



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
Et de la Recherche Scientifique



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

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

*Domaine : Architecture, Urbanisme et Métiers de la ville*

*Filière : Architecture*

**Option : Architecture**

Thème :

**Le BEPOS comme une nouvelle vision a l'architecture durable  
Cas : Centre d'affaire Annaba**

Elaboré par :  
RAIS Ismail

Encadré par :  
Mr. AHRIZ Atef

**Soutenu devant le jury composé de :**

- 01- Mr. Fares Ali
- 02- Mr. Ahriz Atef
- 03- Mr. Bibimoun Oualid
- 04- M<sup>me</sup> Lacheheb Sara + M<sup>me</sup> Zghichi Sara

Président  
Rapporteur  
Examineur  
Co-encadreur

Année universitaire : **2019/2020**

## Sommaire

<b>Sommaire</b> .....	I
<b>Résumé</b> .....	IV
<b>Liste des figures</b> .....	VI
<b>Liste des tableaux</b> .....	IX

### Chapitre introductif

1. Introduction .....	1
2. Question de recherche .....	1
3. Hypothèse .....	1
4. Objectifs.....	1
5. Méthode de recherche.....	2
6. Structure du mémoire .....	2

### Chapitre 01 : Le bâtiment à énergie positive

Introduction.....	4
1. Le bâtiment performant .....	4
2. Typologie des bâtiments performant .....	5
2.1. Concepts purement énergétiques.....	5
2.2. Concepts plus larges.....	10
3. Les critères d'évaluation propres aux bâtiments performants .....	11
4. Le Bâtiment à énergie positive BEPOS.....	13
4.1. Généralité sur le Bâtiment à énergie positive BEPOS .....	13
4.2. Définition du BEPOS .....	14
4.3. Enjeux par rapport à l'énergie .....	16
4.3.1. La réduction des besoins de consommation.....	16
4.3.2. La production locale d'énergie .....	16
4.3.3. La gestion de l'énergie.....	16
Conclusion .....	16

### Chapitre 02 : Architecture des centres d'affaire

Introduction.....	18
1. Généralités sur l'administration.....	18
1.1. Définition du thème l'administration .....	18
1.2. Classification des types d'administration.....	18
2. L'architecture des centres d'affaires.....	19

2.1.	Définition du projet centre d'affaires .....	19
2.2.	Les centres d'affaires par définition systématique .....	19
2.3.	Aperçue historique sur les centres d'affaires .....	20
2.4.	Les avantages des centres d'affaires .....	20
2.5.	Les utilisateurs et les besoins .....	22
2.6.	Les composantes d'un centre d'affaires .....	24
2.7.	Relations spatiales et fonctionnelles .....	24
2.8.	Les exigences spatiales.....	26
2.9.	Les différents types de bureaux.....	30
3.	Analyse des exemples .....	31
	Conclusion .....	34

### **Chapitre 03 : Recherches antérieures sur les bâtiments à énergie positive à caractère administratif**

	Introduction.....	35
1.	Palazzo Nice Meridia.....	35
1.1.	Critères Effinergie .....	36
1.2.	Système Constructif .....	37
1.3.	Equipement.....	38
2.	Organdi .....	38
2.1.	Critères Effinergie .....	40
2.2.	Système constructif .....	40
2.3.	Equipement.....	41
3.	Médiathèque Aimé Césaire .....	41
3.1.	Critères Effinergie .....	43
3.2.	Système constructif .....	43
3.3.	Equipement.....	44
4.	Hôtel d'entreprises et ateliers relais .....	44
4.1.	Critères Effinergie .....	46
4.2.	Système constructif .....	46
4.3.	Equipement.....	47
5.	Tableau récapitulatif.....	47
	Conclusion .....	49

### **Chapitre 04 : Cas D'étude Centre D'affaire à Annaba**

Introduction.....	51
1. Présentation de la ville d'Annaba.....	51
1.1. Situation géographique.....	51
1.2. Le climat de la ville de ANNABA.....	52
1.3. Accessibilité et infrastructure de transport.....	52
2. Présentation du site.....	53
2.1. Fiche d'identité du terrain.....	53
2.2. Critères de choix.....	54
2.3. Situation.....	54
2.4. Environnement immédiat.....	54
2.5. L'accessibilité.....	55
2.6. Morphologie et Relief.....	56
2.7. Servitude et contrainte.....	56
3. Programme.....	57
4. Passage à l'esquisse.....	59
5. Méthode de l'expérimentation.....	63
6. Création du model d'analyse.....	64
6.1. Les paramètres de l'expérimentation.....	64
6.2. La codification des paramètres d'analyse.....	64
6.3. Création du modèle.....	64
Conclusion.....	68

## **Chapitre 05 : Recherche expérimentale**

Introduction.....	69
1. L'évaluation de la consommation annuelle d'énergie du bâtiment.....	69
1.1. La consommation énergétique pendant la période de climatisation (cooling) :.....	69
1.2. La consommation énergétique pendant la période de chauffage (heating) :.....	70
1.3. L'évaluation de la consommation énergétique et l'économie d'énergie avec les matériaux de construction :.....	70
1.4. L'évaluation de la consommation avec la protection des façades.....	77
1.5. L'évaluation de la consommation les heures de travaille.....	77
2. Calcule de la quantité de l'énergie produite à travers les PV.....	78
3. L'analyse et l'interprétation des résultats retenus.....	80
Conclusion.....	80

<b>Conclusion générale</b> .....	81
<b>Références et bibliographie</b> .....	83

## Résumé :

La maîtrise de la consommation énergétique des bâtiments à énergie positive est un défi pour les concepteurs. Aujourd'hui, il devient de plus en plus difficile de relever ce défi, notamment avec les conditions climatiques actuelles qui ont fait de la performance énergétique une demande mondiale dans tous les domaines, notamment en architecture.

À cet égard, nos travaux de recherche posent la question des bâtiments à énergie positive comme nouvelle vision de l'architecture durable, car cette dernière nécessite des outils efficaces pour aider à la conception et à la construction dans le but de réduire la consommation d'énergie. Et augmenter la production d'énergie.

Notre objectif était de définir le concept de bâtiment à énergie positive dans toutes ses dimensions et sa conception dans le climat méditerranéen à Annaba dans un bâtiment à caractère administrative.

Dans la partie théorique, la note contient des concepts de base liés aux bâtiments performant et les bâtiments à énergies positive ainsi que des généralisations sur les bâtiments administratifs. Dans la partie pratique dans lequel les simulations de consommation d'énergie sont numérisées à l'aide du programme "ECOTECT", les résultats sont ensuite compilés et appliqués à la conception finale du projet.

Les résultats obtenus à l'issue de l'étude illustrent que les mâtériaux 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.

**Mots-clés :** La consommation énergétique, bâtiments à énergie positive, l'architecture durable, la production d'énergie, bâtiment administrative, centres d'affaires, simulation, Ecotect, les éléments de construction.

## المخلص:

يعتبر التحكم في استهلاك الطاقة لمباني الطاقة الإيجابية تحديًا للمصممين. في الوقت الحاضر، تزداد صعوبة مواجهة هذا التحدي، خاصة مع الظروف المناخية الحالية التي جعلت أداء الطاقة مطلبًا عالميًا في جميع المجالات، ولا سيما في مجال العمارة.

في هذا الصدد، يثير عملنا البحثي مسألة مباني الطاقة الإيجابية كروية جديدة للهندسة المعمارية المستدامة، حيث تتطلب الأخيرة أدوات فعالة للمساعدة في التصميم والبناء بهدف تقليل الاستهلاك الطاقة. وزيادة انتاجها.

كان الهدف من هذه الدراسة تحديد مفهوم للمباني ذات الطاقة الإيجابية بكل أبعادها وتصميمها في مناخ البحر الأبيض المتوسط في مدينة عنابة والتي قمنا بدراستها على مبنى ذو طابع اداري.

تحتوي المذكرة في الجزء النظري على المفاهيم الأساسية المتعلقة بالمباني إيجابية الطاقة والمباني الفعالة وكذا عموميات حول المباني الإدارية. اما الفصل التطبيقي الذي تتم فيه عمليات المحاكاة رقمية لاستهلاك الطاقة باستخدام برنامج "ECOTECT" ثم حوصلة النتائج وتطبيقها على التصميم النهائي.

النتائج المتحصل عليها في نهاية الدراسة توضح مواد البناء ونظم انشائها تمثل دورًا مهمًا للغاية في تحسين أداء الطاقة وتقليل استهلاك الطاقة في المبنى، كما يمكننا تقليل الاستهلاك من خلال إجراءات بسيطة للغاية ولكنها في الواقع فعالة للغاية وهائلة، وهذا ما تمثله المباني طاقة إيجابية.

**الكلمات المفتاحية:** استهلاك الطاقة، المباني ايجابية الطاقة، العمارة المستدامة، إنتاج الطاقة، المباني الإدارية، المحاكاة، عناصر البناء.

## Liste des figures :

### Chapitre 01 :

Figure1. 1 schéma descriptif de la fonction d'un bâtiment performant.....	5
Figure1. 2 Principes de base d'une conception bioclimatique .....	5
Figure1. 3 principes constructifs et techniques d'un bâtiment passif en Allemagne .....	6
Figure1. 4 schéma explicatif de la production et la consommation d'énergie dans un bâtiment .....	7
Figure1. 5 schéma descriptif de production et consommation de zéro énergie ou net zéro énergie .....	7
Figure1. 6 schéma descriptif de BEPOS .....	9
Figure1. 7 photo représente un concentré de technologies pour un bâtiment autonome.....	9
Figure1. 8 exemple de Zéro utility costs & zéro carbon house .....	10
Figure1. 9 Schéma de principe d'une maison BEPOS.....	14

### Chapitre 02 :

Figure2. 1 principe de fonctionnement d'un centre d'affaire .....	19
Figure2. 2 les utilisateurs principales et secondaires dans un centre d'affaire .....	22
Figure2. 3 parcours des travailleurs .....	24
Figure2. 4 parcours des visiteurs.....	25
Figure2. 5 parcours des administrateurs.....	25
Figure2. 6 organigramme globale.....	26
Figure2. 7 dimensionnement d'hauteur des ouvertures.....	28
Figure2. 8 présentation du faux plafond et faux plancher des bureaux .....	28
Figure2. 9 largeur de passage aux rangements .....	29
Figure2. 10 largeur de passage derrière un bureau.....	29
Figure2. 11 présentation d'un bureau cloisonné.....	30
Figure2. 12 présentation d'un bureau paysager.....	31
Figure2. 13 présentation d'un bureau semi ouvert .....	31

### Chapitre 03 :

Figure3. 1 le Palazzo immeuble de bureaux.....	36
Figure3. 2 fiche technique Palazzo immeuble de bureaux .....	36
Figure3. 3 classement énergétique du Palazzo immeuble de bureaux .....	36
Figure3. 4 système constructif Palazzo immeuble de bureaux.....	37
Figure3. 5 fiche technique des équipements du Palazzo immeuble de bureaux.....	38
Figure3. 6 Organdi immeuble de bureaux .....	39
Figure3. 7 fiche technique du Organdi immeuble de bureaux .....	39
Figure3. 8 classement énergétique du Organdi immeuble de bureaux.....	40
Figure3. 9 système constructif du Organdi immeuble de bureaux .....	41
Figure3. 10 fiche techniques des équipements du Organdi immeuble de bureaux .....	41
Figure3. 11 Médiathèque Aimé Césaire.....	42
Figure3. 12 fiche technique du Médiathèque Aimé Césaire .....	42
Figure3. 13 classement énergétique du Médiathèque Aimé Césaire.....	43
Figure3. 14 système constructif du Médiathèque Aimé Césaire .....	44
Figure3. 15 fiche technique des équipements du Médiathèque Aimé Césaire .....	44
Figure3. 16 Hôtel d'entreprises et ateliers relais.....	45



Figure3. 17 fiche technique du Hôtel d'entreprises et ateliers relais .....	45
Figure3. 18 classement énergétique du Hôtel d'entreprises et ateliers relais.....	46
Figure3. 19 système constructif du Hôtel d'entreprises et ateliers relais.....	46
Figure3. 20 fiche technique des équipements du Hôtel d'entreprises et ateliers relais.....	47

#### **Chapitre 04 :**

Figure4.1 situation de Annaba.....	51
Figure4. 2 présentation du trame de trafic d'Annaba .....	52
Figure4. 3 Situation du cas d'étude .....	53
Figure4. 4 situation du terrain.....	54
Figure4. 5 Environnement immédiat du terrain.....	55
Figure4. 6 Accessibilité du terrain.....	55
Figure4. 7 morphologie du terrain.....	56
Figure4. 8 coupe topographique01 .....	56
Figure4. 9 présentation de la route qui traverse notre terrain .....	57
Figure4. 10 Plan De Masse.....	59
Figure4. 12 Plan Sous-sol.....	60
Figure4. 13 Plan RDC .....	60
Figure4. 14 Plan étage R+1 .....	61
Figure4. 15 Plan étage R+2. ....	61
Figure4. 16 Plan étage R+3 .....	62
Figure4. 17 Plan étage R+4 .....	62
Figure4. 18 Plan étage R+5 .....	62
Figure4. 19 Plan étage R+6 .....	63
Figure4. 20 Plan étage R+7 .....	63
Figure4. 21 intégration des donne climatique de la région et la date .....	65
Figure4. 22 la précision des heures du travail ,l'activité ,la température et le niveau d'éclairage.....	65
Figure4. 23 vue 3D sur l'un des modelés .....	66
Figure4. 24 intégration des paramètres des matériaux. ....	66
Figure4. 25 vue 3D sur un modelé amélioré).....	67
Figure4. 26 vue 3D sur le modelé renforce avec une façades a doublé peau.....	67
Figure4. 27 la modification des heures des travaille .....	67
Figure4. 28 interface du PVGIS .....	68

#### **Chapitre 05 :**

Figure5. 1 la consommation énergétique de climatisation .....	69
Figure5. 2 la consommation énergétique de chauffage .....	70
Figure5. 3 classement des scenario par consommation énergétique (cooling).....	73
Figure5. 4 classement des scenarios par économie d'énergie (cooling).....	73
Figure5. 5 classement des scenario par consommation énergétique (heating).....	74
Figure5. 6 classement des scenarios par économie d'énergie (heating).....	75
Figure5. 7 classement des scenario par consommation énergétique (heating/cooling).....	76
Figure5. 8 classement des scenarios par économie d'énergie (heating/cooling).....	77
Figure5. 9 fiche technique de production d'énergie .....	79

## Liste des tableaux :

### Chapitre 02 :

Tableau2. 1 les activité et les espaces dans un centre d'affaire.....	22
Tableau2. 2 les fonction d'un centre d'affaire.....	24
Tableau2. 3 tableau récapitulatif d'analyse des exemples.....	32

### Chapitre 03 :

Tableau3. 1 tableau récapitulatif des matériaux de construction.....	47
Tableau3. 2 tableau récapitulatif des murs extérieurs .....	48
Tableau3. 3 tableau récapitulatif des toiture.....	48
Tableau3. 4 tableau récapitulatif des plancher .....	49
Tableau3. 5 tableau récapitulatif des fenêtres/porte-fenêtre.....	49

### Chapitre 04 :

Tableau4. 1 tableau du programme qualitative et quantitative.....	57
Tableau4. 2 tableau de codefication des senarios.....	64

### Chapitre 05 :

Tableau5. 1 tableau récapitulatif e des caractéristiques des matériaux par modelé .....	70
Tableau5. 2 la consommation totale des scenarios (cooling).....	72
Tableau5. 3 classement des scenarios par consommation énergétique et économie d'énergie (cooling) .....	72
Tableau5. 4 la consommation totale des scenarios (heating) .....	74
Tableau5. 5 classement des scenarios par consommation énergétique et économie d'énergie (heating) .....	74
Tableau5. 6 classement général de la consommation énergétique (cooling/heating).....	76

---

## *Introduction générale*

---

## **1. Introduction**

Le secteur du bâtiment est actuellement l'un des secteurs les plus consommateurs mondiaux d'énergie parmi tous les secteurs économiques. À l'échelle mondiale, le secteur du bâtiment représente de 30 à 40 % de la consommation totale d'énergie et une forte part des impacts environnementaux d'origine anthropique. 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 complémentaire.

La réduction de la consommation d'énergie des bâtiments constitue un enjeu majeur de ce début de siècle. La réalisation de bâtiments à faible consommation d'énergie est un processus complexe qui nécessite le développement d'outils performants d'assistance à leur conception, leur construction et leur maintenance.

## **2. Question de recherche**

- Comment concevoir un bâtiment à énergie positive à vocation administrative dans un climat méditerranéen à ANNABA ?

Pour répondre ces défis conceptuels, énergétique, environnementale et bien maitrise ce concept il faut d'abord répondre aux questions suivants :

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

## **3. Hypothèse**

Question à laquelle, on peut répondre par les hypothèses suivantes :

- Concevoir un bâtiment à énergie positive à vocation administrative dans un climat méditerranéen à ANNABA Le bâtiment à énergie positive c'est un bâtiment qu'il produise l'énergie plus qu'il consomme.
- Intégrer les techniques d'énergie solaire passive et active qui sont basées sur l'énergie renouvelable dans l'objectif de réduire la consommation énergétique.

## **4. Objectifs**

Notre recherche est orientée vers les objectifs suivants :

- Concevoir un bâtiment à énergie positive à vocation administrative dans un climat méditerranéen à ANNABA.
- Détermine le concept du bâtiment à énergie positive.
- Minimiser la consommation énergétique et produire l'énergie d'une autre part.

## 5. Méthode de recherche

Cette recherche sera développée en deux parties principales

La première partie : traite les aspects théoriques du sujet de la recherche. Elle est basée sur une recherche bibliographique et un état de l'art des connaissances. Cette partie a pour rôle de :

-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.

-Une recherche thématique sur le projet qui est basée sur les centres d'affaires, leurs définitions et leurs types.

La deuxième partie : Traite les aspects pratiques, c'est-à-dire ceux concernant l'application du concept des bâtiments sur notre projet qui est le centre d'affaire.

- Une évaluation du concept appliqué sur le projet à travers un bilan énergétique sur trois étapes

- L'évaluation de la consommation annuelle d'énergie du bâtiment en état initial.
- L'évaluation de la consommation annuelle d'énergie du bâtiment après l'intégration des techniques d'énergie solaire passive et active dans le but de réduire la consommation énergétique du bâtiment.
- L'évaluation de la consommation annuelle d'énergie du bâtiment après l'intégration des techniques de production de l'énergie dans le bâtiment.

## 6. Structure du mémoire

Notre recherche est structurée en six parties comme suite :

-**Chapitre Introductif** : qui présente la problématique de recherche, ses hypothèses ses objectifs et la méthodologie choisie pour mener cette recherche.

-**Premier Chapitre** : est orienté vers les bâtiments à énergies positives pour définir le concept du bâtiment performant les typologies de ses bâtiments ses critères d'évaluation le et les techniques utilisés aux bâtiments à énergie positive.

**-Deuxième Chapitre** : est destiné vers la recherche thématique sur le projet dans l'objectif de connaître toutes les définitions de centre d'affaires ses types et ses exigences.

**-Troisième Chapitre** : ce chapitre permet de voir et d'explorer les différentes applications du concept du BEPOS sur les centres d'affaires ou des autres projets pour maîtriser les méthodes d'application et d'évaluation.

**-Quatrième Chapitre** : dans ce chapitre on va évaluer notre projet en son état initiale et après l'intégration des techniques du système passif at actif et finalement après l'intégration du système producteur d'énergie.

**-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 administrative dans la zone climatique du Annaba.

---

***Chapitre 01 : Le bâtiment à énergie positive.***

---

## **Introduction**

Le secteur de bâtiment et de la construction des bâtiments combinés est responsable de plus d'un tiers de la consommation d'énergie finale mondiale et de près de 40% des émissions totales directes et indirectes de CO<sub>2</sub>. La demande énergétique des bâtiments et de la construction de bâtiments continue d'augmenter, tirée par un meilleur accès à l'énergie dans les pays en développement, une plus grande propriété et utilisation d'appareils consommateurs d'énergie et une croissance rapide de la surface de plancher des bâtiments dans le monde. (Buildings – Topics - IEA, 2020)

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)

Des solutions appliquées sur le secteur du bâtiment amènent pou fonctionne simultanément sur la consommation du bâtiment sa structure et ses déférents équipements base sur la phase de la conception les bâtiments performants plus précisément le bâtiment a énergie positive combine une grande partie de ces solutions ces bâtiments, qui combinent 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)

### **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)

Suite à la présentation des différents labels de performance énergétique, on peut présenter, maintenant, les divers concepts des bâtiments performants qui sont encadrés par ces labels. En effet, ces bâtiments sont classés en trois catégories de même que les labels qui leurs



associent : bâtiments performants, bâtiments très performants, et bâtiments zéro énergie ou à énergie positive.(HPE en Algérie, 2013)

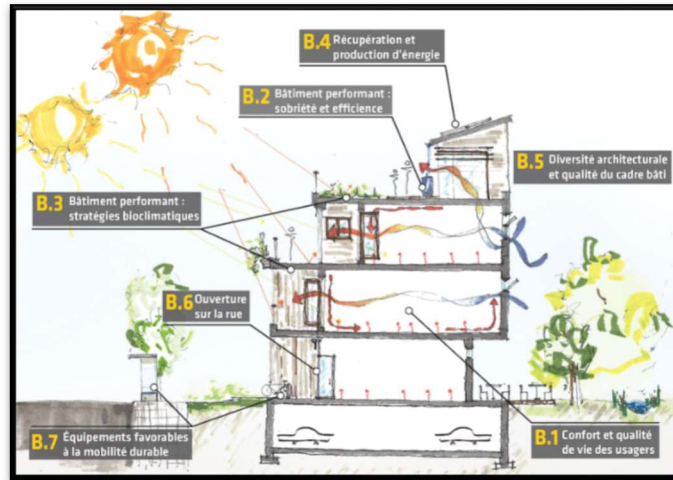


Figure1. 1schéma descriptif de la fonction d'un bâtiment performant. Source :( Échelle du bâtiment - ObjectifEcoquartiers.org, 2020)

## 2. Typologie des bâtiments performant

Suite à la présentation des différents labels de performance énergétique, on peut présenter, maintenant, les divers concepts des bâtiments performants qui sont encadrés par ces labels. En effet, ces bâtiments sont classés en trois catégories de même que les labels qui leurs associent : bâtiments performants, bâtiments très performants, et bâtiments zéro énergie ou à énergie positive.

### 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

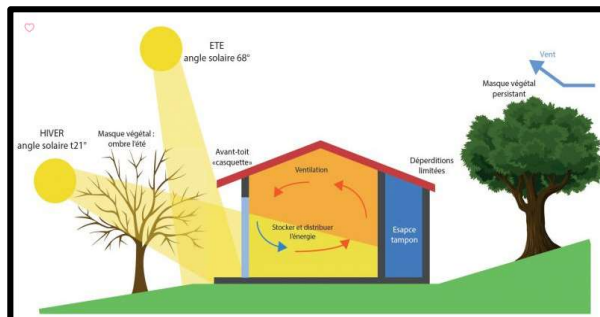


Figure1. 2 Principes de base d'une conception bioclimatique. Source :(BBC, bâtiment basse consommation, bioclimatique Lorraine - Biobati Lorraine, 2020)

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. Ce concept n'inclut aucun moyen à l'avance de produire de l'énergie locale, mais il ne l'exclut pas. (Stéphane.2008)

Les bâtiments d'habitation sont BBC (selon le label Effinergie) lorsque la consommation d'énergie primaire est inférieure à 50 kWh/m<sup>2</sup>/an pour les postes suivants : chauffage, eau chaude sanitaire, ventilation, éclairage et refroidissement. Cependant la consommation énergétique globale des bâtiments à usage autre que d'habitation (tertiaire...) ne doit pas dépasser 50 % de la consommation conventionnelle de référence de la RT 2005.

Ce type de bâtiments peut être réalisé par l'optimisation des isolations et minimisations des ponts thermiques et l'augmentation des apports passifs. Ces types de bâtiments ne nécessitent pas aucune production locale d'énergie. (Energie, 2019)

**b. Le bâtiment passif** (en allemand : Passivhaus, en anglais : passive house)

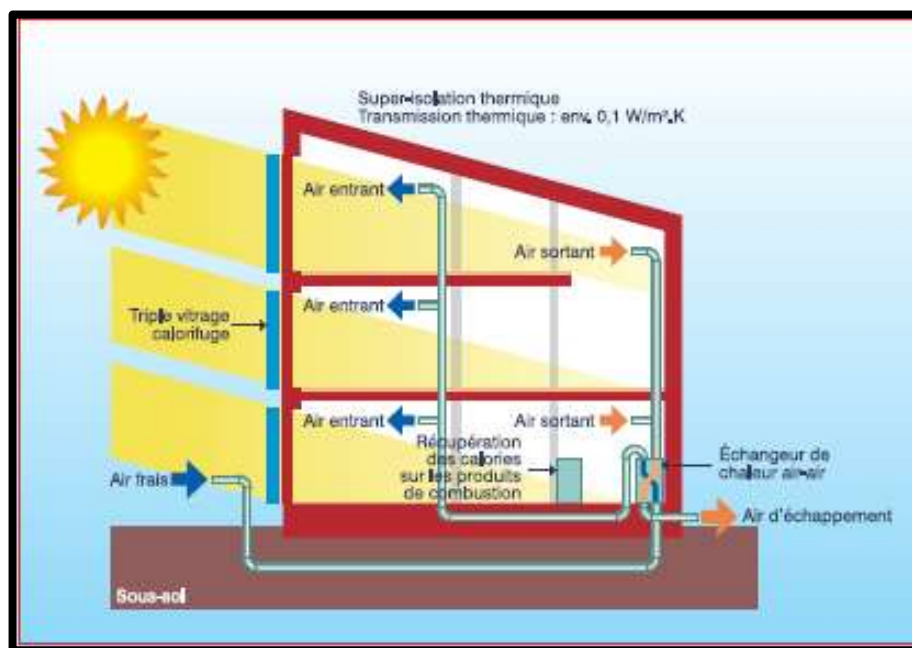


Figure1. 3 principes constructifs et techniques d'un bâtiment passif en Allemagne.  
Source : (Traite\_Archi\_Urba\_Bioclimate, 2005)

Ce bâtiment à très faible consommation d'énergie ne demande pas un système de chauffage ou de climatisation active. Les systèmes de chauffage et de ventilation solaires sont suffisants pour maintenir une atmosphère intérieure confortable. Ce concept inclut aussi une réduction des besoins d'électricité et un système de production d'électricité à partir des sources d'énergies renouvelables. En pratique, un système de secours est obligatoire pour assurer le confort

thermique pendant les jours les plus froids, elle est le plus souvent liée à la ventilation. (Mémoire maisons passives, 2008)

**c. Le bâtiment producteur d'énergie (en anglais : near zero energy house)**

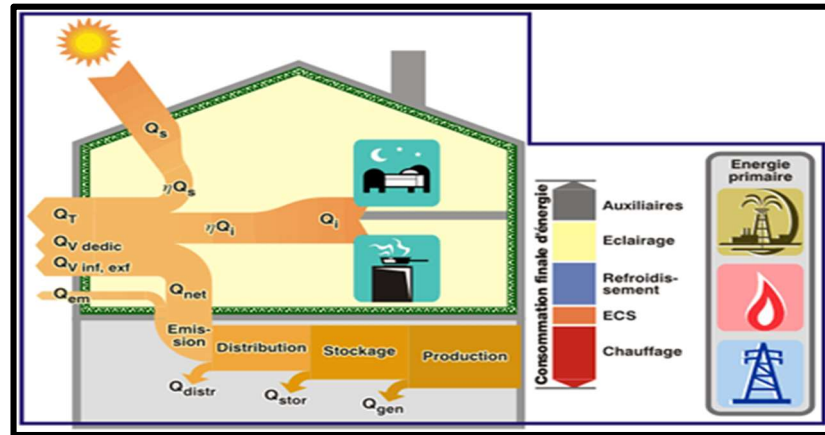


Figure1. 4 schéma explicatif de la production et de la consommation d'énergie dans un bâtiment. Source : (Consommation en énergie primaire, 2011)

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)

**d. Le bâtiment zéro énergie ou zéro net (en anglais : net zero energy house)**

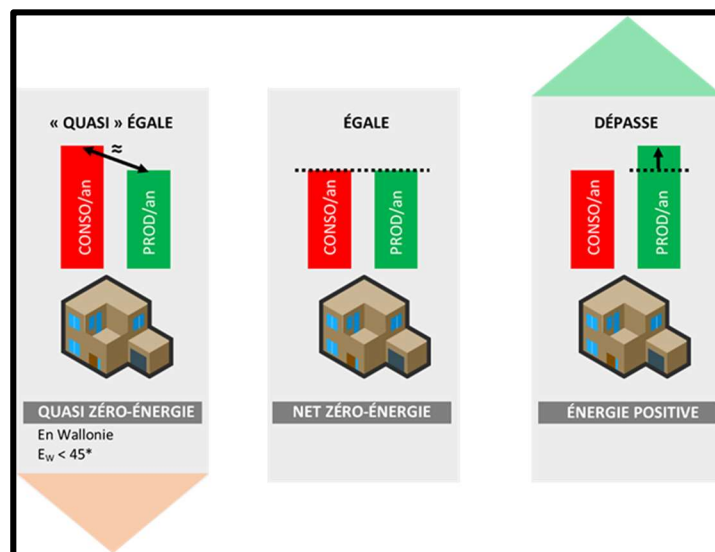


Figure1. 5 schéma descriptif de production et consommation de zéro énergie ou net zéro énergie. Source : (NetZEB, 2018)

Ce bâtiment relie les faibles besoins énergétiques avec les moyens de production d'énergie locaux. Sa production d'énergie équilibre sa consommation pendant une année, la quantité de l'énergie produite est égale la quantité d'énergie consommée donc le bilan énergétique de ce type est nul. (Thiers, 2008)

Les maisons zéro énergie se chauffent en général par des panneaux solaires thermiques, avec l'appoint fourni par une pompe à chaleur alimentée en électricité. Les panneaux photovoltaïques sont donc dimensionnés par les besoins en électricité de la pompe à chaleur, additionnés par les autres besoins électriques.

Le principe de la maison à énergie zéro est donc complètement différent de celui de la maison passive, puisqu'il consiste en une compensation de la consommation totale, quelle qu'elle soit, et non en une optimisation des conditions favorisant la sobriété énergétique de la maison. Le bilan de consommation de la maison à énergie zéro prend en considération 5 usages principaux que sont le chauffage, la climatisation éventuelle, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage et les auxiliaires. Cette consommation doit tendre vers l'objectif :

- Maison énergie zéro (5 usages) = consommation env. 0 à 15 kWh/m<sup>2</sup>.an, en Énergie primaire.
- Maison énergie zéro (tous les usages, compris appareils électriques, ...) = env.100 kWh/m<sup>2</sup>.an, en énergie primaire.

**e. Le bâtiment à énergie positive BEPOS (en allemand : *Plusenergiehaus*)**

Ce bâtiment producteur d'énergie dépasse le niveau zéro énergie il produit totalement plus d'énergie qu'il n'en consomme. Ce bâtiment est connecté à un réseau de distribution d'électricité qui peut exporter son surplus électrique. (Thiers, 2008)

Le bâtiment a énergie positive c'est un bâtiment qui a un bilan énergétique globale positif (il dépasse le niveau zéro énergie) donc 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.

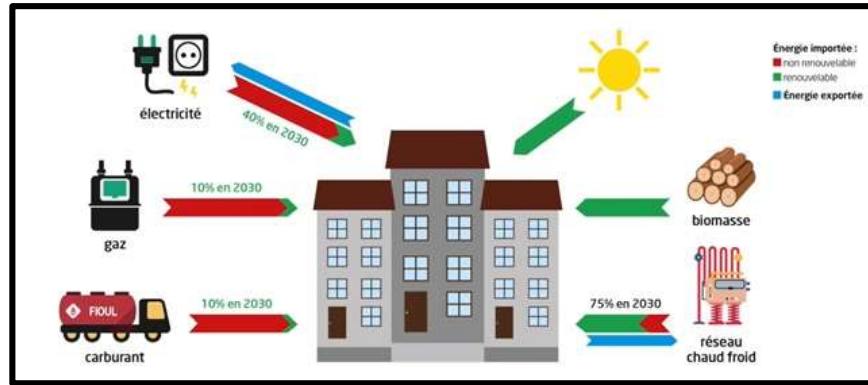


Figure1. 6 schéma descriptif de BEPOS. Source : (Etudes Thermiques RT2012 - Bureau d'études BE FACTEUR 4, 2020)

Pour mesurer un BEPOS deux paramètres énergétiques sont retenus :

- Le bâtiment doit être sobre en énergie hors son production locale et son contenu du carbone doit être faible aussi.

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

#### f. Le bâtiment autonome



Figure1. 7 photo représente un concentré de technologies pour un bâtiment autonome. Source : (Le Moniteur 2020)

Le bâtiment est autonome lorsque sa source d'énergie ne dépend d'aucune ressource à distance. 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. (Rebah, 2010; Thiers, 2008)

## 2.2. Concepts plus larges

Les concepts suivants incluent les bâtiments performant du côté énergétique et les concepts environnementaux :

### a. Zero utility cost house

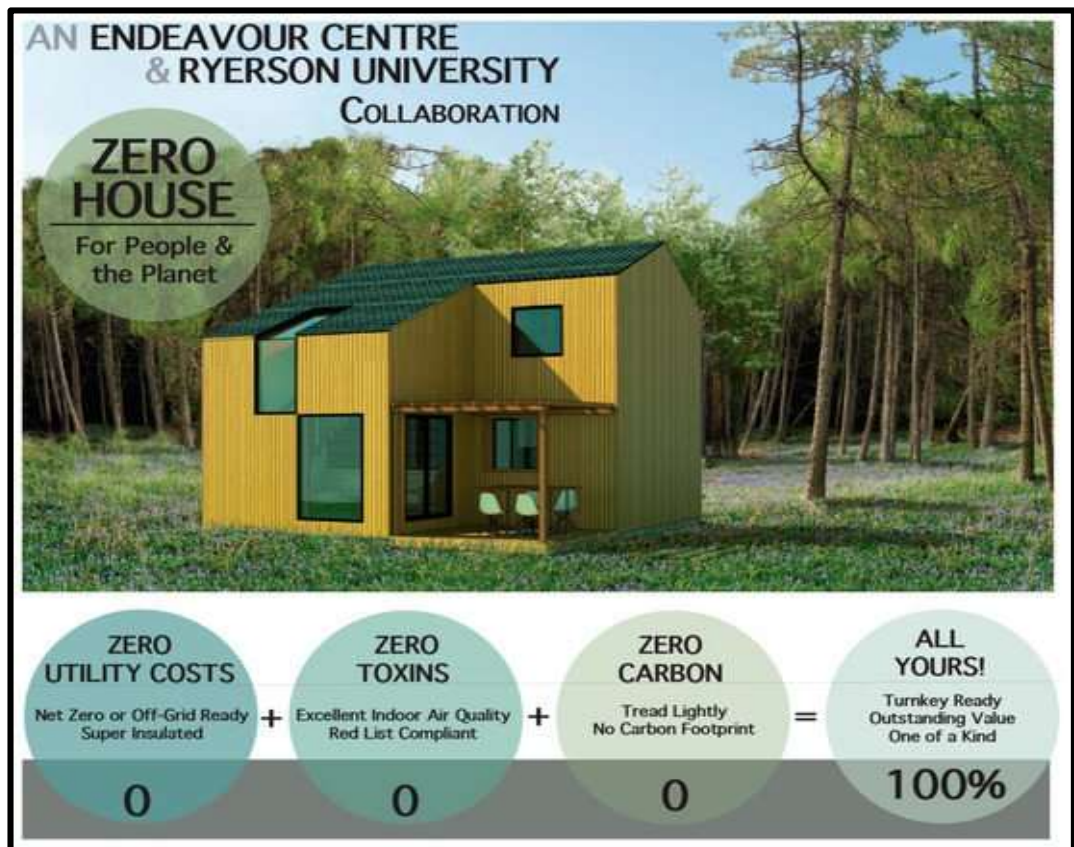


Figure1. 8 exemple de Zéro utility costs & zéro carbon house. Source : (Singh et al, 2019)

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.). Cette approche est privilégiée dans l'habitat social pour lequel la facture énergétique représente une part importante du budget des occupants. 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.(Rebah, 2010; Thiers, 2008)

**b. Maison neutre en carbone** « maison zéro carbone » ou « bâtiment à émission zéro » en anglais : carbon neutral house ou low carbon house

Ces expressions désignent 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. Le projet BedZed a été mis en œuvre en Angleterre selon ce principe BedZed .(Rebah, 2010; Thiers, 2008)

**c. Le bâtiment vert** « durable » « soutenable » ou « écologique » (en anglais : green building)

Ces qualifications se réfèrent principalement à des concepts symboliques et leurs concepts associés sont mal définis. Elle dépasse le cadre d'énergie et désigne le faible impact environnemental du bâtiment, par exemple à travers les matériaux utilisés.(Rebah, 2010; Thiers, 2008)

**d. Intelligent building**

Ce terme désigne un bâtiment qui présente une forme d'intelligence, généralement présentée par des automates programmables et des systèmes numériques de supervision, ces derniers à l'objectif d'améliorer la gestion de quelques fonctions du bâtiment la ventilation, l'éclairage, le chauffage, le climatisation la protection solaire ou la sécurité du bâtiment.

Il existe de nombreuses définitions de ce concept, mais il semble que l'objectif principal du bâtiment intelligent est d'améliorer le confort et la productivité des occupants du bâtiment. Par conséquent, les préoccupations énergétiques et environnementales peuvent être secondaires ou absentes. (Rebah, 2010; Thiers, 2008)

### **3. Les critères d'évaluation propres aux bâtiments performants**

Il apparaît une forte convergence des concepts décrits aux paragraphes précédents autour de quelques caractéristiques principales telles que :

- Les besoins d'énergie annuelle de chauffage, rapporté aux surfaces, généralement la surface chauffée.
- La consommation énergétique, également par unité de surface, pouvant inclure le chauffage, aussi l'eau chaude sanitaire, l'éclairage, la ventilation, les auxiliaires, voire les autres utilisateurs de l'électricité, cet indicateur étant le plus souvent exprimé en énergie primaire.
- La production d'énergie à partir de ressources renouvelables

Les concepts diffèrent surtout par les niveaux d'exigence de chacun d'eux vis-à-vis de ces caractéristiques. Ces niveaux d'exigence constituent des critères permettant de vérifier si les objectifs du concept sont atteints.

Quelques caractéristiques secondaires peuvent s'ajouter aux précédentes, telles que :

- L'étanchéité du bâtiment à l'air.
- Les performances des équipements et des matériaux mis en œuvre.
- Des éléments non énergétiques, tels que la nature des matériaux (naturelle ou synthétique), le surcoût de la construction, les émissions de CO<sub>2</sub>, le niveau de confort thermique etc.

Tous les concepts présentés dans cette partie convergent autour de quelques critères simples visant à améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment par le renforcement des ressources énergétiques locales ou à intégrer de préoccupations environnementales ou économiques. Seuls l'approche choisie, le niveau d'exigence et les caractéristiques géographiques locales expliquent la variété des critères considérés.

L'identification de tous les bâtiments « à basse consommation et producteurs d'énergie » qui comprend notamment les bâtiments à basse consommation, les bâtiments passifs et les bâtiments à énergie positive ne crée aucun précédent sur la valeur des bilans d'énergie ni sur les options technologiques possibles. Dans cet ensemble, le « bâtiment à énergie positive » représente le plus haut niveau de performance. Un bilan énergétique positif doit tout d'abord être considéré comme un objectif de conception, dont seules des mesures sur un bâtiment réel permettront d'attester la validité. En particulier, le standard Passivhaus, en raison de son développement approfondi et du retour d'expérience, peut constituer une base de travail pertinente pour l'étude des bâtiments à énergie positive. (Rebah, 2010; Thiers, 2008)



## **4. Le Bâtiment à énergie positive BEPOS**

### **4.1. Généralité sur le Bâtiment à énergie positive BEPOS**

Il n'a pas été possible de tirer de la littérature une définition claire, rigoureuse et unique de ce concept. La plupart des définitions rencontrées se rapportent au bâtiment zéro énergie et demeurent très variées et assez peu précises. Par exemple, aux États-Unis d'Amérique, le Zero Energy Home (ZEH), proposé par le ministère de l'énergie (U.S. Department of Energy, DoE) dans le cadre du programme de recherche Building America, 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. Sans que cela soit totalement explicité dans sa définition, il semble que le ZEH considère essentiellement les consommations d'électricité.

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. Dans de nombreux cas, la totalité de la consommation énergétique (chauffage, rafraîchissement et électricité) d'une NZEH peut être fournie par des sources d'énergies renouvelables.

En Europe, les concepts de « maison basse énergie » et de « maison passive » sont décrits respectivement par la réglementation allemande EnEV et par le standard Passivhaus. Par contre, 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, n'est jamais précisément défini. C'est la raison pour laquelle nous proposons ici une définition qui sera retenue comme base dans la suite du présent travail de recherche : « Sur une année donnée de sa phase d'exploitation, un bâtiment assurant un usage résidentiel ou tertiaire pour lequel il est conçu est à « énergie positive » si et seulement si l'énergie totale exportée est supérieure à l'énergie totale importée par le bâtiment. Le bilan intègre aussi les parties annexes du bâtiment lorsqu'elles participent aux fonctions pour lesquelles il est conçu (local technique, cave, garage, etc.)

Cette définition s'appuie donc sur :

- Une approche d'équilibre énergétique local
- Les contenus énergétiques de l'ensemble des flux réellement échangés : Les notions d'importation et d'exportation font référence aux échanges d'énergie entre le bâtiment et les différents réseaux de distribution d'énergie (chaleur, combustibles, électricité)

auxquels il est connecté. Ces échanges sont quantifiables. Par contre, l'énergie échangée avec l'environnement immédiat du bâtiment (air, eau, sol) n'est pas comptabilisée.

- Une période temporelle d'observation annuelle, afin d'abstraire le bilan des biais saisonniers. (Rebah, 2010; Thiers, 2008)

#### 4.2. Définition du BEPOS

Un bâtiment à énergie positive est défini comme étant un bâtiment qui produit autant ou plus d'énergie qu'il n'en consomme. Ces bâtiments sont la combinaison de bâtiments basse énergie ou passifs avec des toits solaires photovoltaïques et parfois thermiques. (Chlela, 2008)

Le bâtiment à énergie positive est un bâtiment dont le bilan énergétique global est positif (il dépasse le niveau zéro énergie), c'est-à-dire qu'il produit plus d'énergie (thermique ou électrique) qu'il n'en consomme. L'énergie complémentaire peut être soit stockée afin d'être consommée ultérieurement, soit réinjectée au réseau de distribution d'électricité pour être revendue. (Lachi Elyes, 2017; Thiers, 2008) Pour qualifier un bâtiment qui serait à énergie positive, deux indicateurs énergétiques sont retenus

- Le bâtiment doit être sobre en énergie hors production locale et à faible contenu carbone.
- La consommation totale d'énergie primaire du bâtiment doit être compensée en moyenne par la production locale d'énergie.

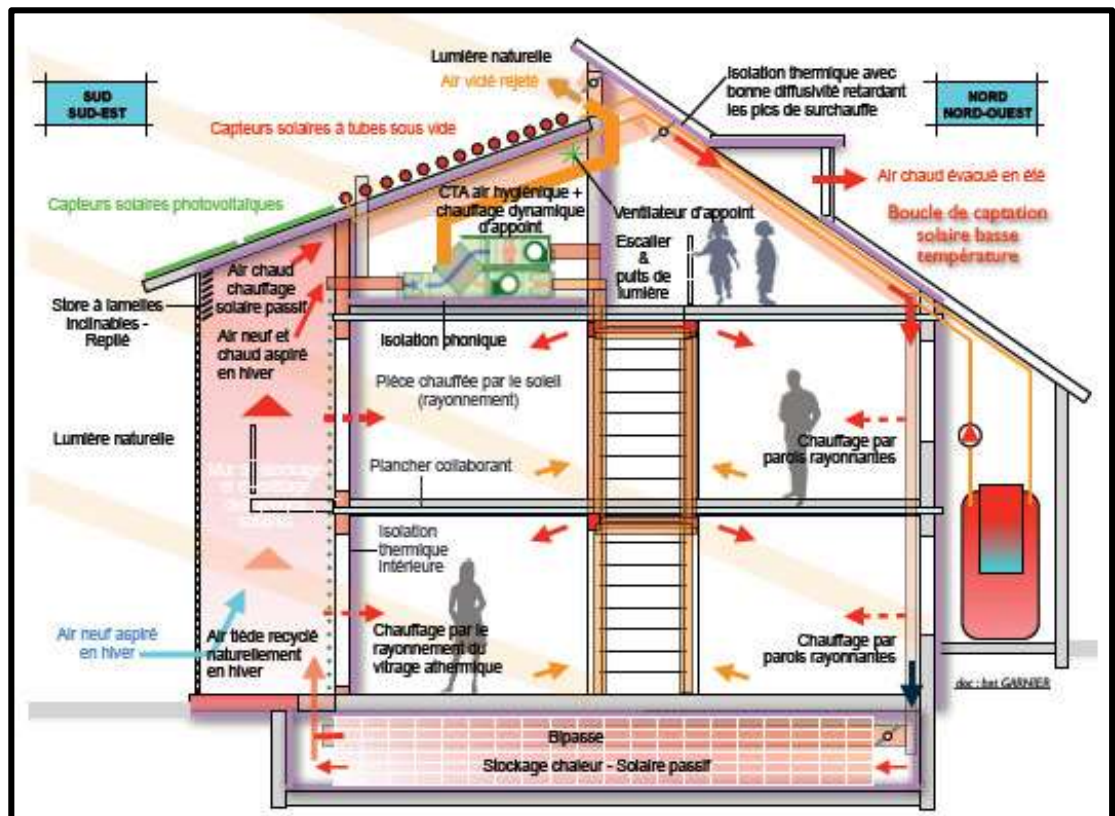


Figure1. 9 Schéma de principe d'une maison BEPOS. Source : (Le guide de la maison BEPOS 2019)

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.

En résumant, les différents concepts décrits dans cette partie convergent autour l'amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment et la valorisation des ressources énergétiques locales. Leurs caractéristiques principales sont :

- Le besoin énergétique annuel de chauffage, rapporté à une surface, généralement la surface chauffée.
- La consommation d'énergie, également par unité de surface, pouvant inclure le chauffage, mais aussi l'eau chaude sanitaire, l'éclairage, la ventilation, les auxiliaires, voire les autres usages de l'électricité, cet indicateur étant le plus souvent exprimé en énergie primaire.
- La production d'énergie à partir de ressources renouvelables.
- L'étanchéité du bâtiment à l'air
- Les performances des équipements et des matériaux mis en œuvre.

Les concepts diffèrent surtout par les niveaux d'exigences de chacun d'eux vis-à-vis de ces caractéristiques. Ces niveaux d'exigence constituent des critères permettant de vérifier si les objectifs du concept sont atteints.

Par ailleurs, les bâtiments performants se basent, avant tout, sur une approche bioclimatique pour favoriser les apports solaires passifs nécessaires à la réduction des besoins de chauffage. Ainsi, la situation, l'orientation, la compacité du bâtiment, la position et la performance des vitrages doivent donc être optimisées. Pour cela, il est fondamental d'évoquer ce concept qui est couramment rencontré.(Lachi elyes, 2017)

### **4.3. Enjeux par rapport à l'énergie**

#### **4.3.1. La réduction des besoins de consommation**

Optimiser les besoins énergétiques des bâtiments implique de considérer :

- L'architecture : privilégier une architecture bioclimatique pour optimiser les flux énergétiques gratuits (comme le Soleil) par l'orientation, les matériaux à forte inertie, l'implantation géographique du site et pour réduire les déperditions énergétiques (compacités).
- Les équipements thermiques : installer une isolation performante sur toutes les parois, veiller à supprimer les ponts thermiques (jointures des murs, fenêtres et planchers).
- Choisir des solutions de chauffage d'appoint thermique adéquats (cheminée à granuler, bois). Une bonne inertie du bâtiment permet également de réduire les besoins de rafraîchissement l'été.
- Les équipements électriques : privilégier les équipements efficaces comme l'éclairage par LED, l'électroménager de classe énergétique A ou supérieur, etc.
- La ventilation : respecter l'étanchéité et mettre en place des systèmes de ventilation performants avec récupération d'énergie, comme les VMC double flux.

#### **4.3.2. 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)

#### **4.3.3. 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)

## **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

ainsi que la production et la gestion des énergies il avait pour but d'approcher les différentes notions qui nous ont semblé nécessaires dans notre recherche.

En partant dans la première partie de bâtiment performant, nous avons pu formuler une définition qui est considéré comme un ensemble d'objectifs et de solutions techniques destinés à guider le concepteur ainsi on a présenté sa typologie et les divers concepts des bâtiments performants encadrés par les labels. Dans la deuxième partie du chapitre nous avons expliqué la notion de bâtiment a énergie positive BEPOS qui nous avons le défini comme un bâtiment qui produit autant ou plus d'énergie qu'il n'en consomme ; ainsi que comment assurer l'optimisation des besoins énergétiques par ses enjeux tels que : la réduction, la production et la gestion des énergies.

---

***Chapitre 02 : Architecture des centres  
d'affaire.***

---

## Introduction

Le présent chapitre vise à définir le concept de centre d'affaire 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 d'affaire à l'échelle architecturale. Centre d'affaire sera défini en général comme un lieu composé de locaux entièrement équipés. De macro au micro, on a abordé précisément le projet du centre d'affaire, passant par la définition de l'administration et sa classification, afin de comprendre centre d'affaire, ses avantages, ses composants et ses relations spatiales et fonctionnelles et à la fin ses exigences.

## 1. Généralités sur l'administration

### 1.1. Définition du thème l'administration

Il existe deux sortes d'administration

- **Organique** : Le terme administration désigne l'ensemble des organismes administratifs qui revêt une personnalité morale.
- **Fonctionnel** : Sur le plan fonctionnel le terme administration désigne des activités exercées dans un but d'intérêt public.

### 1.2. Classification des types d'administration

Selon le type :

- **Public** : En relation fonctionnelle avec l'état. Contiens les institutions de l'état les ministères, les banques, les directions...etc.
- **Privée** : N'est pas en relation fonctionnelle avec l'état, mais soumise à la réglementation de l'état. Contiens certaines entreprises/équipements administratives des affaires.

Selon l'activité :

- **Public** : Ensemble des services chargés d'assurés les fonctionnements de l'état :(les ministères, les instances gouvernementales, les directions).
- **Service** : Administration qui a pour rôle d'offrir des services tel que : (les banques, l'entreprise, les sociétés).
- **Justice** : C'est une administration indépendante par lui-même tel que : (tribunal).

## 2. L'architecture des centres d'affaires

### 2.1. Définition du projet centre d'affaires

On peut définir un centre d'affaires comme un lieu composé de locaux de petites, moyennes et grandes surfaces, entièrement équipés. Ces locaux ont vocation à accueillir des entreprises, des entrepreneurs ou d'autres types d'utilisateurs pour une durée déterminée et à courte échéance.

Des bureaux individuels ou collectifs en passant par les salles de réunions ou de conférence, les différents espaces d'un centre d'affaires sont généralement situés dans un immeuble réservé à cet effet ou répartis sur un ou plusieurs étages d'un immeuble dédié à des activités tertiaires.

Ils ont l'avantage d'être complètement équipés, que cela soit en matière d'immobilier (bureaux, chaises, fauteuil, lampes, etc.) ou de facilités techniques nécessaires à l'activité quotidienne d'une entreprise (connexion Internet, imprimante, rétroprojecteur, etc.).(Centre D'affaires Lyon Domiciliation Location Bureau Salle Réunion, 2020)

### 2.2. Les centres d'affaires par définition systématique

- Centres, c'est-à-dire des lieux qui regroupent et attractant les différents opérateurs économiques, donc c'est le cadre physique.
- Affaires, c'est-à-dire la raison pour laquelle les opérateurs se sont regroupés, c'est le cadre contextuel.

C'est un équipement qui prend en charge les activités et les fonctions du secteur tertiaire, il constitue un lieu d'échanges, de communication et de concertation des opérateurs économiques. D'autre part, il offre des surfaces importantes de bureaux abritant des sièges de sociétés locales, nationales ou étrangères, dans le but de satisfaire de besoins en matière de représentation, dans la perspective d'assurer la rentabilité économique.(BENAMAR, 2012)

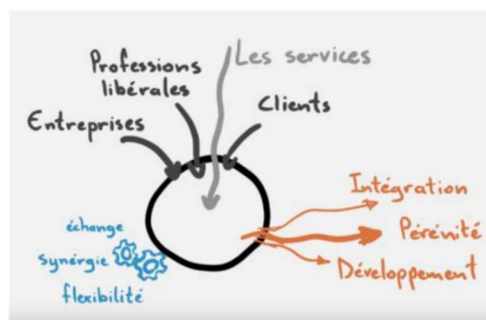


Figure2. 1 principe de fonctionnement d'un centre d'affaire. Source :(SOUAMI, 2011)



### **2.3. Aperçue historique sur les centres d'affaires**

Durant ces premières années de vie le centre d'affaires présenter le défaut d'offrir une simple location immobilière de bureau et de salle de réunion avec un service de présentation minimum c'est donc la location de surface qui prenait le pas sur les services

Avec le temps les entreprises recherchant à dépasser la simple location mais bien des services multiples allant des renseignements commerciaux à l'organisation de rencontres le centre d'affaires donc plier à ses règles puis devenu un véritable site d'accueil pour les entreprises et offres de plus en plus de service de proximité le rendant ainsi comparable à un grand hôtel.

### **2.4. Les avantages des centres d'affaires**

Un centre d'affaires offre à ses locataires bien des avantages, parfois insoupçonnés. Par exemple, un client de centre réduit ses dépenses locatives de 32 % par rapport à une location traditionnelle. Et comme dans un hôtel, les entreprises y trouvent une multitude de services avec, au cœur des préoccupations de l'hôte, un partenariat gagnant-gagnant.(TIAB, 2016)

- **Une durée de location flexible :**

Contrairement à un bail classique qui engage l'entreprise à louer un local sur une durée de 3, 6 ou 9 ans, un centre d'affaires offre une flexibilité inégalée : pas de durée de location minimale ni de préavis de départ léonin.(TIAB, 2016)

- **Une superficie modulaire :**

Impossible de pousser ou de rétrécir les murs d'un bureau traditionnel alors que les nécessités économiques l'imposent. Un centre d'affaires à cette faculté de doubler, tripler ou de diviser par deux ou trois la superficie louée quasiment du jour au lendemain.(TIAB, 2016)

- **Un bureau clés en main :**

Une fois installé dans son bureau, le chef d'entreprise perd un jour ou plus à le meubler et à l'équiper en matériel bureautique... En comparaison, un centre d'affaires tient à la disposition de ses clients l'ensemble de ces commodités le jour de leur entrée dans les locaux. Avantage « collatéral » : nul besoin d'engager des investissements vite obsolètes. (TIAB, 2016)

- **Une mutualisation des charges :**

Quand une entreprise isolée paye « plein pot » les charges locatives (loyer, assurance, contribution économique territoriale) et les charges courantes (eau, électricité, chauffage, climatisation, entretien technique des locaux, nettoyage, gardiennage ...), une entreprise hébergée dans un centre d'affaires paye au prorata de sa consommation. La mutualisation des charges est un avantage compétitif certain.(Centre D'affaires Lyon Domiciliation Location Bureau Salle Réunion, 2020)

- **Une assistance quotidienne :**

En matière d'accueil, une entreprise doit tout faire par elle-même : accueillir les visiteurs, répondre au téléphone, poster ses lettres, etc. En centre d'affaires, l'ensemble de ces services fait souvent partie des prestations courantes. Un bel atout.(Centre D'affaires Lyon Domiciliation Location Bureau Salle Réunion, 2020)

- **Des prestations à forte valeur ajoutée :**

Les entrepreneurs qui le souhaitent peuvent aussi compter sur un service de secrétariat, de comptabilité, de traduction, d'aide juridique... Ce sont autant de tracasseries et de pertes de temps économisées par les clients.

- **Des services plus appréciables :**

Besoin ponctuel d'une salle de réunion ? D'une place de parking ? D'une heure de visioconférence ou d'audioconférence ? D'un espace supplémentaire de stockage informatique ? ... Si le centre d'affaires n'a pas la solution, il a toujours une réponse adaptée grâce aux partenariats qu'il noue avec les meilleurs professionnels de leur catégorie.

- **Un lieu propice aux échanges :**

Les centres d'affaires portent un soin particulier aux relations humaines. Ils favorisent la création de liens entre les clients par l'organisation de petits déjeuners et de goûters où des intervenants extérieurs sont régulièrement invités. De nouvelles rencontres sont nées dans ses moments de convivialité. Et certaines ont abouti sur de nouvelles affaires.

- **Une adresse souvent bien située :**

La plupart des centres d'affaires sont idéalement implantés en centre-ville, ou proche d'une gare, et situés assez souvent à une adresse prestigieuse. Pour recevoir un client, c'est quand même mieux qu'un bureau éloigné des grands axes de circulation.

- **Une maîtrise des coûts avérée :**

Un centre d'affaires participe, in fine, à la maîtrise des frais généraux et de personnel des entreprises clientes. Cela est avéré par une étude comparative où la location traditionnelle revient environ 32 % plus chère.

## 2.5. Les utilisateurs et les besoins

### a. Les utilisateurs

Le centre accueillera des petites, moyennes et grandes entreprises et des cabinets aussi des agences et se propose de compiler les talents afin d'augmenter au maximum les moyens de réussite.

Ceci implique d'autres acteurs qui seront des locataires du centre qui seront en contact avec les entreprises du centre et/ou qui viennent faire différents types de communications et collaboration. (SOUAMI, 2011)

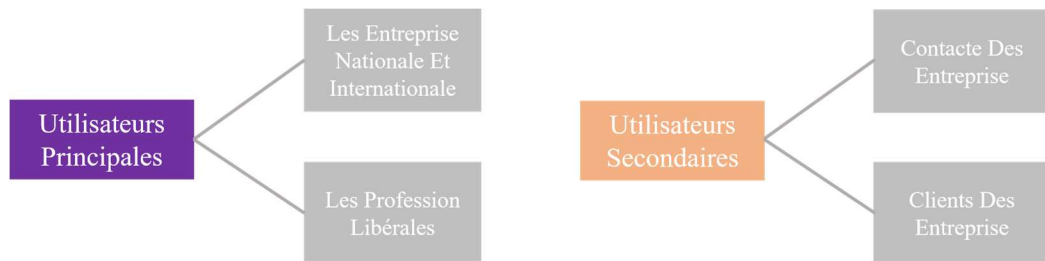


Figure2. 2 les utilisateurs principales et secondaires dans un centre d'affaire. Source :(Auteur, 2020)

### b. Les besoins

Tableau2. 1 les activité et les espaces dans un centre d'affaire. Source :(Auteur, 2020)

Utilisateur	Activité	Espaces
Les travailleurs	Travailler	Bureaux cloisonnés Bureaux paysagers Bureaux semi ouverts
	S'informer	Hall d'accueil
	S'orienter	Espaces d'attente
	Percevoir des services	Administration et services

	Se détendre	Restaurant, cafeteria
	Se réunir	Salles de réunion
	Débattre	Salle de conférence
	Travaille en groupe	
	Se former	Espaces de formation
	Exposer, assisté à une exposition	Salle d'exposition
	Recevoir	Accueil Bureaux Restaurant, cafeteria
	Se soulager	Sanitaire
	Se laver	
	Stationner	Parkings
Les Visiteurs	Rencontre	Accueil Salle d'attente Bureaux(entreprises, agences, cabinet)
	Information	Accueil Secrétariat Administration
	Se réunir	Salles de réunion
	Débattre	Salle de conférence
	Assister une exposition	Salle d'exposition
	Consommer	Restaurant, cafeteria
	Se soulager	Sanitaires
	Se laver	
Les Administrateurs	Gérer le bâtiment	Bureaux de direction Bureaux de secrétariat
	Gérer les évènement	Bureaux de comptabilité
	Offrir des services	Espace de gestion du bâtiment Espace de gestion des évènements Espaces de services : Finances, droit, comptabilité Marketing, communication, publicité Ressource humaines Informatique, réseau, internet
	Détente	Vestiaire
	sécuriser	Point de contrôle Salle des cameras
	Nettoyage	Vestiaire Espace de stockage

## 2.6. Les composantes d'un centre d'affaires

Le centre d'affaires est un équipement multifonctionnel, qui regroupe plusieurs activités et diverses fonctions qui se complètent entre elles, répondant ainsi aux besoins des individus et des groupes, à savoir : le travail, la détente. (TIAB, 2016)

Tableau 2. 2 les fonction d'un centre d'affaire. Source : (Auteur, 2020)

FONCTION	Rôle
Fonction principale	Offrir les espaces de travaille Offrir des services
Fonction secondaire	Gestion administrative Gestion technique
Annexes	Détente Hébergement Commerce

## 2.7. Relations spatiales et fonctionnelles

Afin de faire l'analyse des exemples en distinguant l'organisation fonctionnelle présente par les schémas suivant :

### a. Les travailleurs

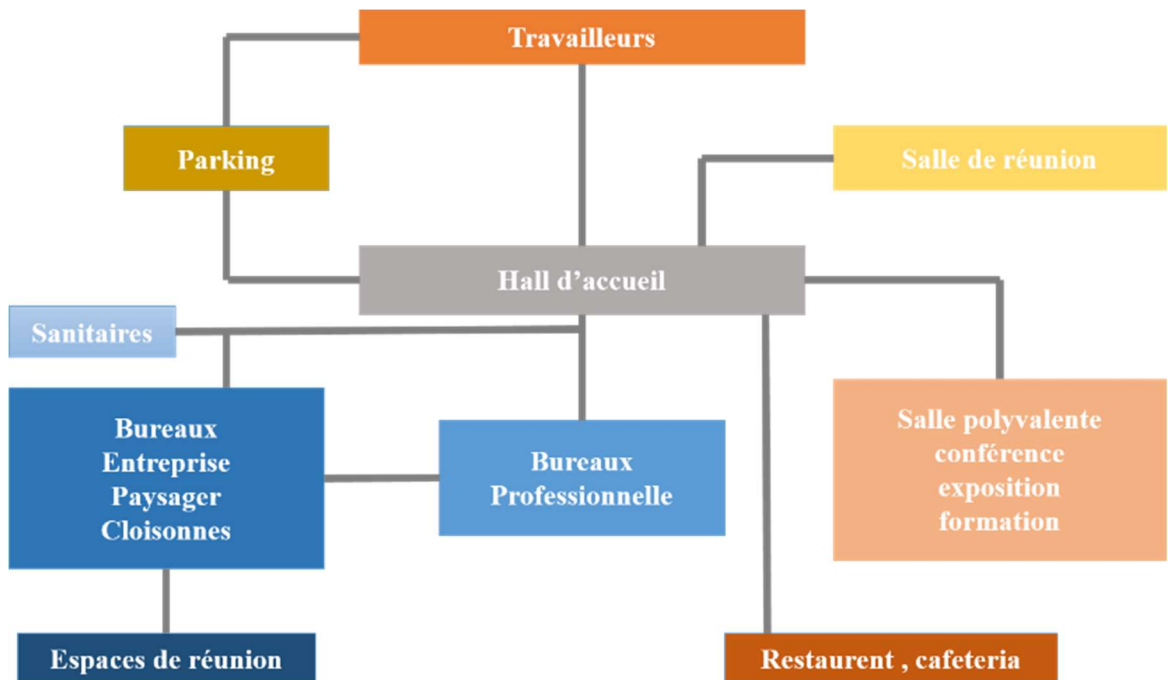


Figure 2. 3 parcours des travailleurs. Source : (Auteur, 2020)

**b. Les visiteurs**

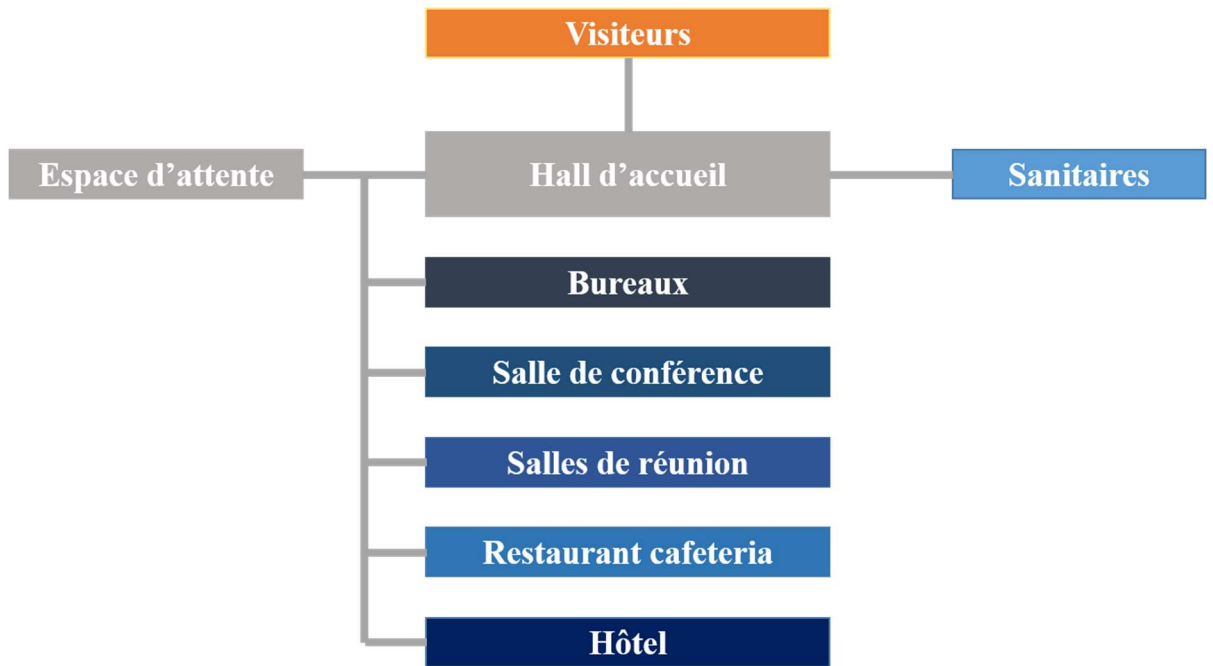


Figure2. 4 parcours des visiteurs. Source :(Auteur, 2020)

**c. Les administrateurs**

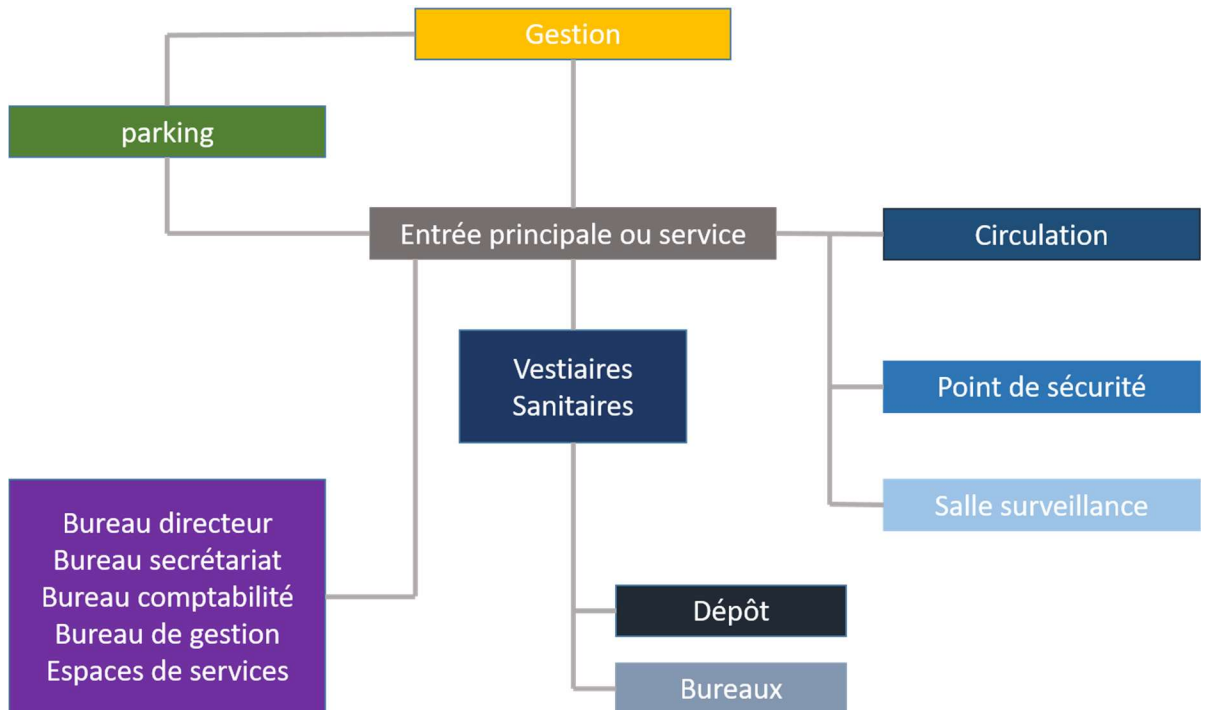


Figure2. 5 parcours des administrateurs. Source :(Auteur, 2020)

#### d. Organigramme global

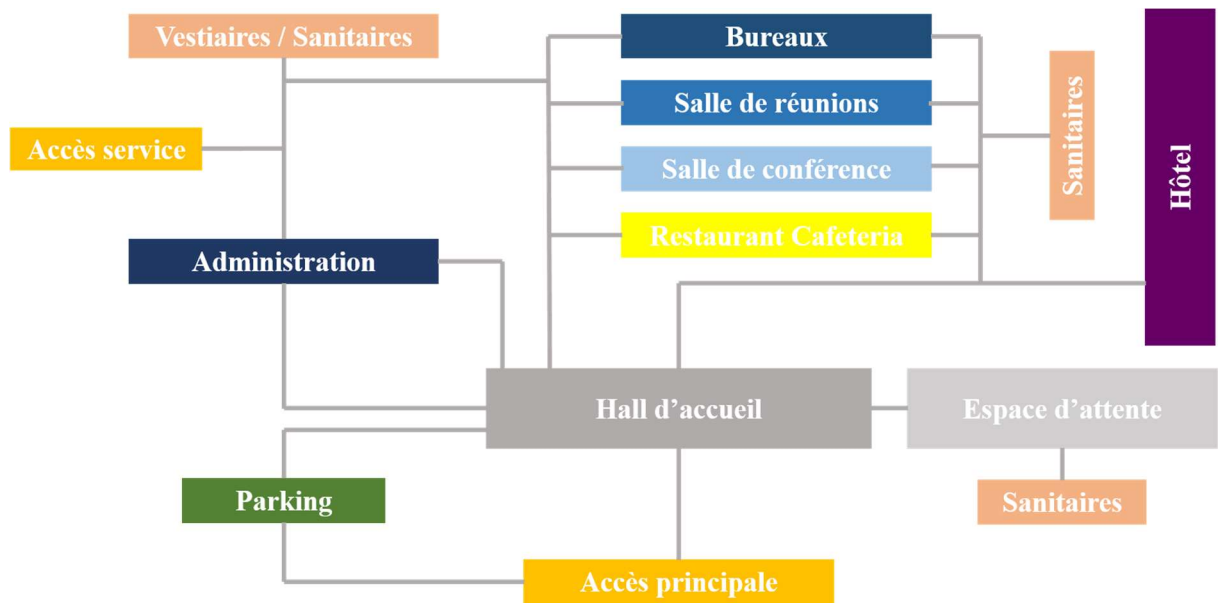


Figure2. 6 organigramme globale. Source :(Auteur, 2020)

### 2.8. Les exigences spatiales

#### a. L'accueil (hall d'entrée)

Un espace de transition entre l'extérieur et l'intérieur, un espace d'attente d'orientation et de distribution. Il est souhaitable d'être clair et dégagé, avec une décoration élégante, cela dynamise et crée une véritable ambiance et donne une idée instantanée sur la culture du centre d'affaires.(SOUAMI, 2011)

#### b. Salle de conférence

La salle de conférence accueille les réunions d'entreprises, des séminaires et des rencontres internes ou externes. Elle est organisée en deux parties qui communiquent : celui du public et celui des orateurs. Pour garder un public attentif, il est utile d'avoir un éclairage direct vers l'estrade et un éclairage modulable et plus faible sur la zone des participants. Cet éclairage est intégré directement au plafond. La salle ne doit recevoir pas aucune autre lumière pendant les projections que celle des éclairages de secours. Les murs et plafonds il faut être construire avec des matériaux non réfléchissants et des couleurs pas trop claires.

Les parois latérales et Le plafond il faut être traités de manière à offrir une bonne sonorisation, pour éviter l'écho le mur derrière la dernière rangé doit être isolé.

Les sièges souvent légers et pliables, pour vider l'espace facilement. Ils doivent être fixés au sol pour des raisons de sécurité, l'espacement entre les rangées est égal ou supérieure à

45cm et la largeur de chaque siège est égale ou supérieure à 50cm. Pour chaque 100 place il faut prévoir une sortie de secours latérale.(SOUAMI, 2011)

**c. La salle de réunion**

Les salles de réunion parsèment chaque niveau du centre d'affaires. Elles se déclinent en différents forme et formats pour quatre, six et huit personnes ou plus, et ne se composent plus seulement de tables et de sièges. Certaines deviennent des « petits salons » avec des fauteuils et table basses.(SOUAMI, 2011)

**d. Cafétéria**

La cafétéria est un lieu de détente, il faut qu'il soit agréable avec une vue sur l'extérieur et conçu de préférence comme un lieu unique ouvert à tous les collaborateurs pour favoriser les rencontres. Avec des mobilier plus gai, des sièges et table confortable.(SOUAMI, 2011)

**e. Les bureaux**

Ce sont des espaces qui répondent au thème principal de notre équipement. Ils se divisent en :

- Bureaux de location divers selon la taille de l'entreprise.
- Bureaux pour certaines fonctions libérales ou agences : Cabinet d'Avocats, de Notaires, Architectes...etc.

Ces espaces doivent recevoir un aménagement spécifique combinant les différentes exigences suivantes :

- **Un éclairage naturel**

(Sans apport thermique excessif et sans éblouissement) tout en prévoyant :

Des baies vitrées en façade avec une Allège maximum de 1 mètre, un éclairage zénithal, des stores ou pare-soleil pour la protection du façade (de préférence à l'extérieur du vitrage). la hauteur sous plafond (minimum 2,50 mètres, conseillée 2,80 m). Si la distance entre la façade vitrée et les plans de travail est plus de 6 mètres, l'éclairage naturel n'est plus assuré.(SOUAMI, 2011)



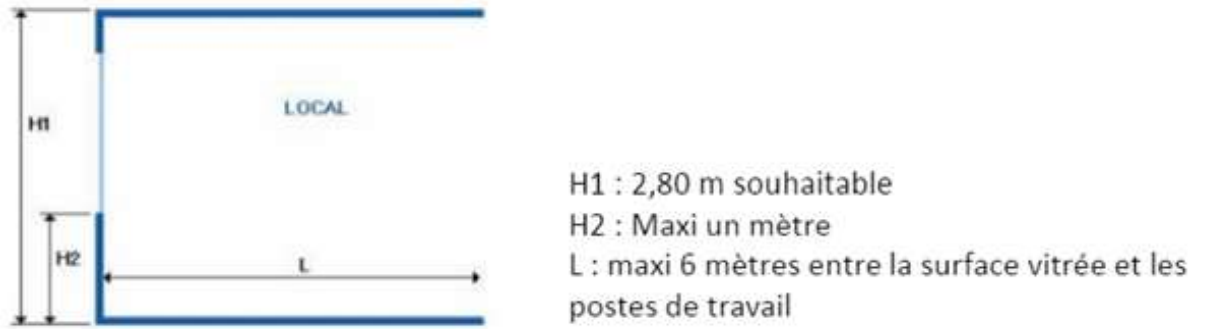


Figure2. 7 dimensionnement d'hauteur des ouvertures. Source :(SOUAMI, 2011)

- **Une flexibilité suffisante**

Avec un pré-câblage de préférence en faux-plancher (à éviter en sous-plafond).

Des cloisons démontables avec une bonne isolation phonique. : 40 dBA (dans les conditions habituelles de test dans le bâtiment).(SOUAMI, 2011)

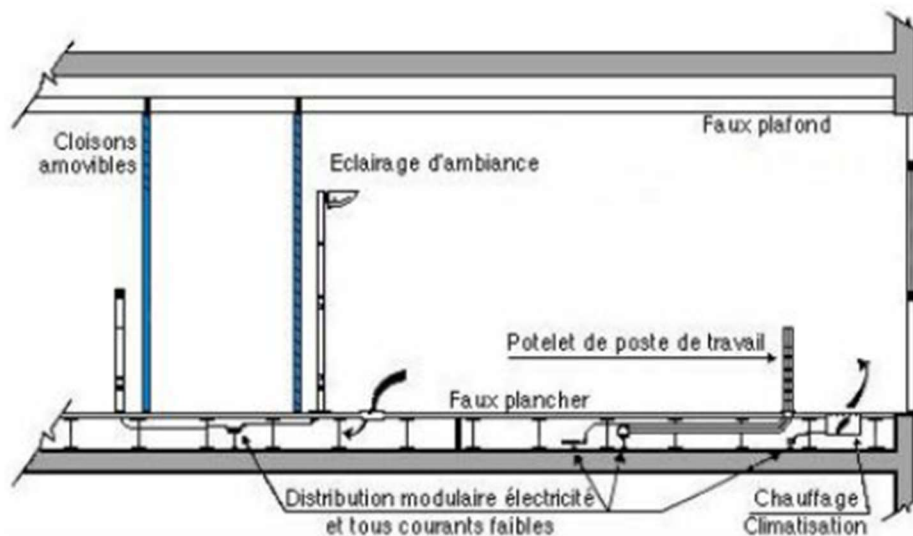


Figure2. 8 présentation du faux plafond et faux plancher des bureaux. Source :(SOUAMI, 2011)

- **Un espace optimal par personne**

La surfaces est  $10 \text{ m}^2$  par personne, que le bureau soit individuel ou collectif.

Eviter les bureaux tout en longueur : Longueur 2 fois la largeur (pour les bureaux moins ou égale à  $25 \text{ m}^2$ ), longueur égale à 3 fois la largeur (pour les bureaux plus de  $25 \text{ m}^2$ ).

Répartir les espaces en bureaux collectifs et individuels (pour les bureaux paysagers, éviter un effectif plus à 10 personnes. Le nombre optimum pour un bureau collectif : 2 à 5 personnes).(SOUAMI, 2011)

- **Une circulation aisée**

Avec un couloir d'une largeur suffisante et pas trop long (largeur minimum de 1.50m).

Optimiser la distance et l'emplacement des bureaux par rapport aux escalier, les ascenseurs, les toilettes, les salles de réunion, les photocopie, les espaces rangements et appareils à boisson.(SOUAMI, 2011)

- **Des accès et passages de largeur suffisante**

Largeurs de passage suffisantes pour accéder à son poste, aux plans de travail annexes, aux éléments de rangements. Dimension minimum : 80 cm. cm au minimum pour permettre le passage derrière un bureau occupé.(SOUAMI, 2011)

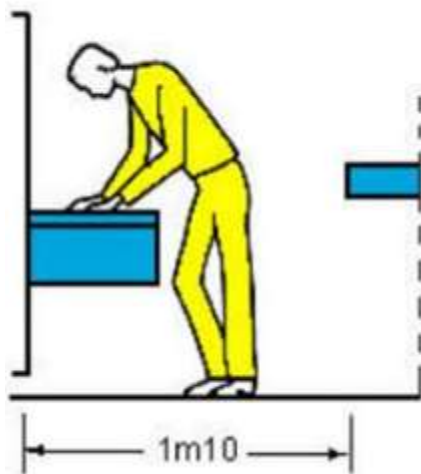


Figure2. 9 largeur de passage aux rangements.  
Source :(SOUAMI, 2011)

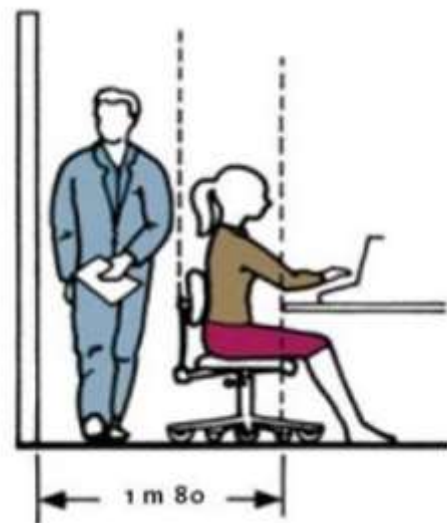


Figure2. 10 largeur de passage derrière un bureau.  
Source :(SOUAMI, 2011)

- **Un éclairage artificiel adapté**

Il faut choisir un luminaire qui a un rendu des couleurs proche de la lumière du jour pour une bonne homogénéité d'éclairage et évitant l'éblouissement (Niveau d'éclairage général : 300 lux).(SOUAMI, 2011)

## 2.9. Les différents types de bureaux

Après avoir vu les différentes exigences des bureaux, nous passons aux différents types d'aménagements de bureaux. On peut ainsi citer les trois types d'espace qui existent :

- **Le bureau cloisonné**

Ce modèle de bureaux est le modèle le plus ancien inspiré des immeubles d'habitation.

Il est déterminé par des cloisons fixes et opaques. Il est accessible par une seule porte et desservi par de longs couloirs, préservant ainsi un espace de travail individuel.

Cette disposition préserve l'intimité visuelle et le territoire individuel et assure l'isolation acoustique, offrant ainsi un cadre idéal pour des travaux de réflexion, de concentration, ce type d'espace présente l'inconvénient d'être rigide.

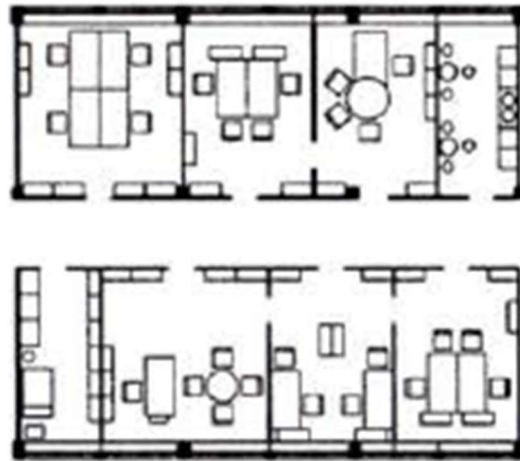


Figure 2.11 présentation d'un bureau cloisonné. Source : (Neufert 10<sup>e</sup> Edition-Fr léger, 2009)

- **Le bureau paysager : « Open Space » :**

Forme de bureau développée dans les années 1960 et 1970. L'éclairage artificiel et les installations de climatisation ont permis d'obtenir de très grandes salles de bureaux, symboles de communication et d'ouverture, regroupant une centaine de personnes, voire davantage. La volumétrie économique du bâtiment suppose par contre d'importants équipements techniques de distribution. (Neufert 10<sup>e</sup> Edition-Fr léger, 2009)

Conçu sur des bases de rentabilité. Dans ce type les cloisonnements n'existent pas, mais l'utilisation géométrique simple et flexible de l'espace est modulée seulement par le mobilier sa trop grande flexibilité a induit un manque d'intimité, un sentiment de surpeuplement. Sur le plan de la consommation de l'énergie, il s'avère que les équipements consomment beaucoup pour un service le plus souvent inadéquat. (TIAB, 2016)

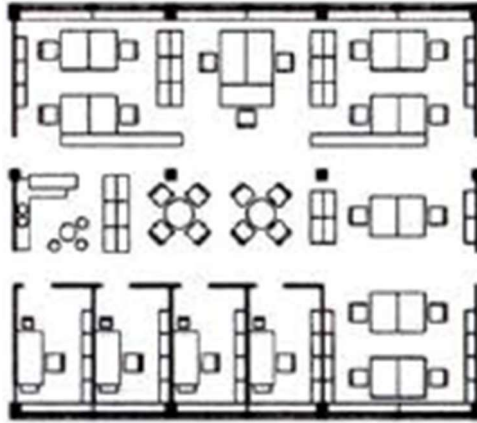


Figure2. 12 présentation d'un bureau paysager. Source :(Neufert 10° Edition-Fr léger, 2009)

- **Le bureau semi ouvert :**

Ce type de bureau a été conçu pour synthétiser les avantages des concepts précédents.

Le but de ce type d'espace est de déterminer les limites communes entre la flexibilité et l'intimité de l'espace d'une part, et d'autre part, faciliter l'ouverture vers l'extérieur avec une protection maximale pour chacun. La séparation de l'espace est assurée par des panneaux amovibles de différentes hauteurs et des volumes de rangement intégrés au plan de travail. On peut passer d'une structure de travail individuelle à celle de travail de groupe suivant les besoins.(SOUAMI, 2011; TIAB, 2016)

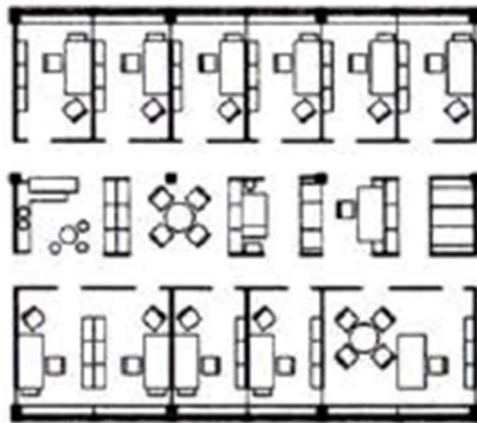


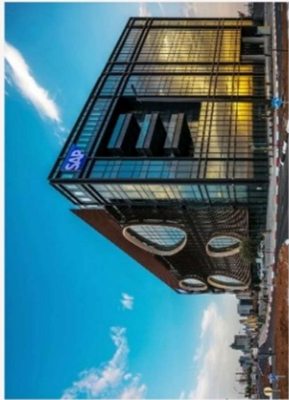

Figure2. 13 présentation d'un bureau semi ouvert. Source :(Neufert 10° Edition-Fr léger, 2009)

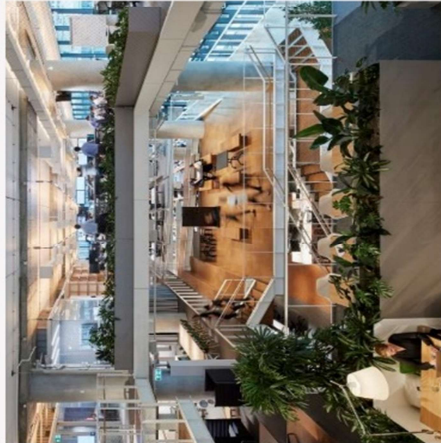
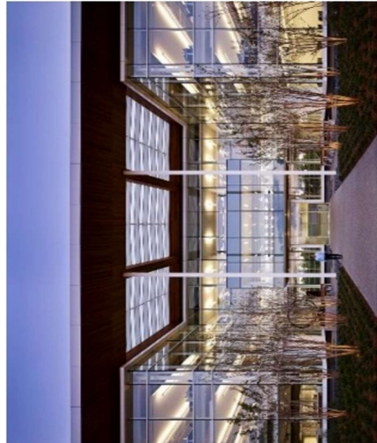
### 3. Analyse des exemples

L'étude des exemples des projets existants et livresques qui se rapporte à notre thème et nos approches est nécessaire, ceci afin de voir comment les architectes traitent les projets et quel programme proposent-ils aux usagers. L'analyse de certains exemples est nécessaire pour

pouvoir créer d'abord le thème lui-même, sous ses aspects fonctionnels et leurs impacts sur l'environnement immédiat, comme il nous parut aussi utiles d'analyser et d'étudier ces exemples :

Tableau2. 3 tableau récapitulatif d'analyse des exemples. Source :(Auteur, 2020)

Projet	Fiche technique	Critère de choix	Synthèse
<p><b>Siège SAP</b></p> 	<p>Type de bâtiment  <b>BÂTIMENTS INSTITUTIONNELS</b>                  Situation  <b>RAANANA, ISRAËL</b>                  Architecte                  Yashar Architectes                  Surface                  15400,0 m2                  Année                  2018</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La conception formelle.</li> <li>• Traitement des façades.</li> <li>• L'organisation spatiale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le projet conçu comme une boîte de verre une forme simple qui exprime le clairement.</li> <li>• L'utilisation du concept de transparence pour fonctionner en harmonie avec l'environnement naturel.</li> <li>• L'utilisation des brises de soleil seulement dans les façades plus expose pour contrôle la lumière naturelle pénétrant dans le bâtiment.</li> <li>• L'utilisation des atriums pour connecté visuellement et physiquement le projet et permettant à la lumière naturelle de pénétrer plus profondément dans le bâtiment tout au long de la journée.</li> <li>• La mixité fonctionnelle dans le projet.</li> <li>• L'utilisation de la végétation pour améliorer la qualité spatiale</li> <li>• L'utilisation du vitrage pour avoir maximum de lumière du jour.</li> </ul>
<p><b>Andares Corporate</b></p> 	<p>Type de bâtiment  <b>IMMEUBLES DE BUREAUX</b>                  Situation  <b>ZAPOPAN, MEXIQUE</b>                  Architecte                  Sorcio Madaleno Arquitectos                  Surface                  88266,0 m2                  Année                  2017</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La conception formelle.</li> <li>• Traitement des façades.</li> <li>• L'organisation spatiale.</li> <li>• La flexibilité spatiale .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La hiérarchisation fonctionnelle en verticalité parking au niveau de sou sol, commerce et réception au RDC et bureaux au étage supérieure.</li> <li>• La séparation du bloc des bureaux en 6 blocs de hauteur irrégulière, chacun étant séparé par un niveau de terrasse pour éviter la monotonic.</li> <li>• L'utilisation du noyau centrale pour centraliser les services et la circulation verticale pour libre le périmètre.</li> <li>• Chacune des 5 blocs offre des différents locaux.</li> <li>• Avec la flexibilité nécessaire pour accueillir une gamme de configurations spatiales.</li> </ul>

<p><b>Bureaux Arup Melbourne</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Type de bâtiment: BÂTIMENTS INSTITUTIONNELS</li> <li>Situation: MELBOURNE, AUSTRALIE</li> <li>Architecte: Hassell</li> <li>Surface: 5100,0 m2</li> <li>Année: 2018</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La conception formelle.</li> <li>L'organisation spatiale.</li> <li>La flexibilité spatiale.</li> <li>L'innovation spatiale .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'utilisation du concept de transparence pour fonctionner en harmonie avec l'environnement naturel.</li> <li>L'utilisation des atriums pour connecté visuellement et physiquement le projet et permettant à la lumière naturelle de pénétrer plus profondément dans le bâtiment tout au long de la journée.</li> <li>La mixité fonctionnelle dans le projet.</li> <li>L'utilisation de la végétation pour améliorer la qualité spatiale.</li> <li>L'utilisation du vitrage pour avoir maximum de lumière du jour.</li> </ul>
<p><b>Le centre des opérations sur site de BMW</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Type de bâtiment: BÂTIMENTS INSTITUTIONNELS</li> <li>Situation: SPARTANBURG, ÉTATS-UNIS</li> <li>Architecte: Perkins + Will</li> <li>Surface: 65000,0 ft2</li> <li>Année: 2016</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La conception formelle.</li> <li>L'organisation spatiale.</li> <li>La flexibilité spatiale.</li> <li>L'innovation spatiale .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'immeuble conçu comme parallélépipède protégé sur 3 façades au rayon solaire et a une seule façade transparente.</li> <li>L'utilisation des bureaux ouverte pour améliorer la connectivité la communication et la collaboration.</li> <li>Le bureau ouvert est situé du côté nord du bâtiment avec vue et lumière du jour.</li> <li>Des espaces d'hébergement, des salles de projet, des espaces de conférence formels et des salons informels sont organisés de manière pratique à côté des bureaux ouverts pour encourager l'utilisation et la collaboration.</li> </ul>

## **Conclusion**

Le présent chapitre a présenté les différents concepts relatifs à la notion de centre d'affaire et notamment dans l'administration. Il avait pour but d'approcher les différentes notions qui nous ont semblé nécessaires dans notre recherche.

En partant de la notion de centre d'affaire dans l'architecture nous avons pu formuler une définition qui est considéré comme un équipement qui prend en charge les activités et les fonctions du secteur tertiaire. Dans la première et deuxième partie du chapitre nous avons montré le projet architectural comme un centre d'affaire, ses avantages, ses exigences, ses utilisateurs et ses besoins passant par la connaissance approfondie des bases et des notions de l'administration.

---

*Chapitre 03 : Recherches antérieures sur les  
bâtiments à énergie positive à caractère  
administratif.*

---



## Introduction

Ce chapitre s'intéresse aux recherches antérieures sur les bâtiments à énergie positive à caractère administratif. On présentera quatre exemples architecturaux, en essayant de déceler quelques facteurs qui nous montrent la comparaison entre ses critères, ses systèmes de construction et ses équipements.

### 1. Palazzo Nice Meridia

Ce projet est situé sur l'ancienne friche maraichère de la plaine du var, le quartier Nice Mérida est l'opportunité d'une mutation douce du territoire afin d'harmoniser le développement entre ville et nature. Le paysage est le fruit d'un héritage d'une société et d'une époque continuellement en mouvement, en essayant de souligner les différents critères qui y existe :

- Sa conception architecturale se caractérise par l'intersection entre le travail et l'habitat. Innovant dans sa manière d'aborder sa fonctionnalité, l'espace de travail se prolonge vers l'extérieur pour offrir des lieux propices à la recherche et au développement, à la rencontre et à la créativité.  
Sa structure est une conception de la structure bois et de l'exosquelette métallique en façade qui agit comme un paravent et qui supporte les circulations verticales situées en périphérie.
- La double façade du bâtiment permet d'aménager des balcons filants devant le linéaire des bureaux, créant à la fois des lieux de travail extérieur ; en détail ; La façade sud est d'une composition d'ossature bois avec 12 cm de laine de verre, alors que les murs Est, Ouest et Nord ont été construits en CLT de 14 à 16 cm d'épaisseur.
- La construction des toitures terrasses est en CLT permettre de rencontrer dans ces espaces à ciel ouvert. Aussi que les baies sont des doubles vitrages performants montés sur des châssis en aluminium à rupteurs de ponts thermiques.
- Au niveau de l'équipement ; des ventilations double flux permettent d'assurer une bonne aération à l'intérieur. Une optimisation de puissance d'éclairage et des détecteurs de présence/absence a été installée dans l'ensemble des locaux. Enfin, un photovoltaïque a été bien installé par l'obtention du label Bepos Effinergie 2017.(lefeuvre@effinergie.org, 2020a)



Figure3. 1 le Palazzo immeuble de bureaux. Source :(Le moniteur, 2020)

Type bâtiment	Tertiaire - Privé	Zone climatique	H3
Ville	Nice	Altitude	12 m
Code postal	06200		
Travaux	Neuf - RT 2012 - E°C	Construction	2018
Fiabilité	Certifié	Livraison	12-2019
Niv. énergétique	BEPOS effinergie 2017 - E3C2		
SRT	8 622 m <sup>2</sup> du bâtiment	Consommation	32,9 kWh/(m <sup>2</sup> .an)
Surface	8 622 m <sup>2</sup> du projet	Emission CO2	5 kgeqCO2/(m <sup>2</sup> .an)

Figure3. 2 fiche technique Palazzo immeuble de bureaux. Source :(lefeuvre@effinergie.org, 2020a)

## 1.1. Critères Effinergie

<b>Périmètre Etude</b>		
Respect RT2012	Oui	
Niveau Energie	E3	
Niveau Carbone	C2	
<b>Exigences Labels Effinergie</b>		
<b>Sobriété &amp; Efficacité</b>		
Consommation énergétique (Cep)	32,90 kWh/(m <sup>2</sup> .an)	
Cep sans production locale d'électricité	55,00 % de gain par rapport à la RT2012	
Bioclimatisme (Bbio)	46,01 % de gain par rapport à la RT2012	
<b>Qualité de la construction</b>		
Perméabilité bâti	0,6 m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> ) sous 4 Pa	
Classe d'étanchéité réseau ventilation	Classe C	
<b>Approches complémentaires</b>		
Electricité spécifique	67,08 kWh/(m <sup>2</sup> .an)	

Figure3. 3 classement énergétique du Palazzo immeuble de bureaux. Source :(lefeuvre@effinergie.org, 2020a)

## 1.2. Système Constructif

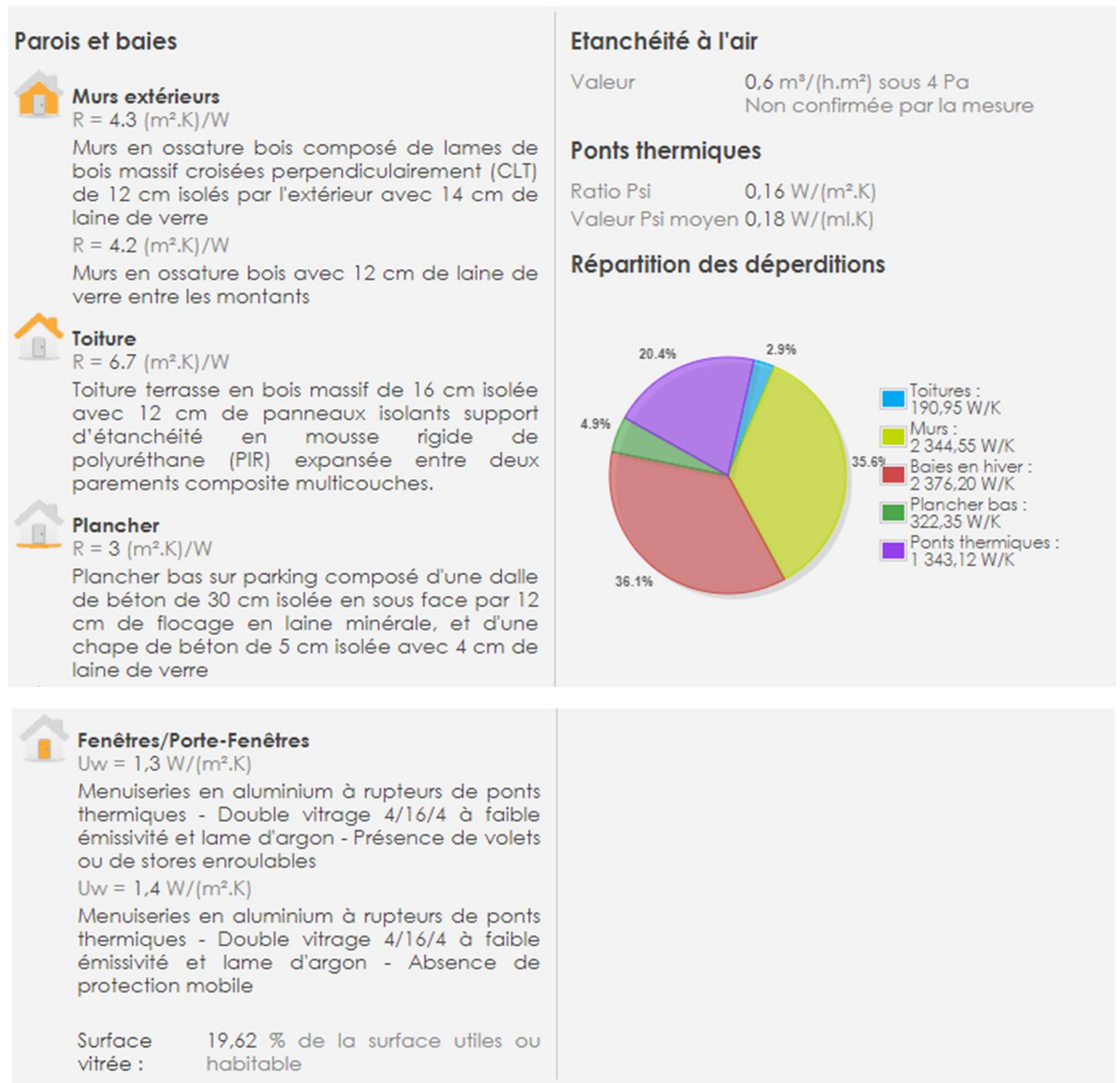


Figure3. 4 système constructif Palazzo immeuble de bureaux. Source : (lefeuvre@effinergie.org, 2020a)

### 1.3. Equipement







	<b>Chauffage</b>	
	Générateur	Bâtiment raccordé au réseau de chaleur - Contenu CO2: 0,08 kg CO2/kWh - Puissance de la sous-station: 455 kW - Isolation du réseau secondaire de classe 4 et du primaire en classe 5
	Emetteurs	Émission par ventiloconvecteurs
	<b>Refroidissement</b>	
	Générateur	Bâtiment raccordé au réseau de froid - Puissance de la sous-station: 568 kW
	Emetteurs	Emission par soufflage d'air froid
	<b>Ventilation</b>	
	Système	Ventilation double flux avec une efficacité de l'échangeur de 72% dans les bureaux Ventilation simple flux dans les sanitaires
	Classe d'étanchéité	Classe C - Non confirmée par la mesure
	Tests réalisés	Contrôle visuel, vérifications fonctionnelles, mesures aux bouches et mesure d'étanchéité à l'air des réseaux aérauliques (ou démarche qualité) – Protocole Effinergie
	<b>ECS</b>	
	Générateur	Production d'ECS par 18 ballons électriques de 15 litres
	<b>Eclairage</b>	
	Système	La puissance moyenne installée est de 6,3 W/m <sup>2</sup> , soit - 6,3 W/m <sup>2</sup> dans les bureaux - 7 W/m <sup>2</sup> dans les sanitaires - 6 W/m <sup>2</sup> dans les circulations
	<b>Energie Renouvelable</b>	
	Energie Renouvelable	Présence d'une installation photovoltaïque - Surface: 443.36 m <sup>2</sup> - Puissance crête: 88,94 kWc

Figure3. 5 fiche technique des équipements du Palazzo immeuble de bureaux. Source : (lefeuvre@effinergie.org, 2020a)

## 2. Organdi

Dans cette description notre analyse se penchera sur l'étude des principales caractéristiques de ce projet, on montre que :

- La situation de ce projet est sur l'esplanade de l'union à Lyon.
- Une passerelle assure deux bâtiments posés sur un socle en transparence qui compose le projet.
- En outre, les bureaux bénéficient d'un apport de lumière naturelle à cause des surfaces des étages vitrées et minérales en béton.
- Une structure et toiture terrasse avec une isolation de 15 cm en polystyrène et en polyuréthane.
- Une performance de doubles vitrages sur des menuiseries en aluminium.
- La réalisation de la chaleur et froids est divisée en trois réversibles sur une nappes phréatique associées à des plafonds rayonnants.

- Un traitement d'air a été installé par trois centrales qui assurent un renouvellement de l'air à l'intérieur de projet.
- Un éclairage puissant des systèmes de détections de présence/absence qui permettent d'optimiser l'usage de l'éclairage.
- Une installation photovoltaïque de plus de 900 m<sup>2</sup> a été mise en œuvre sur les différentes toitures.(lefeuvre@effinergie.org, 2020b)



Figure3. 6 Organdi immeuble de bureaux. Source :(lefeuvre@effinergie.org, 2020b)

Type bâtiment	Tertiaire - Privé	Zone climatique	H1c
Ville	Villeurbanne	Altitude	186 m
Code postal	69100		
Travaux	Neuf - RT 2012	Permis	08-2014
Fiabilité	Certifié, Appel à projet	Construction	2017
Niv. énergétique	Bepos Effinergie 2013	Livraison	04-2019
Shon RT	14 039 m <sup>2</sup> du bâtiment	Consommation	29,5 kWh/(m <sup>2</sup> .an)
Surface	14 039 m <sup>2</sup> du projet		




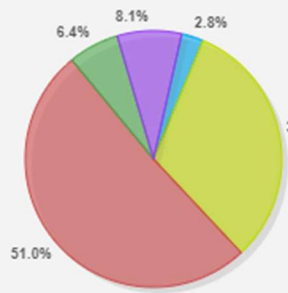
Figure3. 7 fiche technique du Organdi immeuble de bureaux. Source :(lefeuvre@effinergie.org, 2020b)

## 2.1. Critères Effinergie

Périmètre Etude		Bepos-effinergie 2015
Respect RT2012	Oui	
Respect Effinergie+	Oui	
Exigences Labels Effinergie		
Sobriété & Efficacité		
Consommation énergétique (Cep)	29,50 kWh/(m².an)	
Bioclimatisme (Bbio)	27,71 % de gain par rapport à la RT2012	
Qualité de la construction		
Qualification du BET		
Perméabilité bâti	0,8 m³/(h.m²) sous 4 Pa	
Classe d'étanchéité réseau ventilation	Classe B	
Approches complémentaires		
Ecomobilité	100 kWhép/m².an	
Electricité spécifique		
Consommation	48 kWh/(m².an)	
Les postes pris en comptes	Rafraîchissement du local serveur, éclairage extérieur, éclairage de sécurité, réfrigérateurs, cuisson, bureautique, lampes individuelles	
Méthodes et outils de calcul	Calculs réalisés par le BET	

Figure3. 8 classement énergétique du Organdi immeuble de bureaux. Source : (lefeuvre@effinergie.org, 2020b)

## 2.2. Système constructif

Parois et baies	Etanchéité à l'air										
<p> <b>Murs extérieurs</b> R = 5.3 (m².K)/W Murs en GBE (murs béton coulés) de 25 cm isolés au coeur du béton avec 15 cm de polystyrène expansé</p> <p> <b>Toiture</b> R = 9.1 (m².K)/W Toiture terrasse composée d'une dalle de béton de 20 cm isolée avec 20 cm de polyuréthane R = 5 (m².K)/W Toiture terrasse intermédiaire (passerelle) composée d'une structure métallique isolée avec 24 cm de polyuréthane</p> <p> <b>Plancher</b> R = 3.8 (m².K)/W Plancher bas sur sous sol composé d'une chape en béton isolante de 4 cm, de 15 cm de polystyrène extrudé, et d'une dalle de béton plein de 20 cm d'épaisseur R = 7.1 (m².K)/W Plancher bas avec plancher chauffant sur sous sol composé d'une chape en béton isolante de 4 cm, de 16 cm de polystyrène extrudé, et d'une dalle de béton plein de 20 cm d'épaisseur</p>	<p>Valeur 0,8 m³/(h.m²) sous 4 Pa Non confirmée par la mesure</p> <p><b>Ponts thermiques</b> Ratio Psi 0,06 W/(m².K) Valeur Psi moyen 0,14 W/(ml.K)</p> <p><b>Répartition des déperditions</b></p>  <table border="1"> <tr> <td>Toitures :</td> <td>301,08 W/K</td> </tr> <tr> <td>Murs :</td> <td>3 463,59 W/K</td> </tr> <tr> <td>Baies en hiver :</td> <td>5 566,41 W/K</td> </tr> <tr> <td>Plancher bas :</td> <td>700,37 W/K</td> </tr> <tr> <td>Ponts thermiques :</td> <td>884,75 W/K</td> </tr> </table>	Toitures :	301,08 W/K	Murs :	3 463,59 W/K	Baies en hiver :	5 566,41 W/K	Plancher bas :	700,37 W/K	Ponts thermiques :	884,75 W/K
Toitures :	301,08 W/K										
Murs :	3 463,59 W/K										
Baies en hiver :	5 566,41 W/K										
Plancher bas :	700,37 W/K										
Ponts thermiques :	884,75 W/K										

	<b>Fenêtres/Porte-Fenêtres</b> Uw = 1,35 W/(m².K) Menuiserie en métal à coupure thermique - Double vitrage 4/16/4 - Coffre de volet roulant non intégré dans la baie - Présence de stores automatiques, ou de vénitiens automatiques Uw = 1,42 W/(m².K) Surface vitrée : 34,54 % de la surface utiles ou habitable

Figure3. 9 système constructif du Organdi immeuble de bureaux. Source :(lefeuvre@effinergie.org, 2020b)

## 2.3. Equipement







	<b>Chauffage</b> Générateur 3 pompes à chaleur réversibles eau de nappe/eau - Puissance nominale: 468 kW - COP: 5,61 - Captage sur nappe phréatique Emetteurs Émission par panneaux rayonnants de plafonds Émission par panneaux rayonnants dans les vestiaires (effet joule)
	<b>Refroidissement</b> Générateur 3 groupes frigorifiques eau de nappe/eau - Puissance nominale: 397 kW - EER: 4,81 Emetteurs Émission par plafonds rafraichissants et unités gainables
	<b>Ventilation</b> Système Installation de 3 centrales d'air à débit constant double flux avec des efficacités de l'échangeur variant de 81,5% à 83,4% Classe d'étanchéité Classe B - Non confirmée par la mesure
	<b>ECS</b> Générateur Production d'ECS par 17 ballons électriques de 50 litres pour les sanitaires et 2 ballons de 50 litres dans les vestiaires
	<b>Eclairage</b> Système La puissance moyenne est 4,2 W/m² avec - 4 W/m² dans les bureaux, salles de réunions, circulation et accueil - Présence de détection et de gradation de lumière automatique - 8 W/m² dans les sanitaires
	<b>Energie Renouvelable</b> Energie Présence d'une installation photovoltaïques en silicium monocristallin - Puissance Renouvelable totale: 174,29 kWc -

Figure3. 10 fiche techniques des équipements du Organdi immeuble de bureaux. Source :(lefeuvre@effinergie.org, 2020b)

## 3. Médiathèque Aimé Césaire

La médiathèque Aimé Césaire sur la commune de Castelnau le lez. Ce projet est certifié Bepos-Effinergie 2013 en phase conception et lauréat de l'appel à projet régional lancé par la Région Occitanie. On peut citer ses caractéristiques architecturales et constructifs suivantes :

- Au niveau de rez-de-chaussée et le premier niveau, une isolation par l'extérieur renforce la structure en béton du bâtiment.
- Au niveau de R+2, une isolation performante renforce l'ossature en bois ; ainsi qu'un bardage aussi en bois qui renforce la façade dans tous les différents niveaux précédents.

- Une isolation avec laine de roche et en béton pour le renforcement des toitures terrasses.
- Le choix des matériaux de menuiserie et des brises de soleil était l'aluminium qui assure les rupteurs de ponts thermiques et limite les apports solaires directs.
- Au niveau de l'équipement, on constate qu'il y a une pompe à chaleur air/eau, des radiateurs et des ventilo-convecteurs pour assurer le confort thermique du bâtiment (chauffage et refroidissement).
- Enfin, une installation d'une ventilation à double flux pour le renouvellement de l'air à l'intérieur et une centrale photovoltaïque pour les toitures.(lefeuvre@effinergie.org, 2020c)



Figure3. 11 Médiathèque Aimé Césaire. Source :(lefeuvre@effinergie.org, 2020b)

Type bâtiment	Tertiaire - Public	Zone climatique	H3
Ville	Castelnau le Lez	Altitude	40 m
Code postal	34170		
Travaux	Neuf - RT 2012	Permis	10-2015
Fiabilité	Certifié, Appel à projet	Construction	2017
Niv. énergétique	Bepos Effinergie 2013	Livraison	02-2018
Shon RT	1 038 m <sup>2</sup> du bâtiment	Consommation	-57,3 kWh/(m <sup>2</sup> .an)
Surface	1 038 m <sup>2</sup> du projet	Coût des travaux	2 633 837,00 € HT

Figure3. 12 fiche technique du Médiathèque Aimé Césaire. Source :(lefeuvre@effinergie.org, 2020b)



### 3.1. Critères Effinergie

Périmètre Etude		Bepos-effinergie 2013
Respect RT2012	Oui	
Respect Effinergie+	Oui	
Exigences Labels Effinergie		
Sobriété & Efficacité		
Consommation énergétique (Cep)	-57,30 kWh/(m².an)	
Bioclimatisme (Bbio)	43,63 % de gain par rapport à la RT2012	
Qualité de la construction		
Perméabilité bâti	0,93 m³/(h.m²) sous 4 Pa	
Classe d'étanchéité réseau ventilation	Classe A	
Approches complémentaires		
Ecomobilité	176 kWhep/m².an	
Electricité spécifique		
Consommation	62 kWh/(m².an)	
Les postes pris en comptes	Les autres usages immobiliers et mobiliers	
Méthodes et outils de calcul	Le référentiel Bepos-Effinergie fixe une valeur forfaitaire à 100 kWhep/m².an pour les bureaux	
	Le projet a calculé une consommation de 62 kWhep/m².an	

Figure3. 13 classement énergétique du Médiathèque Aimé Césaire. Source : (lefeuvre@effinergie.org, 2020b)

### 3.2. Système constructif

#### Parois et baies

**Murs extérieurs**  
R = 5.6 (m².K)/W  
Murs en béton de 20 cm isolés par l'extérieur avec 20 cm de laine de roche pour le RdC et R+1 - Bardage en inox en R+1 et bardage bois en rez de chaussée  
R = 4.8 (m².K)/W  
Ossature bois isolée entre les montants par 14 cm de fibres de bois et par l'intérieur avec 14 cm de fibres de bois pour R+2 - Bardage inox en R+2

**Toiture**  
R = 7.1 (m².K)/W  
Toiture terrasse composée de 20 cm de béton isolée avec 16 cm de mousse de polyuréthane  
R = 5.3 (m².K)/W  
Toiture en ossature bois isolée avec 16 cm de mousse de polyuréthane

**Plancher**  
R = 5 (m².K)/W  
Plancher bas sur terre plein composé d'une dalle de béton de 20 cm isolée avec 20 cm de polystyrène expansé  
R = 1.1 (m².K)/W  
Plancher bas sur local non chauffé

#### Etanchéité à l'air

Valeur 0,93 m³/(h.m²) sous 4 Pa  
Confirmée par la mesure  
Valeur n50 1,9 vol/h

#### Ponts thermiques

Ratio Psi 0,19 W/(m².K)  
Valeur Psi moyen 0,336 W/(ml.K)

#### Répartition des déperditions

Composant	Valeur (W/K)	Pourcentage
Toitures	84,85	12.7%
Murs	125,72	13.8%
Baies en hiver	584,12	64.1%
Plancher bas	115,98	9.3%


	<b>Fenêtres/Porte-Fenêtres</b> Menuiseries en aluminium à rupteurs de ponts thermiques - Double vitrage 4/16/4 avec lame d'air - Présence de store enroulables et de volets roulants suivant les baies Présence de brise-soleil à ventelles en aluminium
	Surface vitrée : 34,44 % de la surface utiles ou habitable

Figure3. 14 système constructif du Médiathèque Aimé Césaire. Source : (lefeuvre@effinergie.org, 2020b)

### 3.3. Equipement







	<b>Chauffage</b> Générateur : 2 pompes à chaleur réversibles air/eau Emetteurs : Emission par plancher chauffant (581 m <sup>2</sup> ) et radiateur à eau chaude (193 m <sup>2</sup> ) Emission par ventiloconvecteur (168 m <sup>2</sup> )
	<b>Refroidissement</b> Générateur : Emission par plancher rafraichissant (581 m <sup>2</sup> ) et soufflage d'air froid (168 m <sup>2</sup> )
	<b>Ventilation</b> Système : Groupe de ventilation double flux avec une efficacité de l'échangeur de 87% Classe d'étanchéité : Classe A - Confirmée par la mesure
	<b>ECS</b> Générateur : Production ECS par 3 ballons de 15 litres
	<b>Eclairage</b> Système : Eclairage avec des LET et T5 La puissance installée dépend des lieux du bâtiments - Bureaux: 5,2 W/m <sup>2</sup> avec détection de présence et extinction automatique en fonction des seuils - Circulation: 4,5 W/m <sup>2</sup> avec détection de présence - Sanitaires: 5 W/m <sup>2</sup> avec détection de présence et extinction automatique en fonction des seuils
	<b>Energie Renouvelable</b> Energie Renouvelable : Présence de panneaux photovoltaïques monocristallins - surface : 274 m <sup>2</sup> - Puissance crête: 55 kWc - Rendement : 20%

Figure3. 15 fiche technique des équipements du Médiathèque Aimé Césaire. Source : (lefeuvre@effinergie.org, 2020b)

## 4. Hôtel d'entreprises et ateliers relais

Les bâtiments de ce projet sont en cours de certification Bepos-Effinergie 2013. Il se compose d'un bâtiment tertiaire à énergie positive et d'ateliers. Les principales caractéristiques de ce projet sont :

- Une isolation performante par l'extérieur en laine bois avec un doublage de ce dernier et bardage en bois pour les façades exposées au nord.
- Une toiture isolante en béton avec 12 cm de polystyrène extrudé.
- Un renforcement par des doubles vitrages performants pour les baies orientées au sud.

- Des menuiseries en aluminium pour minimiser les ponts thermiques.
- Au niveau de l'équipement on montre que la chaudière en bois et gaz assurent le chauffage du bâtiment avec une association à des ventilo-convecteurs.
- Enfin une installation d'une ventilation double flux pour le renouvellement de l'air.
- La répartition d'une centrale photovoltaïque et une éolienne entre les brises de soleil et la toiture qui consiste à contribuer l'obtention du label Bepos-Effinergie2013.(lefeuvre@effinergie.org, 2020d)



Figure3. 16 Hôtel d'entreprises et ateliers relais. Source :(lefeuvre@effinergie.org, 2020d)

Type bâtiment	Tertiaire - Public	Zone climatique	H3
Ville	Rivesaltes	Altitude	30 m
Code postal	66600		
Travaux	Neuf - RT 2012	Construction	2016
Fiabilité	Certifié	Livraison	00-0000
Niv. énergétique	Bepos Effinergie 2013		
Shon RT	1 408 m <sup>2</sup> du bâtiment	Consommation	-11,7 kWh/(m <sup>2</sup> .an)
Surface	1 408 m <sup>2</sup> du projet	Emission CO2	6 kgeqCO2/(m <sup>2</sup> .an)

Figure3. 17 fiche technique du Hôtel d'entreprises et ateliers relais. Source :(lefeuvre@effinergie.org, 2020d)

## 4.1. Critères Effinergie

Périmètre Etude		Bepos-effinergie 2013
Respect RT2012	Oui	
Respect Effinergie+	Oui	
Exigences Labels Effinergie		
Sobriété & Efficacité		
Consommation énergétique (Cep)	-11,70 kWh/(m <sup>2</sup> .an)	
Bioclimatisme (Bbio)	36,84 % de gain par rapport à la RT2012	
Qualité de la construction		
Perméabilité bâti	1,7 m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> ) sous 4 Pa	
Classe d'étanchéité réseau ventilation	Par défaut	
Approches complémentaires		
Electricité spécifique		
Consommation	100 kWh/(m <sup>2</sup> .an)	
Méthodes et outils de calcul	Le label Bepos-Effinergie impose une valeur forfaitaire de 100 kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an	

Figure3. 18 classement énergétique du Hôtel d'entreprises et ateliers relais. Source : (lefeuvre@effinergie.org, 2020d)

## 4.2. Système constructif

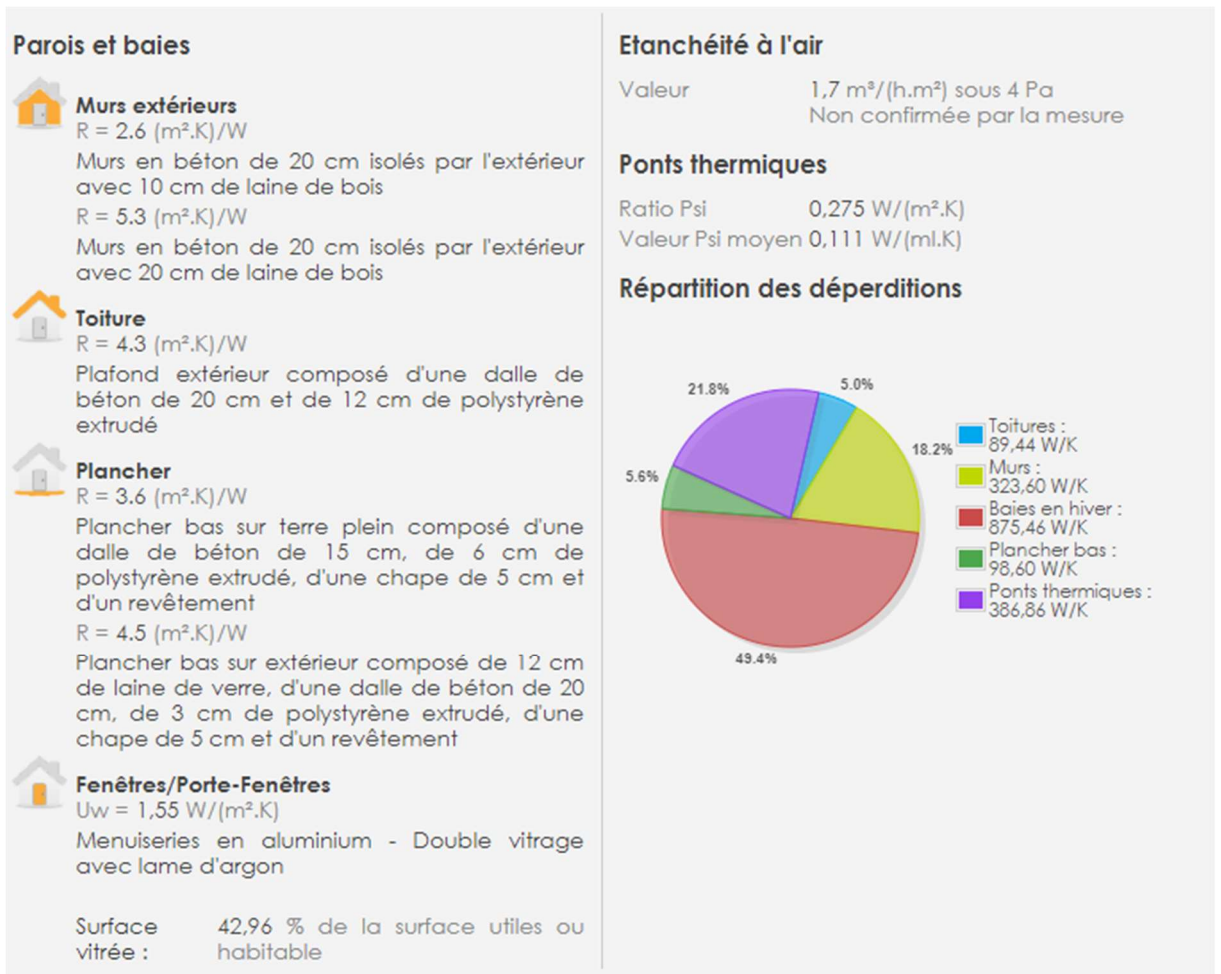


Figure3. 19 système constructif du Hôtel d'entreprises et ateliers relais source. Source : (lefeuvre@effinergie.org, 2020d)

### 4.3. Equipement

	<b>Chauffage</b>	
	Générateur	Chaudière bois à alimentation automatique et tirage naturel - Puissance nominale: 75 kW Chaudière gaz à condensation - Puissance nominale: 92,6 kW
	Emetteurs	Emission par ventiloconvecteur Emission par radiateur aciers
	<b>Refroidissement</b>	
	Générateur	PAC à compression électrique air/eau - Puissance : 97 kW - EER 3,21
	<b>Ventilation</b>	
	Système	Ventilation double flux dans les bureaux, salles de réunions avec une efficacité de l'échangeur de 87 à 88,5% Ventilation mécanique simple flux dans la cafétéria
	Classe d'étanchéité	Par défaut - Non confirmée par la mesure
	<b>ECS</b>	
	Générateur	Production d'ECS par des cumulus électriques pour l'espace repas et les sanitaires d'une capacité de 15 et 30 litres
	<b>Eclairage</b>	
	Système	La puissance d'éclairage dépend des zones du bâtiment - Bureau: 8,3 W/m <sup>2</sup> avec des interrupteurs et une gestion par graduation automatique - Circulation: 5,9 à 17,5 W/m <sup>2</sup> avec des interrupteurs et une gestion manuelle avec la lumière du jour - Sanitaire: 8 à 8,3 W/m <sup>2</sup> avec des interrupteurs - Espaces collectifs: 6,7 W/m <sup>2</sup> avec des interrupteurs et une gestion par graduation automatique
	<b>Energie Renouvelable</b>	
	Energie Renouvelable	Présence de panneaux photovoltaïque multicristallins en brise-soleil - Puissance crête: 29,6 kW - Surface: 216 m <sup>2</sup> - Rendement : 13,7%
		Présence de panneaux photovoltaïque multicristallins en toiture - Puissance crête: 14,575 kW - Surface: 90,75 m <sup>2</sup> - Rendement : 16 % Présence d'une éolienne à axe vertical - Puissance crête: 2,53 kWc

Figure3. 20 fiche technique des équipements du Hôtel d'entreprises et ateliers relais. Source :(lefeuvre@effinergie.org, 2020d)

## 5. Tableau récapitulatif

Après avoir l'analysé des exemples précédents, nous classons les matériaux de construction en fonction de leurs propriétés thermiques puis les rassemblons dans les tableaux suivants afin de les comparer en termes d'efficacité thermique et énergétique afin d'atteindre les matériaux les plus efficaces pour leur utilisation.

Tableau3. 1 tableau récapitulatif des matériaux de construction. Source :(Auteur, 2020)

Exemple	Exemple 1	Exemple 2	Exemple 3	Exemple 4
Nom du projet	Palazzo Méria	Nice Organdi	Médiathèque Aimé Césaire	Hôtel d'entreprises et ateliers relais

Tableau3. 2 tableau récapitulatif des murs extérieurs. Source :(Auteur, 2020)

Murs extérieurs	Exemple 1	Exemple 2	Exemple 3	Exemple 4
Composition	Murs en ossature bois composé de lames de bois massif croisées perpendiculairement (CLT) de 12 cm isolés par l'extérieur avec 14 cm de laine de verre	Murs en GBE (murs béton coulés) de 25 cm isolés au cœur du béton avec 15 cm de polystyrène expansé	Ossature bois isolée entre les montants par 14 cm de fibres de bois et par l'intérieur avec 14 cm de fibres de bois pour R+2 - Bardage inox en R+2	Murs en béton de 20 cm isolés par l'extérieur avec 20 cm de laine de bois
Résistance	R = 4.3 (m <sup>2</sup> .K)/W	R = 5.3 (m <sup>2</sup> . K) /W	R = 4.8 (m <sup>2</sup> . K) /W	R = 5.3 (m <sup>2</sup> .K)/W

Tableau3. 3 tableau récapitulatif des toiture. Source :(Auteur, 2020)

Toiture	Exemple 1	Exemple 2	Exemple 3	Exemple 4
Composition	Toiture terrasse en bois massif de 16 cm isolée avec 12 cm de panneaux isolants support d'étanchéité en mousse rigide de polyuréthane (PIR) expansée entre deux parements composite multicouches.	Toiture terrasse composée d'une dalle de béton de 20 cm isolée avec 20 cm de polyuréthane	Toiture terrasse composée de 20 cm de béton isolée avec 16 cm de mousse de polyuréthane	Plafond extérieur composé d'une dalle de béton de 20 cm et de 12 cm de polystyrène extrudé
Résistance	R = 6.7 (m <sup>2</sup> . K) /W	R = 9.1 (m <sup>2</sup> .K)/W	R = 7.1 (m <sup>2</sup> .K)/W	R = 4.3 (m <sup>2</sup> .K)/W

Tableau3. 4 tableau récapitulatif des plancher. Source :(Auteur, 2020)

Plancher	Exemple 1	Exemple 2	Exemple 3	Exemple 4
Composition	Plancher bas sur parking composé d'une dalle de béton de 30 cm isolée en sous face par 12 cm de flochage en laine minérale, et d'une chape de béton de 5 cm isolée avec 4 cm de laine de verre	Plancher bas sur sous-sol composé d'une chape en béton isolante de 4 cm, de 15 cm de polystyrène extrudé, et d'une dalle de béton plein de 20 cm d'épaisseur	Plancher bas sur terreplein composé d'une dalle de béton de 20 cm isolée avec 20 cm de polystyrène expansé	Plancher bas sur terreplein composé d'une dalle de béton de 15 cm, de 6 cm de polystyrène extrudé, d'une chape de 5 cm et d'un revêtement
Résistance	$R = 3 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$	$R = 3.8 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$	$R = 5 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$	$R = 3.6 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

Tableau3. 5 tableau récapitulatif des fenêtres/porte-fenêtre. Source :(Auteur, 2020)

Fenêtres/Porte-Fenêtre	Exemple 1	Exemple 2	Exemple 3	Exemple 4
Composition	Menuiseries en aluminium à rupteurs de ponts thermiques - Double vitrage 4/16/4 à faible émissivité et lame d'argon - Présence de volets ou de stores enroulables	Menuiserie en métal à coupure thermique - Double vitrage 4/16/4 - Coffre de volet roulant non intégré dans la baie - Présence de stores automatiques, ou de vénitiens automatiques	Menuiseries en aluminium à rupteurs de ponts thermiques - Double vitrage 4/16/4 avec lame d'air - Présence de store enroulables et de volets roulants suivant les baies Présence de brise-soleil à ventailles en aluminium	Menuiseries en aluminium - Double vitrage avec lame d'argon
Coefficients de performance d'isolation thermique	$U_w = 1,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	$U_w = 1,35 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$		$U_w = 1,55 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$

## Conclusion

A travers ce chapitre on a présenté et analysé quatre exemples. A partir de cette analyse on a pu résulter que les composantes de chaque exemple se différencient au niveau et son classement énergétique leurs système constructif les matériaux utilisés pour une bonne isolation

dans le but de réduire la consommation énergétique et aussi les Equipement concernent le chauffage la climatisation et aussi l'eau des sanitaires ont vue aussi le technique de protection et les techniques de production.



---

***Chapitre 04 : Cas D'étude Centre D'affaire à  
ANNABA.***

---

## Introduction

Dans le but d'étudier le bâtiment à énergie positive à caractère administrative sous un climat méditerranéen nous avons choisis comme cas d'étude notre projet de fin d'étude qui est un centre d'affaire dans la wilaya d'Annaba. Cette étude est basée sur la technique de la conception et teste à travers l'utilisation de logiciel Ecotect analysas.

## 1. Présentation de la ville d'Annaba

### 1.1. Situation géographique

La wilaya d'Annaba borde la partie nord-orientale du Tell algérien, Située au nord-est du pays, cette métropole régionale constituait la quatrième ville algérienne, après Constantine, Oran et Alger, elle occupe une position stratégique, faisant face à la mer sur une bande littorale de plus de 16 Km, totalisant de ce fait une superficie cadastrale de 1.412 km<sup>2</sup> soit 0,06% du territoire national. La wilaya d'Annaba est constituée de six (06) Daïras autour desquelles gravitent 12 communes, dont 05 urbaines, en l'occurrence : Annaba, El Bouni, Sidi Amar, El Hadjar et Berrahal.(Braham, 2010)

Elle est distante de 600 km de la capitale Alger et 106 km la séparent de la frontière tunisienne.

Elle est comprise entre les latitudes nord (36°30) et (37°30) et les longitudes (08°40) Est et (08°40) Est. Du point de vue géographique elle est limitée :

Au nord par la mer Méditerranée. Au sud par la wilaya de Guelma. A l'est par la wilaya d'El Tarf. A l'ouest par la wilaya de Skikda.

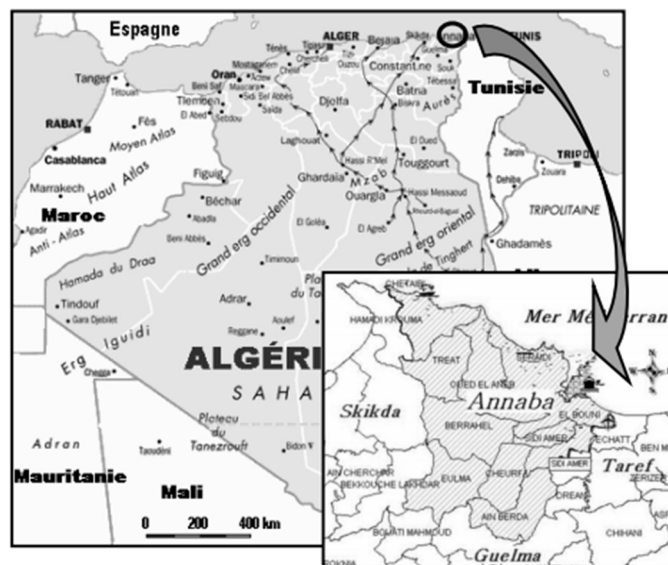


Figure4.1 situation de Annaba. Source :(Samira, 2013)

## 1.2. Le climat de la ville de ANNABA

Le climat d'Annaba est considéré comme un climat tempéré de type méditerranéen. Il se caractérise par des hivers doux avec des amplitudes faibles et des étés chauds et humides.

L'écart de température selon les données de 1997-2007 entre le mois le plus froid (janvier : 11,04°C) et le mois le plus chaud (Août : 25,95°C) est assez considérable (14,55°C).

La température moyenne annuelle étant de 18°C. l'humidité relative de l'air y soit appréciable dans l'aire du périmètre d'étude. Le taux annuel moyen est de 75,13%.

Les vents les plus fréquents soufflent suivant une direction nord-ouest d'une moyenne de 42 %. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées au cours des mois de janvier, avril, juin et juillet. Les vents moyens fréquents sont ceux du Sud-est et Sud-ouest. Par contre la hauteur pluviométrique moyenne annuelle est égale à 704.8 mm(Samira, 2013)

## 1.3. Accessibilité et infrastructure de transport

La wilaya d'Annaba possède d'un réseau diversifié de transport : port, aéroport, route, autoroute Est-ouest, chemin de fer, téléphérique (figure1).

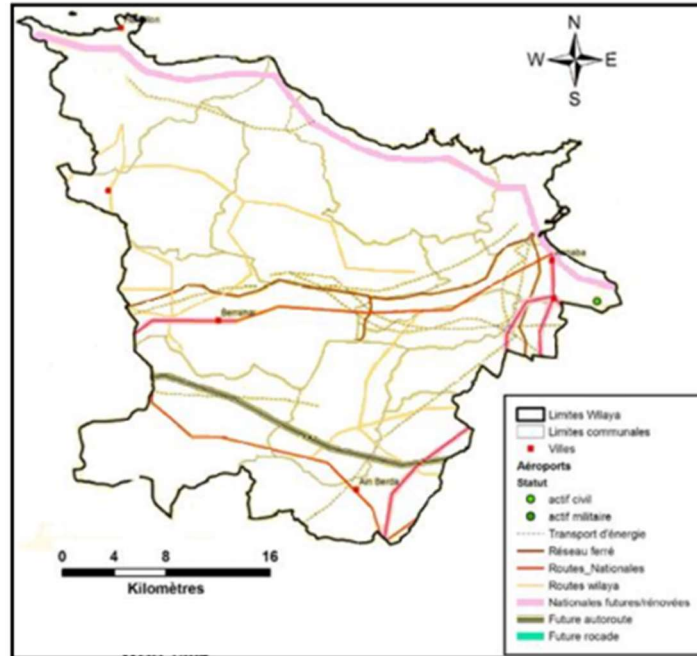


Figure4. 2 présentation du trame de trafic d'Annaba. Source :(Samira, 2013)

- Une gare ferroviaire située à proximité de la gare maritime et de la gare routière.
- L'aéroport d'Annaba - Rabah Bitat est situé à 9 km au sud de la ville. Des vols opérés par la compagnie Air Algérie relie Annaba à Alger et à Oran, et aux villes françaises

de Paris, Lyon, Marseille et Nice a la ville turque d'Istanbul ainsi qu'à Milan en Italie. Des liaisons avec des villes d'Arabie saoudite sont également effectuées lors du pèlerinage de la Mecque.

- La ville est dotée d'un port faisant partie des dix ports de commerce algériens et abritant des bateaux qui assurent le transport de passagers jusqu'à Marseille ou l'Italie.

## 2. Présentation du site

Cette métropole régionale constitue la quatrième ville algérienne après Alger, Oran et Constantine. Cette ville est située au côté est du côté algérien, Loin de la capitale Alger à vol d'oiseau avec 419,94 km. Trajet par route : 536,95 km, 114.42 km sur les frontières tunisiens. Situation montrer dans la figure3.



Figure4. 3 Situation du cas d'étude. Source :(via Michelin, 2020)

### 2.1. Fiche d'identité du terrain

- Pays : Algérie.
- Wilaya : Annaba.
- Daïra : Annaba.
- Commune : Annaba.
- Site : Tabacoop.
- La route nationale RN44.
- Rond-point SIDI IBRAHIM.
- Station des Taxis entre Wilayas.
- Surface 6,5H

## 2.2. Critères de choix

Pour un bon projet, nous devons assurer certains paramètres concernant :

- L'infrastructure de transport Port, Aéroport, Gare ferroviaire.
- Le terrain est situé dans une ancienne zone industrielle.
- Le terrain a un bon horizon sur la mère méditerranéenne.
- Facilité d'accessibilité au terrain.

## 2.3. Situation

Le terrain situe à l'entrée de la ville d'Annaba. La distance entre le terrain et la vieille ville est inférieure de 2 km. Le terrain est exposé sur la route nationale 44 est en face le port de Annaba.



Figure4. 4 situation du terrain. Source :(Auteur, 2020)

## 2.4. Environnement immédiat

Après l'analyse du site et l'environnement du terrain et les données et les informations recueillies on trouve que notre terrain et don un tissu administrative avec des équipements de transport

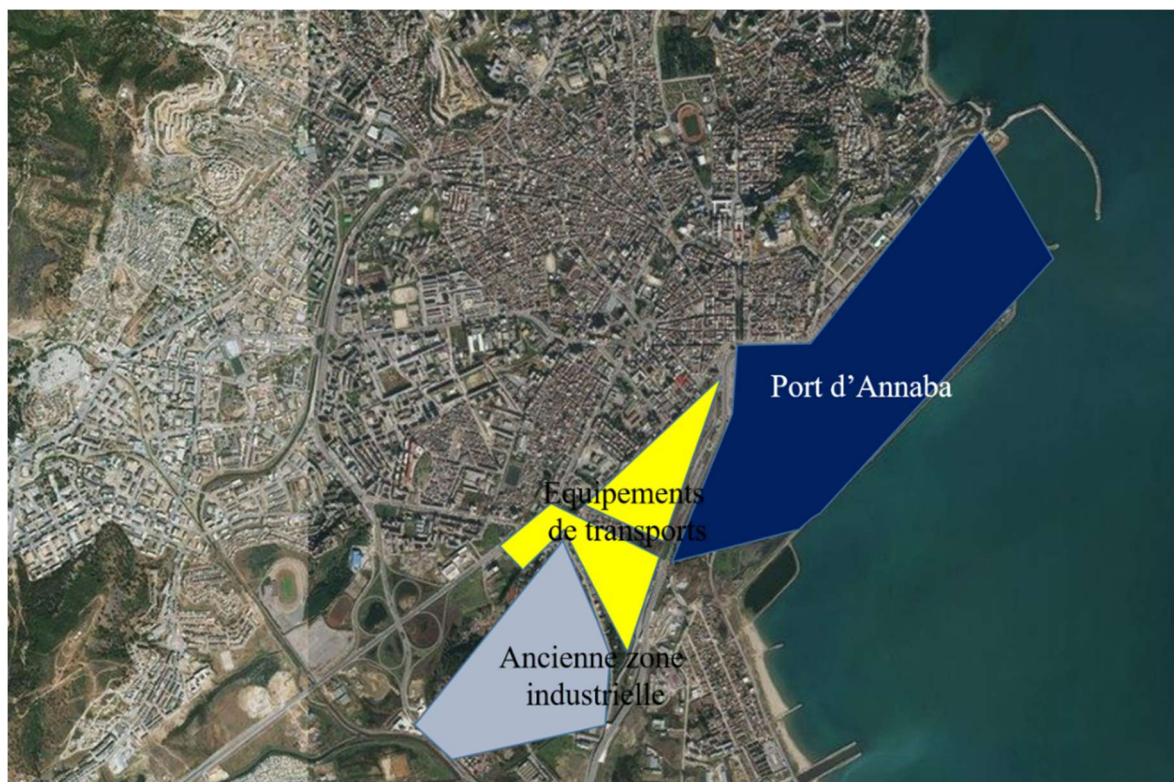


Figure4. 5 Environnement immédiat du terrain. Source :(Auteur, 2020)

## 2.5. L'accessibilité

Après l'analyse du terrain de son côté d'accessibilité et le réseau routier du site et aussi le transport qui le relie avec la ville et les autres villes aussi on trouve que le terrain est exposé et accessible par la route nationale RN44.



Figure4. 6 Accessibilité du terrain. Source :(Auteur, 2020)

## 2.6. Morphologie et Relief

Après l'analyse et l'étude topographique du terrain Le Terrain a une forme longitudinale avec une Surface de 5.7H Le terrain à une faible pente.

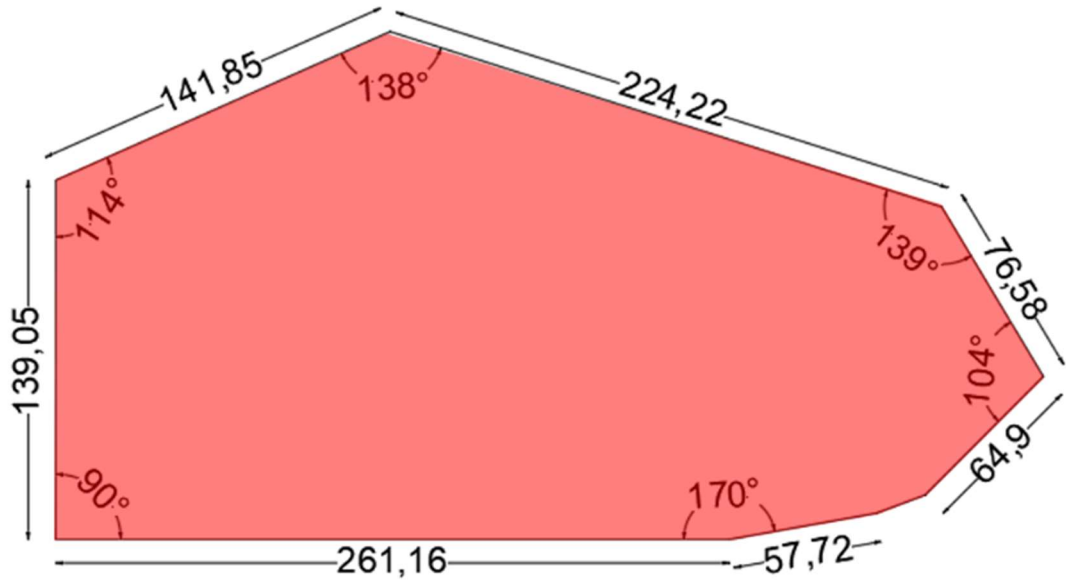


Figure4. 7 morphologie du terrain. Source :(Auteur, 2020)



Figure4. 8 coupe topographique01. Source :(Auteur, 2020)

## 2.7. Servitude et contrainte

Le terrain traverser par une route terrassière.



Figure4. 9 presentation de la route qui traverse notre terrain. Source :(Auteur, 2020)

### 3. Programme

Le programme du projet est présenté sur le tableau suivant :

Tableau4. 1 tableau du programme qualitative et quantitative. Source :(Auteur, 2020)

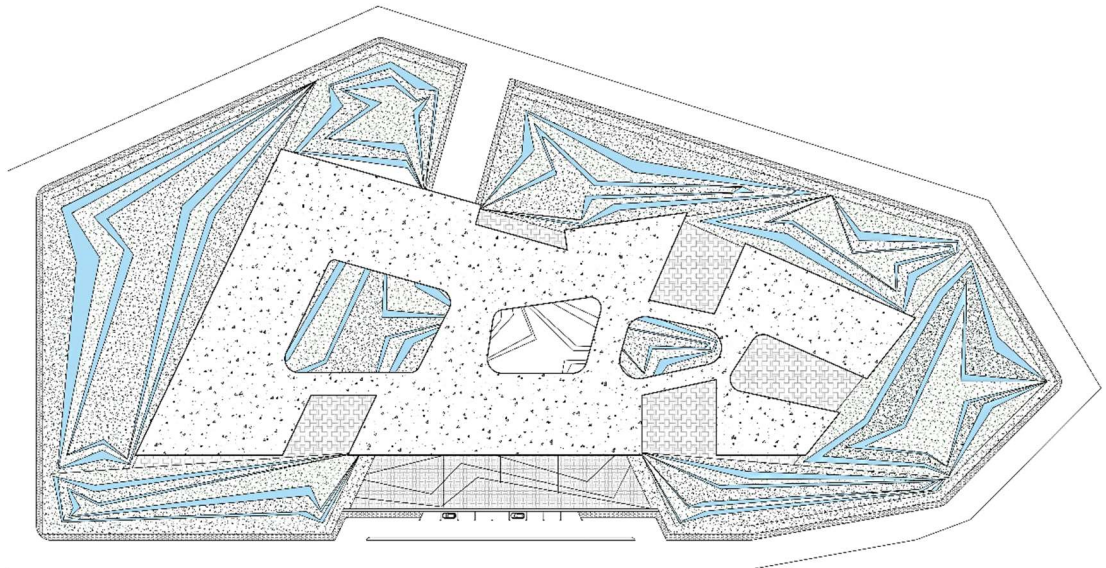
Espaces	S unitaire M <sup>2</sup>	Nombre	S totale M <sup>2</sup>
Entrée	/	/	/
Réception	/	/	/
Salle De Rencontre	50	3	150
Salle de Surveillance	100	2	200
<b>Commerce</b>			
Boutique	40	20	800
Store	20	20	400
<b>Consommation</b>			
Restaurant	300 P	7	400
Cafeteria	300 P	7	200
Louange	/	/	/
Bar	/	/	/
<b>Loisir ET Détente</b>			
Kitchener	/	/	/
Cafeteria	/	/	/
Centre de sport	1000	2	2000
Salle de report	/	/	/
Espace commun	/	/	/
<b>Hébergement</b>			
Chambre Single	30	30	900
Chambre Double	40	20	800
Suites	60	10	600
<b>Espace de Travail</b>			
Agence	120	4	480
Bancaire	120	1	120



Postale	120	3	360
Publicitaire	120	3	360
Touristique	120	3	360
Assurances	120	2	240
Immobilières	120	2	240
Location des voiture	120	2	240
<b>Cabinet</b>			
Avocat	100	4	400
Traducteur	100	4	400
Notaire	100	4	400
Import-Export	100	4	400
Comptabilité	100	4	400
<b>Entreprise</b>			
Petite	120	10	1200
Moyenne	240	10	2400
Grande	360	10	3600
<b>Service commun</b>			
auditorium	300 P		800
Salle de réunion	100	5	500
Salle de conférence	100	5	500
Salle de projection	100	5	500
Salle de media	100	5	500
Salle d'exposition	100	5	500
Salle M service	100	5	500
<b>Administration</b>			
Bureau du directeur	50	1	50
Bureau du secrétaire	30	1	30
Bureau de comptabilité	30	2	60
Bureau gestion	30	2	60
Bureau conseil financier	30	2	60
Salle de réunion	60	2	120
Bureau de conseil technique	30	2	60
Archives	50	2	100
Stockage	50	2	100
<b>Services techniques</b>			
Parking	300 P		300 P
Dépôts	150	2	300
Salle MDF	50	1	50
Chambre de Climatisations	50	1	50
Chambre de chaudière	50	1	50
groupes	30	1	30
Salles de maintenance	100	2	200
Surface totale	/	/	23470

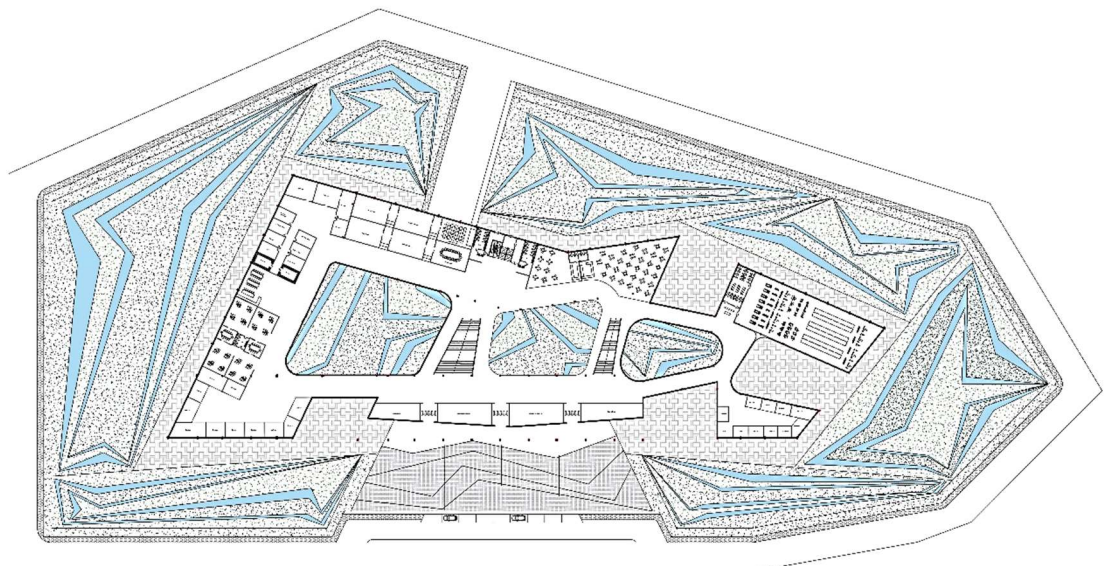
#### 4. Passage à l'esquisse

Le projet est un centre d'affaire, composé de 9 étage un sous-sol, Le rez-de-chaussée et 7 étage (R+1 jusqu'à R+7), contient des espaces de travail de différent taille et types des espaces communs salles des réunions des conférences ...etc. aussi des espaces de détente et de repos cafeterias, restaurants des salles de sport. Il contient aussi un hôtel au dernier étage.



Plan De Masse

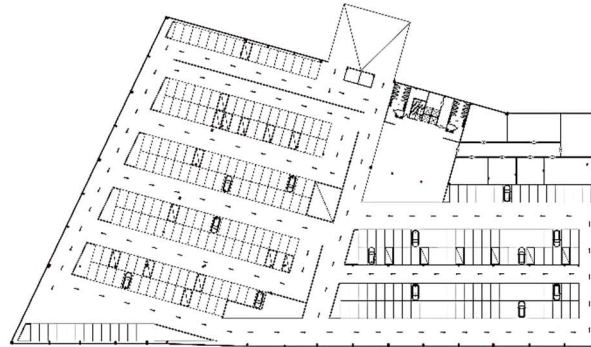
Figure4. 10 Plan De Masse. Source :(Auteur, 2020)



Plan D'Ensemble

Figure4. Plan d'ensemble. Source :(Auteur, 2020)

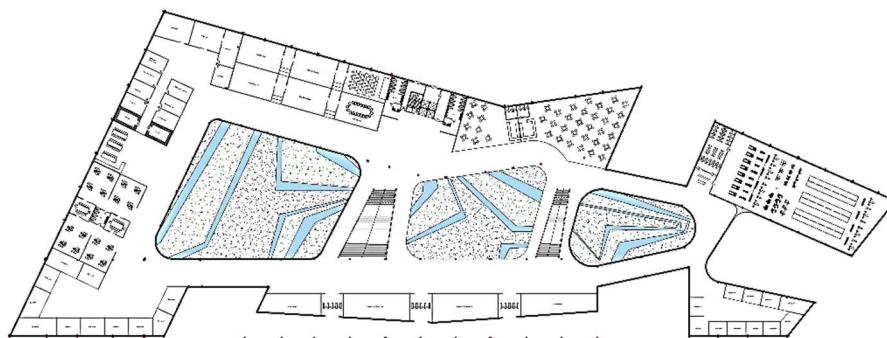
Le sous-sol contient des places de parking avec une capacité de 300 places en plus des espaces dédiés aux services et espaces de stockage et maintenance. En plus des espaces techniques (figure 12).



Plan Sous-sol

Figure4. 11 Plan Sous-sol. Source :(Auteur, 2020)

Le rez-de-chaussée représente le premier étage du projet qui contient des espaces de réception et des points de surveillance, ainsi que l'administration centrale du bâtiment. Et de nombreuses zones de service aussi les espaces communs qui est représenté dans les salles du conférences, réunions et des salle multi service. En plus des points de shopping et de repos, ainsi qu'une salle de sport, un restaurant et un café. (Figure 13)



Plan RDC

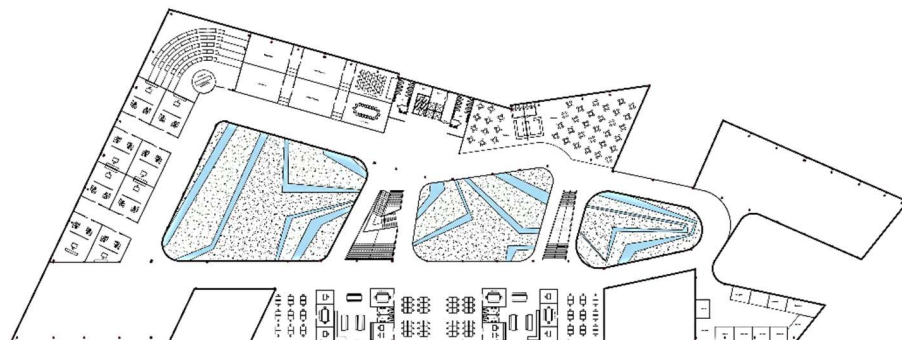
Figure4. 12 Plan RDC. Source :(Auteur, 2020)

À partir du premier étage jusqu'à le Sixième étage contient des espaces de travail pour les entreprises de toutes tailles, les agences et les cabiner y compris des espaces de repos pour

faciliter la vie des employés et améliorer les conditions de travail et offrir le plus grand confort en plus des espaces communs des salles des conférences, réunions ...etc.

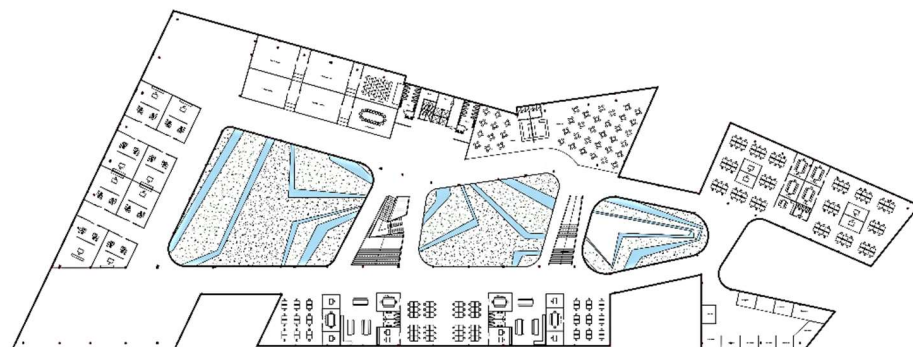
Le cinquième étage contient un auditorium pour 300 personnes

Ils contiennent également des points commerciaux, des jardins intérieurs et des zones de divertissement, ainsi que des restaurants et des cafés.



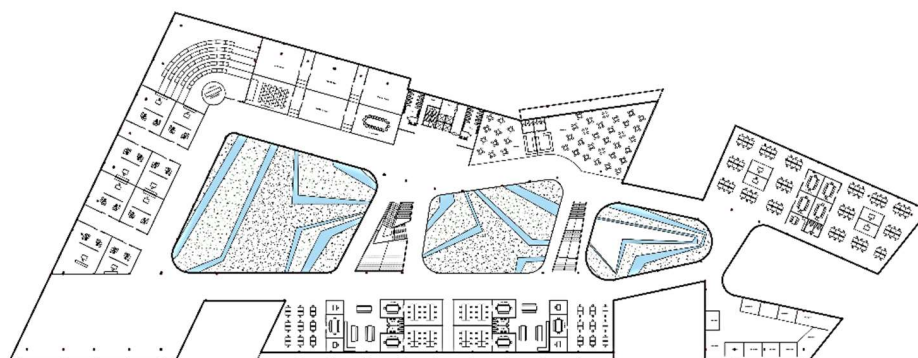
**Plan R+1**

*Figure4. 13 Plan étage R+1. Source :(Auteur, 2020)*



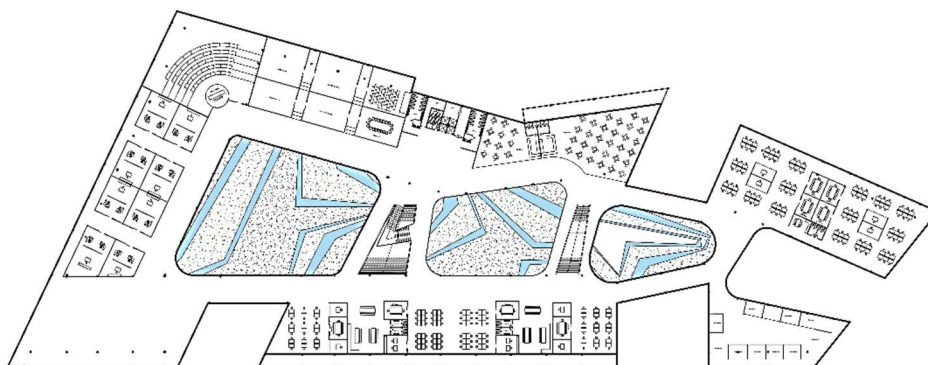
**Plan R+2**

*Figure4. 14 Plan étage R+2. Source :(Auteur, 2020)*



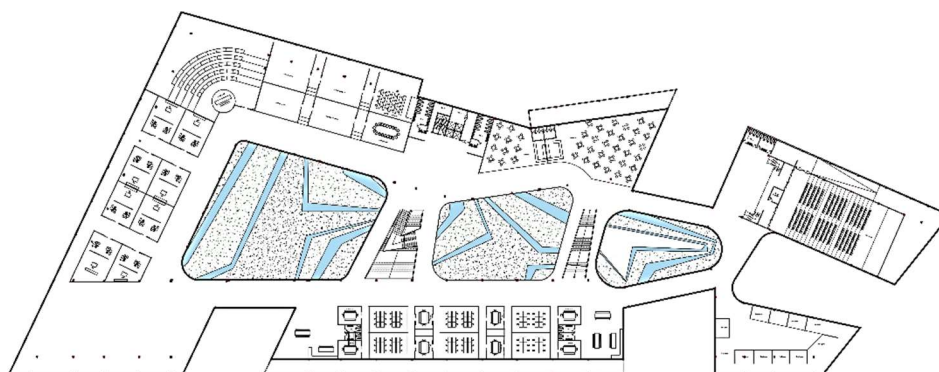
**Plan R+3**

Figure4. 15 Plan étage R+3. Source :(Auteur, 2020)



**Plan R+4**

Figure4. 16 Plan étage R+4. Source :(Auteur, 2020)



**Plan R+5**

Figure4. 17 Plan étage R+5. Source :(Auteur, 2020)

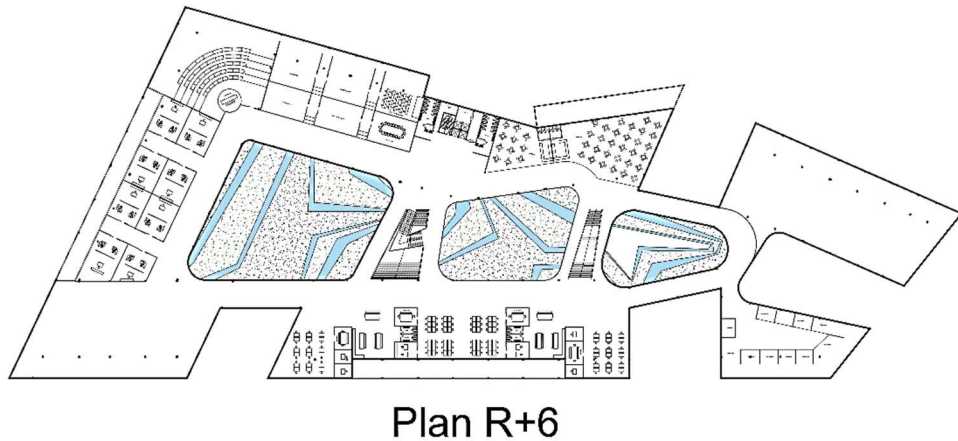


Figure4. 18 Plan étage R+6. Source :(Auteur, 2020)

Le septième étage représente l'étage d'hôtel contenant des chambres single, doubles et des suites, chaque chambre a une vue distinctive. En plus d'un gymnase, ainsi qu'un restaurant et un café en plus d'un restaurant VIP avec une vue panoramique. (Figure 20)

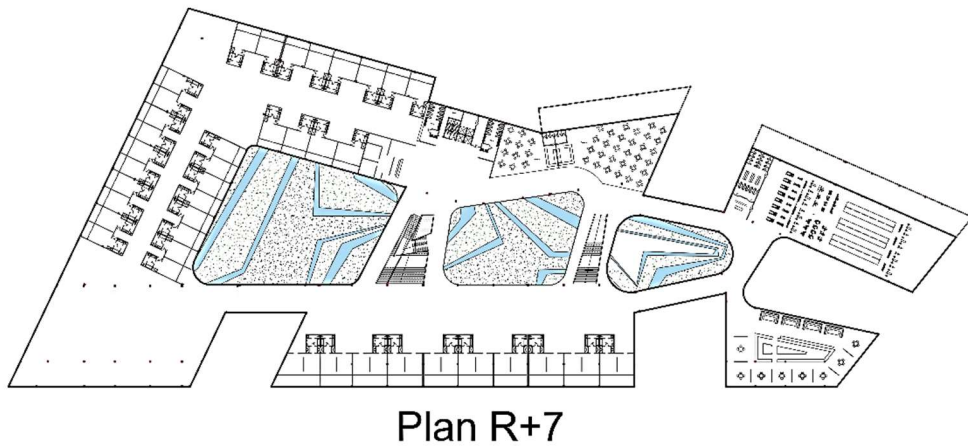


Figure4. 19 Plan étage R+7. Source :(Auteur, 2020)

## 5. Méthode de l'expérimentation

A travers cette étude 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 administrative dans un climat méditerranéen à ANNABA.

À chaque fois on va évaluer la consommation d'énergie du bâtiment dans des modèles différents par ces matériaux de construction (murs, dalles et planche, vitrage) et avec une protection des

façades et finalement on va teste les gestes (les heures du travail) dans le but de réduire la consommation annuelle d'énergie en suite on va calculer la quantité d'énergie crée par les cellules photovoltaïques installer sur la toiture du bâtiment.

Alors cette opération est déterminée par les étapes suivantes :

- **1ère étape** : la création du modèles principale et la détermination des compositions fixes et variables.
- **2ème étape** : l'évaluation de la consommation annuelle d'énergie, (simulation des scénarios) en utilisant le logiciel ECOTECT.
- **3émé étape** : calcule de la quantité de l'énergie produite en utilisant le logiciel PVGIS.
- **4émé étape** : L'analyse et l'interprétation des résultats puis la comparaison.

## 6. Création du model d'analyse

### 6.1. Les paramètres de l'expérimentation

- Types des murs extérieurs : on va utiliser 2 types des murs chacune a ces propres paramètres matériaux épissure.
- Types des dalles et plancher : on va utiliser 2 types des dalles chacune a ces propres paramètres matériaux épissure.
- Types de vitrage : on va utiliser 2 types du vitrage chacune a ces propres paramètres matériaux épissure.
- La protection des façades.
- Les heures de travail.

### 6.2. La codification des paramètres d'analyse

Tableau4. 2 tableau de codification des senarios. Source :(Auteur, 2020)

Nomination	Les paramètres							
	Mur simple				Mur amélioré			
M1-M2	Dalle simple		Dalle amélioré		Dalle simple		Dalle amélioré	
D1-D2	Vitrage simple		Vitrage amélioré		Vitrage simple		Vitrage amélioré	
V1-V2	Vitrage simple	Vitrage amélioré	Vitrage simple	Vitrage amélioré	Vitrage simple	Vitrage amélioré	Vitrage simple	Vitrage amélioré
CODE	M1-D1-V1	M1-D1-V2	M1-D2-V1	M1-D2-V2	M2-D1-V1	M2-D1-V2	M2-D2-V1	M2-D2-V2
scénarios	01	02	03	04	05	06	07	08

### 6.3. Création du modèle

Notre simulation sur logiciel Autodesk Ecotect analysis commence par localisation et l'intégration des données climatiques de la région d'ANNABA.

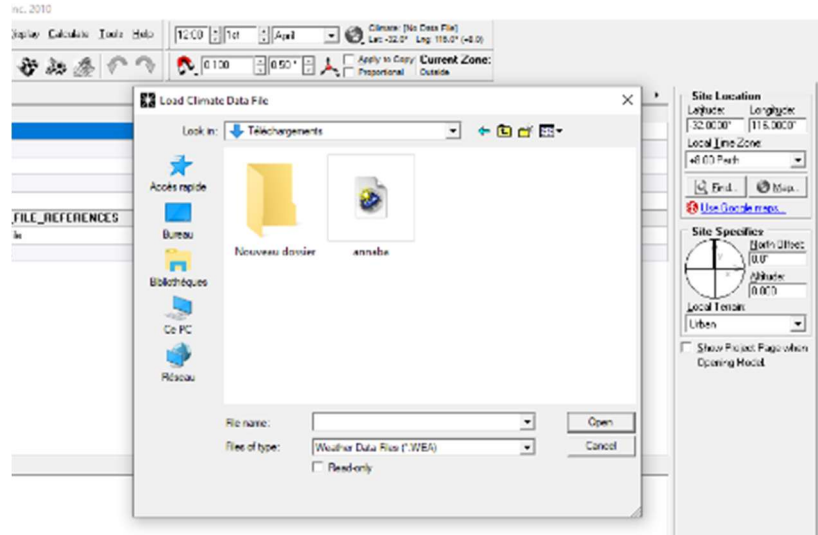


Figure4. 20 intégration des donne climatique de la région et la date. Source :(Auteur, 2020)

Ensuite, nous précisons le type du bâtiment, les conditions de conception internes et occupation en suite nous choisissons le type de HVAC system (full air-conditioning), la température du confort pour l'utilisateur entre 18° et 26°. Ainsi les conditions intérieures de l'espace et les heures l'opération.

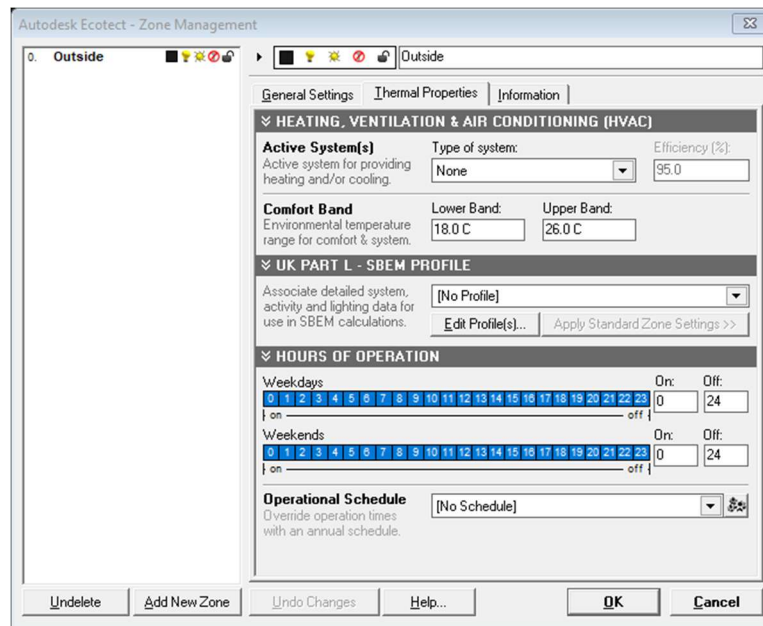


Figure4. 21 la précision des heures du travail ,l'activité ,la température et le niveau d'éclairage. Source :(Auteur, 2020)

Après l'introduire de toutes ces données nous commençons à la réalisation des modèles de simulation chaque modèle à leurs propriétés selon les codés cités dans le tableau des scénarios précédent :



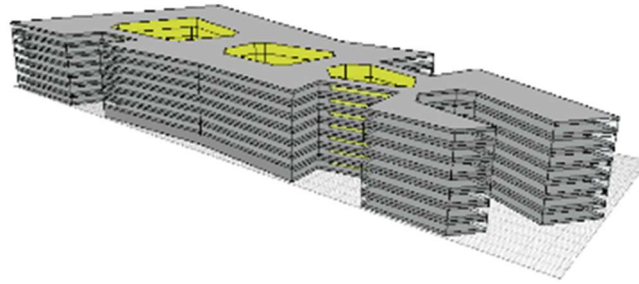


Figure4. 22 vue 3D sur l'un des modèles. Source :(Auteur, 2020)

À chaque fois nous identifions les matériaux utilisés dans ce bâtiment (murs, fenêtres, plancher)  
Selon les scénarios et en évaluant son consommation d'énergie.

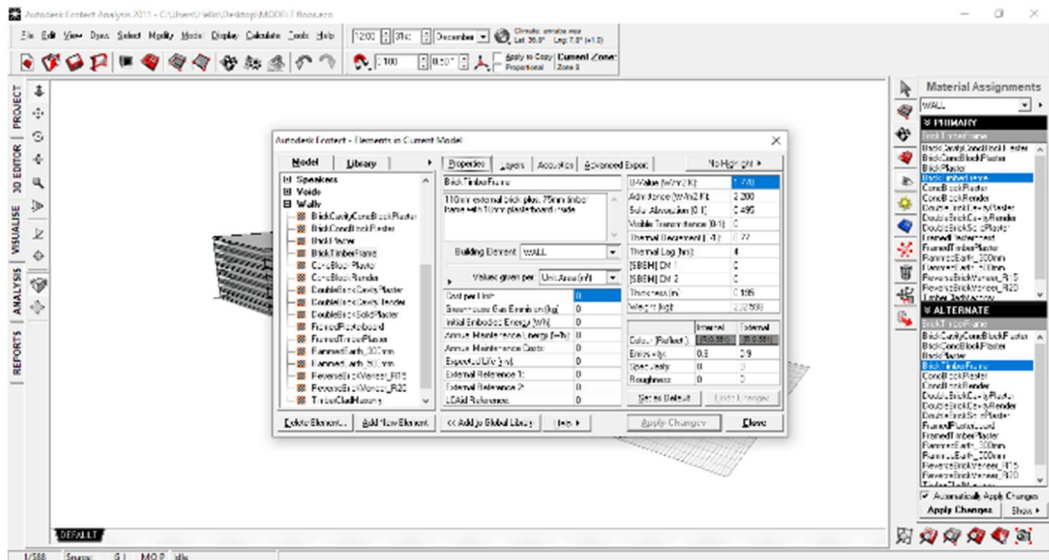


Figure4. 23 intégration des paramètres des matériaux. Source :(Auteur, 2020)

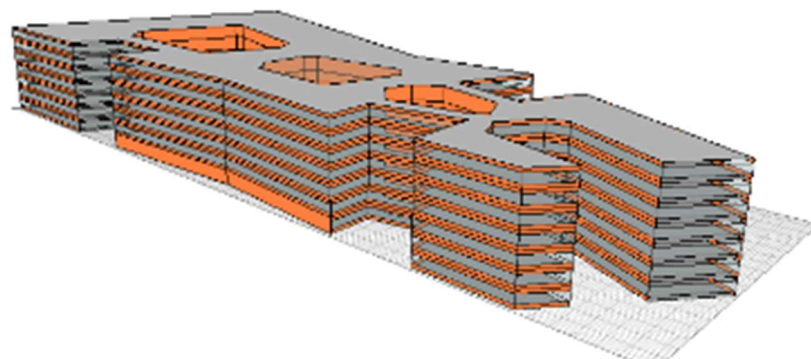


Figure4. 24 vue 3D sur un modelé amélioré. Source :(Auteur, 2020)

En suite en va choisi le modelé le plus performant et l'évaluer avec une protection de la façade.

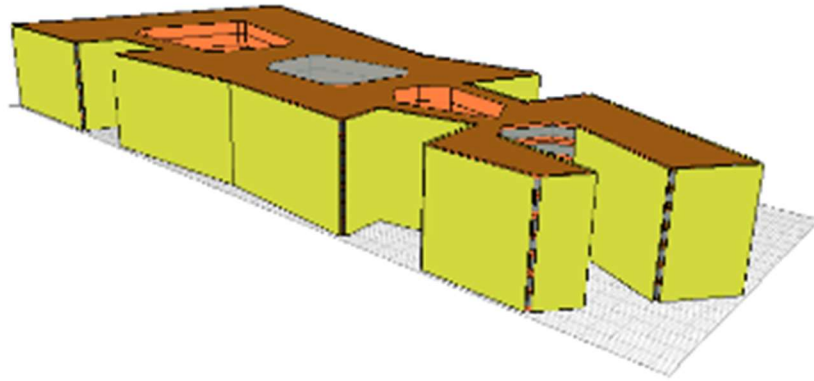


Figure4. 25 vue 3D sur le modelé renforcé avec une façades a doublé peau. Source :(Auteur, 2020)

Ensuite en va teste les heures de travail est son impact sur la consommation d'énergie.

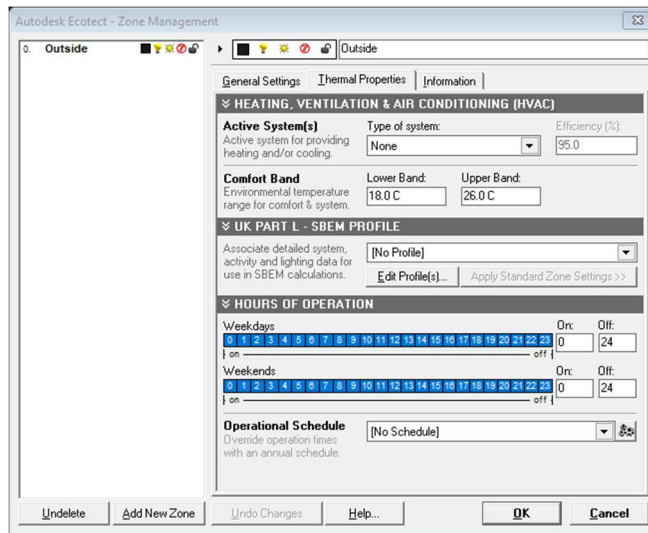


Figure4. 26 la modification des heures des travaille. Source :(Auteur, 2020)

Finalement en va calculer la quantité d'énergie produise à travers les panneaux photovoltaïques installer au niveau de la terrasse avec le logiciel PVGIS

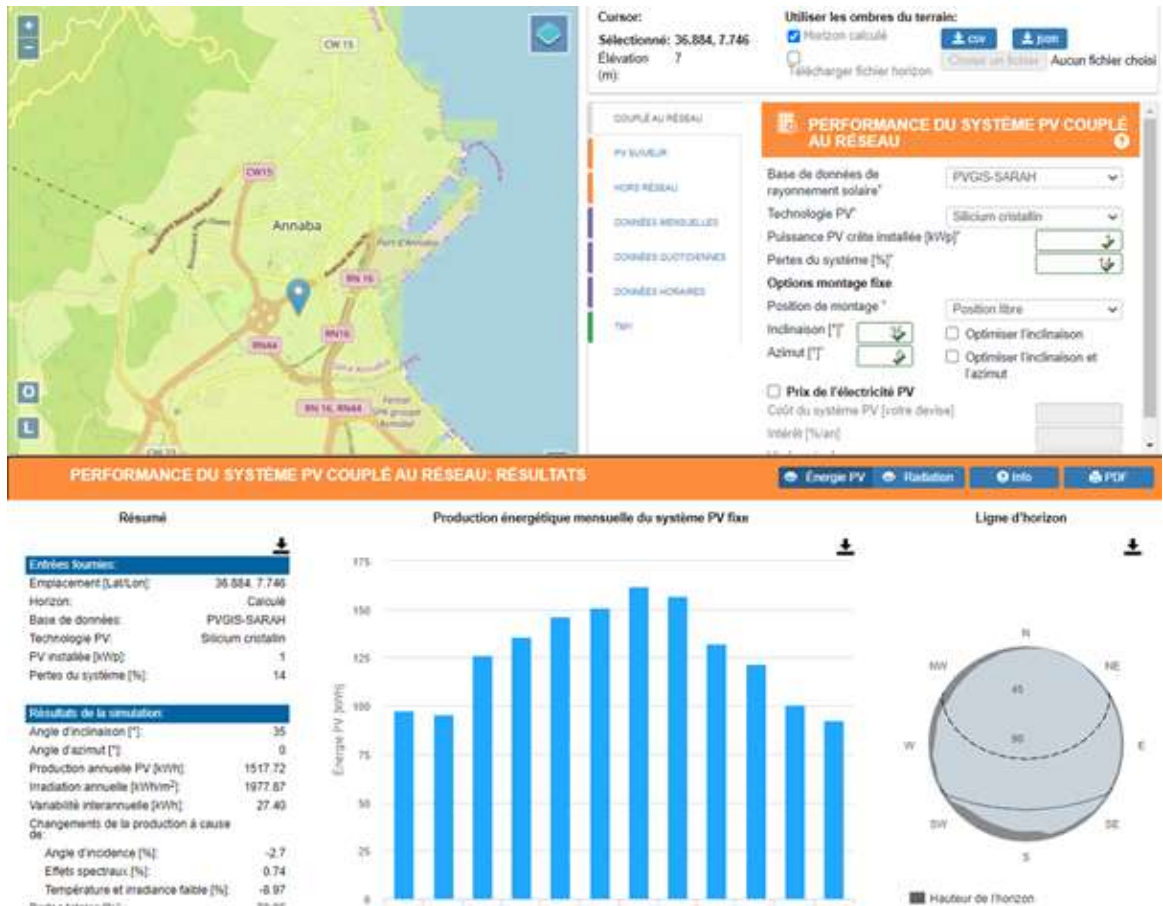


Figure4. 27 interface du PVGIS. Source : (JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission, 2020)

## Conclusion

On a obtenu plusieurs résultats traduirez pars des tableaux et des graphes à l'aide du logiciel Excel

- Consommation énergétique pour heating et cooling.
- Economie d'énergie pour heating et cooling.
- Classement de performance énergétique pour heating et cooling.
- Classement totale de performance énergétique plus économie pour heating/cooling.
- Classement finale de performance énergétique plus économie pour heating/cooling.
- Economie d'énergie pour le model le plus économe renforcer avec la façade double peau.
- Economie d'énergie pour le model le plus économe renforcer avec la façade et avec une gestion des heures du travail.

---

***Chapitre 05 : Recherche expérimentale.***

---

## Introduction

Dans ce chapitre, relativement au sujet de notre recherche nous effectuons des simulations numériques de la consommation énergétique de plusieurs modèles développés au chapitre précédent qui nous conclut 10 scénarios à optimiser, une fois les résultats obtenus, nous procédons à leur présentation et interprétation. Pour arrive au modèle optimal le plus performant.

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

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

Dans notre cas, et selon les données climatiques de la région d'ANNABA et la base de données du logiciel Ecotect :

On constate tout d'abord que l'utilisation de climatisation enregistrée pour le confort d'été est devisée en deux groupes. Le premier groupe qui consomme 9 mois dans l'année du mars jusqu'à novembre et le deuxième groupe qui consomme 6 mois dans l'année de may jusqu'à octobre.

Ensuite, les graphes nous montrent que la consommation énergétique augmente d'avril jusqu'à le pic atteint au juillet ensuite il diminue jusqu'à ce qu'il soit éliminé en novembre (Voir figure 1).

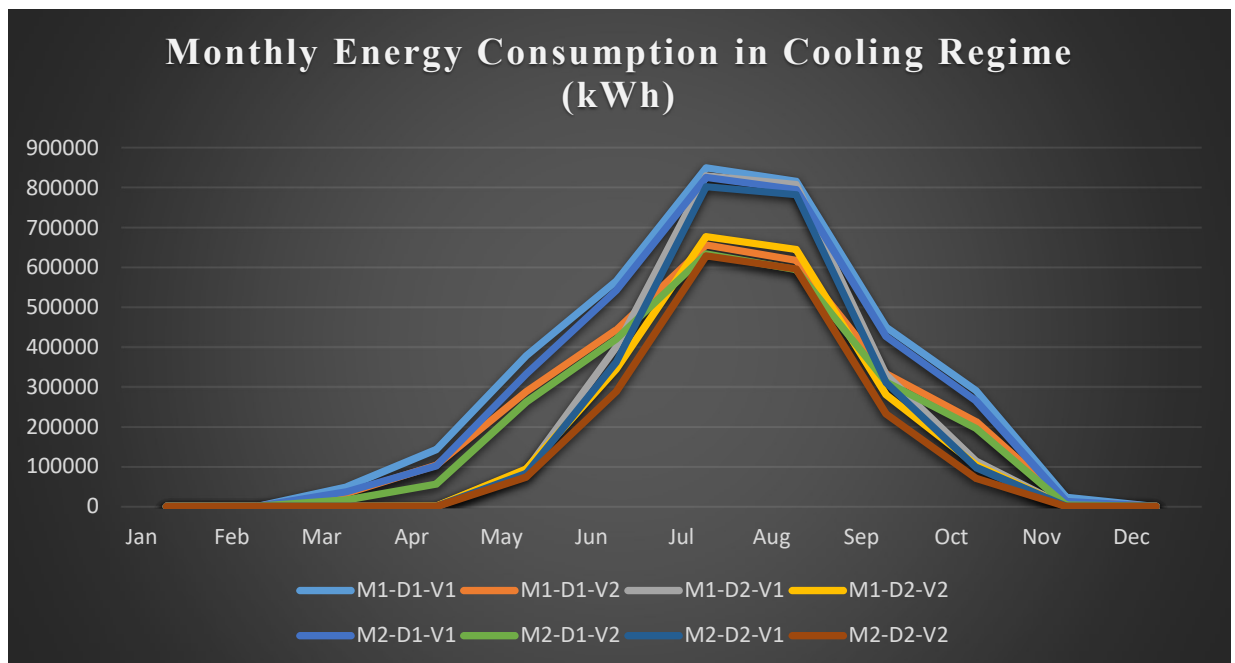


Figure5. 1 la consommation énergétique de climatisation. Source :(Auteur, 2020)

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

Dans notre cas, et selon les données climatiques de la région d'ANNABA et la base de données du logiciel Ecotect :

On constate tout d'abord que l'utilisation de chauffage enregistrée pour le confort d'hiver est pendant 6 mois dans l'année, de novembre jusqu'à avril.

Ensuite, les graphes de tous les scénarios sont proches. Et les mois de janvier et décembre sont les mois où la consommation est plus élevée (Voir figure 2).

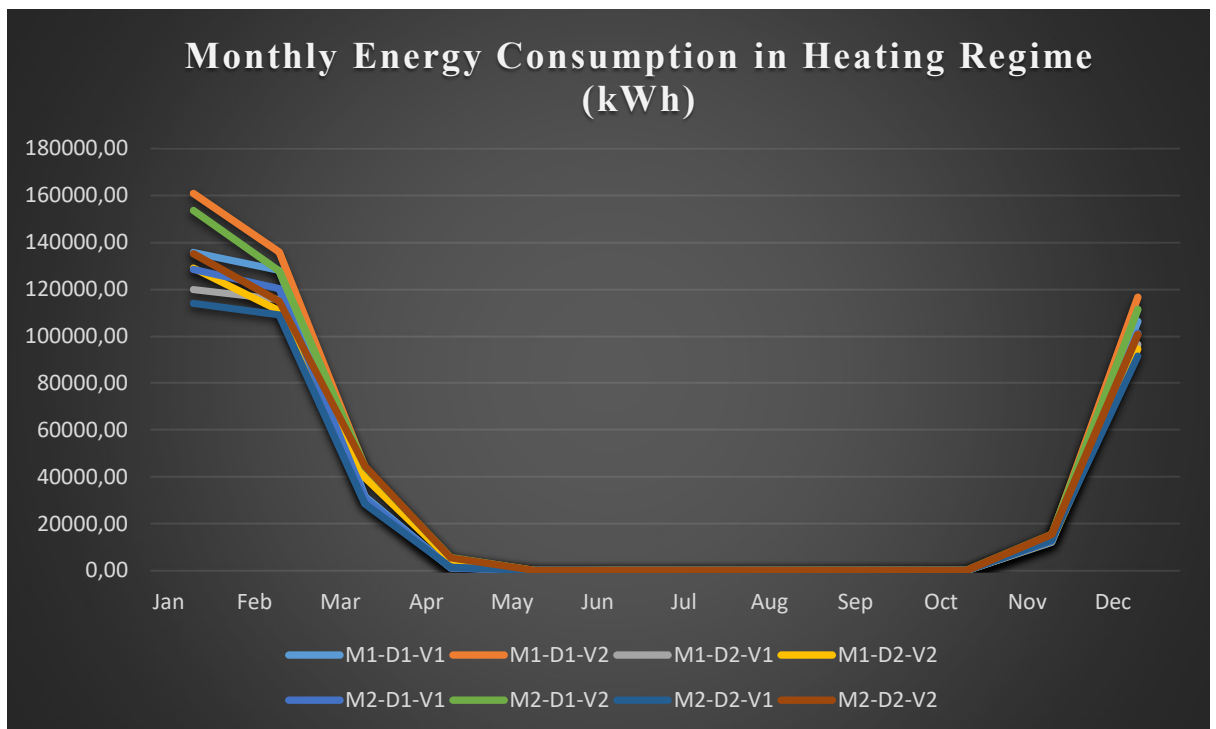


Figure5. 2 la consommation énergétique de chauffage. Source :(Auteur, 2020)

### 1.3. L'évaluation de la consommation énergétique et l'économie d'énergie avec les matériaux de construction :

Tableau5. 1 tableau récapitulatif de des caractéristiques des matériaux par modelé. Source :(Auteur, 2020)

Scénarios	Code	Type de mur	Type de dalle	Type de vitrage
01	M1-D1-V1	Mur en brique	Dalle en corps creux	Vitrage simple
02	M1-D1-V2	Mur en brique	Dalle en corps creux	Menuiseries en aluminium double vitrage 4/16/4 à faible émissivité et lame d'argon
03	M1-D2-V1	Mur en brique	Dalle composée d'une dalle de béton	Vitrage simple

			de 20 cm isolée avec 20 cm de polyuréthane	
04	M1-D2-V2	Mur en brique	Dalle composée d'une dalle de béton de 20 cm isolée avec 20 cm de polyuréthane	Menuiseries en aluminium double vitrage 4/16/4 à faible émissivité et lame d'argon
05	M2-D1-V1	Murs en GBE (murs béton coulés) de 25 cm isolés au cœur du béton avec 15 cm de polystyrène expansé	Dalle en corps creux	Vitrage simple
06	M2-D1-V2	Murs en GBE (murs béton coulés) de 25 cm isolés au cœur du béton avec 15 cm de polystyrène expansé	Dalle en corps creux	Menuiseries en aluminium double vitrage 4/16/4 à faible émissivité et lame d'argon
07	M2-D2-V1	Murs en GBE (murs béton coulés) de 25 cm isolés au cœur du béton avec 15 cm de polystyrène expansé	Dalle composée d'une dalle de béton de 20 cm isolée avec 20 cm de polyuréthane	Vitrage simple
08	M2-D2-V2	Murs en GBE (murs béton coulés) de 25 cm isolés au cœur du béton avec 15 cm de polystyrène expansé	Dalle composée d'une dalle de béton de 20 cm isolée avec 20 cm de polyuréthane	Menuiseries en aluminium double vitrage 4/16/4 à faible émissivité et lame d'argon

**a. Pendant la période Cooling :**

Dans notre cas proposé et pour la climatisation, la consommation fluctue entre la consommation minimale de 1892.1 MWh avec économie d'énergie de 1678 MWh et de consommation maximale de 3570.2 MWh. (Voir tableau 2)

On constate que dans les scénarios proposés, il peut être divisé en deux groupes

Le premier dans lequel le pic de consommation a atteint 3570.2 MWh comme l'exemple (M1 - D1 -V1) en juillet avec une économie d'énergie allant jusqu'à 0 MWh. Qui sont les groupes sans vitrage amélioré, mais il est possible d'être renforcé par d'autres éléments amélioré par exemple (M2-D2-V1) qui est renforcé par des murs et dalles amélioré pour atteindre le pic de consommation 2442.1 MWh au mois de juillet avec la fourniture d'énergie a atteint 11281 MWh. (Voir tableau 3)

Considérant que, le deuxième groupe a une consommation de pointe de 2700.2 MWh au mois de juillet avec une économie d'énergie qui peut atteindre 889.9 MWh et ce sont les groupes qui sont renforcés avec le vitrage amélioré par exemple (M1-D1-V2).

On peut également observer que plus nous renforcer nos modelés avec des matériaux améliorés, la consommation est réduite et les économies d'énergie est augmenté par exemple (M2-D2-V2) où la consommation d'énergie atteint son niveau le plus bas pour atteindre 1892.1 MWh avec une économie d'énergie de 1678 MWh en juillet.

- **La consommation totale pour les scénarios**

Tableau5. 2 la consommation totale des scenarios (cooling) . Source :(Auteur, 2020)

Scénarios	M1-D1-V1	M1-D1-V2	M1-D2-V1	M1-D2-V2	M2-D1-V1	M2-D1-V2	M2-D2-V1	M2-D2-V2
Total Consommation (MWh)	3570.2	2700.2	2578.5	2150.1	3342.5	2497.4	2442.1	1892.1

- **Classement des scénarios par consommation énergétique pendant la période (cooling) :**

Tableau5. 3 classement des scenarios par consommation énergétique et économie d'énergie (cooling) . Source :(Auteur, 2020)

Scénarios	M2-D2-V2	M1-D2-V2	M2-D2-V1	M2-D1-V2	M1-D2-V1	M1-D1-V2	M2-D1-V1	M1-D1-V1
Total Consommation (MWh)	1892.1	2150.1	2442.1	2497.4	2578.5	2700.2	3342.5	3570.2
Economie d'énergie (MWh)	1678.0	1420.0	11281.0	1072.7	991.6	889.9	227.6	0,00
Class de perf	1	2	3	4	5	6	7	8



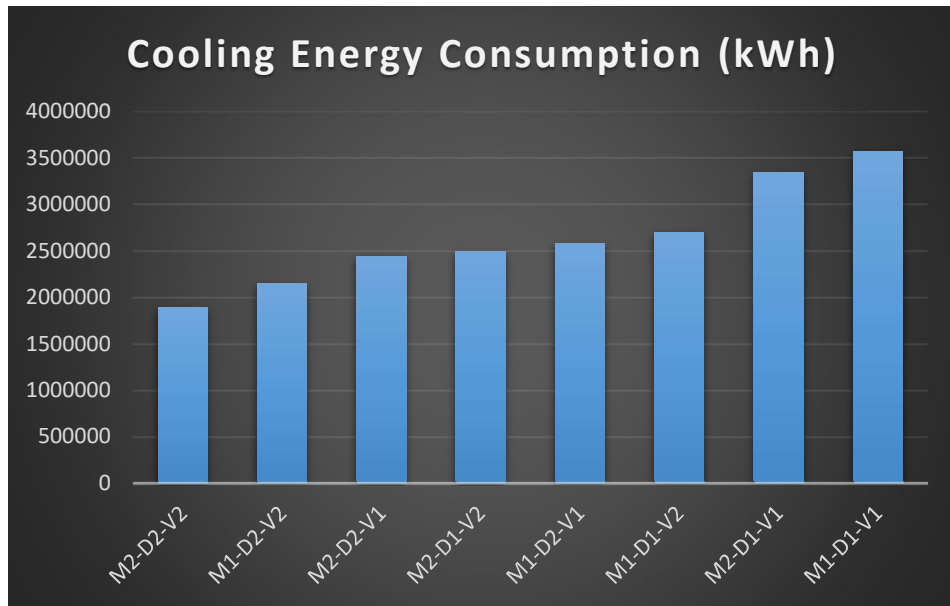


Figure5. 3 classement des scenario par consommation énergétique (cooling). Source :(Auteur, 2020)

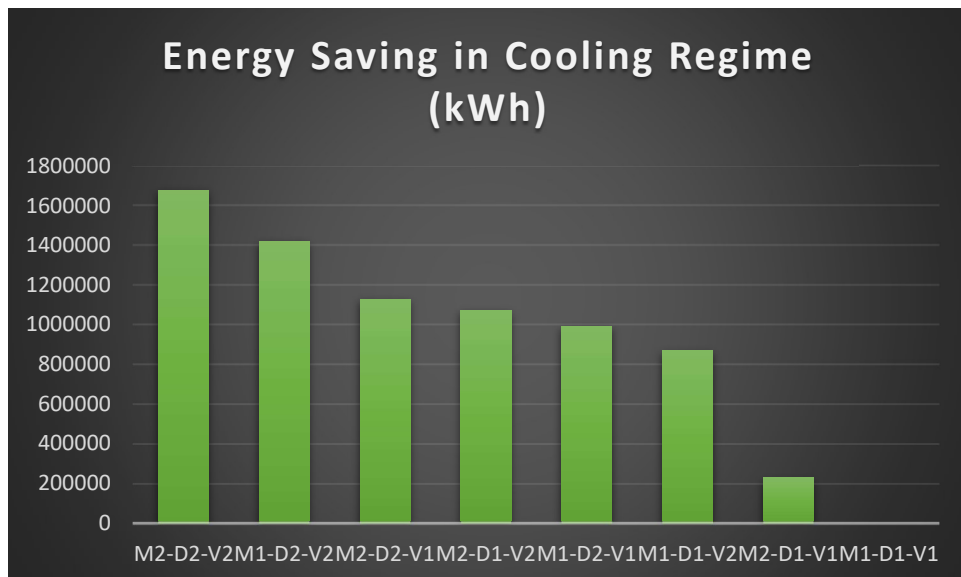


Figure5. 4 classement des scenarios par économie d'énergie (cooling). Source :(Auteur, 2020)

**b. Pendant la période Heating :**

Dans notre cas proposé et pour le chauffage la consommation fluctue entre la consommation minimale de 357.7 MWh avec économie d'énergie de 119.9 MWh et de consommation maximale de 477.6 MWh. (Voir tableau 5)

On voit que les résultats obtenus dans les scénarios proposés, les résultats sont très proches les uns des autres, comme le montre la courbe de la consommation énergétique de chauffage. Ceci est dû au climat de la région, qui se caractérise par un hiver chaud

- **La consommation totale pour les scénarios**

Tableau5. 4 la consommation totale des scenarios (heating). Source :(Auteur, 2020)

Scénarios	M1-D1-V1	M1-D1-V2	M1-D2-V1	M1-D2-V2	M2-D1-V1	M2-D1-V2	M2-D2-V1	M2-D2-V2
Total Consommation (MWh)	415.4	477.6	376.1	391.0	394.6	458.3	357.7	416.5

- **Classement des scénarios par consommation énergétique pendant la période (Heating) :**

Tableau5. 5 classement des scenarios par consommation énergétique et économie d'énergie (heating). Source :(Auteur, 2020)

Scénarios	M2-D2-V1	M1-D2-V1	M1-D2-V2	M2-D1-V1	M1-D1-V1	M2-D2-V2	M2-D1-V2	M1-D1-V2
Total Consommation (MWh)	357.7	376.1	391.0	394.6	415.4	416.5	458.3	477.6
Economie d'énergie (MWh)	119.9	101.4	86.5	82.9	62.1	61.0	19.3	0,00
Class de perf	1	2	3	4	5	6	7	8

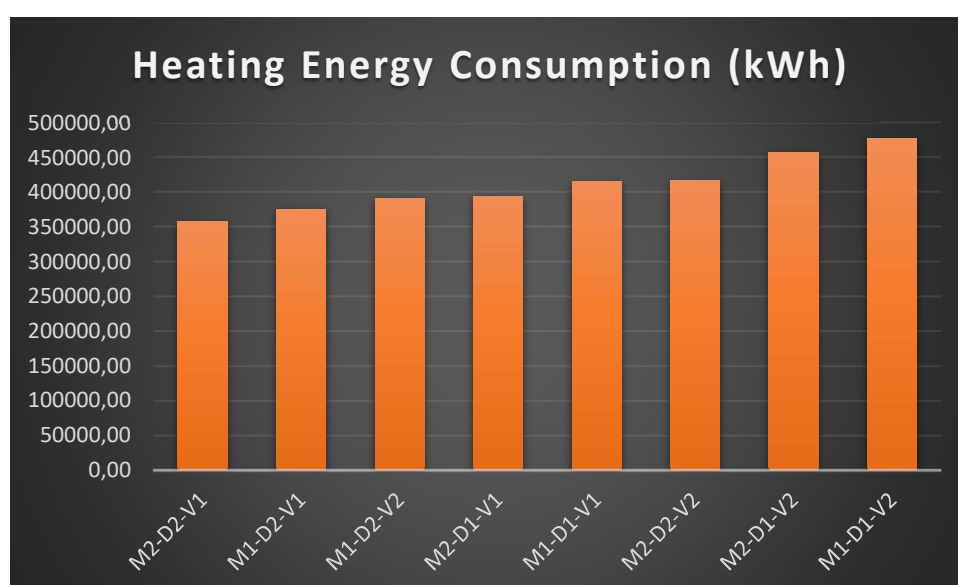


Figure5. 5 classement des scenario par consommation énergétique (heating). Source :(Auteur, 2020)

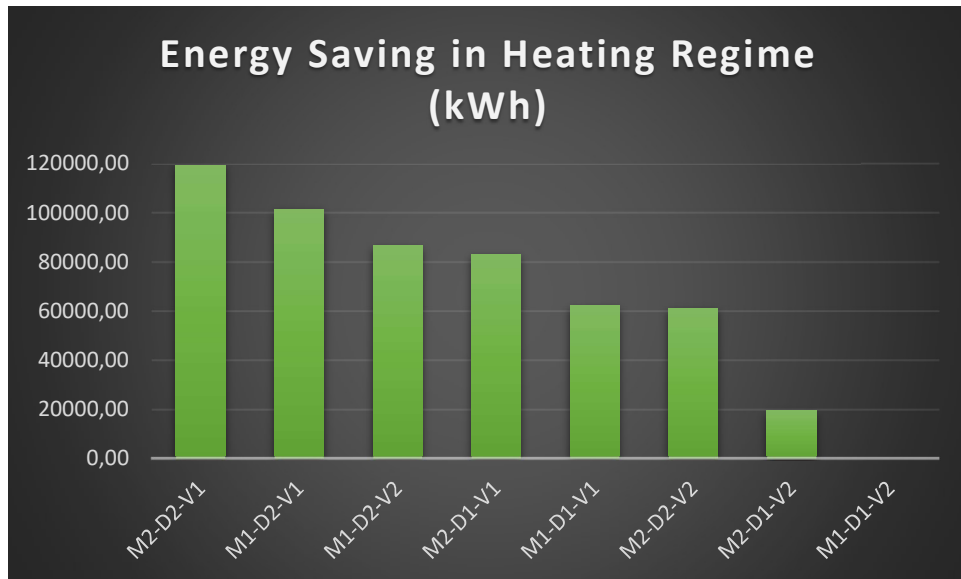


Figure5. 6 classement des scenarios par économie d'énergie (heating). Source :(Auteur, 2020)

**c. Classement général de la consommation énergétique (cooling/heating) :**

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

- Catégories performantes dans la période du refroidissement : l'exemple du scénario : M2-D2-V2 d'une économie d'énergie de 1678.0 Mwh.
- Catégories performantes dans la période du chauffage : l'exemple du scenario M2-D2-V1 d'une économie d'énergie de 119.9 Mwh.
- Catégories performantes dans la période du refroidissement et du chauffage : l'exemple du scenario M2-D2-V2 d'une économie d'énergie de 1678.0 Mwh.

On constate que

- Les scenarios les plus performante dans la période du refroidissement le contraire sera dans la période de chauffage.
- Les scenarios les plus performante dans la période du chauffage le contraire sera dans la période de refroidissement.
- Des scenarios ils sont proches dans les deux périodes du refroidissement et du chauffage ils sont préférés.

Tableau5. 6 classement général de la consommation énergétique (cooling/heating). Source :(Auteur, 2020)

Scenario	M2-D2-V2	M1-D2-V2	M2-D2-V1	M1-D2-V1	M2-D1-V2	M1-D1-V2	M2-D1-V1	M1-D1-V1
heating consumption (MWh)	416.5	391.0	357.7	376.1	458.3	477.6	394.6	415.4
heating rank	6	3	1	2	7	8	4	5
cooling consumption (MWh)	1892.1	2150.1	2442.1	2578.5	2497.4	2700.2	3342.5	3570.2
cooling rank	1	2	3	5	4	6	7	8
combined energy consumption (MWh)	2308.7	2541.1	2799.8	2954.6	2955.8	3177.9	3737.1	3985.6
energy saving (MWh)	1676.9	1444.5	1185.8	1031.0	1029.8	807.7	248.5	0,00
Final rank	1	2	3	4	5	6	7	8

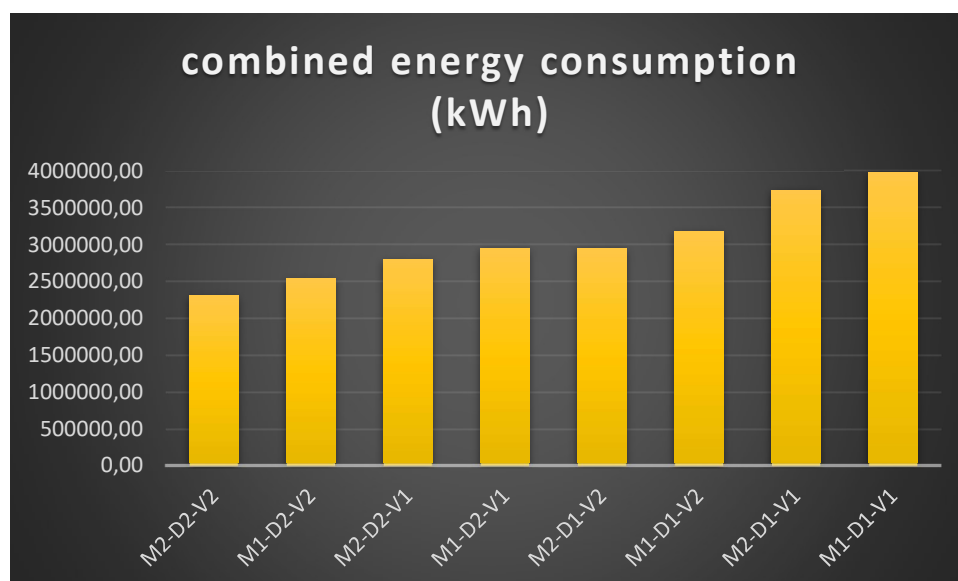


Figure5. 7 classement des scenario par consommation énergétique (heating/cooling). Source :(Auteur, 2020)

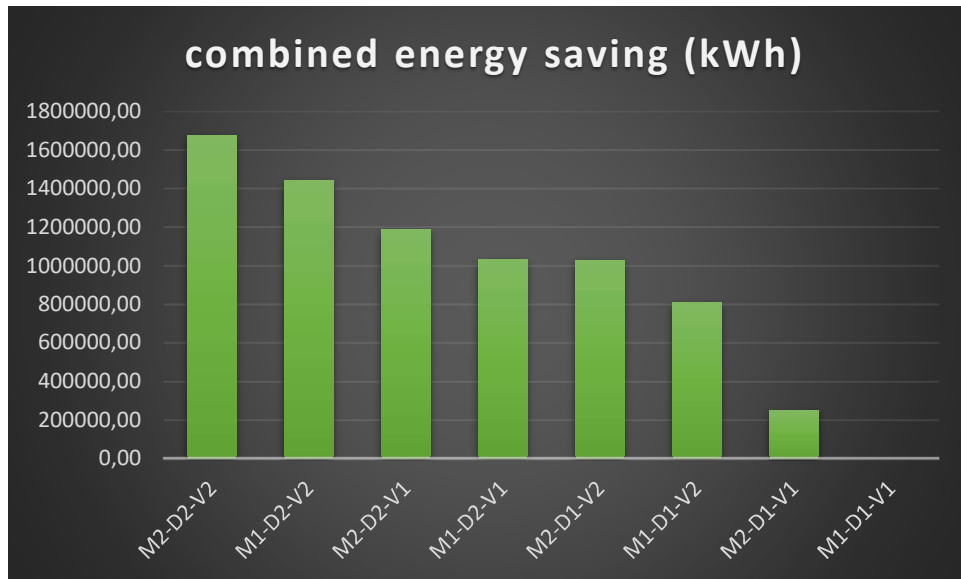


Figure5. 8 classement des scenarios par économie d'énergie (heating/cooling). Source :(Auteur, 2020)

#### 1.4. L'évaluation de la consommation avec la protection des façades

Après avoir analysé et comparé les résultats de la consommation annuelle d'énergie de chaque modèle, nous avons conclu que le modèle le plus performant est le modèle 08 (M2-D2-V2).

À ce stade, nous avons ajouté une protection pour les façades (double peau) représentées dans Revêtement en téflon.

La simulation a prouvé que la consommation d'énergie annuelle du modèle 08 a son état initial dans le bâtiment est de 2308.7 MWh et que la consommation d'énergie annuelle du modèle 08 renforcé par les protecteurs de façade (double peau) est de 2162.9 MWh.

On constate que la protection des façades avec une double peau en téflon peut réduire la consommation d'énergie jusqu'à 145.7 MWh chaque année.

#### 1.5. L'évaluation de la consommation les heures de travail

La simulation a prouvé que la consommation d'énergie annuelle du modèle 08 renforcé par les protecteurs de façade (double peau) est de 2162.9 MWh avec 10 heures de travail (08 :00-18 :00) et que la consommation du même modèle avec 9 heures de travail (08 :00-17 :00) est de 2023.2 MWh.

On constate qu'une heure de travail chaque jour durant une année peut réduire la consommation d'énergie jusqu'à 139.6 MWh chaque année.

## **2. Calcule de la quantité de l'énergie produite à travers les PV**

A la phase finale on va calculer la quantité d'énergie produite à travers les panneaux photovoltaïques installés aux terrasse du bâtiment en utilisant le logiciel PVGIS.

Avec une terrasse d'une surface 14101.596 m<sup>2</sup> selon le PVGIS on peut avoir une production de 2567.299 KWh.

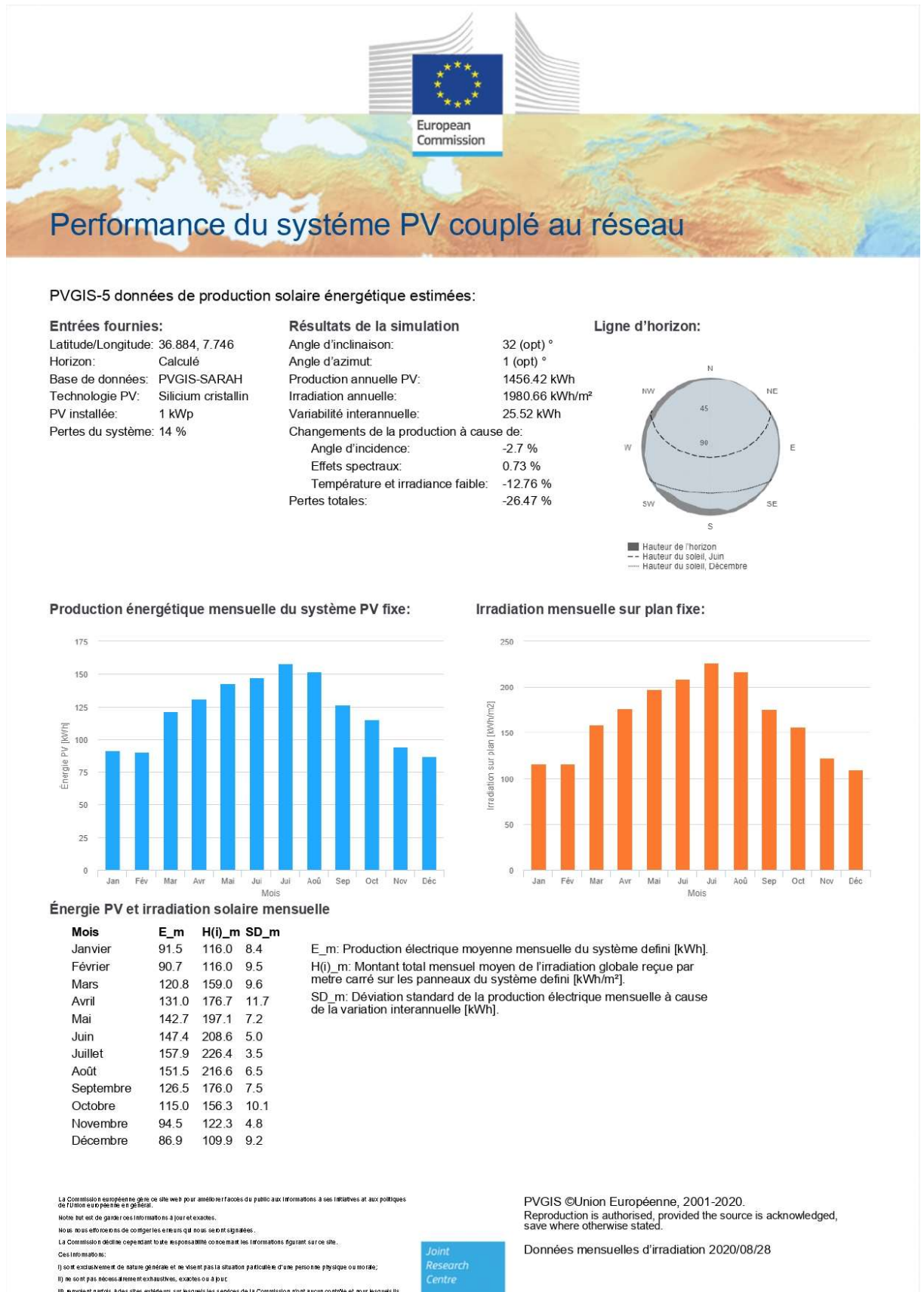


Figure 5. 9 fiche technique de production d'énergie. Source : (JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission, 2020)

### **3. L'analyse et l'interprétation des résultats retenus**

Après l'analyse des résultats des scénarios on a conclu que le modelé M2-D2-V2 c'est le modelé le plus performant avec une consommation annuelle de 2308.7 MWh.

Si nous renforcer le modelé M2-D2-V2 avec une protection de façade double peau, nous pouvons fournir 145.7 MWh chaque année.

Si nous prenons le modelé M2-D2-V2 qui est renforcé avec une protection des façades Et nous avons réduit le nombre d'heures de travail une heure chaque jour durant une année, nous pouvons fournir 139.6 MWh chaque année. Tout ça pour avoir un modèle final avec une consommation annuelle de 2023.2 MWh.

En phase de production, notre projet nous a permis de produire une énergie annuelle de 2567.299 KWh à travers les panneaux photovoltaïques installés sur le toit avec une surface 14101.596 m<sup>2</sup>.

Finalement on a conçu un centre d'affaire à Annaba avec une consommation annuelle de 2023.2 MWh., et capacité de production annuelle de 2567.299 KWh. On peut remarquer que la production est supérieure que la consommation donc on peut dire que notre projet dans le bilan énergétique est un BEPOS bâtiment à énergie positive.

### **Conclusion**

D'après l'analyse des résultats de la simulation pour minimiser la consommation énergétique et optimiser la performance énergétique dans le but d'avoir un bâtiment à énergie positive à caractère administrative dans un climat méditerranéen on peut constater 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 .

Grâce à ces gestes, nous pouvons transfère efficacement un bâtiment simple à un bâtiment performant, où nous pouvons observer à travers cette étude, par exemple, que la réduction des heures de travail d'une heure par jour pendant une année, quelle différence peut se réduire dans la consommation d'énergie.



---

## *Conclusion générale*

---

## **Conclusion générale :**

La consommation énergétique consiste actuellement un enjeu majeur dans les constructions tant pour la qualité des ambiances intérieures que pour les impacts environnementaux dont il est responsable.

Cette recherche présente une simple initiative visant l'étude du concept du bâtiment à énergie positive comme une nouvelle vision de l'architecture durable dans les bâtiments à caractère administrative. Le travail de cette recherche a été l'occasion de réaliser une synthèse des concepts de bâtiments performants, de proposer une définition du bâtiment à énergie positive, d'identifier et d'affiner les outils de réalisation et les méthodes de conception.

En rassemblant un ensemble de concepts et en étudiant les différents concepts liés aux bâtiments à haute performance en général et aux bâtiments à énergie positive en particulier, et d'autre part, les bâtiments administratifs à travers une recherche thématique et une étude analytique de nombreux exemples afin de déterminer la visibilité du bâtiment et l'orientation de l'architecture. Nous avons également mené une étude analytique et comparative d'un certain nombre des bâtiments administratifs à énergie positive afin d'arriver aux concepts de base qu'ils représentent, ainsi que de raconter les solutions qui y sont intégrées sur le terrain, car après avoir étudié ces exemples, qui permettre d'améliorer notre méthode de travail.

Au début la recherche était orientée vers la construction d'un bâtiment administratif certifié BEPOS, mais en raison des nombreux obstacles, le manque des informations et l'absence des logiciels agréés et de règlements thermiques qui le permettent de réaliser. Parce que le concept BEPOS est resté un concept nouveau, alors la recherche se transforme en une tentative de créer un bilan énergétique du bâtiment, mais une autre fois l'absence des données et les informations nous a obligé de changer notre vision,

Finalement notre recherche a été visée d'évaluer la consommation d'énergie utilisée pour chauffage et la climatisation du bâtiment à l'aide d'ECOTECH on crée 10 des scénarios chacun a ces paramètres d'évaluation entre paramètres conceptuelle, techniques et du geste de gestion d'énergie. Afin d'obtenir un bâtiment administratif avec une consommation d'énergie annuelle de 2308.7 MWh. Après de faire des améliorations conceptuelle et techniques sur le bâtiment dans le but de réduire la consommation énergétique et augmenter sa performance afin d'obtenir un bâtiment avec une consommation annuelle de 2023.2 MWh. En phase de production, notre projet nous a permis de produire une énergie annuelle de 2567.299 KWh à travers les panneaux photovoltaïques installés sur le toit avec une surface 14101.596 m<sup>2</sup>.

Finalement on a conçu un centre d'affaire à Annaba avec une consommation annuelle de 2023.2 MWh., et capacité de production annuelle de 2567.299 KWh. On peut remarquer que la production est supérieure que la consommation donc on peut dire que notre projet dans le bilan énergétique est un BEPOS bâtiment à énergie positive.

L'analyse des flux d'énergie dans le bâtiment a mené à la définition de plusieurs d'indicateurs qui ont servi à établir et à analyser le bilan énergétique du bâtiment. Dans le but d'évaluer la capacité du bâtiment à répondre aux enjeux énergétiques et environnementaux, nous proposons d'appuyer l'analyse sur deux critères :

- En premier lieu, les besoins du bâtiment doivent être réduits sans que cela nuise à ses fonctions essentielles. C'est donc la consommation énergétique finale du bâtiment qui doit être considérée, rapportée à une unité de service de référence. Ce critère est déjà intégré à la majorité des labels des bâtiments performants car il est directement lié à la conception du bâtiment et de son enveloppe.
- En second lieu, 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. Lorsqu'il est supérieur à 100 %, ce taux indique que le bâtiment produit plus d'énergie qu'il n'en consomme, ce qui constitue un bâtiment à énergie positive.

Ces deux premiers critères suffisent à assurer la performance énergétique du bâtiment à l'échelle locale (consommation réduite et exploitation des ressources locales) en ce qui concerne sa phase d'exploitation.

## Références et bibliographie :

- ADEME, 2020. Bâtiments à énergie positive [WWW Document]. ADEME. URL <https://www.ademe.fr/expertises/batiment/quoi-parle-t/batiments-a-energie-positive> (accessed 3.26.20).
- BE Facteur 4, 2020. Etudes Thermiques RT2012 - Bureau d'études [WWW Document]. Facteur 4. URL <https://www.be-facteur4.fr/> (accessed 9.2.20).
- Be-facteur4, 2017. Comment aller vers un bâtiment à énergie positive ? Facteur 4. URL <https://www.be-facteur4.fr/energie-positive-bepos-label-ec/> (accessed 9.2.20).
- BENAMAR Ammar, GEUNINECH Sidi Mohamed, 2012. Le tourisme d'affaire cas d'étude centre d'affaire Oran. Université Abou BabAkr Belkaid– Tlemcen-, Tlemcen.
- BOUKHARI Mounir, RADI Youcef, 2017. CENTRE D'AFFAIRES A BAB EZZOUAR (Bio-Tech Tower). UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU, TIZI OUZOU.
- Braham, A.T., 2010. Cartographie de la dynamique de la végétation face à l'urbanisation dans la région de Annaba. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA, ANNABA.
- Bruno Peuportier, Thomas Recht, Patrick Schalbart, 2014. Conception Optimisée de Maisons à Energie Positive. Centre Efficacité Energétique des Systèmes – Ecole des Mines de Paris, PARIS.
- Chlela, F., 2008. Développement d'une méthodologie de conception de bâtiments à basse consommation d'énergie. UNIVERSITE DE LA ROCHELLE.
- connaissancedesenergies, 2011. Bâtiment à énergie positive (BEPOS) : définition, enjeux, mesure [WWW Document]. URL <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/batiment-a-energie-positive> (accessed 3.25.20).
- EDF France, 2018. BEPOS : qu'est-ce qu'un un bâtiment à énergie positive ? - EDF Collectivités [WWW Document]. EDF France. URL <https://www.edf.fr/collectivites/le-mag/territoires-energies/bepos-batiment-energie-positive> (accessed 3.25.20).
- Energie Plus Le Site, 2018. NetZEB : bâtiments Nets Zéro-Énergie. Energie Plus Le Site. URL <https://energieplus-lesite.be/theories/bilan-thermique44/nzeb-batiments-nets-zero-energie/> (accessed 9.2.20).
- Energie Plus Le Site, 2011. Consommation en énergie primaire. Energie Plus Le Site. URL <https://energieplus-lesite.be/theories/consommation-energetique/la-consommation-en-energie-primaire/> (accessed 9.2.20).
- Espace-g2c, 2020. Centre D'affaires Lyon Domiciliation Location Bureau Salle Réunion. espace-g2c. URL <https://espace-g2c.com/> (accessed 3.26.20).
- iea, 2020. Buildings – Topics - IEA [WWW Document]. iea. URL <https://www.iea.org/topics/buildings> (accessed 3.25.20).
- Jean-Charles du Bellay, Dominique Gauzin-Müller, Raphaël Hoyet et Milan Zacek, 2009. Neufert 10° Edition-Fr léger.
- Jean-Charles du Bellay, Dominique Gauzin-Müller, Raphaël Hoyet et Milan Zacek, 2005. Traite\_Archi\_Urba\_Bioclimatiques.

- LACHI, E., 2018. Bâtiments à zéro énergie, une tentative vers l'autonomie énergétique. UNIVERSITE 08 MAI 1945 DE GUELMA, GUELMA.
- lefeuvre@effinergie, 2020a. Hôtel d'entreprises et ateliers relais - Bepos Effinergie 2013 [WWW Document]. URL <https://www.observatoirebbc.org/construction/6110> (accessed 6.12.20).
- lefeuvre@effinergie, 2020b. Médiathèque Aimé Césaire - Bepos Effinergie 2013 [WWW Document]. URL <https://www.observatoirebbc.org/construction/6160> (accessed 6.12.20).
- lefeuvre@effinergie, 2020c. Organdi - Bepos Effinergie 2013 [WWW Document]. URL [https://www.observatoirebbc.org/bepos/6321%3Ffbclid%3DIwAR1\\_rRfTDxO9U-yhqiS6wzJkBvh7uS9XXnm1qzdbKDexqg\\_CAC9m6fnZ8B0](https://www.observatoirebbc.org/bepos/6321%3Ffbclid%3DIwAR1_rRfTDxO9U-yhqiS6wzJkBvh7uS9XXnm1qzdbKDexqg_CAC9m6fnZ8B0) (accessed 6.12.20).
- lefeuvre@effinergie, 2020d. Palazzo Nice Méridia - BEPOS effinergie 2017 [WWW Document]. URL <https://www.observatoirebbc.org/bepos/7154> (accessed 6.12.20).
- objectifecoquartiers, 2020. Échelle du bâtiment - ObjectifEcoquartiers.org : 33 principes pour mieux planifier les écoquartiers [WWW Document]. URL <http://objectifecoquartiers.org/principes/b%C3%A2timent.aspx> (accessed 9.2.20).
- quelleenergie, 2019. Tout savoir sur la maison basse consommation (BBC) [WWW Document]. QuelleEnergie. URL <https://www.quelleenergie.fr/economies-energie/eco-travaux/maison-basse-consommation> (accessed 3.26.20).
- Ranjita Singh, Philip R. Walsh, Christina Mazza, 2019. Sustainability | Free Full-Text | Sustainable Housing: Understanding the Barriers to Adopting Net Zero Energy Homes in Ontario, Canada | HTML [WWW Document]. URL [https://www.mdpi.com/2071-1050/11/22/6236/htm#fig\\_body\\_display\\_sustainability-11-06236-f0A2](https://www.mdpi.com/2071-1050/11/22/6236/htm#fig_body_display_sustainability-11-06236-f0A2) (accessed 9.2.20).
- Rabah, N., 2010. Modélisation des estimations énergétiques d'une maison photo- solaire. Apport photo thermique sur sites de Tlemcen et Bouzereah (Thesis). U niversité Abou BabAkr Belkaid- Tlemcen-, TELEMEN.
- re.jrc.ec.europa, 2020. JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission [WWW Document]. re.jrc.ec.europa. URL [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/fr/#PVP](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/fr/#PVP) (accessed 8.27.20).
- RUELLE, F., 2008. Le standard « maison passive » en Belgique : potentialités et obstacles. Université Libre de Bruxelles, Bruxelles.
- SAANIA, K., 2018. Pour une démarche haut performance Énergétique des équipements sanitaires à Guelma. UNIVERSITE 08 MAI 1945 DE GUELMA, GUELMA.
- Samira, A., 2013. Les inégalités écologiques en milieu urbain et leur impact sur l'attractivité des quartiers cas d'étude : ANNABA. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA, ANNABA.
- SEMAHI, S., 2013. Contribution méthodologique a la conception des logements à haute performance énergétique (HPE) en Algérie. ÉCOLE POLYTECHNIQUES D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME, ALGER.
- Singh, R., Walsh, P., Mazza, C., 2019. Sustainable Housing: Understanding the Barriers to Adopting Net Zero Energy Homes in Ontario, Canada. Sustainability 11, 6236. <https://doi.org/10.3390/su11226236>

SOUAMI, M.A., 2011. L'immeuble 5 création de synergie un nouveau centre d'affaire au 32 boulevard Mohamed V Alger. ECOLE POLYTECHENIQUE D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME, ALGER.

synaphe, 2020. CENTRE D'AFFAIRES : Le partenaire privilégié des entreprises en dix leçons [WWW Document]. Synaphe. URL <http://synaphe.fr/index.php/2-dernieres-actualites/102-centre-d-affaires-le-partenaire-privilegie-des-entreprises-en-dix-lecons> (accessed 6.20.20).

Thiers, S., 2008. Bilans énergétiques et environnementaux de bâtiments à énergie positive.

TIAB, M.H., 2016. La qualité architecturale environnementale et sa projection sur les équipements d'affaires projet : un centre d'affaire. UNIVERSITÉ DE L'ARBI BEN MHIDI-OUM BOUAGHI, OUM BOUAGHI.

TOUIL Abdessalem, MERGHACHE Souad, 2017. Au sujet de l'efficacité énergétique -vers des bâtiments moins énergivores-. UNIVERSITE ABOU BEKER BELKAID TELEMEN, TELEMEN.

Via Michelin, 2020. Via Michelin : Itinéraires, Cartes, Info trafic, Météo et Réservation d'hôtels en France et en Europe [WWW Document]. URL <https://www.viamichelin.fr/> (accessed 8.26.20).