

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Larbi Tébessi – Tébessa

جامعة العربي التبسي – تبسة

Faculté des Sciences et de la Technologie

كلية العلوم والتكنولوجيا

Département d'Architecture

قسم الهندسة المعمارية

Memoire 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 :

**Exploitation de l'énergie solaire dans la conception  
d'un bâtiment à énergie positive**

**Cas d'étude « centre culturel pour les handicaps -  
Tébessa »**

Elaboré par : Messai Chahinez

Encadré par : Dr. Fezzai Soufiane

**Soutenu devant le jury composé de :**

01- Dr. Ahriz Atef

Président

02- Dr. Fezzai Soufiane

Rapporteur

03- Mr. Amokrane Radhwane

Co-encadreur

04- Mme. Messai R. Faiza

Examinatrice

05- Mr. Hakimi M. Amine

Examinateur

Année universitaire : 2020/2021



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

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

جامعة العربي التبسي – تبسة  
كلية العلوم والتكنولوجيا  
قسم الهندسة المعمارية

Memoire 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 :

**Exploitation de l'énergie solaire dans la conception  
d'un bâtiment à énergie positive**

**Cas d'étude « centre culturel pour les handicaps -  
Tébessa »**

Elaboré par : Messai Chahinez

Encadré par : Dr. Fezzai Soufiane

**Soutenu devant le jury composé de :**

01- Dr. Ahriz Atef  
02- Dr. Fezzai Soufiane  
03- Mr. Amokrane Radhwane  
04- Mme. Messai R. Faiza  
05- Mr. Hakimi M. Amine

Président  
Rapporteur  
Co-encadreur  
Examinatrice  
Examineur

Année universitaire : 2020/2021

## *Remerciements*

En tout premier lieu, je remercie le bon DIEU, le tout puissant, de m'avoir donné la force de pouvoir dépasser toutes les difficultés et qui a permis de mener à bien ce travail. Au nom de dieu clément et miséricordieux louange à ALLAH le tout puissant.

Je voudrais remercier, mon professeur Le Docteur fezzai Soufiane à qui je resterai toujours reconnaissante pour sa patience, sa disponibilité, et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion. C'est grâce à son aide et à ses efforts que ce travail a été réalisé ; MERCI pour tout. Je remercie également et infiniment mon professeur Mr. Amokrane Radhwane qui a contribué à la réalisation de ce travail par ces conseils et son aide.

Je remercie, spécialement les membres de jury, Dr. Ahriz Atef, Mr. Hakimi M.amine, Mme. Messai R.Faiza, pour le grand honneur qu'ils me font en acceptant de juger ce travail, je vous suis très reconnaissants de bien vouloir porter intérêt à ce travail.

Mes plus profonds remerciements vont à mes parents, mon héro El-kamel et ma vie Fatima Zohra. Tout au long de mon parcours, ils m'ont toujours soutenu, encouragé et aidé. Qu'ils trouvent, dans la réalisation de ce travail, l'aboutissement de leurs efforts ainsi que l'expression de ma plus affectueuse gratitude.

Je tiens aussi à remercier mes frères : Salim, Djalal, Lotfi et Bilal pour ses soutiens et ses encouragements.

Je tiens sincèrement à remercier mes deux âmes sœurs Linda et Narimene pour tout.

Je désire aussi à remercier mes deux chères copines qui ont toujours été à mes côtés pour le meilleur, et pour le pire, les rires et les pleurs Bendar Nouara Safa et Bouafane Soumaya, MERCI pour ce joli parcours ; le reste est à venir.

## Sommaire

Sommaire .....	I
1. Introduction générale .....	1
2. Problématique .....	1

### Chapitre 01 :

#### Le batiment énergie positive

Introduction.....	6
1. Définitions reliées au thème .....	6
1.1. Le bâtiment passif .....	6
1.2. Le bâtiment Zéro-énergie .....	6
1.3. Le bâtiment énergie positive.....	7
1.4. Le bâtiment à base consommation énergétique .....	7
2. Définition du bâtiment à énergie positive .....	7
3. Energie et Sources d'énergie .....	7
3.1. Energies non renouvelables.....	7
3.2. Energies renouvelables .....	8
4. Les besoins énergétiques d'un bâtiment .....	9
5. Le Bilan énergétique d'un bâtiment a énergie positive .....	10
5.1. Comment établir un bilan énergétique ?.....	10
5.2. Le diagnostic de performance énergétique .....	10
6. Les démarches conceptuelles d'un bâtiment à énergie positive .....	11
6.1. La réduction de la consommation des énergies.....	11
6.1.1. Solutions conceptuelles.....	11
6.1.2. Solutions techniques.....	15
6.2. La production énergétique par l'exploitation de l'énergie solaire .....	16
6.2.1. Les énergies utilisées dans le bâtiment à énergie positive .....	16



6.2.2. Les technologies pour l'exploitation de l'énergie solaire .....	21
Conclusion .....	27

## **Chapitre 02 :**

### **Recherche intérieure sur l'équipement**

#### **"Un centre culturel pour les handicaps"**

Introduction.....	29
1. Définition du centre culturel .....	29
2. Le Rôle d'un centre culturel .....	30
3. Les différents types et catégories des équipements culturels .....	30
4. Définition du terme handicap.....	31
5. Classification des personnes handicapées .....	31
6. Les utilisateurs et les usagers du centre culturel .....	32
7. Les fonctions d'un centre culturel .....	32
8. Les composants spatiaux d'un centre culturel .....	33
9. Organigramme spatio-fonctionnel .....	34
10. Les exigences techniques pour les personnes handicapés .....	34
11. Analyse des exemples .....	39
11.1. Exemple 01 .....	39
11.2. Exemple 02 .....	40
11.3. Exemple 03 .....	42
11.4. Synthèse des exemples .....	44
Conclusion .....	44

## **Chapitre 03 :**

### **L'idée conceptuelle du centre culturel pour les handicaps**

Introduction.....	47
1. Situation et caractéristiques de la zone d'étude .....	47

1.1. Situation géographique .....	47
1.2. Etude générale du climat .....	48
2. Analyse du terrain .....	49
3. Présentation du programme relatif à notre centre culturel .....	53
4. Le zoning .....	55
5. L'idée conceptuelle .....	56
5.1. Les objectifs et les concepts .....	56
5.2. Le processus conceptuel .....	57
Conclusion .....	58

## **Chapitre 04 :**

### **Evaluation de la performance énergétique d'un bâtiment (BEPOS)**

Introduction.....	60
1. Les études précédentes .....	60
2. Les méthodes d'évaluation .....	63
2.1. Méthode expérimentale .....	63
2.2. Méthode d'analyse .....	63
2.3. Méthode de la simulation .....	63
3. Les outils d'évaluation .....	64
4. Critères de choix des logiciels .....	67
5. Objectif de la simulation .....	67
6. Méthode de la simulation.....	68
7. Les paramètres de la simulation .....	68
8. La création des scénarios de la simulation .....	69
9. Le protocole de la simulation .....	71
Conclusion .....	72

## Chapitre 05 :

### Les résultats de la simulation

Introduction.....	74
1. L'analyse et l'interprétation des résultats de la simulation .....	74
1.1. Le taux d'ensoleillement .....	79
1.2. La consommation énergétique .....	80
2. Les résultats obtenus .....	81
3. Le calcul de besoin énergétique pour l'éclairage et les équipements électrique .....	82
4. La production énergétique .....	82
Conclusion .....	83
Conclusion générale.....	84
Bibliographie .....	86
Liste des Figures	
Liste des tableaux	
Liste des Graphs	
Résumé	

## **1. Introduction générale :**

Depuis la nuit des temps, l'homme à toujours utilisé l'énergie pour répondre à ses divers besoins, avec le temps et l'augmentation de ses exigences et ses besoins, sa consommation d'énergie a augmenté systématiquement avec le développement technologique dans tous les secteurs, que ce soit l'industrie, les transports ou l'habitat...etc.

En raison de l'augmentation de la consommation énergétique du secteur d'habitat qui représente 40% de la consommation des énergies totales dans le monde (Thiers, 2008), qui utilise l'énergie pour différentes applications comme la production d'eau chaude sanitaire, la climatisation ou l'éclairage. Cette énergie consommée provient principalement de combustibles fossiles et responsables au phénomène de réchauffement climatique de la planète. Selon l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) (2018), qui a déjà commencé à causer des préjudices irrévocables sur notre environnement. La meilleure manière de réduire l'impact de ces énergies fossiles est de limiter celle-ci en diminuant au maximum nos consommations d'énergie.

La maîtrise de la consommation d'énergie est donc devenue un enjeu majeur, et ce pour tous les types de bâtiment : résidentiels, industriels ou tertiaire.

La réalisation de bâtiments à faible consommation est un processus complexe qui nécessite le développement d'outils performants d'assistances à leur de la phase de conception et leur construction, l'efficacité énergétique dans le bâtiment est donc un indicateur précieux pour répondre en partie aux enjeux énergétique actuels.

## **2. Problématique :**

Dans le domaine de l'architecture et pour diminuer ces effets il devient impératif de développer des solutions alternatives mettant en valeur les différentes formes d'énergies renouvelables et concevoir des bâtiments respectueux de l'environnement tels que le bâtiment passif, performant, bâtiment à énergie positive, maison solaire, haute qualité environnemental ou haute performance énergie positive dans le but de trouver le meilleur équilibre entre l'environnement et le bâtiment.



Le bâtiment à énergie positive est un concept s'articule d'un coté sur la réduction des besoins énergétiques consommées par des solution passives et actives, pour améliorer l'efficacité énergétique de ce bâtiment et de l'autre coté à produire plus d'énergie qu'il consomme, à base des sources renouvelables comme l'énergie solaire.

L'Algérie est un pays avec un climat très diversifié, ce qui le rend devenir un bon concourant dans la course de recours aux énergies renouvelables, précisément l'énergie solaire par ce que l'Algérie bénéficie d'un taux considérable d'ensoleillement par an, cette richesse permettre d'avoir une nouvelle tendance et techniques pour changer à jamais ce domaine.

Afin d'atteindre la réduction de la consommation énergétique et produire l'énergie à travers l'énergie solaire et finalement de concevoir un bâtiment à énergie positive dans le climat de Tébessa appliqué dans un centre culturel pour les handicapés nous soulevons les questions de recherche suivantes :

La question principale est :

- Comment exploiter l'énergie solaire dans la conception d'un BEPOS ?

La question secondaire est :

- Quels sont les paramètres du bâtiment qui peuvent influencer sur le bilan énergétique ?

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

- Réduire la consommation énergétique eu à des solutions conceptuelles et techniques.
- L'exploitation de l'énergie solaire par l'utilisation des panneaux solaires.
- La simulation numérique peut aider à l'évaluation des paramètres conceptuels.

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

- L'utilisation de l'énergie positive occupe actuellement l'intérêt de monde, nous contribuons avec cette étude à enrichir la recherche scientifique de notre pays dans ce domaine.

- Valoriser les énergies renouvelables et les utiliser des dans le secteur du bâtiment.
- Diminuer le maximum possible la consommation énergétique dans notre équipement.

- Avoir une architecture respectueuse de l’environnement.
- Réduire l’impact des énergies conventionnelles sur l’environnement.
- Concevoir un espace culturel pour les personnes ayant des besoins spécifiques.

Afin de bien traité et maîtriser notre sujet de recherche, nous avons suivi la démarche suivante qui contient deux principales parties :

- La partie théorique : qui sera dédiée à la recherche documentaire, bibliographique, ainsi que toutes les notions qui convergent vers la compréhension de la notion du bâtiment à énergie positive, suivi par les fonctionnements et les techniques concernant notre cas d’étude cette partie elle regroupe les trois premiers chapitres.

- La partie analytique : une simulation numérique des modèles crée selon les différents paramètres fixes et variables, dont le but est de trouver le modèle le plus performant en termes énergétique pour concevoir un centre culturel à énergie positive dans le climat semi-aride (wilaya de Tébessa).

Ce travail est structuré en 5 chapitres. On le récapitule comme suit :

- Une introduction, une problématique qui comprend : hypothèses, les objectifs, la structure et la méthodologie de la recherche élaborée.

- Le premier chapitre : comprend une présentation sur le bâtiment à énergie positive, les énergies renouvelables et les solutions alternatives à la réduction de la consommation énergétique dans ce type de bâtiment. Aussi ce chapitre explique les méthodes d’exploitation de l’énergies solaire pour la production énergétique.

- Le deuxième chapitre : sera consacré à la recherche théorique sur l’équipement centre culturel, leurs types, leurs différents composants. Il parle aussi sur les handicapées et leurs exigences.

- Le troisième chapitre : sera dédié à l’étude géographique et climatique de la zone d’étude, suivi par une analyse du terrain et une présentation du programme du terrain, en termine ce chapitre par la phase du passage à l’esquisse.

- Le quatrième chapitre : abordera les études précédentes de notre thème et le protocole de simulation pour l’évaluation de la performance énergétique de la conception proposé pour notre projet.

- Le dernier chapitre : sera dédié à l'analyse et l'interprétation des résultats de la simulation numérique et leurs applications dans la conception architecturale de notre projet.
- Une conclusion générale : formulée sous une synthèse des travaux effectués dans cette mémoire.

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

## Introduction

Avec la réglementation thermique française 2020<sup>1</sup> un nouvel objectif est fixé au secteur de bâtiment qui est la construction de bâtiment à énergie positive.

Le BEPOS doit répondre aux exigences du label E, Effinergie+. Ce dernier a pour ambition de réduire la consommation d'énergie dans le bâtiment en utilisant un maximum des ressources énergétiques gratuites « les énergies renouvelables ».

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

Dans ce chapitre on va présenter et va détailler le concept de BEPOS, les besoins de ces bâtiments, ainsi que les méthodes d'exploitations de l'énergie solaire pour la production de l'énergie.

### 1. Définitions reliées au thème :

Il existe plusieurs concepts reliés au thème on cite :

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

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

**1.3. Le bâtiment à énergie positive :** Ce bâtiment producteur d'énergie dépasse le niveau « zéro énergie » : il produit globalement plus d'énergie qu'il n'en consomme. Ce bâtiment est

---

<sup>1</sup> **La RT 2020 :** est une nouvelle norme qui fait suite au Grenelle de l'environnement, et dont l'objectif est de diviser par trois la consommation énergétique des nouvelles constructions, par rapport aux constructions actuelles. Elle doit donc mettre en œuvre le concept de BEPOS (bâtiment à énergie positive), et réduit ainsi la consommation des bâtiments, en limitant notamment le recours au chauffage, à la climatisation, à l'éclairage, à l'eau chaude sanitaire et à la ventilation.

raccordé à un réseau de distribution d'électricité vers lequel il peut exporter le surplus de sa production électrique (Maugard et al, 2005).

**1.4. Le bâtiment à base consommation énergétique :** Ce bâtiment se caractérise par des besoins énergétiques plus faibles que les bâtiments standards. Ce premier niveau de performance peut être atteint par l'optimisation de l'isolation, la réduction des ponts thermiques et l'accroissement des apports passifs (Thiers, 2008).

## **2. Définition du bâtiment à énergie positive :**

Selon les normes de la Réglementation thermique (2020), Recht (2016), Agence de la transition écologique (2018) : Le bâtiment à énergie positive « BEPOS » dit bâtiment à très basse consommation avec un bilan énergétique global positif, c'est-à-dire qu'il produit plus d'énergie qu'il consomme pour son propre fonctionnement. Ce bâtiment est raccordé à un réseau de distribution d'électricité vers lequel il peut exporter le surplus de sa production électrique (Thiers, 2008).

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

## **3. Energie et Sources d'énergie :**

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

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

- Énergies non renouvelables (fossiles).
- Énergies renouvelables.

**3.1. Énergies non renouvelables (fossiles) :** On appelle « énergie fossile » l'énergie produite par la combustion du charbon, du pétrole ou du gaz naturel. Ces combustibles, riches en carbone et hydrogène, sont issus de la transformation de matières organiques enfouies dans le sol pendant des millions d'années. Ce sont des énergies non renouvelables puisqu'une fois utilisées, elles ne peuvent être reconstituées qu'à l'échelle des temps géologiques, elles sont la cause principale des émissions de CO<sub>2</sub> et leurs réserves (Figure 1).

- Le pétrole.

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

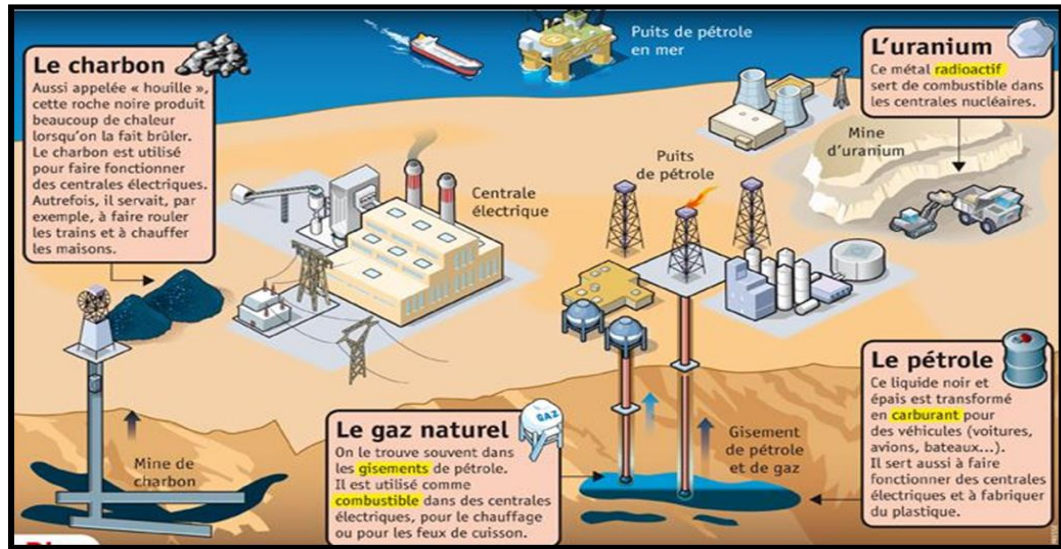


Figure 1 : Sources d'énergies fossile, Source : Carmenvera, 2017.

**3.2. Energies renouvelables :** Selon Thiers (2008), Le renouvelable se décline dans la nature en plusieurs familles tels que : (Figure 2 ; Figure 3).

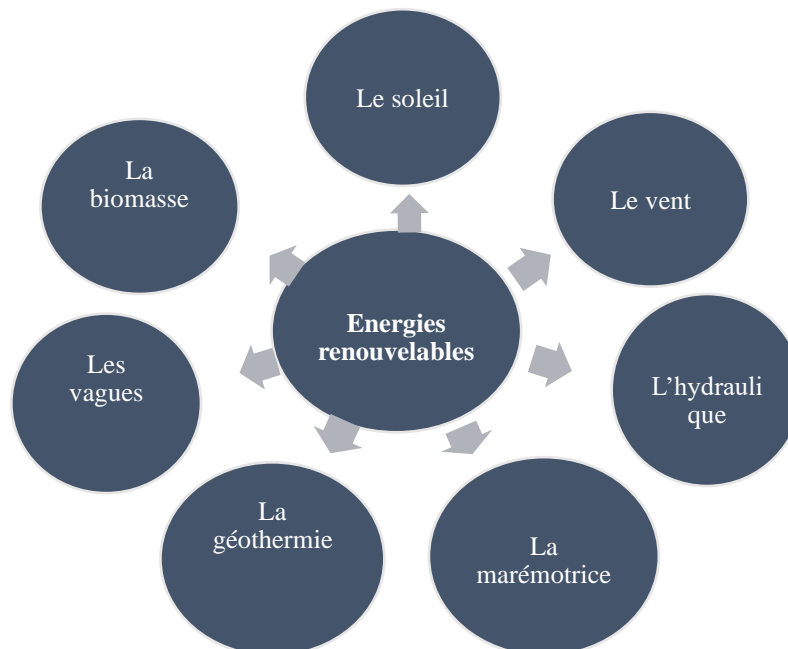


Figure 2 : Les énergies renouvelables, Source : Auteur, 2021, d'après Thiers, 2008.



Figure 3 : Source des énergies renouvelables, Source: Auteur, 2021, d'après Thiers, 2008.

#### 4. Les besoins énergétiques d'un bâtiment :

Le bâtiment consomme de l'énergie à chaque étape de cycle de sa vie, de la construction, l'occupation et la démolition. Et comme la plus grande énergie consommée réside dans la phase d'occupation du bâtiment et ça qui nous intéresse.

Selon Amara et al (2007) ; les nation Unies (2018) ; Elnadher (2019), Cette énergie consommé est divisée en 6 catégories : (Figure 4).

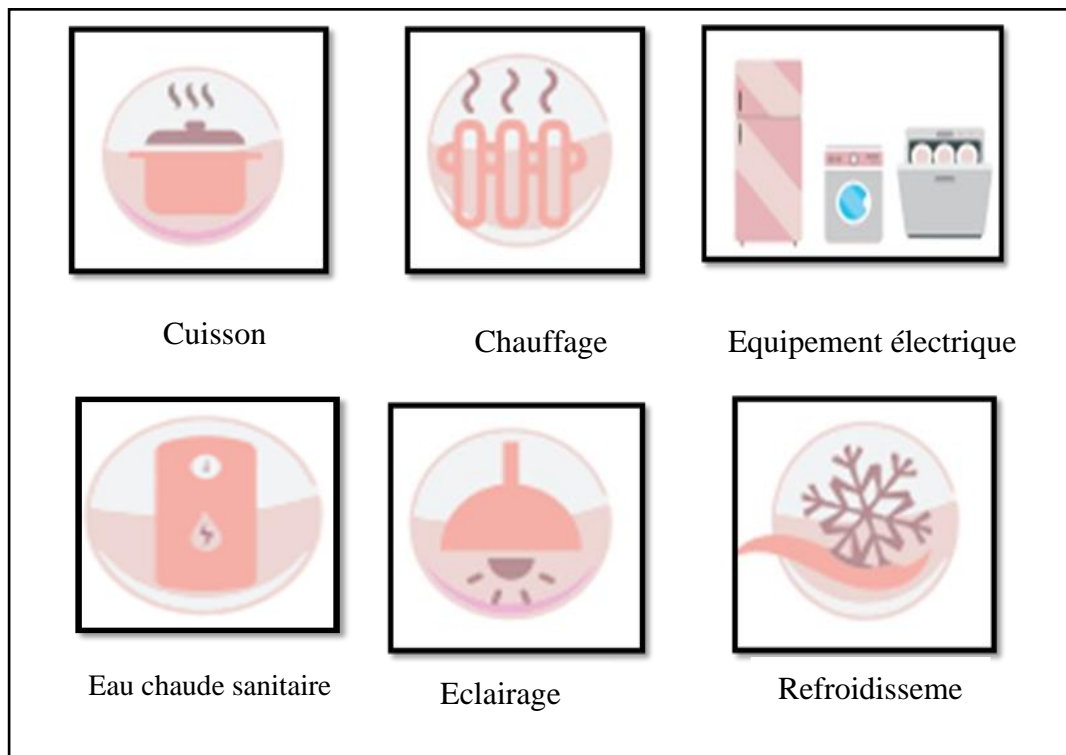


Figure 4 : les busions énergétique d'un bâtiment, Source : Elnadher, 2019.



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

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

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

- Le bilan énergétique annuel doit être positif et mesuré en **kWh/m<sup>2</sup>**.
- Une consommation de chauffage doit être inférieure à **12 kWh/m<sup>2</sup>**.
- Une consommation totale d'énergie doit être inférieure à **100 kWh/m<sup>2</sup>**.

**5.1. Comment établir un bilan énergétique ?** Selon Perrin (2021), Établir le bilan énergétique d'un bâtiment revient à évaluer les approvisionnements énergétiques du bâtiment et les usages de cette énergie dans le bâtiment. Le système étudié est le bâtiment, délimité par son enveloppe, ainsi que l'ensemble des systèmes énergétiques qui interagissent avec lui tels que les unités de cogénération, les chaudières, les panneaux solaires, les échangeurs géothermiques, les unités de climatisation etc. Les grandeurs sont mesurées par des compteurs (gaz, électricité, etc.) Ou évalués à partir de températures mesurées ou de données fournies par les constructeurs ou par simulation.

Il faut évaluer :

- Le besoin en chauffage-climatisation.
- Le besoin en eau chaude sanitaire.
- Le besoin en éclairage.

**5.2. Le diagnostic de performance énergétique :** Selon le Ministère de la transition écologique Fr (2020), le diagnostic de performance énergétique « DPE » permet de positionner un bâtiment selon sa performance énergétique (en kWh/m<sup>2</sup>.an) et ses émissions de Co<sup>2</sup> (en kgco<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.an).

La lecture du DPE est facilitée par deux étiquettes à 7 classes de A à G (A correspondant à la meilleure performance, G à la plus mauvaise), (Figure 5).

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

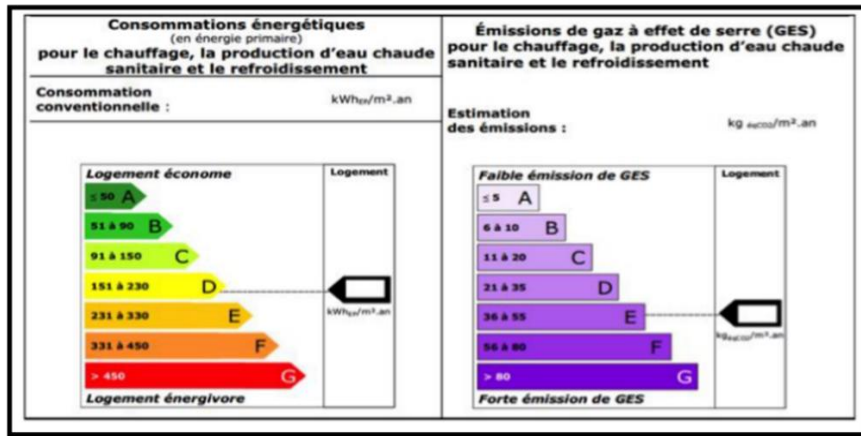


Figure 5 : Le DPE, Source : Ministère de la transition écologique Fr, 2020.

## 6. Les démarches conceptuelles d'un bâtiment à énergie positive :

La conception d'un BEPOS basé sur deux concepts qui sont la réduction de la consommation énergétique et la production de l'énergie utilisant les énergies renouvelables.

**6.1. La réduction de la consommation des énergies :** L'optimisation des besoins énergétique et l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments a pour l'objet de réduire l'énergie consommée des bâtiments. Cette optimisation reliée à des solution conceptuelle et des solutions techniques (Joffroy et al, 2017 ; Benharra, 2016), (Figure 6).

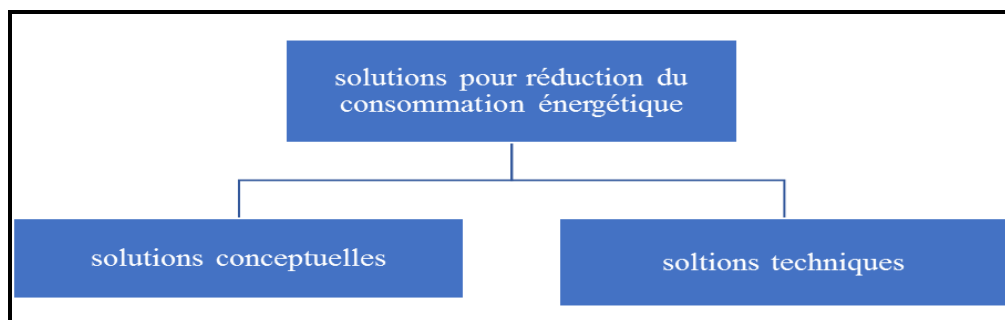


Figure 6 : Solution pour la réduction de la consommation énergétique, Source : Auteur, 2021, d'après Joffroy, 2017.

### 6.1.1. Solutions conceptuelles :

**A. Orientation du bâtiment :** en conception de bâtiment énergie positive le choix de l'orientation consiste à chercher un compromis entre le bon ensoleillement et la bonne exposition au vent pour favoriser la ventilation naturelle (Figure7). L'orientation à privilégier

en longueur sur l'axe Est-Ouest, qui est l'orientation la plus exposée à l'ensoleillement et donc qui reçoive le plus d'énergie. (Joffroy et al, 2017 ; Benharra, 2016).

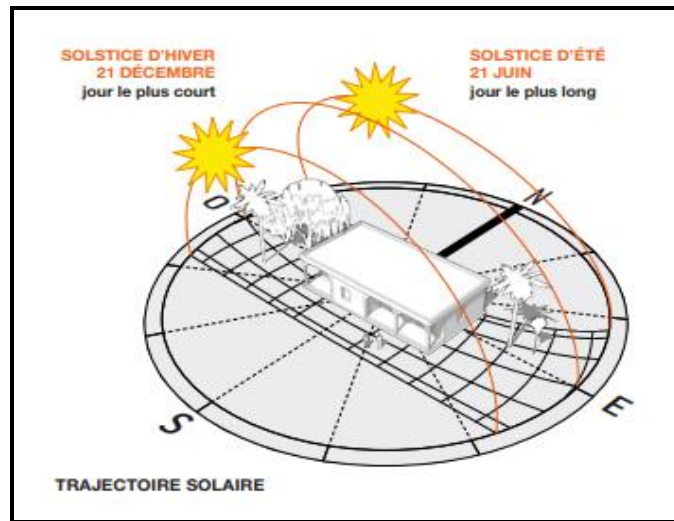


Figure 7 : Trajectoire solaire, Source : Clair, 2017.

**B. La compacité :** D'un point de vue énergétique, il faut favoriser les bâtiments les plus compacts possibles. La compacité d'un bâtiment est une source importante d'économie d'énergie, plus la surface déprédative augmente plus les déperditions augmentent aussi. (Joffroy et al, 2017 ; Benharra, 2016), (Figure 8).

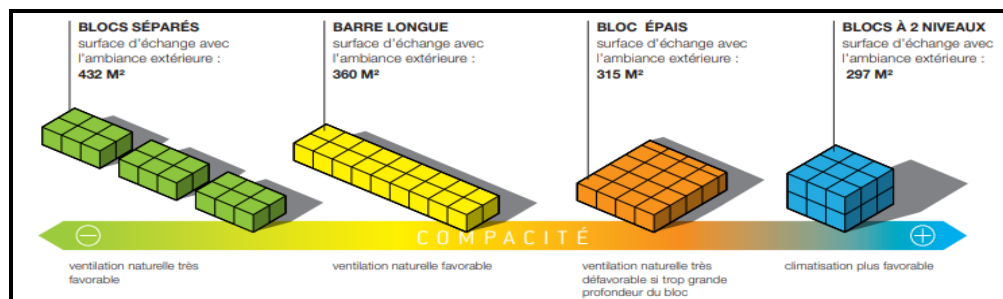


Figure 8 : La compacité d'un volume, Source : misse, 2017.

**C. L'implantation au site :** le potentiel de ventilation naturelle dépend de l'orientation de bâtiment par rapport au vent et de sa position dans le relief. (Joffroy et al, 2009 ; Benharra, 2016), (Figure 9).

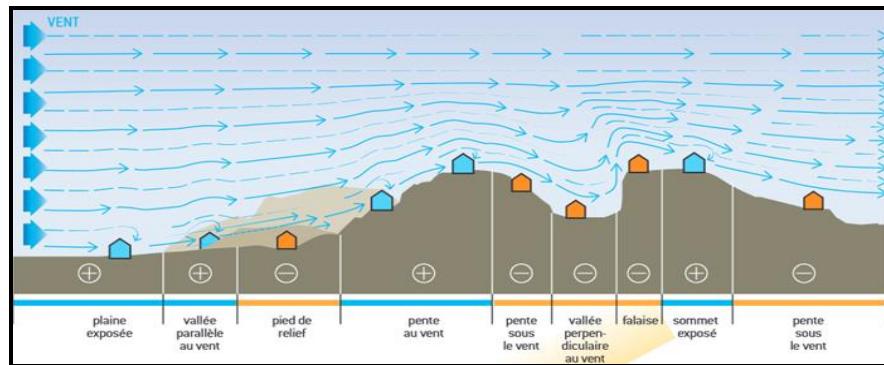


Figure 9 : L'impact de l'implantation dans le site sur la ventilation, Source : Joffroy, 2017.

**D. L'organisation spatiale :** Il est possible de limiter les consommations de chauffage et d'éclairage en organisant les espaces selon leurs fonctions et les besoins de chaque espace. (Joffroy et al, 2017 ; Benharra, 2016), (Figure 10).

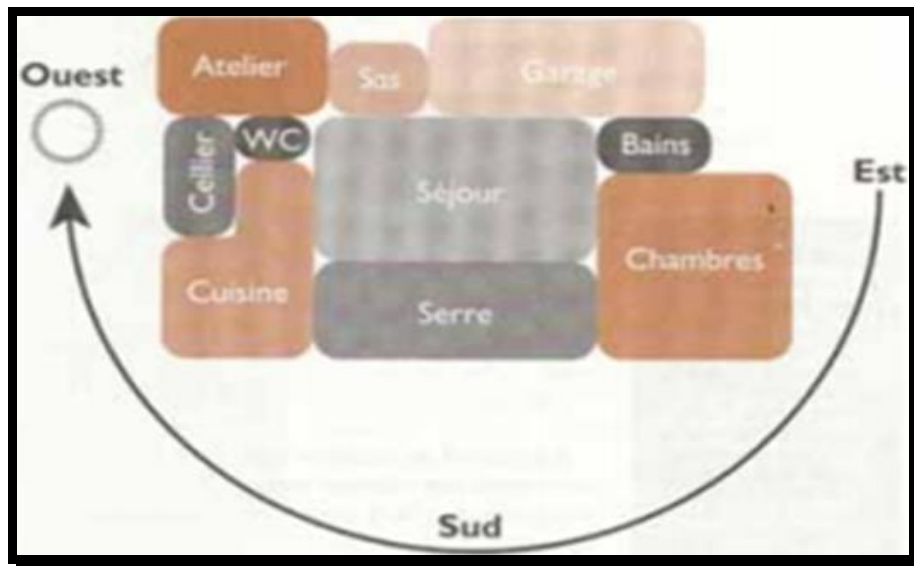


Figure 10 : Organisation spatiale d'une maison, Source : Rakotomalala, 2017.

**E. L'inertie thermique :** est la capacité d'un matériau à stocker de la chaleur et à la restituer ultérieurement, lorsque la température ambiante s'est amoindrie. Cette capacité est propre aux matériaux de forte densité (béton, brique, pierre, bois denses...) Une bonne inertie du bâtiment permet donc d'améliorer notablement le confort thermique en été. Dans une moindre mesure elle permet de réduire les besoins de chauffage (Joffroy et al, 2017 ; Benharra, 2016), (Tableau 1).

Tableau 1 : Caractéristique des matériaux, Source : Pupille, 2017.

Diffusivité des matériaux de construction					
Rang	Matériau	Conductivité W/mK	Masse volumique kg/m <sup>3</sup>	Chaleur spécifique J/kgK	Diffusivité x 10 <sup>8</sup> m <sup>2</sup> /s
1	Fibre de bois SteicoTherm	0,04	160	2100	12
2	Laine de bois	0,1	400	1700	15
3	Panneau OSB	0,12	600	1150	17
4	Bois Sapin	0,15	500	1600	19
5	Bois Chêne	0,29	870	1600	21
6	Béton cellulaire	0,09	350	1000	26
7	Liège	0,05	120	1560	27
8	Plaque de plâtre	0,25	825	1000	30
9	Plâtre carreaux	0,25	820	1000	30
10	Brique pleine	0,74	1800	1000	41
11	Laine de roche	0,044	100	1030	43
12	Polyuréthane	0,03	34	1400	63
13	Béton plein	1,8	2300	1000	78
14	PSE extrudé	0,04	34	1450	81
15	Pierre	1,7	2000	1000	85
16	Laine de verre	0,04	25	1700	94
17	PSE expansé	0,04	26	1450	106
18	Acier	50	7800	450	1 425
19	Aluminium	230	2700	880	9 680
20	Cuivre	380	8900	380	11 236

**F. L'isolation de l'enveloppe de bâtiment :** Pour minimiser la transmission du rayonnement solaire à l'intérieur du bâtiment on cherchera à avoir un faible facteur de transmission solaire au niveau des murs et de la toiture. (Joffroy et al, 2017 ; Benharra, 2016), (Figure 11) Cela peut être obtenu :

- En privilégiant des teintes claires qui absorbent peu le rayonnement solaire.
- En utilisant des matériaux isolants pour augmenter la résistance thermique.
- Réduire les ponts thermiques.
- Isolation de toiture, les ouvertures et les murs par l'intérieur et l'extérieurs.

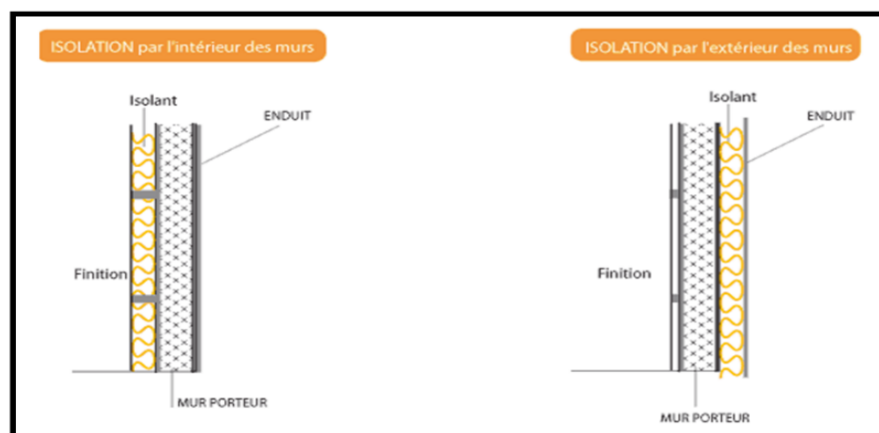


Figure 11 : Isolation des murs, Source : Isolation-france.FR, 2012.

**G. Dimension et positionnement des ouvertures :** c'est la position de l'entrée d'air qui est déterminante dans la qualité de la ventilation. La position de la sortie influence peu le flux interne. si l'entrée est bien positionnée, par exemple assez basse, le flux est alors dirigé vers le bas et la ventilation est efficace. (Joffroy et al, 2017 ; Benharra, 2016), (Figure 12).

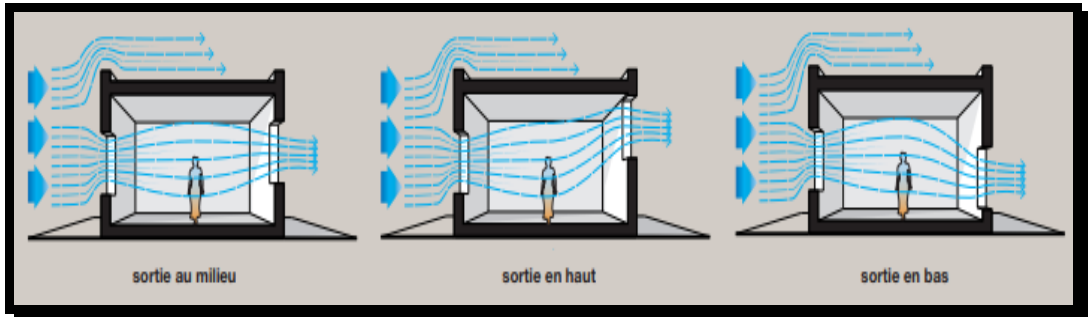


Figure 12: L'impact des ouvertures sur la ventilation de l'espace, Source : Joffroy, 2017.

### 6.1.2. Solutions techniques :

– **La ventilation :** Respecter l'étanchéité et mettre en place des systèmes de ventilation performants avec récupération d'énergie comme la ventilation mécanique contrôlée double flux (Joffroy et al, 2009 ; Benharra, 2016), (Figure 13).

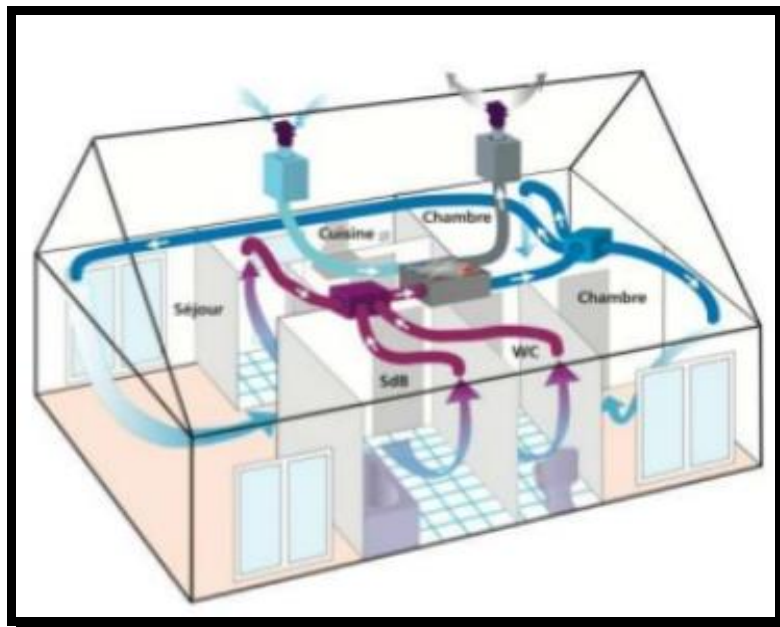


Figure 13 : Ventilation mécanique contrôlée, Source : [www.e-rt.fr](http://www.e-rt.fr), 2012.

### –Eclairage et appareils électriques :

- Toutes lampes et équipements électriques disposant d'un label « Energie A ».

- Installer des systèmes qui éclairent du haut vers le bas permet d'éviter les pertes de lumières et la pollution lumineuse, et d'éclairer juste ce qui a besoin de l'être.

## 6.2. La production énergétique par l'exploitation de l'énergie solaire :

**6.2.1. Les énergies utilisées dans le bâtiment à énergie positive :** Le BEPOS utilise pour satisfaire leur besoin et pour la production les énergies renouvelables.

On appelle énergie renouvelable une source d'énergie dont le renouvellement naturel est immédiat ou très rapide.

Elles désignent un ensemble de moyens de produire d'énergie à partir de sources théoriquement illimitées et reconstituables plus rapide qu'elles ne sont consommées. (Morillon, 2005).

Les types des énergies renouvelables sont : (Figure 14 ; Figure 15).

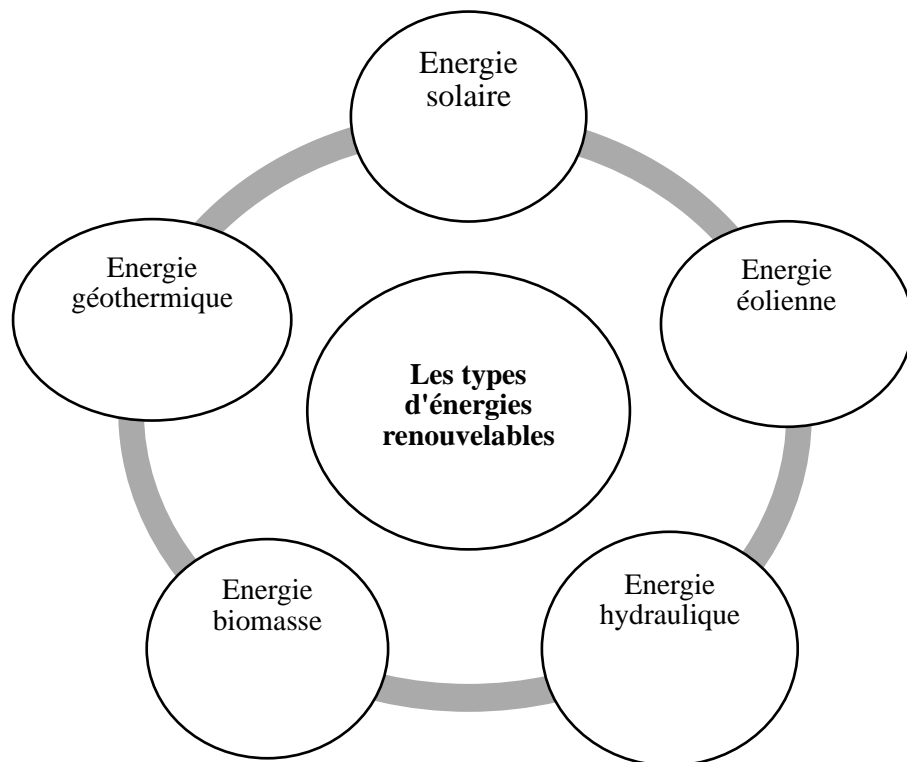


Figure 14 : Les types des énergies renouvelables, Source : Auteur, 2021, D'après Morillon, 2005.

Source d'énergie	Type d'énergie	Utilisations
Soleil	solaire	électricité et chaleur
Vent	éolien	électricité
Mouvement de l'eau (chute d'eau ou courant)	hydraulique	électricité
Bois, végétaux, déchets biodégradables	biomasse	électricité, chaleur, transport (biogaz ou biocarburant)
Chaleur du sous-sol (sous la forme d'eau chaude ou de vapeur d'eau)	géothermie	chaleur et électricité

Figure 15 : Source et types des énergies renouvelables, Source : Carmenvera, 2017.

**A. L'énergie éolienne :** Selon Gergand (2001), L'énergie éolienne est une source d'énergie qui dépend du vent. Cette énergie permet de fabriquer de l'électricité dans des éoliennes, appelées aussi aérogénérateurs, grâce à la force du vent. Une éolienne est composée de 4 parties : (Figure 16 ; Figure 17).

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

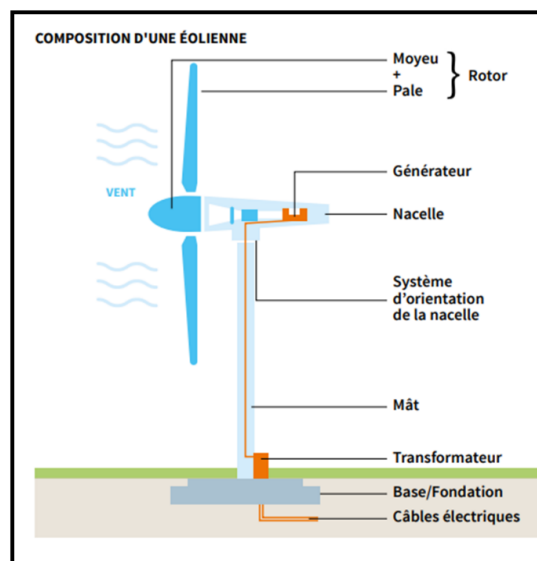


Figure 16 : Composition d'une éolienne, Source : [www.connaissance-desenergies.org](http://www.connaissance-desenergies.org), 2013.





Figure 17 : Parc d'éolienne, Source : Chauveau, 2016.

**B. L'énergie hydraulique :** L'eau est également une source renouvelable puisqu'elle se régénère grâce au cycle d'évaporation et des précipitations. Elle se condense en nuages qui se déplacent avec le vent. La baisse de température au-dessus des continents provoque des précipitations qui alimentent l'eau des lacs, des rivières et des océans. Sa force est connue et exploitée depuis des milliers d'années au travers des barrages, des moulins à eau et des systèmes d'irrigation. Plusieurs technologies permettent d'exploiter l'énergie produite par la chute ou le mouvement de l'eau. (Gergand, 2001 ; Figure 18).

Une centrale hydraulique est composée de 3 parties :

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



Figure 18 : Barrage hydroélectrique, Source : Éric, 2015.

**C. L'énergie biomasse :** Il s'agit de l'énergie contenue dans les plantes et les matières organiques. La biomasse des plantes provient du soleil, quand la plante, grâce à la photosynthèse, absorbe l'énergie solaire. Ensuite, les animaux absorbent à leur tour ces plantes. La biomasse provient de divers secteurs et matières comme le bois, les récoltes, les résidus agricoles et forestiers, les déchets alimentaires et les matières organiques issues des déchets municipaux et industriels (De Oliveira, 2013), (Figure 19).

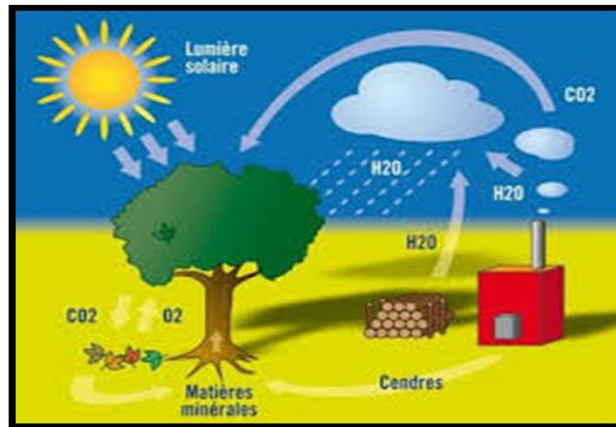


Figure 19 : Énergie biomasse, Source : [www.paratedis.com](http://www.paratedis.com), 2010.

**D. L'énergie géothermique :** Elle provient de l'extraction de l'énergie contenue (stocker) dans le sol, elle peut être utilisée pour l'électricité comme pour le chauffage. C'est l'une des seules énergies qui ne dépend pas à des conditions atmosphériques (De Oliveira, 2013), (Figure 20).

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

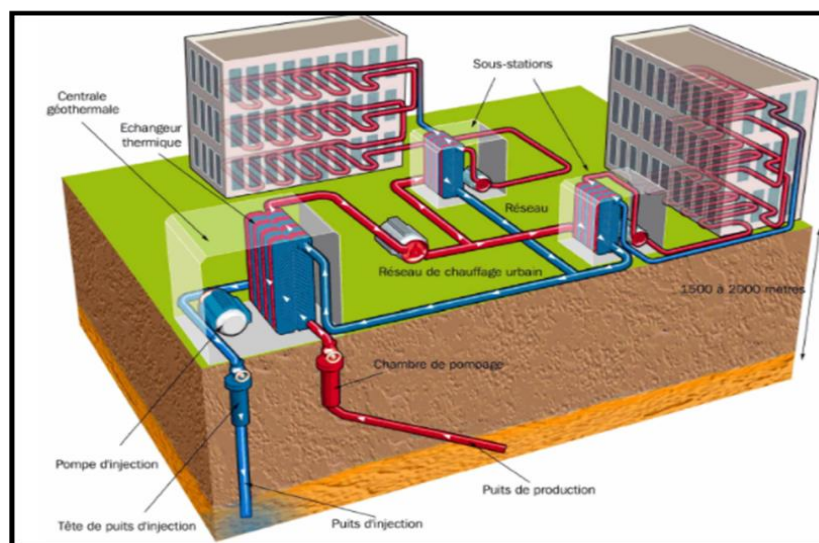


Figure 20 : Schéma d'une installation géothermique, Source : Magdeleine, 2017.

– **La géothermie haute température ( $T > 150\text{ °C}$ )** : elle est exploitée à partir des sources hydro thermales très chaudes, où des forages très profonds où l'eau est injectée sous pression dans la roche. Cette géothermie est utilisée pour produire de l'électricité.

– **La géothermie moyenne température** : elle est caractérisée par une température allant de 80 à 150 °C, cette température ne permet pas la production directe de l'électricité.

– **La géothermie basse énergie ( $30\text{ °C} < T < 100\text{ °C}$ )** : la géothermie des nappes profondes : nappes phréatiques aux températures situées entre 30°C et 100 °C, exploitée principalement pour le chauffage urbain.

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

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

**E. L'énergie solaire** : Le soleil est l'étoile la plus proche de la terre, sa masse représente la majeure partie de la masse du système solaire.

L'énergie solaire provient du rayonnement du soleil direct, diffus ou global, on distingue deux formes d'énergie solaire qui sont :

– **L'énergie solaire Photovoltaïque** : l'énergie photovoltaïque utilise également le rayonnement solaire, mais le transforme directement en électricité. La lumière du soleil peut directement être transformée en électricité par des panneaux Photovoltaïques (De oliveira, 2013), (Figure 21).



Figure 21: Panneaux photovoltaïques, Source : Boughriet, 2019.

– **L'énergie solaire Thermique** : L'énergie solaire thermique désigne l'énergie récupérée à partir des rayons du soleil et à utiliser celle-ci directement par des capteurs solaires thermiques vitrés. L'emploi de l'énergie solaire thermique s'effectue directement pour chauffer de l'eau sanitaire et les locaux (de Oliveira, 2013), (Figure 22).



Figure 22 : Solaires thermiques, Source : Journal des énergies renouvelables, 2019.

### 6.2.2. Les technologies pour l'exploitation de l'énergie solaire :

**A. Les technologies solaires thermique** : Selon Thanon et al (2012) La chaleur solaire a été captée, acheminée, et peut désormais être utilisée. Il existe 3 utilisations générales de l'énergie thermique, chaque utilisation nécessitant une gamme de température à atteindre : (Figure 23).

- Utilisation 1 : Chauffage de l'eau sanitaire.
- Utilisation 2 : Chauffage de bâtiment.
- Utilisation 3 : Climatisation intérieure.

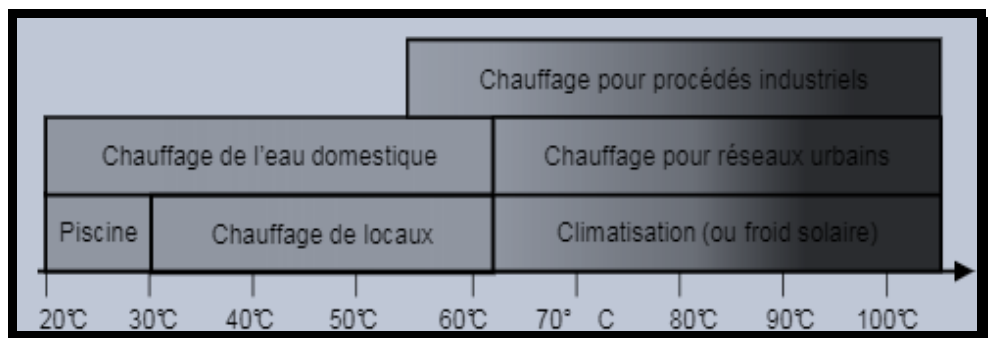


Figure 23 : L'utilisation possible de la chaleur solaire, Source : Thanon et al, 2012.

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

–**Le chauffe-eau solaire monobloc** : les capteurs sont dissociés du système de stockage. La circulation est naturelle : la différence de température suffit à la circulation du fluide (thermosiphon). Cette technologie est particulièrement adaptée aux climats peu froids (Thanon et al, 2012), (Figure 24).

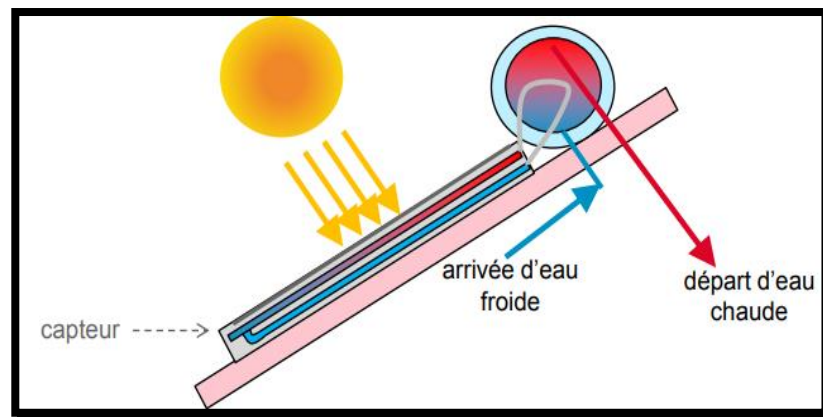


Figure 24 : Panneau solaire thermique, Source : Thanon et al, 2012.

–**Le chauffe-eau solaire séparés** : selon d'In (2021), Un système solaire thermique séparés est composé de 2 éléments : (Figure 25).

- **Généralement 2 à 3 panneaux solaires** : un panneau standard fait une surface de 2,5 m<sup>2</sup>
- **Un cumulus d'eau chaude** : d'une contenance généralement comprise entre 200 et 400 litres.

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

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

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

4 à 5 m<sup>2</sup> de capteurs assurent de 40 à 50% des besoins d'un ballon d'eau chaude de 300 litres.

15 m<sup>2</sup> de capteurs assurent de 20 à 30% des besoins de chauffage pour une maison 100 m<sup>2</sup> de surface à chauffer.

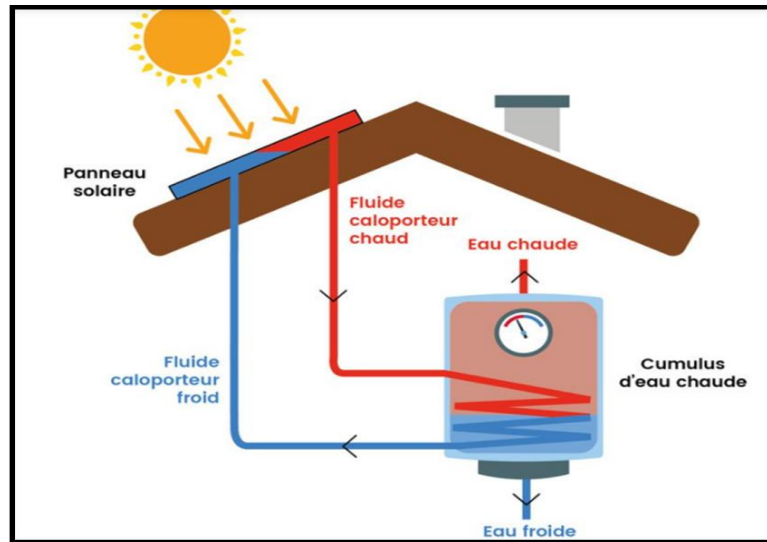


Figure 25 : Principe de panneau solaire thermique, Source : D'in, 2021.

– **Chauffage de bâtiment** : selon Thanon et al (2012) La chaleur collectée, portée par le fluide caloporteur, va circuler à travers le bâtiment et diffuser peu à peu sa chaleur (Figure 26).

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

- **L'hydro accumulation** : l'énergie solaire est stockée au fur et à mesure qu'elle arrive dans un ballon de stockage (de 0.5 à 1 m<sup>3</sup>), et peut être utilisée pour le chauffage de l'eau ou le chauffage domestique.

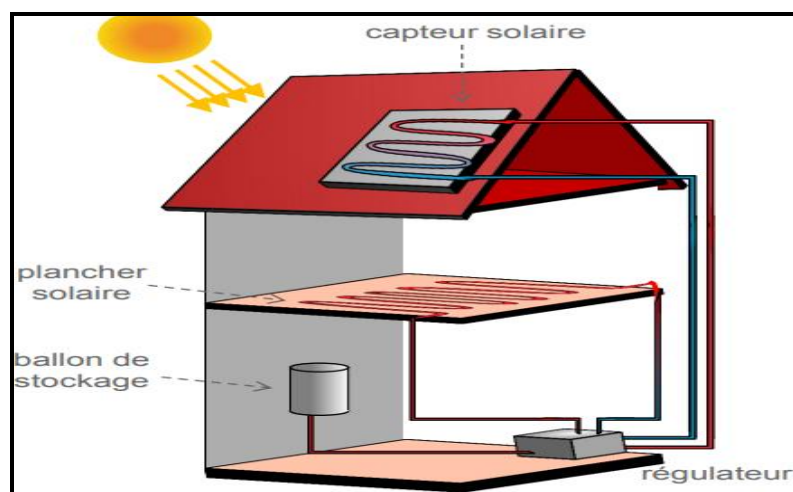


Figure 26 : Principe de chauffage de bâtiment, Source : Thanon et al, 2012.

– **Climatisation intérieure** : selon Bergner (2017) La climatisation solaire désigne l'ensemble des systèmes utilisant l'énergie solaire comme ressource énergétique primaire afin de refroidir un bâtiment (Figure 27).

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

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

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

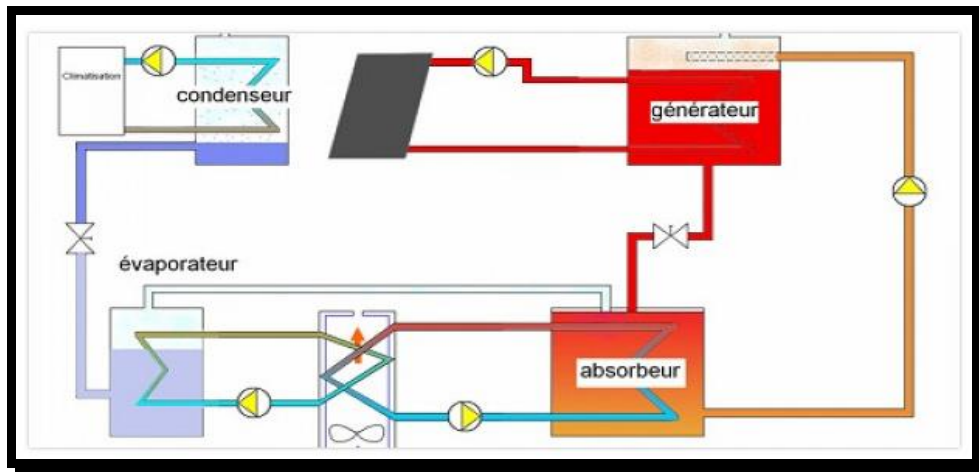


Figure 27 : Principe de la climatisation solaire, Source : Le panneauSolaire.net, 2021.

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

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

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

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

**C. Les technologies solaires photovoltaïque** : les panneaux photovoltaïques sont un assemblage de cellules photovoltaïques composées d'un matériau semi-conducteur impliqué dans la conversion de l'énergie solaire en électricité (Thanon et al, 2012).

- Un semi-conducteur est un matériau solide isolant.

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

De l'autre, un onduleur qui transforme à son tour le courant continu produit par les panneaux solaires mais en courant alternatif cette fois afin que vos appareils électriques puissent le consommer (Figure 28).

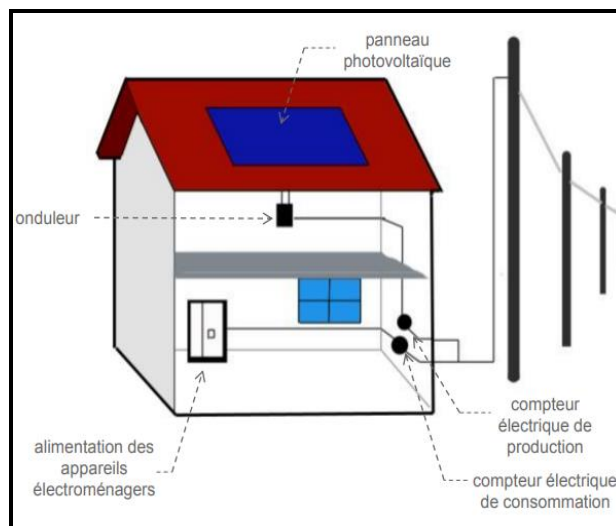


Figure 28 : Principe d'une installation photovoltaïque, Source : Le panneauSolaire.net, 2021.

- **Les cellules photovoltaïques** : une cellule photovoltaïque est une composante électronique qui permet de produire de l'électricité grâce à son exposition au soleil. Utilisé seul ou assemblé à d'autres cellules solaires pour former un panneau photovoltaïque (Adeline, 2020), (Figure 29).



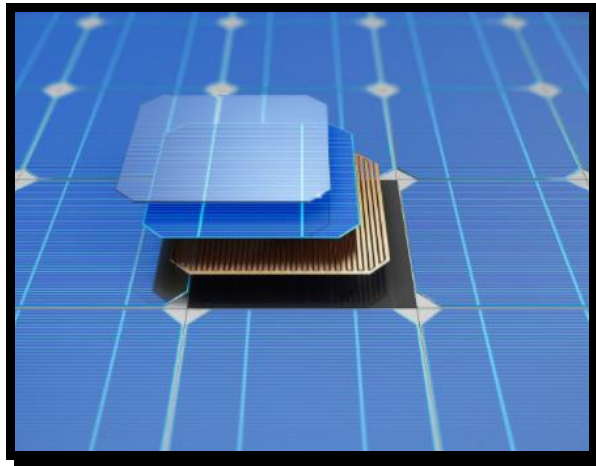


Figure 29 : Cellule photovoltaïque, Source : Adeline, 2020.

– **Types des cellules photovoltaïques :** selon Adeline (2020). Les cellules photovoltaïques qui existent sont classées dans 3 types :

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

Tableau 2: Les type des cellules photovoltaïque et leurs caractéristique, Source : Auteur, 2021.

	Cellules monocristallines	Cellules polycristallines	Cellules amorphes
Figure de cellules			
Dimensions (mm)	125*125 200 à 300 µm d'épaisseur	125*125 200 à 300 µm d'épaisseur	De 6 à 300 0.5 à 2 µm d'épaisseur
Durées de vie	30 ans	30 ans	20 ans

<b>Rendement</b>	15 à 22%	10 à 13%	5 à 10%
<b>Couleurs</b>	Bleu uniforme	Bleu non uniforme	Mauve
<b>Puissance</b>	100 à 150 WC/m <sup>2</sup>	100 WC/m <sup>2</sup>	50 WC/m <sup>2</sup>
<b>Fabrication</b>	Elaborés à partir d'un bloc de silicium fondu qui s'est solidifié en formant un seul cristal	Elaborés à partir de silicium de qualité électronique qui en se refroidissant forme plusieurs cristaux	Couche très minces de silicium qui sont appliquées sur du verre, du plastique souple ou du métal, par un procédé de vaporisation sous vide

### Conclusion

Le bâtiment est considéré comme le secteur le plus consommateur d'énergie avec plus de 40% de la consommation mondiale.

Pour une meilleure efficacité énergétique du bâtiment on peut le remplacer progressivement des sources d'énergies fossiles par des énergies renouvelables tels que l'énergie solaire qui doit être figuré parmi les objectifs de tout système énergétique correcte.

La conception de bâtiment à énergie positive est un processus qui nécessite une approche particulière. En effet, les choix des techniques pour la production de l'énergie et les concepts architecturaux retenus pour ce genre de conception influent de manière très importante sur le comportement énergétique du bâtiment. Ainsi, la forme du bâtiment, sa compacité, son orientation, ont des conséquences sur sa performance énergétique.

**Chapitre 02 :**  
**Recherche sur l'équipement**  
**« centre culturel pour les**  
**handicaps »**

## Introduction

La culture est le Réserve de sens qui nous permet de construire nos conceptions de la vie, d'en changer, de donner du sens aux expériences humaines et sociales (Romainville, 2013).

Un équipement culturel met en relation les œuvres de création avec le public, afin de favoriser la conservation de patrimoine, la création et la formation artistiques, la diffusion des œuvres de l'art et de l'esprit, dans un bâtiment ou un ensemble de bâtiments spécialement adaptés à ces missions comme les centres culturels.

Les centres culturels sont des équipements architecturaux exerçant plusieurs fonctions dans une ambiance particulière, ils ne sont pas destinés que pour les gens normaux mais aussi pour les gens qui ont des besoins spécifiques pour cela on a choisi de concevoir un centre culturel pour les personnes handicaps.

Dans ce chapitre, nous présentons un support théorique lié aux centres culturels (définition, rôle, classification et les usagers de l'espace, .....etc).

### 1. Définition du centre culturel :

Un centre culturel est l'espace permettant de participer à des activités culturelles. Ces centres visent à promouvoir la culture parmi les gens d'une communauté (le dico des définitions, 2013).

Selon Houdart (2013) les centres culturels sont des lieux de réflexion, de mobilisation et d'action culturelle par, pour et avec les populations, les acteurs institutionnels et les acteurs associatifs de leur territoire.

Le centre culturel est une institution et un lieu qui propose notamment une programmation de spectacles, des expositions, des conférences, mais aussi de l'animation socioculturelle à destination de la population locale. (Yacoubi est al), (Figure 30).



Figure 30 : Center culturel Heydar Aliyev, Source : Floornature.eu, 2021.

## 2. Le Rôle d'un centre culturel :

Selon Cherif et al (2011) les centres culturels sont des équipements dont le rôle est :

- Production et diffusion de l'information.
- Couvrir le maximum des domaines de la vie culturelle.
- La création artistique.
- Organiser les manifestations culturelles.
- Accroître l'animation culturelle.

## 3. Les différents types et catégories des équipements culturels :

Il existe quatre (4) grandes catégories d'équipements culturels qui sont mentionnés dans la (Figure 31 ; Figure 32) :

- Les équipements d'animation culturelles.
- Les équipements de culture publique.
- Les équipements de publication et de l'information.
- Les équipements des beaux-arts et monuments.

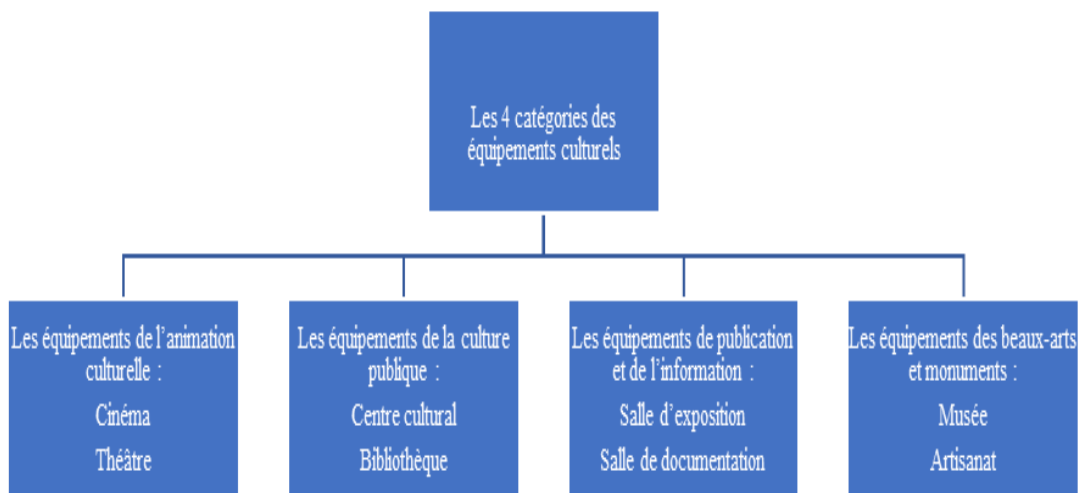


Figure 31: Les 4 catégories équipements culturels, Source : Auteur, 2021 d'après Yacoubi et al, 2017.

Les équipements de la culture publique multifonctionnels sont classés par taille :

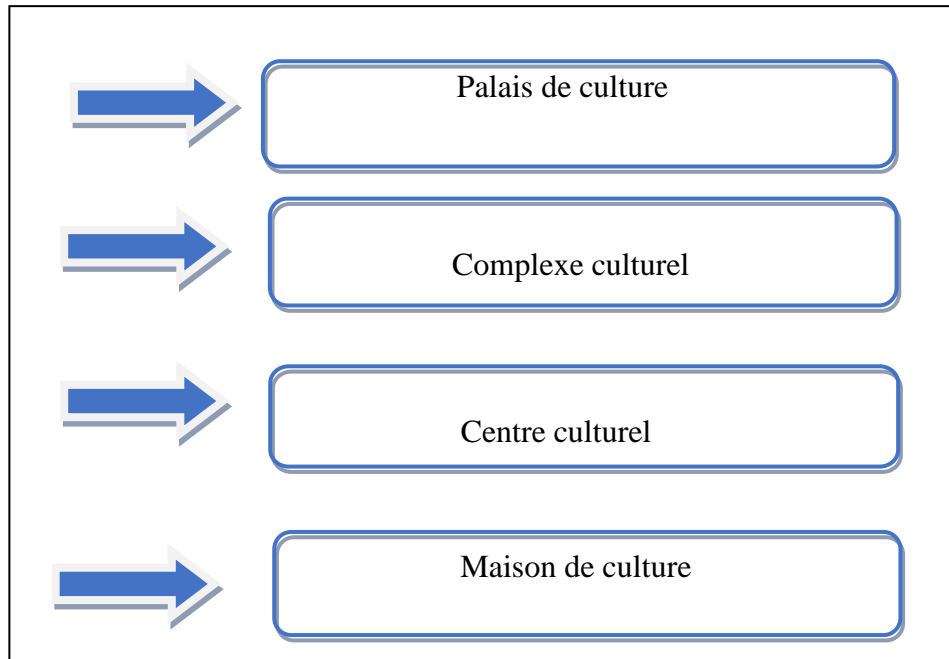


Figure 32 : Les types des équipements culturels multifonctionnels par taille, Source : Auteur, 2021.

#### **4. Définition du terme handicap :**

Selon la définition de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le handicap est toute personne dont l'intégrité physique ou mentale est passagèrement ou définitivement diminuée, soit congénitalement, soit sous l'effet de l'âge ou d'un accident, en sorte que son autonomie, son aptitude à fréquenter l'école ou à occuper un emploi s'en trouvent compromises. (OMS, 2021).

Selon la loi française du 11 février 2005, un handicap est toute limitation d'activité ou restriction de participation à la vie en société subie dans son environnement par une personne en raison d'une altération substantielle, durable ou définitive d'une ou plusieurs fonctions physiques, sensorielles, mentales, cognitives ou psychiques, d'un polyhandicap ou d'un trouble de santé invalidant.

#### **5. Classification des personnes handicapées :**

Selon l'OMS la classification des handicaps, permet un classement et une vision générale des différents types de handicap, selon la cause ou la déficience concernée. Il existe cinq catégories (Figure 33).

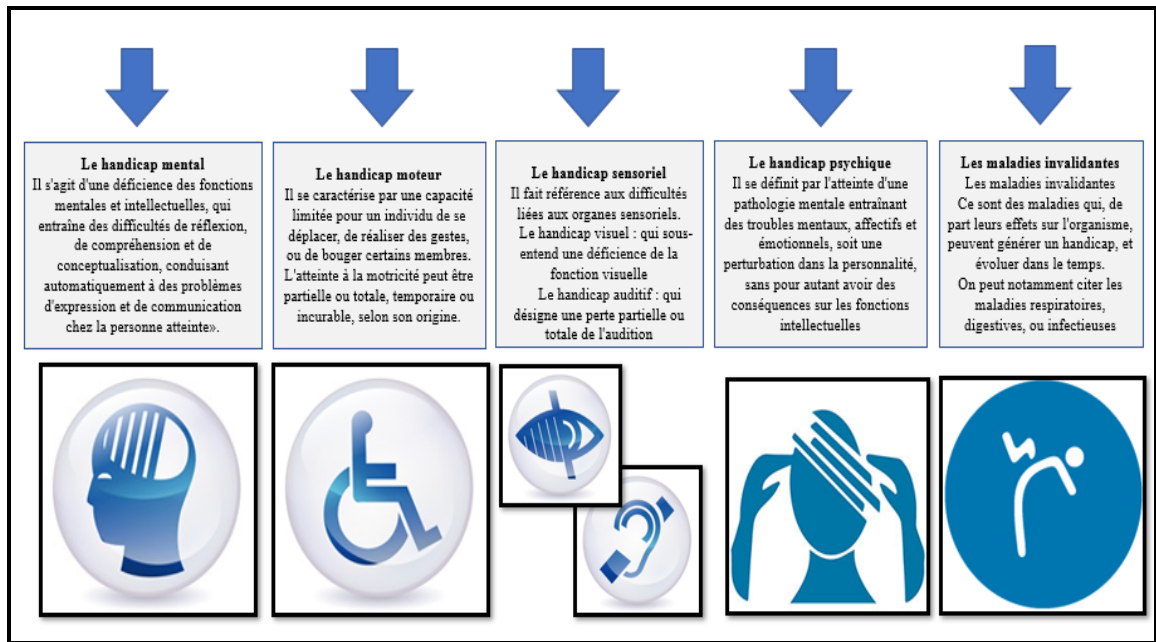


Figure 33 : Les types des handicaps, Source : Auteur, 2021, d'après le OMS, 2021.

## 6. Les utilisateurs et les usagers du centre culturel :

On peut résumer l'ensemble des usagers et des utilisateurs du centre culturel : (Figure 34) :

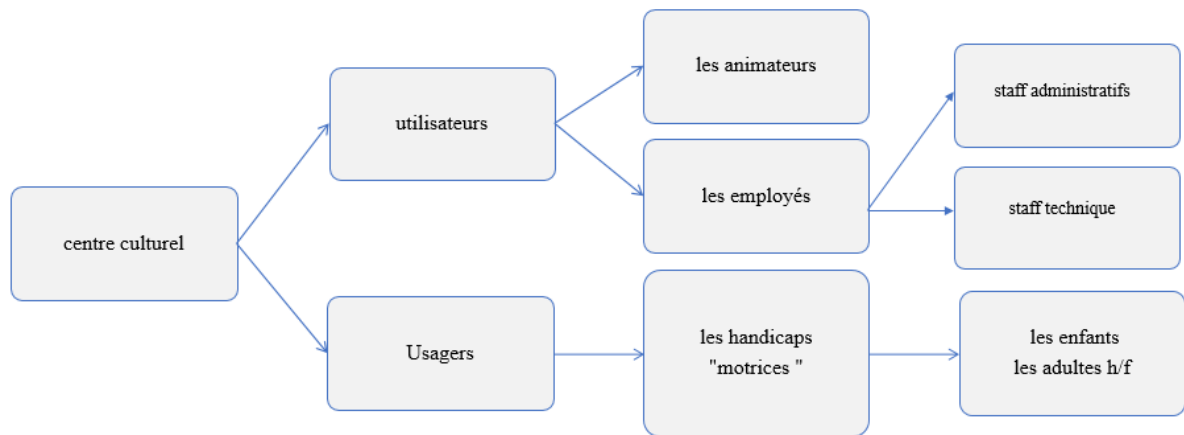


Figure 34 : Les utilisateurs et l'usage d'un centre culturel, Source : Auteur, 2021

## 7. Les fonctions d'un centre culturel :

On peut résumer l'ensemble des usagers et des utilisateurs du centre culturel : (Figure 35)

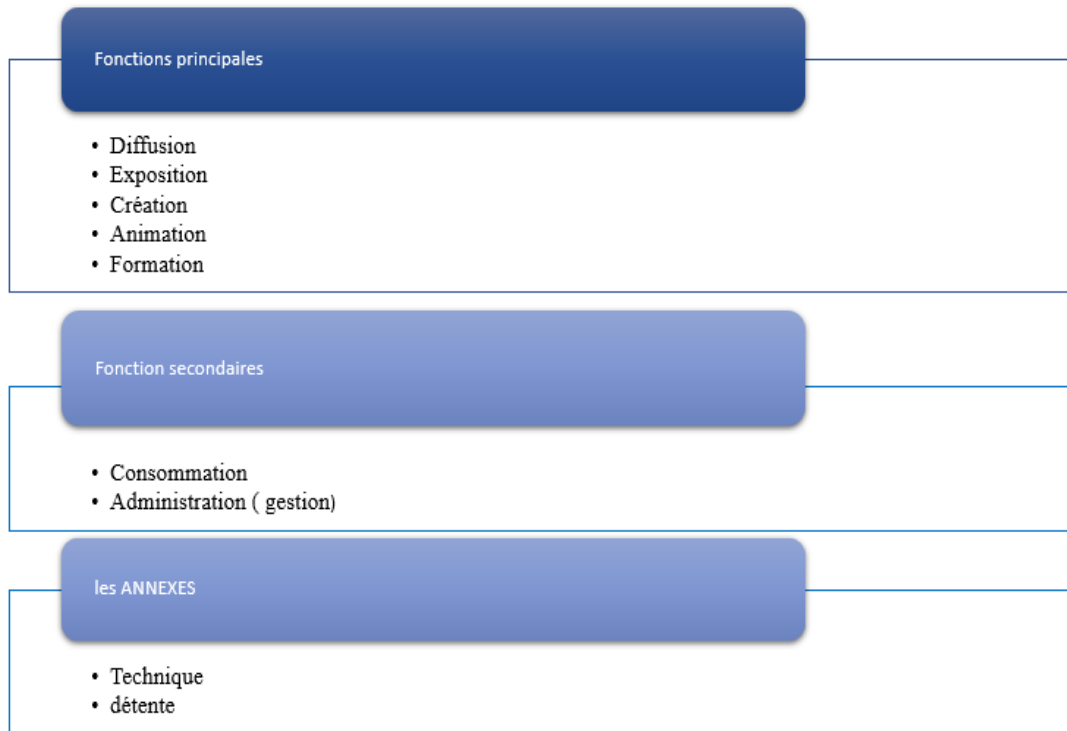


Figure 35 : Les fonction d'un centre culturel, Source : Auteur, 2021, d'après Debbache et Ramdani, 2014.

## 8. Les composants spatiaux d'un centre culturel :

On peut résumer l'ensemble des usagers et des utilisateurs du centre culturel en :  
Différents composants d'un centre culturel (Figure 36).

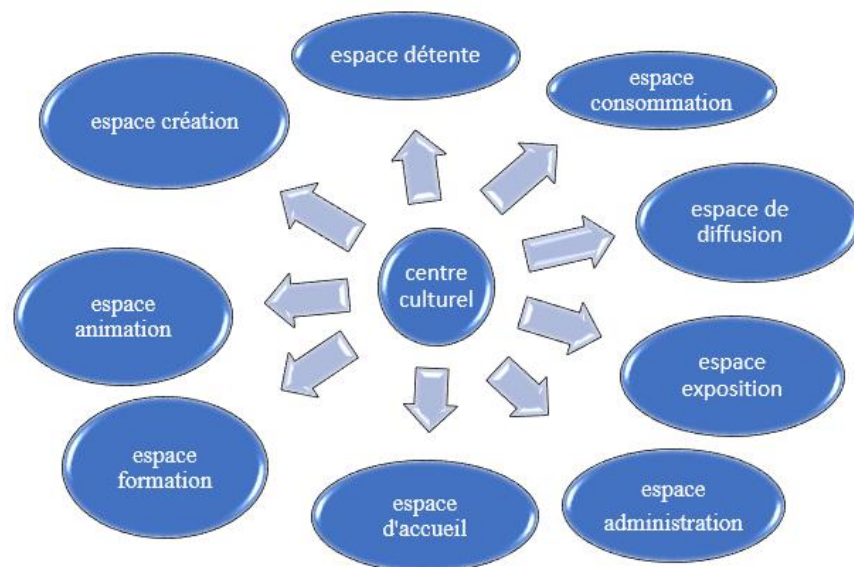


Figure 36 : Les composants spatiaux d'un centre culturel, Source : Auteur, 2021, Debbache et Ramdani, 2014.



## 9. Organigramme spatio-fonctionnel :

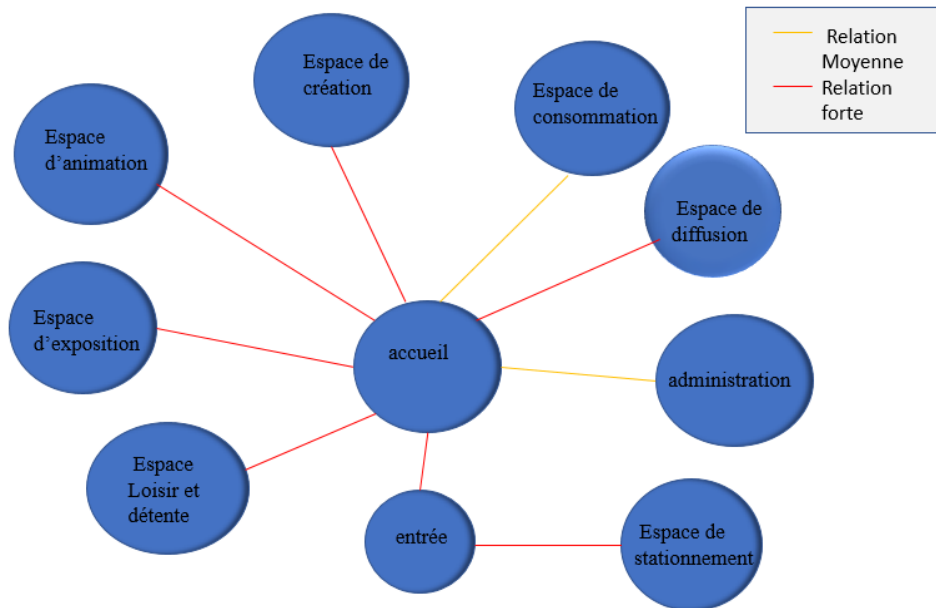
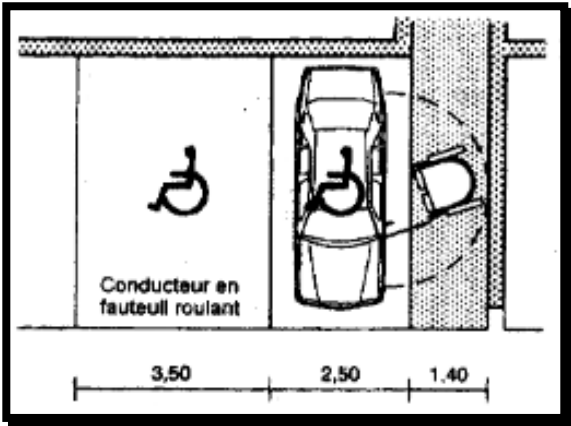


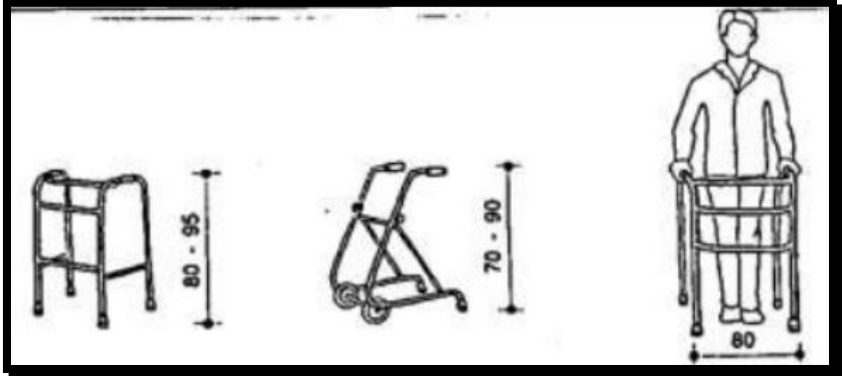
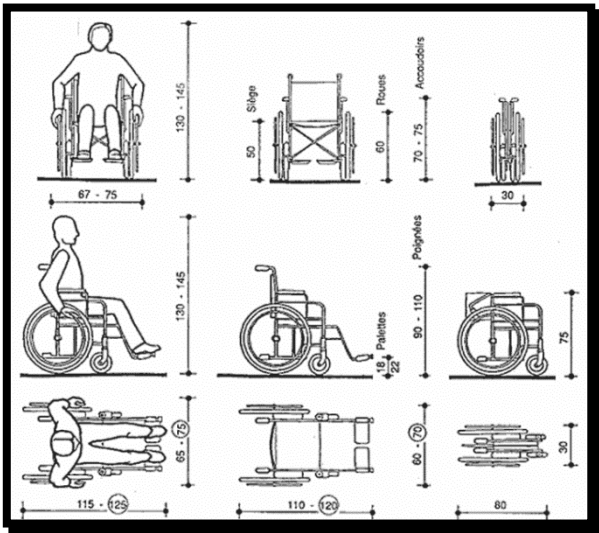
Figure 37 : Organigramme d'une centre culturel, Source : Auteur, 2021, Dabbache et Ramdani, 2014

## 10. Les exigences techniques pour les personnes handicapés :

Tableau 3 : Les exigences techniques pour les handicaps, Source : Auteur, 2021.

<p><b>Parkings</b></p>	 <p>Dimension d'espace de stationnement pour un conducteur en fauteuil roulant</p>
------------------------	--

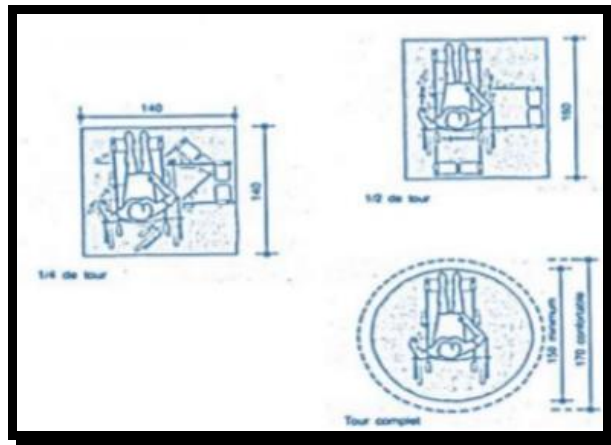
<p><b>Les rems</b></p>	
<p><b>La plateforme élevatrice pour handicaps</b></p>	<p>Les Cannes : La canne anglaise ou la béquille et le tétrapode peuvent s'utiliser en simple ou en double, suivant la nature du trouble fonctionnel de la personne.</p> <p>Pour se déplacer, la largeur minimale de passage frontal, avec les cannes, est la suivante :</p> <p><b>Avec 1 canne 0.70 m. Avec 2 cannes 0.75 m. Avec 2 cannes anglaises 0.90 m. Avec 2 tripodes 0.90 m.</b></p>

<p><b>Les déambulateurs</b></p>	 <p>Ce type d'aide est équipé de pieds ou de roues permet de marcher en appuyant les deux mains sur l'appareil, il s'adresse aux personnes atteintes des mêmes troubles que ceux que nous avons citée précédemment. Et pour se déplacer, la largeur minimale de passage est de 0.80 m à 0.85 m</p>
<p><b>Dimensions du fauteuil roulant</b></p>	 <p>Elles varient suivant qu'il est vide, occupé ou replié, toutes comme suit :</p> <p><b>Vide = 0.70 m x 1.20 m. Occupé = 0.75 m x 1.25 m. Plié = 0.30 m x 0.80 m.</b></p> <p>- Par contre le fauteuil roulant électrique qui offre une conduite a minimum d'effort, il dispose une largeur entre 110 et 120 mm, par contre la longueur est conçue entre 55 et 65 mm</p>

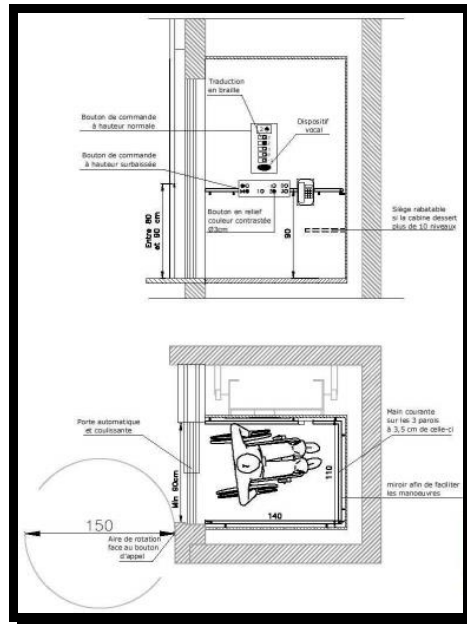
**Le déplacement en fauteuil roulant**

Le déplacement en fauteuil roulant Avancer, tourner, se retourner, revenir en arrière détermine les caractéristiques des aires de rotation. Ces caractéristiques sont regroupées dans les notions de « passage » et de « rotation ».

La largeur minimale d'un passage est de 1,20 m. Pour effectuer une rotation à 90°, la surface nécessaire est de 1,20 x 1,20 m. Pour effectuer une rotation à 180°, la surface est de 1,50 x 1,50 m. En termes de diamètre, la dimension minimale pour manœuvrer est de 1,50 m

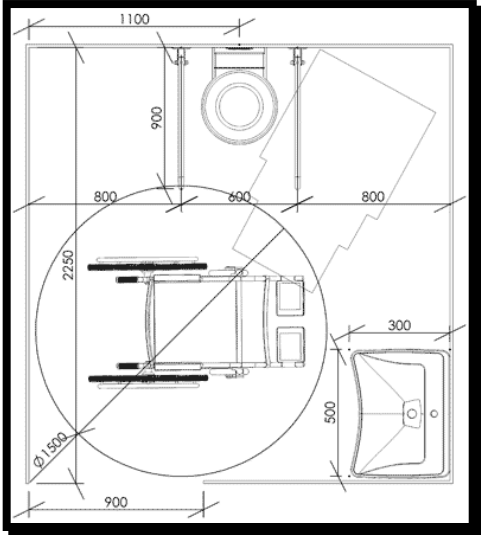
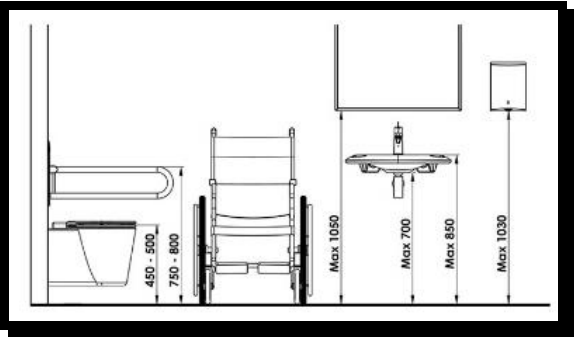


**L'ascenseur**



**Dimensions intérieures :** La profondeur de 140 cm doit toujours être la dimension face à la porte. Par exemple : 2 portes à 90° : dimensions intérieures : 140 cm x 140 cm.



**Les portes palières** des ascenseurs adaptés aux personnes à


	<p>mobilité réduite réunissent les conditions suivantes :</p> <p>Avoir au minimum 90 cm de largeur de passage libre</p> <p>Être coulissantes automatiques avec une temporisation minimale de 6 secondes de l'ouverture et de la fermeture.</p> <p>Avoir un bord sensible au contact</p>
<p><b>Les sanitaires</b></p>	  <p>La surface minimale des sanitaires accessibles comportant un réceptacle doit être conforme aux valeurs minimales présentées, c'est-à-dire 1,40 m x 1,80 m</p>

## 11. Analyse des exemples :

### 11.1. Exemple 01 :

Tableau 4 : Analyse du centre culturel Heydar Aliyev, Source : Auteur, 2021.

<b>Exemple</b>	
<b>Fiche technique</b>	<p>Nom du projet : centre culturel Heydar Aliyev</p> <p>Architecte : Zaha hadid</p> <p>Situation : Azerbaïdjan</p> <p>Surface : 101801 m<sup>2</sup></p>
<b>Analyse des Façades</b>	 <p>Les façades sont caractérisées par une fluidité et une transparence obtenue par l'utilisation des murs rideaux, une structure unique.</p>

<p><b>Analyse de fonctionnement</b></p>	
<p><b>L'éclairage</b></p>	<p>Pour souligner la relation continue entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment, l'éclairage du centre culturel Heydar Aliyev a été soigneusement étudié. Pendant la journée, le bâtiment reflète la lumière, modifiant constamment son apparence en fonction du temps et de la perspective</p>

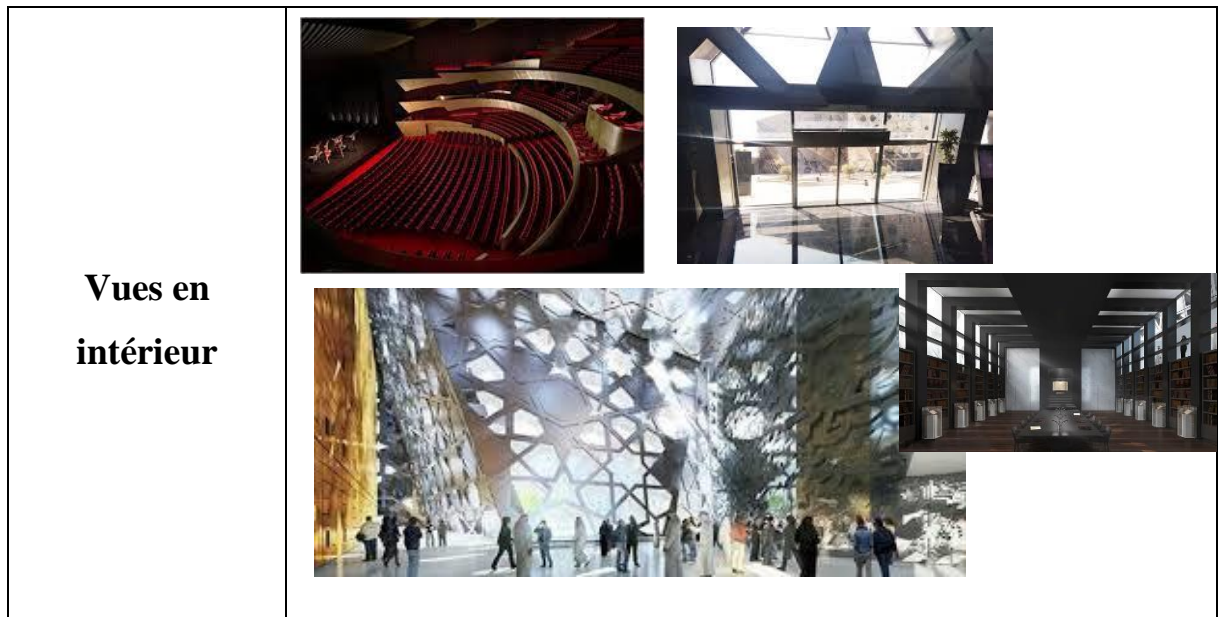
### 11.2. Exemple 02 :

Tableau 5 : Analyse du centre culturel Sheikh Jaber Al Ahmad, Source : Auteur, 2021.

<p><b>Exemple</b></p>	
<p><b>Fiche technique</b></p>	<p>Nom du projet : Centre culturel Sheikh Jaber Al Ahmad</p> <p>Situation : Kuwait</p> <p>Surface de site : 214.000 m<sup>2</sup></p> <p>Surface bâties : 57,926 m<sup>2</sup></p>


<p><b>Analyse de plan de masse</b></p>	 <p>Les Formes géométriques complexes inspirées par l'architecture islamique, où quatre énormes bâtiments existent sous forme de pierres amoncelées dispersées.</p>
<p><b>Analyse de façade</b></p>	 <p>Les façades à double peau du projet traité par l'utilisation des motifs islamiques</p>
<p><b>Analyse de fonctionnement</b></p>	 <p>Bâtiment de conférence</p> <p>Bibliothèque</p> <p>Théâtre</p> <p>Centre de musique</p>

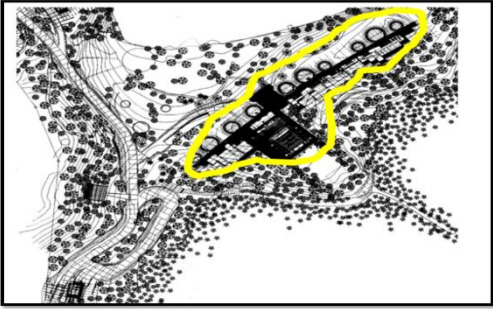

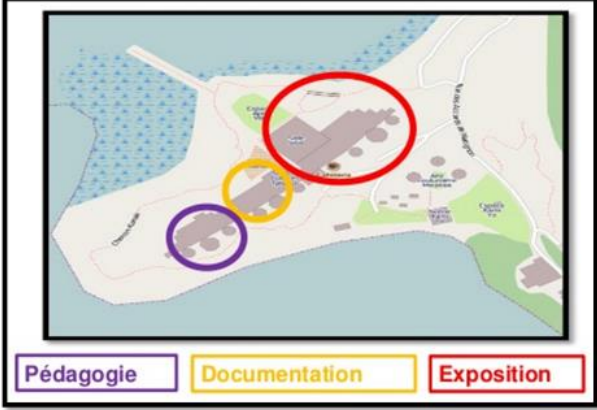




**11.3. Exemple 03 :**

Tableau 6 : Analyse du centre culturel Tjibaou, Source : Auteur, 2021.

<p><b>Exemple</b></p>	
<p><b>Fiche technique</b></p>	<p>Nom :_centre culturel Tjibaou</p> <p>Architecte : Renzo piano</p> <p>Date réalisation : 1991-1998</p> <p>Mouvement : poste moderne</p>
<p><b>La composition du projet</b></p>	<p>Le complexe culturel se compose de dix « maisons », chacune de taille différente et du fonction différente.</p> <p>Les dix cases se partagent en trois types :</p> <p>Petite : 55 m<sup>2</sup> et 20 m de haut</p>

	<p>Moyenne : 92 m<sup>2</sup> et 20 m de haut</p> <p>Grande : 140 m<sup>2</sup> et 28 m de haut.</p>  <p>La circulaire qui est regroupé en trois villas, chacune avec une fonction distincte. Tous sont reliés par des sentiers colonne vertébrale comme la promenade centrale rappellent les villages traditionnels.</p>
<p>s</p> <p><b>Analyse de fonctionnement</b></p>	 
<p><b>Le programme</b></p>	<p><b>Villa 1</b> Musée, cafétéria, salle d'exposition, hall et salle de spectacle</p> <p><b>Villa 2</b> Médiathèque, salle d'exposition et maintenance</p> <p><b>Villa 3</b> Conférence, classes et administration</p>

#### **11.4. Synthèse des exemples :**

##### **A) Volet urbain :**

- La création des espaces extérieurs au terrain du projet.
- La jonction entre les espaces intérieur et extérieur du projet.

##### **B) Volet architectural :**

- La hiérarchisation spatiale verticale et horizontale selon les principales fonctions du centre culturel.
- La transparence des façades.
- L'utilisation des façades double peau.
- La création d'un noyau centrale pour la circulation horizontale du centre.
- Composition volumétrique horizontale.

##### **C) Volet technique :**

- Utilisation des structures spécifiques.
- Le verre et le béton comme matériaux de construction.

### **Conclusion**

Aujourd'hui les équipements culturels jouent un rôle très important dans la vie sociale des citoyens, que ce soit les personnes normales ou handicapées.

Cette dernière catégorie de personne à des besoins spéciaux et spécifiques se reflètent dans un grand nombre d'exigences techniques (accessibilité, circulation, déplacement et sécurités) cités auparavant dans ce chapitre.

D'autre principaux concepts et principes à prendre en considération lors de la conception du notre centre culturels :

- L'intégration du projet au site et avec l'environnement immédiat.
- L'organisation des espaces selon les grands principauc fonction (exposition, animation, diffusion, ...etc.).

- L'ambiance intérieur est extérieure du projet.
- Profiter le maximum d'éclairage naturel.
- Minimiser les échanges énergétiques entre l'intérieur et l'extérieur.
- L'exploitation de l'énergie solaire passive et active.

Dans le chapitre suivant, on va présenter une étude climatique et spatiale du site, le zoning du notre projet, leur programme et le processus conceptuel de ce projet.

## **Chapitre 03 :**

# **L'idée conceptuelle du centre culturel pour les handicaps**

## Introduction

En se passant sur les résultats de la recherche théorique, et sur l'analyse du contexte spatial et fonction du centre culturel pour les handicaps dans le chapitre précédent pour avoir et concevoir l'idée conceptuel de notre projet.

Dans ce chapitre on va analyser le contexte spatial de la wilaya de Tébessa, ainsi que le terrain du projet, cette phase sera suivie par la définition du programme du centre culturel choisi, le zoning, les démarches et les objectifs dont le but est de concevoir un centre culturel pour les handicaps dans la wilaya de Tébessa.

### 1. Situation et caractéristiques de la zone d'étude :

**1.1. Situation géographique :** Tébessa est une commune de la wilaya de Tébessa située dans la partie Nord par rapport au territoire de la wilaya sur un surface de 184 km<sup>2</sup>. (Figure 38 ; Figure 39).

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

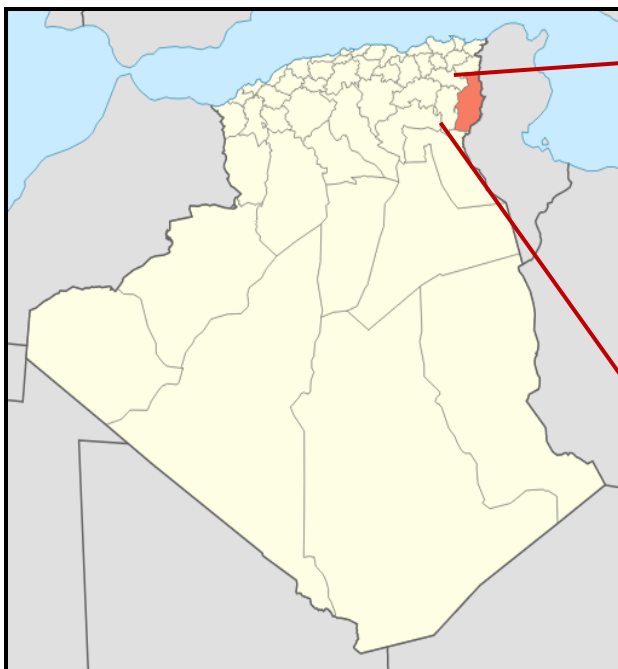


Figure 38 : Carte géographique de l'Algérie, source :Marefa.org, 2021.



Figure 39 : Carte géographique de la wilaya de Tébessa, Source : Marefa.org ,2021.

**1.2. Etude générale du climat :** Le climat de la wilaya de Tébessa appartient à l'étage bioclimatique Semi-aride, avec une variation de la température dans l'année et une distribution des champs des vents dans tous les mois d'année. (Koppen, Geiger, 1990).

– **Température :** Au mois de juillet, la température moyenne est de 27.4°C. Juillet est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. Janvier est le mois le plus froid de l'année. La température moyenne est de 6.8°C à cette période. (Planificateur, 2021), les données climatiques des moyennes de 10 ans (2007-2017), (Figure 40).

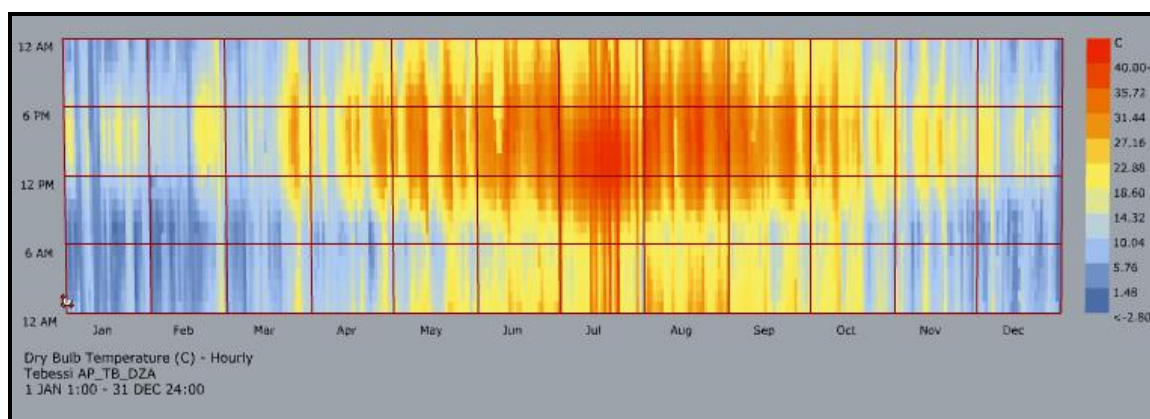


Figure 38 : Température de la wilaya de Tébessa, Source : Auteur, 2021, d'après Rhino /ladybug, 2021.

– **Précipitation :** Des précipitations moyennes de 16.5 mm font du mois de juillet le mois le plus sec. En septembre, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 45.2 Mm (Planificateur, 2021)

– **Vent :** la distribution du champ de direction de vent est saisonnière avec prédominance : (Planificateur, 2021), (Figure 41).

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

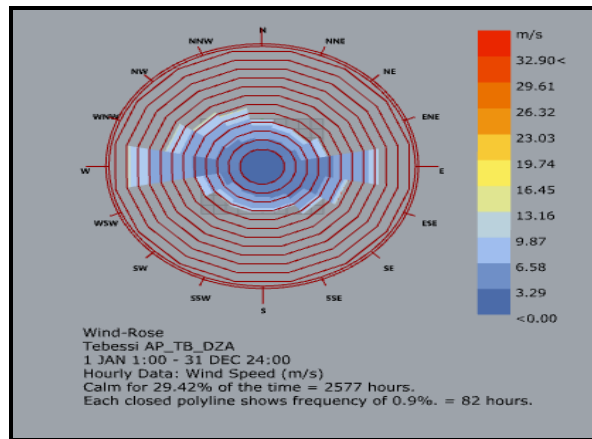


Figure 41 : Rose de vent de la wilaya de Tébessa, Source : Auteur, 2021.

## 2. Analyse du terrain :

**A. Présentation du terrain :** Il se situe dans le P.O.S n° 36 au partie Nord-Ouest de la commune de Tébessa (Figure 42).



Figure 42 : Situation géographique du terrain, Source: Auteur, 2021, d'après Google earth pro, 2020.

### B. Critères de choix du terrain :

- La situation géographique du terrain à l'entrée de la ville de Tébessa, nous permet de concevoir un projet attractif.
- L'accessibilité directe au terrain par la route nationale N10.
- La proximité du terrain par rapport à la gare routière, l'université, la bibliothèque, ... etc.

**C. Repérage :** le terrain se situe à proximité de la nouvelle gare routière et l'université de Tébessa (Figure 43).





Figure 439: Repérage du terrain, Source : Auteur,2021, d'après Google earth pro, 2020.

**D. Environnement immédiat :** le terrain étudié est entouré : depuis l'Est l'Oued juste à côté du terrain, la route nationale n° 10 et l'université depuis le sud, au sud-ouest par un terrain vierge et la gare routière, à l'ouest par l'Oued et un terrain vierge et depuis le nord par un terrain vierge (Figure 44).

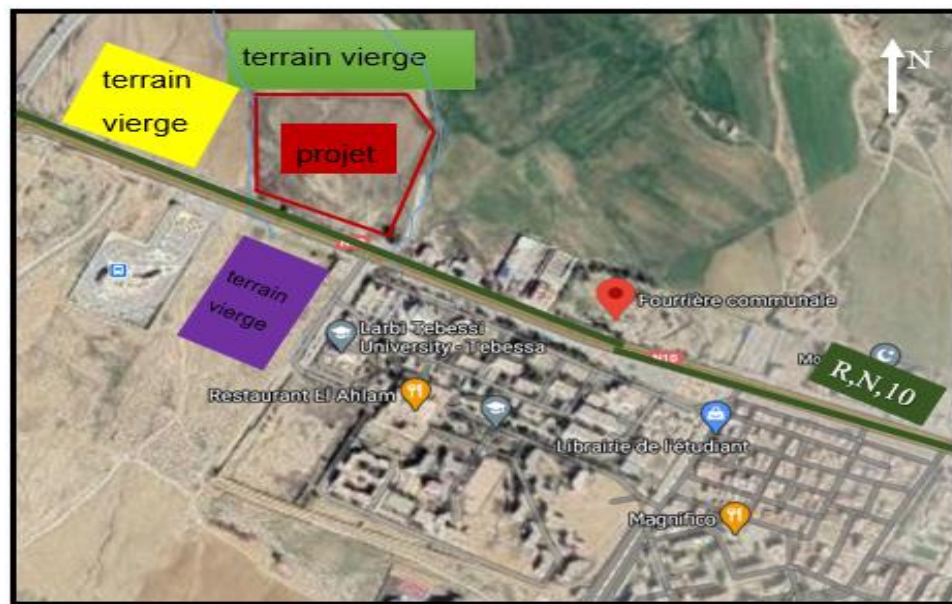


Figure 40: Environnement immédiat du terrain, Source : Auteur, 2021, d'après Google earth, 2020.

**E. L'Accessibilité du terrain :** l'accessibilité à notre terrain est garantie par deux axes :

- On peut accéder au terrain directement par la route nationale n° 10.
- Le terrain besoin d'un deuxième Accès douce et une circulation piétonne (Figure 45).



Figure 45 : Accessibilité du terrain, Source : Auteur, 2021, d'après Google earth pro, 2020

**F. Relief et topographie :** Le terrain à une surface de 2.5 Hectares, il se présente en forme irrégulière dictée par la forme des Oueds (coté est et ouest du terrain) et la route nationale n°10 (Figure 46 ; Figure 47).

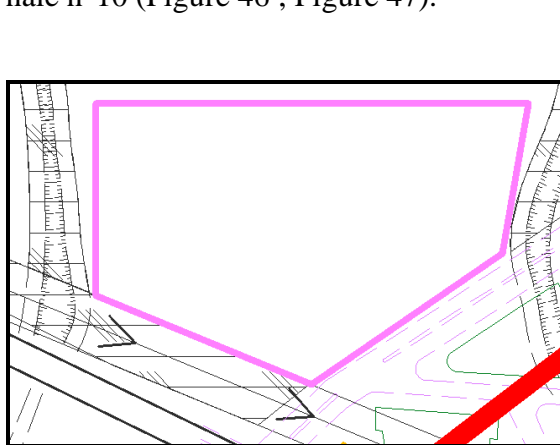


Figure 46 : Forme du terrain, Source : Auteur, 2021, d'après (P.D.A.U), 2019.

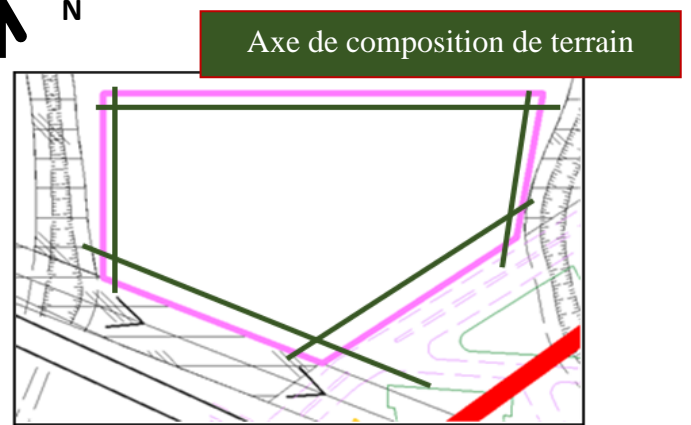


Figure 47 : Axes du terrain, Source : Auteur, 2021, d'après (P.D.A.U), 2019

Le terrain à une pente longitudinale de 0.4% et une autre transversale de 1.3% (Figure 48), (Figure 49 ; Figure 50).

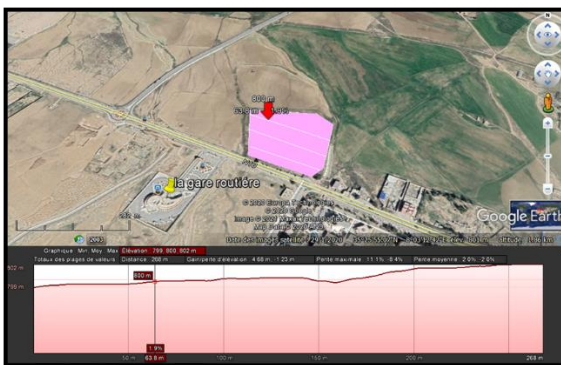


Figure 48 : Coupe topographie transversale, Source : Auteur, 2021, D'après google earth pro, 2020.

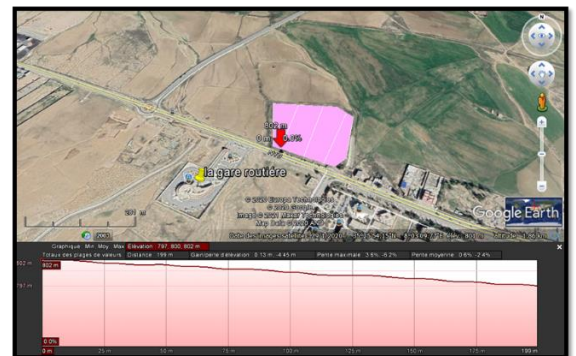


Figure 49 : Coupe topographie longitudinale du terrain, Source : Auteur, 2021, D'après google earth

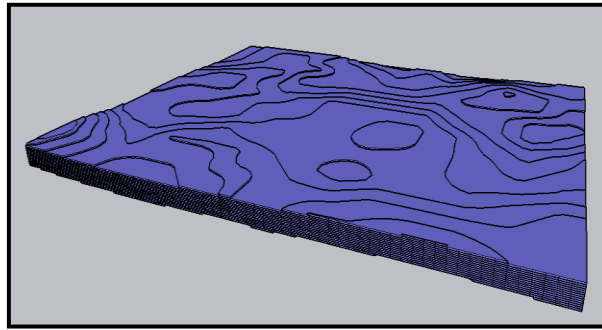


Figure 50 : Topographie du terrain, Source : Auteur, 2021.

**G. Les réseaux divers existants :** le terrain est bien caractérisé divers réseaux (électricité, eau potable et éclairage) (Figure 51 ; Figure52 ; Figure 53).



Figure 51 : Réseau eau potable, Source : Auteur, 2021, D'après Google earth pro, 2020.

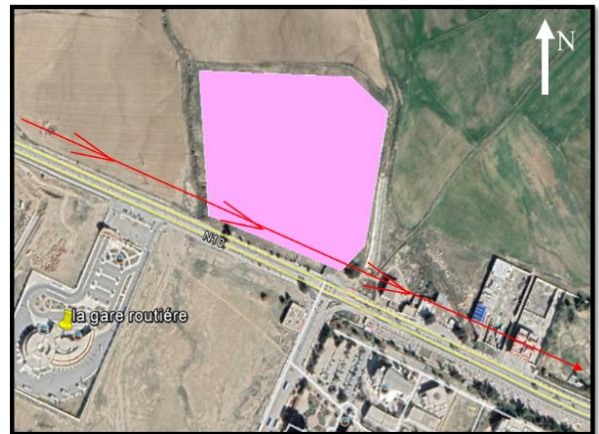


Figure 52 : Ligne électrique MT, Source : Auteur, 2021, d'après Google erth pro, 2020.



Figure 53 : Ligne d'éclairage, Source : Auteur, 2021, d'après Google erth, 2020.

**H. Etude climatique :** Le terrain est exposé au vent dominant froide en hiver (Nord-Ouest), (Figure 54), et exposé au vent dominant chaude en été (Sud-Est), il est aussi exposé au soleil sur l'axe Est-Ouest (Figure 55).

**I. Contraintes et Servitude :** les contraintes sont :

- Les Oueds dans les deux coté Est et Ouest.

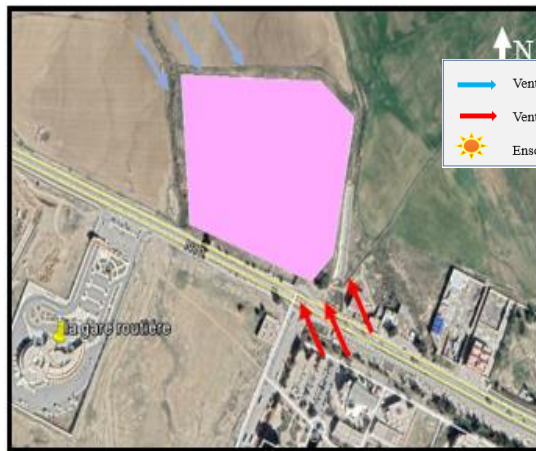


Figure 54 : Vents dominants, Source : Auteur, 2021, d'après google earth pro, 2020.

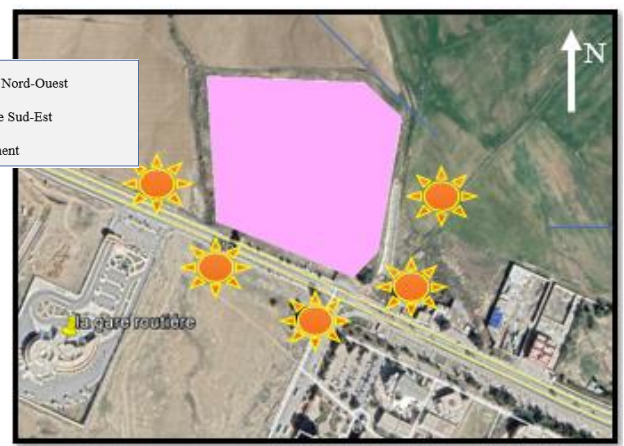


Figure 55 : Ensoleillement de terrain, Source : Auteur, 2021, d'après google earth pro, 2020.

### 3. Présentation du programme relatif à notre centre culturel :

En se basant sur les résultats de l'étude théorique et l'analyse des différents exemples des centres culturels, on a sortie avec un programme quantitatif et qualitatif d'un centre culturel pour les handicaps (Tableau 7).

Chapitre 03 : L'idée conceptuelle du centre culturel pour les handicaps

Tableau 7 : Le programme du centre culturel pour les handicaps,  
Source : Auteur, 2021.

service	espace	surface unit	Nombre	surface m <sup>2</sup>
l'accueil	hall d'accueil	300	1	300
l'animation	salle de spectacle	3000	1	3000
	salle de répétition	400	1	400
	salon VIP	100	1	100
	sanitaire f	1,5	5	7,5
	sanitaire h	1,5	5	15
	vestiaire	4	11	44
	total			3566,5
	circulation			891,625
création	atelier de sculpture	200	1	200
	atelier de dessin	200	1	200
	salle music	200	1	200
	sanitaire f	1,5	4	6
	sanitaire h	1,5	4	6
	total			612
	circulation			153
bibliothèque	salle lecture adultes	650	1	650
	salle lecture enfants	600	1	600
	salle travail en groupe	100	2	200
	rayonnage	300	1	300
	bureau responsable	16	1	16
	magasin	150	1	150
	depot	350	1	350
	total			2416
diffusion/formation	bureau responsable	16	1	16
	magasin	150	1	150
	depot	350	1	350
	espace tirage	200	1	200
	salle audiothèque	178	2	178
	salle projection enf	178	1	178
	salle projection adu+enf	470	1	470
	salles des cours	100	3	300
	sanitaire f	1,5	4	6
	sanitaire h	1,5	4	6
total			3604	
	circulation			901
administration	bureau directeur	48	1	48
	bureau sous directeur	20	1	20
	bureau secrétaire	16	1	16
	bureau moyen et maintenance	16	1	16
	bureau utilisation et finances	16	1	16
	bureau document et lecture	16	1	16
	bureau relation public	16	1	16
	bureau atelier pédagogique	16	2	32
	salle réunion	200	1	200
	sanitaire h	1,5	4	6
	sanitaire f	1,5	4	6
	total			392
		total		
	circulation			78,4
consommation	cafeteria	450	1	450
	restaurant	600	1	600
	salle VIP	200	2	400
	sanitaire h	1,5	5	15
	sanitaire f	1,5	5	15
	total			1480
	circulation			370
exposition	salle exposition temporaire	200	1	200
	salle exposition permanente	1000	1	1000
	salle de projection	800	1	800
	depot	400	1	400
	b, responsable	16	1	16
	total			2416
	circulation			724,8
locaux technique	depot générale		1	1000
	chaufferie		1	60
	climatissation		1	60
	groupe électrogène		1	60
	log		1	20
	factotum		1	600
	vestiaire	4	10	40
	sanitaire h	1,5	8	12
	sanitaire f	1,5	8	12
	total			1864
	circulation			279,6
surface totale				17632,925

#### 4. Le zoning :

Après l'analyse théorique, thématique et l'élaboration du programme relatif à notre projet, on va passer dans une suite logique à l'étude et à l'exposition des différentes relations qui existent entre les composants et les fonctions de ce projet, pour finir avec le zoning ci-dessous (Figure 56 ; Figure 57 ; Figure 58 ; Figure59) :

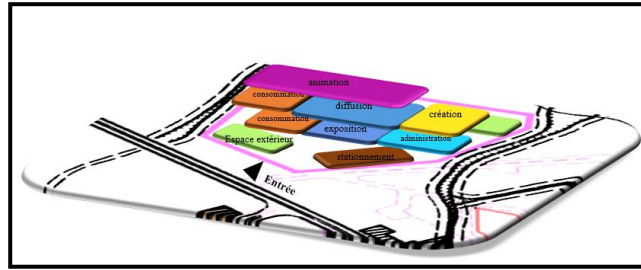
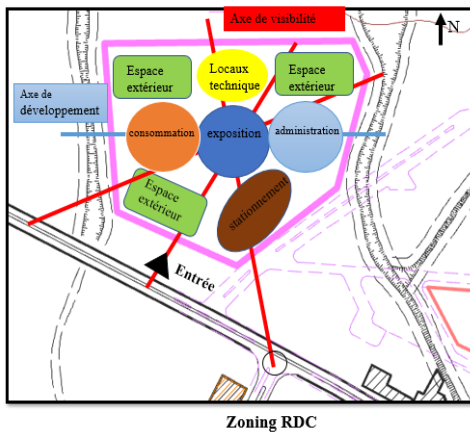
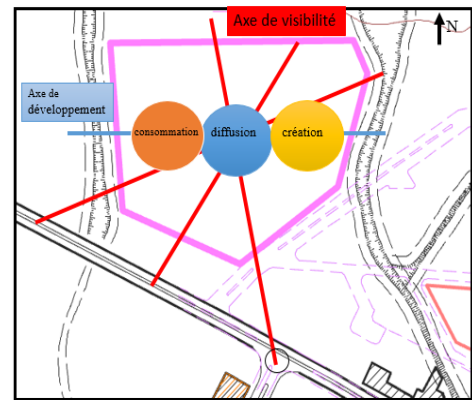


Figure 56 : Zoning du projet, Source : Auteur, 2021.



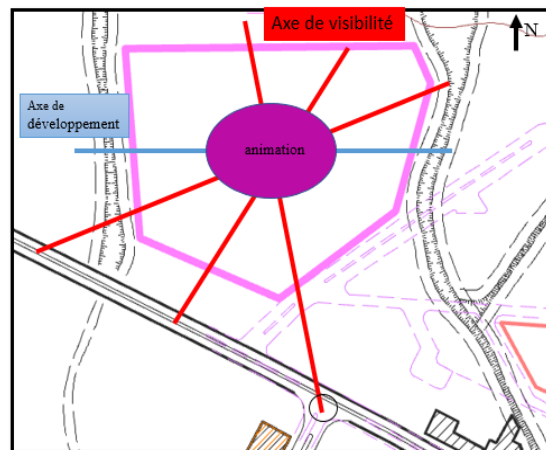
Zoning RDC

Figure 57 : Zoning de Rez-de-chaussée, Source : Auteur, 2021.



Zoning R+1

Figure 58 : Zoning de 1<sup>er</sup> étage, Source : Auteur, 2021.



Zoning R+2

Figure 59 : Zoning de 2<sup>ème</sup> étage, Source : Auteur, 2021.

## 5. L'idée conceptuelle :

**5.1. Les objectifs et les concepts :** d'après notre recherche sur le thème et sur l'équipement notre objectif principal est de concevoir un bâtiment à énergie positive utilisant l'énergie solaire qui sera appliqué dans notre centre culturel pour les handicaps, pour cela on va fixer autres objectifs conceptuels pour bien maîtriser lors de la phase conceptuelle.

On va résumer tous les points exposés auparavant dans le tableau suivant (Tableau 8) :

Tableau 8 : Les concepts et les objectifs conceptuels, Auteur, 2021.

Objectifs	Concepts	Phase d'application
<b>Maitrise les échanges énergétiques entre l'intérieur et l'extérieur de l'enveloppe</b>	Facteur forme  Le rapport plein-vide  Orientation	Conception de volume  Eclairage et aération  Conception de volume
<b>Bénéficier le maximum d'éclairage naturel</b>	L'orientation  L'intégration au site  Dimension des ouvertures	Conception de volume
<b>La meilleure exploitation de l'énergie solaire</b>	Passive <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Orientation</li> <li>→ Organisation spatiale</li> <li>→ Position et dimension des ouvertures</li> </ul> Active → Les capteurs solaire	Conception de volume   Phase technique

**5.2. Le processus conceptuel :** L'idée conceptuelle du projet est soulevée par la géométrie comme un canal de créativité, ont commencé par un comme un volume de départ concédé comme un volume compacte.

Avec l'intersection des axes de visibilité et l'axe de développement du terrain identique à l'axe Est-Ouest, on a déterminé la position du parallélépipède dans le terrain et en l'alignant parallèlement avec l'axe principal du terrain, (Figure 60).

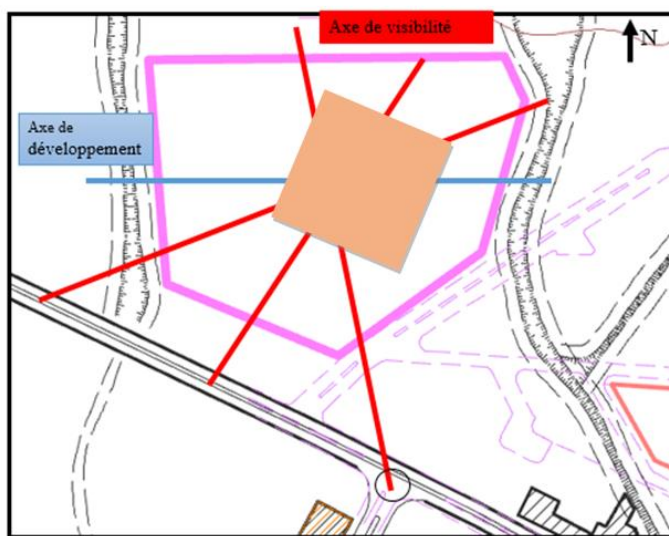


Figure 41 : La première étape du processus conceptuel, Source : Auteur, 2021.

Dans une deuxième étape, on a travaillé sur l'intersection des deux autres volumes avec le premier pour des besoins fonctionnels tels que la création, l'administration, commerce...etc. (Figure 61).

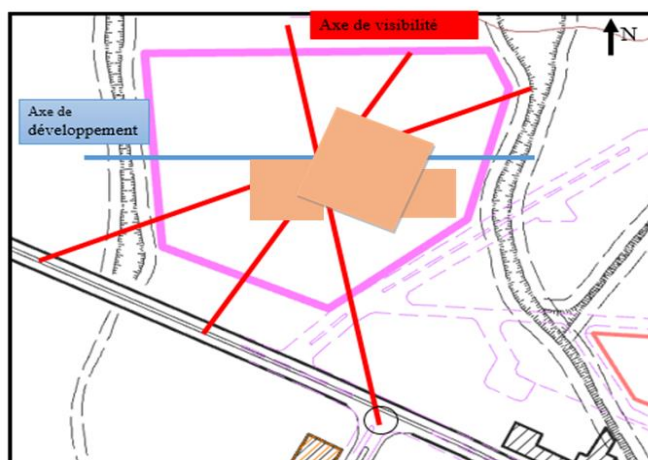


Figure 61 : La troisième étape du processus conceptuel, Source : Auteur, 2021.



Dans la 3<sup>ème</sup> étape, on va travailler sur le volume central en surproduisant une inclinaison avec dégradations sur la toiture pour avoir une bonne répartition du sens dans la salle de spectacle située en-dessous. Ensuite une soustraction d'un triangle du volume centrale pour bien marquer l'entrée (Figure 62).

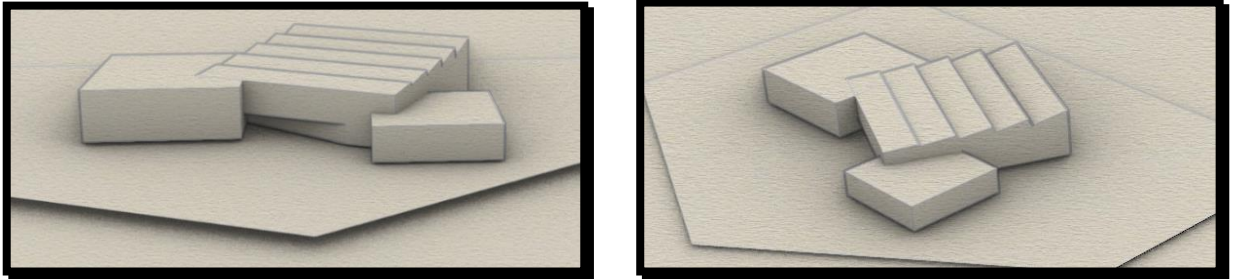


Figure 62 : La deuxième étape du processus conceptuel, Source : Auteur, 2021.

### **Conclusion**

L'analyse du contexte spatial de notre terrain nous a permis d'avoir des informations détaillées sur plusieurs paramètres (l'accessibilité du terrain, sa forme, sa nature ainsi que les contraintes et les servitudes du notre terrain), ces derniers sont prisés en considération durant la phase conceptuelle.

Les résultats de la phase théorique et les résultats de l'analyse des exemples nous ont permis d'élaborer un programme détaillé de notre futur projet.

La composition géométrique exposé dans la fin de ce chapitre été le résultat du processus conceptuel basé sur les objectifs de cette recherche, les exigences du terrain, le zoning, les résultats théoriques du thème et projet, ...etc. cette composition sera testée et développer par les outils d'évaluation dans le chapitre suivant.

**Chapitre 04 :**  
**Évaluation de la**  
**performance énergétique**  
**d'un bâtiment (BEPOS)**

## Introduction

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

### 1. Les études précédentes :

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

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

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

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

Les résultats de cette simulation formulé comme suit :

– Les besoins énergétiques du bâtiment sont fortement liés à la conception et à la taille du bâtiment. En réduisant fortement les besoins de chauffage, la conception passive réduit la quantité totale des besoins et modifie leur répartition, les besoins d'eau chaude sanitaire et d'électricité devenant alors prépondérants par rapport aux besoins de chauffage.

– L'efficacité globale de conversion, la production locale d'énergie, le bilan exportateur du bâtiment et son taux d'indépendance énergétique net mais aussi la plupart des

indicateurs d'impacts dépendent de la nature et du dimensionnement des équipements de production d'énergie.

- Les capteurs solaires correctement dimensionnés peuvent assurer une grande partie des besoins du bâtiment et rendre celui-ci exportateur.
- Les équipements du bâtiment peuvent contribuer significativement à certains impacts environnementaux, surtout au travers de la production des matériaux qui les constituent.
- Le système de micro-cogénération à bois étudié ici ne semble pas entièrement satisfaisant du fait que son dimensionnement est inadapté aux faibles besoins des maisons individuelles étudiées. De plus, l'usage du bois induit une forte consommation électrique à chaque redémarrage du système et renforce plusieurs impacts environnementaux. Il serait intéressant d'étudier le bilan environnemental d'un système de micro-cogénération fonctionnant au gaz.
- La pompe à chaleur, grâce à son COP élevé, amène des performances énergétiques très satisfaisantes, notamment sur le taux d'indépendance énergétique du bâtiment. Par contre, l'accroissement de consommation d'électricité associé accentue certains impacts liés à la production d'électricité, tel que la production de déchets radioactifs ou l'épuisement des ressources.

Moreno Sierra a présenté une thèse de doctorat intitulée sous **Intégration des aspects énergétique dans la conception du projet architectural** en 2012, l'objectif de ce travail est d'analyser la complexité de l'intégration des aspects énergétiques dans les différentes phases du processus de conception, afin de proposer une démarche qui permet d'optimiser la performance énergétique par l'utilisation des 2 outils numériques ; le rhinocéros pour la modélisation 3D et la plateforme grasshopper pour les calculs énergétiques (Moreno Sierra, 2012).

Selon Moreno Sierra (2012) les résultats de cette étude sont :

- La méthodologie de conception proposée part de l'analyse de l'environnement urbain afin d'aider à définir un des premiers choix de l'architecte : la morphologie du bâtiment. Ces deux aspects vont déterminer son comportement énergétique et les caractéristiques générales comme la spatialité, les ambiances et le confort. Mais l'instrument développé est un outil d'aide à la conception. Il n'impose pas des structures ni des partis architecturaux. Il constitue un guide dans la recherche de la performance énergétique, donnant des informations utiles

pour formuler, définir et manipuler les différents choix tout au long du processus de conception.

– L'architecture doit intégrer les plateformes de synthèse des logiciels au processus de conception. C'est à travers l'étude du potentiel environnemental qu'il est possible d'en découler des architectures issues du contexte et performantes du point de vue énergétique ou du confort.

➤ **Au sujet de l'efficacité énergétique – vers des bâtiment moins énergivores-**  
Mr. Touil et Mr. merghache en 2017, ont fait une simulation et analyse hygrothermique du logement social par le logiciel WUFI, et pour les besoins énergétiques et les déperditions thermique ils ont utilisés les calculs manuels suivant le document technique réglementaire (DTR).

Selon (Merghache, 2017) la simulation par le logiciel Wufi, et un calcul réglementaire manuel, montré que :

- Plus la quantité d'isolant est importante, plus l'économie d'énergie sera appréciable.
- L'isolation extérieure de l'enveloppe du bâtiment est très importante, pour augmenter la résistance thermique des éléments constructifs, afin de diminuer les déperditions calorifiques durant toute l'année. Donc cette isolation peut être aussi intéressante dans des pays comme l'Algérie.
- Par le biais de cette isolation ETICS, on peut augmenter le confort intérieur de l'habitation sans éventuellement avoir recourt aux équipements mécaniques de ventilation.
- Dans la recherche de Mr. Rais sur le bâtiment à énergie positive sous le thème **le BE-POS comme une nouvelle vision à l'architecture durable**, le logiciel utilisé pour élaborer la simulation numérique des besoins énergétique de bâtiment est **Autodesk Ecotect analysis 2011** et pour la production d'énergies le logiciel utilisé est le **PVGIS**.

Selon (Rais, 2020) Cette simulation est pour le but de comparer la consommation annuelle d'énergie et la production annuelle d'énergie à travers des énergies renouvelables pour avoir un bâtiment à énergie positive à caractère administrative dans un climat méditerranéen à ANNABA.

Pour les résultats il 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.

- **Evaluation des besoins énergétiques de chauffage et climatisation d'un bâtiment pour le site de Tlemcen** mémoire élaboré par AMMARA et al en 2007 pour le but de déterminer les besoins énergétiques pour le chauffage en hiver et la climatisation en été d'un bâtiment dans lequel le maintien d'une température intérieure ambitieuse et acceptable qui peut être par exemple : 15°C en hiver et 25°C en été (AMARA et al, 2007) Cette étude a donné :

- Besoins énergétiques maximaux pour le chauffage est de l'ordre de 6232.02 KWh.

- Besoins énergétiques maximaux pour la climatisation est de l'ordre de 1368.55 KWh. Afin d'aboutir à des consommations annuelles minimales, un objectif accessible à plus court terme est de poser de solides bases sur l'enveloppe (murs, sols et toitures). En particulier, il sera intéressant d'introduire l'énergie positive qui s'inscrit pleinement dans le contexte actuel de maîtrise de l'énergie, d'utilisation des énergies renouvelables et de développement durable

## **2. Les méthodes d'évaluation :**

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

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

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

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

### 3. Les outils d'évaluation :

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

- Ecotect.
- Ladybug/Grasshopper.
- Honeybee/Grasshopper.
- Pleiades+ Comfie.
- Transient system.

• **Ecotect** : est un logiciel de simulation complet de conception qui associe un modèleur 3D avec des analyses solaire, thermique, acoustique et de coût. Ecotect offre un large éventail de fonctionnalités de simulation et d'analyse. C'est un outil d'analyse simple et qui donne des résultats très visuels. Il a été conçu avec comme principe que la conception environnementale la plus efficace est à valider pendant les étapes conceptuelles du design.

Il utilise CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers) admittance méthode pour calculer les charges de chauffage et de refroidissement pour un certain nombre de zones dans un modèle... (Trisnawan, 2018), (Figure 63).

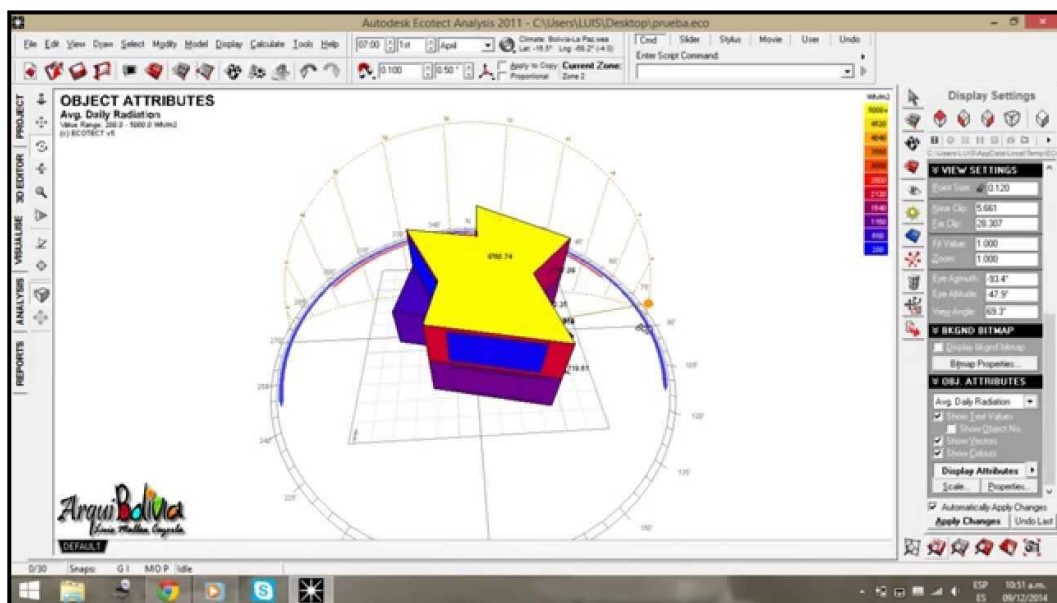


Figure 63 : Plan de travail du logiciel Ecotect, Source : Trisnawan, 2018.

- **Ladybug/Grasshopper** : Ladybug est un plugin de Grasshopper qui permet d'importer et d'analyser des données météorologiques standard ; dessiner des diagrammes comme le parcours du soleil, la rose des vents, etc. (Baker, 2017), (Figure 64).

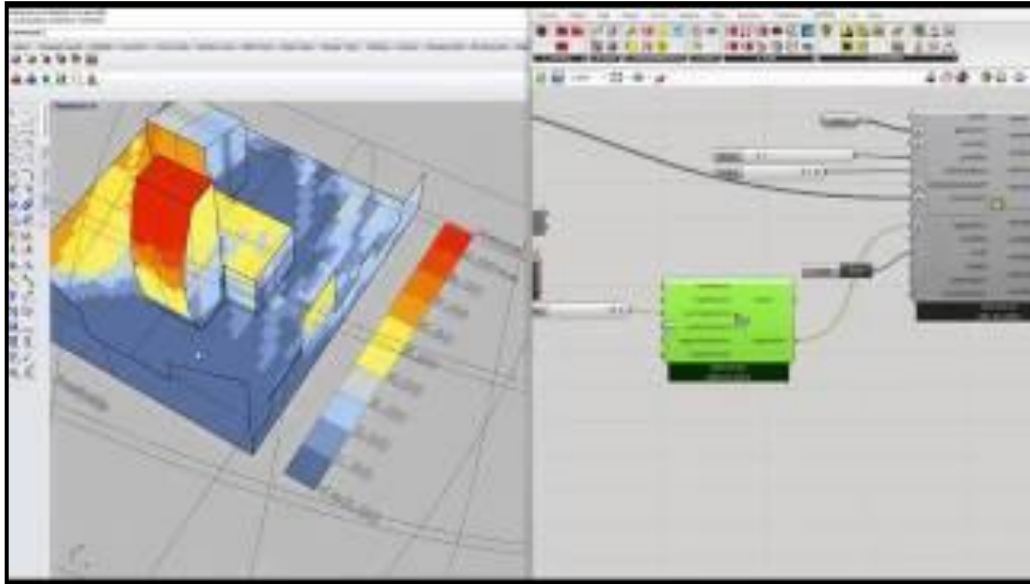


Figure 64 : Plan de travail du logiciel Grasshopper, source : Baker, 2017.

- **Honeybee/Grasshopper** : Le plugin honeybee connecte Grasshopper3D à 4 moteurs de simulations validées ; Radiance, Daysim, OpenStudio et EnergyPlus pour la simulation de l'énergie, du confort, de l'éclairage naturel et l'éclairage du bâtiment (Baker, 2017), (Figure 65).

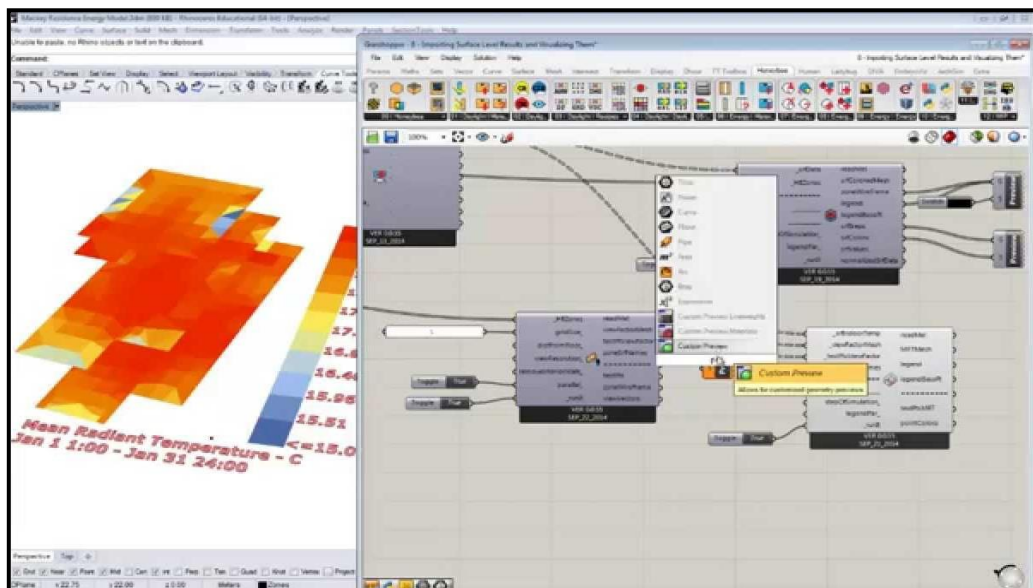


Figure 65 : Plan de travail du logiciel grasshopper, Source : Baker, 2017.



- **Pléiades + Comfie** : L'ensemble du logiciel PLEIADES + COMFIE permet la conception de projets bioclimatiques en régime dynamique, l'analyse des performances et des ambiances, la formation et l'enseignement sur le comportement thermique de l'habitat. PLEIADES + C

OMFIE est particulièrement adapté à la conception solaire bioclimatique et l'étude de bâtiments où la qualité thermique et environnementale des ambiances doit être particulièrement prise en compte.

COMFIE est un logiciel permettant de réaliser des simulations dynamiques de l'enveloppe du bâtiment dès les premières esquisses d'un projet. (Touil et Merghache, 2017), (Figure 66).

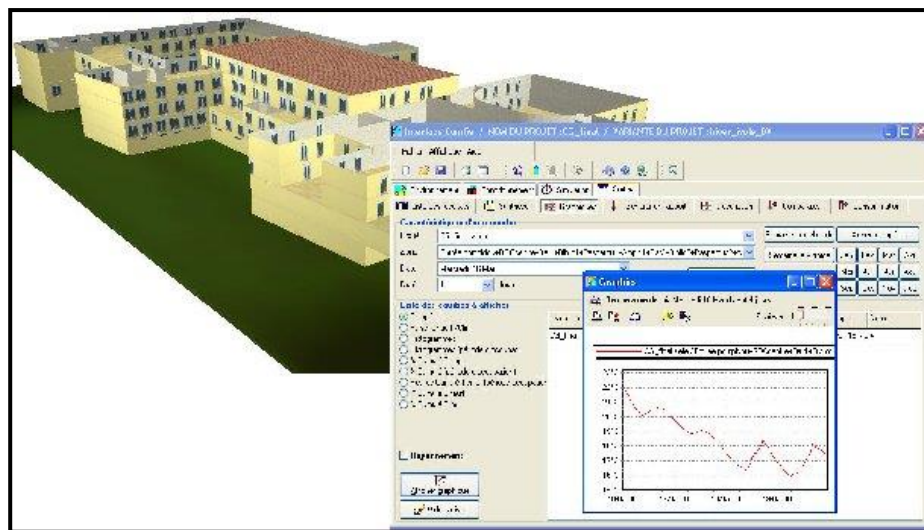


Figure 66 : Plan de travail du logiciel Comfie, Source : Touil et Merghache, 2017.

- **Transient System Simulation TRNSYS** : est un logiciel de simulation numérique du comportement thermique des bâtiments et de leurs équipements développés par CSTB, TRNSYS est particulièrement utile pour étudier avec précision des systèmes dont le comportement thermique varie fort dans le temps. TRNSYS permet, par exemple, de calculer avec précision les consommations énergétiques, d'évaluer les performances thermiques de systèmes très divers, d'effectuer des analyses de sensibilité en vue d'optimiser la conception d'un système énergétique (Touil et Merghache, 2017), (Figure 67).

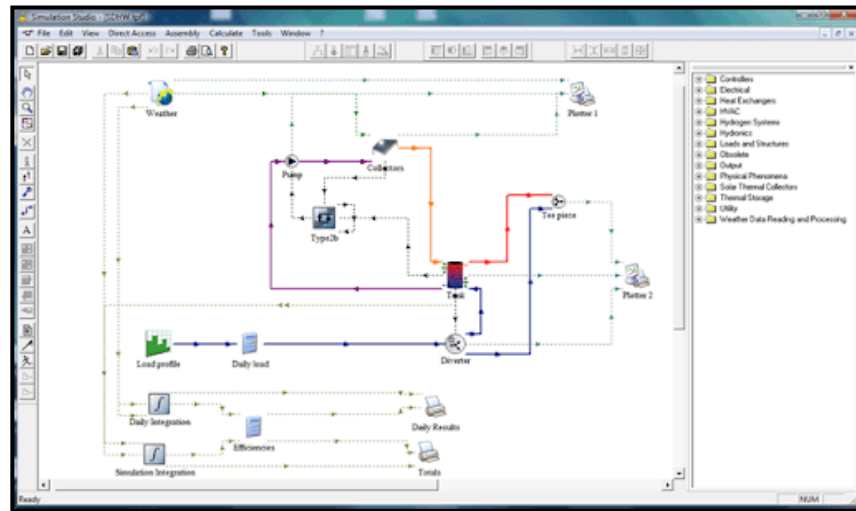


Figure 67 : Plan de travail du logiciel TRNSYS, Source : Touil et Merghache, 2017.

#### 4. Critères de choix des logiciels :

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

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

#### 5. Objectif de la simulation :

Notre simulation a pour but de trouver la meilleur stratégie passive pour réduire la consommation énergétique du bâtiment par l'orientation et le facteur forme du bâtiment, la stratégie active pour la production de l'énergie en utilisant l'énergie solaire, pour concevoir un centre culturel pour les handicaps, à énergie positive dans le climat de la wilaya de Tébessa.

## 6. Méthode de la simulation

Notre étude est composée de deux phases :

– Une première simulation de la stratégie passive où on va chercher de trouver le modèle le plus performant qui nous assure à la fois un bon taux d'ensoleillement et une faible consommation énergétique, la simulation sera appliquée sur plusieurs modèles en jouant sur l'orientation et la compacité de volume (facteur forme) du bâtiment.

– Une deuxième simulation aura pour le but de calculer la quantité d'énergie produite par l'installation des panneaux photovoltaïques sur les toitures du projet résultant de la première simulation,

Cette opération est déterminée par les étapes suivantes :

- **1<sup>er</sup> étape** : la détermination des paramètres fixes et variables de la simulation et la création des scénarios dans le Rhinocéros.

- **2<sup>ème</sup> étape** : simulation des scénarios pour le taux d'ensoleillement durant 12 mois, en utilisant le logiciel rhinocéros avec le Grasshopper.

- **3<sup>ème</sup> étape** : simulation de la consommation énergétique (chauffage, climatisation) totale des modèles pendant toute l'année dans la plateforme honeybee.

- **4<sup>ème</sup> étape** : le calcul de la quantité d'énergie produite par l'installation des panneaux photovoltaïques sur les toitures du modèle résultant a l'aide de logiciel PVGIS.

- **5<sup>ème</sup> étape** : L'analyse et l'interprétation des résultats.

## 7. Les paramètres de la simulation :

Notre simulation est basée sur des paramètres fixes et d'autres variables, les paramètres fixe pour notre simulation sont les dimensions des trois (03) volumes, par contre les paramètres variables sont :

– L'orientation de la composition volumétrique qui nous donne 4 variables selon l'axe est-ouest et l'axe d'entrée principale au terrain, ces 4 derniers sont : orientation 0° sud, orientation 45° Sud-Ouest, 2 volume orienté 45° Sud-Ouest et 1 volume 0° Sud, 2 volume Orienté 0° Sud et 1 volume orienté 45° Sud -Ouest.

- Le facteur forme (la compacité de volume), pour cette variable nous testerons 4 différentes valeurs : 0.4/0.45/0.5/0.6.

### 8. La création des scénarios de la simulation :

On commence par l'utilisation du logiciel Rhinoceros 6 pour la modélisation des 16 modèles (Figure 68), de la simulation qui est basées sur les 2 paramètres variable qui sont l'orientation et le facteur forme (Tableau 9) :

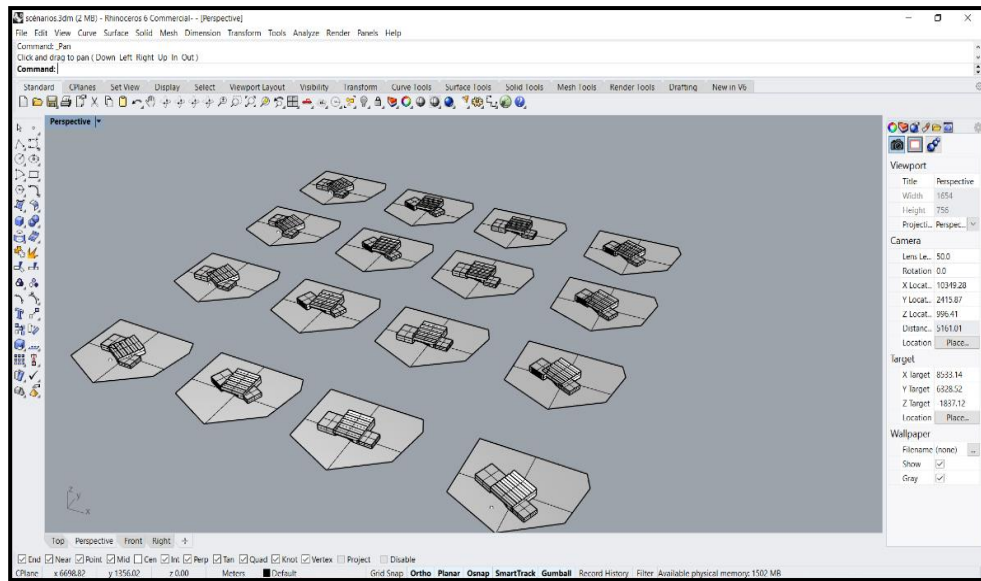
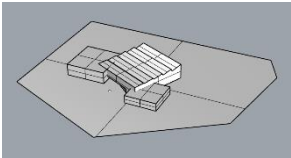
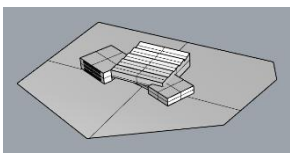
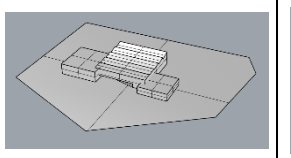
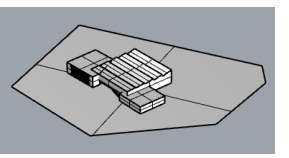
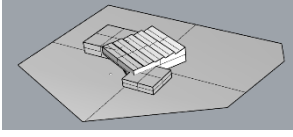
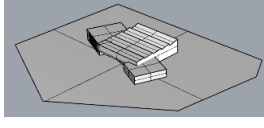
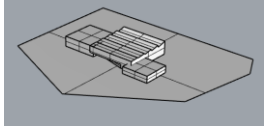
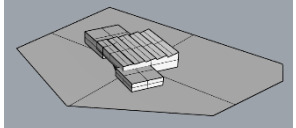
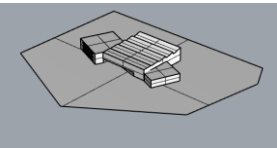
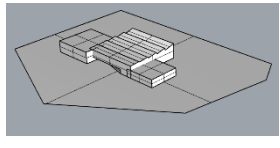
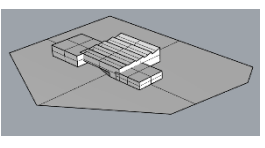
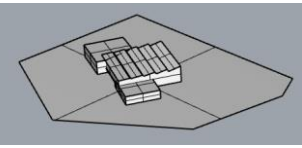
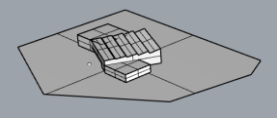
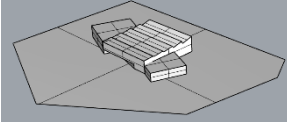
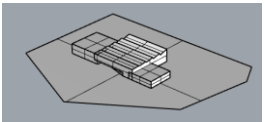
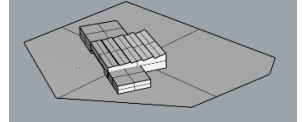


Figure 68 : Création des modèles de la simulation, Source : Auteur, 2021.

Tableau 9 : Les scénarios de la simulation, Source : Auteur, 2021.

S01	S02	S03	S04
			
<p>Orientation : Volume 45° sud-Ouest 2 volumes 0° sud Ratio S/V = 0.4</p>	<p>Orientation : Volume 0° sud 2 volumes 45° sud-Ouest Ratio S/V = 0.4</p>	<p>Orientation : 0° Sud Ratio S/V = 0.4</p>	<p>Orientation : 45° sud-Ouest Ratio S/V = 0.4</p>

S05	S06	S07	S08
			
Orientation : Volume 45° sud-Ouest 2 volumes 0°sud Ratio S/V = 0.45	Orientation : Volume 0°sud 2 volumes 45° sud-Ouest Ratio S/V = 0.45	Orientation : 0° Sud Ratio S/V = 0.45	Orientation : 45° sud-Ouest Ratio S/V = 0.45
S09	S10	S11	S12
			
Orientation : Volume 45° sud 2 volumes 0°sud-Ouest Ratio S/V = 0.5	Orientation : Volume 0°sud 2 volumes 45° sud-Ouest Ratio S/V = 0.5	Orientation : 0° Sud Ratio S/V = 0.5	Orientation : 45° sud-Ouest Ratio S/V = 0.5
S13	S14	S15	S16
			
Orientation : Volume 45° sud-Ouest 2 volumes 0°sud Ratio S/V = 0.6	Orientation : Volume 0°sud 2 volumes 45° sud-Ouest Ratio S/V = 0.6	Orientation : 0° Sud Ratio S/V = 0.6	Orientation : 45° sud-Ouest Ratio S/V = 0.6



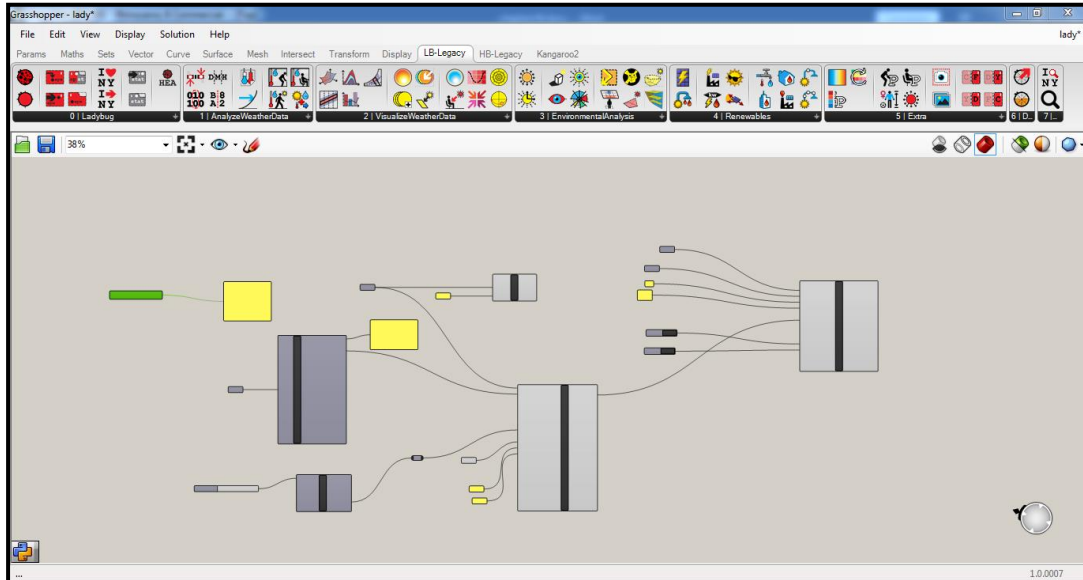


Figure 71 : La création de la définition de simulation de taux d'ensoleillement, Source : Auteur, 2021.

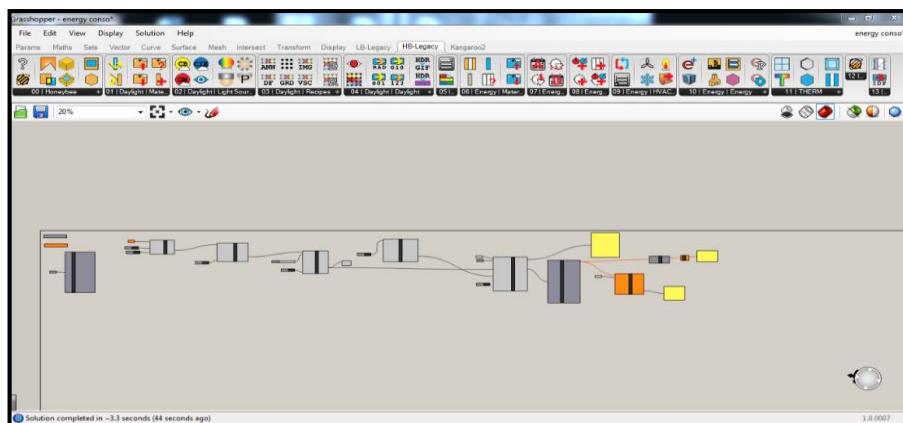


Figure 72 : La création de la définition du calcul des besoins énergétique, Source : Auteur, 2021

## Conclusion

Après avoir élaborer le protocole et les paramètres de la simulation dans ce chapitre qui nous a permis d'obtenir 16 scénarios à tester dans le chapitre suivant par l'utilisation des outils de simulation numérique pour choisir le modèle le plus performant qui nous mène vers nos objectifs de recherche.

Les résultats et l'interprétation du résultats de cette simulation seront présenter dans la dernière partie de ce chapitre.

**Chapitre 05 :**  
**Les résultats de la**  
**simulation**



## Introduction

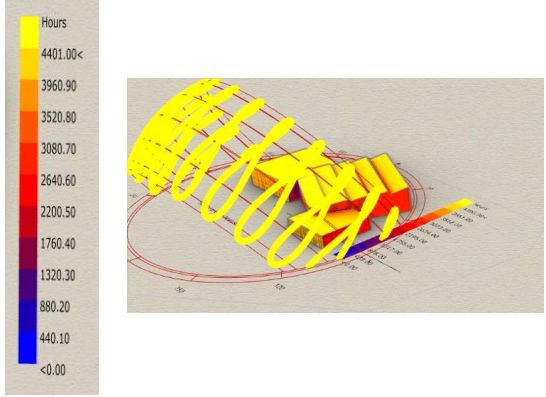
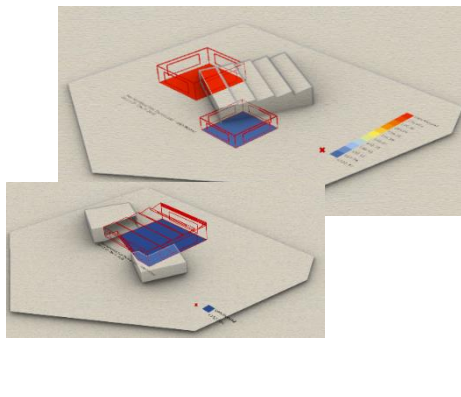
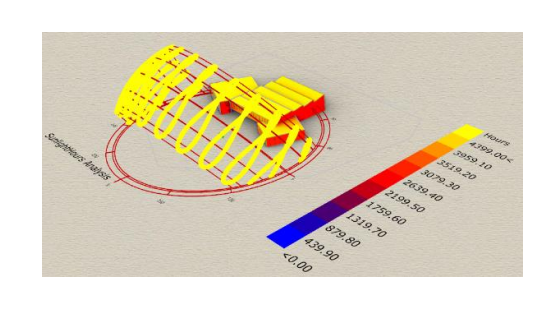
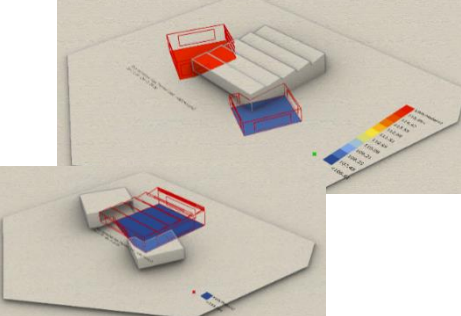
Après la création des modèles à tester et le protocole de la simulation dans le chapitre précédant, nous procédons dans ce chapitre aux calculs de taux d'ensoleillement et les besoins énergétiques pour chaque scénario durant les 12 mois.

Une fois les résultats obtenus nous l'interprétons pour choisir le meilleur modèle qui nous mène à nos objectifs, on passera finalement au calcul de sa production énergétique.

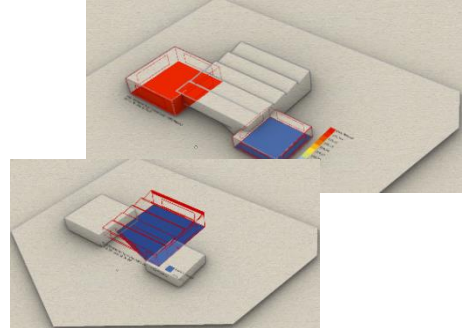
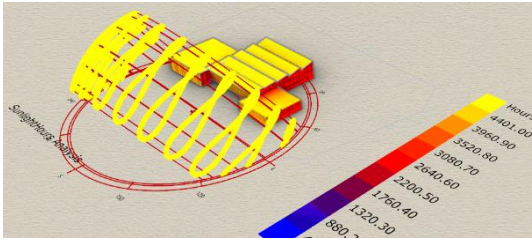
### 1. L'analyse et l'interprétation des résultats de la simulation :

Après la création des scénarios de la simulation, on a lancé les calculs de taux d'ensoleillement en h/an et la consommation énergétique mesuré en KWh/an pour chaque scénario durant les 12 mois, les résultats acquièrent sous forme des chiffres et es couleurs (Tableau 10).

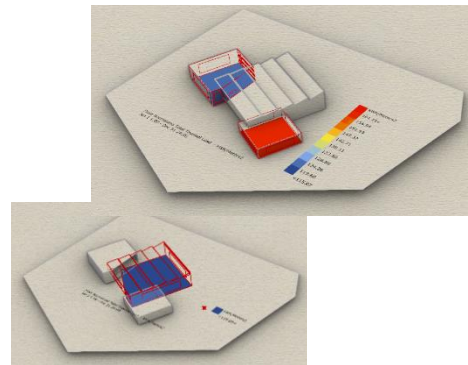
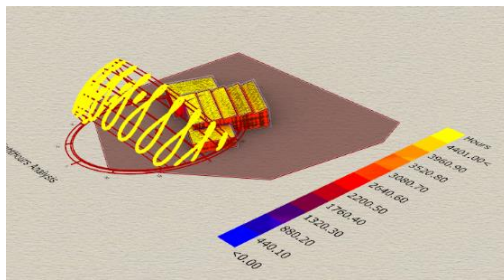
Tableau 10 : Les résultats de la simulation, Source : Auteur, 2021.

Taux d'ensoleillement	Consommation énergétique
	
<p><b>S01 : on remarque que le taux d'ensoleillement pour ce scénario est <math>3.17^E+11</math> h/an et une consommation totale égale <b>652390,97 KWh.</b></b></p>	
	

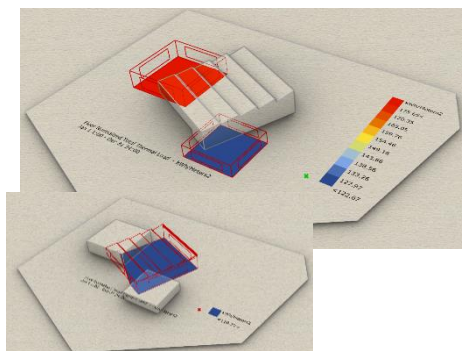
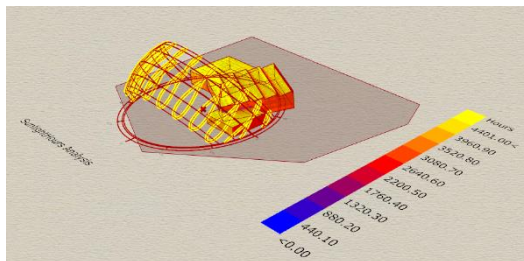
**S02** : on remarque que le taux d'ensoleillement pour ce scénario a diminué par rapport au S01 en affectant une valeur de  $3.13^E+11$  h/an et la même chose pour la consommation totale qui diminuée à **523690,58 KWh**.



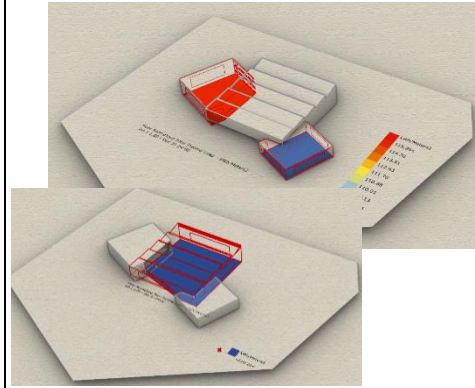
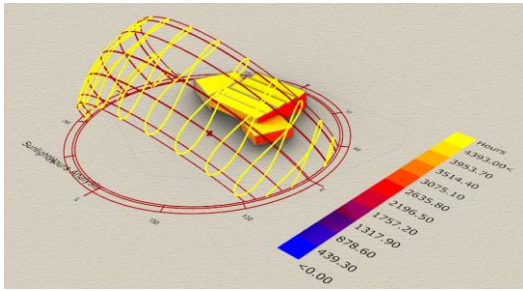
**S03** : pour ce scénario le taux d'ensoleillement a augmenté par rapport au S01 car il affiche  $3.26^E+11$  h/an par contre on remarque une petite diminution dans la consommation totale **523690,58 KWh**.



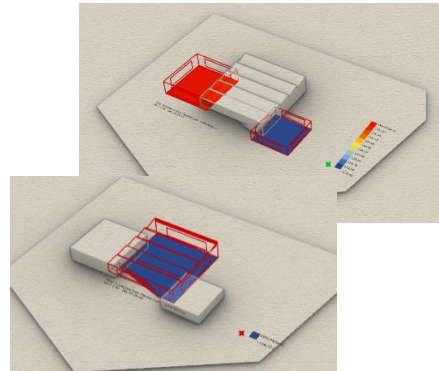
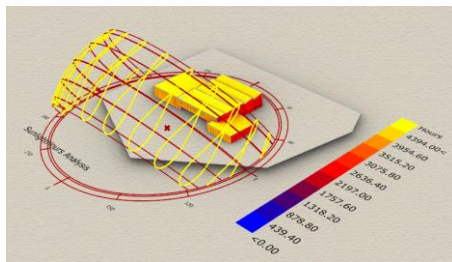
**S04** : on remarque que le taux d'ensoleillement pour ce scénario a diminué par rapport au S01 puisque on est à  $3.03^E+11$  h/an et la même hausse pour la consommation totale qui diminuée à **587347,85 KWh**.



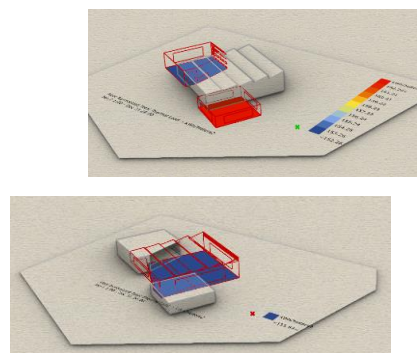
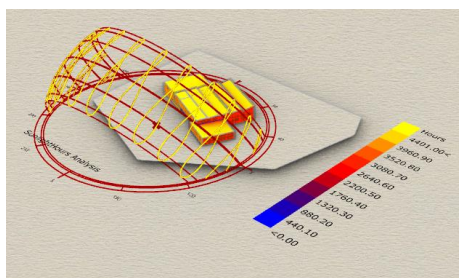
**S05** : dans ce scénario le taux d'ensoleillement a diminué par rapport au S01, il est à  $3.13^E+11$  h/an par contre on remarque que la consommation totale est augmentée à **652656,89 KWh**.



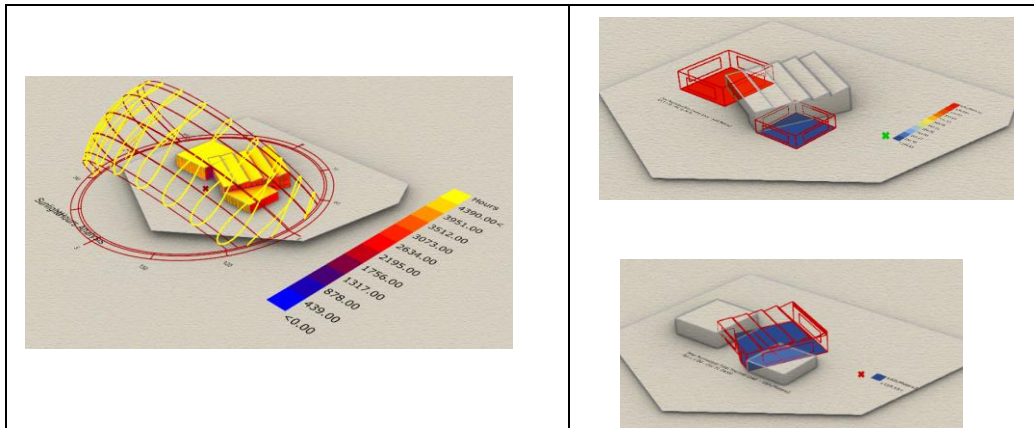
**S06** : on remarque que le taux d'ensoleillement pour ce scénario a diminué par rapport au S01 et égale  **$3.03^E+11$  h/an** et la même chausse pour la consommation totale qui diminuée à **523675,80 KWh**.



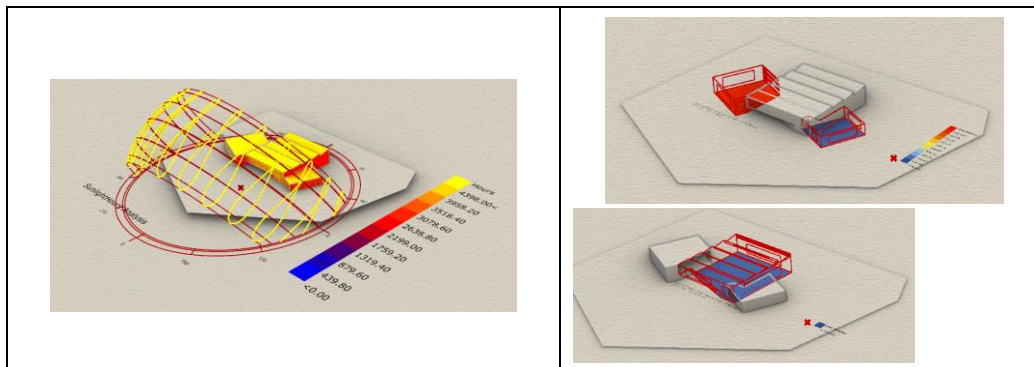
**S07** : on remarque que le taux d'ensoleillement pour ce scénario a augmenté par rapport au S01 et S06, il est à  **$3.20^E+11$  h/an** et même chausse pour la consommation totale est diminuée à **647856,64 KWh**.



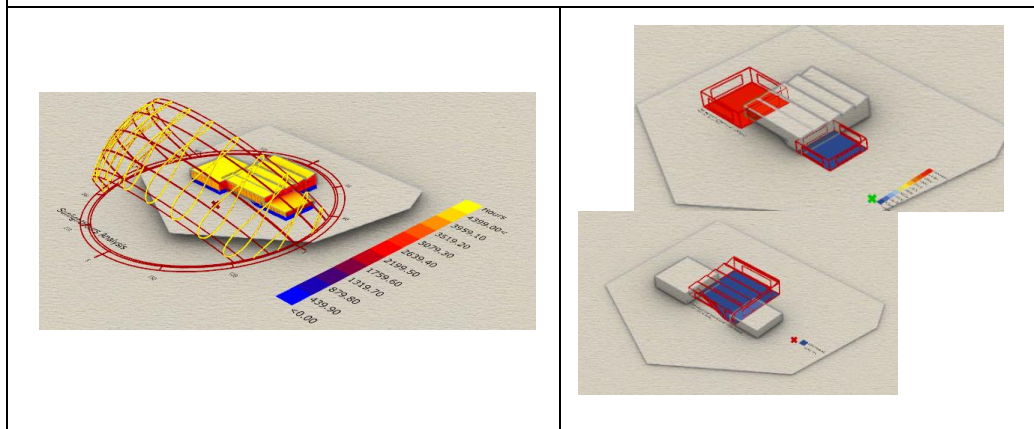
**S08** : le taux d'ensoleillement pour ce scénario a diminué par rapport au S01 et S07, il est à  **$2.96^E+11$  h/an** et la même chausse pour la consommation totale qui est diminuée à **587344,29 KWh**.



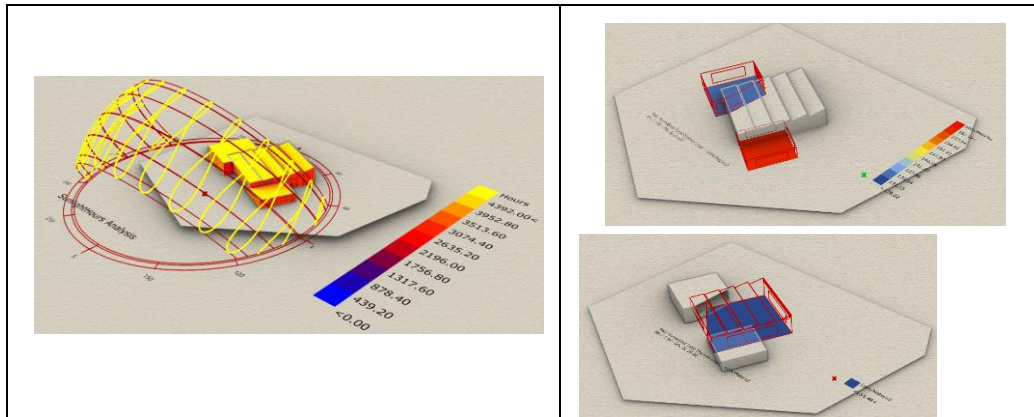
**S09** : dans ce scénario le taux d'ensoleillement a diminué par rapport le S01 et augmenté par rapport au S08, il est de  **$3,16^{E+11}$  h/an** et pour la consommation elle est augmentée vise aux deux scénarios S01, S08 et égale **652674,04 KWh.**



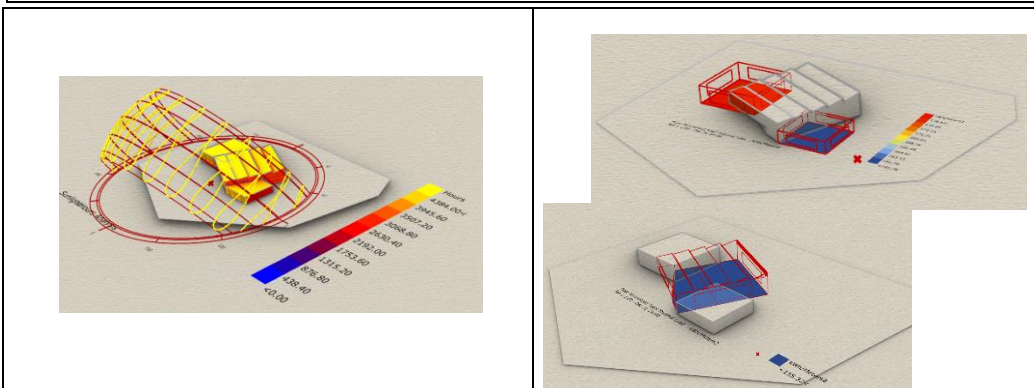
**S10** : dans ce scénario le taux d'ensoleillement a diminué par rapport le S01 et S09, il égale  **$3,10^{E+11}$  h/an** et la même chausse pour la consommation qui diminuée à **523678,54 KWh.**



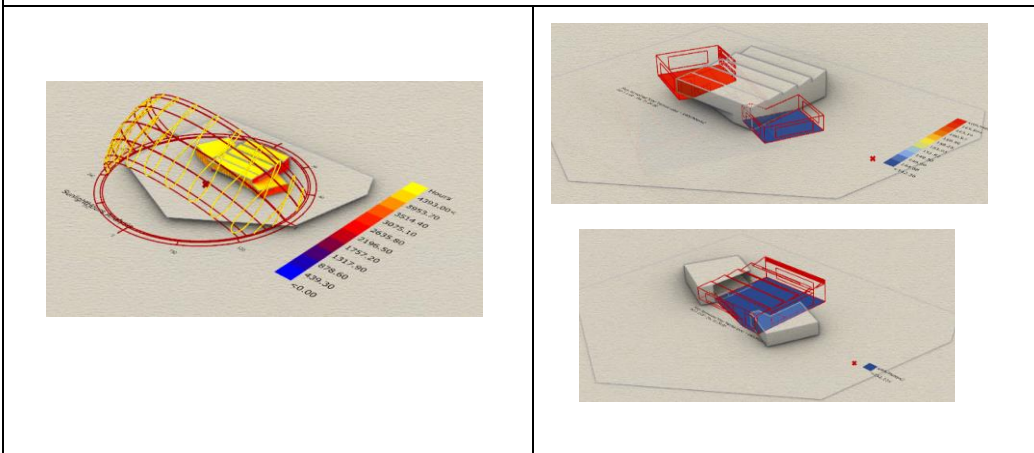
**S011** : le taux d'ensoleillement a augmenté par rapport au S01 et S10, il égale  **$3,37^{E+11}$  h/an** et pour la consommation elle est augmentée par rapport au S10 et diminué par rapport au S01, il est de **647896,63 KWh.**



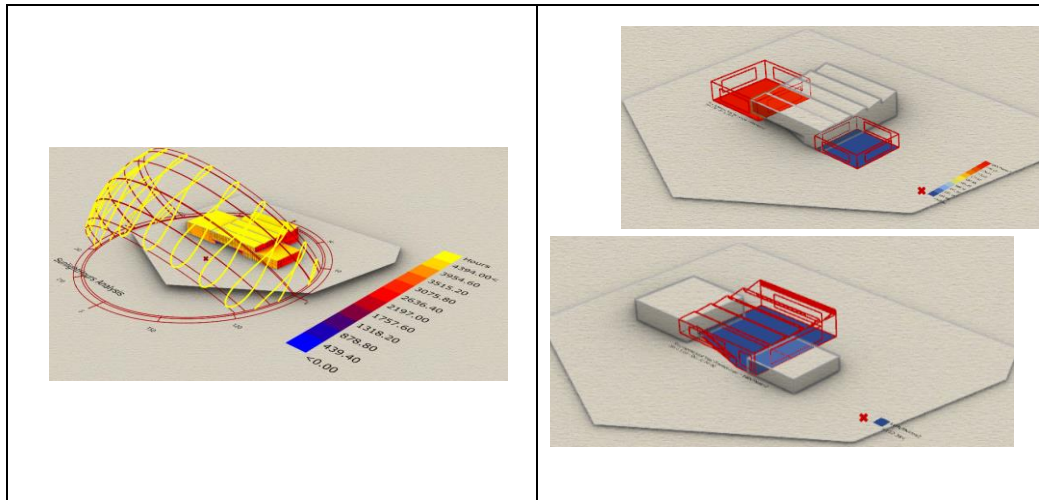
**S012** : le taux d'ensoleillement a augmenté par rapport au S01 et S11, il est de **3,53<sup>E+11</sup> h/an** et pour la consommation aussi qui égale **777587,27 KWh**.



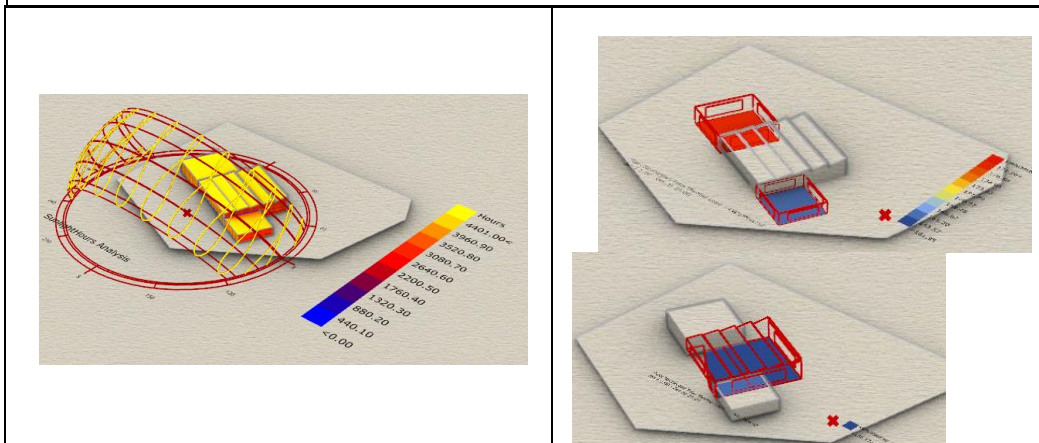
**S013** : le taux d'ensoleillement a augmenté par rapport au S01 et diminué au S12, il est de **3,35<sup>E+11</sup> h/an** et pour la consommation elle est augmentée par rapport au S01 et diminué par rapport au S12 et égale **647896,63 KWh**.



**S014** : le taux d'ensoleillement est augmenté par rapport au S01 et diminué au S13, il égale **3,35<sup>E+11</sup> h/an** et pour la consommation elle est diminuée par rapport au S13, S01et égale **527771,50 KWh**.



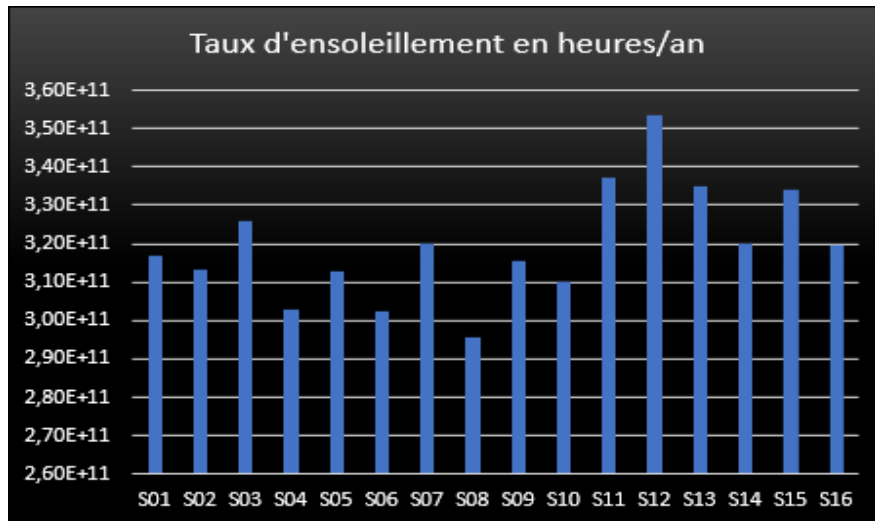
**S015** : le taux d'ensoleillement a augmenté par rapport au S01 et S12, il est de **3,34<sup>E+11</sup> h/an** et pour la consommation elle est augmentée par rapport au S14 et diminué par rapport au S01 et égale **647859,30 KWh**.



**S16** : dans ce scénario le taux d'ensoleillement a diminué par rapport le S01 et S15, il égale **3,20<sup>E+11</sup> h/an** et la même chausse pour la consommation qui diminuée à **592544,47 KWh**.

Toutes les données seront collectées et transférées dans le logiciel Microsoft Excel pour créer un graph (Graph 1).

**1.1. Le taux d'ensoleillement** : On remarque dans le graph (Graph 1) que le taux d'ensoleillement varie d'un scénario à un autre selon l'orientation et le facteur de forme de chaque modèle, dans un intervalle de 2.60<sup>e+11</sup> heures/an pour le S08 qui représente le modèle le plus moins exposé au soleil, et 3.53<sup>e+11</sup> heures pendant toute l'année pour le modèle le plus exposé au soleil qui est représenté dans le S12.

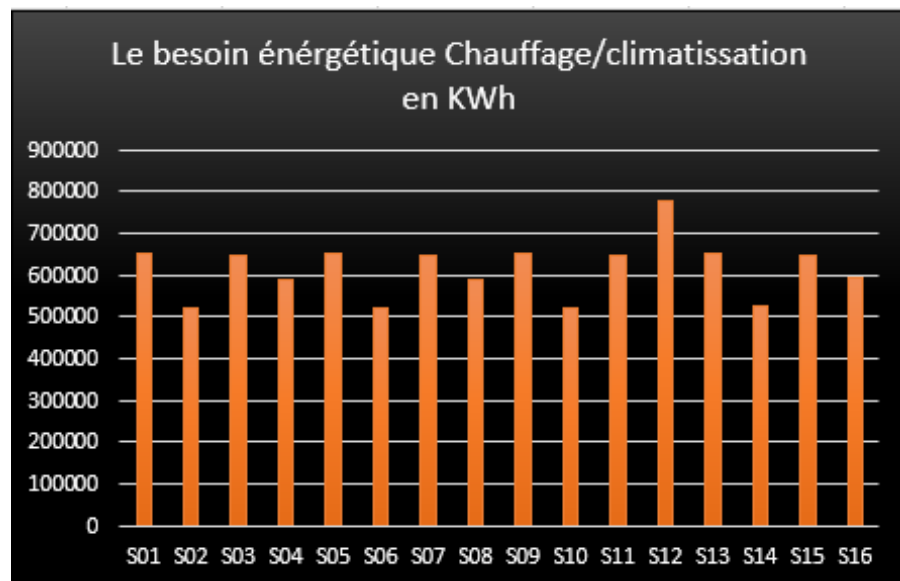


Graph 1 : Taux d'ensoleillement en h/an, Source : Auteur, 2021.

**1.2. La consommation énergétique :** les résultats de la simulation des besoins énergétique du chauffage et de la climatisation pour chaque scénario seront représentées dans un graph à l'aide du logiciel Microsoft l'Excel (Graph 2), ces résultats des besoins énergétiques sont divisés selon des différents intervalles en 03 grands groupes :

- **Groupe 01 :** composé du S12 d'où la consommation énergétique totale pour la période de chauffage et climatisation est le plus élevé et qui égale a 777587.27 KWh durant toute l'année, ce modèle est le plus énergivore.

- **Groupe 02 :** (S01, S03, S04, S05, S07, S08, S09, S11, S13, S15 et S16), l'intervalle de la consommation annuelle dans ce groupe se varie entre 587347.85 KWh et 652678.29 KWh.



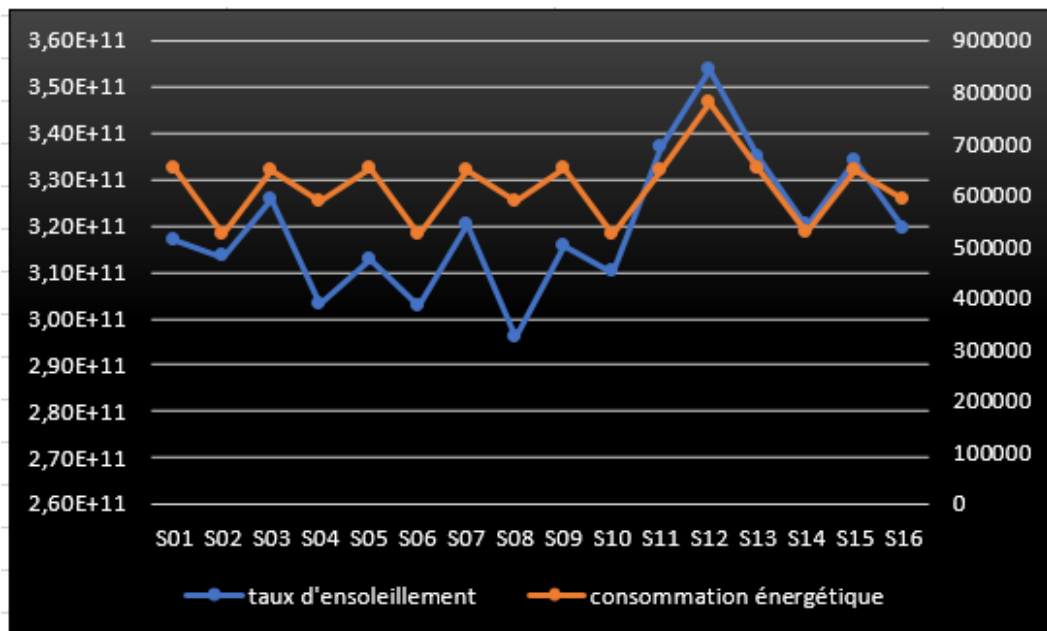
Graph 2 : La consommation d'énergétique chauffage/climatissation en KWh pendant 12mois, Source : Auteur, 2021

– **Groupe 03** : comprend (S02, S06, S10 et S14) sont les plus moins consommateurs d'énergie dont la somme de la consommation d'énergie varie entre 523671.5 KWh et 523690.58 KWh en 12 mois.

## 2. Les résultats obtenus :

Après avoir établi les analyses des 16 scenarios correspondant aux taux d'ensoleillement et la consommation (chauffage et climatisation annuelle en 12 mois), nous avons trouvé que le meilleur scénario qui répond à notre objectif pour trouver le modèle le plus performant en terme énergétique, et qui assure une bonne production annuelle d'énergie avec une protection en été (faible consommation).

On va présenter les résultats du taux d'ensoleillement et la consommation énergétique de chaque scénario en utilisant deux courbes pour bien choisir le meilleur scénario, selon le (Graph 3) ce scénario est le S02 dont le modèle est composé d'un volume orienté 0°Sud et deux volume orienté 45° Sud-Ouest, un facteur de forme égale à 0.4, un taux d'ensoleillement  $3.13 \times 10^{11}$  heures en 12 mois et une consommation énergétique en chauffage/climatisation de 523690.58 KWh.



Graph 3 : Comparaison entre le taux d'ensoleillement et la consommation énergétique, Source : Auteur, 2021.



### **3. Le calcul de besoin énergétique pour l'éclairage et les équipements électrique :**

Avant le passage aux calculs de la production énergétique du modèle choisi il faut d'abord calculer les besoins d'éclairage et la consommation des équipements électriques de ce projet.

Nous utilisons la plateforme honeybee pour calculer le besoin énergétique annuelle en éclairage, on trouve que cette consommation est 206585 KWh.

Les calculs des besoins annuels des équipement électriques (ascenseurs, plateformes élévatrices et les portes automatiques) sera fait par des calculs manuels comme suit :

- Consommation annuelle des portes coulissantes automatiques : 180 KWh.
- Consommation annuelle d'un ascenseur hydraulique à 3 étages : 4000 KWh.
- Consommation annuelle d'une plateforme élévatrice : 100 KWh.

Donc :

- Consommation annuelle des portes coulissantes automatiques :  $180 \times 30 = 5400$  KWh.
- Consommation annuelle d'un ascenseur hydraulique à 3 étages :  $4000 \times 3 = 12000$  KWh.
- Consommation annuelle d'une plateforme élévatrice :  $100 \times 4 = 400$  KWh.
  - La consommation totale égale à 17800 KWh.

### **4. La production énergétique :**

Après déterminer les besoins énergétiques du projet on passe au calcul de la production d'énergie par l'installation des panneaux solaires selon une inclinaison de  $32^\circ$  et un azimut de  $0^\circ$  Sud et  $45^\circ$  Sud-Ouest au niveau des toitures de la composition avec une surface totale de  $7282.40 \text{ m}^2$ , en utilisant le logiciel PVGIS (Figure 73).

Selon le PVGIS on peut avoir une production annuelle de 1435505.74 KWh durant les 12 mois.

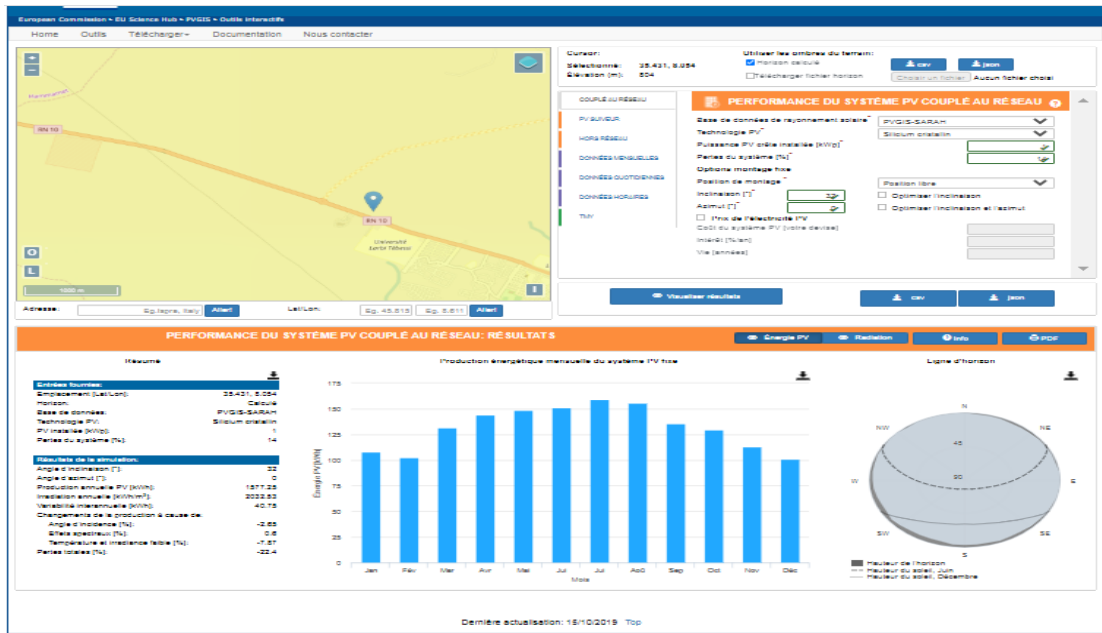


Figure 73 : Calcul de la production énergétique dans le PVGIS, Source : Auteur, 2021.

## Conclusion

Analyse du résultat de cette recherche nous a permis de conclure que par des solutions conceptuelles telle que l'orientation et le facteur forme on peut minimiser la consommation énergétique, ainsi que d'optimiser la performance, ces deux paramètres permettent d'avoir et de concevoir un bâtiment à énergie positive qui sera dans notre cas un centre culturel pour les personnes handicapées situé dans la ville de Tébessa.

Le modèle dans le S02 c'est le modèle le plus performant affectant un taux d'ensoleillement annuel de 38807e+7 h/an, une consommation annuelle de 744815.58 kWh durant les 12 mois.

Pour la production, notre projet a permis de produire une énergie annuelle de 1438346.22 kWh/an à travers les panneaux photovoltaïques installés sur les toits (une surface totale de 7296.52 m²).

Finalement on remarque que la production est supérieure à la consommation énergétique totale donc on peut dire que notre projet dans le bilan énergétique est un bâtiment à énergie positive.

## Conclusion générale

En raison de l'augmentation de la consommation énergétique, plusieurs mesures ont été prises dans le secteur du bâtiment pour mesurer l'efficacité énergétique.

Cette recherche avait pour objectif de réduire l'impact des énergies conventionnelles sur l'environnement à travers une diminution maximale possible de la consommation d'énergie et l'utilisation des énergies renouvelables, pour cela notre ambition d'aboutir à un bâtiment à énergie positive représenté dans un centre culturel pour les handicaps, en utilisant l'énergie solaire.

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

Une première partie théorique, vise à étudier le concept du bâtiment à énergie positive, aussi que la recherche thématique sur les centres culturels, les besoins des personnes handicapées, une étude analytique des différents exemples.

Une deuxième partie conceptuelle, qui commence par l'étude climatique de la wilaya de Tébessa, l'analyse du terrain, la présentation du programme et finalement le processus conceptuel.

La dernière partie été consacrée pour une simulation numérique de taux d'ensoleillement et la consommation énergétique annuelle (chauffage / climatisation) basée sur deux paramètres variables ; l'orientation et le facteur de forme, ceux-ci nous ont donné 16 scénarios à tester une fois pour déterminer le taux d'ensoleillement annuel et une deuxième fois pour l'évaluation de la consommation énergétique durant les 12 mois pour chaque scénarios à l'aide de la plateforme Grassehopper dans Rhinoceros, dont le but est de trouver le modèle le plus performant en termes énergétique qui nous assure un bon taux d'ensoleillement en ajustant avec la protection dans la période chaude.

Les résultats de cette simulation ont été transférés sous forme des tableaux et des graphs pour bien les interprétés, après l'interprétation de ces derniers nous avons conclu que le scénario S02 est le modèle qui répond à nos objectifs avec un taux d'ensoleillement de  $3.13e+11$  h/an et une consommation annuelle égale à 523690.58 KWh/an.

D'autre part et dans la même partie, nous avons calculé au calcul de la production énergétique du modèle S02 par l'installation des panneaux solaires au niveaux des toitures

avec une inclinaison de 32° et une orientation 0° Sud, les calculs sont faits par le logiciel en ligne de simulation PVGIS et on a trouvé que la productivité énergétique de notre équipement est 1438346.22 KWh, après la comparaison de la consommation totale et la production, les résultats ont montré que l'orientation sur l'axe est-ouest et la compacité de la composition volumétrique du projet influencent sur la consommation et la production énergétique du projet et améliorer sa qualité conceptuelle et architecturale, Finalement peut-on dire que dans le bilan énergétique annuel notre centre culturel est un bâtiment à énergie positive.

Lors de la recherche nous avons eu quelques difficultés pour réaliser cette recherche en raison de temps du aux circonstances exceptionnelles, d'autre part l'absence des logiciels de la simulation agréé.

Cette recherche est limitée dans les conditions climatiques de la zone d'étude (wilaya de Tébessa), ainsi que les paramètres qu'on a choisis pour l'étudiés lesquels :

- La composition volumétrique du projet (forme et dimension).
- Les solutions conceptuelles étudié (orientation et facteur de forme).
- Le type du projet (un centre culturel pour les handicaps).

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

Aussi, il est recommandé de renforcer la simulation numérique réalisé par une autre simulation qui s'articule sur la protection des espaces extérieurs du bâtiment.

## Bibliographie

- Adeline, M. (2020). les différents types de cellules photovoltaïques. Disponible sur <http://www.totalenergies.fr>. consulté le 05 mars 2021.
- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie. Disponible sur <https://www.ademe.fr>. consulté le 18 janvier 2021
- Amara .S, B. A. (2007). Evaluation des besoins énergétique de chauffage et climatisation d'un bâtiment pour le site de Tlemcen. Thèse de doctorat. Albi. France.
- Benharra, H. (2016). Impact de l'orientation sur la consommation énergétique dans le bâtiment-Cas des zones arides et chaudes. Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie.
- Bergner.A. Climatisation solaire. Récupéré sur [https:// www.technique-ingenieur.fr](https://www.technique-ingenieur.fr). consulté 29 février 2021.
- Bernier.M, F. B.-L. (2006). Sumilation of zero net energyhomes. Journée thématique. Récupéré sur <https://www.ibpsa.fr>. consulté 08 mars 2021.
- Cherif, R et al . (2012). le role du centre culturel comme lieu d'initiative locale. Récupéré sur <https://www.museum-joanneum.at>. Consulté 13 février 2021.
- D'in, L. Photovoltaïque, Thermique, Aérovoltaïque/ Quel type de panneau solaire pour votre maison? Récupéré sur <http://insunwetrust.solar>. Consulté 29 février 2021.
- Disch, R. (2008). Das plus energieshaus. Disponible sur <http://www.plusenergiehaus.de>. Consulté 05 janvier 2021.
- El-Nadher, H. (2012). الاردن .تطوير معيار استهلاك الطاقة لشقق السكنية في عمان.
- Gergand.O. (2002). Modélisation énergétique et optimisation économique d'un système de production éolien et photovoltaïque couplé au réseau et associé à un accumulateur. thèse de doctorat. école normal supérieure de Cachan. Disponible sur <https://tel.archives-ouvertes.fr>.
- Houdarat, F. (2013). A propos des centres culturels. Disponible sur <http://centresculturels.cfwb.be>. Consulté 13 février 2021.
- Joffroy. th, M. A. (2009). Architecture bio climatique et efficacité énergétique des bâtiment au sénégal. Disponible sur <https://hal.archives-ouvertes.fr>.

- Koppen-Geiger. (1990). Les climats du globe. Disponible sur <https://eduterre.eus-lyon.fr>. Consulté 02 avril 2021.
- La loi 11 Février 2005. Disponible sur <http://www.legiFrance.gouv.fr>. Consulté 14 Février 2021.
- la Rt 2020. Récupéré sur <http://www.rt-2020.fr>. consulté 18 février 2021.
- Le dico des définitions. Disponible sur <http://www.totalenergies.fr>. consulté 27 mars 2021.
- Maugard.A, M.-R. Q. (2005). le batiment à énergie positive. paris, france. Disponible sur [www.inter-mines.org](http://www.inter-mines.org).
- Merghache, S. Touil, A. (2017). Au sujet de l'efficacité énergétique- vers des bâtiments moins énergivores. Mémoire de master académique. Université Abou bekr belkaid. Tlemcen.
- Ministère de la transition écologique. Récupéré sur <http://www.ecologie.gouv.fr>. consulté 15 mars 2021.
- Moreno Sierra, A. (2012). Intégration des aspects énergétique dans la conception du projet architectural: une approche méthodologique. Université de Bordeaux, france. Récupéré sur <http://archives-ouvertes.fr>.
- Oliveira.G, D. (2013). Approche hybride d'aprimisation pour la gestion d'energie dans le batiment. thèse de doctorat. Universite de Grenoble. Récupéré sur <https://tel.archives-ouvertes.fr>.
- Organisation mondiale de la Santé (OMS). Disponible sur <https://www.who.int>. Consulté 15 février 2021.
- Planificateur à contresens. Disponible sur <http://planificateur.a-contrsens.net>. Consulté 03 avril 2021.
- PVGIS : Photovoltaic Geographical Information System. Disponible sur <https://ec.europa.eu>. Consulté 16 mai 2021.
- Rais, I. (2020). Le bepos comme une nouvelle vision a l'architecture durable. Mémoire de magister académique. Université de Laarbi Tébéssi. Tébéssa.
- Recht, T. (2016). Etude de l'écoconception de maison à énergie positive. thèse de doctorat. Université de paris, france. Récupéré sur <http://www.pastel.archives-ouvertes.fr>.

- Rowainville.C. (2013). le droit de participer à la vie culturelle en droit constitutionnel comparé. Récupéré sur [http:// www.persee.fr](http://www.persee.fr). consulté le 01 avril 2021.
- Thiers, S. (2008). bilans énergétiques et environnementaux de bâtiment à énergie positive. école nationale supérieure des mines paris, France. Récupéré sur [https:// pastel.archives-ouvertes.fr](https://pastel.archives-ouvertes.fr).
- Thonon, B. (2012). question de physique autour de l'énergie solaire. disponible sur <http://www.researchgate.net>. Consulté 15 mars 2021.
- Yacoubi, S. Medjdoub, A. (2018). Structure et Forme . projet : centre culturel à boudjlida. université Abou bakr Blkaid. Tlemcen.
- Zerout.R. (2011). Utilisation de l'énergie géothermique de surface pour la climatisation dans le bâtiment. mmoire magister. Université Mouloud Mammeri, Tizi ouzou, Algerie.
- الأمم المتحدة. (2018). استدامة الطاقة في قطاع المباني في المنطقة العربية. بيروت. لبنان.

## Liste des Figures

Figure 1 : Sources d'énergies fossile .....	8
Figure 2 : Les énergies renouvelables .....	8
Figure 3 : Source des énergies renouvelables .....	9
Figure 4 : les besoins énergétique d'un bâtiment.....	9
Figure 5 : Le DPE.....	11
Figure 6 : Solution pour la réduction de la consommation énergétique.....	11
Figure 7 : Trajectoire solaire, .....	12
Figure 8 La compacité d'un volume. ....	12
Figure 9 : L'impact de l'implantation dans le site sur la ventilation. ....	13
Figure 10 : Organisation spatial d'une maison .....	13
Figure 11 : Isolation des murs .....	14
Figure 12: L'impact des ouvertures sur la ventilation de l'espace. ....	15
Figure 13 : Ventilation mécanique contrôlée. ....	15
Figure 14 : Les types des énergies renouvelables .....	16
Figure 15 : Source et types des énergies renouvelables .....	17
Figure 16 : Composition d'une éolienne.....	17
Figure 17 :Parc d'éolienne .....	18
Figure 18 : Barrage hydroélectrique.....	18
Figure 19 : Énergie biomasse .....	19
Figure 20 : Schéma d'une installation géothermique .....	19



Figure 21: Panneaux photovoltaïques .....	20
Figure 22 : Solaires thermique .....	21
Figure 23 :L'utilisation possible de la chaleur solaire .....	21
Figure 24 : Panneau solaire thermique .....	22
Figure 25 : Principe de panneau solaire thermique .....	23
Figure 26 : Principe de chauffage de bâtiment, Source .....	23
Figure 27 : Principe de la climatisation solaire .....	24
Figure 28 : Principe d'une installation photovoltaïque.....	25
Figure 29 : Cellule photovoltaïque.....	26
Figure 30 : Center culturel Heydar Aliyev .....	29
Figure 31: Les 4 catégories équipements culturels .....	30
Figure 32 : Les type des équipements culturel multifonctionnels par taille.....	31
Figure 33: Les type des handicaps. ....	32
Figure 34 : Les utilisateurs et l'usages d'un center culturel .....	32
Figure 35 : Les fonction d'un centre culturel.....	33
Figure 36 : Les composants spatiaux d'un centre culturel.....	33
Figure 37 : Organigramme d'une centre culturel.....	34
Figure 38 : Carte géographique de l'Algérie, .....	47
Figure 39 : Carte géographique de la wilaya de Tébessa.....	47
Figure 40 : Température de la wilaya de Tébessa.....	48
Figure 41 : Rose de vent de la wilaya de Tébessa.....	49

Figure 42 : Situation géographique du terrain.....	49
Figure 43: Repérage du terrain.....	50
Figure 44: Environnement immédiat du terrain .....	50
Figure 45 : Accessibilité du terrain .....	51
Figure 46 : Forme de terrain.....	51
Figure 47 : Axes de terrain.....	51
Figure 48 : Goupe topographie transversale .....	51
Figure 49 : Goupe topographie longitudinale du terrain .....	51
Figure 50 : Topographie du terrain. ....	52
Figure 51 : :Réseau d'eau portable.....	52
Figure 52 : Ligne électrique MT .....	52
Figure 53: Ligne d'éclairage.....	52
Figure 54 : Les vents dominants.....	53
Figure 55 : Ensoleillement de terrain.....	53
Figure 56 : Zoning du projet .....	55
Figure 57 : Zoning de rez -de-chaussée.....	55
Figure 58 : Zoning de 1er étage .....	55
Figure 59 : Zoning de 2 ème étage .....	55
Figure 60 : La première étape du processus conceptuel.....	57
Figure 61 : La troisième étape du processus conceptuel.....	57
Figure 62 : La deuxième étape du processus conceptuel. ....	58
Figure 63: Plan de travail du logiciel Ecotect .....	64

Figure 64 : Plan de travail du logiciel Grasshopper .....	65
Figure 65 : Plan de travail du logiciel grassehopper .....	65
Figure 66 : Plan de travail du logiciel Comfie .....	66
Figure 67 : Plan de travail du logiciel TRNSYS .....	67
Figure 68 : Création des modèles de la simulation .....	69
Figure 69 : Intégration des données climatique de la région de Tébessa .....	71
Figure 70 : finalisation de l'intégration des données climatique .....	71
Figure 71 : La création de la définition de simulation de taux d'ensoleillement.....	72
Figure 72 : La création de la formule du calcul des besoins énergétique .....	72
Figure 73 : Calcul de la production énergitique dans le PVGIS.....	83

## **Liste des tableaux**

Tableau 1 : Caractéristique des matériaux, Source .....	14
Tableau 2 : Les type des cellules photovoltaïque et leurs caractéristique.....	26
Tableau 3 : Les exigences techniques pour les handicaps.....	34
Tableau 4 : Analyse du centre culturel Heydar Aliyev .....	39
Tableau 5 : Analyse du centre culturel Sheikh Jaber Al Ahmed.....	40
Tableau 6 : Analyse du centre culturel Tjibaou .....	42
Tableau 7 : Le programme du centre culturel pour les handicaps.....	54
Tableau 8 : Les concepts et les objectifs conceptuels .....	56
Tableau 9 : Les scénarios de la simulation.....	69
Tableau 10 : Les resultats de la simulation. ....	74

## Liste des Graphs

Graph 1 : Taux d'ensoleillement en h/an, Source : .....	80
Graph 2 : La consommation d'énergétique chauffage/climatisation en KWh pendant 12mois .....	80
Graph 3 : Comparaison entre le taux d'ensoleillement et la consommation énergétique.....	81

## Résumé

Afin de réduire la consommation d'énergie dans le secteur du bâtiment, plusieurs concepts ont émergé, parmi eux le bâtiment à énergie positive. Ces bâtiments sont basés sur des solutions conceptuelles et des solutions techniques qui utilisent les énergies renouvelables pour atteindre un bilan énergétique annuel positif.

Notre recherche vise à tester et à évaluer l'efficacité des solutions conceptuelles afin d'améliorer la performance énergétique d'un centre culturel pour les handicaps situé dans une climat semi-aride (wilaya de Tébessa).

Nous avons sélectionné dans cette recherche l'orientation et le facteur de forme du bâtiment comme paramètres, et nous avons étudié leurs effets à l'aide de la simulation numérique avec le logiciel Grassehopper intégré à Rhinoceros.

Seize scénarios avec différentes orientations et facteurs de forme ont été testés et comparés en ce qui concerne le taux d'ensoleillement et la consommation énergétique annuelle.

Afin d'atteindre le modèle le plus performant, nous avons procédé au calcul de la productivité énergétique de ce modèle avec le logiciel PVGIS, en plaçant des panneaux solaires sur ses toits.

Pour finaliser notre travail, nous avons comparé la consommation et la production d'énergie pour avoir le bilan énergétique relatif à notre projet pour le classer comme un BEPOS.

\* **Les mots clés :** Le bâtiment à énergie positive, la consommation énergétique, la production énergétique, simulation numérique, bilan énergétique.

## ملخص

بهدف الحد من استهلاك الطاقة في قطاع البناء، برز مفهوم مباني الطاقة الإيجابية التي تعتمد على حلول تصميمية وأخرى تقنية، والتي تستخدم الطاقات المتجددة لتحقيق محصل طاقي سنوي إيجابي. يهدف بحثنا إلى اختبار وتقييم فعالية الحلول التصميمية في تحسين أداء الطاقة لمركز ثقافي لذوي الاحتياجات الخاصة في مناخ شبه جاف (ولاية تبسة).

اخترنا في بحثنا اتجاه وعامل شكل المبنى كحلول تصميمية، وقمنا بدراسة أثارها باستخدام المحاكاة الرقمية باستخدام برنامج (Grassehopper) (dans le Rhinoceros).

قمنا باختبار 16 سيناريو وفقا لاتجاهات وعوامل شكل مختلفة وقمنا بمقارنتها بالنسبة لمعدل سطوح الشمس واستهلاك الطاقة السنوي. بعد الوصول إلى النموذج الأثر فعالية انتقلنا إلى مرحلة حساب إنتاجية الطاقة لهذا النموذج ببرنامج PVGIS عن طريق وضع الألواح الشمسية على أسطحه.

ولإنهاء بحثنا قمنا بمقارنة استهلاك وإنتاج الطاقة ووجدنا أنه في ميزان الطاقة السنوي، فإن مركزنا الثقافي لذوي الاحتياجات الخاصة هو مبنى طاقة إيجابي

\* **الكلمات المفتاحية:** مبنى طاقة إيجابية، استهلاك الطاقة، إنتاج الطاقة، المحاكاة الرقمية، المحصلة الطاقوية.

## Abstract

In order to reduce energy consumption in the building sector, the concept of positive energy buildings has emerged. Green buildings are based on conceptual solutions and technical solutions using renewable energy to achieve a positive annual energy balance.

Our research aims to test and evaluate the effectiveness of conceptual solutions in improving energy performance for a cultural center for the handicaps in the semi-arid climate (wilaya of Tébessa).

We selected in our research the orientation and the form factor of the building as conceptual parameters, and studied their effects using numerical simulation with the software grasshopper in Rhinoceros.

Sixteen scenarios with different orientations and form factors were tested and compared with respect to sunshine rate and annual energy consumption.

In order to reach the best performing model, we proceeded to the calculation of the energy productivity of this model with the PVGIS software, by placing solar panels on its roofs.

To finalize our work, we compared the energy consumption and production and we found through in the annual energy balance, that the designed cultural center for handicaps is a positive energy building.

\* **Keywords:** positive energy building, energy consumption, energy production, numerical simulation, energy balance.