



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



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

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

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

*Filière : Architecture*

**Option : Architecture**

Thème :

**Intégration des outils de la production des énergies renouvelables  
dans la conception d'un bâtiment à Tébessa**

Elaboré par :  
SMAALI Massaab

Encadré par :  
Mr. FEZZAI Soufiane  
Mr. Amokrane Radhwane

**Soutenu devant le jury composé de :**

01- Mr. Gherzouli Lazhar  
02- Mr. Fezzai Soufiane  
03- Mr. Boudarssa Ghani  
04- Mr. Amokrane Radhwane

Président  
Rapporteur  
Examineur  
Co-encadreur

Année universitaire : **2019/2020**

## Sommaire

<b>Sommaire :</b> .....	<b>I</b>
<b>Liste des figures :</b> .....	<b>VII</b>
<b>Liste des tableaux.....</b>	<b>XI</b>

### Chapitre introductif

<b>Introduction générale :</b> .....	<b>1</b>
<b>Problématique :</b> .....	<b>2</b>

### Chapitre 1 : L'Énergie dans le bâtiment

<b>Introduction :</b> .....	<b>5</b>
1. Définition du L'énergie : .....	5
2. Types d'Energies : .....	5
2.1. Les Combustibles Fossiles (non renouvelable) : .....	6
2.2. Les énergies renouvelables (EnR) : .....	6
3. Consommation énergétique : .....	7
3.1. La consommation énergétique : .....	8
3.2. Le besoin d'énergie dans le bâtiment : .....	10
4. La production énergétique : .....	11
4.1. Energies renouvelables : .....	11
4.1.1. L'énergie solaire : .....	11
4.1.2. L'énergie éolienne : .....	13
4.1.3. L'énergie hydraulique : .....	14
4.1.4. L'énergie de la biomasse : .....	15
4.1.5. L'énergie géothermique : .....	15
4.1.6. Energie marines : .....	16
5. L'efficacité énergétique d'un bâtiment : .....	17
6. Bâtiments performants : .....	17
6.1. Le bâtiment à basse consommation ou « basse énergie » : .....	18
6.2. Le bâtiment zéro énergie ou « zéro net » : .....	18
6.3. Le bâtiment à énergie positive : .....	18

6.4. Le bâtiment « passif » :	18
6.5. Le bâtiment autonome :	19
6.6. Le bâtiment bioclimatique :	19
<b>Conclusion :</b>	<b>20</b>
<b>Chapitre 2 : Le centre de recherche des énergies renouvelables</b>	
<b>Introduction :</b>	<b>22</b>
<b>I. La recherche scientifique :</b>	<b>22</b>
I.1. Définition des concepts :	22
I.1.a. Recherche scientifique :	22
I.2. Aperçu historique :	23
I.2.a. Pendant L'Antiquité :	23
I.2.b. Civilisation musulmane :	23
I.2.c. L'époque de la renaissance 15 siècle ,16 siècle a - le 18 siècle :	23
I.2.d. L'époque contemporaine 19 siècle jusqu'a nos jours :	24
I.3. Les auteurs de la recherche scientifique :	24
I.4. Les types de recherche scientifique :	24
I.4.a. La recherche scientifique Selon l'approche :	24
I.4.b. Selon la finalité de la recherche :	25
I.4.c. Selon le domaine d'application de la recherche :	25
I.4.d. Autre type de recherche :	25
I.5. L'importance et motivation pour faire la recherche scientifique :	26
I.6. Les objectifs de la recherche scientifique :	26
I.7. Types des équipements de la recherche scientifique :	27
<b>II. Centre de recherche :</b>	<b>27</b>
II.1 Le centre de recherche :	27
II.1.a Définition :	27
II.1.b Les centers des recherches on Algérie :	27
II.1.c Classification des centres des recherches :	28
II.2 Centre de recherche en Energie renouvelable :	28
II.2.a Critère de choix :	28
II.2.b Définitions :	28

II.2.c Les unités de recherche dans le CDER en générale (national et international) : .....	29
II.2.d Les unités de recherche dans le CDER en Algérie : .....	29
II.2.e Le rôle du CDER : .....	30
II.2.f Domaines d'intervention : .....	30
<b>III. Analyses des exemples : .....</b>	<b>30</b>
III.1 Exemple1 : National renewable Energy laboratories .....	30
III.2 Exemple 2 : Le Centre national des énergies renouvelables (CENER).....	37
III.3 Exemple 3 : CENTRE DE RECHERCHE CALLA LILY L'UNIVERSITE DE WUHAN. ....	43
<b>Conclusion : .....</b>	<b>51</b>

### **Chapitre 3 : approche conceptuelle**

<b>Introduction : .....</b>	<b>52</b>
<b>1. Présentation de la ville de Tébessa : .....</b>	<b>52</b>
<b>2. Le climat de la wilaya de Tébessa : .....</b>	<b>53</b>
2.1. La température : .....	53
2.2. Les vents : .....	55
2.3. Les précipitations .....	56
<b>3. Analyses de terrain : .....</b>	<b>56</b>
3.1. Critères de choix du site : .....	56
3.2. Présentation du terrain : .....	57
3.3. Environnement immédiat : .....	57
3.4. Morphologie et superficie : .....	58
3.5. Accessibilité et potentialité du terrain : .....	59
3.6. Topographie de terrain : .....	60
3.7. Le terrain avec le parcour solaire et les vents : .....	61
3.8. Servitudes et contraintes : .....	62
<b>4. Analyse du programme : .....</b>	<b>62</b>
4.1. Les utilisateurs : .....	63
4.2. Programme de base : .....	63



4.3. Critères de dimensionnement : .....	64
4.4. Programme surfacique de la fonction support de projet : .....	64
4.5. Programme : .....	66
4.6. Organigramme fonctionnel : .....	68
<b>5. Passage à l'esquisse : .....</b>	<b>70</b>
5.1. Zoning : .....	70
5.2. Processus conceptuel : .....	71
<b>Conclusion.....</b>	<b>72</b>
<b>Chapitre 4 : outils et techniques d'évaluation et de conception des bâtiments à énergie positive</b>	
<b>Introduction .....</b>	<b>74</b>
<b>I. Etude de flux de vents : .....</b>	<b>74</b>
I.1 Les études précédentes .....	74
I.2 L'évaluation du vent autour des bâtiments : .....	77
I.2.a L'effet Venturi : .....	77
I.2.b L'effet Wise : .....	78
I.2.c L'effet de double coin : .....	78
I.2.d L'effet de bâtiments en quinconce (effet de liaison de zones de pression différente) : .....	79
I.2.e L'effet de canalisation linéaire : .....	80
I.2.f L'effet de maille : .....	81
I.2.g L'effet de pyramide : .....	81
<b>II Etude d'ensoleillement (captage et protection) : .....</b>	<b>82</b>
II.1 Les études précédentes : .....	82
II.2 L'évaluation de la production d'Energie et protection du bâtiment : .....	84
II.2.a L'enveloppe architecturale : .....	84
II.2.b L'enveloppe adaptive : .....	84
II.2.c La façade (adaptive) kinétique : .....	85
II.2.d Les protections solaires : .....	86
II.3 Les méthodes d'évaluation : .....	87
II.3.a La méthode analytique : .....	87

II.3.b	L'étude sur terrain : .....	88
II.3.c	La méthode expérimentale : .....	88
II.3.d	La méthode numérique : .....	88
<b>III</b>	<b>Calcul de la consommation énergétique : .....</b>	<b>89</b>
<b>IV</b>	<b>Les paramètres et les variables : .....</b>	<b>89</b>
IV.1	Les vents : .....	89
IV.1.a	Effet du vent sur l'homme : .....	89
IV.1.b	La caractéristique de puissance et rendement instantané : .....	90
IV.1.c	Les paramètres : .....	90
IV.2	L'ensoleillement : .....	94
IV.2.a	La caractéristique de puissance et rendement : .....	94
IV.2.b	Les Paramètres de la simulation des brises soleils pour la protection des bâtiments : 94	
IV.2.c	Les paramètres de simulation pour la production énergétique des brise-soleils : ....	96
<b>Conclusion</b>	<b>: .....</b>	<b>96</b>

## Chapitre 5 : approche expérimentale

<b>Introduction</b>	<b>: .....</b>	<b>97</b>
<b>I. La simulation</b>	<b>: .....</b>	<b>97</b>
I.1.	La simulation numérique : .....	98
I.2.	Logiciel de simulation : .....	98
I.2.a.	Pour les études des vents : .....	98
I.2.b.	Pour les études d'ensoleillement : .....	99
I.3.	Logiciels choisis : .....	100
<b>II. La consommation énergétique du bâtiment du cas d'étude</b>	<b>: .....</b>	<b>101</b>
<b>III. La simulation des vents</b>	<b>: .....</b>	<b>103</b>
III.1.	Premièrement : .....	109
III.2.	Deuxièmes étapes : .....	109
III.3.	La production énergétique des brise-soleils Conclusion : .....	114
III.4.	Comparaison des résultats de consommation et de production : .....	116

<b>IV. Sources de production énergétique externes :.....</b>	<b>116</b>
<b>Conclusion : .....</b>	<b>118</b>
<b>Conclusion générale :.....</b>	<b>119</b>
<b>Références et bibliographie :.....</b>	<b>121</b>
<b>Résumé :.....</b>	<b>124</b>

## Liste des figures :

### Chapitre 01 :

Figure1- 1: énergies fossiles (charbon) .....	6
Figure1- 2: les différents types d'énergies renouvelables .....	7
Figure1- 3: structure de la consommation finale d'énergie par produits .....	9
Figure1- 4: Structure de la consommation finale d'énergie par secteur.....	10
Figure1- 5 : mode de fonctionnement de l'énergie solaire thermique.....	12
Figure1- 6 mode de fonctionnement de l'énergie solaire photovoltaïque .....	12
Figure1- 7: mode de fonctionnement des éoliennes .....	13
Figure1- 8: transformation du mouvement d'eau en électricité .....	14
Figure1- 9 transformer le mouvement de l'eau en électricité.....	14
Figure1- 10 Energie géothermie.....	16
Figure1- 11 Energie marines .....	16

### Chapitre 02 :

Figure2-1 Types des équipements de la recherche scientifique .....	25
Figure2-2:l'évolution du CDER.....	27
Figure2- 3 : logo du projet.....	29
Figure2-4 : NREL Australie .....	29
Figure2- 5: situation géographique du NERL .....	30
Figure2- 6: situation du NERL .....	31
Figure2- 7: accessibilité du projet.....	32
Figure2- 8: Zoning de NERL .....	32
Figure2- 9: cette figure montre les différents espaces et leur hiérarchisation .....	33
Figure2- 10: montre la circulation intérieure entre les différents espaces.....	33
Figure2- 11: circulation d'air dans le bâtiment de l'extérieur vers intérieur .....	34
Figure 2- 12:schéma explicatif des différentes techniques utilisées .....	34
Figure 2- 13 : Logo du CENER.....	35
Figure 2- 14 : Le Centre national des énergies renouvelables.....	35
Figure 2- 15: situation de CENER.....	36
Figure2- 16: l'environnement et l'accessibilité vers le projet .....	37
Figure 2- 17:plan de masse du CENER .....	37
Figure 2- 18:composition volumétrique CENER .....	38
Figure 2- 19: volumétrie CENER.....	39
Figure 2- 20: schéma de la volumétrie .....	39
Figure 2- 21: la façade de l'administration .....	40
Figure2- 22: façade du bloc administratif .....	40
Figure 2- 23 : Wuhan center.....	41
Figure 2- 24 :wuhan center.....	41

Figure 2- 25: situation de Wuhan center par rapport à la ville .....	42
Figure 2- 26: plan de mass.....	42
Figure 2- 27 : volumétrie du wuhan center .....	43
Figure 2- 28: différent techniques utiliser pour le captage solaire et refroidissement, ventilation	43
Figure 2- 29: la technique de la façade.....	44
Figure 2- 30: plan du wuhan center .....	45
Figure 2- 31: organization fonctionnelle.....	45
Figure 2- 32: programme spatial du Wuhan center .....	46

### Chapitre 3 :

Figure 3- 1: situation géographique de la willaya de Tébessa.....	49
Figure 3-2: structuration administrative de la wilaya de Tébessa .....	50
Figure3- 3: le diagramme solaire de la région de Tébessa .....	51
Figure3- 4: diagramme du Vitesse du vent région de Tébessa.....	52
Figure3- 5: la rose des vents .....	52
Figure3- 6: les précipitations de la région de Tébessa .....	53
Figure 3- 7: situation du terrain par rapport au centre-ville de Tébessa.....	54
Figure 3-8: environnement immédiate du terrain.....	54
Figure 3- 9: la forme générale du terrain.....	55
Figure 3- 10: : les dimensions du terrain.....	55
Figure3- 11: accessibilité du terrain étudié .....	56
Figure3- 12: coupe topographie sur le terrain nord-sud .....	56
Figure 3- 13: coupe topographie sur le terrain nord-sud .....	57
Figure 3- 14: schéma représentatif du parcours solaire et la direction des vents dansle terrain ....	57
Figure3- 15: schématisation du terrain et différent donner vents et rayonnement solaire .....	58
Figure3- 16: Représente tous les facteurs participants pour élaborer une programmation architecturale .....	58
Figure3- 17: les différentes fonctions qui composent le programme de base .....	59
Figure 3- 18: Représentation organisation fonctionnelle .....	64
Figure 3- 19: schéma représentatif de la dispositions primaire des différentes fonctions sur le terrain.....	65
Figure3- 20: Représente la première étape du développement de la composition .....	66
Figure3- 21: Représente la deuxième étape du développement de la composition.....	67

### Chapitre 4 :

Figure 4- 1 : résultats de quelques cas de simulation .....	70
Figure 4- 2 : résultat de simulation urbaine sur la ville de Jijel Algérie .....	71
Figure4- 3 : Configuration Effet venturi .....	72
Figure4- 4 : Configuration de l'effet Wise .....	73

Figure 4- 5 : Configuration de l'effet de double coin.....	74
Figure 4- 6 : Configuration de l'effet de bâtiments en quinconce. ....	74
Figure 4- 7 : Configuration de l'effet de canalisation linéaire. ....	75
Figure 4- 8 : Effet de pyramide. ....	76
Figure4- 9 :la production d'électricité.....	77
Figure4- 10 : Facade integrated Photovoltaic systems ,2019.....	78
Figure4-11 : Typologie de mouvement des panneaux. ....	80
Figure 4- 12 : Les types des protections solaires fixes.....	80
Figure 4- 13 : L'impact des protections solaires sur la durée d'exposition de la fagade.....	81
Figure 4- 14 : Exemple de calculs employés dans la méthode analytique.....	82
Figure4- 15 : simulation de l'impact d'ombrage de moucharabieh sur la performance énergétique.....	83
Figure 4- 16 : courbe de puissances de éoliennes urbain de diamètre 4m.....	84
Figure 4-17 : variable de la distance entre blocs.....	85
Figure4- 18 : schématisation des scénarios.....	86
Figure4- 19 : exigences de confort des piéton et le rendement optimal des éoliennes. ....	86
Figure4-20 : variable de la hauteur et la vitesse du vent.....	87
Figure4-21 : relation entre la hauteur et la vitesse des vents selon les données climatiques de Tébessa.....	87
Figure4- 22 : Déférents scénarios pour les brise-soleils horizontaux.....	89
Figure4- 23 : Déférents scénarios pour les brise-soleils verticaux.....	89

## Chapitre 5 :

Figure5-1 logo de logiciel.....	92
Figure5-2 logo logiciel envi-met.....	92
Figure5- 3: logo logiciel design flow.....	93
Figure5- 4: le plugin rhinoCFD.....	93
Figure5- 5:logo BIM SOLAIR.....	93
Figure5- 6 :MATLAB logo.....	93
Figure5- 7: Rhinoceros logo.....	94
Figure5- 8:création du modèle en ECOTECT.....	95
Figure5- 9:interface management.....	96
Figure5- 10: résultats du calcule de consommation brutedu bâtiment étudié.....	96
Figure5- 11: une capture d'écran à partir du logiciel de la simulation (rhino/Grass Hopper/lady bug).....	97
Figure5- 12:les différents paramètres de la simulation.....	97
Figure5-13: résultats du scénario 1 V1.....	98
Figure 5-14: résultat scénario 2 V1.....	99
Figure5-15:résultat scenario 3 V1.....	99
Figure5- 16:Classement des scénarios selon les paramètres du protocole.....	100
Figure5 17: résultats scenario 1 V2.....	101
Figure5-18: résultat scenario 2 V2.....	101

Figure 5-19: résultats scenario 3 V2.....	102
Figure 5- 20 : le choix des deux meilleurs scénarios de chaque simulation.....	102
Figure 5- 21 : les étapes du la simulation dans le logiciel ladybug/grasshopper .....	103
Figure 5- 22 : le résultat sur la façade sud.	
Figure 5- 23 : le résultats dur la façade nord	
Figure 5- 24: Exemple de la production des brise-soleils horizontaux de 0.50m .....	109
Figure 5- 25: Exemple de la production des brise-soleils verticaux de 0.50m.....	109
Figure 5- 26: installation des éoliennes dans le projet .....	110
Figure 5- 27: simulation des Panneaux photovoltaïques .....	111

## Liste des tableaux :

### Chapitre 2 :

Tableau 2-1:les différents types de recherche scientifique.....	24
Tableau 2-2 fiche technique du NREL.....	29
Tableau 2-3: fiche technique du CENER.....	35
Tableau 2- 4: fiche technique de Wuhan center.....	41

### Chapitre 3 :

Tableau 3-1: Programme surfacique de la fonction support de projet.....	61
Tableau 3- 2: programme relatif au projet.....	63

### Chapitre 4 :

Tableau 4- 1 : déférents scénarios.....	85
Tableau 4- 2 : déférents scénarios.....	86
Tableau 4- 3 : déférents scénarios pour les brise-soleils horizontaux.....	88
Tableau 4- 4 : déférents scénarios pour les brise-soleils verticaux.....	88
Tableau 4- 5 : déférents scénarios pour des panneaux photovoltaïque implantés horizontalement.....	90
Tableau 4- 6 : déférents scénarios pour des panneaux photovoltaïque implantés verticalement.....	90

### Chapitre 5 :

Tableau 5- 1: déférent logiciels de simulation du vent.....	93
Tableau 5- 2: diffèrent logiciels de simulation énergétique solaire.....	94
Tableau 5- 3 : scenarios et résultats.....	104
Tableau 5- 4: scénarios et résultats.....	105
Tableau 5- 5: scenarios et résultats.....	106
Tableau 5- 6: scenarios et résultats.....	107
Tableau 5- 7:la production annuelle.....	108
Tableau 5- 8: la production annuelle.....	109
Tableau 5- 9: Comparaison des résultats de consommation et de production.....	110



---

## *Chapitre introductif*

---

## **Introduction générale :**

Ces dernières années, l'Énergie s'est transformée en une grande obsession, puisque tout le monde parle d'une pénurie de l'énergie, de crises et de conflits énergétiques, et peut-être des guerres pour des sources d'énergie qui s'épuisent avec le temps. Cette quête de l'homme moderne pour l'exploitation des énergies a dégradé l'environnement naturel de la planète d'une manière irréversible.

Au regard du conflit entre la recherche d'énergie et l'expansion des actions de destruction de l'environnement, et entre la préservation de l'environnement et la réduction de la consommation énergétique et pour le bien-être des personnes, des nouvelles expériences émergent chaque jour dans le domaine de l'énergie renouvelables donnant espoir à l'humanité et aux futures générations.

Le secteur de bâtiment est réputé pour sa grande consommation énergétique qui ne cesse de s'accroître avec l'explosion démographiques de ce dernier siècle et avec les progrès scientifiques et technologiques, À l'échelle planétaire, ce secteur consomme de 30 à 40 % de de l'Énergie mondiale (Bertrand CHATEAU & Bruno LAPPILONNE, 1977) causant logiquement une grande détérioration de l'environnement naturel, ce secteur affiche aujourd'hui beaucoup d'efforts sur les plans énergétiques et environnementaux afin de répondre à tous ces défis.

En général, la recherche scientifique est la première étape sur laquelle on s'appuie pour arriver à créer cet équilibre, l'ensemble des activités scientifiques exercées dans le but de développer la connaissance, de progresser le savoir scientifique et élever le niveau de la pensée en se basant sur les travaux théoriques, l'observation, les ressources technologiques et les différentes données.

## **Problématique :**

Dans un monde de plus en plus industriel où les sources d'énergie deviennent le souci majeur de la plupart des pays, et dans un monde qui souffre du réchauffement climatique due à la surexploitation des énergies fossiles, le recours à une énergie alternative devient fortement indispensable, une ligne directrice suivie actuellement par beaucoup de pays dans le monde.

Un pays comme le nôtre, lourdement et fortement marqué par une dépendance excessive vis-à-vis des hydrocarbures, vu la situation économique fragile et alarmante,

l'Algérie a opté ces dernières années pour une nouvelle politique qui vise à l'exploitation massive des énergies renouvelable. L'Algérie est l'un des pays les plus riches du monde en potentiel énergétique renouvelable avec ses 3 500 heures d'ensoleillement par an et 240 sources thermales (Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique), en plus d'un grand flux de vent due à une situation géographique stratégique. Les pouvoirs publics algériens misent sur la production d'énergies alternatives aux deux sources énergétiques actuellement exportés, le pétrole et le gaz.

Dans cette perspective, nous devons réfléchir comment créer un bâtiment a énergie zéro ou positive qui offre une production énergétique égale ou supérieure que sa consommation dans le but de réduire cette consommation des énergies fossiles en les remplaçant par des énergies renouvelables qui assure le confort en limitations des déchets (CO2 ...), à travers une conception réfléchie et un comportement énergétique contrôlé.

En Algérie, la plupart des bâtiments et des équipement construits ne sont pas relativement des producteurs d'énergie, ce qui signifie que ces bâtiments ont des forts consommateurs des énergies fossiles c'est-à-dire que l'efficacité énergétique n'est pas appliquée dans ces bâtiments. De plus, ils utilisent des énergies fossiles pour assurer le fonctionnement des différentes installations (chauffage, la climatisation, déplacement...), Ces actions sont à l'origine de ces changements climatiques.

L'efficacité énergétique dans le bâtiment est perçue par beaucoup de spécialistes et de chercheurs comme la solution précieuse pour répondre en partie aux difficultés et aux problèmes énergétiques actuels (économie des ressources fossile, réduction des gaz à effets de serre, utilisation d'énergies renouvelables et les outilles de production de l'énergie à la conception), les énergies renouvelables sont aussi plus écologiques, disponibles en rentabilisées, mais il faut citer qu'elle présentent aussi des points de faiblesses comme un coût relativement important à l'achat des installations dont la rentabilité peut se faire attendre des années, un entretien et un suivi important, etc.

Malheureusement cette action d'intégration des outils de production énergétique propre se résume dans la plupart des cas dans une simple implantation de quelques panneaux photovoltaïques et certains éoliens à la phase finale des travaux de construction, ces derniers sont perçus comme des équipements électroniques et non pas comme un outil conceptuel, ce qui nous amène à poser la question suivante :

Comment peut-on intégrer les outils de production d'énergie renouvelable dans la phase conceptuelle du projet ?

Dans une suite logique, d'autres questions peuvent être posées :

- Quelles sont les possibilités de réaliser un projet à énergie positive à partir d'intégration des outils de production d'énergie ?
- Peut-on assurer en même temps une production énergétique propre et un confort des usagers ?

Il est possible d'intégrer les outils de production des énergies propres dès les premières phases de la conception architecturale en choisissant à l'aide de plusieurs logiciels de simulation la meilleure forme, surface et implantation des panneaux solaires photovoltaïques sur les façades et sur les toits des bâtiments, et de trouver aussi à l'aide des simulation toujours la bonne hauteur, orientation et emplacement des éoliens dans le même projet, tout en respectant le bon fonctionnement des espaces (organisation spatiale et fonctionnelle).

Les centres de recherche dans les énergies renouvelable sont des excellents exemples de projet à énergie positive, ils utilisent tout le potentiel des outils de production énergétique, ils ont passé en quelques années grâce au progrès technologique de bâtiment autonome (un équilibre entre la consommation et la production énergétique) en bâtiment à énergie positive.

La plupart des bâtiments modernes dans les pays développés assurent en même temps sa propre consommation énergétique et répond aussi au confort des utilisateurs.

Le présent travail a pour objectif de :

Introduire à une architecture qui intègre mieux le bâtiment dans son environnement permettant un gain d'Énergie optimal et optionnel.

Faire du bâtiment une petite unité d'économie d'énergie et de production énergétique à l'aide des énergie renouvelables,

Maîtriser sa consommation en optimisant le fonctionnement des équipements domestiques (comme les lampes à basse consommation, ...), et de souligner le rôle de la production d'Énergie dans l'efficacité du projet.

Présentez les avantages de l'utilisation et de l'intégration des énergies renouvelables dès les premières phases de conception.

Cette recherche est structurée en deux parties, une partie théorique regroupant le premier, le deuxième et le troisième chapitre, et une autre partie analytique qui rassemble les deux derniers chapitres.

**Chapitre \_1\_ :** Ce chapitre regroupe les différents concepts liés à l'énergie dans le bâtiment (consommations, productions, efficacités, etc.).

**Chapitre \_2\_ :** Durant ce chapitre on va présenter le centre de recherche en énergies renouvelables, on expose aussi les différentes définitions des concepts liés à notre thème qui est la recherche scientifique, et montrons le centre de recherche des énergies renouvelables (cas d'étude).

**Chapitre \_3\_ :** Consacré l'étude géographique, démographique et climatique de la wilaya de Tébessa (notre zone d'étude), on entame aussi la présentation de la démarche de la phase conceptuelle du projet basé sur les techniques de bâtiment positive avec toutes les étapes de l'analyse du terrain et des différents facteurs climatiques

**Chapitre \_4\_ :** dans ce stade on va aborder les outils et les techniques d'évaluation et d'optimisation de la production énergétique dans le bâtiment, on va définir aussi le protocole de simulation qui sera utilisé pour améliorer la conception proposée préalablement sur le plan de la production énergétique et sur la manière de l'intégration des outils de production énergétique.

**Chapitre \_5\_ :** c'est le chapitre qui finalise le travail, il abordera la collecte, l'interprétation et l'analyse des résultats de la simulation, ces derniers seront appliqués dans la conception du projet architectural.

---

# *Chapitre 1 : L'Énergie dans le bâtiment*

---

## **Introduction :**

L'énergie est l'un des piliers fondamentaux de l'architecture écologique, sa production occupe de nos jours la grande partie des débats multidisciplinaires (économiques, politiques, sociales, etc.).

C'est pourquoi il est nécessaire de penser à une démarche qui vise à développer l'utilisation des énergies renouvelables sous toutes leurs formes : énergies solaires, éolien, géothermique, hydraulique, biomasse. En plus de la mise en œuvre des matériaux respectueux de l'environnement pour garantir le bien-être de l'occupant en réduisant leurs demandes énergétiques.

Le secteur de bâtiment en Algérie présente une grande consommation qui ne cesse d'augmenter, en réponse à cette situation, l'état a prévu de mettre en œuvre un programme pour la réalisation des constructions à haute performance énergétiques sur tout le territoire national, ces derniers intègrent les conditions d'économie d'énergie et il se base sur le respect de l'environnement,

### **1. Définition du L'énergie :**

Selon le dictionnaire français LAROUSSE Le mot énergie est d'origine latine, « Energia » qui veut dire « *puissance physique qui permet d'agir et de réagir* »

Suivant les différents domaines ou on se trouve :

Par rapports aux physiciens et naturalistes : l'énergie est la puissance matérielle du travail. (Curran,1981, p.17).

Par rapports aux économistes : C'est la quantité de l'énergie mécanique commercialisée ; c'est-à-dire l'ensemble des sources et des formes d'énergie susceptibles d'utilisation massive, aussi bien pour produire de la chaleur que pour actionner des machines. (Curran,1981, p.17).

Autrement dit l'ensemble des sources et des formes d'énergie susceptibles d'utilisation massive, aussi bien pour produire de la chaleur que pour actionner des machines.

### **2. Types d'Energies :**

Aujourd'hui l'énergie utilisée par l'homme se présente en de multiples et diversifiées formes, les sources d'énergie sont fréquemment classées en deux catégories : renouvelable et non renouvelable (fossiles). Le terme renouvelable n'est d'ailleurs pas à prendre au sens propre, il conviendrait de dire « *renouvelable à l'échelle humaine* » puisque le soleil qui en est le moteur

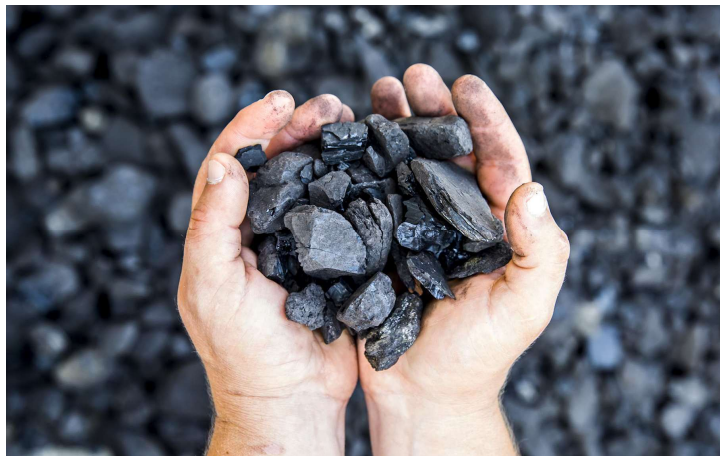
essentiel direct ou indirect a une durée de vie limitée. Dans la première figurent les énergies solaires (énergies radiatives), les énergies éoliennes (énergies cinétiques), la biomasse (énergies chimiques), les énergies hydrauliques (énergies cinétiques). Dans la seconde, les énergies fossiles (énergies chimiques) et nucléaires sont répertoriées. Au sens strict,

Les ressources énergétiques peuvent globalement être classées en ces deux catégories Selon (Robert ANGIOLETTI. Hubert DESPRETZ,2010).

### **2.1. Les Combustibles Fossiles (non renouvelable) :**

L'énergie fossile désigne l'énergie que l'on produit à partir de roches issues de la fossilisation des êtres vivants : pétrole, gaz naturel et houille. Elles sont présentées en quantité limitée et non renouvelable, leur combustion entraîne des gaz à effet de serre.

Le pétrole, le charbon et le gaz naturel, trois énergies polluantes et non renouvelables, fournissent plus de 80 % de la consommation quotidienne mondiale d'énergie(etudier.2020). Aujourd'hui la communauté scientifique reconnaît la responsabilité de cette consommation sur le réchauffement climatique qui risque d'avoir des effets dramatiques sur les équilibres physiques, économiques, sociaux et politiques de notre planète.



*Figure1- 1: énergies fossiles (charbon)*

*Source : (etudier.2020)*

### **2.2. Les énergies renouvelables (EnR) :**

Sont des énergies inépuisables, issues des éléments naturels : le soleil, les vents, les chutes d'eau, les marées, la chaleur de la Terre, la croissance des végétaux...etc. On qualifie cette forme de l'Énergie "flux" par opposition aux énergies "stock", elles-mêmes constituées de gisements limités de combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz, uranium). Contrairement



à celle des énergies fossiles, l'exploitation des énergies renouvelables n'engendre pas ou peu de déchets et d'émissions polluantes. Ce sont les énergies de l'avenir. Malgré leurs potentiels, elles sont encore sous-exploitées car ces énergies renouvelables ne couvrent que 20 % de la consommation mondiale d'électricité.

L'intégration de ces énergies renouvelables dans l'habitat, vise à améliorer le confort des occupants en respectant l'environnement. Elles présentent d'énormes avantages dans la mesure où elles ne produisent pas de gaz à effet de serre. Les prochaines années s'annoncent donc prometteuses pour ces énergies dites énergies propres.

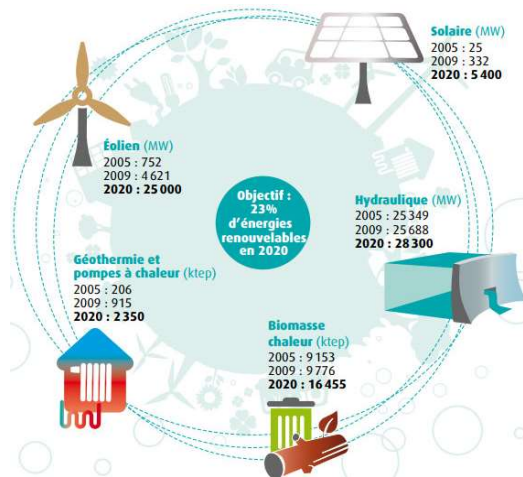


Figure1- 2: les différents types d'énergies renouvelables

Source : (etudier, 2020)

### 3. Consommation énergétique :

Selon une étude faite par la revue ENERDATA :(société d'intelligence énergétique et de conseil 2018) :

En 2001, la consommation pétrolière mondiale s'est élevée à 3510,6 millions de tonnes. La consommation en Europe s'est élevée à 760,2 millions de tonnes. A l'horizon de 2050, la population devrait être comprise entre 8 et 10 milliards d'habitants (contre 7 milliards d'habitants en ce début de siècle), dont la majorité dans les pays aujourd'hui en développement. En 1950, 2,5 milliards d'individus consommaient 1,6 milliard de tonnes-équivalent pétrole (Gtep : Milliards de tonnes équivalent pétrole), et en 1995, 5,7 milliards d'habitants consommaient 9 (Gtep). Si en 2050, l'habitant moyen des pays en développement consommait autant que le Japonais de 1973, la consommation mondiale atteindrait 30 (Gtep), soit quatre

fois. Même en imaginant une consommation très économe, les experts semblent se retrouver pour estimer qu'un doublement (voire un triplement) de la consommation actuelle est assurée.

Ainsi, l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) estime (L'énergie dans le monde d'ici à 2020 : défis et perspectives) que le scénario du 'statu quo' (politiques énergétiques en vigueur en ce tout début du XXIème siècle inchangées) la demande mondiale d'énergie Augmenterait de 65 % et les émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) d'au moins 70 %, entre 1995 et 2020, cette augmentation étant due aux deux tiers par la Chine et les autres pays en développement

### **3.1. La consommation énergétique :**

La consommation finale par type d'énergie est répartie comme suit : (bilan énergétique nationale 2018. Ministère de l'énergie)

#### **a. Par type :**

##### **Produits pétroliers :**

La consommation finale de ce produit a augmenté de 7.9 millions de TEP en 2005 à 15.51 millions de TEP (tonne d'équivalent pétrole) en 2018. Ce produit est utilisé dans des usages multiples et différents et presque dans tous les secteurs d'activités (la production de chaleur pour l'industrie, le chauffage pour les ménages, le tertiaire et le transport...).

##### **Gaz naturel :**

La consommation finale du gaz naturel a connu un taux de croissance annuel moyen de 6.14% entre 2000 et 2005, ce taux de croissance annuel moyen est élevé jusqu'à 12.42% entre 2005 et 2010 ce qui est exprimé par l'augmentation de 4.9 millions de TEP en 2005 à 8 millions de TEP en 2010. Où il a atteint les limites d'un 16.02 million de tonnes à année 2018.

##### **Electricité :**

La consommation finale d'électricité a augmenté de 2.1 millions de TEP en 2005 à 8.6 millions de TEP en 2010. La consommation de l'électricité en Algérie a été en forte progression, notamment dans le secteur résidentiel, à cause de la croissance démographique élevée, l'amélioration du niveau de vie, et le phénomène de l'urbanisation qui est de plus en plus important. Et elle arrive à 13.92 millions de TEP pendant l'année 2018.

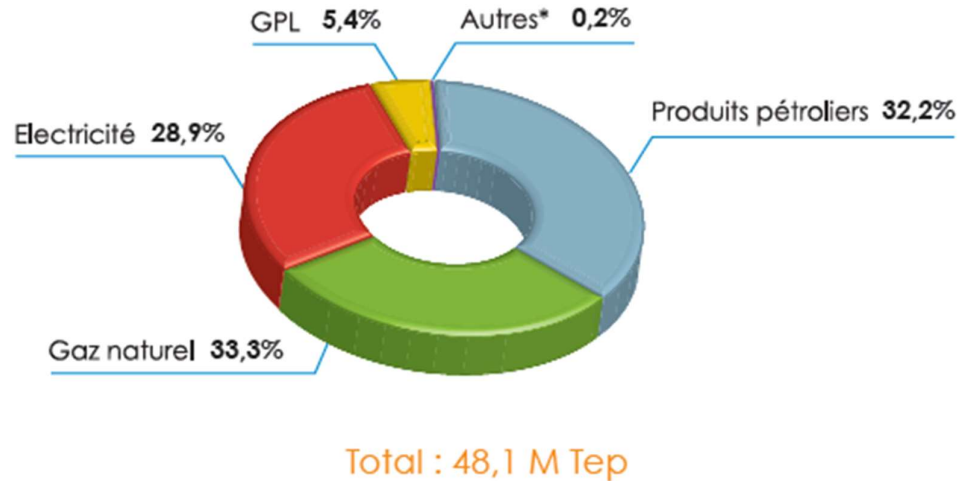


Figure1- 3:structure de la consommation finale d'énergie par produits

Source : bilan énergétique nationale 2018.

**b. Par secteur :**

La consommation finale par secteur d'énergie est répartie comme suit : (bilan énergétique nationale 2018. Ministère de l'énergie)

**Le secteur industriel :**

La consommation énergétique de ce secteur a un taux de croissance annuel moyen de 5.86%. Hausse de la consommation de 5,1%, passant à 10,5 M Tep, suite à la hausse de la consommation du sous-secteur (Ingénierie des Systèmes, Matériaux, Mécanique, Énergétique) ISMME (68%), de la chimie (60%) et des matériaux de construction (+6,6%).

**Le secteur de transport :**

Hausse (2,6%) de la consommation du secteur des "transports" à 15,3 M Tep en 2018 comparativement à l'année précédente, tirée par celle des carburants routiers.

**Le secteur ménages et autres :**

Accroissement important de la consommation des "Ménages et autres" de 13,2% à 22,4 M Tep, tirée par le sous-secteur résidentiel (17,6%), essentiellement des besoins croissant en gaz induits par un hiver relativement rigoureux en 2018, combiné à la hausse du nombre des clients de Sonelgaz

La structure de la consommation finale reste dominée par le secteur des « Ménages & Autres » (46,6%), suivi par le transport (31,7%) et enfin le secteur de « l'industrie et BTP » avec Une part de 21.7%, comme illustré dans le graphe ci-après :

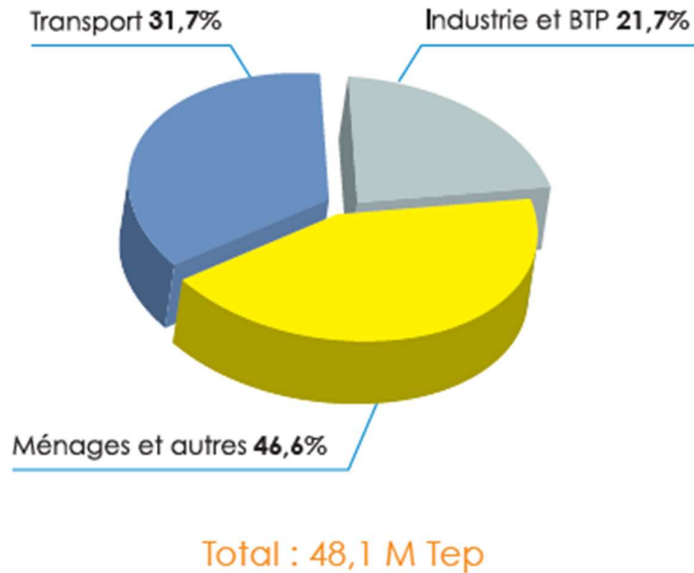


Figure1- 4:Structure de la consommation finale d'énergie par secteur.

Source : bilan énergétique nationale 2018.

### 3.2. Le besoin d'énergie dans le bâtiment :

Le besoin brut du bâtiment est la quantité d'énergie nécessaire pour maintenir, pendant une période de temps donné, un climat intérieur convenable et satisfaire les prestations du bâtiment et usagers (eau chaude, cuisson, éclairage, chauffage, climatisation, ...). Elle se caractérise par les différentes formes. Cette approche du besoin d'énergie de chauffage et de climatisation renvoie trois facteurs

Le besoin en température : on peut dire aussi le confort thermique, est un besoin de climat intérieur, caractérisé par la température intérieure moyenne (qui explique principalement de façon quantitative le besoin d'énergie de chauffage ou climatisation) ce besoin en température est, un besoin « social ». (TOUIL Abdessalam, MERGHACHE Souad, 2017)

Les caractéristiques physiques du bâtiment interviennent de façon prépondérante dans la création du besoin d'énergie sont le volume et le degré d'isolation. D'autres caractéristiques importantes telles que l'exposition au soleil, au vent, le vitrage, le climat, des éléments qu'on doit les prendrais en considération dès la conception et dès les premiers travaux d'Implantation.

## **4. La production énergétique :**

### **4.1. Energies renouvelables :**

Les formes d'énergies électriques, mécaniques, thermiques ou gazeuses sont obtenues à partir de la transformation du rayonnement solaire, de l'énergie du vent, de la géothermie, des déchets organiques, de l'énergie hydraulique et des techniques d'utilisation de la biomasse. Toutefois, de nombreux experts estiment que la part des énergies renouvelables, même si elle augmente dans les années qui viennent, restera globalement faible. D'une part, parce que les ressources d'énergies fossiles sont encore considérables : 40 ans de réserves prouvées de pétrole, 62 ans pour le gaz, 400 ans pour le charbon. D'autre part, parce que les énergies renouvelables resteront probablement toujours plus chères que les énergies classiques.

Cette source solaire fournit des rayonnements en moyenne, interceptés par la surface de la terre, équivalent à 8000 fois plus grand que la consommation d'énergie primaire.

Donc, le flux d'énergie peut être obtenu directement en utilisant une technologie thermique ou photovoltaïque, ou indirectement, grâce au vent, aux vagues, aux barrages sur rivière et aux biocarburants. La plupart des énergies renouvelables sont facilement convertibles en électricité. Mais les énergies solaire, géothermique ou provenant de la biomasse peuvent aussi servir à fournir de la chaleur. Elles peuvent assurer tous les services prévus par les sources conventionnelles : le chauffage, la réfrigération, l'électricité.

Un aperçu sur les différents types d'énergie renouvelable selon Brian Clegg:( Brian Clegg, Le Courrier du Livre, 2018).

#### **4.1.1. L'énergie solaire :**

Par définition, l'énergie solaire est l'énergie dont la matière première est le soleil. Synonyme d'écologie, cette source d'énergie est en plus propre, c'est-à-dire qu'elle n'émet aucun gaz à effet de serre. On utilise l'énergie issue du soleil pour apporter de la chaleur et le maximum de lumière naturelle dans les bâtiments. La technique tient compte de l'architecture, l'orientation et les matériaux du bâtiment de manière à ce que celui-ci soit chauffé et éclairé par l'énergie solaire passive. Comment cela fonctionne ? C'est simple : les panneaux solaires thermiques contiennent des fluides caloporteurs. Une fois chauffés par le soleil, ces derniers chauffent à leur tour le ballon d'eau chaude. L'énergie thermique solaire ainsi obtenue peut être employée de différentes façons : chauffage solaire, chauffe-eau, cuisinières.

##### **a. Energie solaire thermique :**

La chaleur du Soleil peut être utilisée de manière directe pour chauffer un réservoir d'eau, sécher du linge (évaporation) ou tempérer les parois d'une maison. C'est le principe utilisé par les panneaux solaires thermiques qui sont placés sur les toits ou les façades des bâtiments. En transitant par les panneaux solaires, l'eau est réchauffée par le Soleil, puis utilisée sur place, pour le chauffage ou l'eau sanitaire du bâtiment. (Figure5).

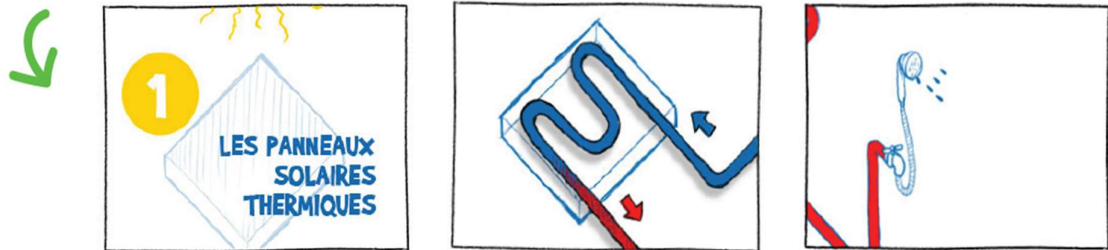


Figure1- 5 : mode de fonctionnement de l'énergie solaire thermique

Source : Brian Clegg,2018

**b. Energie solaire photovoltaïque :**

Si l'énergie solaire thermique est obtenue par la chaleur du soleil, l'énergie solaire photovoltaïque l'est par l'énergie même du rayonnement solaire. Autrement dit, les panneaux photovoltaïques, souvent installés sur le toit, recueillent les photons du soleil et les transforment en électricité. Ces panneaux photovoltaïques sont composés d'une superposition de couches de cellules dont l'une est chargée négativement et l'autre positivement. Dès qu'un photon traverse ces couches, il produit une tension électrique. Il ne reste plus qu'à raccorder un fil à la borne négative et un autre à la borne positive pour exploiter l'électricité produite. En gros, l'énergie solaire photovoltaïque fonctionne comme une pile.

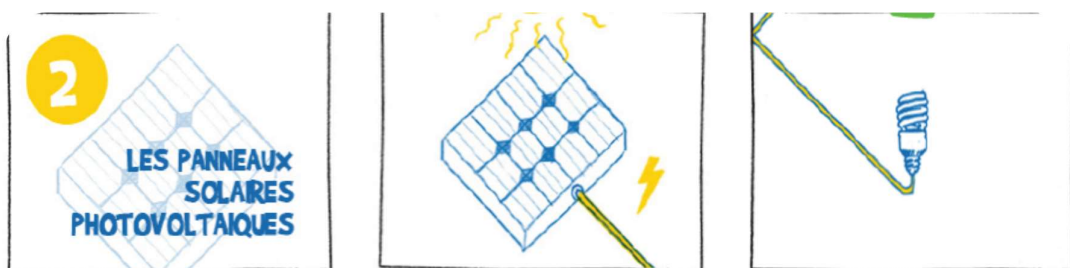


Figure1- 6 mode de fonctionnement de l'énergie solaire photovoltaïque

Source : Brian Clegg,2018

**c. L'énergie solaire thermodynamique :**

L'énergie solaire thermodynamique, quant à elle, est produite par des centrales solaires à concentration. Cet équipement est composé de miroirs avec des fluides caloporteurs et d'un générateur d'électricité solaire. Tout comme les panneaux solaires thermiques, ces miroirs transforment l'énergie apportée par le rayonnement solaire en chaleur, mais à une température considérablement plus élevée. Cette dernière peut, d'ailleurs, aller de 250 à 800° en fonction des techniques utilisées. La chaleur ainsi obtenue va, ensuite, être convertie en énergie électrique en activant le turbo-alternateur.

#### **4.1.2. L'énergie éolienne :**

##### **a. Les moulins à vent :**

Lorsque le vent passe à travers une hélice, elle se met à tourner. Ce mouvement mécanique entraîne la rotation d'une ou plusieurs autres roues qui, elles-mêmes, font bouger des outils. C'est ainsi qu'autrefois les moulins écrasaient les céréales, ou qu'ils actionnaient des pompes à eau.

##### **b. Les éoliennes :**

Les éoliennes fonctionnent sur le même principe que les moulins. Le vent fait tourner les pales (les bras) placées au sommet d'un mât. Ce mouvement entraîne la rotation d'un axe central (le rotor) relié à un générateur. L'énergie mécanique du vent est ainsi transformée en électricité. Les éoliennes sont généralement placées dans des zones dégagées et venteuses. On appelle « parc éolien » un site regroupant plusieurs éoliennes. (Figure 7).

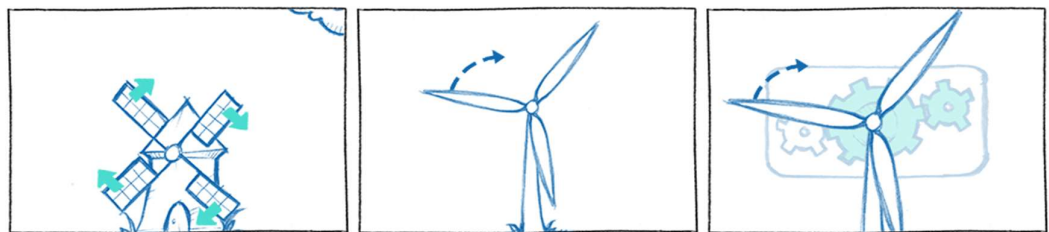


Figure1- 7: mode de fonctionnement des éoliennes

Source : Brian Clegg, 2018

#### **4.1.3. L'énergie hydraulique :**

##### **a. Les installations à accumulation (barrages) :**

Un barrage, c'est un mur construit dans la vallée d'une rivière. L'eau s'accumule derrière ce mur et forme un lac. Lorsque l'on veut produire de l'électricité, on ouvre une vanne (un gros robinet), et l'eau, qui s'écoule dans la conduite, entraîne la roue de la turbine. De cette

façon, on peut contrôler la quantité et le moment où l'on produit de l'électricité, ce qui est pratique.

En montagne, ces installations ont l'avantage de disposer de grandes chutes. Et, comme vous le savez, plus la différence de hauteur entre la surface du lac (l'endroit où se trouve l'eau) et les turbines est grande, plus la pression est élevée. (Figure 8).

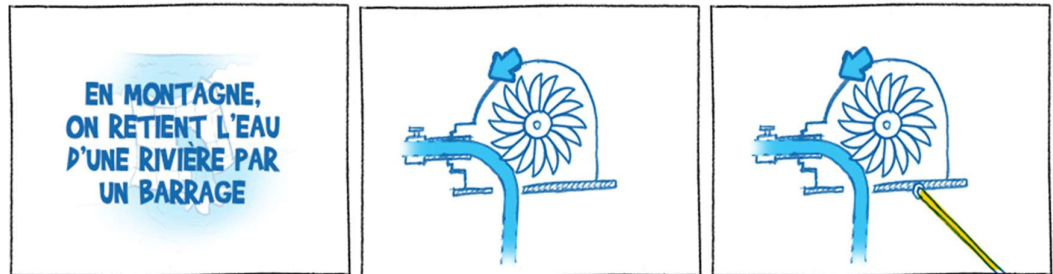


Figure1- 8: transformation du mouvement d'eau en électricité

Source : Brian Clegg,2018

#### **b. Les petites hydrauliques (au fil de l'eau) :**

Comme les moulins du passé, les petites centrales hydrauliques (moins de 10 mégawatts) se situent le long des rivières, à un endroit où la dénivellation est importante. L'installation "emprunte" de l'eau à la rivière en la faisant passer par une conduite pour l'amener jusqu'à une turbine qui va produire de l'électricité. Puis l'eau est rendue, intacte, à la rivière. (Figure 9).



Figure1- 9transformer le mouvement de l'eau en électricité

Source : Brian Clegg,2018

#### **4.1.4. L'énergie de la biomasse :**

Les différentes sortes de biomasse sont classées en deux familles : la biomasse sèche et la biomasse humide :



- a. **Le bois (biomasse sèche) :** Depuis que l'Humanité maîtrise le feu, elle utilise du bois pour se chauffer ou cuisiner. Aujourd'hui, la technique a évolué mais le principe reste le même : la biomasse sèche est brûlée dans des chaudières. On parle d'énergie-bois. Dans certains pays, comme en Tanzanie ou au Népal, elle couvre 80% des besoins en chauffage.
- b. **Le fumier (biomasse humide) :** Les excréments d'animaux mélangés à de la litière sont aussi une forme de biomasse. Tout comme les boues sanitaires, issues de nos toilettes ! Les gaz de fermentation qui se dégagent de ces matières sont utilisés pour se chauffer ou produire de l'électricité. On parle de biogaz.
- c. **Les plantes (biomasse humide) :** Les déchets végétaux qui forment le compost, comme les épluchures de cuisine ou les rebuts du jardinage, peuvent aussi servir à produire du biogaz. Il est même possible de produire de l'énergie à partir de la plupart de nos déchets biodégradables : les épluchures de cuisine (compost) et des jardins, les boues sanitaires (WC, douches), les déchets agricoles ou issus de l'industrie agroalimentaire... Certaines plantes peuvent être transformées en carburant pour faire tourner le moteur des véhicules, utilisé à la place (ou mélangé à) de l'essence. Par exemple, la betterave ou la canne à sucre, les graines de tournesol ou les cacahuètes, produisent des biocarburants.

#### 4.1.5. L'énergie géothermique :

Sais-tu qu'à environ 30 kilomètres sous tes pieds, il fait une température de 1'000 degrés ? L'origine de cette chaleur est double. Dans une petite mesure, elle vient du Soleil qui réchauffe la surface de la Terre. Mais c'est principalement le cœur de notre planète, le magma, qui est brûlant et chauffe la croûte terrestre. Le noyau de notre planète produit ainsi en permanence une quantité de chaleur inimaginable.

La preuve ? Dans les régions thermales, l'eau naturellement chaude issue des sources souterraines atteint jusqu'à 30°C, et parfois plus. Tu t'es même peut-être déjà baigné dans cette eau. Plus loin de chez nous, en cas d'éruption volcanique, le magma jaillit des profondeurs de la Terre. La lave, cette roche brûlante et liquide que crache le volcan, c'est du magma qui remonte à la surface.



Figure1- 10 Energie géothermie

Source : google image

#### 4.1.6. Energie marines :

Notre planète est en majeure partie recouverte d'eau : les mers et les océans représentent 70% de la surface du globe. Or, toute cette eau est loin d'être tranquille. La mer est traversée de mouvements puissants, dus aux vents, aux courants marins et à la marée. Et qui dit mouvement, dit énergie!

Le problème, c'est que la mer est une puissance difficile à maîtriser. De plus, son eau est salée, et le sel est très corrosif (il ronge les installations). C'est pourquoi, à ce jour, les énergies marines n'ont pas encore démontré tout leur potentiel. (Figure11)

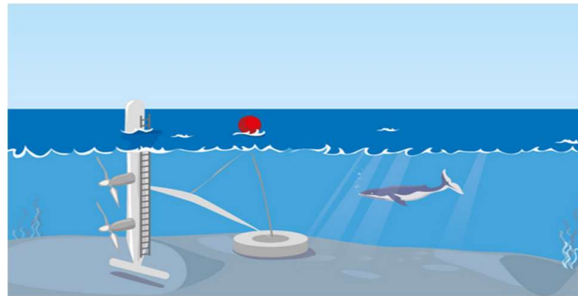


Figure1- 11 Energie marines

Source : Brian Clegg,2018

### 5. L'efficacité énergétique d'un bâtiment :

« L'efficacité énergétique est rapidement devenue l'un des grands enjeux de notre époque et les bâtiments en sont une des composantes majeures. Ils consomment plus d'énergie que tout autre secteur et contribuent donc dans une large mesure au changement climatique » (CEDER,2020)

Robillard (Guide vers un bâtiment durable : les équipements et solutions d'efficacité énergétique2011.) a défini l'efficacité énergétique et dit que c'est le rapport entre le service

délivré au sens large (performance, produit, énergie, confort, service) et l'énergie qui y a été consacrée. Aussi elle se définit comme la consommation en énergie moindre pour le même service rendu (De Béthencourt, Paris2013).

Cette terminologie est souvent plus largement utilisée pour désigner l'ensemble des technologies et pratiques qui permettent de diminuer la consommation d'énergie tout en conservant le même service final (« faire mieux avec moins »). L'efficacité énergétique d'un bâtiment est influencée par divers facteurs : orientation, forme, qualité de l'isolation thermique, choix des fenêtres, utilisation de protections solaires, etc. Pour limiter les besoins en chauffage et en climatisation, et par là même les rejets polluants dans l'atmosphère.

## **6. Bâtiments performants :**

Un concept de bâtiment performant est défini par un ensemble d'objectifs et de solutions techniques destinés à guider le concepteur. Ce dernier, en s'appuyant sur divers outils d'aide à la conception, associe des techniques, matériaux, structures et équipements de manière à atteindre au mieux les objectifs fixés. (Thiers, 2008)

Dans cette partie, nous mentionnerons les concepts de bâtiments performants qui sont se trouvent le plus souvent définis, ils sont alors associés à leurs objectifs ou à une méthode d'évaluation de leur niveau de performance. Leurs dénominations sont variées, chacune mettant l'accent sur une caractéristique majeure du bâtiment :

### **6.1. Le bâtiment à basse consommation ou « basse énergie » :**

Ce terme est généralement utilisé pour désigner des bâtiments dont des performances énergétiques sont supérieures à celles des bâtiments standards (LAUSTENS J., 2008,85p).

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. Ce concept ne comprend a priori aucun moyen de production local d'énergie, sans toutefois l'exclure.

### **6.2. Le bâtiment zéro énergie ou « zéro net » :**

Un bâtiment zéro énergie ou nette zéro énergie du bâtiment est un terme général appliqué à l'utilisation d'un bâtiment résidentiel ou commercial avec des besoins énergétiques considérablement réduits (consommation nulle d'énergie nette) et zéro émission de carbone par an.

Les principes de ce bâtiment consistent à réduire au maximum les besoins en chauffage, de refroidissement et d'électricité, grâce à une enveloppe et des équipements performants et économes dont les besoins en énergie sont satisfaits par des gains d'efficacité tels que l'utilisation des technologies renouvelables (panneaux photovoltaïques, une turbine de vent, ou un générateur de biogaz...). (TORCELLINI P., PLESS S., 2006, p.18).

### **6.3. Le bâtiment à énergie positive :**

Le bâtiment à énergie positive est un bâtiment dont le bilan énergétique global est positif (il dépasse le niveau zéro énergie), c'est-à-dire qu'il produit plus d'énergie (thermique ou électrique) qu'il consomme. L'énergie complémentaire peut être soit stockée afin d'être consommée ultérieurement, soit réinjectée au réseau de distribution d'électricité pour être revendue (TORCELLINI P., PLESS S., and D. CRAWLEY M., 2006, p.20).

### **6.4. Le bâtiment « passif » :**

Le bâtiment passif désigne un bâtiment garantissant un climat intérieur confortable aussi bien en été qu'en hiver sans recours aux systèmes de chauffage ou de refroidissements actifs ; c'est à dire les apports passifs solaires et internes et les systèmes de ventilation suffisent à maintenir une ambiance intérieure agréable toute l'année. (LAUSTENS J., 2008,66p)

Ce concept inclut également une réduction des besoins en électricité spécifique et éventuellement une production d'électricité à base de sources d'énergie renouvelables. En pratique, un petit système d'appoint est nécessaire au maintien du confort thermique durant les jours les plus froids.

### **6.5. Le bâtiment autonome :**

Un bâtiment est autonome lorsque sa fourniture énergétique ne dépend d'aucune ressource distante. Ainsi la totalité de l'énergie consommée par le bâtiment est produite sur place à partir de ressources locales. En pratique, le bilan net d'énergie de ce bâtiment est nul à tout instant. Un tel bâtiment se passe des avantages apportés par les réseaux d'approvisionnement (foisonnement, sécurité d'approvisionnement), ce qui impose l'usage de moyens de stockage d'énergie (batteries d'accumulateurs, inertie thermique etc.). Ce type de bâtiment est particulièrement adapté aux sites isolés ou insulaires car il évite les coûts de raccordement aux divers réseaux.

### **6.6. Le bâtiment bioclimatique :**

L'architecture bioclimatique est une manière de construire avec l'environnement. Le concept global est également appelé « architecture climatique » ou « architecture naturelle ».

Lorsque la prise en compte de l'environnement se fait aussi dans l'utilisation des matériaux, les émissions de gaz à effet de serre, la gestion de l'eau ou des déchets, ce type d'architecture est appelé « architecture écologique », « architecture durable », ou « architecture verte ». Si l'intégration dans l'environnement est plus spécifiquement axée sur l'utilisation des ressources énergétiques, et plus particulièrement du soleil, on parle du « architecture solaire », ou du « architecture passive », ces deux termes pouvant d'ailleurs être combinés. (LAUSTENS J., 2008,75p).

Le bâtiment bioclimatique tire parti du climat afin de rapprocher au maximum ses occupants des conditions de confort avec des températures agréables, une humidité contrôlée, un éclairage naturel, et permet de réduire les besoins énergétique (chauffage ou climatisation). Ce type d'architecture consiste à :

- Utiliser la chaleur de soleil pour chauffer en hiver (stratégie du chaud) : le concepteur prend en compte l'orientation, la disposition des pièces, le positionnement des ouvertures afin de profiter au maximum de l'énergie du rayonnement solaire.

- Garder la fraîcheur en été avec une bonne isolation, une protection solaire et une minimisation des apports. (Stratégie du froid) : le concepteur calcule et dispose des masques (avancées de toiture, brises soleils, végétation à feuilles caduques) qui viennent protéger les parties vitrées. Il étudie aussi les possibilités de ventilation naturelle afin de créer des circulations d'air frais dans les espaces intérieurs.

- Valoriser l'éclairage naturel (stratégie de l'éclairage naturel) : cette stratégie vise à mieux capter la lumière naturelle et faire la pénétrer, puis à mieux la répartir et la focaliser. Le concepteur veillera à contrôler la lumière pour éviter la gêne visuelle (éblouissement, fatigue).

La conception bioclimatique d'un bâtiment permet de satisfaire les quatre fonctions

Principales :

- Capter le rayonnement solaire.
- Stocker l'énergie ainsi captée.
- Distribuer la chaleur dans le bâtiment.
- Régulier la chaleur.

## **Conclusion :**

Les enjeux énergétiques et climatiques mondiaux nous rappellent l'urgence d'une utilisation raisonnée des ressources et la nécessaire mutation du secteur du bâtiment. Premier consommateur d'énergie et troisième émetteur de gaz à effet de serre dans le monde d'où cette urgence de s'inscrire dans une nouvelle vision, basée sur davantage de rationalisation dans la consommation énergétique dans le secteur de bâtiment. Par conséquent, l'augmentation de l'efficacité énergétique, l'intégration des énergies renouvelables et l'atténuation des impacts climatiques, par la réduction des émissions de gaz à effet de serre,

L'intérêt de notre recherche, est de passer d'un bâtiment « énergivore » à un bâtiment passif ou écologique, grâce à une éco-conception qui s'inspire à la base à des principes bioclimatiques, On s'appuie sur les principes suivants : (orientation, grandes ouvertures sur la façade Sud, la forme générale du bâtiment, hauteurs, ...etc.), pour une architecture évolutive qui intègre en premier lieu les énergies renouvelables tel que (photovoltaïque, éolienne ...etc.) Et qui utilise les nouvelles technologies et les systèmes performants pour assurer l'efficacité énergétique en second lieu.

---

*Chapitre 2 : Le centre de recherche des  
énergies renouvelables*

---

## **Introduction :**

L'homme a toujours voulu comprendre le monde et la société dans lesquels il vit, et depuis plusieurs siècles, la recherche scientifique a tenté de répondre à ce besoin. La science et la technologie ont provoqué des mutations profondes dans nos sociétés en changeant notre vision du monde et nos modes de vie, elles sont devenues des composantes essentielles de l'activité humaine dans les sociétés modernes.

La recherche scientifique correspond à un besoin de l'homme celui de connaître et de comprendre le monde, Le système de recherche scientifique en Algérie, a permis depuis 1999 la mise en place d'un large réseau national de laboratoire de recherche qui a mobilisé pas moins de 14700 chercheurs. (Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, 2020).

## **I. La recherche scientifique :**

### **I.1. Définition des concepts :**

#### **I.1.a. Recherche scientifique :**

Afin de définir cette notion on doit d'abord définir la recherche qui est définie par (Larousse 2007) comme un ensemble des activités et des travaux scientifiques auxquelles se livrent les chercheurs. Selon (Larousse 2007) La science est définie comme l'ensemble cohérent des connaissances relatives à certaines catégories de fait. D'objet ou de phénomène obéissent à des lois et vérifier par des méthodes expérimentales, On définit la science aussi comme l'ensemble des connaissances des lois de processus naturels et de distinction bien connue entre l'ambition d'être et l'ambition de faire. (Universalise 8.2020).

En combinant les deux définitions on obtient la définition de la recherche scientifique qui est : *« elle désigne au premier lieu l'ensemble des actions entreprises en vue de produire et de développer les connaissances scientifiques par extension métonymique, la recherche scientifique désigne également le cadre social, économique, industrielle et juridique de ces actions »*. (Techno.science.net)

Elle est définie aussi comme : « La recherche est un effort pour trouver quelque chose ou un effort de l'esprit vers la connaissance » (Jean Louis LAUBET Del Bayle, 2010, pp272).



## **I.2. Aperçu historique :**

(Louis Favre,1903) et (Morange Michel,2008) ont tenté de tracer les racines historiques de la recherche scientifique dès les premières civilisations jusqu'à nos jours :

La recherche scientifique est une opération très ancienne, elle est née avec l'être humain qui cherche toujours comment il peut vivre sur la terre pour comprendre le monde ou il vie. Sa recherche reste des longs siècles sans l'utilisation d'aucun moyen sauf leurs moyens personnels (les 5 sens).

D'après les deux livres cités auparavant, la recherche scientifique s'est développée de manière chronologique sur les époques suivantes :

### **I.2.a. Pendant L'Antiquité :**

Les égyptiens ayant une réflexion orientée vers les sciences appliquées, ils sont très intéressés par la chimie, l'astronomie, la planification, l'agriculture. Etc. Ils ont fondé la civilisation scientifique. Les grecs ont basé leurs recherches sur les résultats des recherches des égyptiens. Les chercheurs grecs sont intéressés eux aussi par : la géographie, la philosophie, mathématique, physique. ...etc., mais leurs résultats restent des lois.Enfin, Les romains ont utilisé les lois les menées par les grecs et les ont appliqués dans leurs domaines.

### **I.2.b. Civilisation musulmane :**

La civilisation Musulmane : Les musulmans ont utilisé les résultats et les lois des recherches des égyptiens, grecs et romains comme des bases et les ont développés par l'utilisation des essais et de l'observation comme outils de la recherche scientifique. La civilisation musulmane est considérée comme un point de liaison entre les civilisations anciennes (Egyptienne, Grec et romaine) et l'époque moderne.

### **I.2.c. L'époque de la renaissance 15 siècle ,16 siècle a - le 18 siècle :**

La précision de l'idée que la science peut et doit s'organiser en vue d'une maîtrise de la nature et de développement des nations. L'affirmation de l'intérêt économique et politique du progrès scientifique, et la nécessité pour les gouvernants de ne pas mésestimer la valeur de leur savant. La position des bases d'une recherche scientifique institutionnalisée, encadrée par une politique scientifique participant à l'organisation des travaux des savants pour mieux servir le progrès économique et militaire de la nation.

### **I.2.d. L'époque contemporaine 19 siècle jusqu'à nos jours :**

La recherche dans cette période se passe par deux étapes ; l'une est La profession de la recherche : accentuer par l'apparition des premiers chercheurs.

La seconde guerre mondiale a été le déclencheur de la conception de nombre des systèmes d'intégration de la recherche dans la stratégie de développement économiques de défense des Etats modernes.

### **I.3. Les auteurs de la recherche scientifique :**

En général, la recherche scientifique est effectuée par des chercheurs universitaires ou collégiaux, des spécialistes de la recherche ou des intervenants. Pour la réalisation de leurs travaux de recherche, ceux-ci sont parfois appuyés par d'autres personnes telles que des étudiants, des assistants, des techniciens ou d'autres chercheurs. Cela dit, la recherche scientifique se fait aussi en entreprise.

### **I.4. Les types de recherche scientifique :**

Dans cette section, nous présentons trois façons de regrouper la recherche scientifique, selon l'approche (le devis), selon la finalité et enfin selon le domaine d'application.

#### **I.4.a. La recherche scientifique Selon l'approche :**

Parmi les types de recherches scientifiques regroupés selon cette approche, il y a celle faisant la distinction entre la recherche quantitative et la recherche qualitative. Le choix de l'approche de recherche est essentiellement influencé par l'objectif de la recherche. Toutefois, la vision du monde du chercheur et sa vision du développement des connaissances influencent aussi ce choix. Il arrive donc parfois que des chercheurs utilisent un mélange de ces deux approches, que l'on appelle communément une approche mixte. On peut décrire l'approche quantitative, l'approche qualitative et les approches mixtes comme suit ; (Fortin, MF, 2010)

- L'approche quantitative.
- L'approche mixte.
- L'approche qualitative.

#### **I.4.b. Selon la finalité de la recherche :**

Dans ce deuxième type, la recherche est classée en deux parties :

- La recherche appliquée.
- La recherche fondamentale

#### **I.4.c. Selon le domaine d'application de la recherche :**

Il est possible de regrouper la recherche scientifique selon leur domaine d'application :

- Des sciences humaines et sociales, appuyées par le Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH),
- Des sciences naturelles et génie, appuyés par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG),
- De la santé, appuyée par les Instituts de recherche en santé (IRSC)

#### **I.4.d. Autre type de recherche :**

*Tableau 2-1: les différents types de recherche scientifique*

*Source : scribbr/differentes-methodes-de-recherche,2020*

1. La recherche fondamentale.	12. La recherche globale.
2. La recherche appliquée.	13. La recherche échantillonnée.
3. La recherche quantitative.	14. La recherche monographique.
4. La recherche qualitative.	15. La recherche descriptive.
5. La recherche synchronique	16. La recherche classificatrice.
6. La recherche diachronique.	17. La recherche explicative.
7. La recherche régional, national, mondiale.	18. La recherche compréhensive.
8. La recherche comparative.	19. La recherche disciplinaire
9. La recherche sur terrain.	20. La recherche interdisciplinaire
10. La recherche bibliothèque.	21. La recherche pluridisciplinaire
11. La recherche en laboratoire.	22. La recherche transi-disciplinaire

#### **I.5. L'importance et motivation pour faire la recherche scientifique :**

La recherche scientifique est un domaine très riche et une base essentielle de plusieurs domaines, elle est faite pour donner des solutions aux problèmes de la société, d'assurer une vie confortable, donner aux pays une importance internationale et d'assurer aussi un développement dans tous les domaines sur des bases scientifique.

Les résultats des recherches scientifiques peuvent contribuer à augmenter la qualité des services offerts aux personnes, tels que dans les domaines de la santé, de l'éducation et dans le développement de nouveaux produits de consommation.

Parmi les sujets d'actualité où la recherche scientifique joue un rôle primordial c'est la protection de la nature et de l'environnement, telque les recherches qui à la pollution des mers et des océans, aux changements climatiques et à la protection des espèces animales et végétales en voie de disparition.

### **I.6. Les objectifs de la recherche scientifique :**

L'objectif de la recherche scientifique et dénombrable, dans l'article de (Dr. SAMAI et Dr. CHOUBA,2015) citons les objectifs suivants

- Promouvoir la création et l'innovation et le développement de tous les domaines et dans toutes les spécialités.
- Stimuler le développement de l'économie pour assurer une vie social confortable.
- Inciter le partenariat entre les établissements de la recherche scientifique et les entreprises scientifiques
- Coopération internationale en matière de la recherche scientifique dans les domaines d'intérêts communs.

#### **En Algérie :**

La recherche scientifique en Algérie participe au développement du secteur de l'éducation, au développement de la production et à l'économie nationale, à l'amélioration du secteur du bâtiment et elle s'intéresse aussi à la revalorisation du patrimoine national.

### **I.7. Types des équipements de la recherche scientifique :**



Figure2-1 Types des équipements de la recherche scientifique

Source : auteur ,2020

## **II. Centre de recherche :**

### **II.1 Le centre de recherche :**

#### **II.1.a Définition :**

Le centre de recherche scientifique est une institution polyvalente caractérisé par la fonction de base qui est la recherche et le développement en plus de la fonction administrative et les annexes de détente. (Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique,2020)

#### **II.1.b Les centers des recherches on Algérie :**

- Centre de développement des énergies renouvelables (CEDER)
- Centre de recherche sur les médias scientifiques et techniques (CERIST)
- Centre de développement de technologies de pointe (CDTA)
- Centre de recherche scientifique et technique en soudage et contrôle (SRTI)
- Centre de recherche en analyse physico-chimique (CRAC)
- Centre de recherche scientifique et technique pour le développement de la langue arabe (CRSTDLA)
- Centre de recherche en économie appliquée pour le développement (CREAD).
- Centre de recherche en anthropologie sociale et culturelle (CRASC).
- Centre de recherche scientifique et technique sur les zones arides (CRSTRA).
- Centre de recherche en biotechnologie (CRBT).
- Centre de recherche en technologie des semi-conducteurs.
- Centre de recherche en sciences et civilisations islamiques à Laghouat.
- Centre de recherche sur la langue et la culture amazighes.
- Centre de recherche en technologies de la nutrition agricole.
- Centre de recherche sur l'agriculture pastorale.

#### **II.1.c Classification des centres des recherches :**

- **Les centres de recherches internationaux :** ils regroupent plusieurs pays.
- **Les centres de recherches nationaux :** un seul centre spécialisé dans le pays entier
- **Les centres de recherches régionaux :** ex : (est, ouest, center,)

### **II.2 Centre de recherche en Energie renouvelable :**

#### **II.2.a Critère de choix :**

Parmi les critères qui sont à l'origine du choix du centre de recherche en énergie renouvelable comme axe de recherche, on a :

- Les énergies renouvelables sont le sujet de jour en Algérie.
- Une grande pollution de l'environnement causée en grande partie par les Energies épuisables.
- Encourager et expliquer à travers ce choix les avantages de l'utilisation des énergies renouvelables comme une alternative aux énergies fossiles en Algérie.

## II.2.b Définitions :

Le centre de recherche en énergie renouvelable est un espace qui s'engage à la recherche, l'expérimentation sur les énergies propres, Il s'intéresse également à l'amélioration du cadre réglementaire et à développer les politiques favorables pour l'énergie renouvelable qui a leur tour soutiendra la croissance de l'industrie dans ce domaine. (CDER.MOUAZIZ Manal Khawla.2017).

Le CDER, assure jusqu'à aujourd'hui la continuité des activités scientifiques dans le domaine des Energies Renouvelables. Néanmoins, cette entité a subi plusieurs changements de statuts et de tutelle. Sommairement, Elle a suivi l'évolution ci -après :

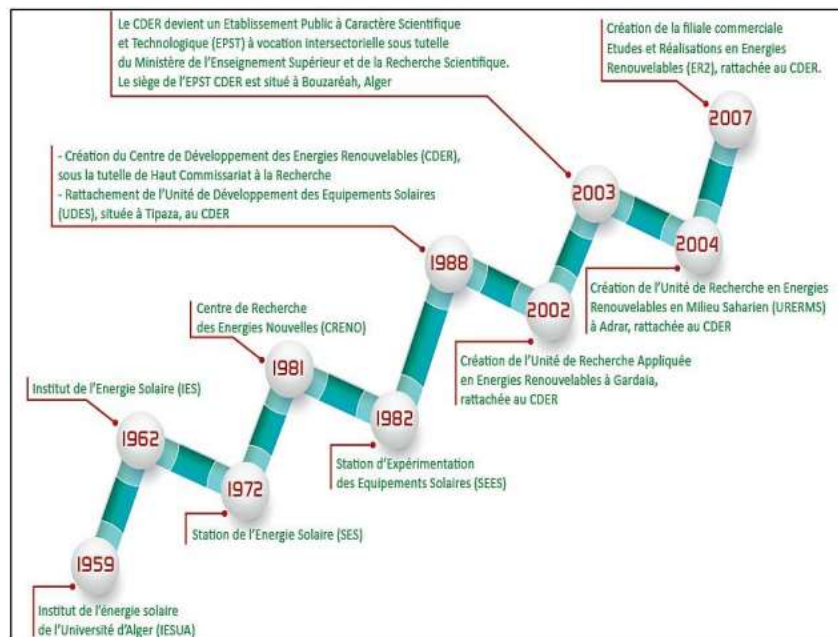


Figure2-2:l'évolution du CDER

Source : Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique Publication du Centre de Développement des Energies Renouvelables, EISSN/ISSN 1112-3850

### **II.2.c Les unités de recherche dans le CDER en générale (national et international) :**

- Énergie éolienne.
- L'énergie solaire thermique.
- L'énergie solaire photovoltaïque.
- Biomasse Energie.
- Énergétique dans les bâtiments.
- Réseau d'intégration des énergies renouvelables

### **II.2.d Les unités de recherche dans le CDER en Algérie :**

Le CDER, grâce à ses chercheurs du siège, de ses trois unités de recherche : (Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique,2020)

- Unité de Développement des Equipements Solaires (UDES),
- Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables (URAER),
- Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien

### **II.2.e Le rôle du CDER :**

Le CDER en tant que pôle scientifique participe activement dans le programme national de recherche et du développement technologique défini par la loi d'orientation et de programme à projection quinquennale sur la recherche scientifique et le développement technologique.

Les projets nationaux retenus dans ce programme sont orientés sur des priorités économiques et sociétales pour répondre aux principaux besoins stratégiques de développement économique (Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique,2020).

### **II.2.f Domaines d'intervention :**

- Montage de projets pilotes de Recherche et de Développement dans le domaine des Energies Renouvelables
- Certification, normalisation et standardisation des équipements de conversion des Energies Renouvelables
- Expertises et le consulting en Energies Renouvelables

- Formation spécialisée ou à la carte dans le domaine des Energies Renouvelables
- Formation doctorale dans le cadre du LMD

### III. Analyses des exemples :

Afin de mieux connaître l’organisation spatiale et fonctionnelle de notre projet afin de cerner les exigences et les éléments auxquels il doit répondre ce type d’installations, on va faire une analyse détaillée sur quelques exemples qui offrent des visions complètes de ce type de projet :

#### III.1 Exemple1 : National renewable Energy laboratories



##### a. Critères de choix : ce premier choix est justifié par :

- Aspect formel du projet
- La diversité et la disponibilité du programme
- Les domaines et les disciplines qu’il renferme.
- Les techniques révolutionnaires utilisées dans ce projet en confort et en production d’Energie.

##### b. Fiche technique :

Tableau 2-2 fiche technique du NREL

Source : auteur,2020

 <p style="text-align: center;"><i>Figure2- 3 : logo du projet</i></p> <p style="text-align: center;"><small>Source : (“National Renewable Energy Laboratory (NREL) Home Page   NREL,” n.d.)</small></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figure2-4 : NREL Australie</i></p> <p style="text-align: center;"><small>Source : (“National Renewable Energy Laboratory (NREL) Home Page   NREL,” n.d.)</small></p>
<p>Architecte</p>	<p>S Smith Group JJRroupJJR</p>



Lieu	Golden ; Australie
Surface	18250 m carré
Année d'inauguration	2012

**Composition du projet :**

- 14 laboratoires avec une capacité de 30 chercheurs par laboratoire.
- Une chambre Contrôle de la haute technologie
- Des plates-formes de test dans l'air ouvert.
- Immeuble de bureaux.
- Centre de données et base de données Haute performance.

**c. Situation :**

Le projet situé à Golden, Colorado aux États-Unis, il est connu comme le principal laboratoire national du département de l'Énergie des États-Unis.



Figure2- 5: situation géographique du NREL

Source : Google earth, auteur, 2020



Figure2- 6: situation du NERL

Source : Google earth, auteur, 2020

- Environnement immédiat :
- Le projet implanté dans un terrain éclaté
- Le terrain comprend plusieurs unités et fonctions
- Le projet est accessible par 2 accès principal (East and South gate)
- Manque des espaces vert et végétation

**d. Accessibilité :**

- Le ESIF a deux accès à travers 2 accès qui donnent sur des rues secondaires
- On remarque le manque des parkings (un constat développé à partir des vues aériennes)

**e. Energy Systems Integration Facility (Esif):**

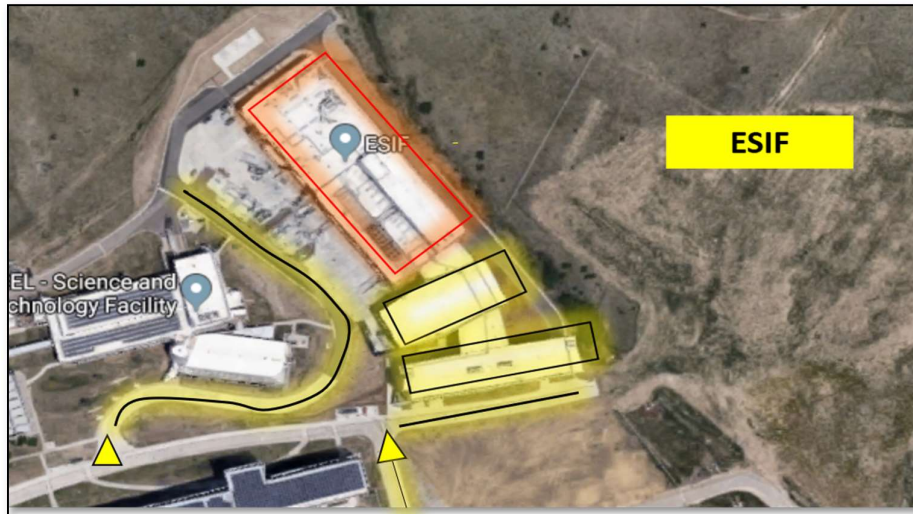


Figure2- 7: accessibilité du projet

Source : Google earth

Le bâtiment se compose de 3 unités de la forme du deux rectangulaire parallèle et une salle de commande haute baie qui suit la forme du terrain, toutes les unités sont liées par des passages.

#### f. Zoning :

La relation entre ces espaces assurés par des passages pour faciliter la communication entre les différents fonctions

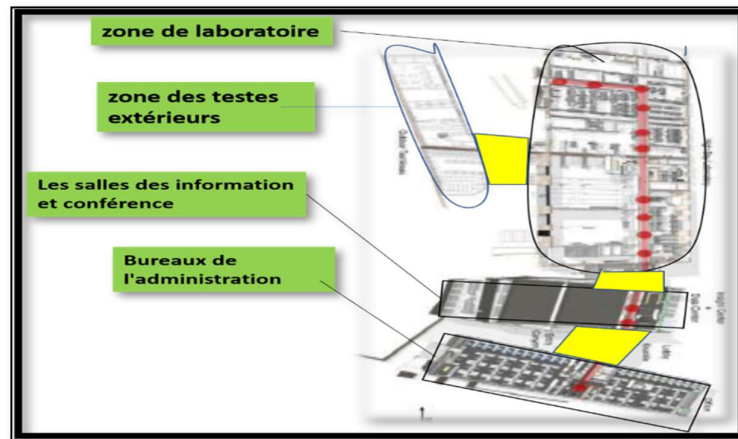


Figure2- 8: Zoning de NREL

Source : ("National Renewable Energy Laboratory (NREL) Home Page | NREL," n.d.)

#### Synthèse :

Chaque grande fonction est groupée dans un volume bien déterminé, liée aux autres fonctions par des articulations sous formes de passage sur tous les niveaux du bâtiment.



g. Hiérarchisation spatiale :



Figure2- 9: cette figure montre les différents espaces et leur hiérarchisation

Source : ("National Renewable Energy Laboratory (NREL) Home Page | NREL," n.d.)

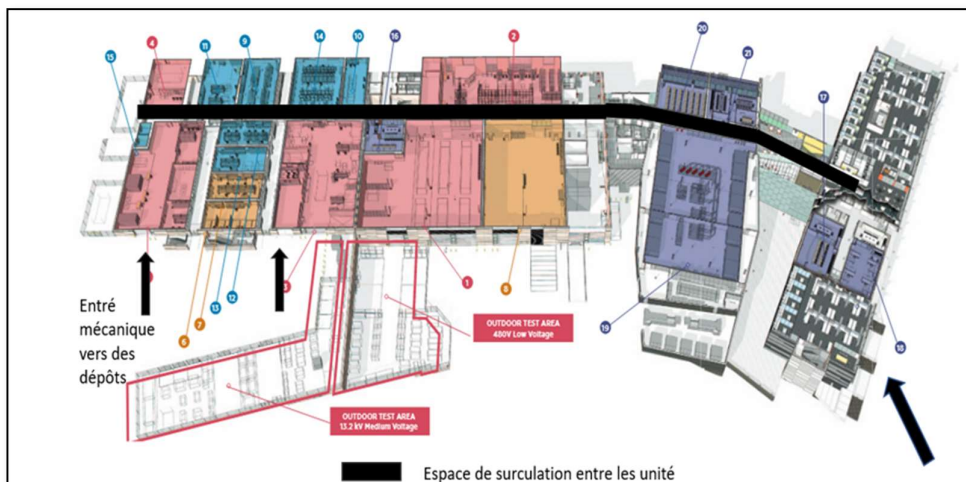


Figure2- 10: montre la circulation intérieure entre les différents espaces

Source : ("National Renewable Energy Laboratory (NREL) Home Page | NREL," n.d.)

**Synthèse :** Les espaces de chaque grande fonction (laboratoire) sont juxtaposés afin de faciliter la communication entre eux, La connexion entre l'administration et les laboratoires est assurée par des passerelles couvertes, Une séparation logique entre les différentes entrées mécaniques et piétonnes.

**h. Techniques spécifique utilisées dans le projet :**

La figure suivante nous montrons l'une des solutions utilisées pour gérer la circulation d'air dans le bâtiment.

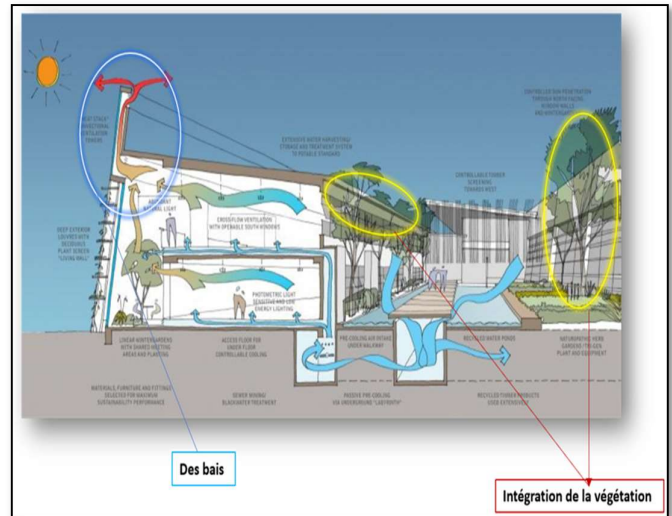


Figure2- 11: circulation d'aire dans le bâtiment de l'extérieur vers intérieur

Source : ("National Renewable Energy Laboratory (NREL) Home Page | NREL," 2020.)

**Synthèse :**

- Méthode Chauffage et refroidissement dans les bâtiments par l'utilisation des fenêtres au-dessus du bâtiment permettent une ventilation naturelle et agréable.
- Une ventilation naturelle qui optimise la consommation d'énergie.
- Intégration de la végétation pour améliorer la qualité de l'Aire.

**i. Le system production d'Énergie solaire et l'aération :**

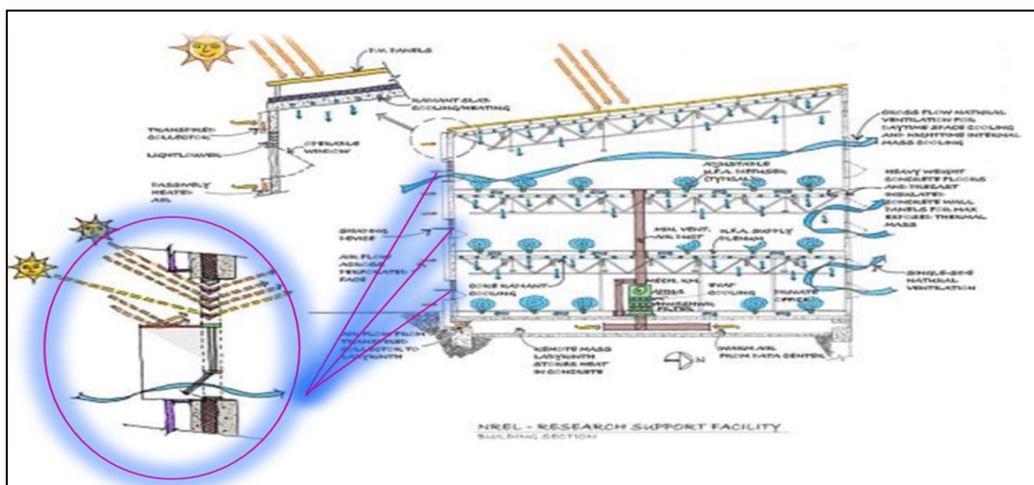


Figure 2- 12:schéma explicatif des différent techniques utilisées

Source :("National Renewable Energy Laboratory (NREL) Home Page | NREL," n.d.)

**Synthèse :**

- Utilisation de la toiture inclinée qui permette de profiter d'une grande partie du rayonnement solaire.
- L'utilisation des brise soleils fixés au niveau des façades, ils jouent un double rôle en créant une protection des rayons du soleil néfastes et en produisant en même temps de l'énergie solaire.
- Utiliser les grandes baies pour assurer une bonne ventilation naturelle des espaces intérieurs.

**III.2 Exemple 2 : Le Centre national des énergies renouvelables (CENER)**

Tableau 2-3: fiche technique du CENER

Source : auteur,2020

 <p>Figure 2- 13 : Logo du CENER</p> <p>Source : cener. Renouvelabe,2002</p>	 <p>Figure 2- 14 : Le Centre national des énergies renouvelables</p> <p>Source : cener. Renouvelabe,2002</p>
<p><b>Lieu</b></p>	<p>Av. Ciudad de la Innovación, 7, 31621 Sarriguren, Navarra, Espagne</p>
<p><b>Surface</b></p>	<p>15000 m carré</p>
<p><b>Année de construction</b></p>	<p>2002</p>

**a. Critères de choix**

- Hiérarchisation des espaces.
- La disponibilité et la clarté du programme.
- La composition formelle géométrie.
- La technique utilisée dans l'orientation et l'intégration des cellules photovoltaïques.

### b. Présentation

Le Centre national des énergies renouvelables (CENER) est un centre technologique spécialisé dans la recherche appliquée et le développement et la promotion des énergies renouvelables.

Il a commencé son activité en 2002 sous la direction du conseil d'administration composé par le Ministère de l'Industrie, le Ministère de la Science et innovation, le CIEMAT (Centre de Recherche pour l'Energie, environnement et Technologie), Il fournit actuellement des services et il effectue des travaux dans 6 six domaines de recherche sur les énergies renouvelables :

- Énergie éolienne
- L'énergie solaire thermique
- L'énergie solaire photovoltaïque
- Biomasse Energie
- Énergétique dans les bâtiments
- Réseau d'intégration des énergies renouvelables

### c. Situation :

Le projet situé à Sarriguren (Navarre / Espagne), au le nord-est de la ville, pas loin du centre-ville sur une distance de 8km. (Figure13).

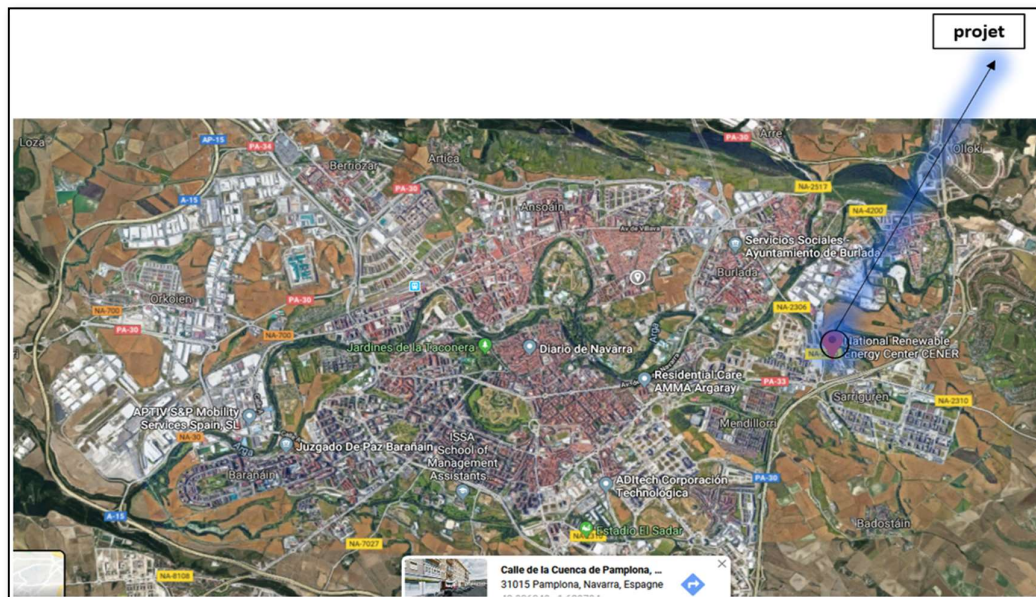


Figure 2- 15: situation de CENER

Source : Google Earth auteur, 2020







- Les fléchés en noire nous montrent les accès principaux du bâtiment
- Il y'a un élément qui connecte le parking avec le bâtiment (en bleu)
- La présence des espaces verts qui améliorent la qualité de l'air et du confort.
- La présence d'un seul accès mécanique pour véhicule

**Synthèse :**

- Le projet est situé dans un terrain éclaté, à la périphérie de la ville.
- L'environnement du projet ne présent aucun obstacle pour le facteur soleil et vent (tous les bâtiments sont à une distance au projet).
- Le projet entouré par des rues principales et une poche vide.
- Le projet est accessible à travers une rue fait partie d'une grande rue.

**f. Composition Volumétrique et volume :**

- Implanté dans un terrain éclaté
- Il se compose de deux unités principales : unité administrative et l'autre diffusé au 4 blocs composés du laboratoire, des ateliers, des bureaux ..., liées avec des passages
- Les 4 blocs sont orientés vers le sud pour profiter de l'énergie solaire
- Le bâtiment est entouré par la végétation pour des raisons de confort
- Une composition géométrique basé sur un axe de développement qui nous forme le projet

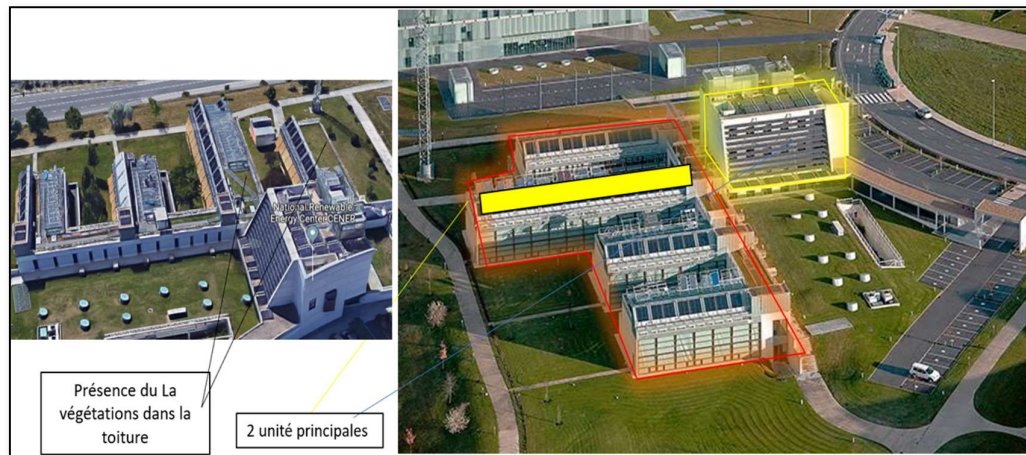


Figure 2- 18:composition volumétrique CENER

Source : Google Earth

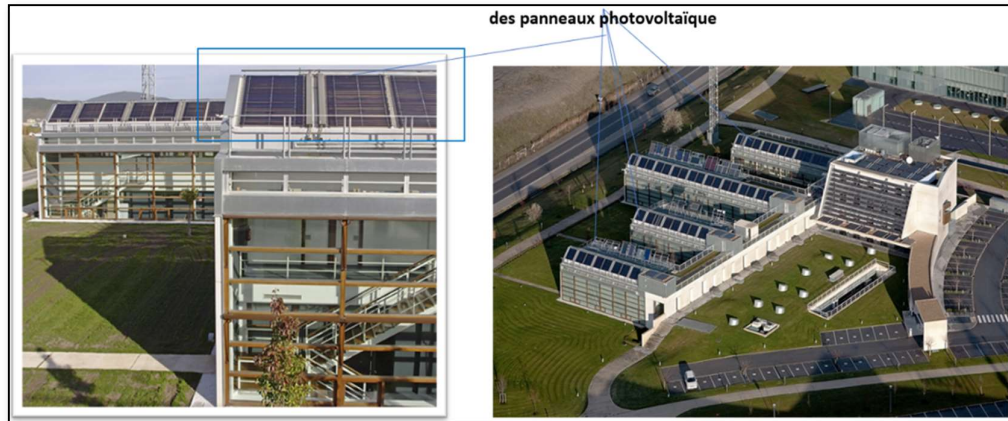


Figure 2- 19: volumétrie CENER

Source : Google Earth auteur,2020

### Dimensionnement de volume (figure 20)

- La hauteur du cube 20m
- La hauteur des blocks 11 m
- Le cube dans ce cas présent un obstacle solaire sur le block 1 pour telle heurs dans le jour
- L'espace entre le volume et l'autre est suffisant pour éviter ombrage du soleil sur les autres blocks.

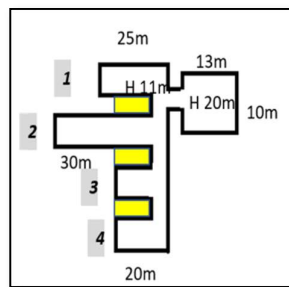


Figure 2- 20: schéma de la volumétrie

Source : auteur,2020

### Synthèse :

- L'installation des panneaux photovoltaïques inclinés/orientés dans la toiture.
- L'orientation et l'installation des panneaux photovoltaïques sont très importantes pour profiter de l'énergie solaire.

Cette position des panneaux nous guide dans l'orientation du bâtiment lui-même

### **g. Les techniques utilisées dans les façades :**



Figure 2- 21: la façade du l'administration

Source : auteur,2020

### Synthèse :

- On peut gagner de la surface de la façade exposé au rayonnement solaire pour créer des cellules de production d'Énergie solaire.
- Inséré des panneaux photovoltaïques sur les brises soleils pour se protéger des rayons solaires et pour produire de l'énergie En même temps.
- L'utilisation de la transparence comme une technique d'éclairage.
- L'utilisation des vitres équipées par des capteurs de rayonnement solaire (Figure 2-22).



Figure2- 22: façade du bloc administratif

Source : cener. renouvelabe,2002

**h. Programme :**

Le CENER comporte 6 départements :

- Département d'énergie éolienne.
- Département d'énergie solaire photovoltaïque.
- Département d'énergie solaire thermique.
- Département d'énergie biomasse.
- Département d'énergie dans le bâtiment.
- Département Intégration au réseau des énergies renouvelables

**III.3 Exemple 3 : CENTRE DE RECHERCHE CALLA LILY  
L'UNIVERSITE DE WUHAN.**

Tableau 2- 4: fiche technique de Wuhan center

Source : auteur,2020



Figure 2- 23 : Wuhan center

Source: Wuhan Energy Centre by Grontmij and Soeters Van Eldonk Architects – aasarchitecture, 2013



Figure 2- 24 : wuhan center

Source : Wuhan Energy Centre by Grontmij and Soeters Van Eldonk Architects – aasarchitecture, 2013

<b>Situation</b>	Chine
<b>Architecte</b>	Soeters Van Eldonk.
<b>Surface</b>	80.000 m <sup>2</sup>
<b>Année de construction</b>	2013
<b>Capacité d'accueil</b>	2000 étudiants et chercheurs

**a. Présentation :**

Le Centre de l'énergie Wuhan est un institut de recherche dans le domaine des nouvelles sources d'énergie et de la durabilité, C'est le bâtiment le plus économe en énergie dans le monde avec zéro émission, aidant à atteindre la ville de Wuhan l'objectif de devenir la ville la



plus durable en Chine, même si ses 9 millions d’habitants.(“Wuhan Energy Centre by Grontmij and Soeters Van Eldonk Architects – aasarchitecture,” n.d.)

**b. Situation :**

Situé à Wuhan –chine qui est une nouvelle ville dans la chine dans une zone urbain.



Figure 2- 25: situation de Wuhan center par rapport à la ville

Source : Google earth auteur 2020

**c. Plan de mass :**

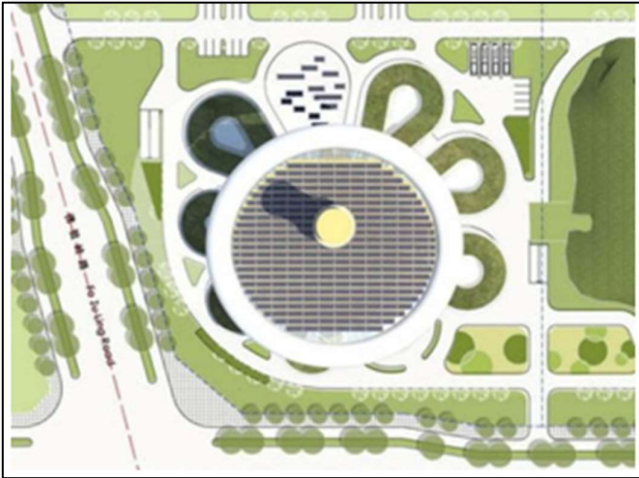


Figure 2- 26:plan de mass

Source: Wuhan Energy Centre by Grontmij and Soeters Van Eldonk Architects – aasarchitecture,” 2013

- Une tour de grande hauteur est polyvalente, la fonction principale est le bureau et recherche.
- Les laboratoires sont en forme de feuilles qui sont tout autour du bâtiment principal et reliés avec des ponts.
- Une densité élevée des espaces verts qui donne un aspect écologique.

**d. Volume :**

Le bâtiment a une conception qui est inspirée par la « fleur de calla » avec sa tour de 140 mètres, qui accueillera les bureaux. Et une grande toiture inclinée.

Les laboratoires entourés en forme de feuille, profitant de l'ombre générée par la tour elle-même pour protéger les étés chauds chinois



Figure 2-27 : volumétrie du wuhan center

Source: Wuhan Energy Centre by Grontmij and Soeters Van Eldonk Architects – aasarchitecture, 2013

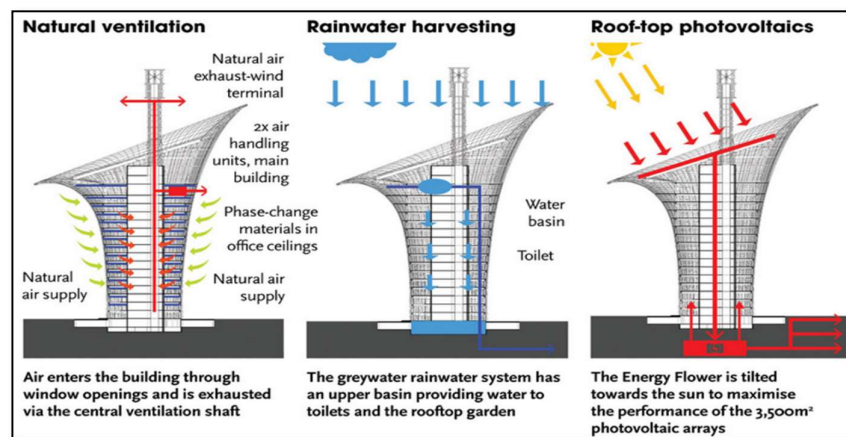


Figure 2-28: différentes techniques utilisées pour le captage solaire et refroidissement, ventilation

Source : (*Wuhan Energy Centre by Grontmij and Soeters Van Eldonk Architects – aasarchitecture,* 2013)

**Synthèse :**

- Une conception inspirée de la fleur
- Une toiture inclinée permettant d'installer les cellules photovoltaïques.
- Utilisation d'un système de recyclage de le pluvial minimise les besoins d'eau en bénéficions de la forme de toiture.

**e. La Façade du projet :**

Le toit de la fleur est recouvert d'un grand nombre de panneaux solaires pour générer de l'énergie, tandis que le pistil de la fleur est constitué d'éoliennes verticales capables de générer et de produire de l'énergie éolienne.

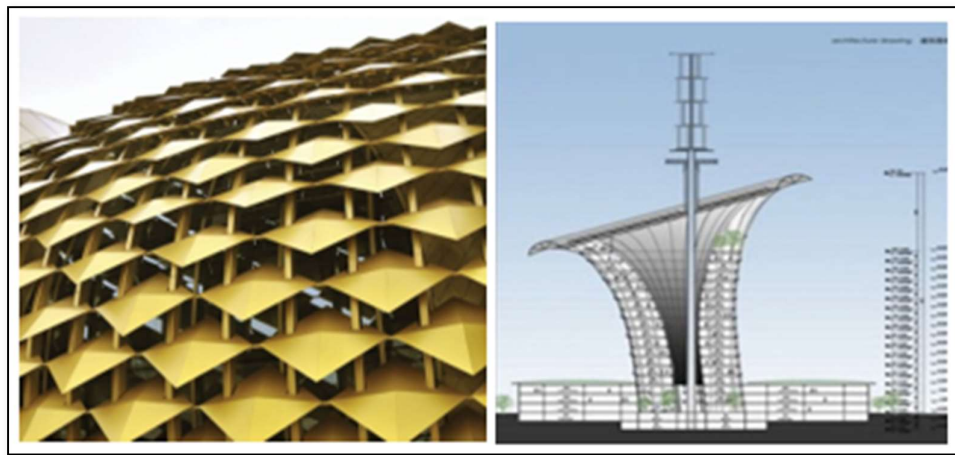


Figure 2- 29: la technique de la façade

Source :(*“Wuhan Energy Centre by Grontmij and Soeters Van Eldonk Architects – aasarchitecture,”* 2013)

**Synthèse :**

Les Matériaux utilisé dans la façade sont : le Verre + acières.

Ils ont utilisé la technique du l'architecture cinématique pour l'installation des panneaux solaire dans la façade. C'est une technique qui permettre de faire des mouvements des panneaux pour suivre les rayonnements solaires.

**f. Programme et organisation spatial :**

Ce projet fourni plusieurs activité et fonctions qui sont :

- Centre de recherche sur les réseaux intelligents
- Recherche sur l'énergie éolienne



- Recherche sur l'énergie solaire
- Centre de récupération d'énergie
- Recherche sur la biomasse
- Centre énergie wuhankaidi

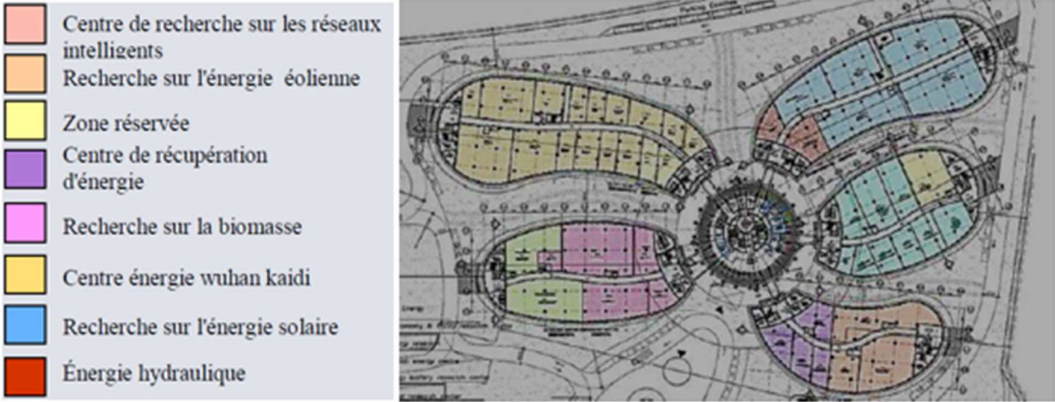


Figure 2- 30: plan du wuhan center

Source : "Wuhan Energy Centre by Grontmij and Soeters Van Eldonk Architects – aasarchitecture," 2013)

**g. Organisation fonctionnelle :**

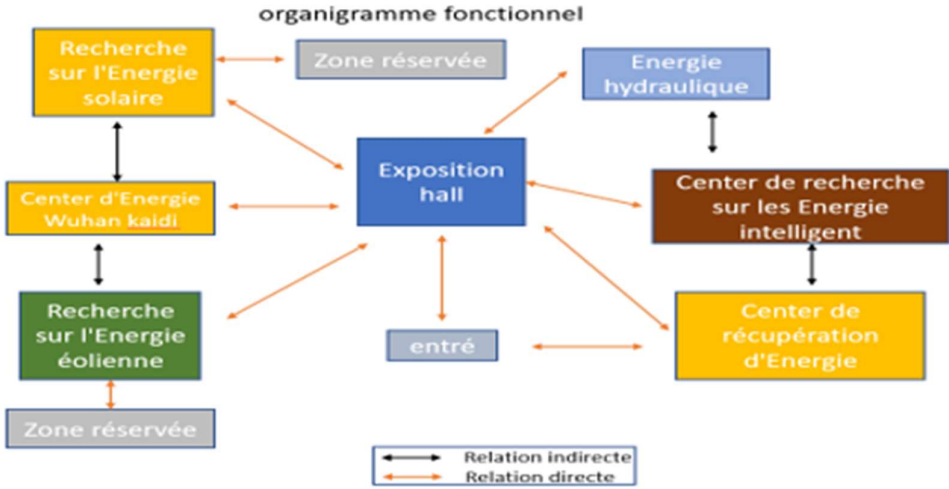


Figure 2- 31:organization fonctionnelle.

Source : (Wuhan Energy Centre by Grontmij and Soeters Van Eldonk Architects – aasarchitecture,2013.)



**h. Programme spatial :**

<u>Fonction</u>	<u>Espace</u>
Accueil	Hall d'accueil
Administration	-Direction (bureaux) -Locaux des gestions -Conférence et exposition
Recherche	-Laboratoire de recherche sur l'énergie solaire -Laboratoire de recherche sur l'énergie éolienne Laboratoire de - recherche sur l'énergie hydraulique -Laboratoire de recherche sur la biomasse Centre de recherche sur les réseaux intelligents -Centre énergie wuhan kaidi Centre de récupération d'énergie -Champ pour eolienne.
Culture	-Une salle de conférence. -Salle de réunion. -Exposition
Service	-Restaurant

Figure 2- 32: programme spatial du Wuhan center

Source : (Wuhan Energy Centre by Grontmij and Soeters Van Eldonk Architects – aasarchitecture,2013.)

**Synthèse générale des exemples :**

Les critères qu'on a pu retenir après cette analyse des exemples lié au thème et au notre projet sont comme suit :

**Emplacement du site (terrain) :**

Le projet doit être implanté à :

- Un endroit dégagé du milieu urbain (aux périphéries du la ville).
- Un site proche dès l'Universités.
- Une visibilité appréciable et une bonne accessibilité au cite.
- Un site qui présent aucun obstacle pour profiter des vents et du rayonnement solaire.
- Un terrain éclaté pour l'exploitation de l'énergie éolienne.

**L'accessibilité au projet :**

- Il faut que les accès soient faciles et apparents.

- Il faut assurer une certaine servitude pour bien protéger le projet par rapport à la route.
- Un accès mécanique et autre piéton est obligatoire avec un passage de stationnement pour les visiteurs universitaire.

**La forme, conception et l'architecture :**

- Il faut assurer une forme qui permettant de maximum gaine d'Energie solaire.
- Utilisé des techniques innovées dans l'architecture (kinétique architecture).
- Utilisation des matériaux écologiques et modernes.
- Maitrisé l'orientation et le positionnement des volumes formant le projet.
- La séparation des fonctions (recherche, administration, exposition)
- Intégré les cellules photovoltaïques pour produire de l'Energie à partir des surfaces exposées du projet

**Synthèse fonctionnelle, spatiale :**

Le centre de recherche doit avoir déférent fonction et espaces nécessite une administration qui permette d'organiser et géré les travaux et les chercheurs, les locaux de recherche sont des laboratoires des espaces d'exposition et des champs d'essayer, et des espaces culturels disant la conférence la grande bibliothèque

**Les techniques et solution :**

- L'intégration des cellules photovoltaïque dans la conception pour produire de l'Energie
- Utilisé des technologies avancées dans la façade qui permettre de produire et protection de l'enveloppe du bâtiment (architecture kinétique)
- L'inclination et l'orientation dans la façade et la toiture par rapport au rayonnement solaire offrir un gain plus élevé dans la production d'Energie.
- Profitez des déférents facteur naturels, vent, soleil, dans le but d'améliorer le confort intérieur et de minimiser la consommation énergétique.

**Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents concepts relatifs à notre thème de recherche , en exposant les différents types des centres de recherches , leurs rôles et leurs classification à travers une analyses détaillée de trois exemples , dans le but de recollecter un

maximum d'information sur les techniques et technologies utilisées dans ces bâtiments et d'avoir une idée claire sur l'organisation spatiale et fonctionnelle des espaces intérieurs, les données regroupées durant cette analyses nous permettra de mieux entamer la phase suivante de conception.

---

## *Chapitre 3 : approche conceptuelle*

---

## Introduction :

Dans ce chapitre on va faire en premier lieu une présentation géographique et climatique de la wilaya de Tébessa, suivie par une analyse détaillée du terrain d'étude en second lieu, ces deux phases seront complétées par la présentation du programme de ce projet.

La dernière partie de ce chapitre sera la plus importante, puisque on va entamer la phase du passage à l'esquisse.

### 1. Présentation de la ville de Tébessa :

Tébessa est une ville algérienne, située dans la daïra de Tébessa et la wilaya de Tébessa (Figure3-1,3-2). La ville s'étend sur 184 km<sup>2</sup> et compte 196 537 habitants depuis le dernier recensement de la population fait par le O.N.S (Office National des Statistiques).

La densité de population est de 1 068,1 habitants par km<sup>2</sup> sur la ville. Tébessa Entourée par les communes de BEKKARIA, BOULHAF DIR et BIR MOKADAM, est située à 960 mètres d'altitude, la ville de Tébessa a pour coordonnées géographiques : (ZAKARIA.2017)

Latitude : 35° 24' 19" NORD, Longitude : 8° 6' 59" EST. (ZAKARIA.2017)

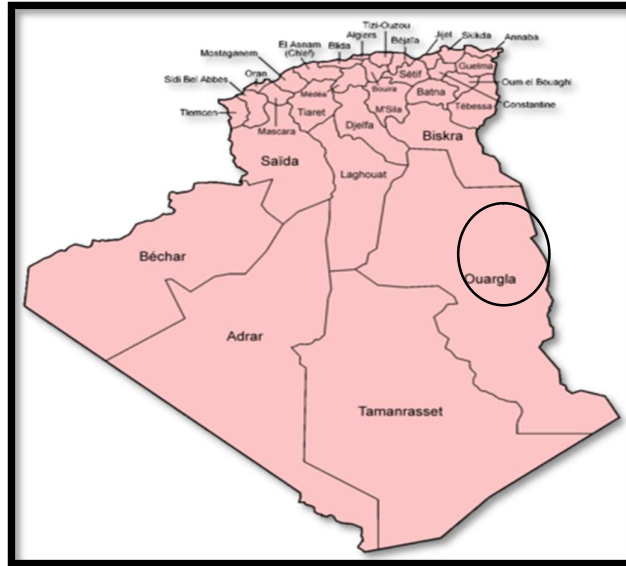


Figure 3- 1:situation géographique de la wilaya de Tébessa

Source : (Monographie de la wilaya de TEBESSA,2020.)

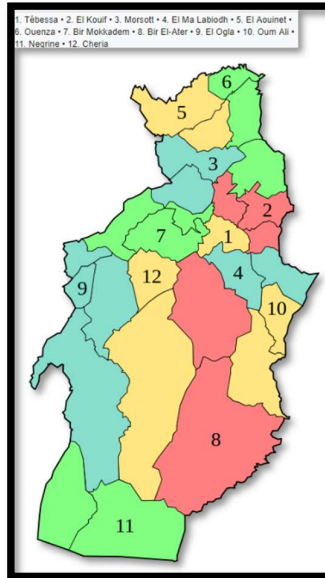


Figure 3-2: structuration administrative de la wilaya de Tébessa

Source : (Monographie de la wilaya de TEBESSA,2020)

## 2. Le climat de la wilaya de Tébessa :

La wilaya de Tébessa est une zone de transition météorologique, elle se distingue par quatre étages bioclimatiques. (Présentation de la wilaya,2020.)

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

### 2.1. La température :

Le tableau suivant se basant sur les données de la station météorologique de Tébessa, sur un intervalle de 10 ans (2007-2017)

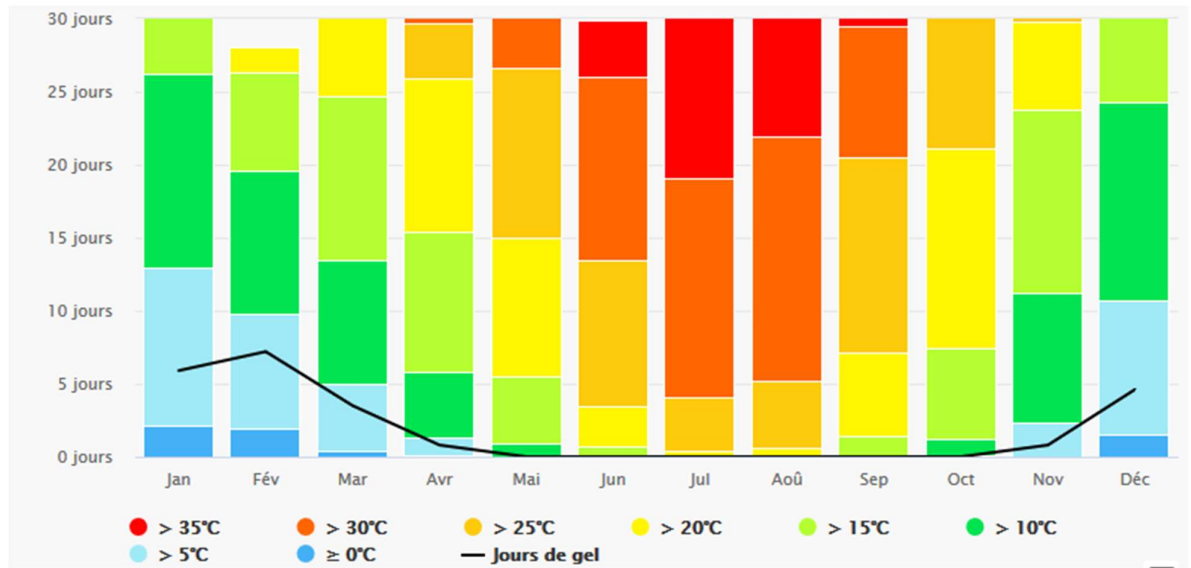


Figure3-s: la température à région de Tébessa

Source : (Climat Tébessa,2020.)

D’après les données du tableau ci-dessus on peut dire que la température varie entre 28<sup>0</sup>C à 43<sup>0</sup>C en été et de (-4<sup>0</sup>C) à 12<sup>0</sup>C en hiver.

La figure suivante présente le diagramme solaire de la région de Tébessa

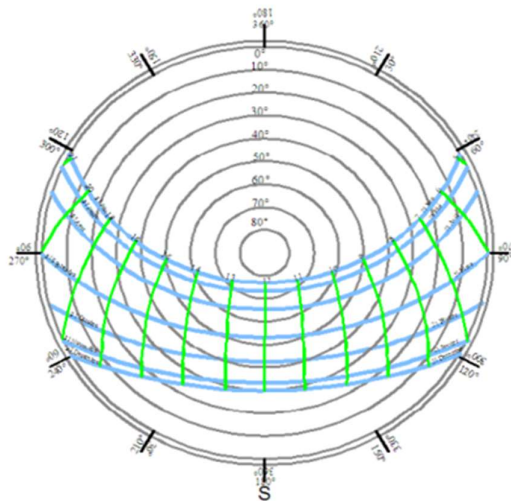


Figure3- 3: le diagramme solaire de la région de Tébessa

Source : (auteur, 2020)

## 2.2. Les vents :

Les vents froids ou les vents dominants proviennent du côté nord et nord-ouest du pays, sur une durée de 9 à 8 mois, tandis que les vents chauds ou le sirocco proviennent du côté sud de la région, ces derniers pouvant durer plusieurs jours (une moyenne).

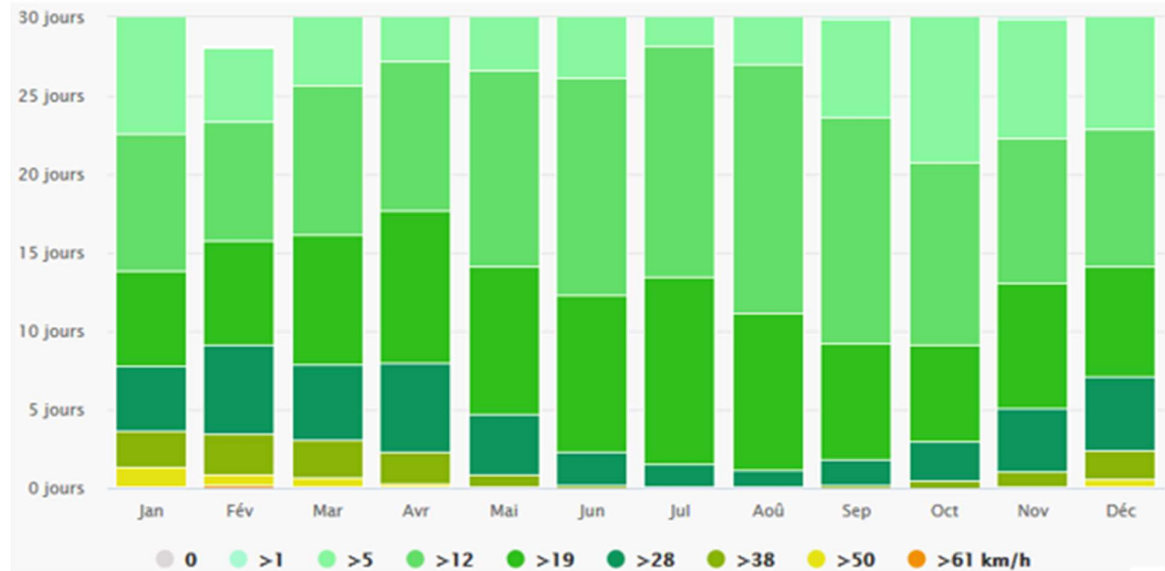


Figure3- 4: diagramme du Vitesse du vent région de Tébessa

Source :(Climat Tébessa,2020.)

- La rose des vents (Fuguer 3-5)

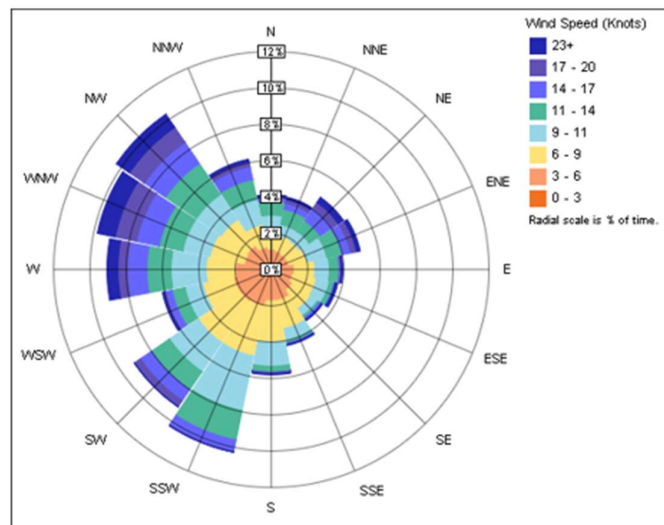


Figure3- 5: la rose des vents

Source : (Climat Tébessa,2020.)

### 2.3. Les précipitations

La figure suivante montre Le diagramme de la précipitation pour Tébessa indique depuis combien de jours par mois, une certaine quantité de précipitations est atteinte.



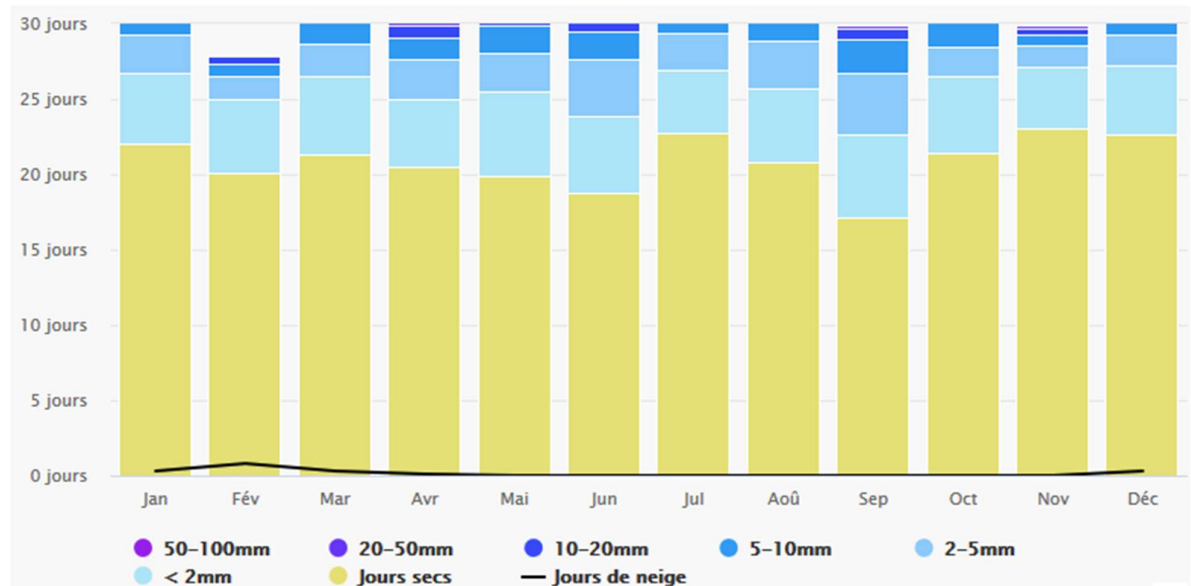


Figure3- 6: les précipitations de la région de Tébessa

Source : (Climat Tébessa,2020.)

### 3. Analyses de terrain :

#### 3.1. Critères de choix du site :

Afin de choisir le bon emplacement du projet, on a mis en place une série de critères et de paramètres tirés de l'analyse des exemples et du programme

**Situation** : le terrain est situé dans la périphérie de la ville de Tébessa (dégagé), il recouvre une superficie de 1.7 h, la nature du terrain est Communal déjà programmer pour un centre de recherche géologique (PDAU. Tébessa).

**Environnement immédiat** : ne présente pas d'obstacles pour les facteurs soleil et vents présentés par l'environnement

**Le terrain est** près de l'université, ce qui permet de créer des connectivités et des futurs projets de collaboration entre les deux dans le domaine de la recherche scientifique sur les énergies renouvelable.

**Accessibilité** :la fortes potentialités et facilité d'accès au terrain, il donne sur la route nationale n10

#### 3.2. Présentation du terrain :

Notre terrain est situé au côté nord-ouest du centre-ville de Tébessa à une distance de 7km, dans le POS n 5, il dispose d'une grande façade qui donne sur la route n10 (figure 3-8) :



Figure 3- 7: situation du terrain par rapport au centre-ville de Tébessa

Source : (Google earth, auteur2020)

### 3.3. Environnement immédiat :

L'un des critères de choix de ce terrain comme assiette du projet est la qualité de son environnement immédiat qui s'adapte avec les besoins techniques, spatiales et fonctionnelles de notre projet, le terrain est limité au : (voir la figure3-9)

- Au nord par une poche vierge.
- A l'est par un parc privé.
- Ouest par un habitat individuel et un autre parc
- Et au sud par la RN10 et l'Université Arbi Tébessi.

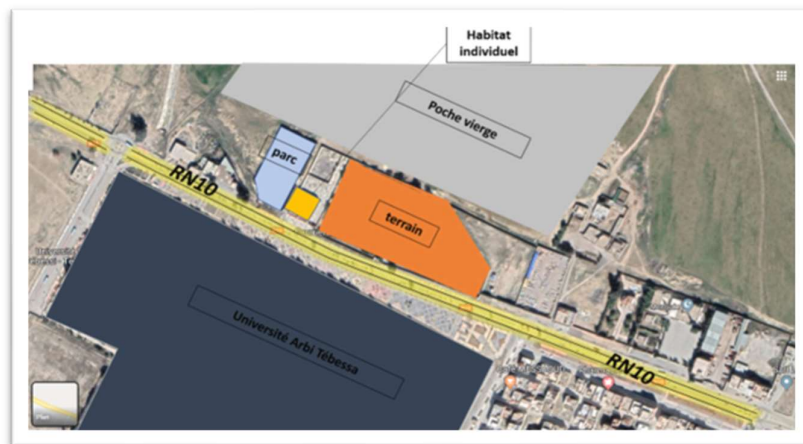


Figure 3-8: environnement immédiate du terrain

Source : Google earth -auteur2020

### 3.4. Morphologie et superficie :

- Le terrain d'étude affiche une forme trapézoïdale de 1.7h, ce qui nous laisse une grande liberté durant la phase conceptuelle du projet.



Figure 3- 9: la forme générale du terrain

Source : (Google earth–auteur,2020)

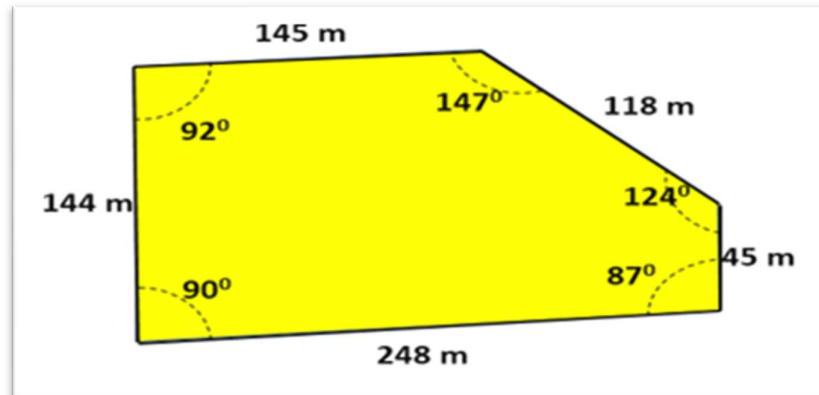


Figure 3- 10: : les dimensions du terrain.

Source : auteur,2020

### 3.5. Accessibilité et potentialité du terrain :

- Notre terrain entouré par une poche vide vers le nord et l'est
- Au sud il est limité par la route nationale n 10 (voir la figure 3-12).
- L'un des critères du choix du terrain est aussi :
- La présence de la RN10 nous donne une accessibilité rapide et facile vers notre site.
- Proximité des infrastructures pédagogique (université Larbi Tébéssi).

- Transport urbain assuré.

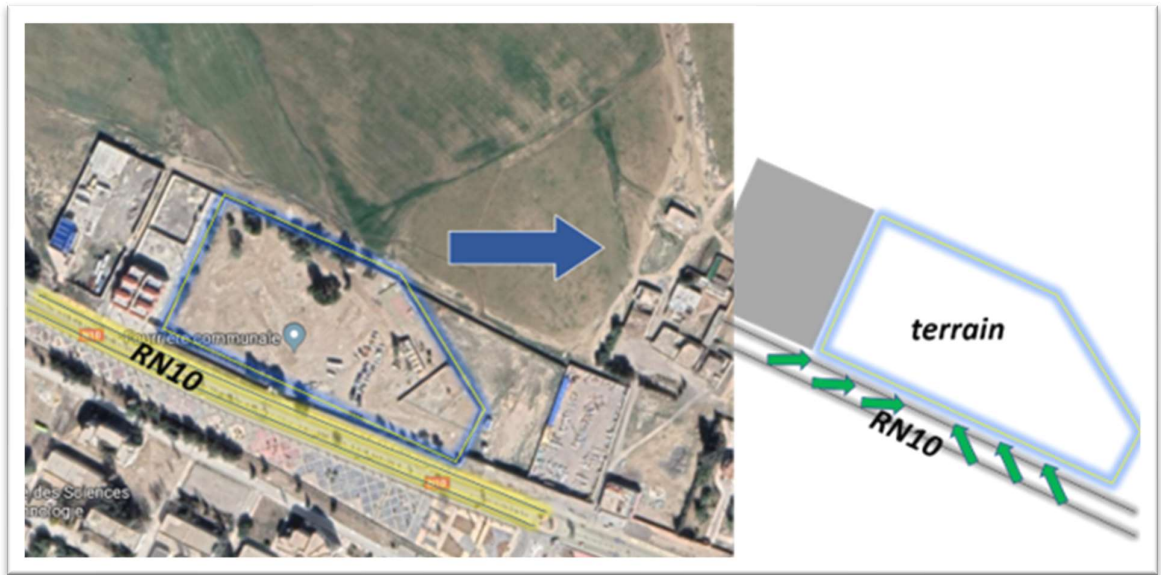


Figure3- 11: accessibilité du terrain étudié

Source : (auteur,2020)

### 3.6. Topographie de terrain :

La grande partie de la zone d'étude dans la direction du Est-Ouest se caractérise par des pentes moyen allant : De 0% à 3%. (Figure 3-13)

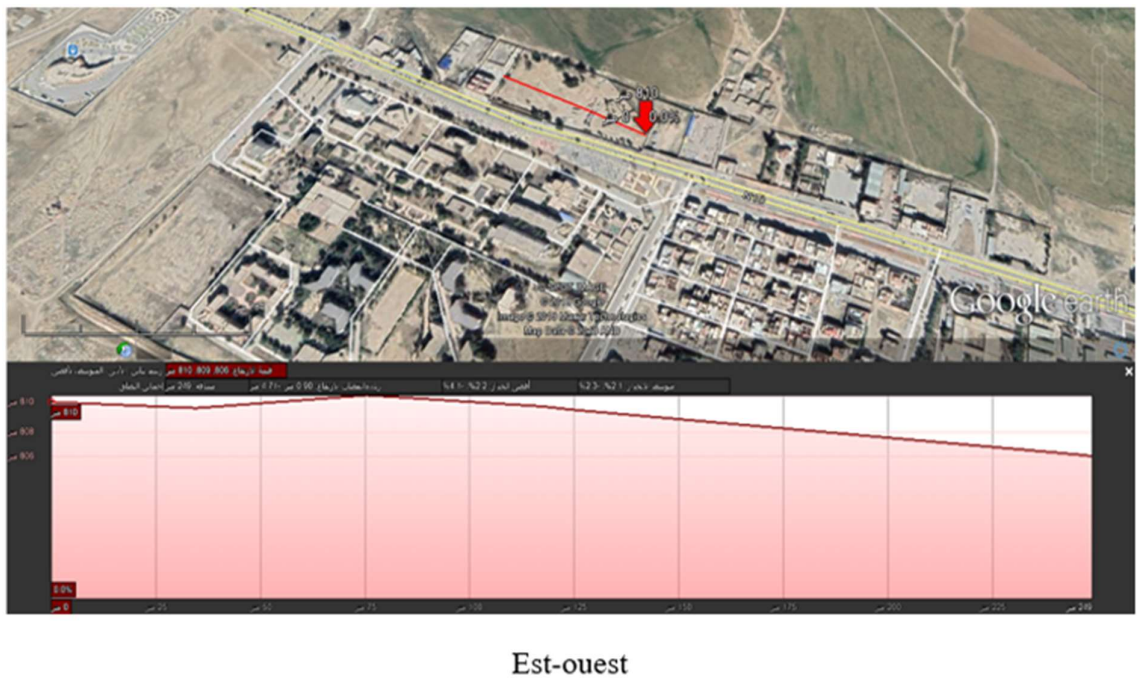


Figure3- 12: coupe topographie sur le terrain nord-sud

Source :(Google earth–auteur,2020)





Nord-sud.

Figure 3- 13: coupe topographie sur le terrain nord-sud

Source :(Google earth–auteur,2020

**3.7. Le terrain avec le parcours solaire et les vents :**

Pour faire cette étape et conclure l’analyse on est besoin de deux diagrammes :

- Digramme solaire de la région ou le cas d’étude (Figure3-9).
- La figure suivante Représente le rapport entre le parcours solaire et direction des vents avec le terrain en se basant sur les données climatiques fournies par les sources officielles

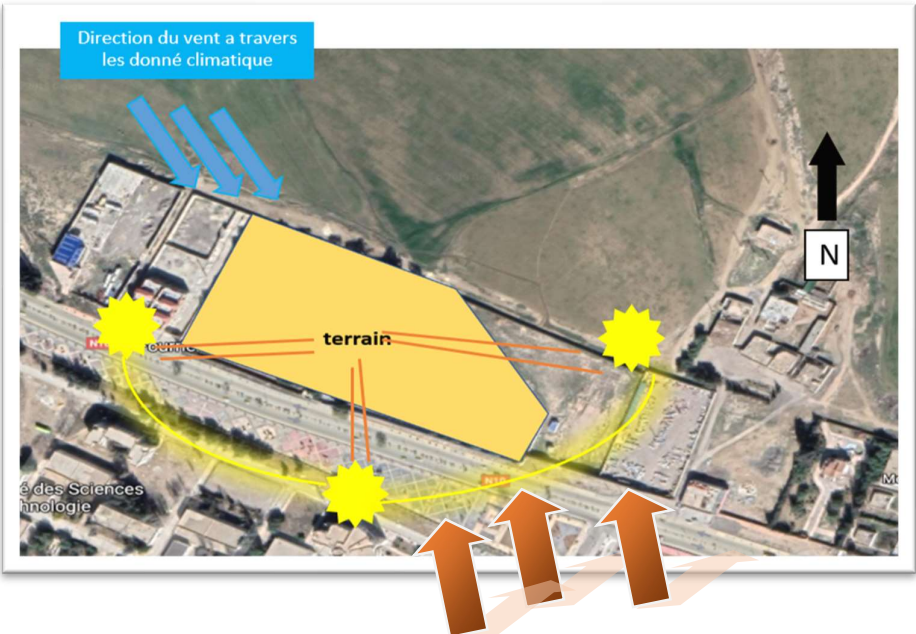


Figure 3- 14: schéma représentatif du parcours solaire et la direction des vents dansle terrain

Source : auteur ,2020

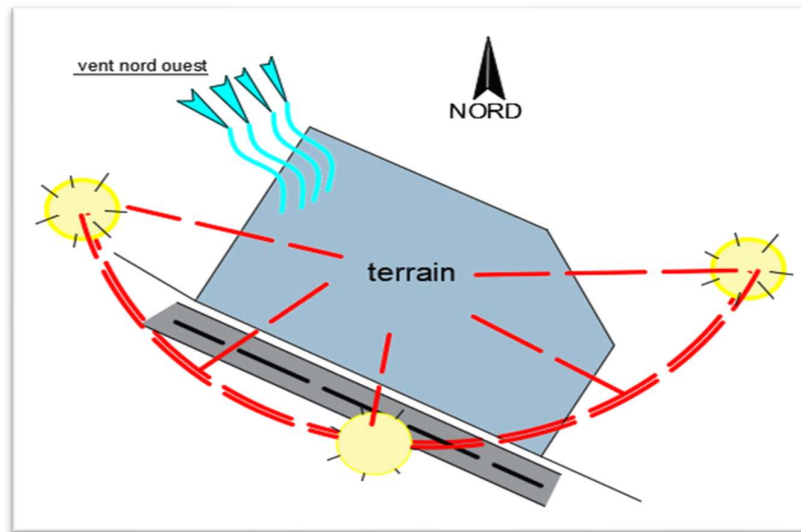


Figure3- 15: schématisation du terrain et différents vents et rayonnement solaire

Source : auteur

### 3.8. Servitudes et contraintes :

- Il est nécessaire de laisser une distance de 5 mètres au moins devant le projet du côté sud pour des servitudes.
- Il faut créer une trémie pour faciliter l'accès mécanique au projet par la route nationale n 10.
- Absence des obstacles techniques.
- Malgré la faible pente présentée auparavant, il est nécessaire de la prendre en considération lors la phase conceptuelle.

### 4. Analyse du programme :

La programmation est une démarche qui consiste à donner à l'équipe de la conception architecturale une vision claire sur les activités qui se déroulent dans le projet architectural ainsi que déterminer les besoins en espaces et les différents fonctions et services.

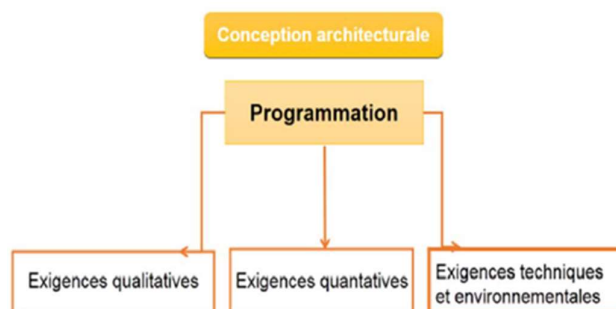


Figure3- 16: Représente tous les facteurs participants pour élaborer une programmation architecturale

Source : auteur

#### 4.1. Les utilisateurs :

- Les utilisateurs de bâtiment :
- Les chercheurs scientifiques.
- Les doctorants
- Les enseignants
- Les étudiants
- Les administrateurs

#### 4.2. Programme de base :

Pour ce projet, le programme de base est structuré par les fonctions suivantes : administration, recherche et développement, culture, restauration et enfin la fonction d'exposition. (Voir la figure ci-dessous)



Figure3- 17:les différentes fonctions qui composent le programme de base

Source : auteur

#### 4.3. Critères de dimensionnement :

La capacité d'équipement : le centre de recherche doit être bien organisé et dimensionné, donc on a choisi créer des équipes de recherche dont chaque équipe contient un nombre précis de chercheurs.

Notre équipement sera structuré en deux spécialités de recherche et en deux des annexes. Chaque spécialité contient des laboratoires qui regroupe 4 à 5 salles de recherche, chaque salle contient de 4 à 5 aux max chercheurs ce qui nous donne un total de  $(4 \times 5) = 20$  chercheurs par laboratoire, pour un total de 160 chercheurs pour l'ensemble du centre.

**4.4. Programme surfacique de la fonction support de projet :**

FONCTION	ESPACE	SOUS ESPACE	RATIO	PERSONNES	SURFACE (M <sup>2</sup> )
<b>Recherche &amp; développement</b>	<b>-Laboratoire physique et chimie</b>	-Salle d'analyse	-la surface de laboratoire Peut être Inférieure à 100 m <sup>2</sup> -10m <sup>2</sup> /p -15m <sup>2</sup> /p	-4p max	-40 à 50m <sup>2</sup>
		-salles d'essais	-Support de cintre 4m <sup>2</sup> + espace de rangement 2m <sup>2</sup> +2 m <sup>2</sup> circulation	-4p max	-60 à 80m <sup>2</sup>
		-vestiaire	-1place 1.275 m <sup>2</sup> x 5 + 3.5 m <sup>2</sup> lavabo	-10p	-20m <sup>2</sup>
		-WC	-25 %	-5p	-15m <sup>2</sup>
		-Circulation	-1 plan de travail 2.8m <sup>2</sup> x20 - pour un espace de rangement 2m <sup>2</sup> x 15	/	-100 à 120m <sup>2</sup>
		-bureau chercheur	- /	1	-60m <sup>2</sup>
		-dépôt	- /	- /	-25 à 35m <sup>2</sup>
<b>Administration</b>	<b>-administration</b>	-Bureau directeur	-15m <sup>2</sup> /P pour invites 1.2m <sup>2</sup> /P+4m <sup>2</sup> circulation	Directeur et 4 p invites	-25 à 35m <sup>2</sup>
		-bureau secrétariat	-4 m <sup>2</sup> bureau + espace d'attente 1.45 m <sup>2</sup> +25% -2 m <sup>2</sup> /p + 24m <sup>2</sup> surface immeuble et circulation	- 5 p	-15 à 25m <sup>2</sup>
		-salle de réunions	-4 m <sup>2</sup> bureau + espace d'attente 1.45 m <sup>2</sup> +25%	-14p	-50 à 70m <sup>2</sup>
		-bureau de gestion	-information accueil	- 5 p	-15 à 25m <sup>2</sup>
		-réception	Attente	-20 et plus	-60 à 40m <sup>2</sup>
	<b>-Accueil</b>	-hall d'accueil	Service Orientation		



	<b>-culture</b>	-salle d'attente Bibliothèque	1.2m <sup>2</sup> /p + circulation 25% + rangement	-100p	
<b>Détente</b>	<b>-Restauration</b>	Salle de consommation -cuisine et préparation -dépôt froid -salle de consommation <b>-cafétéria</b> - comptoir	5.5m <sup>2</sup> pour table 4p * 20  -20 % / -5.5m <sup>2</sup> pour table -De 2 à 6 m <sup>2</sup>	/ -10p / /	-120 à 160m <sup>2</sup>  -30 à 40 m <sup>2</sup> / /
<b>Parking</b>	<b>Parking</b>	Espace de stationnement	-1 place 12.5m <sup>2</sup>	-70p	-800 à 900m <sup>2</sup>

Tableau 3-1: Programme surfacique de la fonction support de projet

Source : auteur,2020

#### 4.5. Programme :

5. Fonction	Espace	Quantité	Surface	Totale
<b>1-Recherche et développement</b>	1-laboratoire de chimie :	4		
	A-laboratoire de biogaz :	1		
	-salle des essais	2	60m <sup>2</sup>	120m <sup>2</sup>
	- salles d'analyse	2	50m <sup>2</sup>	100m <sup>2</sup>
	- bureaux de la collecte des donné	3	16m <sup>2</sup>	48m <sup>2</sup>
	- dépôt matériel	1	15m <sup>2</sup>	15m <sup>2</sup>
	- dépôt produits	1	15m <sup>2</sup>	15m <sup>2</sup>
	- vestiaires	1	08m <sup>2</sup>	08m <sup>2</sup>
	- sanitaires	6	02m <sup>2</sup>	12m <sup>2</sup>
	-circulation	10%		33m <sup>2</sup>
	B- laboratoire de bio hydrogéné	1		
	-salle des essais	2	60m <sup>2</sup>	120m <sup>2</sup>
	- salles d'analyse	2	50m <sup>2</sup>	100m <sup>2</sup>
	- bureaux de la collecte des donné	3	16m <sup>2</sup>	48m <sup>2</sup>
	- dépôt matériel	1	15m <sup>2</sup>	15m <sup>2</sup>

- dépôt produits	1	15m <sup>2</sup>	15m <sup>2</sup>
- vestiaires	1	8m <sup>2</sup>	8m <sup>2</sup>
- sanitaires	6	02m <sup>2</sup>	12m <sup>2</sup>
-circulation	0.1		33m <sup>2</sup>
C- laboratoire de bio alcool	1		
-salle des essais	2	60m <sup>2</sup>	120m <sup>2</sup>
- salles d'analyse	2	50m <sup>2</sup>	100m <sup>2</sup>
- bureaux de la collecte des donné	3	16m <sup>2</sup>	48m <sup>2</sup>
- dépôt matériel	1	15m <sup>2</sup>	15m <sup>2</sup>
- dépôt produits	1	15m <sup>2</sup>	15m <sup>2</sup>
- vestiaires	1	08m <sup>2</sup>	08m <sup>2</sup>
- sanitaires	6	02m <sup>2</sup>	12m <sup>2</sup>
-circulation	10%		33m <sup>2</sup>
2-laboratoire de physique	4		
A-laboratoire d'énergie solaire thermique	1		
- salles d'analyse	2	40m <sup>2</sup>	80m <sup>2</sup>
- salles d'essais	2	60m <sup>2</sup>	120m <sup>2</sup>
- bureaux de la collecte des donné	3	16m <sup>2</sup>	48m <sup>2</sup>
- dépôt	1	30m <sup>2</sup>	30m <sup>2</sup>
- vestiaires	1	20m <sup>2</sup>	20m <sup>2</sup>
- sanitaires	10	02m <sup>2</sup>	20m <sup>2</sup>
- circulation	10%		23.8
B- laboratoire d'énergie solaire PV	1		
-salle de traitement	1	80m <sup>2</sup>	80m <sup>2</sup>
- salles d'analyse	2	40m <sup>2</sup>	160m <sup>2</sup>
- salle d'essais	1	100m <sup>2</sup>	100m <sup>2</sup>
- bureaux de la collecte des donné	3	16m <sup>2</sup>	48m <sup>2</sup>
- dépôt	1	40m <sup>2</sup>	40m <sup>2</sup>
- vestiaires	1	20m <sup>2</sup>	20m <sup>2</sup>
- sanitaires	6	02m <sup>2</sup>	12m <sup>2</sup>
- circulation	10%		24m <sup>2</sup>
C- laboratoire d'énergie éolienne	1		
- salles d'analyse	1	60m <sup>2</sup>	60m <sup>2</sup>
- salle d'analyse multiple	2	80m <sup>2</sup>	160m <sup>2</sup>
- bureaux de la collecte des donné	3	16m <sup>2</sup>	48m <sup>2</sup>
- dépôt	1	30m <sup>2</sup>	30m <sup>2</sup>
- vestiaires	1	20m <sup>2</sup>	20m <sup>2</sup>
- sanitaires	6	02m <sup>2</sup>	12m <sup>2</sup>
- circulation	10%		27m <sup>2</sup>
D-laboratoire d'énergie géothermique	1		
-salles des essais	2	60m <sup>2</sup>	120m <sup>2</sup>
- salles d'analyse	3	50m <sup>2</sup>	150m <sup>2</sup>
- bureaux de la collecte des donné	3	16m <sup>2</sup>	48m <sup>2</sup>
- dépôt	1	30m <sup>2</sup>	30m <sup>2</sup>

	- vestiaires	1	20m <sup>2</sup>	20m <sup>2</sup>
	- sanitaires	6	02m <sup>2</sup>	12m <sup>2</sup>
	- circulation	10%		37m <sup>2</sup>
	f-laboratoire d'énergie hydraulique	1		
	-salles d'analyse	4	40	120m <sup>2</sup>
	- bureaux de la collecte des donné	3	16m <sup>2</sup>	48m <sup>2</sup>
	- dépôt	1	30m <sup>2</sup>	30m <sup>2</sup>
	- vestiaires	1	20m <sup>2</sup>	20m <sup>2</sup>
	- sanitaires	10	02m <sup>2</sup>	12m <sup>2</sup>
	- circulation	10%		23m <sup>2</sup>
	<b>3- ateliers :</b>	<b>4</b>		
	-Atelier d'Energie solaire photovoltaïques	1	60m <sup>2</sup>	60m <sup>2</sup>
	-Atelier des énergies éolienne	1	60m <sup>2</sup>	60m <sup>2</sup>
	-Atelier d'énergie solaire thermique	1	60m <sup>2</sup>	60m <sup>2</sup>
	-Atelier d'énergie hydraulique	1	60m <sup>2</sup>	60m <sup>2</sup>
<b>2- Administration</b>	-A direction			
	Bureau directeur	1	50m <sup>2</sup>	50m <sup>2</sup>
	Salle de réunion	1	80m <sup>2</sup>	80m <sup>2</sup>
	Bureaux relation public	1	50m <sup>2</sup>	50m <sup>2</sup>
	Bureaux d'information scientifique	1	50m <sup>2</sup>	50m <sup>2</sup>
	Bureau de gestion	3	20m <sup>2</sup>	60m <sup>2</sup>
	Sanitaires	6	02m <sup>2</sup>	12m <sup>2</sup>
<b>3- détente</b>	<b>01-restauration</b>			
	A- restaurent			
	-sale à mangé	1	150m <sup>2</sup>	150 m <sup>2</sup>
	-Cuisine	1	60m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>
	-Dépôt + chambre froid	1	40m <sup>2</sup>	40 m <sup>2</sup>
	-Vestiaire	2	20m <sup>2</sup>	40 m <sup>2</sup>
	-Sanitaire	10	2m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>
	B- cafétéria	1	100m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>
	<b>02- Médiathèque</b>			
	A-Bibliothèque			
	-Salle de lecture	1	250m <sup>2</sup>	250 m <sup>2</sup>
	-bureau responsable	1	20m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>
	-Espace catalogue	1	20m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>
	-Rayonnage	/	/	

Tableau3-2: programme relatif au projet

Source : auteur, 2020

#### 4.6 Organigramme fonctionnel :

Afin de faire l'analyse des exemples on distingue l'organisation fonctionnel présenté par la (Figure 3-18) :

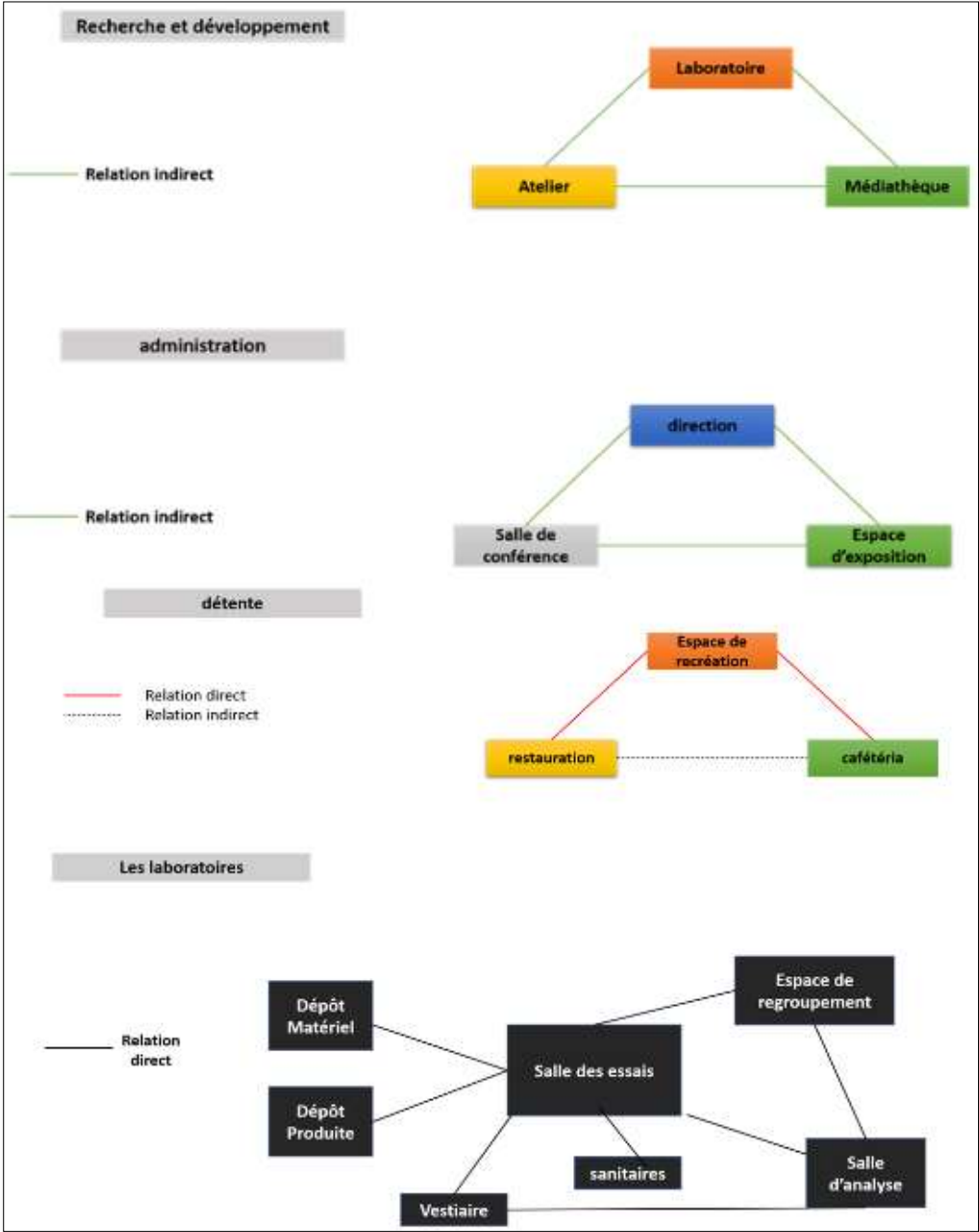


Figure 3- 18:Représentation organisation fonctionnelle

Source: auteur ,2020

**5. Passage à l'esquisse :**

**5.1.Zoning :**

Schéma de principe :

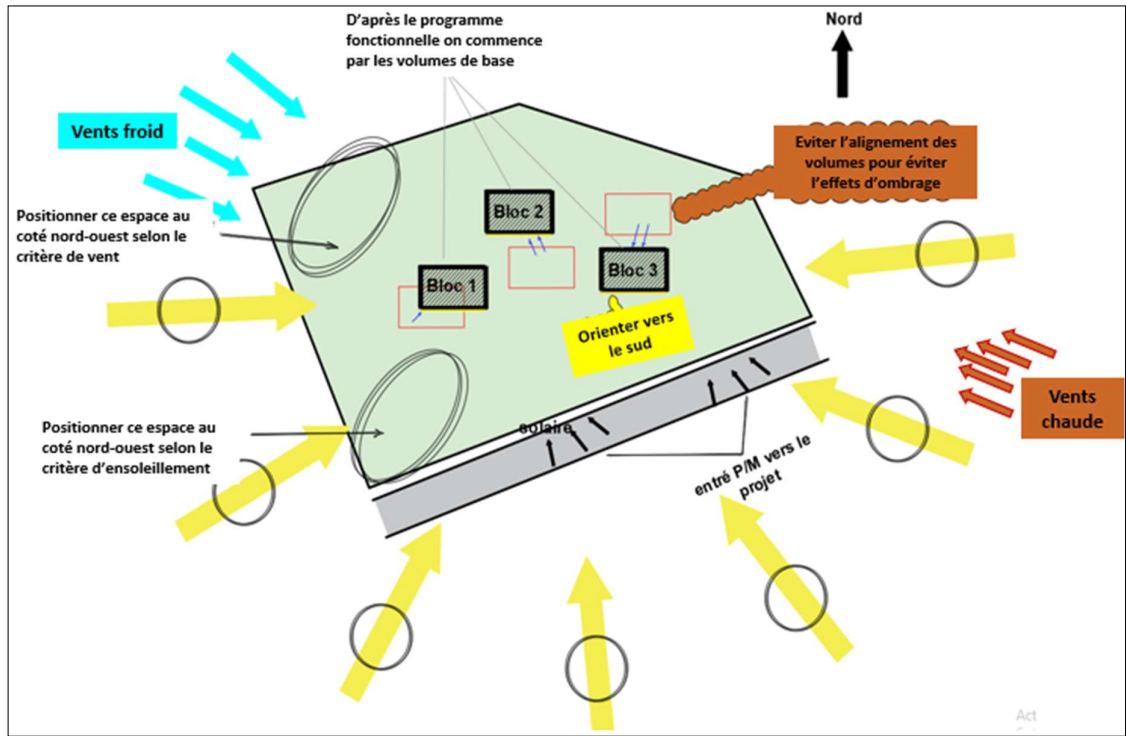


Figure 3- 19: schéma représentatif de la dispositions primaire des différentes fonctions sur le terrain.

Source : auteu,2020r

Bloc 1 et 2 : représentent regroupent la fonction de recherche et le développement.

Bloc 3 : regroupe les fonctions l'administration et la détente.

Tenant compte des parcours solaires et la direction des vents, nous avons essayé de déterminer et positionner les principales fonctions selon les critères du soleil et du vent d'un côté et d'assure une forte relation entre les différentes parties du projet (les trois blocs, les aires de stationnement, les voies, les aménagements des espaces verts et les aires de détente).

Les espaces d'essais sont orientés vers l'OUEST pour une meilleure exposition vers le rayement solaire et les vents

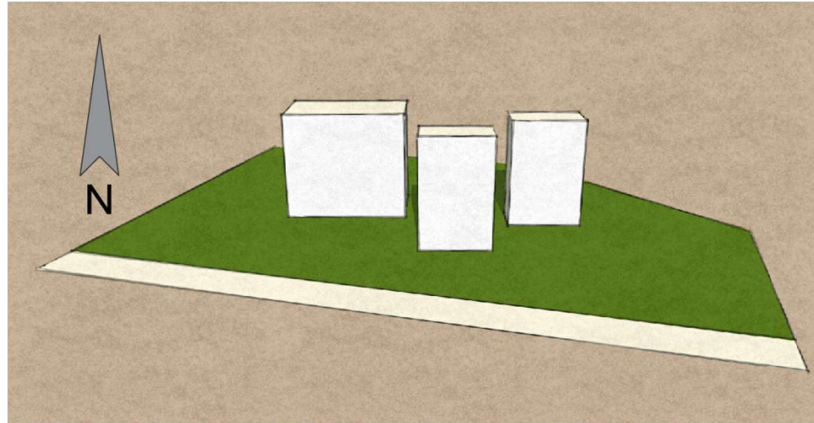
La grande fonction (recherche et développement) est placée en recule des autres blocs pour éviter l'ombrager sur les autres volumes

Vues à forte relation avec l'extérieur (les visiteurs et les chercheurs) l'administration est placée à l'entrée du projet. (Figure 3-19).

## 5.2. Processus conceptuel :

**Développement de la forme :**

- En se basant sur le zoning proposé, on a commencé par la création de trois volumes de base (la forme basée sur l'aspect fonctionnel)
- La création de grandes façades orientées plein sud pas loin de l'entrée du projet. (Figure3-20)



*Figure3- 20:Représente la première étape du développement de la composition*

*Source : auteur,2020*

- Sculpter les volumes pour avoir une forme dynamique. (Figure3-20)
- Pour Obtenir une plus grande surface exposée au rayonnement solaire.
- Ensuite, tailler les volumes pour créer un rythme entre eux et éviter l'effet d'ombrage. (Figure3-20)
- Installations et fixation des turbines éoliennes pour produire de l'énergie
- La création des passerelles entre les différents volumes pour connecter l'ensemble des fonctions et des services.

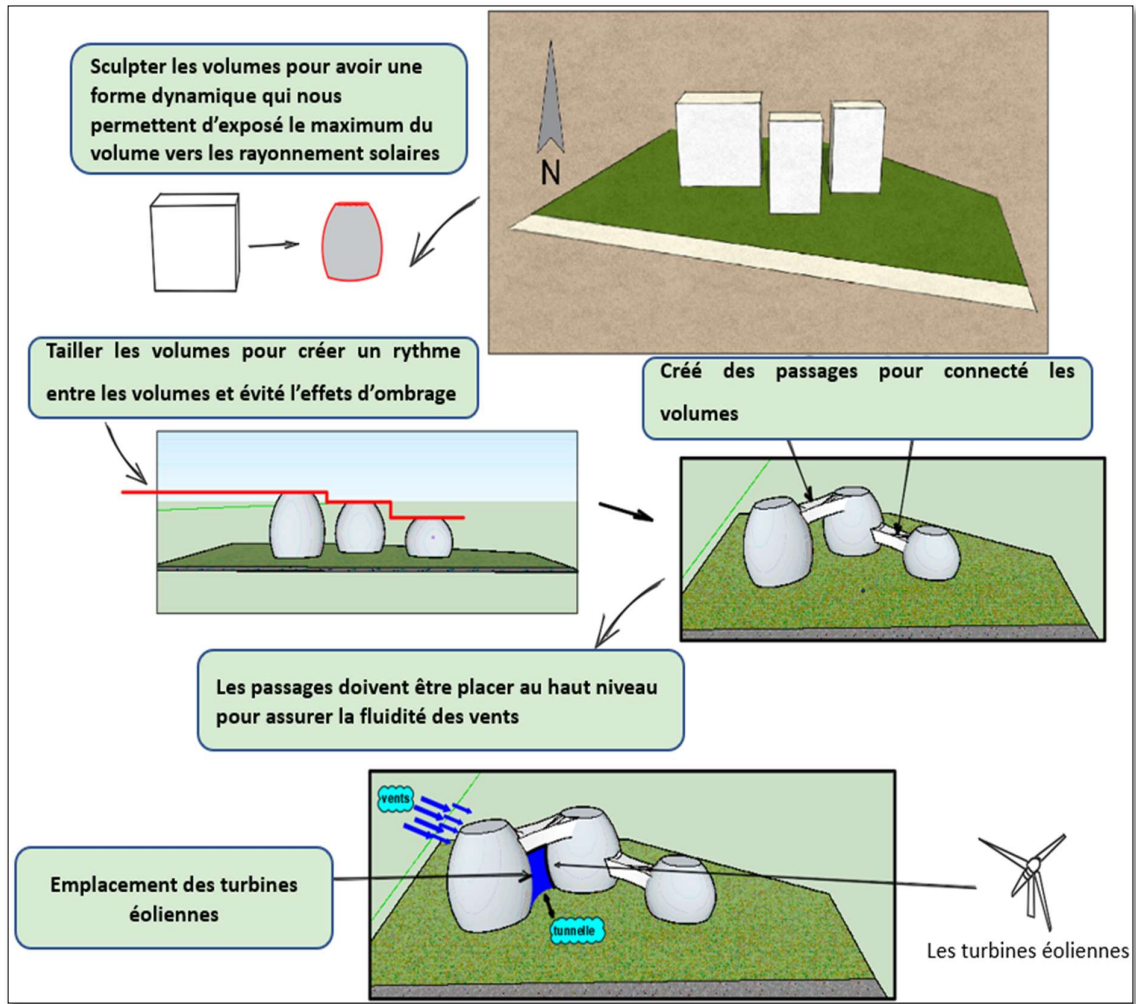


Figure3- 21:Représente la deuxième étape du développement de la composition.

Source : auteur,2020

- La sculpture de la forme et la distance entre les volumes doivent être étudiées en utilisant la technique de la simulation numérique.

## Conclusion

Après le développement de la démarche conceptuelle du projet nous devons élaner une partie pour assure et profiter des avantages du vent et du soleil à travers la composition formelle et la géométrie des volumes lui-même ; pour que cela fonctionne il falloir de reprendre aux quelques concepts :

- Quelle est la meilleure orientation des volumes qui permettent de produire le maximum d'énergie solaire ?

- Quel type de capteur solaire on va intégrer dans notre conception et quelle dimension et design ?
- Quelles sont l'enveloppe et la distance favorable entre les volumes où on va mettre les turbines éoliennes ?



---

***Chapitre 4 : outils et techniques d'évaluation et  
de conception des bâtiments à énergie positive***

---

## Introduction

Dans ce chapitre on va essayer de faire des études concernant des facteurs et des paramètres architecturaux du bâtiment dont la forme et la distance entre les volumes qui compose notre projet pour assurer le meilleur flux de vents pour les éoliennes d'un cote, et la bonne orientation et position des panneaux photovoltaïques de l'autre coté afin de produire un maximum d'engrie (en assurant la protection des bâtiments en meme temps). Cette étude consiste a fixé des differents scénarios et étapes a travers ces parametres.

### I. Etude de flux de vents :

#### I.1 Les études précédentes

##### ➤ Travaux expérimentaux et analytiques :

- **Expérimentation de Djamel Mestoul et Rafik Bensalem et Luc Adolphe 2015 :**

La recherche, est basée sur la modélisation de la forme urbaine via la CFD (Computational Fluid Dynamics) par rapport au risque naturel d'ensablement dans la région de Timimoune.

Une première configuration tirée de la littérature a été choisie, puis, que l'on fait varier ensuite, pour tester à chaque fois l'influence de certaines grandeurs -liées à sa géométrie- sur le comportement du flux d'air incident. L'objectif est de définir une forme urbaine dont le comportement doit favoriser davantage le libre passage du vent au sein du plan masse à une vitesse de 2 à 5m/s. (MESTOUL et al., 2015) Dans cette présentation d'étude ils ont tenté à travers la modélisation avec **le logiciel Fluent Ansys**, définir un prototype de forme urbaine qui soit capable de « s'auto-protéger » contre le phénomène d'ensablement. En résultats Le vent arrive à parcourir urbain qui est d'environ 40m avec une vitesse de 2 à 5m/s. est suffisamment capable de maintenir les grains de sable en mouvement de saltation. Le vent assure le déplacement progressif des grains de sable en dehors du périmètre urbain. (MESTOUL et al., 2015)

- **Expérimentation de Christian Barré 2014 :**

Les ponts sont des ouvrages très sensibles dont le comportement aérodynamique peut varier très vite en Fonction des éléments d'habillage que l'on dispose dessus (barrières, garde-corps, trottoirs etc.). Dans le cas du pont Sunshine Skyway en Floride, deux souffleries différentes avaient été sollicitées pour faire des mesures. L'une avait mise en évidence une portance globale positive alors que l'autre enregistrerait une portance négative. Il s'est avéré que cette différence était associée à la qualité de modélisation de certains petits détails géométriques du

tablier. Dans une des souffleries, la maquette avait été réalisée par soudage, les arêtes apparaissaient vives. (Christian Barré 2014)

- **Expérimentation de Sigrid Reiter 2007 :**

Cette recherche d'étude du vent autour des bâtiments à partir de simulations numériques CFD. Après une analyse théorique des modèles de turbulence existants, une validation **du logiciel FLUENT** a été réalisée à partir de tests en tunnel à vent. Cette validation porte sur l'écoulement du vent dans trois types de contextes construits : un bâtiment isolé, un groupe de bâtiments et un milieu urbain dense., cette étude présente la description d'outils quantitatifs simplifiés pour l'évaluation des vitesses du vent autour de bâtiments de formes simples. (Figure 4-1). (Reiter, 2007)

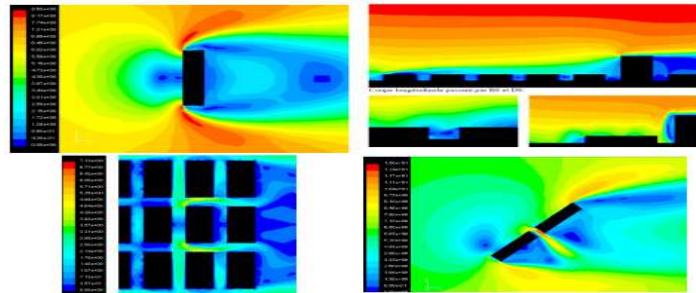


Figure 4- 1 : résultats de quelques cas de simulation

Source : (Reiter, 2007)

- **Expérimentation de (Bouketta and Bouchahm, 2012)**

L'intérêt de cette étude est de mettre en exergue l'effet de la géométrie urbaine sur le confort et la qualité des ambiances thermo-aérauliques dans les espaces extérieurs dans la ville de Jijel (Algérie). Les résultats (Figure 4-2), montrent que la disposition des formes bâties détermine et modélise l'écoulement du vent et influe par conséquent sur le confort des usagers. Pour un tel climat humide, une forme urbaine éclatée du plan de masse est à déconseiller dans un site en altitude. **Le logiciel envi-met 3.1 betas 4** nous a permis d'effectuer une simulation numérique et de vérifier les résultats obtenus par la campagne de mesures en tenant compte de différents scénarios. (Bouketta and Bouchahm,2012).

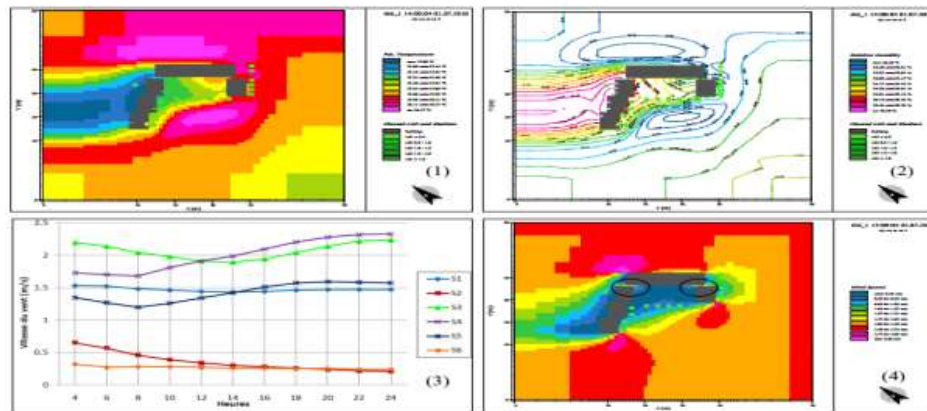


Figure 4- 2 : résultat de simulation urbaine sur la ville de Jijel Algérie

Source : Bouketta and Bouchahm, 2012

➤ **Règles de l'art sur le projet de l'éolienne urbaine :**

• **Aide à l'implantation :**

- Des sites qui ont une rugosité faible sont proposés pour installer une éolienne : zones industrielles, sites à proximité de travaux d'infrastructure (pont, digue), fleuve ou rivière, montagnes, etc... (Mertens, S.,2006)
- Il faut prendre en considération l'influence significative de la rose des vents locale et l'orientation du bâtiment (Axenne, S,2007). Pour un environnement où les vents sont multidirectionnels, l'espace entre deux éoliennes, notamment pour les HAWTs, doit être suffisamment large (5 à 7 diamètres du rotor dans la direction perpendiculaire au vent et de 7 à 8 diamètres du rotor dans la direction du vent), (Heshuang Zeng,2011).
- Le bâtiment sur lequel l'éolienne sera installée doit avoir une hauteur minimale de 20 m et 50 % de plus que la hauteur moyenne des bâtiments alentour. Une façade inclinée au vent est favorable pour concentrer le vent. (Axenne, S, April 2007)

• **Prise en compte des aspects socio-économiques :**

- Dans un but d'économie, le choix d'un site avec une vitesse du vent élevée est plus important que l'amélioration de l'efficacité de l'éolienne. (Kevin James,2010).
- Une éolienne doit avoir plusieurs tailles pour s'adapter aux différents lieux et être modulaire pour être plus économique. (Sharpe, et al, Energy and Buildings).
- Les installations auxiliaires (sécurité d'ancrage, isolation de vibration) sont importantes quant aux considérations d'esthétique, de vibration et de sécurité lorsqu'on pose une éolienne sur un bâtiment existant. (Dutton, 2011).

## I.2 L'évaluation du vent autour des bâtiments :

Les surpressions et les dépressions créées par le vent dont l'incidence peut varier selon la disposition (angle, hauteur, porosité) ou d'un bâtiment par rapport à un autre (différence de hauteur, couloirs d'air), influence considérablement la ventilation à l'intérieur du bâtiment et l'espace extérieur piéton qui les juxtapose. On dénombre plusieurs effets types qui nous aideront à déterminer la meilleure conception possible pour augmenter la production d'énergie si nécessaire ou la réduire.

- L'évaluation du vent autour d'un groupe de bâtiments isolés de formes simples :

### I.2.a L'effet Venturi :

L'effet Venturi est d'autant plus fort que la hauteur des bâtiments augmente et que l'angle d'incidence du vent se rapproche de la bissectrice de l'entonnoir, (Figure 4-3). (REITER, S. 2007).

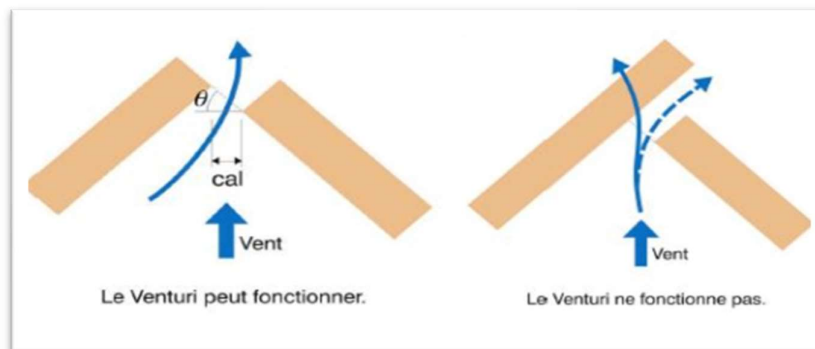


Figure4- 3 : Configuration Effet venturi

Source : (Reiter, 2007)

- **Conseils pratiques:**

- Diminuer la hauteur des bâtiments formant l'angle ouvert au vent.
- Diminuer la longueur des bras du Venturi pour que la somme de leur longueur totale reste inférieure à 100m.
- Orienter le bâtiment de manière à ce que l'angle d'incidence du vent dominant soit parallèle à un des bras du collecteur. Eviter absolument l'orientation où la bissectrice de l'entonnoir correspond aux vents dominants.

### I.2.b L'effet Wise :

L'effet Wise est un phénomène qui n'est critique que pour de très hauts bâtiments ( $H > 40\text{m}$ ) dont la longueur est également importante. L'effet Wise augmente fortement avec l'accroissement de la hauteur du second bâtiment. Le rapport de hauteur entre les deux bâtiments et leur inter-distance ont un effet majeur sur la formation de l'effet Wise. L'effet Wise n'apparaît que pour une inter-distance entre les deux bâtiments compris dans l'intervalle  $W = [0.4 H ; 2 H]$  et pour une hauteur du petit bâtiment comprise dans l'intervalle  $h = [0.1 H ; 0.6 H]$ . L'inter-distance la plus critique vaut  $W = 3/4H$ . La hauteur du petit bâtiment la plus critique vaut  $h = H/2$ . Pour les bâtiments très élevés, l'effet Wise s'étend largement de part et d'autre du groupe de bâtiments, sur une longueur environ égale à  $2L$  où  $L$ , est la longueur du bâtiment élevé. (Figure 4-4). (REITER, S. 2007)

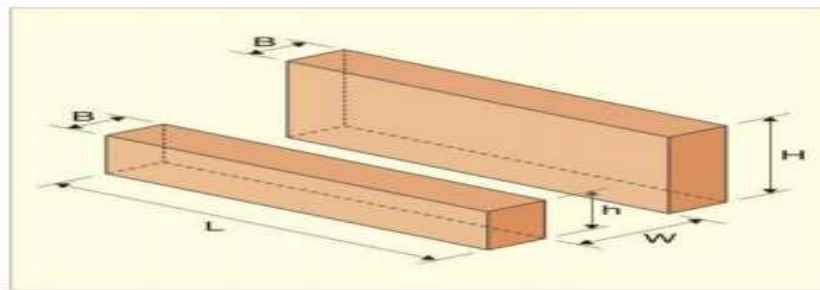


Figure4- 4 : Configuration de l'effet Wise

Source : (Reiter, 2007)

- **Conseils pratiques :**

- Diminuer la hauteur du bâtiment élevé
  - Diminuer la longueur du bâtiment élevé
  - Augmenter la taille du petit bâtiment de telle sorte que  $h \geq 0.6 H$
  - Augmenter l'inter-distance entre les deux bâtiments de telle sorte que  $W \geq 2 H$
- (Reiter, 2007)

### I.2.c L'effet de double coin :

L'intensité de l'effet de double coin, augmente avec l'accroissement de la hauteur des bâtiments et plus légèrement avec l'augmentation de leur longueur.

Une largeur minimale du passage de 6m est nécessaire pour que l'effet de double coin soit supérieur à l'effet de coin d'un bâtiment isolé. En revanche, la largeur du passage a peu

d'influence sur l'intensité de l'effet de coin, une fois que celui-ci est établi, (Figure 4-5). (REITER, S. 2007).

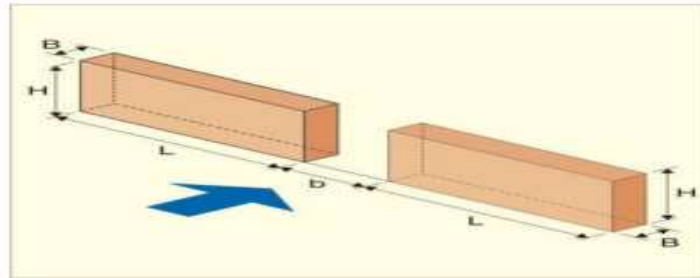


Figure 4-5 : Configuration de l'effet de double coin

Source : (Reiter, 2007)

- **Conseils pratiques :**

- Diminuer la hauteur des bâtiments formant le passage.
- Orienter le bâtiment de manière à ce que l'angle d'incidence du vent dominant soit compris entre  $70^\circ$  et  $90^\circ$  par rapport à la façade au vent percée par le passage entre immeubles. L'orientation idéale correspond à un vent perpendiculaire au passage pour piétons.

#### I.2.d L'effet de bâtiments en quinconce (effet de liaison de zones de pression différente) :

L'effet de bâtiments en quinconce s'accroît fortement avec l'augmentation de la hauteur des bâtiments. Son existence dépend de la définition et des dimensions du couloir de liaison entre les bâtiments en quinconce (Figure 4-6). (REITER, S. 2007).



Figure 4-6 : Configuration de l'effet de bâtiments en quinconce.

Source : (Reiter, 2007).

- **Conseils pratiques :**

- Diminuer la hauteur des bâtiments en quinconce.
- Rapprocher les bâtiments en quinconce pour que la largeur de la surface au vent non commune aux bâtiments soit inférieure à la hauteur des bâtiments en quinconce.
- Entraver l'écoulement dans le couloir de liaison à l'aide de décrochements
- Introduire des éléments poreux (végétation, écrans perméables, ...) dans le couloir de liaison. (Reiter, 2007)

### I.2.e L'effet de canalisation linéaire :

Une canalisation linéaire n'est pas une situation critique en soit mais elle peut transmettre un inconfort au vent généré par un bâtiment élevé ou en groupe de bâtiments sur une grande longueur, (Figure 4-7). La largeur d'une canalisation continue et non obstruée et son orientation par rapport au vent sont les paramètres déterminants pour l'existence du l'effet critique. (REITER, S. 2007).



Figure 4- 7 : Configuration de l'effet de canalisation linéaire.

Source : (Reiter, 2007).

#### • Conseils pratiques :

- Diminuer la longueur des canalisations, surtout à proximité des bâtiments élevés.
- Élargir la canalisation de manière à ce que sa largeur soit supérieure à trois fois la hauteur des bâtiments qui la constituent.
- Entraver l'écoulement dans la canalisation à l'aide de décrochements, débords, terrasses.
- Rendre la canalisation poreuse (porosité >5%) en séparant les bâtiments qui la constituent
- Orienter les longues canalisations de manière perpendiculaire ou oblique par rapport aux vents dominants, surtout à proximité des bâtiments élevés.
- Introduire des éléments poreux (végétation, écrans perméables, ...) le long de la canalisation afin d'y freiner le vent. (Reiter, 2007).



### I.2.f L'effet de maille :

Un effet de maille peut apparaître pour les configurations construites en boucle dont la hauteur moyenne des bâtiments est supérieure à leur épaisseur et dont la longueur non construite de cette boucle ne représente pas plus de 25% du périmètre de la maille. (REITER, S. 2007).

- **Conseils pratiques :**

- Augmenter la hauteur des bâtiments pour augmenter la superficie de la zone protégée à l'intérieur de la maille.
- Densifier l'environnement de la maille, par de bâtiments de hauteur homogène et similaire à la hauteur de la maille. (Reiter, 2007).

### I.2.g L'effet de pyramide :

Les formes pyramidales (Figure 79), Offrent un effet de protection par rapport au vent qui permet d'augmenter la hauteur d'un bâtiment tout en conservant le confort au niveau piéton. Il est important d'étager le plus possible les niveaux. (REITER, S. 2007).

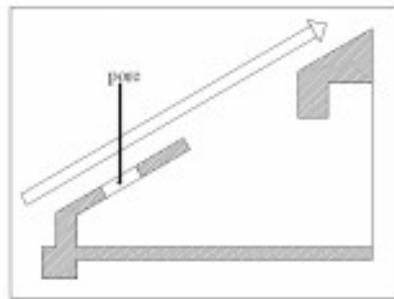


Figure 4- 8 : Effet de pyramide.

Source : A. chatletP.fernandezP.lavigne, 1998.

- **Conseils pratiques :**

- Diminuer la hauteur du bâtiment du centre vers les espaces publics de manière la plus continue possible (gradins progressifs), surtout à proximité des coins.
- Protégé les coins globaux de la pyramide par des éléments poreux végétation, écrans perméables, ...).
- Couper les angles de la pyramide à 45° ou créer des arrondis afin de diminuer le gradient horizontal des vitesses moyennes au niveau des coins. (Reiter, 2007)

## II Etude d'ensoleillement (captage et protection) :

### II.1 Les études précédentes :

- **Expérimentation de Karamostefa-khelil Cherifa, Hamidat Abderrahmane 2012 :**

Cette article traite de l'intégration de vitrages semi-transparents photovoltaïques à un bâtiment de bureau pour trois climats français, ces vitrages sont étudiés d'un point de vue énergétique grâce à la simulation thermique TRNSYS .Nous montrerons à travers cet article ces doubles façades photovoltaïques en tant que composants d'enveloppe du bâtiment sur lequel les vitrages semi-transparents seront intégrés et simulés, l'étude montre qu'un système BIPV/T peut être mis en œuvre dans un bâtiment à énergie positif pour les différents climats (chaud ou froid) et fournir un important potentiel de réduction de consommation d'énergétique en chauffage. (Karamostefa-khelil et al 2012).

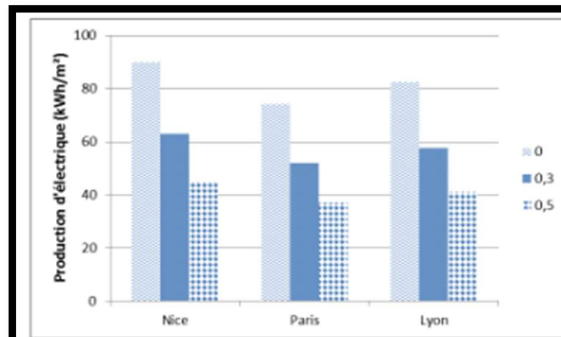


Figure 8 : La production d'électricité pour trois différents climats en été

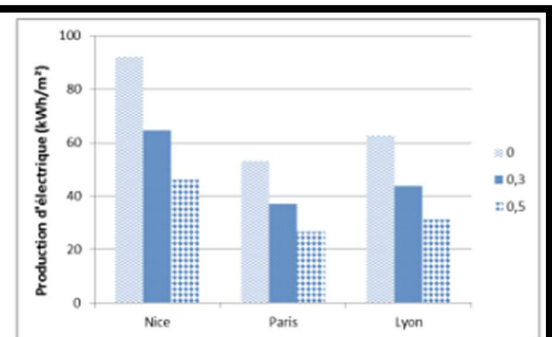


Figure 9 : La production d'électricité pour trois différents climats en hiver

Figure4- 9 :la production d'électricité

Source :Karamostefa-khelil Cherifa, Hamidat Abderrahmane 2012

- **Expérimentation de VietnamLuanDuyet,LeDept of Urban Engineering:**

Dans cet article, ils étudient les systèmes photovoltaïques de façade (PV de façade) intégrés dans un bâtiment commercial dans le contexte du Vietnam. Comparé au solaire sur le toit, le système de façade peut installer un plus grand nombre total de panneaux solaires sur le mur vertical du bâtiment (la façade). En outre, il permet également de réduire la consommation d'énergie du bâtiment en diminuant la charge de travail pour le système de climatisation, le système d'éclairage. Par conséquent, dans cette étude, ils présentent le processus de conception générale du photovoltaïque de façade pour le bâtiment, y compris le choix du panneau solaire approprié, du mur PV de façade, et proposent des logiciels pour simuler le résultat sur la production d'énergie photovoltaïque et la consommation du bâtiment Façade, en utilisant un logiciel pour la simulation (PVSites). (VietnamLuanDuyet al,2019)

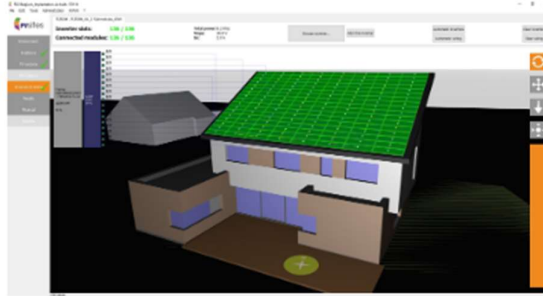


Figure4- 10 : Facade integrated Photovoltaic systems ,2019

Source:FacadeintegratedPhotovoltaic systems2019

- **Expérimentation de M. BENAMRA Mostefa Lamine :**

Une partie de cette étude a été étudiée pour connaître la rentabilité et l'efficacité de l'utilisation des systèmes solaires (thermiques, photovoltaïque) à 3 différentes régions Batna Biskra Annaba, dans le but de convaincre les différents utilisateurs pour minimiser l'utilisation des énergies à base de sources non renouvelables, mais leurs influences sur le bâtiment et sa lecture esthétique restent en deuxième rang. Pour cela deux objectifs sont fixés comme cibles :

Arriver à comprendre comment intégrer les systèmes solaires dans un bâtiment existant tout en préservant sa lecture architecturale, et les considérant comme éléments architecturaux composants pendant sa conception, et leur impact sur son comportement énergétique, Connaître les différents intervenants responsables à l'introduction des énergies à base de sources renouvelables. Le travail effectué à travers des étapes de : création des modèles avec logiciel de simulation (TRNSYS)

- Les panneaux photovoltaïques proposés dans les régions de Batna et Annaba, considérées comme zones à climat tempéré, sont plus efficaces et productifs que ceux proposés dans la région de Biskra considérée comme zone semi-aride à climat chaud à haute insolation
- L'orientation en plein sud est la plus optimale que celle Sud-est et Sud-ouest à 30°
- L'inclinaison à 30° pour produire l'électricité pendant la saison de grande chaleur est la plus optimale que celle à 45° (M. BENAMRA Mostefa Lamine,2013).

## II.2 L'évaluation de la production d'Énergie et protection du bâtiment :

### II.2.a L'enveloppe architecturale :

L'enveloppe d'un édifice désigne la partie visible de tout édifice, que l'on se situe à l'intérieur ou à l'extérieur de l'édifice. En ce sens, l'enveloppe joue un rôle d'interface avec l'extérieur.

Mais, c'est avant tout une protection, une « matière » permettant la protection de l'intérieure contre le climat extérieur (BENBACHA, C.,2017).

### **II.2.b L'enveloppe adaptive :**

Les enveloppes adaptatives sont des enveloppes architecturales à haute performance et multi paramètres. Mais, à l'opposé des enveloppes fixes, elles réagissent mécaniquement ou chimiquement au climat externe d'une façon dynamique pour répondre à des charges internes et les besoins des occupants. (Loonen. R.et al (2013).

L'enveloppe adaptative est une seule désignation d'un concept qui a été décrit par une Multitude de différents termes. Dans ce contexte, les praticiens et les chercheurs favorisent L'utilisation de plusieurs variations sur le terme « adaptative », y compris : actif, avancé, dynamique, intelligent, interactive, cinétique, en réponse, intelligente, commutable, etc. Bien que toutes ces expressions aient un sens différent, ils sont souvent utilisés de façon interchangeable et d'une manière improvisée. (Lollini. et al (2010).

### **II.2.c La façade (adaptive) kinétique :**

La façade kinétique, intelligent ou adaptative est un type de façade active basé sur une haute technologie (sondes. Programmes et machines). Elle répond aux différentes exigences du bâtiment d'une manière automatique selon une ingéniosité et une programmation bien déterminée. Schumacher et M.s (2010) et Moloney (2011) se sont intéressés à la question du dynamisme en architecture, principalement au niveau de la façade (figure 4-10). Ont effectué une recherche sur les façades adaptatives du point de vue lumineux et énergétique à travers des simulations de l'impact des panneaux :

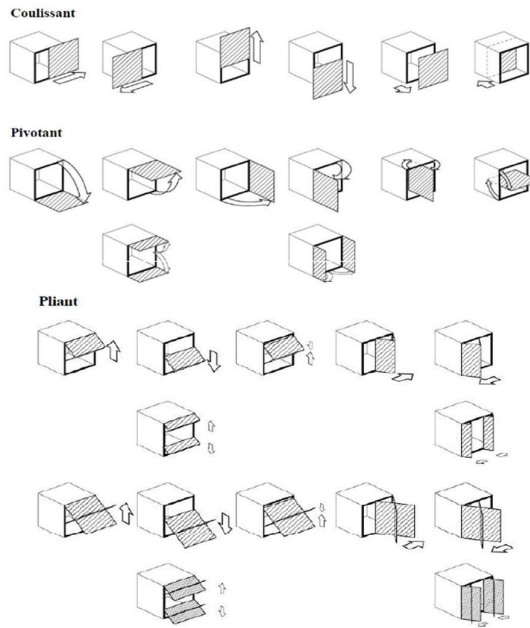


Figure4-11 : Typologie de mouvement des panneaux.

Source : Schumacher et al (2010).

- Les résultats de cette recherche montrent la fiabilité de la façade adaptative qui minimise la consommation énergétique de plus de 50 %. Ils considèrent cette technique comme une stratégie efficace afin de répondre aux différents besoins des utilisateurs quelques soient les conditions.

## II.2.d Les protections solaires :

Les protections solaires sont des éléments utilisés afin de minimiser la pénétration des rayonnements solaires directs et assurer un certain ombrage (occulter les grandes taches solaires). Il existe des protections solaires fixes ou mobiles soient horizontales, verticales ou mixtes choisies selon l'orientation. (Venancio, R., Pedrini, A. (2009). (Figure4-11).

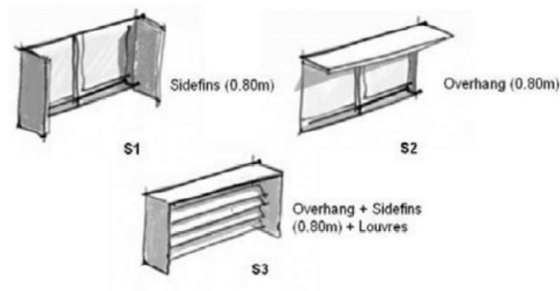


Figure 4- 12 : Les types des protections solaires fixes

Source : Venancio et P.a, 2009

Kirschbaum (2016) a réalisé une étude sur l'efficacité des protections solaires. A travers un travail de simulation numérique de plusieurs variantes de protection solaires fixes. Il a démontré la grande influence de ces éléments sur la réduction de la période d'exposition de la façade aux rayonnements solaires. (Kirschbaum, N.S. (2016))

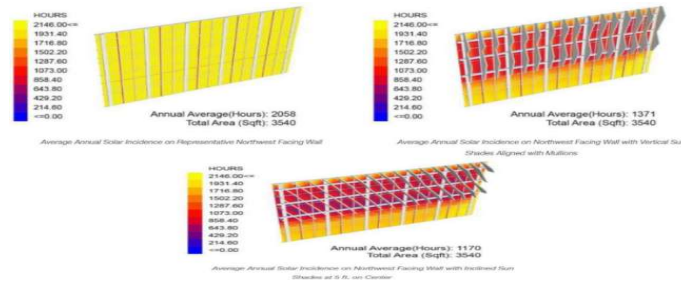


Figure 4- 13 : L'impact des protections solaires sur la durée d'exposition de la façade

Source : Kirschbaum, 2016

Ces résultats montrent que la durée moyenne annuelle d'exposition d'une façade sans protection est de 2058 heures. Par contre l'utilisation d'une protection solaire permet d'atténuer la durée d'exposition jusqu'à 1170 heures (soit un taux de réduction dépassant les 41 %),

### II.3 Les méthodes d'évaluation :

Concernant la méthodologie utilisée dans les recherches qui se sont focalisées sur les façades. Plusieurs méthodes ont été mentionnées dans la littérature : la méthode analytique (classique) sous forme de calcul mathématique. L'étude sur terrain (empirique. In situ). La méthode expérimentale soit par modèles réels ou réduits ainsi que par simulation numérique.

#### II.3.a La méthode analytique :

La méthode analytique est une méthode basée principalement sur des calculs relatifs aux composants de la façade. Elle utilise des formules et des caractéristiques thermiques des matériaux telle que la conductivité thermique " $\lambda$ " pour calculer les aspects thermiques des murs notamment, la résistance thermique " $R$ " et la transmission thermique " $U$ ". (Saint-Gobain. (2016)).

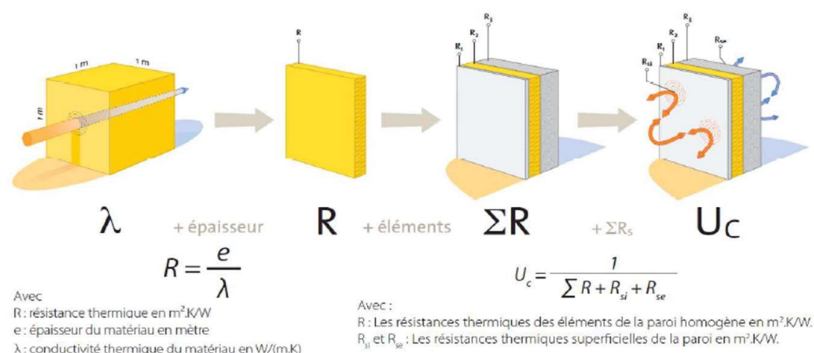


Figure 4- 14 : Exemple de calculs employés dans la méthode analytique

Source : Saint-Gobain, 2016

La méthode analytique permet de décrire le fonctionnement thermique de la construction à travers l'utilisation des principes de la physique du bâtiment. Cette méthode est considérée comme un outil classique mais elle constitue la base des méthodes numériques développées.

### II.3.b L'étude sur terrain :

L'étude de terrain (expérimentale) est réalisée avec des mesures sur site (généralement sur des bâtiments existants). Parfois, ces procédures sont accompagnées d'enquêtes (questionnaires). Selon Pisello, l'analyse se concentre sur les composantes de l'enveloppe du bâtiment (température, humidité, intensité de l'exposition au soleil) qui nécessitent des études de cas réels. (Pisello, et al (2012).

### II.3.c La méthode expérimentale :

La méthode expérimentale est parmi les techniques de recherches les plus utilisées au niveau mondial et dans tous les domaines. Elle permet de tester différents éléments ou phénomènes (variables) dans des conditions naturelles (réelles) ou contrôlées (en laboratoire).

Dans le domaine du bâtiment, les recherches expérimentales peuvent être des études effectuées sur des modèles ou cellules tests exposées directement à des conditions climatiques extérieures (conditions réelles). Ce type d'études expérimentales peut porter sur l'exploitation de modules ou cellules tests à une échelle réelle ou réduite. En outre, l'expérimentation peut s'intéresser à une composante du bâtiment mais dans des conditions contrôlées au niveau d'un laboratoire (une garde thermique ou une chambre climatique).

Cette méthode expérimentale basée sur :

- Des modèles réels « full-scale models » ;

- Des modules expérimentaux ou cellules tests « experimental modules or test cells » ;
- Des modèles réduits ou cellules réduites « scale models or reduced cells ».

### II.3.d La méthode numérique :

La méthode numérique à travers l'exploitation de différents logiciels de simulation. C'est une technique largement répandue dans le milieu de la recherche tels que les travaux de (Brun, A. et al (2017)).

Selon plusieurs chercheurs comme (Pisello, (2012) - Rosso, F., Pisello, A.L., Cotana, F., Ferrero, M. (2014)). L'utilisation des logiciels de simulation dynamique a connu un grand développement vu les atouts qu'ils offrent dans l'évaluation des bâtiments dans des conditions différentes. De leur côté Lirola et al. (2017). Voient que cette méthode simplifie les phénomènes complexes.

La figure (figure 4-14) présente un exemple de simulation de l'influence de l'ombrage de moucharabieh sur la performance énergétique d'un bâtiment.

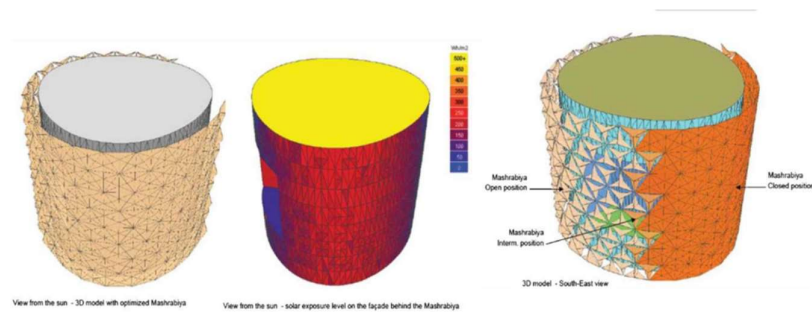


Figure4- 15 : simulation de l'impact d'ombrage de moucharabieh sur la performance énergétique

Source 89 :Karanouh, A., Kerber, E. (2015)

### III Calcul de la consommation énergétique :

Cette simulation s'intéressera à la consommation énergétique du notre bâtiment, plusieurs enjeux dépendre de l'électricité pour assurer le besoin des occupant aussi le confort sur l'quelle : Eclairage Chauffage climatisation appareils dits "bruns" bureautique audiovisuel etc. appareils dits "blancs" cuisine lavage etc.

Calcule à l'aide du logiciel ECOTECH



## IV Les paramètres et les variables :

### IV.1 Les vents :

#### IV.1.a Effet du vent sur l'homme :

Une étude fait par (Kevin Ferrigno,2010), dite que Les effets du vent sur l'homme sont de deux ordres :

Action mécanique et action thermique. On peut retenir à titre indicatif :

$V < 4\text{m/s}$  sensation faible.

$5 < V < 10\text{m/s}$  pas de gêne sérieuse.

$10 < V < 15\text{m/s}$  gêne sérieuse pas dangereux.

$V > 15\text{m/s}$  dangereux pour les piétons.

#### IV.1.b La caractéristique de puissance et rendement instantané :

Selon une étude fait par (Biao Wang 2015) menée sur un type de turbine urbaine, montre un exemple de courbe de puissances de éoliennes urbain de diamètre 4m. Selon la distribution du vent annuelle, la courbe de la production potentielle annuelle correspondante peut être dessiné. Dans le schéma de la courbe de puissance, on peut voir que la vitesse minimale exploitable<sup>2</sup> pour ce type d'éolienne est de 2,5 m/s, la vitesse maximale 30 m/s et la puissance nominale, la production optimale annuelle à partir du la vitesse de 10 m/s.

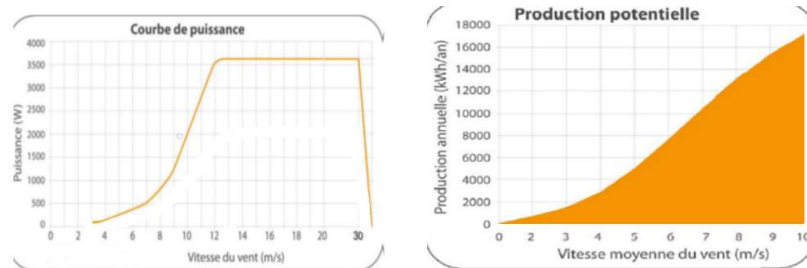


Figure 4- 16 : courbe de puissances de éoliennes urbain de diamètre 4m

Source : (Biao Wang 2015)

#### IV.1.c Les paramètres :

Après avoir cité et analyser les différents effets du vent, un seul effet a été choisie pour notre cas d'étude c'est l'effets venturi, ce choix est accentué par la forme géométrique des trois blocs et aussi par les critères fixés à cette simulation du vent. Le but de l'utilisation de cet

effet est de piéger le vent et de le diriger vers un point spécifique afin de perfectionner cette production d'énergie.

Cet effet dépendre à des paramètres tel que :la distance entre le bâtiment en fonction urbaine, la forme ou le vent s'écoule d'autre façon l'entré et sortir des vents, la hauteur du bâtiment.

A ce stade on va motionner des scénarios concernant les paramètres d'effets venturi :

- **Distance :**

D'après une recherche effectuer par (Etablissement cantonal d'assurance des bâtiments) dit que : une distance de 4 m doit être respectée entre les bâtiments annexes d'une même propriété, et envers les bâtiments et autres ouvrages des propriétés voisines.

Variable 1 : Distance	
Scénario 1	On propose en premier lieu une 4m entre les différents blocs utilisés dans le premier processus conceptuel
Scénario 2	En second lieu, on augmente cette distance entre les trois volumes étudiés en 8m
Scénario 3	Aux finales agrandir la distance vers 12 m pour que la passerelle entre les 2 bâtiment ne devient pas défavorable.

Tableau 4- 1 : différents scénarios

Source : auteur,2020

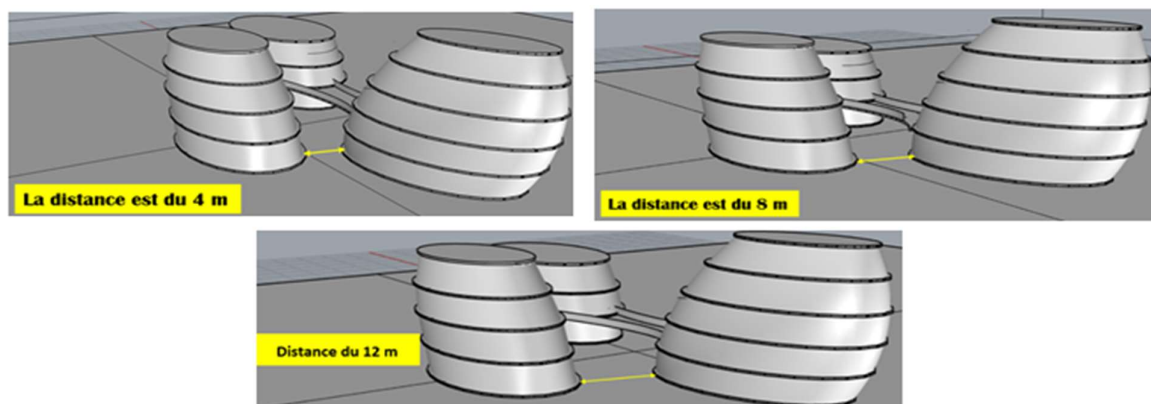


Figure 4-17 : variable de la distance entre blocs

Source : auteur,2020

- **La forme de la surface ou le vent s'écoule : (entrées et sorties des vents) :**

Dans une suite logique à la première simulation, nous allons maintenant étudier le comportement des vents (flux des vents) suivant la forme des surfaces c'est-à-dire en modifiant les entrées et les sorties du phénomène étudié.

Alors nous devons fixer les scénarios qui montre l'impact de cette variable sur l'écoulement du vent :

Variable 2 : Forme	
<b>Scénario 1</b>	Largeur d'incendie des vents = largeur ou les vents sortir $Le=Ls$
<b>Scénario 2</b>	Largeur d'incendie des vents inférieur à largeur ou les vents sortir $Le < Ls$
<b>Scénario 3</b>	Largeur d'incendie des vents supérieur à largeur ou les vents sortir $Le > Ls$

Tableau4- 2 : différents scénarios

Source : auteur 2020

La figure suivante présente un schéma pour traduire mieux l'idée des scénarios :

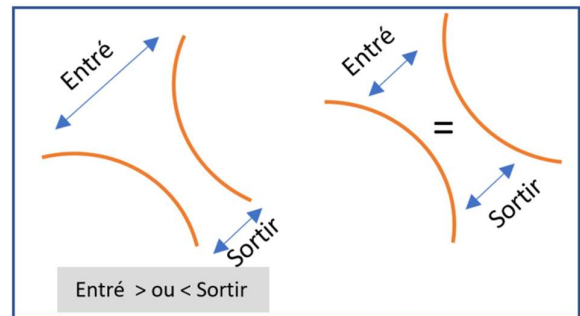


Figure4- 18 : schématisation des scénarios

Source : auteur, 2020

- **La Hauteur :**

Cette simulation a pour but d'assurer un rendement optimal des éoliennes en augmentant la hauteur tout en préservant un confort des piétons, en se basant aussi sur la vitesse annuelle des vents fournie par les données climatiques (en utilisant le logiciel Grass Hopper /lady bug).

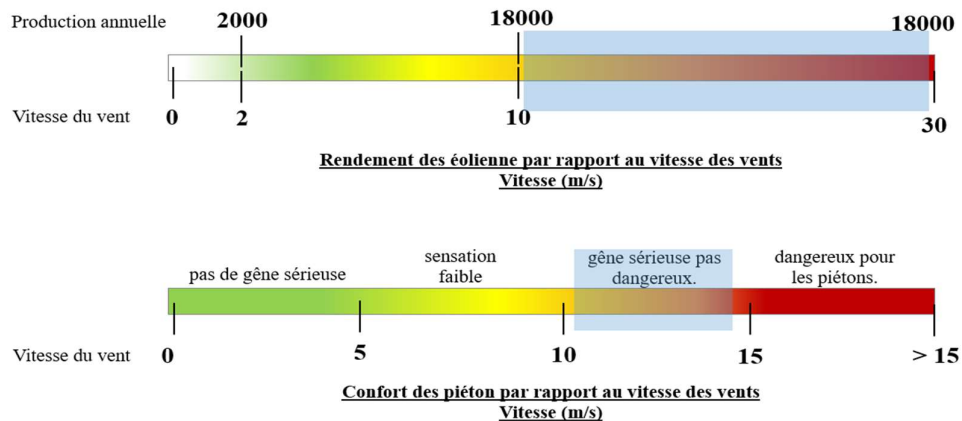


Figure4- 19 : exigences de confort des piétons et le rendement optimal des éoliennes.

Source : auteur, 2020

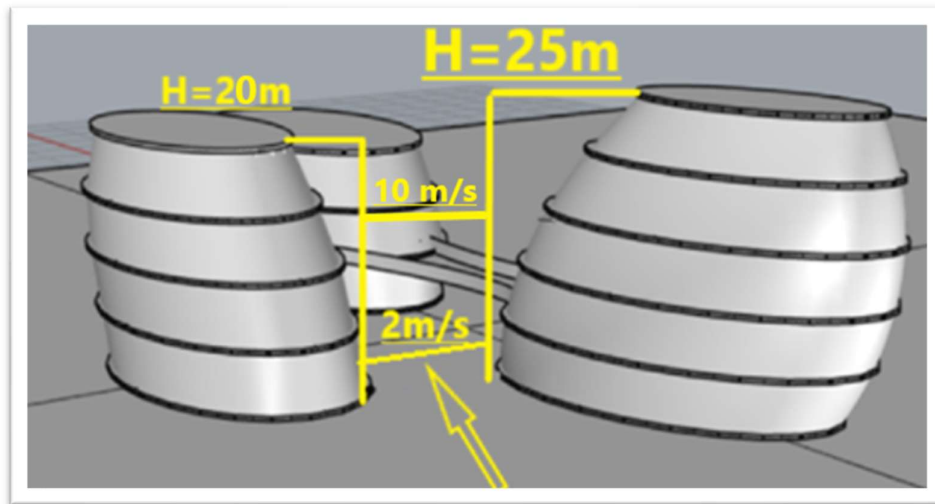


Figure4-20 : variable de la hauteur et la vitesse du vent

Source : auteur,2020

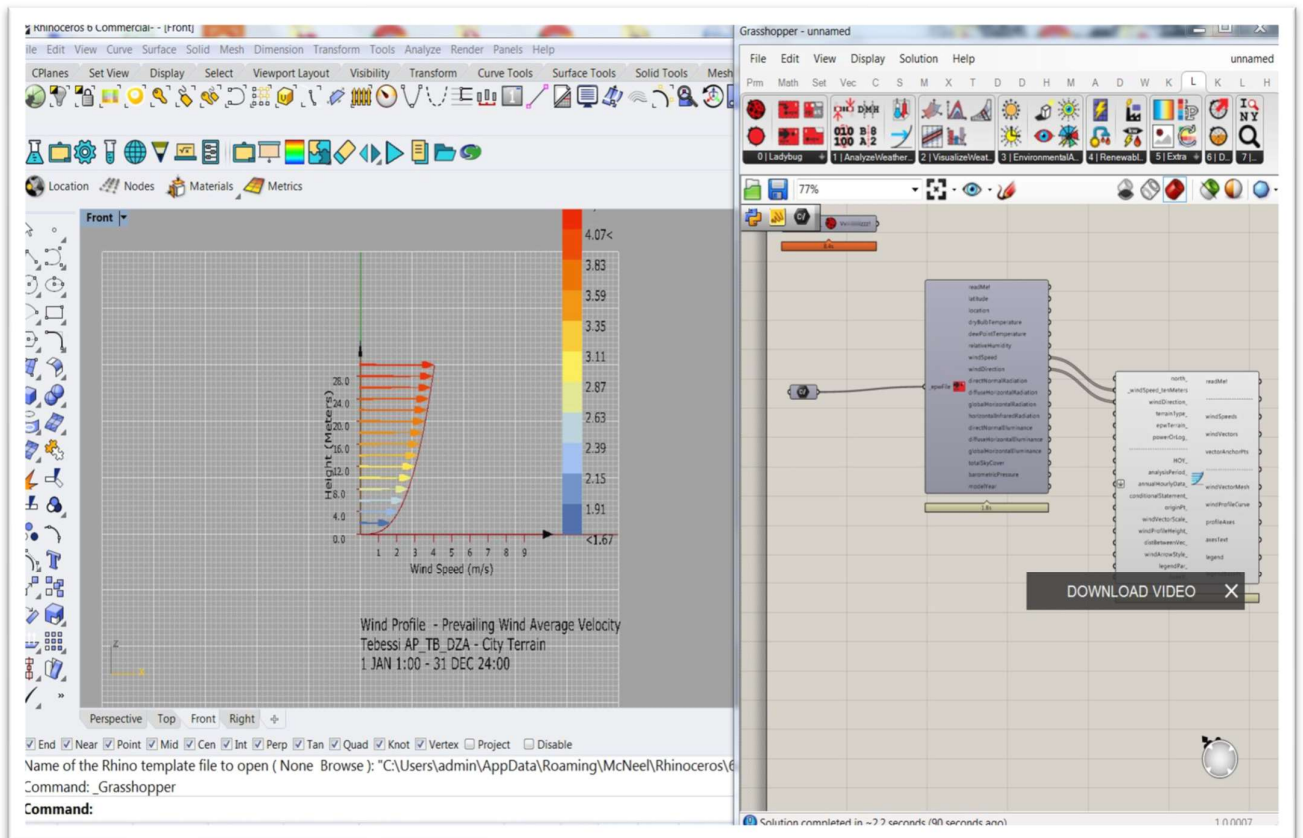


Figure4-21 : relation entre la hauteur et la vitesse des vents selon les données climatiques de Tébéssa

Source : auteur,2020 (logiciel utilisé rhino/grasshopper/ladybug)

## IV.2 L'ensoleillement :

### IV.2.a La caractéristique de puissance et rendement :

Les Panneaux PV utilisés dans cette simulation sont des panneaux photovoltaïques en cristal, ces derniers sont les plus populaires et les plus célèbres au monde et en Algérie aussi.

#### IV.2.b Les Paramètres de la simulation des brises soleils pour la protection des bâtiments :

Pour avoir des meilleurs résultats, nous avons organisé cette simulation en deux étapes :

- **Etape 1 :** en premier lieu nous allons étudier l'exposition des bâtiments par les rayonnements solaires pendant l'année, le résultat sera en quelque sorte comme un témoin pour les autres phases de cette simulation.
- **Etape 2 :**  
En second lieu, on va créer des brises soleils sur les façades des différents bâtiments, dont le but de les protéger et de produire de l'énergie en même temps.
  - Une distance de 1m séparera les brise-soleils durant cette simulation (dans le sens horizontal et vertical)
  - La simulation sera effectuée sur deux jours de l'année/
    - le 21 juin (une journée type de la saison d'été)
    - le 21 décembre (une journée type de la saison d'hiver)

<b>Variable :</b>	
<b>Largeur des brises soleils horizontaux</b>	
<b>Scénario 1 :</b>	Une valeur 0.25 m.
<b>Scénario 2 :</b>	Une longueur de 0.5m.
<b>Scénario 3 :</b>	0.75m.
<b>Scénario 4 :</b>	Dernière distance 1m.

Tableau 4- 3 : différents scénarios pour les brise-soleils horizontaux

Auteur,2020

<b>Variable :</b>	
<b>Largeur des brises soleils verticaux</b>	
<b>Scénario 1 :</b>	Une valeur 0.25 m.
<b>Scénario 2 :</b>	Une longueur de 0.5m.
<b>Scénario 3 :</b>	0.75m.
<b>Scénario 4 :</b>	Dernière distance 1m.

Tableau4- 4 : différents scénarios pour les brise-soleils verticaux

Auteur,2020

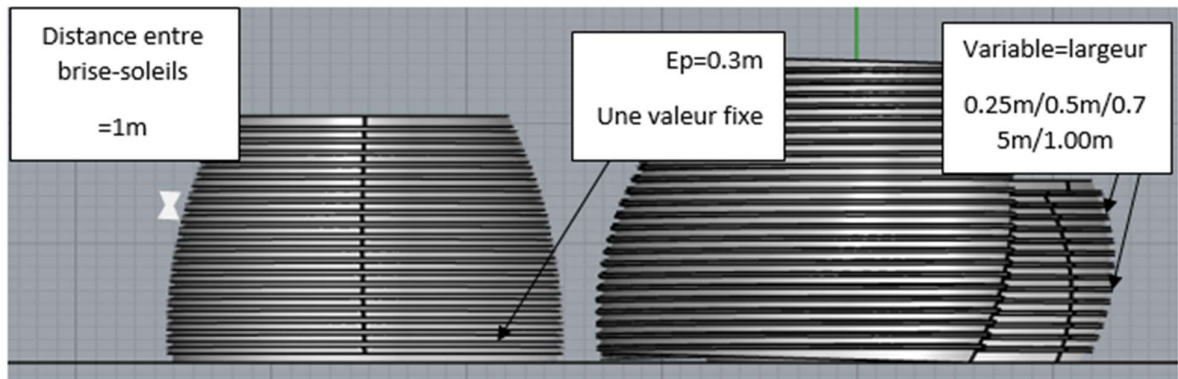


Figure4- 22 : Déférents scénarios pour les brise-soleils horizontaux

Auteur,2020

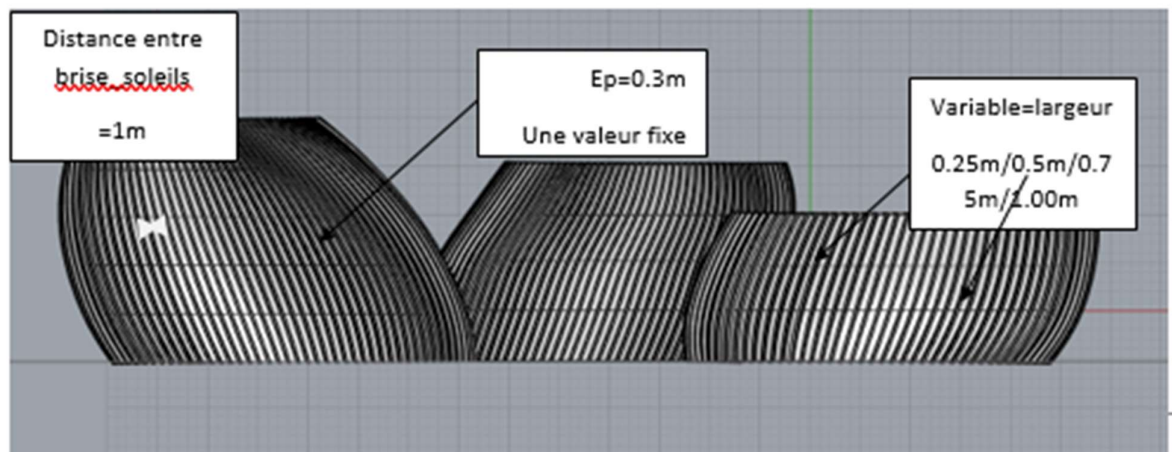


Figure4- 23 : Déférents scénarios pour les brise-soleils verticaux

Auteur,2020

#### IV.2.c Les paramètres de simulation pour la production énergétique des brise-soleils :

Cette simulation s'intéressera à la production énergétique issue des panneaux photovoltaïques implantés sur la partie supérieure des brises soleils (sur toute la longueur des brise-soleils verticaux et horizontaux)

Nous allons avoir les résultats de production énergétiques de chaque bâtiment sur une année.

<b>Variable :</b>	
<b>Largeur des panneaux photovoltaïque/largeur des brise-soleils horizontaux</b>	
<b>Scénario 1 :</b>	Une valeur 0.25 m.
<b>Scénario 2 :</b>	Une longueur de 0.5m.
<b>Scénario 3 :</b>	0.75m.
<b>Scénario 4 :</b>	Dernière distance 1m.

Tableau 4- 5 : différents scénarios pour des panneaux photovoltaïque implantés horizontalement

Auteur,2020

<b>Variable :</b>	
<b>Largeur des panneaux photovoltaïque/largeur des brise-soleils verticaux</b>	
<b>Scénario 1 :</b>	Une valeur 0.25 m.
<b>Scénario 2 :</b>	Une longueur de 0.5m.
<b>Scénario 3 :</b>	0.75m.
<b>Scénario 4 :</b>	Dernière distance 1m.

Tableau 4- 6 : différents scénarios pour des panneaux photovoltaïque implantés verticalement

Source : Auteur,2020

### **Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons exposé des plusieurs études précédentes en expliquant les différents paramètres d'évaluation des vents et de l'ensoleillement.

Afin de fixer les paramètres et les variables on a proposé plusieurs scénarios afin d'arriver à la meilleure solution.

Dans le chapitre suivant nous passeront à l'interprétation et à la synthèse des résultats des simulation de chaque scénario.

---

## *Chapitre 5 : approche expérimentale*

---



## **Introduction :**

Dans ce cinquième chapitre et après avoir déterminé les différents paramètres relatifs au comportement du vent et de l'ensoleillement en proposant une multitude de scénarios. Durant ce dernier chapitre de cette recherche on va essayer de finaliser le travail par une expérimentation numérique, une interprétation et analyse approfondie des différents résultats afin de choisir la bonne combinaison entre les différents scénarios pour avoir la distance et la forme optimale.

## **I. La simulation :**

*« Les approches par modélisation, simulation et expérience de pensée ont cela en commun qu'elles ouvrent un espace épistémologique nouveau. Elles agissent comme des opérateurs permettant de repenser et d'étendre l'épistémologie contemporaine, de dépasser l'épistémologie classique essentiellement théorie-centrée et de déplacer les débats sur le réalisme »*

Franck Varenne

Livre : Modéliser & simuler (2014)

D'après la plupart des recherches relatives à notre sujet citées auparavant, j'ai constaté que : Chaque méthode a des avantages et des inconvénients, à l'image de :

- La méthode analytique est une méthode classique mais relativement consommatrice de temps.
- Le travail sur terrain est pour sa part caractérisé par de grandes difficultés et obstacles de faisabilité (administratifs, l'assurance des conditions naturelles, le temps, etc.) mais il donne une bonne compréhension du phénomène étudié particulièrement les paramètres liés aux personnes (sensation et satisfaction des occupants).
- L'étude expérimentale par des modèles réels et cellules à échelle réelle est une approche porteuse de beaucoup d'avantages mais elle reste très coûteuse ce qui oblige les chercheurs à se tourner vers des cellules tests à une échelle réduite. Cette technique est actuellement la plus appropriée pour étudier les phénomènes physiques dans des conditions réelles, en outre, elle donne une bonne compréhension des paramètres étudiés.

Vue la particularité de notre sujet de recherche, des objectifs fixés au début et vue aussi des phénomènes à simuler nous avons opté pour la simulation numérique par logiciel.

**I.1. La simulation numérique :**

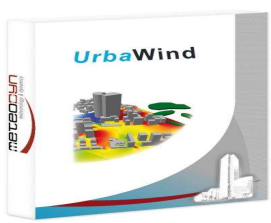

La simulation numérique en architecture est définie comme l'ensemble des outils numériques qui permettent de prédire les performances environnementales et structurelles d'un bâtiment. La puissance des techniques de simulation et des logiciels dépend de la performance du système à la modification qui a été faite par les concepteurs.

Cependant, le principal inconvénient des programmes de simulation est qu'ils fonctionnent sous un processus d'essai et d'erreur. Cela signifie que le concepteur doit avoir la solution afin d'obtenir des commentaires pour le moteur de simulation. Par conséquent, le processus de la conception implique des possibilités récurrentes, des évaluations et des ajustements pour atteindre les résultats désirés. (LaBelle, G., Nembrini, J. & Huang, J., (2008). Simulation-Driven Design System, Phototropique Architecture. Antwerpen (Belgium), pp. 469-476).

**I.2. Logiciel de simulation :**

A travers des études effectués par les chercheurs avec la simulation numérique on cite différents logiciels :

**I.2.a. Pour les études des vents :**

<p><b>Urba-Wind :</b></p>  <p><i>Figure5-1 logo de logiciel</i></p> <p><i>Source: web</i></p>	<p>Est un logiciel CFD automatique de calcul du vent dans les zones urbaines. Permet d'évaluer la ventilation naturelle par l'extraction des coefficients de pression sur les ouvrants. Nouvelle version est sortie pour faciliter la gestion des projets des concepteurs et urbanistes. Parmi les développements majeurs La compatibilité avec les logiciels de simulation thermique comme Design Builder, Virtual Environment, Pléiade...</p>
<p><b>ENVI-MET :</b></p>  <p><i>Figure5-2 logo logiciel envi-met</i></p> <p><i>Source : web</i></p>	<p>Est un modèle de microclimat non hydrostatique, est capable de calculer et simuler le climat dans les zones urbaines. Il calcule la dynamique du microclimat au cours d'un cycle diurne [24 à 48 heures] en utilisant les lois fondamentales de la dynamique des fluides et thermo dynamique</p>

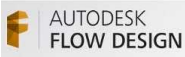
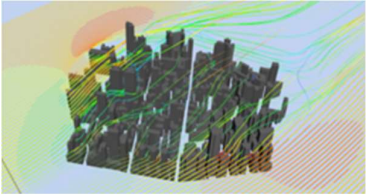
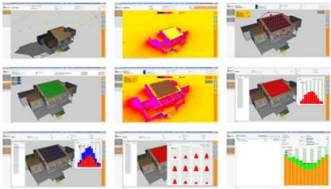

<p><b>Autodesk Design Flow :</b></p>  <p>Figure5- 3: logo logiciel design flow</p> <p>Source : web</p>	<p>Est un logiciel virtuel en soufflerie pour les concepteurs de produits, les ingénieurs et les architectes. Il modèle flux d'air autour des concepts de conception pour aider les idées de test au début du cycle de développement</p>
<p><b>Rhinoceros/CFD</b></p>  <p>Figure5- 4: le plugin rhinoCFD</p>	<p>Rhino CFD est un plug-in du logiciel rhino utilisé généralement pour l'étude du comportement des Fluides Dynamics (CFD), Il permet aux utilisateurs d'étudier l'interaction de leur modèle avec le fluide environnant. Cela permet une optimisation et des tests rapides sans quitter la familiarité du logiciel.</p>

Tableau5- 1: différents logiciels de simulation du vent

Source : auteur,2020

**I.2.b. Pour les études d'ensoleillement :**

<p><b>BIM SOLAIR :</b></p>  <p>Figure5- 5:logo BIM SOLAIR</p> <p>Source: web</p>	<p>Le logiciel développé dans le cadre du projet européen PVSITES permet aux utilisateurs professionnels ou académiques de modéliser et d'évaluer facilement des projets : Conception architectural, Production d'Energie, Impact thermique, Transmission de lumière.</p>
<p><b>MATLAB :</b></p>  <p>Figure5- 6 :MATLAB logo</p> <p>Source: web</p>	<p>Le logiciel MATLAB pour Matrix Laboratoire, a été conçu afin de fournir un environnement de calcul matriciel simple, efficace, interactif et portable. Il est constitué d'un noyau relativement réduit, capable d'interpréter puis d'évaluer les expressions numériques matricielles qui lui sont adressées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Soit directement au clavier depuis une fenêtre de commande</li> <li>-Soit sous forme de séquences d'expressions ou scripts enregistrés dans des fichiers texte appelés m-files et exécutés depuis la fenêtre de commande</li> </ul>

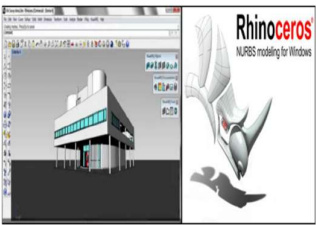
<p><b>Rhino</b>ceros/grasshopper/ladybug</p>  <p>Figure5- 7: Rhinoceros logo</p>	<p>Ce programme de modélisation gagne du terrain parmi les différentes disciplines de conception (Architecture, Ingénierie structurelle et design industriel), car il est diversifié, facile à apprendre et à utiliser, et dispose d'un ensemble puissant de multiples add-ons et des plug-ins disponibles. Les capacités de modélisation Rhinocéros sont remarquables, mais certains plug-ins, comme Grasshopper, mettent en place un instrument de conception puissant pour conceptualiser</p>
---	--

Tableau5- 2: différent logiciels de simulation énergétique solaire

Source : auteur 2020

### 1.3. Logiciels choisis :

Logiciel choisie pour effectuer cette simulation sont :

#### 1.3.a. Logiciel ECOTECT Pour le calcul de la consommation énergétique :

Un logiciel de simulation complet de conception depuis la phase d'avant-projet jusqu'à celle de détail qui associe un modèleur 3D avec des analyses solaire, thermique, acoustique. 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. ("Autodesk | 3D Design, Engineering & Construction Software," n.d.)

#### 1.3.b. Logiciel pour effectuer la simulation d'écoulement du vent :

**Rhinoceros** : voire (Tableau5-2)

**Rhino CFD** : est un plug-in logiciel à usage général Computational Fluid Dynamics (CFD), intégré directement dans l'environnement Rhino et alimenté par CHAM'S PHOENICS. Il permet aux utilisateurs d'étudier l'interaction de leur modèle avec le fluide environnant. Cela permet une optimisation et des tests rapides sans quitter la familiarité de l'environnement Rhino.

#### 1.3.c. Objectif de la simulation :

##### a. Concernant les vents :

- Etudier comment L'organisation spatiale des bâtiments et leurs dispositions sur le plan de masse influent l'écoulement du vent pour assurer une production d'Energie à travers les turbines éoliennes.

- Avoir la distance optimale entre les différents bâtiments afin de créer le meilleur flux

**b. Concernant l'ensoleillement :**

- Quelle est la meilleure démontions et forme des éléments du façade qui vent protégé le bâtiment pendant l'été et produire de l'Energie dans l'hiver.
- Améliorer les performances des panneaux solaires en étudiant l'orientation et l'inclinaison.

## II. La consommation énergétique du bâtiment du cas d'étude :

Calcule à l'aide du logiciel ECOTECH

**Phase 1 :** cette première phase consiste à créer et modeler l'ensemble du projet au sein du logiciel ECOTECH pour le préparer à la phase de simulation.

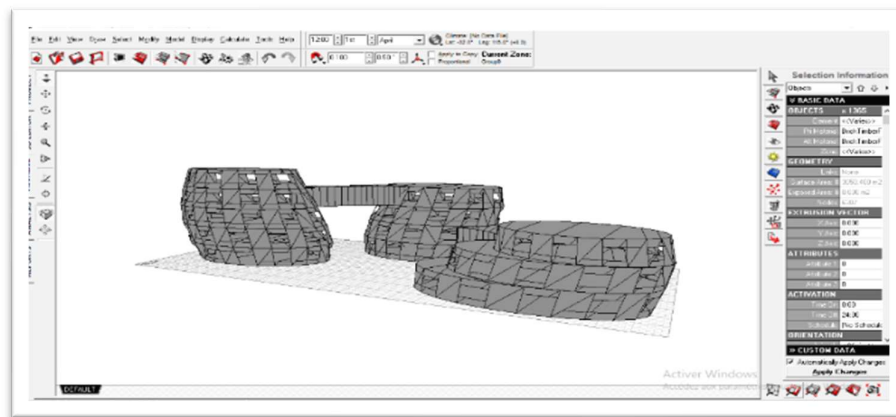


Figure5- 8:création du modèle en ECOTECH

Source : auteur 2020

**Phase 2 :** entrer les donnés climatique de localisation du modèle région de Tébessa

**Phase 3 :** Dans cette troisième phase on choisit le type du bâtiment, les conditions de conception internes et occupation, ainsi on va fixer le type de HVAC system (full air-conditionné), la température du confort pour l'utilisateur entre 18° et 26, et enfin on définit les conditions intérieures de l'espace et les heures l'opération.

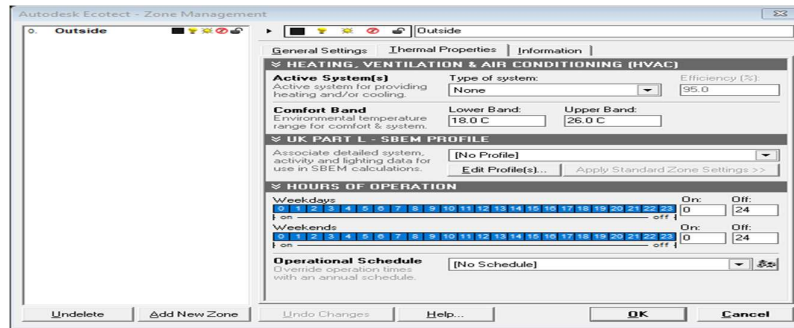


Figure5- 9:interface management

Source : auteur 2020

**Phase 4 :** dans cette dernière phase on lancera cette simulation, puis on va collecter, présenter et analyser les différents résultats.

**Nb :** dans notre cas, on a calculé la consommation énergétique de chaque volume seul afin de limiter le temps de simulation.

**Les résultats :**

La consommation totale d’Energie pour répondre aux besoins chauffage/climatisation par ans et de : totale climatisation (cooling) 67.8508 MWh/ans, totale chauffage 35.5296MWh/ans

(La figure5-10) facilite la lecture du résultat :

All visible thermal zones				All visible thermal zones				All visible thermal zones			
Comfort: Zonal Bands				Comfort: Zonal Bands				Comfort: Zonal Bands			
Max Heating: 74161 W at 09:00 on 15th February				Max Heating: 73379 W at 09:00 on 15th February				Max Heating: 61716 W at 09:00 on 15th February			
Max Cooling: 60319 W at 15:00 on 5th September				Max Cooling: 73691 W at 15:00 on 5th September				Max Cooling: 65623 W at 15:00 on 5th September			
MONTH	HEATING (W)	COOLING (W)	TOTAL (W)	MONTH	HEATING (W)	COOLING (W)	TOTAL (W)	MONTH	HEATING (W)	COOLING (W)	TOTAL (W)
Jan	3747279	0	3747279	Jan	3318462	0	3318462	Jan	3027966	0	3027966
Feb	3528774	0	3528774	Feb	3288662	0	3288662	Feb	2899366	0	2899366
Mar	1772933	0	1772933	Mar	1537584	0	1537584	Mar	1398072	0	1398072
Apr	434786	5267	440054	Apr	342815	0	342815	Apr	340206	0	340206
May	20845	343269	364114	May	24966	216051	241017	May	25300	309799	335099
Jun	0	2266282	2266282	Jun	0	2533462	2533462	Jun	0	2576324	2576324
Jul	0	6420528	6420528	Jul	0	8201902	8201902	Jul	0	7575539	7575539
Aug	0	6782570	6782570	Aug	0	8568083	8568083	Aug	0	7678936	7678936
Sep	0	2654312	2654312	Sep	0	3437984	3437984	Sep	0	3408646	3408646
Oct	0	1210261	1210261	Oct	0	1687139	1687139	Oct	696	1974463	1975159
Nov	626166	0	626166	Nov	581401	0	581401	Nov	557064	0	557064
Dec	2927687	0	2927687	Dec	2721039	0	2721039	Dec	2407570	0	2407570
TOTAL	13058470	19682492	32740962	TOTAL	11814929	24644620	36459548	TOTAL	10656240	23523706	34179946

Figure5- 10: résultats du calcul de consommation brutedu bâtiment étudié

Source : auteur 2020

**III. La simulation des vents :**

Simulation des vents selon la variable de la distance (effet venturi) :

Dans cette partie on va présenter les étapes de la simulation et les résultats :

**1<sup>ère</sup> étape :** on ouvre le plug-in lady bag en Grass Hopper pour insérer les données climatiques de la zone d'étude Tébessa (sous un format EPW), cette étape nous permet de voir la vitesse et la direction des vents présentée par la rose des vents (la figure 3-6), ainsi que la relation entre la hauteur et la vitesse des vents présentée dans (la figure 5-16).

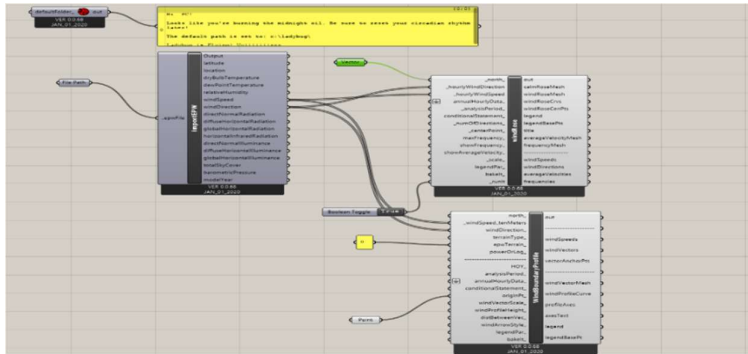


Figure5- 11: une capture d'écran à partir du logiciel de la simulation (rhino/Grass Hopper/lady bug)

Source : auteur ,2020

**2<sup>ème</sup> étape :** faire la modélisation du modèle dans le logiciel Rhino

**3<sup>ème</sup> étape :** dans cette étape on va fixer les différents paramètres de la simulation dans le plugin rhino CFD, dont la vitesse et la direction des vents, l'entrée et la sortie du tunnel, la taille et la hauteur de la grille de calcul, (voir la figure5-12) afin de commencer la simulation avec les différents scénarios.

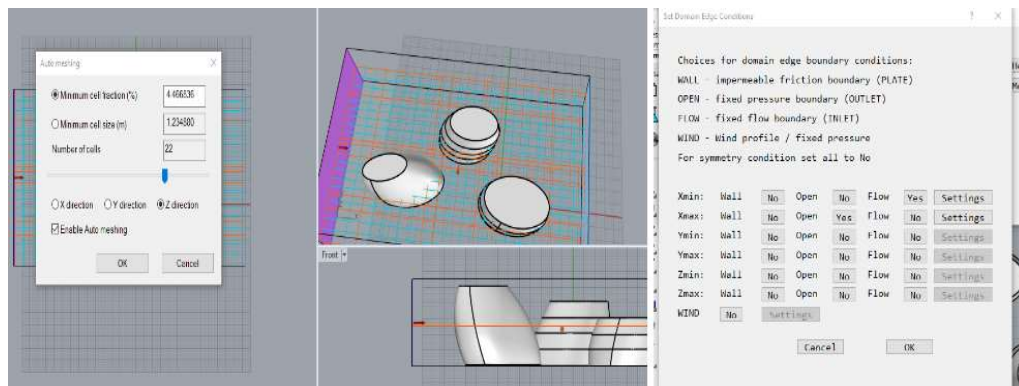


Figure5- 12:les différents paramètres de la simulation

Source : auteur 2020

**4<sup>ème</sup> étape :** cette dernière phase consiste à analyser et à interpréter les résultats issus de cette simulation.

**Variable 1 Scénario 1 :** les paramètres du premier scénario sont fixés dans le protocole (voir le chapitre 4), donc on commence avec une première distance de 4m, et une vitesse de vent de



10m/s<sup>1</sup> sur une hauteur de 20 mètres<sup>2</sup> à l'intérieur du tunnel de la simulation, avec une trame de calcul de 1m par 1 mètre.

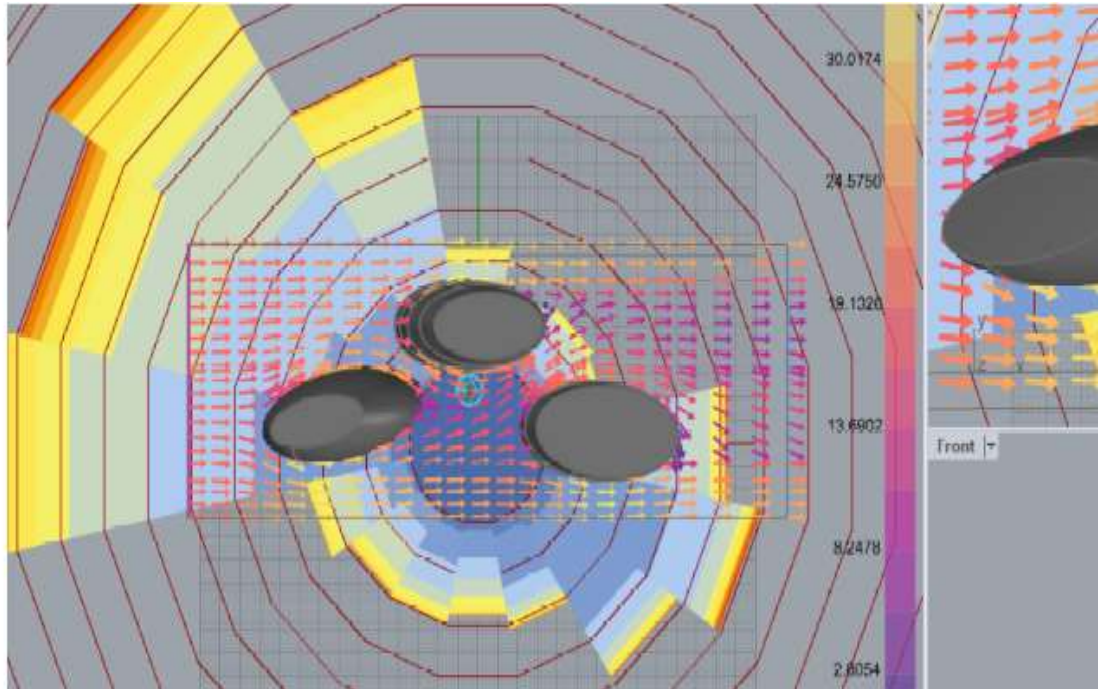


Figure5-13: résultats du scénario 1 V1

Source : auteur 2020

D'après cette première simulation, on remarque clairement que la vitesse des vents s'accroissent entre les deux bâtiments par effet du phénomène venturi pour atteindre une vitesse de 13 à 15 m/s sur la même hauteur.

Par le choix de ces paramètres, la vitesse de vent a augmenté entre les deux bâtiments étudiés de 30 à 50% dans quelques parties du bâtiment (parois extérieures du bloc 1).

**Variable 1 Scénario 2** : les paramètres du deuxième scénario sont fixés aussi dans le protocole du chapitre précédent, donc la nouvelle distance est de 8m, et une vitesse de vent est toujours 10m/s sur une hauteur de 20 mètres à l'intérieur du tunnel de la simulation, avec une trame de calcul de 1m par 1 mètre.

---

<sup>1</sup>Cette vitesse est tirée des données climatiques d'une journée type

<sup>2</sup>La hauteur recommandée pour un bon fonctionnement des éoliennes



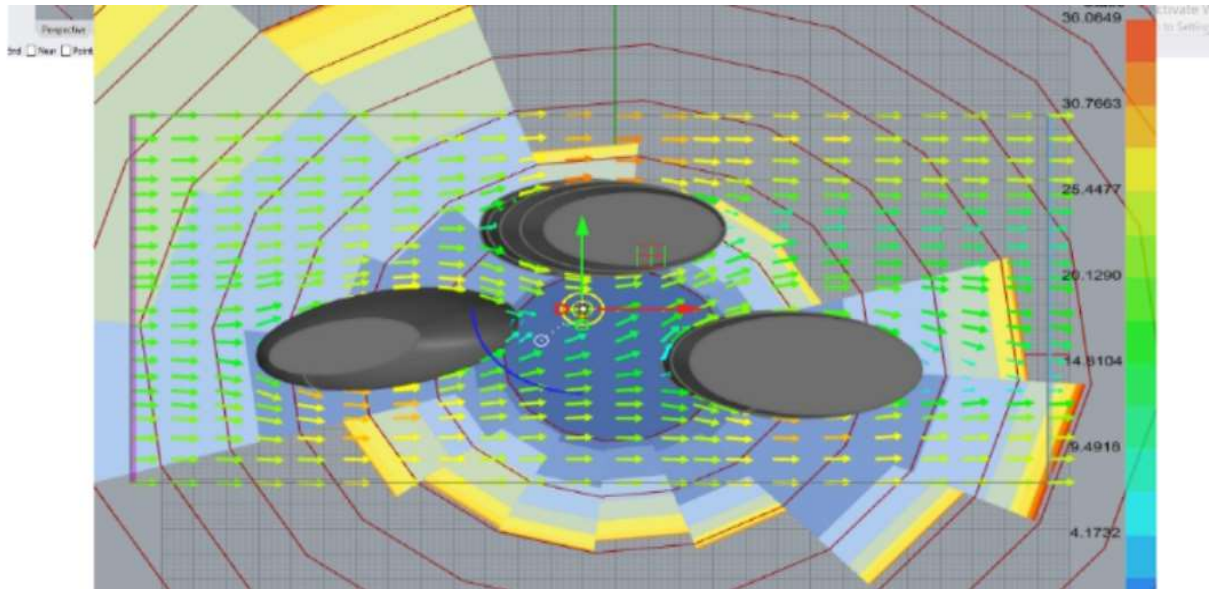


Figure 5-14: résultat scénario 2 V1

Source : auteur 2020

D'après les résultats affichés de cette deuxième simulation, on constate que la vitesse des vents est amplifiée entre les deux blocs par effet du phénomène venturi pour atteindre une vitesse de 12 à 13 m/s

Par le choix de ces paramètres, la vitesse de vent entre les deux bâtiments étudiés a augmenté de 25% à 35%.

**Variable 1 Scénario 3 :** les paramètres de ce dernier scénario sont fixés auparavant, la dernière distance de cette simulation est 12m, avec une vitesse de vent de départ de 10m/s sur une hauteur de 20 mètres à l'intérieur du tunnel de la simulation, avec une trame de calcul fixée à 1m par 1 mètre pour plus de précision de calcul.

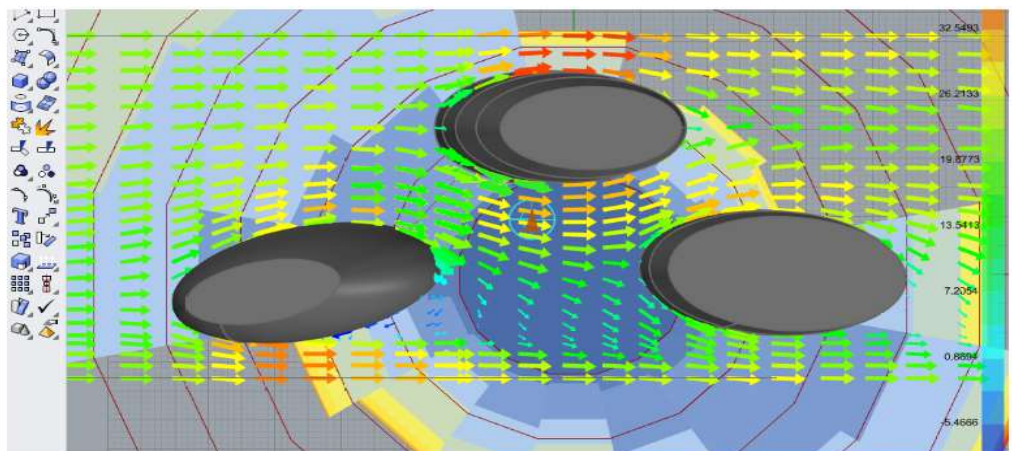


Figure5-15: résultat scénario 3 V1

Source : auteur 2020

D'après les résultats de cette dernière simulation, on constate que la vitesse des vents est amplifiée entre les deux blocs par effet du phénomène venturi pour atteindre une vitesse de 11 à 12 m/s, allons jusqu'à 18 m/s dans quelques parties des bâtiments (parois extérieures du bloc 1).

Par le choix de ces paramètres, la vitesse de vent entre les deux bâtiments étudiés a augmenté de 10% à 25%.

**Synthèse :**

Vue les résultats des trois scénarios et vue les paramètres fixés et expliqués dans cette étude du chapitre précédent (figure 4-19), le meilleur essai qui répond à la fois à la production optimale et à un confort des piétons est le scénario numéro 2. (Voir la figure ci-dessous)

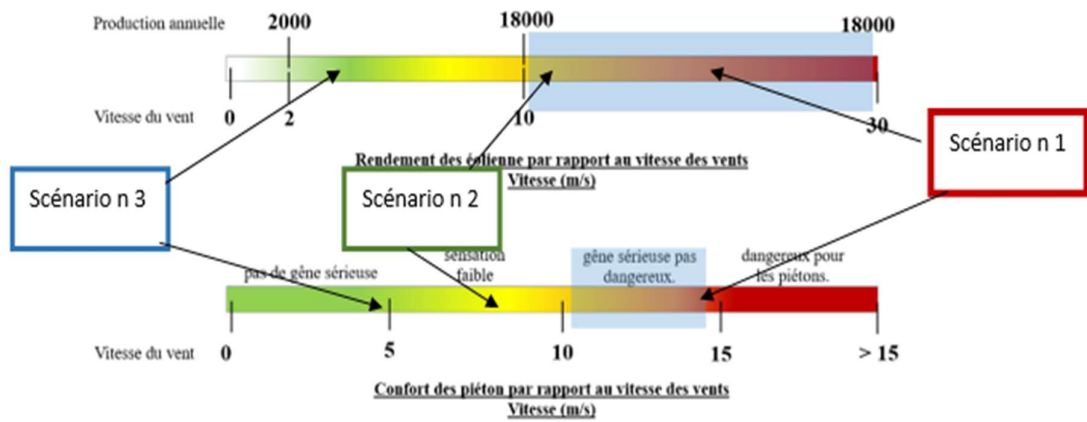


Figure5- 16:Classement des scénarios selon les paramètres du protocole

Auteur,2020

Simulation des vents selon la forme de la surface ou le vent s'écoule (entrée / sortie des vents) :

**Variable 2 scénario 1 : Le=Ls**

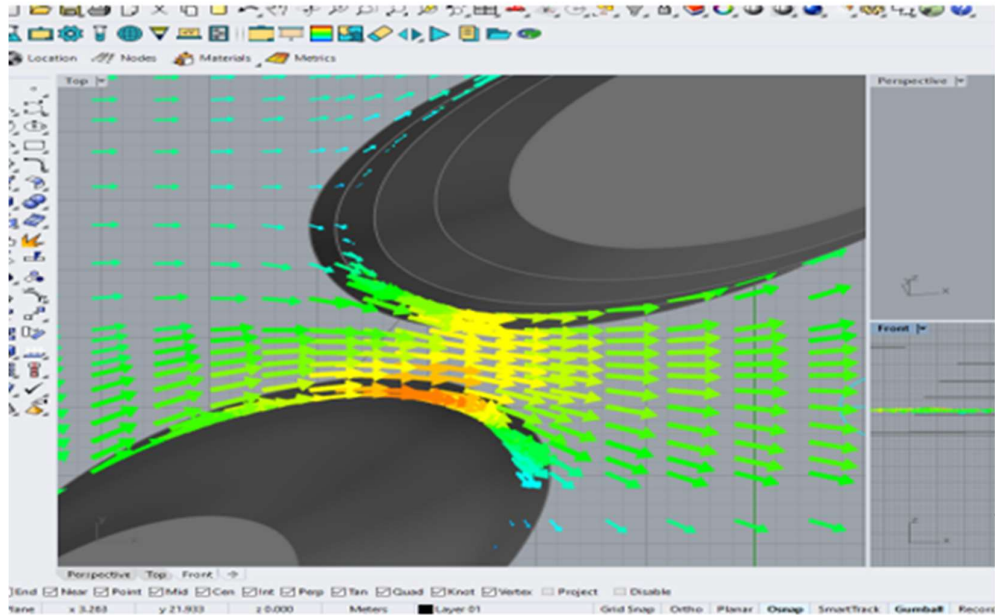


Figure5 17: résultats scenario 1 V2

Source : auteur 2020

**Scénario 1** :D’après la simulation on voit que pour une vitesse des vents entrante de 10m/s elle ressortie en 12m/s, ensuite elle diminue pour atteindre encore une fois en 10m/s.

Les vents entre le bâtiment sont d’une vitesse de 12m/s sur une hauteur de 20m.

**Variable 2 scénario 2 :  $L_e < L_s$**

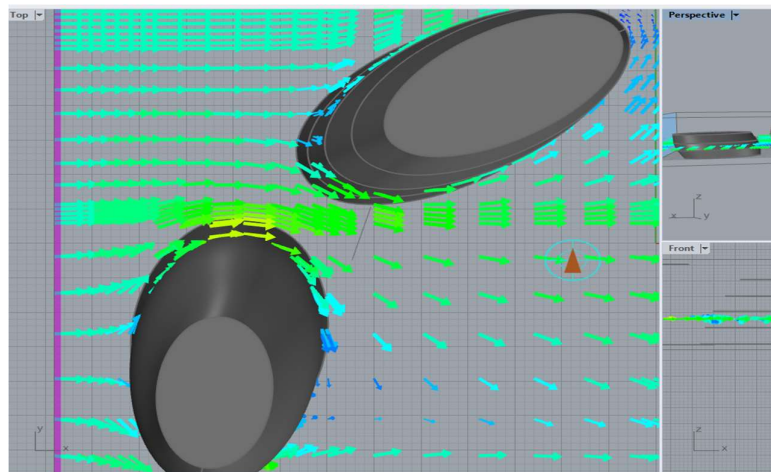


Figure5-18: résultat scenario 2 V2

Source : auteur 2020

**Scénario 2** : D’après la simulation on voit que pour une vitesse des vents entrante de 10m/s elle ressortie en 12m/s, ensuite elle diminue pour atteindre encore une fois en 10m/s.

Les vents entre le bâtiment sont d'une vitesse de 12m/s sur une hauteur de 20m.

**Variable 2 scénario 3 :  $L_e > L_s$**

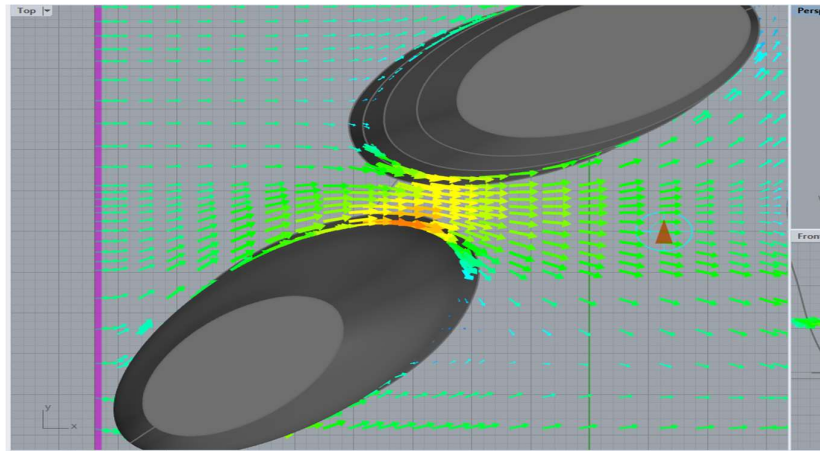


Figure 5-19: résultats scenario 3 V2

Source : auteur 2020

**Scénario 3 :** D'après la simulation on voit que pour une vitesse des vents entrante de 10m/s elle ressorties 14m/s, ensuite elle diminue pour atteindre encore une fois en 12m/s.

Les vents entre le bâtiment sont d'une vitesse de 16m/s sur une hauteur de 20m.

**Synthèse :**

Vue les résultats des trois scénarios et vue les paramètres fixés et expliqués précédemment, le meilleur essai est le numéro 3, puisqu'il répond à la fois au critère du confort des piétons et à l'amélioration de la production énergétique des éoliennes.

**Synthèse générale**

Avoir une très bonne production énergétique des éoliennes et avoir aussi un confort des piétons passent par le choix des deux meilleurs scénarios de chaque simulation c'est-à-dire :

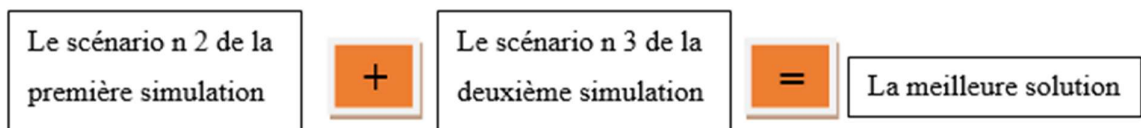


Figure5- 20 : le choix des deux meilleurs scénarios de chaque simulation

Source : auteur 2020

**La simulation d'enseillement :**

**III.1. Premièrement :**

On va commencer cette expérimentation par l'étude d'exposition du bâtiment vers les rayonnements solaires pendant un an (Figure 5-22,5-23), cette simulation sera comme un repère de base pour les autres essais.



Figure5- 21: les étapes de la simulation dans le logiciel ladybug/grasshopper  
Source : auteur,2020

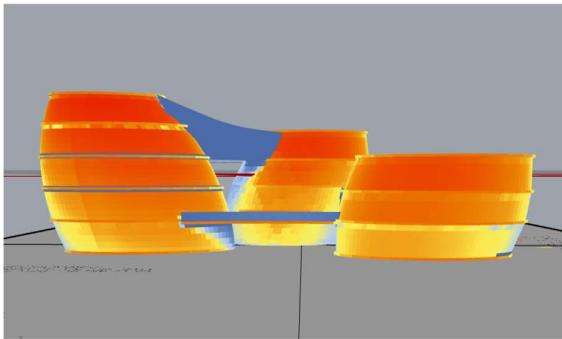


Figure5- 22: le résultat sur la façade sud.

Source : auteur 2020

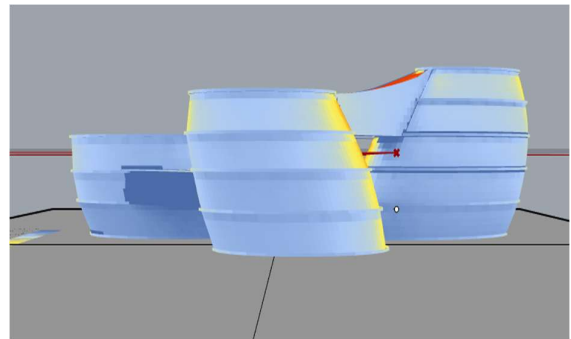


Figure5- 23: résultats sur la façade nord

Source : auteur 2020

### La lecture des résultats :

**La couleur en rouge** montre que cette façade est exposée directement et pendant toute l'année au rayonnement solaire, logiquement, elle doit être protégée par des brise-soleils par exemple.

**La couleur en bleu** reflète que les rayonnements solaires n'atteignent pas sur la façade, donc cette dernière est protégée.

### Synthèse :

Les parties les plus exposées au rayonnement solaire sont les façades plein sud, sud-est, sud-ouest Sur lequel les brise-soleils et les panneaux solaires photovoltaïques devront être installés.

### III.2. Deuxièmes étapes :

Créer des brises solaires qui protègent et produisent de l'Energie.

#### Variante brise soleil horizontal :



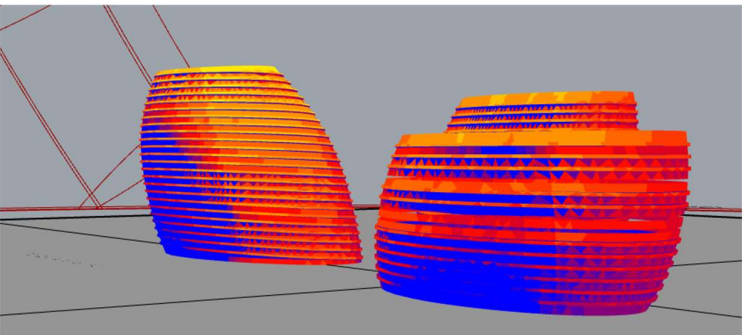
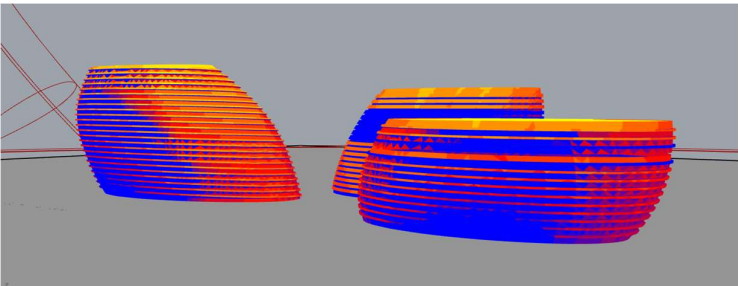
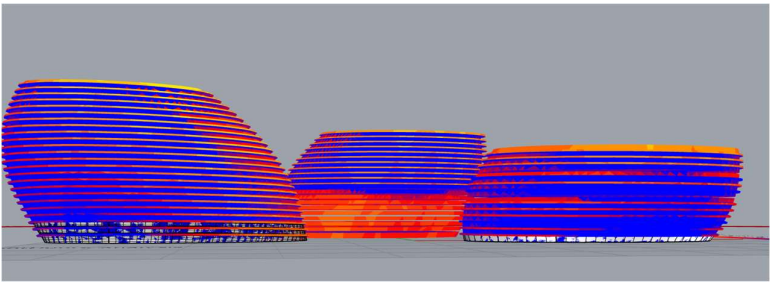
		Brise solaire horizontal	
		Analyses	Résultats
Période : 21 juin de 06h à 18h	Scénario 1 / largeur = 0.25m	<p>D'après cette simulation on voit des parties en bleu qui reflètent les zones protégées et des parties en rouge présentent les zones exposées au soleil. Les brise-soleils protègent partiellement la façade sud et ne protègent pas les autres parties</p>	
	Scénario 2 / largeur = 0.50m	<p>Les brise-soleils protègent complètement les façades sud et ne protègent pas les autres parties.</p>	
	Scénario 3 / largeur = 0.75m	<p>Les brise-soleils protègent complètement les façades sud et protègent partiellement les autres parties des bâtiments.</p>	

Tableau5- 3 : scenarios et résultats

Source : auteur 2020

**Synthèse :** À travers ces scénarios ont conclu que les brise-soleils horizontaux protègent complètement la façade plein sud, les autres façades sont mal protégées dans la plupart des scénarios

On distingue que la longueur optimale des brise- soleils est 0.75 m pour ce cas.

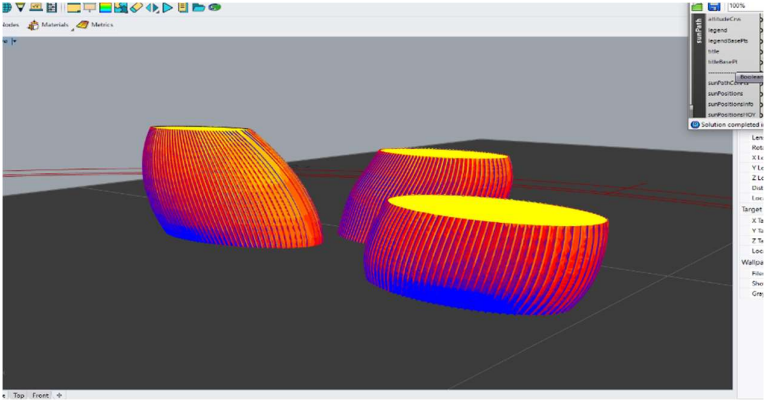
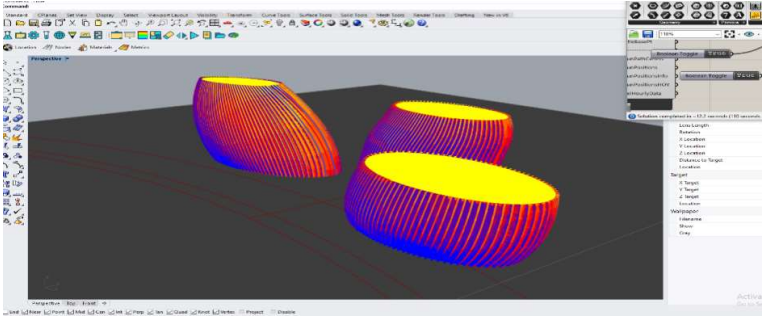
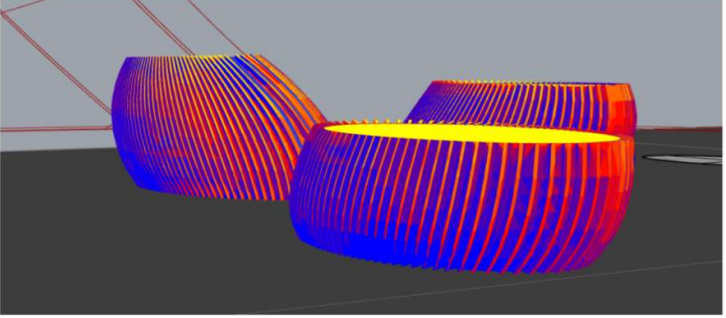
		Brise solaire vertical	
		Analyses	Résultats
Période : 21 juin de 06h à 18h	Scénario 1 /largeur = 0.25m	D'après cette simulation on voit des parties en bleu qui reflètent les zones protégées et des parties en rouge présentent les zones exposées au soleil. Les brise-soleils protègent partiellement les façades sud-est et sud-ouest et ne protègent pas la façade Sud.	
	Scénario 2/ largeur = 0.50m	Les brise-soleils protègent de bonne manière les façades sud-est, sud-ouest Est et Ouest, par contre la façade Sud est mal protégée.	
	Scénario 3/ largeur = 0.75m	Les brise-soleils protègent efficacement les façades sud-est, sud-ouest Est et Ouest, par contre la façade Sud est partiellement protégée.	

Tableau5- 4: scénarios et résultats

Source : auteur 2020

**Synthèse :** À travers ces scénarios ont conclu que les brise-soleils verticaux protègent complètement tous les façades sauf la devanture sud.

On distingue que la longueur optimale des brise- soleils pour une meilleure protection est 0.75 m pour ce cas.

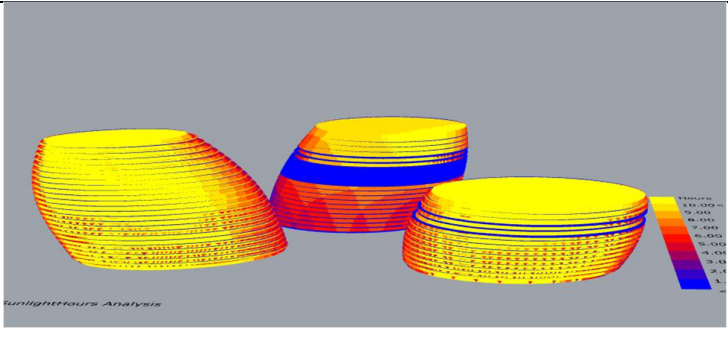
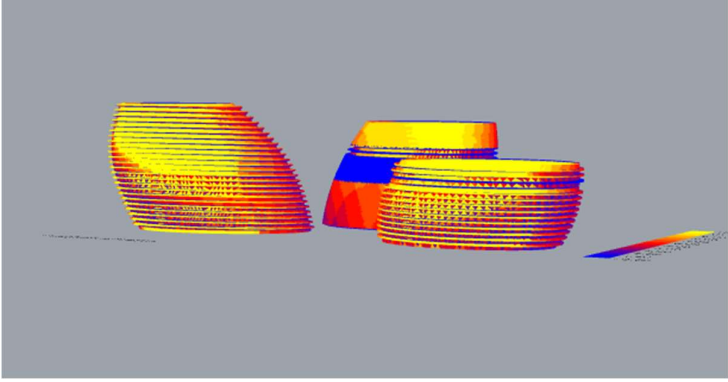
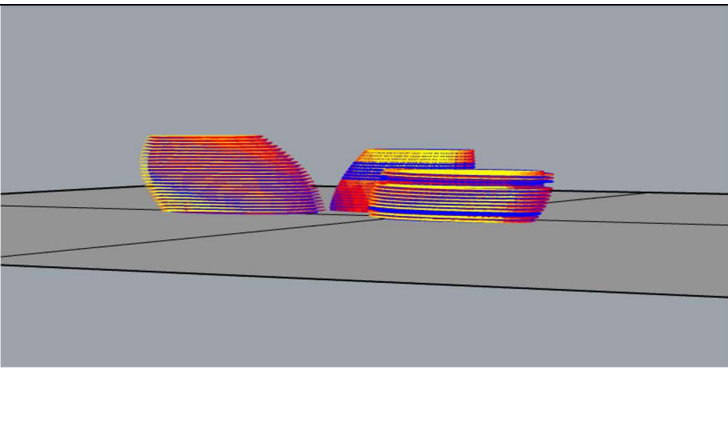
		Brise solaire vertical	
		Analyses	Résultats
Période : 21 décembre de 06h à 18h	Scénario 1 / largeur = 0.25m	Toutes les façades sont exposées au rayonnement solaire pendant cette journée d'hiver.	
	Scénario 2 / largeur = 0.50m	Toutes les façades sont moyennement exposées au rayonnement solaire pendant cette journée d'hiver.	
	Scénario 3 / largeur = 0.75m	Toutes les façades sont mal exposées au rayonnement solaire pendant cette journée, surtout la façade sud due essentiellement aux effets des brise-soleils.	

Tableau5- 5: scenarios et résultats

Source : auteur 2020

**Synthèse :** À travers ces scénarios, ont conclu que les brise-soleils horizontaux de 0.75m de largeur empêchent de bénéficier du rayonnement solaire pour le réchauffement pendant l'hiver.

On distingue que la longueur optimale des brise-soleils est 0.50 m pour ce cas.



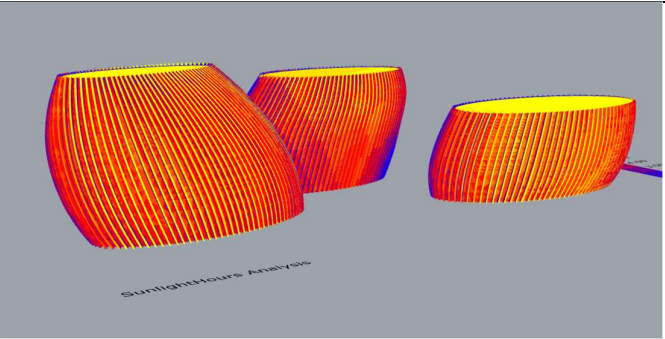
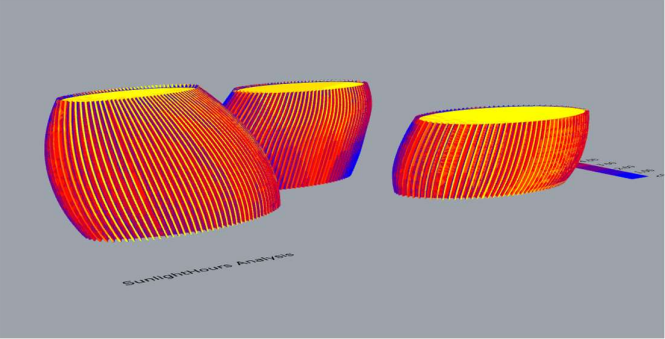
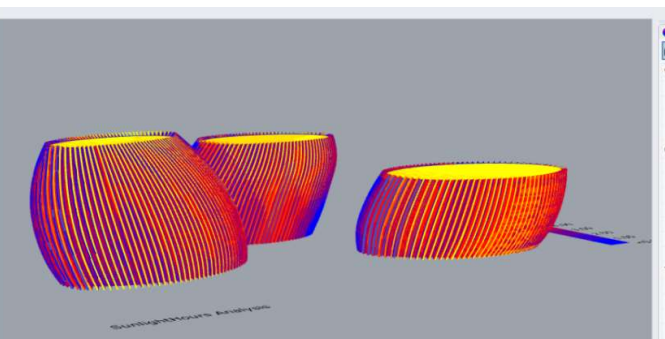
		Brise solaire vertical	
		Analyses	Résultats
Période : 21 décembre de 06h à 18h	Scénario 1 / largeur = 0.25m	Toutes les façades sont exposées au rayonnement solaire pendant cette journée d'hiver.	
	Scénario 2 / largeur = 0.50m	Toutes les façades sont moyennement exposées au rayonnement solaire pendant cette journée d'hiver.	
	Scénario 3 / largeur = 0.75m	Toutes les façades sont mal exposées au rayonnement solaire pendant cette journée, surtout les façades orientées à EST, à OUEST, SUD-EST et SUD-OUEST, ce résultat s'explique par l'effet de ces éléments verticaux.	

Tableau5- 6: scenarios et résultats

Source : auteur 2020

**Synthèse :** À travers ces scénarios, ont conclu que les brise-soleils verticaux qui ont une largeur de 0.75m empêchent de bénéficier des rayons solaires pour le réchauffement pendant cette saison.

On distingue que la longueur optimale des brise-soleils pour ce cas est 0.50 m pour ce cas.

**Synthèse générale :**

D'après cette simulation des différents scénarios on sorte avec le résultat suivant :

- Brise-soleils horizontaux avec une largeur 0.25m= mauvaise protection en été (toutes les façades).

Bon ensoleillement en hiver (toutes les façades).

- Brise-soleils verticaux avec une largeur 0.25m= mauvaise protection en été (toutes les façades)

Bon ensoleillement en hiver (toutes les façades).

- Brise-soleils horizontaux avec une largeur 0.50m= protection correcte en été (façade sud)

Ensoleillement correct en hiver (toutes les façades).

- Brise-soleils verticaux avec une largeur 0.50m= protection correcte en été (façade sud)

Ensoleillement correct en hiver (toutes les façades).

- Brise-soleils horizontaux avec une largeur 0.75m= bonne protection en été (façade sud+ les autres façades moyennement).

Mauvais ensoleillement en hiver (toutes les façades, surtout la façade sud).

- Brise-soleils verticaux avec une largeur 0.75m= bonne protection en été (toutes les façades + la façade sud avec une protection moyenne)

Mauvais ensoleillement en hiver (toutes les façades)

- ✓ L'objectif de protection solaire en été et à l'objectif de bon ensoleillement en hiver est le scénario 2 (0.5 m de largeur) de toutes les simulations.

Pour une protection maximale, il faut combiner les deux techniques c'est-à-dire :

- ✓ Utiliser les brise-soleils horizontaux sur les façades sud combinées aux brise-soleils verticaux sur les autres façades.

### III.3. La production énergétique des brise-soleils Conclusion :

Les tableaux suivants déterminent la production annuelle des brise-soleils horizontaux et verticaux

<b>Brise solaire horizontales</b>	
<b>Scenario 1(0.25m)</b>	142.0711 MWh/ans
<b>Scenario 2(0.50)</b>	283.1321 MWh/ans
<b>Scenario 3(0.75)</b>	425.2023 MWh/ans

Tableau5- 7:la production annuelle

Source : auteur 2020

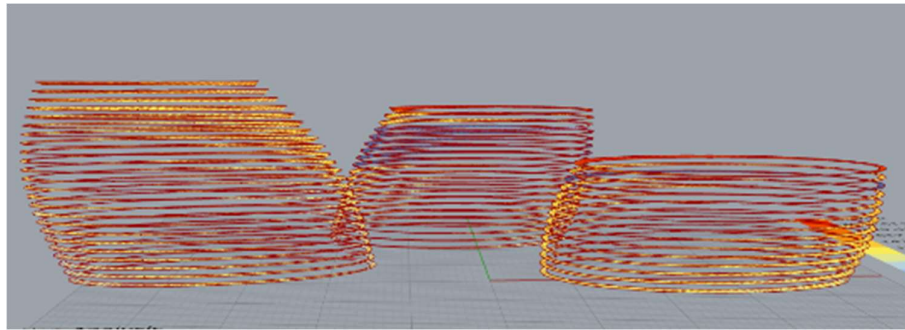


Figure5- 24: Exemple de la production des brise-soleils horizontaux de 0.50m

Source : Auteur, 2020

<b>Brises solaires verticaux</b>	
<b>Scenario 1(0.25)</b>	109.9811 MWh/ans
<b>Scenario 2(0.50)</b>	215.9622 MWh/ans
<b>Scenario 3(0.75)</b>	331.9433 MWh/ans

Tableau5- 8: la production annuelle

Source : auteur 2020

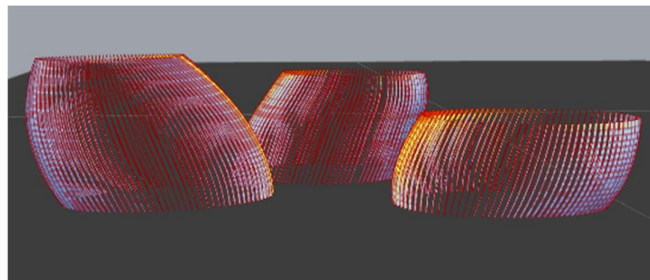


Figure5- 25: Exemple de la production des brise-soleils verticaux de 0.50m

Source : auteur 2020

### **Analyse :**

D'après les résultats ci-dessus, on voit clairement que les panneaux photovoltaïques fixés sur les brise-soleils de 0.75m produisent plus d'énergie, que les autres panneaux.

### **Synthèse :**

Donc le meilleur scénario selon le critère de la production énergétique des panneaux solaires est le scénario 3 suivi par le 2 puis par le 1 essai.

### **Synthèse générale :**

D'après toutes les simulations exposées précédemment le meilleur scénario qui remplit tous les critères est le deuxième, car il présente :

- Protection optimale

- L'ensoleillement correct et nécessaire.
- La production qui suit les deux premiers critères.

### III.4. Comparaison des résultats de consommation et de production :

D'après les résultats cités ci-dessus et les résultats de la consommation annuelle effectuée précédemment, on constate :

<b>La production énergétique des brise-soleils</b>	499.0943MWh/ans
<b>La consommation énergétique du bâtiment</b>	103.3804MWh/ans

Tableau5- 9: Comparaison des résultats de consommation et de production

Source : auteur,2020

**Synthèse :** d'après cette comparaison on distingue que la production est supérieure à la consommation, cela veut dire que notre projet est **un bâtiment a énergie positive.**

### IV. Sources de production énergétique externes :

#### ➤ Le champé éolienne :

d'après une expérience fait par (DAAOU NEDJARI Hafida, 2018). Sur des déférents sites du atlas tellien, elle démontré Sur le terrain, trois éoliennes de 10m de diamètre et à une hauteur de 18m, ont été installées en 2006. Marqué le rendement de 25 KW par jour.

Ci en appliquent ces résultats de la recherche a notre champé éolienne le résultat de la production devient comme ce ci :

10 éoliennes produisent de 80 à 85 kW/jour

Donc la production annuelle varié vers 28,800kw/ans

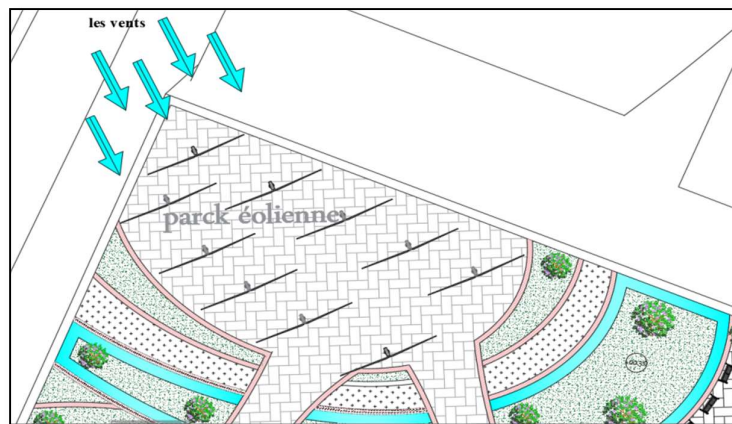


Figure5- 26: installation des éoliennes dans le projet

Source : auteur,2020

➤ **Le champ photovoltaïques :**

Dans ce cas on va faire une simulation sur des panneaux photovoltaïques du parc solaire à l'aide de rhino / lady bag (voir la figure5-27), la production est 7394.85 KW/ans

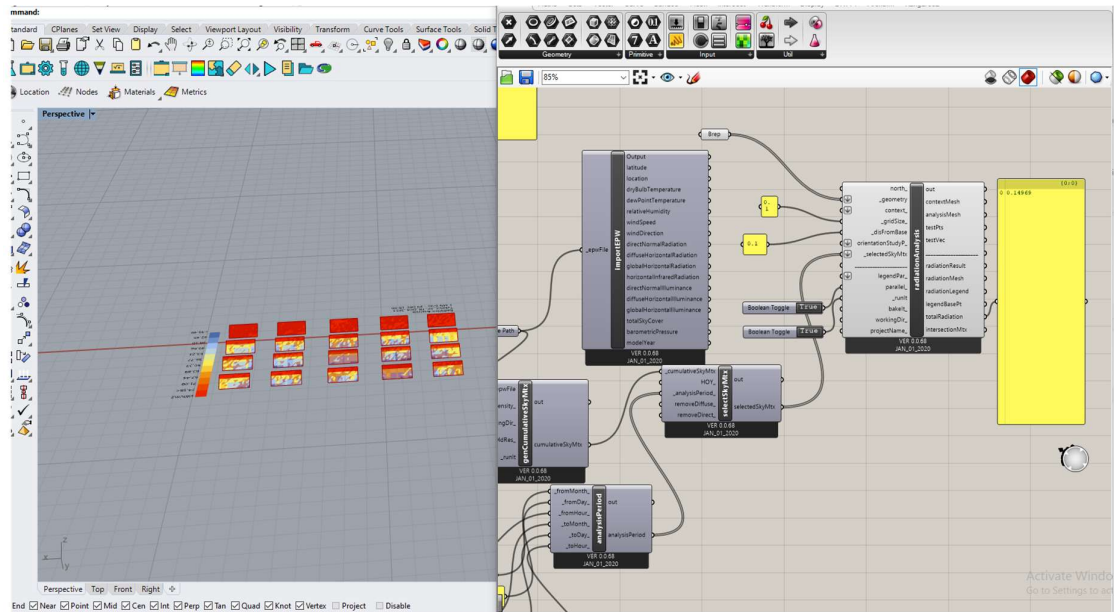


Figure5- 27: simulation des Panneaux photovoltaïques

Source : auteur,2020

Ces deux parcs éolien et solaire, assurent d'un côté les études pratiques des ingénieurs du centre et fournissent une production supplémentaire d'énergie d'un autre côté.

**Conclusion :**

Le chapitre 5 comme une finalisation à notre travail de recherche, à travers une multitude de simulations on a trouvé les meilleures solutions architecturales en se basant sur plusieurs essais et scénarios numériques (*deux simulations sur les vents, plusieurs simulations sur la protection solaires, une simulation sur la production énergétique et on a aussi réalisé des simulations sur la production énergétique*) , ces résultats seront appliqués directement sur notre projet afin d'améliorer sa qualité conceptuelle, architecturale et surtout environnementale, une finalité fixées au début de cette recherche scientifique.

---

## *Conclusion générale*

---

### **Conclusion générale :**

La consommation énergétique a connu ces dernières années une grande augmentation due essentiellement à l'explosion démographique et au progrès scientifique et technologique, cette surexploitation des énergies fossiles a causé une grande dégradation de l'environnement naturel sur tous les niveaux (effet de serre, catastrophes naturelles, réchauffement climatique, ..., etc.).

Toutes les recherches réalisées et organisées autour de ce problème environnemental ont conclu sur la nécessité de reconversions énergétiques (utilisation des énergies propres).

L'Algérie dispose d'un potentiel énergétique énorme, notamment en énergie solaire. Le gisement solaire en Algérie est le plus important au niveau mondial, surtout dans la partie du grand sud où toutes les applications solaires peuvent voir le jour

La crise économique de ces dernières années a poussé l'état algérien à aller de cette direction c'est-à-dire : encourager l'utilisation des énergies renouvelables. Dans ce même contexte, beaucoup de centres de recherche en énergie renouvelable ont été créés, ces derniers sont le meilleur exemple de l'efficacité et du progrès scientifique dans ce domaine.

Vue que le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie et le troisième émetteur de gaz à effet de serre dans le monde, cela m'a fait choisir ce thème de recherche, basé sur la meilleure manière d'intégrer les énergies renouvelables dans les bâtiments, pour diminuer les impacts climatiques, par la réduction des émissions de gaz à effet de serre,

L'intérêt de notre recherche, est de passer d'un bâtiment « énergivore » à un bâtiment passif ou écologique, et pourquoi pas à un bâtiment à énergie positive, dans le deuxième chapitre nous avons mentionné les différentes définitions des concepts liés à l'éco-conception qui s'inspirent à la base à des principes bioclimatiques,

Pour passer à la recherche thématique, en rassemblant un ensemble de concepts sur les différentes définitions liées aux bâtiments performants en général et aux bâtiments à énergie positive en particulier, en exposant les différents types des centres de recherches, leurs rôles et leurs classifications à travers une analyse détaillée de trois exemples d'une part.

Ensuite on a fait une analyse climatique globale de la région de cas d'étude (TEBESSA) et une analyse du terrain avec les données des vents et l'ensoleillement, afin de comprendre la relation entre le bâtiment et les différents enjeux climatiques.

## **Conclusion générale**

---

Le démarche de la partie pratique à travers l'exposition des plusieurs études précédentes en expliquant les différents paramètres d'évaluation des vents et de l'ensoleillement, Afin de fixer les paramètres et les variables on a proposé plusieurs scénarios nous aide à organiser le travail et structuré les étapes de démarche de la simulation.

On peut considérer le chapitre 5 comme une finalisation à notre travail de recherche, à travers une multitude de simulations on a trouvé les meilleures solutions architecturales en se basant sur plusieurs essais et scénarios numériques, ces résultats seront appliqués directement sur notre projet afin d'améliorer sa qualité conceptuelle, architecturale et surtout environnementale.

Les résultats obtenus à la fin de ce mémoire permettent aux futures étudiants et chercheurs de comprendre que l'enveloppe architecturale n'est pas seulement un élément de conception mais un futur concept qui peut être utilisé comme une solution intelligente aux différents problèmes énergétique que rencontre l'utilisateur dans ces bâtiments et ce sans avoir recours à des solutions industrielles qui consomment beaucoup d'énergie.

Il faut noter à la fin de cette étude que la plupart des objectifs sont-atteint dans la bonne intégration du bâtiment avec son environnement en assurant un gain énergétique optimal et optionnel fait-on un bâtiment qui produire son énergie à l'aide des énergie renouvelables tout on présente les avantages de l'utilisation et de l'intégration des énergies renouvelables dès les premières phases de conception.



---

## *Références et bibliographie*

---

## Références et bibliographie :

- Autodesk | 3D Design, Engineering & Construction Software [WWW Document]. URL <https://www.autodesk.com/> (accessed 9.02.20).
- Axenne, S., Wind energy integration in the urban environment. Publishable Result-Oriented Report. Grant agreement. Project WINEUR, April 2007.
- BENBACHA, C. Les façades dynamiques ; Faculté d'Architecture et d'Urbanisme de l'Université Constantine 3,2017
- Biao Wang. Les impacts de la morphologie urbaine sur le vent : performance d'Energie éolienne à l'échelle de quartier. Energie électrique. INSA de Toulouse, 2015.
- Bilan énergétique nationale 2018. Ministère de l'énergie
- Bouketta and Bouchahm, L'effet de la géométrie urbaine sur l'écoulement du vent et la ventilation naturelle extérieure,2012.
- Brun, A., Spitz, C., Wurtz, E. (2009) - Gossard, D. (2011) - Rapone.G 2012 - Barreneche, C., Navarro, L., De Gracia, A., Fernandez, A.I. (2016) - Santos, G.H.D., Fogiatto, M.A., Mendes, N. (2017)
- CDER.MOUAZIZ Manal Khawla.2017 Matricule :15018-T-12.
- CEDER, Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique, Algérie, consulté 2020
- Christian Barré 2014, Effets du vent, des essais en soufflerie à la modélisation numérique.
- Climat Tébessa [WWW Document], 2020. meteoblue. URL [https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/t%c3%a9bessa\\_alg%c3%a9rie\\_2477461](https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/t%c3%a9bessa_alg%c3%a9rie_2477461) (accessed 9.17.20).
- Climat Tébessa [WWW Document], meteoblue. URL [https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/t%c3%a9bessa\\_alg%c3%a9rie\\_2477461](https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/t%c3%a9bessa_alg%c3%a9rie_2477461) (accessed 9.17.20).
- Curran, La nouvelle donne énergétique ,1981, p.17
- De Béthencourt, Efficacité énergétique : un gisement d'économies Paris 2013
- des sciences sociales livre 2010, pp272.
- Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique Publication du Centre de Développement des Energies Renouvelables, EISSN/ISSN 1112-3850 consulté 2020-03
- Djamel Mestoul et Rafik Bensalem et Luc Contribution à un modèle d'adaptation des villes sahariennes au phénomène d'ensablement : cas de la région de Gouarar en Algérie.
- Dr. SAMAI et Dr. CHOUBA 2015 Université Badji Mokhtar, Annaba
- Dutton, A. G., Halliday, J. A., Blanch, M. J., Energy Research Unit, CCLRC, The Feasibility of Building Mounted/Integrated Wind Turbines (BUWTs): Achieving their potential for carbon emission reductions. Final report, under contrat of Carbon Trust (2002-07-028-1-6), 4 May 2005.
- Elements in architecture. Basel, London : Birkhäuser, Spring)
- ENERDATA, société d'intelligence énergétique et de conseil 2018

- etudier, 2020. energie fossile [WWW Document]. URL <https://www.etudier.com/dissertations/Energie-Fossile/67420183.html> (accessed 9.17.20).
- Facade integrated Photovoltaic systems, VietnamLuan Duy Le Nguyen, Sang Dinh Ngoc, Dinh Truong Cong, Du Le Thuong, Son Nguyen Van, Vu Nguyen Hoang Minh, and Ngoc Thien Le Dept. of Urban Engineering University of Architecture Ho Chi Minh City, 2019
- Fortin, MF. Fondements et étape du processus de recherche, 2010
- Franck Varenne, Modéliser & simuler (2014)
- GOUDGIL Zakaria L'enveloppe architecturale entre élément de conception et de régulateur thermique, 2020
- Hafida, D.N., 2020. L'énergie éolienne en Algérie 3, 2018.
- Heshuang Zeng, Integration of renewable energy with urban design, Master's thesis, Massachusetts Institute of Technology. 2011.
- Jean Louis LAUBET Del Bayle, Initiation aux méthodes
- Karamostefa-khelil Cherifa, Hamidat Abderrahmane : SIMULATION DU SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE DE FAÇADE A L'UNIVERSITE DE BLIDA, Département d'électronique 2012)
- Kevin Ferrigno S.B. Mechanical Engineering Massachusetts Institute of Technology, may 2010
- Kevin James, Challenges and strategies for increasing adoption of small wind turbines in urban areas. Master's thesis, Massachusetts Institute of Technologie, 2010.
- Kirschbaum, N.S. (2016), The effectiveness of fixed solar shading. Communication présentée au séminaire international Façade, Los Angeles, États-Unis
- LaBelle, G., Nembrini, J. & Huang, J., (2008). Simulation-Driven Design System: Phototropique Architecture. Antwerpen (Belgium), pp. 469-476).
- LAUSTENS J., 2008, Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings, International Energy Agency, OECD/IEA, Paris, 66p
- LAUSTENS J., 2008, Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings, International Energy Agency, OECD/IEA, Paris, 85p.
- Les 50 notions fondamentales dans le domaine de l'énergie, Brian Clegg, Le Courrier du Livre, 2018).
- L'esprit scientifique et la méthode scientifique, Louis Favre 1903
- Lollini. R, Danza. L, Meroni. I, (2010). Energy efficiency of a dynamic glazing system. Solar Energy, pp.526-537
- Loonen. R. C. G. M, Cóstola. D, and Hensen. J. L. M, (2013). "Climate adaptive building shells: State-of-the-art and future challenges," Renewable Sustain. Energy, pp. 483-493.
- M. BENAMRA Mostefa Lamine : Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment, 201
- Mertens, S., Wind Energy in the built environment: Concentrator Effects of Buildings. PhD thesis, Technology University of Delft, published by Multi-Science, 2006.
- Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, 2020

- Monographie de la wilaya de TEBESSA, 2020. URL <http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/09/monographie-de-la-wilaya-de-tebessa.html> (accessed 9.17.20).
- Monographie de la wilaya de TEBESSA, URL <http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/09/monographie-de-la-wilaya-de-tebessa.html> (accessed 9.17.20).
- Morange Michel, A quoi sert l'histoire des sciences ? Versailles, Quae, 2008
- National Renewable Energy Laboratory (NREL) Home Page | NREL [WWW Document]. URL <https://www.nrel.gov/> (accessed 9.19.20).
- Pisello, A.L, Goretti, M., Cotana, F. (2012) méthode for assessing buildings, energy efficiency by dynamic simulation and experimental activity, pp 419-420.
- Présentation de la wilaya [WWW Document], URL <http://monographies.caci.dz/index.php?id=507> (accessed 9.17.20).
- REITER, S. 2007. Elaboration d'outils méthodologiques et techniques d'aide à la conception d'ambiances urbaines de qualité pour favoriser le développement durable des villes. Doctorat, Université de Louvain.
- Robert ANGIOLETTI. Hubert DESPRETZ, Maîtrise de l'énergie dans les bâtiments, 2010.
- Saint-Gobain. (2016). Introduction à la thermique du bâtiment.
- Schumacher. M, Schaeffer. O & Vogt. M, (2010). Movement dynamic components and
- Sharpe, T., Provenb. G., Crossflex : Concept and early development of a true building integrated wind turbine, Energy and Buildings 42 (2010) pp. 2365–2375.
- Thiers, S., 2008. Bilans énergétiques et environnementaux de bâtiments à énergie positive.
- TORCELLINI P., PLESS S., and D. CRAWLEY M., Zéro Energy Buildings : A Critical Look at the Définition 2006, p.18
- Venancio, R., Pedrini, A. (2009). Envelope Design, Energy Consumption and Thermal Performance, Québec, Canada.
- Wuhan Energy Centre by Grontmij and Soeters Van Eldonk Architects – aasarchitecture [WWW Document], n.d. URL <https://aasarchitecture.com/2013/09/wuhan-energy-centre-by-grontmij-and-soeters-van-eldonk-architects.html/> (accessed 9.19.20).

---

## *Résumé*

---

## Résumé :

La consommation énergétique a connu ces dernières années une grande augmentation due essentiellement à l'explosion démographique et au progrès scientifique et technologique, cette surexploitation des énergies fossiles a causé une grande dégradation de l'environnement naturel sur tous les niveaux (effet de serre, catastrophes naturelles, réchauffement climatique, ..., etc.).

Toutes les recherches réalisées et organisées autour de ce problème environnemental ont conclu sur la nécessité de reconvertissions énergétiques. La crise économique de ces dernières années a poussé l'état algérien à aller de cette direction c'est-à-dire : à encourager l'utilisation des énergies renouvelables. Dans le même contexte, beaucoup de centre de recherche en énergie renouvelable ont été créés, ces derniers sont le meilleur exemple de l'efficacité et du progrès scientifique dans la matière.

Durant cette recherche on a effectué une multitude de simulations numériques sur les vents, sur la protection solaire, ainsi que sur la consommation et la production énergétique, pour trouver enfin les meilleures solutions qui sont appliquées sur notre projet architecturale (amélioration de la qualité conceptuelle, architecturale et surtout environnementale).

## الملخص :

شهد استهلاك الطاقة زيادة كبيرة في السنوات الأخيرة، ويرجع ذلك أساساً إلى الانفجار السكاني والتقدم العلمي والتكنولوجي، وقد تسبب هذا الاستغلال المفرط للوقود الأحفوري في تدهور كبير في البيئة الطبيعية على جميع المستويات (تأثير الاحتباس الحراري، والكوارث الطبيعية والاحتباس الحراري وما إلى ذلك).

كنتيجة لجميع الأبحاث التي تم إجراؤها وتنظيمها حول هذه المشكلة البيئية ان الحاجة إلى تحويلات الطاقة اصبحت ضرورية. حيث دفعت الأزمة الاقتصادية في السنوات الأخيرة الدولة الجزائرية للتحرك في هذا الاتجاه، أي التشجيع على استخدام الطاقات المتجددة في جميع المجالات. في نفس السياق، تم إنشاء العديد من مراكز أبحاث الطاقة المتجددة، وهذا هو أفضل مثال على الكفاءة والتقدم العلمي في هذا المجال.

خلال هذا البحث، أجرينا العديد من عمليات المحاكاة لحركة الرياح، والحماية من الشمس، وكذلك على استهلاك الطاقة وإنتاجها، لإيجاد أفضل الحلول التي يتم تطبيقها على مشرونا المعماري (لتحسين الجودة المعمارية، معماري وقبل كل شيء بيئي).