : Centre commercial -ELQODS-. Université Saad Dhalebe, Blida, Algérie. 2020.
- RAIS, I. BE-POS comme une nouvelle vision à l'architecture durable. Cas : Centre d'affaires Annaba. Université Larbi tébessi, Tébessa, Algérie. 2020.
- Soumaya. Les apports de la façade solaire adaptative sur l'efficacité énergétique du bâtiment. Cas d'un centre commercial à Tébessa. Université Larbi tébessi, Tébessa, Algérie. 2021.
- TOUIL Abdesslem, MERGHACHE Souad, Au sujet de l'efficacité énergétique -vers des Bâtiments moins énergivores-. Université Abou Bekr BELKAID Tlemcen, Tlemcen. 2017.
- Youssef, M., et al. Regard sur l'architecture commerciale en Algérie, Cas d'étude centre commerciale et de loisir BAB EZZOUAR et PARK MALL. Département d'Architecture, Bejaia. Algérie.2017.
- Zakaria. A. La façade solaire adaptative comme un outil d'aide d'amélioration de la performance énergétique d'un bâtiment. Cas d'un centre commercial à Tébessa. Université Larbi tébessi, Tébessa, Algérie.2020.

Livres et ouvrages :

- Philippe VINCENT, « Architecture des centres commerciaux ». Edition L'étincelle, Canada. 2013.

Articles et rapports :

- Adeline, M. Les différents types de cellules photovoltaïques.2021.
- Amara. S, B. A. Evaluation des besoins énergétiques de chauffage et climatisation d'un bâtiment pour le site de Tlemcen. France.2007

- Bâtiment à énergie positive, 2011.
- Bergner.A. Climatisation solaire. 2018
- BIPV : de quoi s'agit-il ? revu .2022.
- Carol Maillard, 25 centres commerciaux, amc LE MONITEUR, dépôt légal. Imprimé en France Septembre 2007 ; P 10.
- Climat Tébessa. Meteoblue. 2021
- D'in, L. Photovoltaïque, Thermique, Aérovoltaïque/ Quel type de panneau solaire pour votre maison ?2020.
- Dominique André-Chaigneau « Centres commerciaux : qui sont les acteurs en présence ? » 2016.
- Dualsun. "Le Rendement et la Production d'un panneau solaire." 2020
- Énergies renouvelables et de récupération (ENR&R) [archive] Driee Ile-de-France,2020.
- Futura, M. B. 2020. Électricité solaire : La cellule photovoltaïque. Futura.
- Jean-François, B. d. i., Les Yvelines. "Comment calculer la puissance et la taille d'un panneau solaire." 2020.
- Joffroy. Th, M. A. Architecture bio climatique et efficacité énergétique des bâtiments au Sénégal. 2009.
- La conception des logements à haute performance énergétique (HPE) en Algérie : Proposition d'un outil d'aide à la conception dans les zones arides et semi-arides. 2013.
- Le guide de la maison BEPOS 2019.
- Maugard.A, M.-R. Q. Le bâtiment à énergie positive. Paris, France. 2005
- Myshop-solaire. "Le rendement des panneaux solaires photovoltaïques. 2020.
- Panneau solaire : Inclinaison & orientation optimales.2021.
- Paquot, T. 'Loisir et loisirs', Hermès, La Revue, n° 71(1), 2015.p 182–188
- Powerhouse Brattørkaia—Data, Photos & Plans. WikiArquitectura 2022.
- Ranjita Singh, Philip R. Walsh, Christina Mazza, Sustainable Housing: Understanding the Barriers to Adopting Net Zero Energy Homes in Ontario. 2019.
- Solarpedia. "Logiciels photovoltaïques." 2020.
- Sumanta Deb et al. « Spatial Logic of shopping malls: Application of Space Syntax in understanding Economics of Architecture ». 2020.
- Thiers, S. Bilans énergétiques et environnementaux de bâtiment à énergie positive. École nationale supérieure des mines paris, France. 2008.
- Thonon, B. Question de physique autour de l'énergie solaire. 2012

- Unesco. L'Éducation constructive des enfants - UNESCO Bibliothèque Numérique. 1960

Sites Internet :

- Autodesk (2021) <https://www.autodesk.com/> consulté le [25/03/2022]
- Blog. Latrivenetacav.2022.
- CONSEIL NATIONAL DES CENTRES COMMERCIAUX (CNCC). <https://www.cncc.com/qui-sommes-nous/>.2021.
- <https://objectifecoquartiers.org>
- <https://neonext.fr.2022>.
- <https://Produits.Batiactu.2022>.
- <https://Profils-systemes.2022>.
- <https://solarstructure.fr.2022>.
- <https://Www.algerie-eco.com>
- <https://www.archdaily.com/tag/site>
- <https://www.bio-bati.fr/batiment-basse-consommation.html>
- <http://www.connaissance desénergies.org>
- <http://www.jccottet.ch/content/magasin>.
- <http://www.Marefa.org> ,2022.
- <https://www.pinterest.fr/>
- <https://www.tripadvisor.fr/>
- Lefeuvre@effinergie (2022). <https://www.effinergie.org/web/>
- PHOTOVOLTAIC-GEOGRAPHICAL-INFORMATION-SYSTEM « PVGIS » - European Commission, 2022.

Directions et bureaux :

- E.T.E.B de Tébessa.
- Ministère de la transition écologique : <http://www.ecologie.gouv.fr>

Divers :

- Article 47 du décret exécutif n°12-111.
- La Rt 2020. (2021).
- Le dictionnaire de français Larousse version 2013
- Le dictionnaire Flammarion version 2015

- Le dictionnaire notre famille (version 2015)
- Les définitions. Récupéré sur Le dico des définitions : <http://www.totalenergies.fr>
- Mr. Moumni Abdehafid, conférences : présentation énergie renouvelables, pompe à chaleur géothermique, Systèmes à conversion Thermique de l'énergie solaire, Université Mohamed Khider, Biskra 2007-2008.
- Neufert version 2010 .PDF.

Les références en langue Arabe :

Livres et ouvrages :

- م. هبة الناظر. تطوير معيار استهلاك الطاقة لشقق السكنية في عمان. الأردن. 2012.

Articles et rapports :

- عليوي et al . مفهوم الألواح الشمسية مع أنواعها وتطبيقاتها. 2019.

Liste des figures :

Figure 1.1 : schéma descriptif de la fonction d'un bâtiment performant.....	5
Figure 1. 2 Principes de base d'une conception bioclimatique	6
Figure 1. 3 schéma explicatif de la production et la consommation d'énergie dans un bâtiment.....	7
Figure 1. 4 : photo représente un concentré de technologies pour un bâtiment autonome.....	8
Figure 1. 5: exemple de Zéro utility costs & zéro carbon house	8
Figure 1. 6 Schéma de principe d'une maison BEPOS	10
Figure 1.7: trajectoire solaire	12
Figure 1.8 : La compacité d'un volume.....	12
Figure 1.9 : L'impact des ouvertures sur la ventilation de l'espace	13
Figure 1.10 : Le DPE	15
Figure 1.11 : schéma représente Les énergies renouvelables	16
Figure 1.12 : Composition d'une éolienne	17
Figure 1.13 : Schéma d'une installation géothermique	19
Figure 1.14 : Panneaux photovoltaïques	20
Figure 1.15: Solaire thermique	20
Figure 1.16: Panneau solaire thermique	21
Figure 1.17 : Principe de panneau solaire thermique	22
Figure 1.18 : Principe de chauffage de bâtiment	23
Figure 1.19 : Principe de la climatisation solaire	23
Figure 1.20 : Cellule photovoltaïque	24
Figure 1.21 : Des réalisations des cellules intégrer	26
Figure 1.22 : Siège social de juwi	27
Figure 1.23 : Bardage solaire	27

Figure1.24 : brise de soleil photovoltaïque	28
Figure1.25 : Umweltarena Spreitenbach (toiture orienté)	28
Figure1.26 : Mur rideau photovoltaïque	29
Figure1.27 : Verre translucide	29
Figure1.28 : Verre a si semi-transparent et opaque	29
Figure 1.29 : Brattørkaia patio	30
Figure 1.30 : Stores vénitiens photovoltaïques	30
Figure 1.31 : garde-corps photovoltaïque	31
Figure 2.1 : Magasin alimentaire à Bouira.....	39
Figure 2.2 : kiosque	39
Figure 2.3 : superette Medala	39
Figure 2.4 : Marché. Bâb l'oued.....	40
Figure 2.5 : SPAR supermarché. France.....	40
Figure 2.6 : hypermarché Ardis. Alger.....	40
Figure 2.7 : centre commercial Bab Zouar Alger.....	41
Figure 2.8 : Park mall. Sétif.....	41
Figure 2.9 : L'agora grecque.....	45
Figure 2.10 : Le forum romain	45
Figure 2.11 : Beaumont-du-Gâtinais	45
Figure 2.12 : Foire à Gand Belgique.....	46
Figure 2.13 : Arabie Bazar	46
Figure 2.14 : Le bon marché	46
Figure 2.15 : Passage de Choiseul.....	47
Figure 2.16 : classification des centres commerciaux selon l'emplacement et la taille.....	49

Figure 2.17 : Exemple d'un centre commercial a système mixte -Aérolile	50
Figure 2.18 : Exemple d'un Centre commercial à système d'espaces libres -galerie du monde Seoul	50
Figure 2.19 : les utilisateurs et les usagers d'un centre commercial.....	50
Figure 2.20 : les fonctions d'un centre commercial.....	51
Figure 2.21 : le circuit des utilisateurs et des marchandises dans un centre commercial.....	51
Figure 2.22 : le circuit des travailleurs et des administrateurs dans un centre commercial.....	52
Figure 2.23 : circulation assurer par l'escalator.....	52
Figure 2.24 : circulation assurer par ascenseur.....	52
Figure 2.25 : schéma d'une circulation linière.....	53
Figure 2.26 : exemple d'une circulation horizontale de type linéaire.....	53
Figure 2.27 : schéma d'une circulation centrale.....	53
Figure 2.28 : exemple d'une circulation horizontale de type centrale	53
Figure 2.29 : circulation centrale de type composé.....	53
Figure : 2.30 : le centre commercial Qwartz.....	54
Figure 2.31 : Exemple d'un centre commercial avec un parcours linaire -Créteil Soleil	54
Figure 2.32 : le centre commercial Belle épina à paris.....	54
Figure 2.33 : le centre commercial parque Torea.....	55
Figure 2.34 : Exemple d'un centre commercial avec un parcours circulaire	55
Figure 2.35 : centre commercial avec un parcours labyrinthique	55
Figure 2.36 : Exemple d'un centre commercial avec un parcours Labyrinthique	55
Figure 2.37 : Vente fermée, entrée libre et sortie contrôlée.....	56
Figure 2.38 : Vente ouverte entrée et sorties libres.....	56

Figure 2.39 : le cheminement des clients inclut tous les angles.....	56
Figure 2.40 : Dimensions des comptoirs et des étagères dans la grande surface	57
Figure 2.41 : Les exigences techniques pour la conception d'un escalator	58
Figure 2.42 : Les exigences techniques pour la conception d'un ascenseur	58
Figure 2.43 : les dimensionnements de l'aire de stationnement pour une voiture.....	59
Figure 2.44 : les dimensionnements de l'aire de stationnement pour handicap	59
Figure 2.45 : l'entrée et le stationnement dans un centre commercial.....	59
Figure 2.46 : les modes d'approvisionnement des boutiques.....	60
Figure 3.1 : situation géographique de la wilaya de Tébessa.....	64
Figure 3.2 : Carte géographique de la wilaya de Tébessa.....	64
Figure 3.3 : Température de la wilaya de Tébessa	65
Figure 3.4 : Quantité de précipitations de la wilaya de Tébessa	65
Figure 3.5 : Rose de vent de la wilaya de Tébessa	66
Figure 3.6 : la situation du centre commercial de copimade.....	67
Figure 3.7 : l'environnement immédiat du centre commercial de copimade	67
Figure 3.8 : l'accessibilité du centre commercial de copimade	68
Figure 3.9 : l'organigramme fonctionnel RDC du centre commercial « copimade ».....	71
Figure 3.10: l'organigramme fonctionnel des étages du centre commercial « copimade »...71	
Figure 3.11 : l'organisation spatiale du centre commercial city life	72
Figure 3.12 : l'organisation spatiale du centre commercial bab el Zouar.....	73
Figure 3.13 : l'ambiance spatiale intérieur dans un centre commercial.....	74
Figure 3.14 : l'ambiance spatiale extérieur dans un centre commercial	75
Figure 3.15 : la transparence dans un centre commercial	75
Figure 3.16 : Fiche technique-Ilot Eiffel	77

Figure 3.17 : classement énergétique -Ilot Eiffel-.....	77
Figure 3.18 : Système Constructif -Ilot Eiffel	78
Figure 3.19 : fiche technique des équipements -Ilot Eiffel-,	78
Figure 3.20 : fiche technique -Tour Alto-.....	79
Figure 3.21 : classement énergétique -Tour Alto-,	80
Figure 3.22 : Système Constructif -Tour Alto-.....	80
Figure 3.23 : fiche technique des équipements -Tour Alto-.....	80
Figure 4.1 : préparation du fichier	97
Figure 4.2 : l’insertion des données climatique de la région de Tébessa sur ECOTECT	98
Figure 4.3 : Choix l’unité de dessin. (Réglage des paramètres)	98
Figure 4.4 : l’importation du fichier « DXF » pour le dessin.....	99
Figure 4.5: vue 3D sur l’un des modelés.	99
Figure 4.6 : Les étapes de réglage des informations du model de l’analyse sur ECOTECT	100
Figure 4.7 : La 1 ère étape de l’analyse	100
Figure 4.8 : La 2 -ème étape de l’analyse.....	101
Figure 4.9 : intégration des paramètres des matériaux	102
Figure 4.10 : intégration de la situation du projet au logiciel PVGIS	105
Figure 4.11: choix de type des cellules	105
Figure 4.12: choix de l’angle d’inclinaison et l’azimut	107
Figure 4.13: Résultat affichée par mois sur PVGIS	107
Figure 6.1 : situation géographique du terrain	128
Figure 6.2 : Environnement immédiat du terrain	129
Figure 6.3 : L’accessibilité du terrain	129

Figure 6.4 : L'accessibilité du terrain	128
Figure 6.5 : Coupes topographiques du terrain	128
Figure 6.6 : Zoning de projet	133
Figure 6.7 : La genèse de la forme	134
Figure 6.8 : Plan de masse	135
Figure 6.9 : Plan de sous-sol	136
Figure 6.10 : Plan de rez de chaussé	136
Figure 6.11 : Plan de 1-er et 2-ème étages	137
Figure 6.12 : La façade principale	137
Figure 6.13 : La façade latérale droite	137
Figure 6.14 : La vue 3D du projet	138
Figure 6.15 : La vue en perspective du projet	138

Liste des tableaux :

Tableau 1.1 : les caractéristiques des Cellules photovoltaïques	25
Tableau 2.1 : Classification des équipements commerciaux Selon la surface de vente et des autres facteurs.....	38
Tableau 3.1 : fiche technique de l'exemple 01-02.....	72
Tableau 3.2 : fiche technique de l'exemple 03.....	73
Tableau 3.3 : fiche technique de l'exemple 04.....	74
Tableau 3.4 : fiche technique de l'exemple 05.....	75
Tableau 3.5 : tableau récapitulatif du système constructif des exemples	81
Tableau 4.1 : tableau de codification des scénarios pour les matériaux.	96
Tableau 4.2 : scénarios de la production énergétique du mur selon des différents paramètres	103
Tableau 4.3 : tableau de codification des scénarios pour la toiture.	104

Tableau 4.4 : tableau de codification des scénarios pour l’atrium	104
Tableau 5.1 : La consommation énergétique annuelle dans l’état initial du bâtiment	111
Tableau 5.2 : Classement des scénarios par ses consommations énergétiques pendant la période cooling.	113
Tableau 5.3 : Classement des scénarios par ses consommations énergétiques pendant la période de chauffage	117
Tableau 5.4 : Classement des scénarios par ses consommations énergétiques pendant les deux périodes estivale et hivernale combinées	118
Tableau 5.5 : Décodage du scénario optimal	119
Tableau 5.6 : les scénarios de la production énergétique du mur et leur classement	120
Tableau 5.7 : les scénarios de la production énergétique de la dalle et leur classement.	121
Tableau 5.8 : les scénarios de la production énergétique de la dalle et leur classement	122
Tableau 6.1 : programmation architecturale du centre commercial.....	131

Liste des graphes :

Graphe 5.1 : La consommation énergétique annuelle dans l’état initial du bâtiment durant la période de climatisation	112
Graphe 5.2 : La consommation énergétique annuelle dans l’état initial du bâtiment durant la période de chauffage.....	112
Graphe 5.3 : La consommation énergétique des scénarios et leurs classements pendant la période de climatisation	114
Graphe 5.4 : La consommation énergétique des scénarios et leurs classements pendant la période de chauffage.....	116
Graphe 5.5 : La consommation énergétique des scénarios et leurs classements pendant les deux périodes estivale et hivernale combinées	119
Graphe 5.6 : comparaison entre la production énergétique du mur rideau pour chaque scénario.....	120

Graphe 5.7 : comparaison entre la production énergétique de la dalle pour chaque scénario.....	122
Graphe 5.8 : comparaison entre la production énergétique du verre pour chaque scénario	123
Graphe 6.1 : Schéma graphique représente la dominance des différentes fonctions dans le centre commercial.....	133

Liste des schémas :

Schéma 2.1 : Schéma explicatif du rôle de commerce.....	36
Schéma 2.2 : Les objectifs d'un centre commercial,	44

Liste des photos :

Photo 3.1 : le centre commercial de copimade à Tébessa.....	66
Photo 3.2: les façades du centre commercial de copimade	69
Photo 3.3 : les matériaux de construction du centre commercial « copimade ».....	70

Résumé :

Aujourd'hui le monde entier fait face aux problèmes énergétiques ; aux pollutions atmosphériques. C'est pour ça des différents sommets mondiaux sur l'environnement ayant comme pour objectif la sensibilisation de tous les pays du monde à minimiser les émissions de gaz à effet de serre par le développement et l'utilisation d'énergies alternatives renouvelables au lieu d'énergies fossiles.

Dans ce discours et dans le but de réduire la consommation d'énergie dans le secteur du bâtiment, plusieurs concepts ont apparu, tels que le bâtiment à énergie positive. Ce type de bâtiment est basé d'une part sur des solutions conceptuelles et des solutions techniques pour atteindre un bilan énergétique annuel positif et d'autre part sur l'exploitation des énergies renouvelables.

À cet égard, nos travaux de recherche posent le thème des bâtiments à énergie positive comme nouvelle vision de l'architecture durable, donc notre objectif était de définir le concept de bâtiment à énergie positive à toutes ses dimensions conceptuellement et énergétiquement dans le climat semi-aride à la ville de Tébessa dans un bâtiment à caractère commercial.

Nous avons sélectionné dans cette recherche les matériaux de construction et les isolants comme paramètres, à étudier leurs effets par la simulation numérique avec le logiciel Ecotect.

Vingt-quatre scénarios avec différents matériaux de construction et isolants ont été testés et comparés en ce qui concerne la consommation énergétique annuelle.

Afin d'atteindre le modèle le plus performant, nous avons procédé au calcul de la productivité énergétique de ce modèle avec le logiciel PVGIS, en intégrant des cellules photovoltaïques au niveau du mur rideau, toiture et verre.

Le meilleur résultat obtenu en termes de la réduction d'énergie est un genre de mur qui se compose du béton de chanvre comme un matériau de remplissage, la laine de verre comme un matériau isolant avec une dalle de béton armé isolé par 16 cm de polyuréthane. Et en termes de la production énergétique est l'intégration des cellules au niveaux des façades avec un angle d'inclinaison de 70° et de type de cellule cristalline silicone en plus des dalles inclinées avec 32°.

Pour finaliser notre travail, nous avons comparé la consommation et la production d'énergie pour avoir le bilan énergétique relatif à notre projet pour le classer comme un BEPOS.

Finalement nous avons appliqué les résultats précédents dans la phase de la conception pour construire un nouveau centre commercial à énergie positive à la ville de Tébessa.

Les mots clés : Bâtiment à énergie positive, énergie renouvelable, l'intégration des cellules photovoltaïques, centre commercial, la consommation énergétique, la production énergétique, l'énergie solaire, les matériaux de construction, développement durable, la ville de Tébessa.

ملخص :

اليوم العالم كله يواجه مشاكل تتعلق بالطاقة. وبتلوث الغلاف الجوي. هذا هو السبب في أن القمم العالمية المختلفة حول البيئة تهدف إلى زيادة الوعي في جميع دول العالم لتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من خلال تطوير واستخدام الطاقات المتجددة البديلة بدلاً من "الوقود الأحفوري".

في هذا الخطاب ويهدف لتقليل استهلاك الطاقة في قطاع البناء ظهرت عدة مفاهيم مثل بناء الطاقة الإيجابي. يعتمد هذا النوع من المباني من جهة على الحلول التصميمية وكذا التقنية لتحقيق توازن طاقة سنوي إيجابي ومن جهة أخرى يعتمد على استغلال الطاقات المتجددة..

في هذا الصدد، يطرح عملنا البحثي موضوع مباني الطاقة الإيجابية كروية جديدة للعارة المستدامة، لذلك كان هدفنا هو تحديد مفهوم بناء الطاقة الإيجابية بجميع أبعادها من الناحية المفاهيمية والحيوية في المناخ شبه الجاف في تبسة في مبنى تجاري.

لقد اخترنا في هذا البحث مواد البناء والعوازل كعناصر التجربة لدراسة آثارها عن طريق المحاكاة العددية باستخدام برنامج (Ecotect) حيث تم اختبار أربعة وعشرين سيناريو بمواد بناء مختلفة ومواد عزل ومقارنتها فيما يتعلق باستهلاك الطاقة السنوي.

و من خلال دمج الخلايا الكهروضوئية على مستوى الحائط الساتر والسقف والزجاج من أجل الوصول إلى النموذج الأكثر كفاءة، شرعنا في حساب إنتاجية الطاقة لهذا النموذج باستخدام برنامج (PVGIS) أفضل نتيجة تم الحصول عليها من حيث تقليل الطاقة هي نوع من الجدار يتكون من خرسانة القنب كإضافة مع بلاطة خرسانية معزولة ب 16 سم من مادة البولي يوريثان. ومن حيث إنتاج الطاقة، يتم تكامل الخلايا في الواححات بزوايا ميل 70 درجة على مستوى الحائط وبزاوية ميل 32 درجة على مستوى السقف أما أفضل نوع خلية فهو خلية السيليكون البلوري.

لإنهاء عملنا، قمنا بمقارنة استهلاك وإنتاج الطاقة. وقد حققنا الحصول على توازن طاقة إيجابي مما يمكننا من تصنيف المشروع على أنه (BEPOS).

في الأخير، طبقنا النتائج المحصل عليها في مرحلة التصميم لبناء مركز تسوق جديد ذو طاقة إيجابية في مدينة تبسة.

الكلمات المفتاحية: بناء ذو طاقة إيجابية، الطاقة المتجددة، دمج الخلايا الكهروضوئية، مركز التسوق، استهلاك الطاقة، إنتاج الطاقة، الطاقة الشمسية، مواد البناء. التنمية المستدامة، مدينة تبسة.