

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب

Université -Ain-Temouchent- Belhadj Bouchaib

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département Génie Mécanique



Projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master en :

Domaine: SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

Filière: Génie Mécanique

Spécialité : Energétique

Thème

Amélioration des performances énergétiques d'un habitat situé dans la zone méditerranéenne

Présenté Par:

TAIFOUR Wiem

Devant le jury composé de:

Dr.BENZENINE Hamidou UAT.B.B (AinTemouchent).....Président

Dr. GUENDOZ Bouhelal.....UAT.B.B (Ain-Temouchent).....Examinateur

Pr. BENZAAD BOURASSIA.....UAT.B.B (Ain-Temouchent)..... Encadrante

Dr.CHAOUI Meriem..... UAT.B.B (Ain-Temouchent).....Co-encadrant

Année universitaire 2022/2023

وَقَدْ
رَبِّ زَيْنِ عَالِمِنَا

REMERCIEMENTS

En Tout d'abord, je remercie Dieu le Tout-Puissant de m'avoir donné la force, le courage, la confiance, la volonté et la patience pour faire ce travail. J'exprime également mon profonde gratitude à mes chers parents pour leurs encouragements, leur soutien et les sacrifices qu'ils ont endurés.



Je remercie tout particulièrement mon Encadrant BENZAAD BOURASIA pour sa patience, ses observations, ses conseils, sa gentillesse, sa disponibilité et son accompagnement tout au long de la période de réalisation de ce mémoire, je remercie aussi vivement madame CHAOUI MERIEM et BENEDDIF FATIMA

ZOHRA

Je remercie également les membres du jury d'avoir accepté l'invitation à discuter mes travaux

Je remercie également tous mes amis d'être restés à mes côtés tout au long de la période de travail.



Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mon cher père et ma chère mère ; leur amour, leurs conseils, leurs prières, leurs sacrifices et
leur soutien

À toutes ma famille

À tous mes enseignants chacun avec son nom,

À tous mes amis

Résumé

La réduction des consommations énergétiques est un défi majeur de notre temps et le secteur du bâtiment est le plus grand consommateur d'énergie.

L'objectif principal de cette recherche consiste à améliorer la performance énergétique évaluer le confort thermique d'une maison situé de la ville de AIN T'émouchent qui se caractérise par un climat méditerranéen

Dans ce cadre, il s'agit de proposer des solutions passives, comme l'isolation extérieure par la terre paille, les fenêtres en double vitrage et véranda bioclimatique en double vitrage et les comparer par le bâtiment de référence en utilisant une simulation dynamique sous TRNSYS.

Mots clés : bâtiment, simulation , TRNSYS, Solutions passives, consommation énergétique.

ABSTRACT

Reducing energy consumption is a major challenge of our time and the building sector is the largest consumer of energy The main objective of this research is to improve the energy performance evaluate the thermal comfort of a house located in the city of AIN T'emouchent which is characterized by a Mediterranean climate In this context, it is a question of proposing passive solutions, such as exterior insulation by straw earth, double-glazed windows and double-glazed bioclimatic veranda and comparing them with the reference building using a dynamic simulation under TRNSYS . Keywords: building, simulation, TRNSYS, passive solutions, energy consumption.

ملخص

يعد تقليل استهلاك الطاقة أحد التحديات الرئيسية في عصرنا ، ويعد قطاع البناء أكبر مستهلك للطاقة. الهدف الرئيسي من هذا البحث هو تحسين أداء الطاقة وتقييم الراحة الحرارية لمنزل يقع في مدينة عين تموشنت التي تتميز بمناخ البحر الأبيض المتوسط في هذا السياق ، يتعلق الأمر باقتراح حلول سلبية ، مثل العزل الخارجي بواسطة أرض القش ، والنوافذ ذات الزجاج المزدوج ، والشرفة الأرضية ذات المناخ الحيوي المزدوج المزج ومقارنتها بالمبنى المرجعي باستخدام محاكاة ديناميكية في إطار TRNSYS. الكلمات المفتاحية: البناء ، المحاكاة ، TRNSYS ، الحلول السلبية ، استهلاك الطاقة.

Tables des matières

Tables des matières	V
Chapitre I : le développement durables et l'efficacité énergétique dans bâtiment	3
1. Introduction	4
2. L'énergie et le bâtiment.....	4
2.1. Le besoin d'énergie dans le bâtiment	4
2.2. Le bilan énergétique dans le bâtiment	5
3. Performance Energétique des bâtiments	6
3.1. Définition.....	6
3.2. Le certificat de performance énergétique (certificat PEB).....	6
3.3. Les bâtiments performants.....	6
3.3.1. Le bâtiment à basse consommation (BBC)	6
3.3.2. Le bâtiment « passif »	7
3.3.3. Le bâtiment « producteur d'énergie »	7
3.3.4. Le bâtiment « zéro énergie » ou « zéro net »	7
3.3.5. Le bâtiment « à énergie positive »	8
3.3.6. Le bâtiment autonome	8
4. Efficacité énergétique dans les bâtiments	8
4.1. La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique	9
4.1.1. Diminuer les besoins : efficacité énergétique « passive ».....	9
4.1.2. Superviser et gérer les équipements techniques du bâtiment : efficacité énergétique « active ».....	10
4.2. Les étapes d'amélioration de l'efficacité énergétique	10
4.3. Leviers de l'efficacité énergétique pour les bâtiments	11
4.3.1. Utilisation de produits performants	11

4.3.2.	Intégration des énergies renouvelables	11
4.3.3.	Mesure des consommations	11
4.3.4.	Affichage des consommations.....	11
4.3.5.	Systèmes intelligents de Régulation et Gestion	12
5.	Les principes du développement durable appliqués au bâtiment.....	13
5.1.	Le développement durable.....	13
5.1.1.	Dimension économique.....	14
5.1.2.	Dimension sociale	14
5.1.3.	Dimension environnementale (Ecologique).....	14
5.2.	Performances environnementales	15
5.3.	Performances économiques	15
5.4.	Performances sociales.....	15
6.	Les enjeux énergétiques et développement durable	15
6.1.	La maîtrise de l'énergie: un enjeu majeur pour le développement durable et la sécurité énergétique.....	15
6.2.	Les nouvelles technologies en matière de production et de stockage d'énergie	16
6.3.	La réduction des gaz à effet de serre et les moyens de compensation.....	16
7.	Conclusion.....	16
	Chapitre II: l'énergie et le bâtiment	18
1.	Introduction	19
2.	La consommation énergétique	19
2.1.	Définition de la consommation énergétique	19
2.2.	Norme de la consommation énergétique	19
2.3.	Le contexte énergétique et la Consommation mondial	19
2.4.	Le contexte énergétique et la Consommation en Algérie.....	21
2.5.	Le Bâtiment énergivore	22
3.	Paramètre affectant la consommation énergétique.....	22
3.1.	L'enveloppe du bâtiment	22
3.1.1.	Défauts de l'enveloppe thermique	23

3.1.1.1.	Déperditions thermiques	23
3.1.1.2.	Ponts thermiques	24
3.2.	Isolation thermique	25
3.2.1.	Les type d'isolation thermique	26
3.2.1.1.	L'isolation des murs par l'extérieur	26
3.2.1.2.	Isolation des murs par l'intérieur	27
3.2.1.3.	Isolation répartie	27
3.2.1.3.1	Béton cellulaire	28
3.2.1.3.2.	Les avantages de cette technique sont :	28
3.2.2.	Les types d'isolants :	28
3.2.2.1.	Les isolants synthétiques	29
3.2.2.2.	Les isolants minéraux :	29
3.2.2.3.	Les isolants d'origine végétale :	30
3.2.2.3.1	Liège :	30
3.2.2.3.2	La paille	30
3.2.2.3.2.1	Le panneau de paille compressée:	30
3.2.2.3.2.2	Le terre-paille.....	31
3.2.2.4.	Les isolants d'origine animale :	31
3.2.2.5.	Les isolantes nouvelles générations :	32
3.3.	La ventilation	32
3.3.1.	La ventilation naturelle.....	33
3.3.2.	La ventilation mécanique	33
3.3.3.	Ventilation hybride.....	34
3.4.	Diffusion de la chaleur et du froid	34
3.5.	Confort thermique.....	34
3.5.1.	Les paramètres du confort thermique.....	34
3.5.1.1.	Température de l'air.....	34
3.5.1.2.	Humidité de l'air	34
3.5.1.3.	Courants d'air.....	35
3.5.2.	Les principes de base de l'architecture bioclimatique pour l'amélioration du confort thermique d'un bâtiment.....	35
3.5.2.1.	La stratégie de chauffage naturel d'un bâtiment (chauffage solaire passif)	35

3.5.2.2	La stratégie de refroidissement naturel d'un bâtiment (refroidissement solaire passif)	36
3.5.2.3	L'implantation:	37
3.5.2.4	La forme et compacité :	38
3.5.2.5	Organisation des espaces de vie	38
3.5.2.6	Protections solaires :	38
3.5.2.7	Les matériaux de construction.....	39
3.5.2.8	La couleur.....	39
3.5.2.9	Le vitrage et ses propriétés thermiques	40
3.5.2.9.1	Les propriétés spécifiques de vitrage sont :	40
3.5.2.9.1.1	Facteur solaire (g) :	40
3.5.2.9.1.2	Facteur lumineux (τ):	40
3.5.2.9.1.3	Facteur thermique (U) :	40
3.5.2.9.1.4	Le Degré hygrométrique de l'air :	41
2.5.2.9.2	Les types de vitrage	41
2.5.2.9.2.1	Simple vitrage	41
2.5.2.9.2.2	Double vitrage.....	42
2.5.2.9.2.3	Triple vitrage.....	42
3.5.2.10	Serres et vérandas	43
4.	Potentiel et gisement naturel pour couvrir les besoins d'un bâtiment.....	43
4.1.	Produire du confort thermique naturellement.....	43
4.1.1.	S'éclairer naturellement	43
4.1.2.	Produire de l'eau chaude	44
4.1.3.	Autres besoin domestique	44
5.	Systèmes photovoltaïques et systèmes Thermiques.....	44
5.1.	Systèmes photovoltaïques.....	44
5.1.1.	Principe de fonctionnement d'une installation photovoltaïque.....	44
5.1.2.	Systèmes photovoltaïques pour l'habitat.....	45
5.1.2.1.	Installations autonomes :	45
5.1.2.2.	Installations raccordées au réseau :	46
5.1.3.	Les avantages et inconvénients des panneaux solaires photovoltaïques.....	47
5.1.3.1.	Avantage	47
5.1.3.2.	Inconvénients	47

5.2. Systèmes Thermiques	47
5.2.1. Les différents capteurs solaires thermiques :	47
5.2.1.1. Les capteurs à eau	47
5.2.1.1.1. Les capteurs non vitrés :	47
5.2.1.1.2. Les capteurs plans vitrés :	48
5.2.1.1.3. Les collecteurs à tubes sous vide :	48
5.2.1.2. Les capteurs à air	49
5.2.2. Principe de fonctionnement du panneau solaire thermique :	49
5.2.3. Les avantages et inconvénients des panneaux solaires thermiques.....	50
5.2.3.1. Les avantages	50
5.2.3.2. Un inconvénient d'installer des panneaux solaires thermique.....	50
6. Conclusion.....	50
Chapitre III: Méthode de calcul	51
1. Introduction	52
2. Présentation de la wilaya :.....	52
2.1. Le climat de la wilaya d'Ain T'émouchent:	53
3. Paramètre du bâtiment (cas de base):	53
3.1. Présentation du site du cas d'étude.....	53
3.2. Données architecturales de la maison.....	55
3.3. Données géographiques de la maison.....	55
3.4. Les surfaces de chaque zone:.....	56
3.5. Les Caractéristique des fenêtres	56
3.6. Les Caractéristique des portes	56
4. Besoins énergétiques d'une habitation.....	57
4.1. Méthode de degré-jours	57
4.2. Besoins thermiques annuels de chauffage et de refroidissement.....	57
5. Profil de consommation d'énergie	58
5.1. Consommation d'énergie pour le chauffage et le refroidissement.....	58
5.2. Besoins énergétiques pour l'eau chaude sanitaire.....	58
5.3. Eclairage et équipements électroménagers	59

5.4.	La consommation totale d'un habitat	60
5.5.	Résultats des mesures des consommations énergétiques selon les factures (Par trimestre)	60
6.	Conclusion.....	61
	Chapitre IV : Simulation, résultats et discussion	62
1.	Introduction	63
2.	Objectif de l'étude	63
3.	Méthodologie du travail	63
4.	Le logiciel TRNSYS:	63
5.	Les outils de l'environnement TRNSYS :.....	64
5.1.	METENORM:	64
5.1.1.	Donnée de notre site étudiée :	64
5.1.2.	Les données climatiques de la zone :	64
5.1.3.	Discussion sur les données climatiques	68
5.2.	TRNBUILD	69
5.2.1.	Définition des zones :	71
5.2.1.	Les Caractéristiques thermiques des matériaux	71
5.2.1.	Les caractéristiques des menuiseries (vitrages et cadres) ;	72
5.3.	Google SketchUp 8.....	72
6.	Les systèmes passifs proposés pour l'amélioration de la performance énergétique du bâtiment.....	74
6.1.	Système 1 : Fenêtres performantes	74
6.2.	Système 2 : L'isolation par l'extérieur des parois (les murs) par le terre -paille	74
6.3.	Système 3: Une véranda bioclimatique (La serre).....	74
7.	Résultats des températures intérieures des zones de cas actuelle et de l'état modifier..	75
9.	La comparaison des Résultats des températures intérieures des zones de cas modifier ..	76
10.	Conclusion.....	78
	Conclusion générale:	80
	LES Références :	82

Liste des figures

- Figure I.01:** Demande de l'énergie finale dans le cas du chauffage domestique **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure I. 02:** schéma de la maison zéro énergie **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure I.03:** schéma de la maison à énergie positive **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure I.04:** La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure I.05:** Les leviers de l'efficacité énergétique **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure I.06:** les trois 3piliers du développement durable **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.1:** la consommation mondiale d'énergie dans le monde .. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.2:** consommation finale par secteur d'activité en 2005 **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.3:** Enveloppe de bâtiment simple **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.04:** les déperditions thermiques dans un bâtiment **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure. II.5:** Pont thermique d'un plancher **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure. II. 6:** les effets des ponts thermiques **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.7:** L'isolation répartie. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.8 :** Le béton cellulaire **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.9:** Le polystyrène expansé. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II .10:** La laine de verre. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.11 :** Le liège. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.12 :** Le panneau de paille compressée **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.13 :** le terre-la paille **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.14 :** La laine de mouton. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.15 :** Les aérogels. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.16:** Paramètres liés au confort thermique. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.17:** Confort d'hiver **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.18 :** Confort de l'été **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.19 :** Les critères du choix du site d'implantation. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.20:** L'orientation optimale des bâtiments selon la position du soleil . **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.21 :** L'organisation spatiale d'un bâtiment « passive » en fonction de l'usage **Erreur ! Signet non défini.**

- Figure II.22 :** Coefficients d'absorption pour différents matériaux et couleurs **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.23:** La transmission lumineuse **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.24:** simple vitrage..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.25:** double vitrage **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II. 26:** triple vitrage..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II. 27:** véranda en verre **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.28:** Système PV raccordé au réseau..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.29:**structure d'un système PV autonome. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.30 :** structure d'un système PV connecté au réseau. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II.31:** Le principe de fonctionnement d'un panneau solaire thermique **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure III.1:**Situation Nationale de la wilaya d'Ain T'émouchent **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure III.2:** Plan général du bâtiment cas de base..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure III.3:** les composants des murs du bâtiment cas de base sur le Plan général **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV.1:** Représentation de la variation de la température mensuelle pour Une année mensuelle de Ain t'émouchent..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV.2:** Représentation de durée d'insolation (ensoleillement et astronomique du jour) à Ain T'émouchent. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV.3:**Représentation de rayonnement global journalier à Ain T'émouchent **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV.4:** Représentation de la variation de la précipitations..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV.5:** Diagramme de température journalière (°C) a Ain t'émouchent. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV.6:** moyennes mensuelles du rayonnement, température et vitesse du Vent d'Ain témouchent..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV.7:**Schéma de simulation de la maison par le studio TRNSYS 70
- Figure IV.8:** Fenêtre pour TRANBUIL de division des zones de simulation avec leurs propriétés 70
- Figure IV.9:** la maison en 3D..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV.10:** zonage de la maison en 3D..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV.11:** la solution proposée sur la maison en 3D..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV.12:** variation des températures des zones avant la modification **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV.13:** variation des températures des zones après la modification..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure IV.14: comparaison de température intérieur de chaque zone avant et après la modification **Erreur ! Signet non défini.**

Liste des tableaux

- Tableau II.1:**avantages et inconvénients de l'isolation par l'extérieur**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau II.2:**avantages et inconvénients de l'isolation par l'intérieur.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau III.1:**caractéristique architectureles **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau III.2:**caractéristiques géométriques **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau III.3:**les caractéristiques de chaque zone **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau III.4:** caractéristiques de fenêtres de base..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau III.5:**caractérisiques des portes **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau III.6:**le nombre la puissance et durée de fonctionnement des charges 60
- Tableau III.7:**la consommation électrique et prix pendant une année selon les facteurs
SONELGAZ durant 4trimestres **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau IV.1:**les zones thermiques de l'appartement 71
- Tableau IV.2:** caractéristiques thermiques des matériaux **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau IV.3:**propriétés des alternatives de conception de vitrage**Erreur ! Signet non défini.**

Abréviation:

BBC : bâtiment basse consommation énergétique

GTB: gestion technique du bâtiment

QEB: qualité environnementale d'un bâtiment

AIE : L'Agence internationale de l'énergie

BP: British Petroleum Company

GES: gaz à effet de serre

PSE: polystyrène expansé

VMC: ventilation mécanique contrôlée

PV: photovoltaïques

ECS: L'eau chaude sanitaire

HDD: Nombre de degrés-jours de chauffage

CDD: Nombre de degrés-jours de refroidissement

Nomenclature :

T_e	Température moyenne journalière de l'air extérieur	$^{\circ}\text{C}$
T_b	Température de base	$^{\circ}\text{C}$
Q_c	Perte de chaleur annuelle pour le chauffage	
Q_r	Perte de chaleur annuelle pour le refroidissement	
U	Coefficient global de transfert thermique en	$\text{W}/\text{m}^2.\text{K}$
h_e	Coefficient de transfert de chaleur par convection entre l'air et les Faces externes de mur	$\text{W}/\text{m}^2.\text{K}$
h_i	Coefficient de transfert de chaleur par convection entre l'air et les Faces internes de mur	$\text{W}/\text{m}^2.\text{K}$
e_j	Epaisseur thermique de la couche j	M
k_j	la conductivité thermique de la couche j	M
LHV	le pouvoir calorifique inférieur du carburant	$\text{J}/\text{kg}, \text{J}/\text{m}^3, \text{J}/\text{kWh}$
η_s	Efficacité du système de chauffage	
E_r	Energie de refroidissement	kWh
COP	Coefficient de performance d'un système de réfrigération	
C_r	Coût de renouvellement des composants	$\text{€}/\text{W}$
C_{el}	le coût d'électricité	$\text{€}/\text{kWh}$
C_{gaz}	le coût du carburant	$\text{€}/\text{kWh}$
A	la surface utile	m^2
C_p	Chaleur spécifique de l'eau	$\text{kJ}/\text{kg K}$
P_v	Masse volumique de l'eau	kg/m^3
T_{in}	Température de l'eau froide	$^{\circ}\text{C}$
T_{out}	Température de sortie de l'eau	$^{\circ}\text{C}$
E_{app}	Consommation des appareils électroménagers et l'éclairage	kWh
P	Puissance de chaque appareil	W
T_f	Durée d'utilisation	minutes/heure
n_n	Le nombre des équipements	
E_{con}	Consommation d'un habitat	kWh
E_{ECS}	consommation d'énergie quotidienne d'eau chaude sanitaire	kWh/jour

Introduction générale

Introduction générale

Le secteur du bâtiment est le plus gros consommateur d'énergie. Il représente pour l'Algérie un gros potentiel de réaction pour la réduction de la consommation d'énergie qui tient des émissions des gaz à effet de serre. Ces émissions provoquent une hausse de températures remarquable qui représente une menace potentielle pour les écosystèmes, mais aussi pour les humains ; cette hausse de températures affecte directement le comportement thermique du bâtiment dont les usagers seront obligés d'augmenter en plus la consommation énergétique afin de maintenir le confort thermique.

L'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment occupe une place importante dans les stratégies de la transition énergétique. L'efficacité énergétique est l'une des approches les plus rapides et les plus appropriées pour réduire les émissions des gaz à effet de serre. Pour rendre la conception des bâtiments dans une forme développée et durable, et pour que cette approche soit réalisable, il est nécessaire d'investiguer l'ensemble des techniques, méthodes ainsi que les solutions et les pistes de réflexion qui s'intéressent à l'amélioration des performances énergétique des bâtiments.

Pour, identifier les meilleures solutions énergétiques respectueuses de l'environnement et leur impact économique, est essentiel dans un programme de construction d'habitation.

Le présent travail a pour objectif d'améliorer l'efficacité ainsi que la performance énergétique des bâtiments en Algérie. Tout en réduisant leur consommation d'énergie afin de réduire les émissions des gaz à effet de serre pour assurer la protection de l'environnement.

Notre travail est détaillé dans le présent manuscrit qui se composera d'une partie théorique présentée en trois chapitres. Et la partie simulation qui présente le cas d'étude et la présentation des résultats obtenus avec discussion.

Le premier chapitre : comporte une étude bibliographique concernant Performance Energétique des bâtiments, Efficacité énergétique dans les bâtiments, et les principes et les enjeux de développement durable

Le deuxième chapitre : expose une étude bibliographique concernant la consommation énergétique et Paramètre affectant la consommation énergétique, ensuite Potentiel et gisement naturel pour couvrir les besoins d'un bâtiment et aussi le système photovoltaïque et thermique

Le troisième chapitre : consiste de la Présentation de la wilaya d'Ain Témouchent la climatologie du site et ainsi que définir l'habitat à étudier, ses composants et les matériaux qui

le constituent. la méthode des degrés jours est détaillée pour le calcul des besoins énergétiques en chauffage et le rafraîchissement. Et aussi La demande en eau chaude sanitaire.

Dans le dernier chapitre : dans ce chapitre la représentation de l'logiciel de TRNSYS, et ces outils (METENORM et TRNBUILD) ensuite la description du déroulement de la simulation qui consiste de proposer des solutions passives, les comparer par le bâtiment de référence et effectuer une interprétation des résultats obtenus.

Enfin conclure le travail par des recommandations établies pour l'amélioration et l'augmentation de l'efficacité énergétique dans les bâtiments à usage administratifs.

**Chapitre I : le
développement
durables et l'efficacité
énergétique dans
bâtiment**

1. Introduction

L'énergie constitue un produit vital pour toutes les activités humaines, en étant depuis toujours un paramètre indispensable pour l'homme afin d'améliorer son confort, l'amélioration de son bien-être s'est développée parallèlement avec la découverte de nouvelles formes d'énergie, depuis la découverte du feu passant par les énergies fossiles et enfin les énergies renouvelables.

Le bâtiment en tous ses types, primaires, secondaires et tertiaires consomme cette énergie pour répondre à leurs multiples besoins et confort (éclairage, cuisson, chauffage, climatisation, etc.). Actuellement, le pétrole, le charbon et le gaz naturel, trois énergies polluantes et non renouvelables, fournissent la plus part de la consommation quotidienne mondiale d'énergie.

On reconnaît aujourd'hui la responsabilité de cette consommation sur le réchauffement climatique. Une utilisation plus rationnelle de ces énergies s'impose et doit se concrétiser par l'efficacité énergétique des bâtiments,

Ce chapitre présente une vue générale sur l'efficacité énergétique et les performances énergétiques et en expliquant le développement durable. La partie finale est, les enjeux énergétiques et développement durable.

2. L'énergie et le bâtiment

2.1. 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 donnée, un climat intérieur adéquat et pour satisfaire les services du bâtiment (eau chaude, cuisine, éclairage, chauffage, climatisation, etc.). Elle se caractérise par différentes formes,».

Dans les bâtiments, le maintien d'un confort thermique agréable semble aller à l'encontre des efforts d'économie d'énergie. On ne peut donc répondre à cette apparente contradiction que par une conception « globaliste » du bâtiment. Pour cela, il faut avoir une bonne connaissance des paramètres climatiques, de l'inertie thermique des bâtiments et de leur

Chapitre I : le développement durables et l'efficacité énergétique dans bâtiment

localisation. Cette approche du besoin d'énergie pour le chauffage et le refroidissement fait apparaître trois facteurs explicatifs

- L'exigence de température ; c'est un besoin de climat intérieur, caractérisé par la température intérieure moyenne (qui explique principalement quantitativement le besoin d'énergie pour le chauffage ou la climatisation) ; ce besoin de température est un besoin « social » ;
- Les caractéristiques physiques de la maison qui jouent un rôle important dans la création du besoin en énergie sont le volume et le degré d'isolation. Autres caractéristiques importantes telles que l'exposition au soleil, au vent, au vitrage qui doivent être prises en compte dès la conception et l'installation;
- Le climat du site, qui détermine la période de besoin.[1]

Le besoin d'énergie se traduit par la demande d'énergie finale, par exemple les besoins de chaleur pour le chauffage d'une maison donnent naissance à une demande d'électricité, du fuel-oil ou de gaz cette demande est schématisée dans la figure 1 :

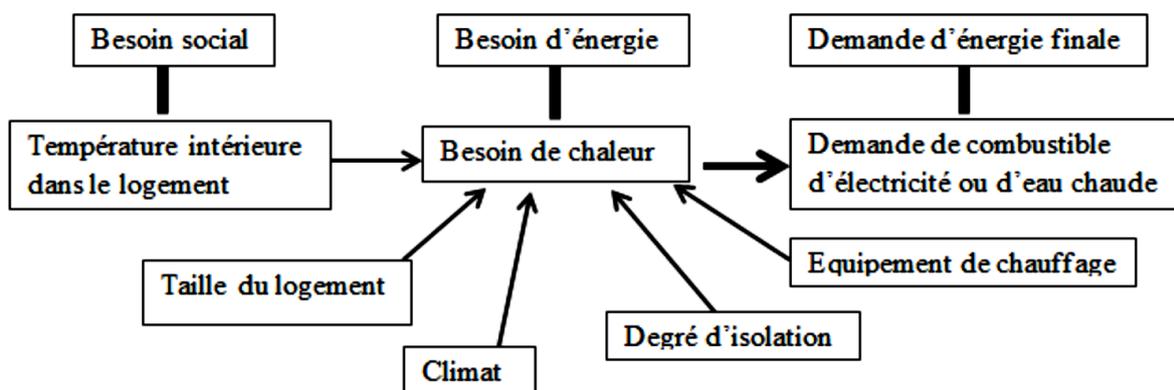


Figure I.01: Demande de l'énergie finale dans le cas du chauffage domestique [1]

2.2. Le bilan énergétique dans le bâtiment

Un bilan énergétique est une approximation globale, précise et détaillée de l'état énergétique des habitations ou des bâtiments réalisée par un professionnel formé à cet effet, sur la base d'une analyse du comportement énergétique d'un bâtiment qui s'appuie sur :

- Descriptif du bâtiment.
- Systèmes de ventilation, de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire.

Chapitre I : le développement durables et l'efficacité énergétique dans bâtiment

- Le comportement des habitants et les conditions climatiques.[2]

3. Performance Energétique des bâtiments

3.1. Définition

La performance énergétique d'un bâtiment est une donnée généralement corrélée à celle d'efficacité énergétique. Si cette dernière désigne le rapport entre l'énergie absorbée par le bâtiment et l'énergie consommée à l'intérieur de celui-ci, la performance énergétique sert de point de repère pour connaître la dépense énergétique du bâtiment sur l'année. [3]

La notion de performance énergétique des bâtiments est couramment mobilisée dans les sujets relatifs à la transition écologique et énergétique, ou encore dans les secteurs du bâtiment et du logement. Elle permet de formuler des objectifs de réduction des consommations d'énergie et donc d'améliorer l'efficacité énergétique d'un bâtiment. L'optimisation de la performance énergétique est donc un des enjeux majeurs du changement climatique et revient à agir sur l'amélioration de la consommation en énergie sur l'année tout en garantissant un certain niveau de confort thermique. C'est la raison pour laquelle la notion de performance énergétique est liée à celle d'efficacité énergétique. Les deux sont interdépendantes. [3]

3.2. Le certificat de performance énergétique (certificat PEB)

Le certificat énergétique est un document officiel portant sur la performance énergétique d'un bâtiment (délivré en Europe mais pas encore en Algérie). Il est exprimé sous forme d'une quantité de kWh par m² par an (la consommation du bâtiment est exprimée en kilowattheure par mètre carré par an). Ce chiffre est complété d'un label, afin de visualiser facilement cette performance. Avec une valeur de $E_{\text{cons}} = 156,36 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$, l'habitat est classé à la D, moyen mais reste énergivore, des solutions existent pour élever le niveau énergétique. [4] Telle que d'informer les usagers sur la performance énergétique de leur logement et de leurs équipements ainsi que leur orientation dans le choix des techniques leur pour réduire la facture d'énergie. [5]

3.3. Les bâtiments performants

3.3.1. Le bâtiment à basse consommation (BBC)

Appelé aussi bâtiment « basse énergie » (Low Energy house) Ce bâtiment se caractérise par des besoins énergétiques moindres qu'un bâtiment standard. Ce premier niveau de performance peut être atteint en optimisant l'isolation, en réduisant les ponts thermiques et en

Chapitre I : le développement durables et l'efficacité énergétique dans bâtiment

augmentant les apports passifs. A priori, ce concept n'inclut pas les moyens de production locale d'énergie.[6]

3.3.2. Le bâtiment « passif »

Le bâtiment dit passif, a une très faible consommation d'énergie et ne nécessite pas de système de chauffage et de refroidissement actif: les apports passifs solaires et internes et les systèmes de ventilation suffisent à maintenir une ambiance intérieure confortable. 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 ; il est le plus souvent associé à la ventilation. [6]

3.3.3. Le bâtiment « producteur d'énergie »

Il est équipé de moyens locaux de production d'énergie. Cette désignation n'indique pas le niveau de consommation, le pourcentage de consommation couvert par la production ou le type d'énergie produite. En d'autres termes, il s'agit d'une caractéristique du bâtiment plutôt que du concept du bâtiment. [6]

3.3.4. Le bâtiment « zéro énergie » ou « zéro net »

Le bâtiment combine de faibles besoins énergétiques avec des possibilités de production d'énergie locale. Sa production d'énergie équilibre sa consommation (annuellement), [6] donc le bilan énergétique net annuel est nul .(Figure I. 01)

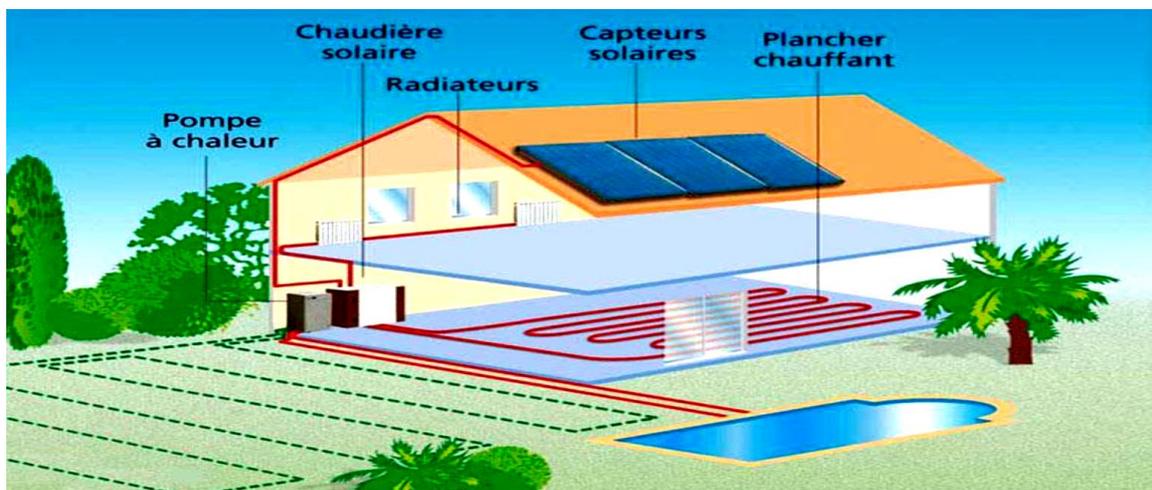


Figure I. 02:schéma de la maison zéro énergie [7]

3.3.5. Le bâtiment « à énergie positive »

Les bâtiments qui produisent cette énergie dépassent le niveau «énergie zéro» Au total, il produit plus d'énergie qu'il n'en consomme, et ce bâtiment est connecté au réseau et peut exporter le surplus d'électricité.(Figure I.02)[6]

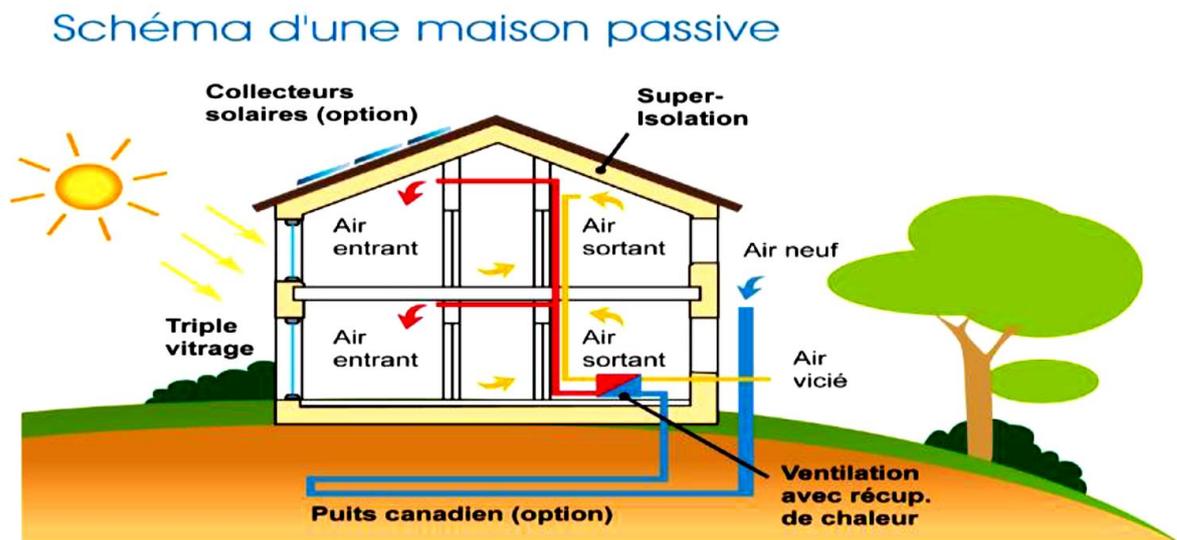


Figure I.03: schéma de la maison à énergie positive [8]

3.3.6. Le bâtiment autonome

L'approvisionnement énergétique d'un bâtiment autonome ne dépend pas de ressources éloignées et toute l'énergie consommée par le bâtiment est générée sur place à partir de ressources locales. En pratique, le bilan énergétique net de ce bâtiment est toujours nul. De tels bâtiments renoncent aux avantages des réseaux d'alimentation (diffusion, sécurité d'approvisionnement) qui nécessitent l'utilisation de stockage d'énergie (accumulateurs, inertie thermique, etc.). Parce que Ce type de bâtiment est particulièrement adapté aux sites isolés ou insulaires. [6]

4. Efficacité énergétique dans les bâtiments

Il existe plusieurs définitions de l'efficacité énergétique on cite par exemple

- La relation entre les services plus larges fournis (performance, produits, énergie, confort, services) et l'énergie utilisée pour ceux-ci
- C'est de réduire la quantité d'énergie nécessaire pour un même rendement à la source et utiliser une meilleure énergie pour la même qualité de vie.

Chapitre I : le développement durables et l'efficacité énergétique dans bâtiment

- Par conséquent, le même service peut consommer moins d'énergie grâce à une meilleure efficacité énergétique.

Un dénominateur commun se dégage de ces définitions. L'efficacité énergétique d'un système est le rapport énergétique entre la quantité d'énergie émise et la quantité d'énergie consommée. Moins de pertes et une plus grande efficacité énergétique signifient que le système énergétique consomme le moins d'énergie possible, que ce soit pour le chauffage, l'eau chaude, la climatisation, l'éclairage ou tout type de besoin énergétique. L'objectif de tous les concepts d'efficacité énergétique est de consommer moins et de faire mieux avec le même confort thermique. [3]

4.1. La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique

En matière d'efficacité énergétique, il existe deux mesures principales. Réduire les besoins en bâtiments et améliorer l'équipement technique des bâtiments et leur gestion. Une troisième mesure beaucoup plus difficile à quantifier est l'inclusion du comportement des utilisateurs.[9] voir la Figure I.03

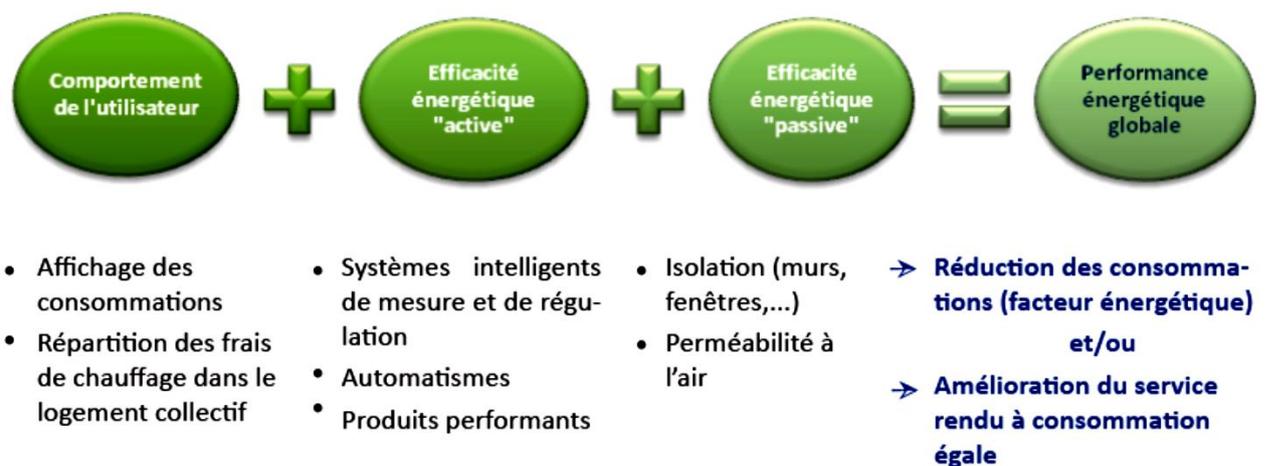


Figure I.04: La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique [9]

4.1.1. Diminuer les besoins : efficacité énergétique « passive »

L'efficacité énergétique passive provient de l'isolation de l'appartement et de sa ventilation d'une part, par exemple des matériaux performants d'isolation thermique ou des menuiseries à triple vitrage et d'autre part du choix d'appareils performants. , Des produits qui offrent les mêmes performances avec moins de consommation.[9]

Chapitre I : le développement durables et l'efficacité énergétique dans bâtiment

4.1.2. Superviser et gérer les équipements techniques du bâtiment : efficacité énergétique « active »

Basée sur une gamme de produits performants et des systèmes intelligents de contrôle, d'automatisation et de mesure, l'efficacité énergétique active permet : [9]

- Réduit la consommation d'énergie, réduisant ainsi les factures de services publics.
- Améliorez la qualité et la disponibilité de l'énergie en ne consommant que l'énergie dont vous avez besoin

4.2. Les étapes d'amélioration de l'efficacité énergétique

Par rapport à la situation de référence, les améliorations de l'efficacité énergétique consistent soit en : [10]

- Amélioration des niveaux de service avec une consommation d'énergie constante.
- Économisez de l'énergie pour le même service.
- Faites les deux en même temps.

Les solutions d'efficacité énergétique permettent le plus souvent d'économiser de l'énergie sur le même service ou d'augmenter le niveau de service pour atteindre une consommation d'énergie constante. Par conséquent, nous visons à améliorer les performances avec moins de consommation d'énergie. [10]

Les projets d'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments comportent plusieurs phases au cours desquelles l'énergie peut être récupérée par des actions cohérentes en agissant sur différents paramètres humains et matériels.

L'approche conceptuelle de l'amélioration de l'efficacité énergétique est la même pour les secteurs résidentiel et tertiaire. D'autre part, la mise en œuvre sur le terrain diffère en raison des différences suivantes :

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

4.3. Leviers de l'efficacité énergétique pour les bâtiments

4.3.1. Utilisation de produits performants

Pour réduire la consommation d'énergie, il est important de choisir des appareils les moins énergivores possibles, c'est-à-dire des appareils avec le meilleur rapport énergie consommée/performances fournies.

4.3.2. Intégration des énergies renouvelables

L'utilisation des énergies renouvelables dans le processus d'amélioration énergétique permet qu'une partie des besoins énergétiques du bâtiment (électricité, chauffage, eau chaude) provienne de sources renouvelables, réduisant ainsi voire supprimant les apports énergétiques externes. . Par exemple, l'installation de panneaux solaires photovoltaïques peut fournir suffisamment d'énergie pour votre entreprise sans frais de fonctionnement. Les énergies renouvelables jouent donc un rôle majeur dans la politique énergétique durable. [11]

4.3.3. Mesure des consommations

La gestion énergétique d'un bâtiment passe avant tout par le comptage/mesure des consommations. Pour contrôler et optimiser le fonctionnement des systèmes, des indicateurs permettront de savoir si les objectifs d'amélioration de la performance énergétique ont été atteints. Par exemple, en ce qui concerne l'énergie électrique, la collecte d'informations peut se faire au travers de compteurs à division fixe, qui répartissent la consommation par poste (chauffage, eau chaude sanitaire, ventilation, etc.), le comptage ou la mesure de la consommation permet la réalisation de bilan énergétique, la perception de l'utilisateur. [11]

4.3.4. Affichage des consommations

Une fois les informations mesurées avec différents systèmes de mesure collectées et traitées, il est important de les afficher en temps réel dans l'espace de vie (via des affichages muraux, etc.).

L'afficheur permet de visualiser les différents usages de la consommation ou des dépenses immédiates, horaires, journalières ou mensuelles, l'historique des consommations ou encore les économies. Le simple fait de mesurer et d'afficher la consommation d'énergie permet aux utilisateurs de connaître leur empreinte écologique et de suivre la performance énergétique dans le temps. [11]

4.3.5. Systèmes intelligents de Régulation et Gestion

La régulation est gérée par des automates plus ou moins compliqués selon les exigences du cahier des charges d'origine et selon le type de bâtiment :

Dans l'habitat individuel, collectif ou tertiaire, la mise en place de systèmes intelligents de régulation et de gestion est un formidable levier d'amélioration des performances énergétiques. Par exemple, un système de gestion technique du bâtiment (GTB) permet de centraliser les informations sur les équipements électriques, de climatisation et de chauffage pour les optimiser, les sécuriser et maîtriser la consommation d'énergie. Ces systèmes sont installés sur les nouveaux sites, ainsi que sur les sites existants. Ainsi, ils permettent :

- Consommer ce qui est nécessaire pour maintenir ou améliorer la qualité de vie dans le bâtiment (concept d'agrément) tout en contribuant aux économies d'énergie.
- Fournir des outils de gestion d'installation aux utilisateurs. [11]
- Aide à modifier le comportement humain pour de bons réflexes (comme éteindre le chauffage lorsque les fenêtres sont ouvertes) (la Figure I.04)

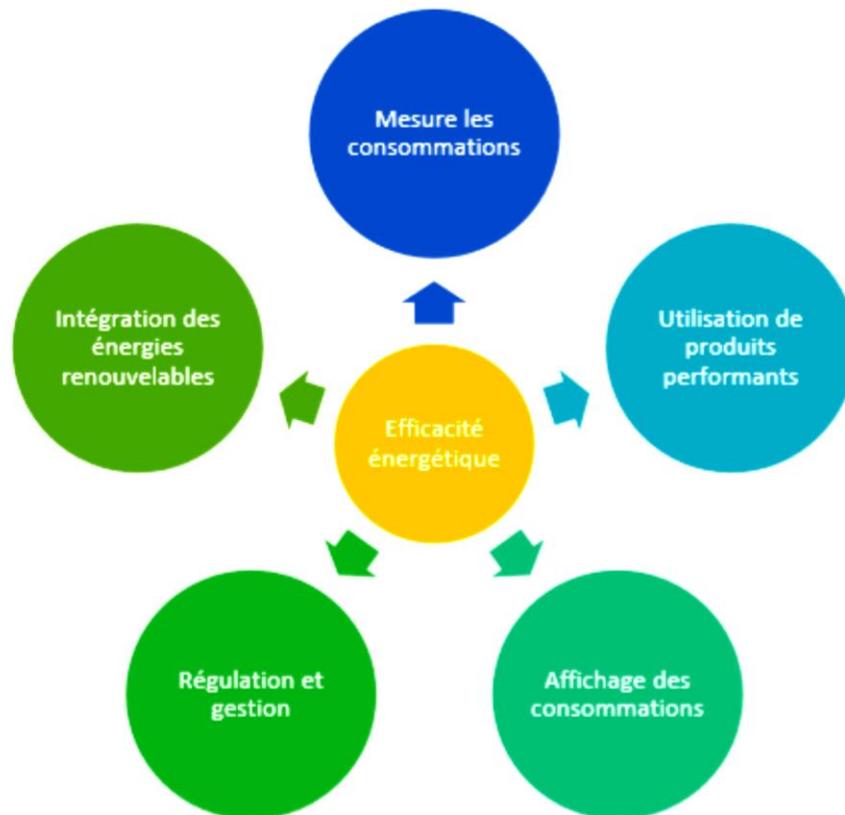


Figure I.05: Les leviers de l'efficacité énergétique [10]

5. Les principes du développement durable appliqués au bâtiment

La qualité environnementale d'un bâtiment(QEB) correspond aux caractéristiques, produits et services qui permettent au bâtiment de créer un environnement intérieur confortable et sain tout en répondant au besoin de maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur.

A l'instar de l'Analyse du Cycle de Vie d'un produit, il est important de prendre en compte tout le cycle de vie du bâtiment tout au long du projet de construction :

L'objectif de la durabilité dans le secteur du bâtiment est de transformer les consommateurs d'énergie en producteurs d'énergie et ainsi répondre à la création de richesse et cela suit les trois piliers de la durabilité : [12]

5.1. Le développement durable

En 1987, l'ancien Premier ministre en Norvège et présidente de la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement, Madame GroH. Brundtland s'attacha à définir ce concept de Sustainable Development par « un développement qui répond au besoin du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ». [13]

Ainsi deux concepts sont inhérents à cette notion :

- Le concept des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité.
- L'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale imposées sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et futurs.

Depuis lors, le concept de développement durable a été adopté dans le monde entier. Inscrire le développement durable dans les territoires urbains est un argument essentiel pour établir un cadre rationnel, compréhensible et logique de l'action publique locale. Trouver un compromis raisonnable entre différents problèmes est un élément fondamental de la réflexion. [14]

Le développement durable se positionne, quoi qu'il en soit mondial ou local, ville ou bâtiment à l'intersection des univers social, environnemental et économique voir la Figure I.05

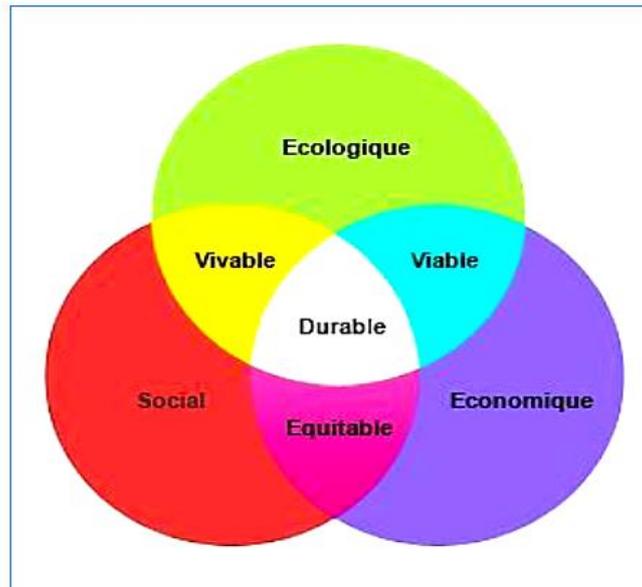


Figure I.06:les trois 3piliers du développement durable [15]

5.1.1. Dimension économique

Traduire la recherche sur le développement durable selon l'objectif de croissance et d'efficacité économique. Cette approche doit répondre à leurs besoins de développement économique et social, en particulier dans le cas des pays en développement qui souhaitent également accéder à un niveau de vie adéquat. [16]

5.1.2. Dimension sociale

L'expression du développement durable doit partir des besoins humains et répondre ainsi à l'objectif de justice sociale. Placer la personne au centre de l'action permet de répondre à ce besoin. En réitérant les liens intergénérationnels, le rapport Brundtland place l'humain au centre des objectifs ; Les éléments de cette approche impliquent également des aspects sanitaires, hygiéniques et culturels. [16]

5.1.3. Dimension environnementale (Ecologique)

Signifie que l'action doit contribuer à préserver, améliorer et valoriser l'environnement nécessaire à la vie. L'action doit préserver les ressources pour le long terme et en permettre la régénération plutôt que l'épuisement. L'objectif comprend aussi la réduction des conséquences climatiques engendrées par les actions anthropiques. [16]

Chapitre I : le développement durables et l'efficacité énergétique dans bâtiment

Si un seul de ces trois cercles est négligé ou une seule de ces trois intersections est affaiblie, la viabilité du système peut être remise en cause. Car l'être humain est à la fois le garant de la durabilité et le coupable de la non-durabilité du développement

5.2. Performances environnementales

- Limiter les impacts sur l'ensemble du cycle de vie.
- Economiser les ressources dont l'énergie.
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre.
- Générer moins de déchets.
- Limiter les pollutions de l'eau, de l'air et des sols.
- Maintenir la biodiversité.
- Minimiser les distractions. [16]

5.3. Performances économiques

- Conçu avec une approche économique globale.
- Calcul du coût global sur toute la durée de vie du bâtiment.

5.4. Performances sociales

- Promouvoir le progrès social.
- Assurer la qualité d'air intérieur et celle de l'eau.
- Assurer le confort thermique, visuel, olfactif et acoustique.
- Optimiser l'accessibilité et l'adaptabilité des logements.
- Augmenter la sécurité et prévenir les risques.
- Réduire les nuisances sur le voisinage.
- Assurer la traçabilité des matériaux.
- Impliquer les utilisateurs dans les processus de décision. [16]

6. Les enjeux énergétiques et développement durable

6.1. La maîtrise de l'énergie: un enjeu majeur pour le développement durable et la sécurité énergétique

Partout, la maîtrise de l'énergie entraîne des retards importants et peut avoir des conséquences importantes sur d'autres composantes de la politique énergétique. Dès lors, ce premier axe d'approche de l'expertise en réunissant toutes les connaissances du terrain, notamment en ce

Chapitre I : le développement durables et l'efficacité énergétique dans bâtiment

qui concerne l'efficacité énergétique des équipements du bâtiment (notamment la climatisation, est) est légale.

Réduire la consommation d'énergie passe aussi par un changement de comportement. Il est donc nécessaire d'identifier à la fois des diagnostics, et des outils d'action (éducation à l'environnement et sensibilisation aux actions écologiques) et des signaux possible (tarif, réglementations, taxes) pour favoriser la bonne gouvernance. [17]

6.2. Les nouvelles technologies en matière de production et de stockage d'énergie

Il s'agit ici de présenter l'ensemble des nouvelles technologies de production et de stockage d'énergie (en mer et à terre), d'analyser leur impact, notamment sur l'emploi et d'étudier la faisabilité de la production d'énergie et leurs performances, en tenant compte des données et contraintes environnementales. Liées à l'emploi territoire. [17]

6.3. La réduction des gaz à effet de serre et les moyens de compensation

- Recenser toutes les technologies existantes (ou en recherche) de captage et de stockage de CO₂, avec un éclairage particulier sur les outils d'évaluation du stock. Parmi les moyens de compensation:
- l'accent sur la possibilité d'utiliser la biomasse forestière en remplacement des combustibles fossiles (charbon),
- La séquestration géologique dans le cas des sites fortement émetteurs de CO₂ (industries, centrales électriques).
- Traitez également des aspects économiques [17] de la réduction des émissions de CO₂ en évaluant les coûts à moyen et long termes des différentes options de captage et de stockage

7. Conclusion

L'amélioration des bâtiments constitue un gisement d'économie d'énergie important Plusieurs recherches et travaux ont été menés sur les bâtiments énergétiquement performants Ces derniers connaissent actuellement un grand intérêt et jouent un rôle important : d'une part, leur contribution à la réduction des émissions des gaz à effet de serre par la réduction des besoins énergétiques, et d'autre part, leur garantie de bien être des occupants.

Chapitre I : le développement durables et l'efficacité énergétique dans bâtiment

Le changement climatique et la croissance démographique des villes à l'échelle urbaine posent des défis majeurs. Du fait de la longévité des bâtiments, les maîtres d'ouvrage anticipent désormais les futures réglementations tout en cherchant à limiter les surcoûts induits par l'excellence environnementale et ils ont proposé des constructions performantes à haut rendement énergétique.

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

1. Introduction

L'habitat est un domaine très vaste et complexe, c'est la base de la naissance d'une ville ou d'un espace vivant, avec la présence de certaines fonctions qui doivent être satisfaites pour permettre à l'Homme d'évoluer d'une manière rationnelle et équilibrée.

A travers les différentes époques de l'humanité, l'homme a toujours cherché à faciliter son confort et ses activités, et en même temps a cherché à maîtriser son environnement à partir de la hutte primitive à la maison d'aujourd'hui, l'habitation reflète à travers son évolution les différentes solutions trouvées par l'homme pour faire face aux aléas climatiques et surtout en matière de réduction de la consommation énergétique.

L'éco conception dont le but est de réduire la consommation énergétique tout en conservant la qualité d'usage des espaces, est l'héritage direct de la somme des connaissances que l'homme a capitalisé dans son habitat depuis la nuit des temps.

2. La consommation énergétique

2.1. Définition de la consommation énergétique

La consommation d'énergie est la quantité d'énergie qui est utilisée par un appareil ou un bien bâti. On peut donc également parler de consommation d'énergie pour chaque appareil utilisant une source d'énergie.

De plus, le kW/m²/an est une unité de mesure qui permet de comparer la consommation énergétique des maisons et des autres logements. [18]

2.2. Norme de la consommation énergétique

Les normes actuelles de consommation d'énergie résidentielle sont ajustées pour atteindre une consommation d'énergie inférieure à 50 kW par mètre carré et par an. Cela permet d'économiser de l'énergie et de réduire l'impact environnemental en termes d'émissions de CO₂. [18]

2.3. Le contexte énergétique et la Consommation mondiale

Toutes les activités humaines, et notamment celles qui concourent le développement économique et social, font appel à l'énergie. Néanmoins, la consommation mondiale d'énergie est restée très longtemps stable lorsque l'homme n'utilisait l'énergie que pour sa survie et ses

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

besoins alimentaires. Après 1850, cependant, la révolution industrielle a provoqué une forte augmentation de la demande d'énergie. [19]

L'Agence internationale de l'énergie (AIE) a publié l'édition 2017 de ses « Key World Energy Statistics ». Cette publication annuelle rassemble toutes les données énergétiques à l'échelle mondiale.

En mars 2018, l'Agence internationale de l'énergie fait état d'une hausse de la consommation mondiale d'énergie de 2,1% en 2017. BP (British Petroleum Company) confirme que toutes les sources d'énergie ont été davantage consommées l'an dernier dans le monde, y compris le charbon (+1%, sous l'effet de la hausse de la demande en Inde) pour la première fois depuis 2013.

Au total, les énergies fossiles auraient encore compté pour 85,2% de la consommation mondiale d'énergie primaire en 2017 selon les dernières données de BP (85,5% en 2016).

Le développement des énergies renouvelables hors hydroélectricité a été particulièrement important (+ 16,6%) mais celles-ci ne comptaient encore que pour 3,5% de la consommation d'énergie primaire dans le monde en 2017. La part de l'énergie nucléaire reste pour sa part relativement stable (4,4% en 2017) voir la Figure II.1 [20]

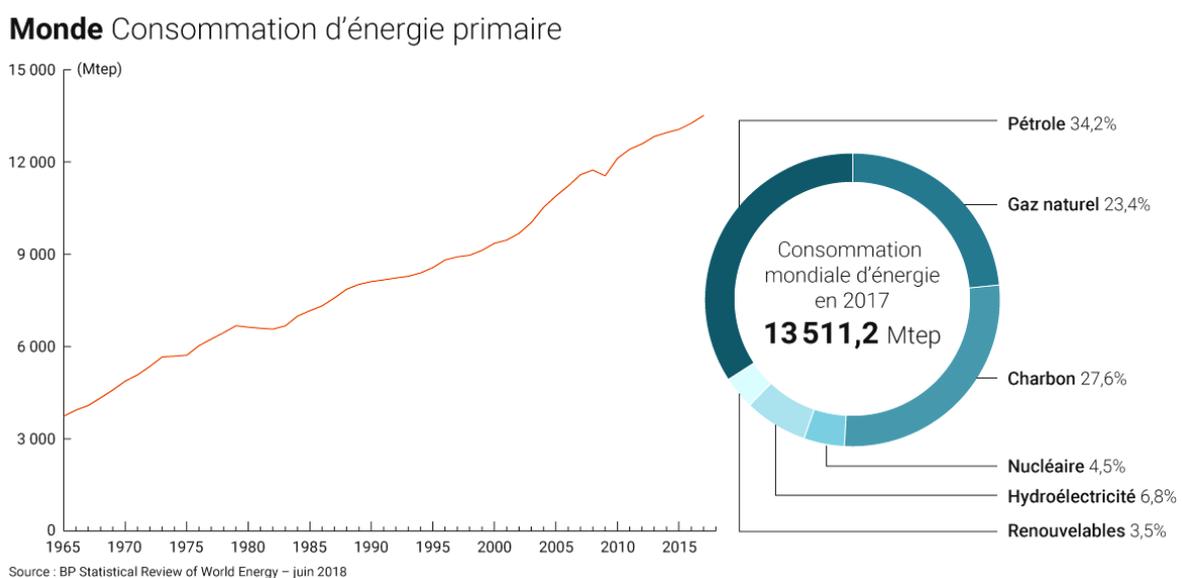


Figure II.1: la consommation d'énergie dans le monde [20]

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

2.4. Le contexte énergétique et la Consommation en Algérie

La consommation énergétique en Algérie a fortement augmenté ces dernières années et cela est principalement à l'augmentation du niveau de vie de la population et au développement socio-économique des ménages. L'augmentation du niveau de vie, dus aux besoins de confort toujours grandissant des populations, tels que les climatisations, se développent et masquent les effets de diminution du chauffage.

La surconsommation de l'énergie fossile accentuant les émissions atmosphériques de gaz à effet de serre (GES) mais également le fait que le bâtiment soit le premier poste de consommation de l'énergie. [21]

Le secteur du bâtiment est celui qui consomme le plus en termes de consommation énergétique finale par rapport aux autres secteurs, cette consommation a triplé durant les trois dernières décennies et il est prévu sa multiplication par le même facteur d'ici les horizons 2025. Telle qu'illustrées dans la figure II.2 ci-dessous. [23]

Donc, l'investissement la plus important doit être à la conception architecturale performante du bâtiment qui est inscrit harmonieusement dans son environnement (site, climat, matériaux,...) [23]

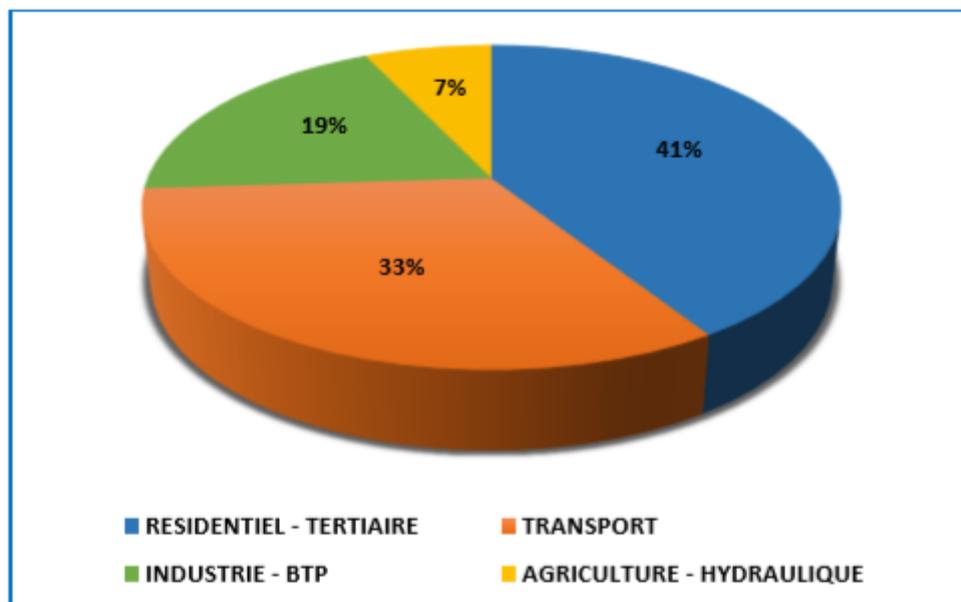


Figure II.2: consommation finale par secteur d'activité en 2005[21]

Le directeur général de l'APRUE (en 2017) a relevé l'importance de l'efficacité énergétique, qui constitue, selon lui, « l'un des grands enjeux économiques du pays ». Il a, à ce sujet, fait

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

savoir que le bâtiment est l'un des secteurs dont la consommation d'énergie a un impact significatif sur la consommation globale d'énergie du pays (42% de la consommation globale). De ce fait, l'amélioration de l'efficacité énergétique dans ce secteur en pleine expansion constitue un axe prioritaire [22]

2.5. Le Bâtiment énergivore

Le secteur des bâtiments est un grand consommateur énergivore et en tant que tel une source majeure de pollution. Cette énergie est l'objet de nombreux usages, notamment :

- ✓ Le chauffage et/ou le refroidissement, pour assurer un climat intérieur confortable.
- ✓ La circulation de fluides tels que l'air (ventilation), l'eau (eau chaude, chauffage).
- ✓ Les transports (ascenseurs).
- ✓ L'éclairage.
- ✓ Les communications (téléphone, radio, télévision).
- ✓ La production de biens (fabriques, cuisines, couture, etc.).

Dans les climats tempérés et froids, il nécessite une augmentation de la température intérieure des bâtiments est nécessaire pour le chauffage. [23] D'autre part, dans les climats plus chauds, il nécessite une réduction de la température intérieure des bâtiments pour refroidir et sécher l'air.

3. Paramètre affectant la consommation énergétique

3.1. L'enveloppe du bâtiment

L'enveloppe du bâtiment comprend le toit, le sol, les murs, les fenêtres et les portes c'est-à-dire tout ce qui sépare l'intérieur du bâtiment de l'extérieur. [24] La qualité de l'enveloppe d'un bâtiment est un facteur déterminant qui peut affecter sur la quantité d'énergie utilisée pour le chauffage, la climatisation et la ventilation telle qu'illustrées dans la figure II.3 ci-dessous.

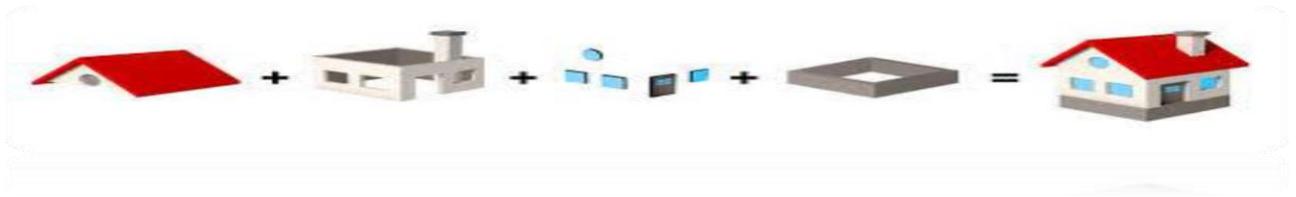


Figure II.3: Enveloppe de bâtiment simple [25]

Le bardage des bâtiments est un levier essentiel pour réduire les besoins énergétiques, réduire les émissions de CO₂ et améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments.

Une bonne enveloppe offre aux usagers d'un bâtiment une protection durable vis-à-vis des intempéries extérieures (vent, froid, pluie, gel, chaleur...). Durant l'hiver, elle permet de minimiser les déperditions de chaleur vers l'extérieur tout en valorisant au maximum les apports d'énergie solaire à travers les surfaces vitrées. Inversement, en été, une bonne enveloppe contribue à maintenir une certaine fraîcheur à l'intérieur du bâtiment. Dans les deux cas, le pouvoir isolant des matériaux constituant l'enveloppe joue un rôle déterminant. On parle aussi de la peau d'un bâtiment.

Une bonne enveloppe est également un moyen efficace d'améliorer le confort intérieur des occupants tout en minimisant l'impact de la construction sur l'environnement (matériaux écologiques, intégration paysagère, dépollution, bruit).[26]

3.1.1. Défauts de l'enveloppe thermique

La composition de l'enveloppe thermique, de différents matériaux et assemblages séparant l'intérieur de l'extérieur, est sujette à un risque de défauts de fabrication pouvant entraîner des pertes de chaleur.

3.1.1.1. Déperditions thermiques

Les déperditions thermiques signifient la perte de chaleur qui subit l'enveloppe du bâtiment. Ces déperditions sont fonction des caractéristiques de la structure, des matériaux, de l'environnement du bâtiment (climat, effet de masque, orientation, ...). Ces pertes sont importantes dans les bâtiments non isolés ou mal isolés. (Figure II.04) La perte de chaleur est possible pour les passes structurales [27]

- Par la toiture en contact avec l'extérieur.

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

- À travers les murs.
- Par le plancher bas.
- À travers les portes et les fenêtres.
- Par renouvellement d'air et les fuites.
- Au niveau des ponts thermiques.(Voir la Figure II.04)

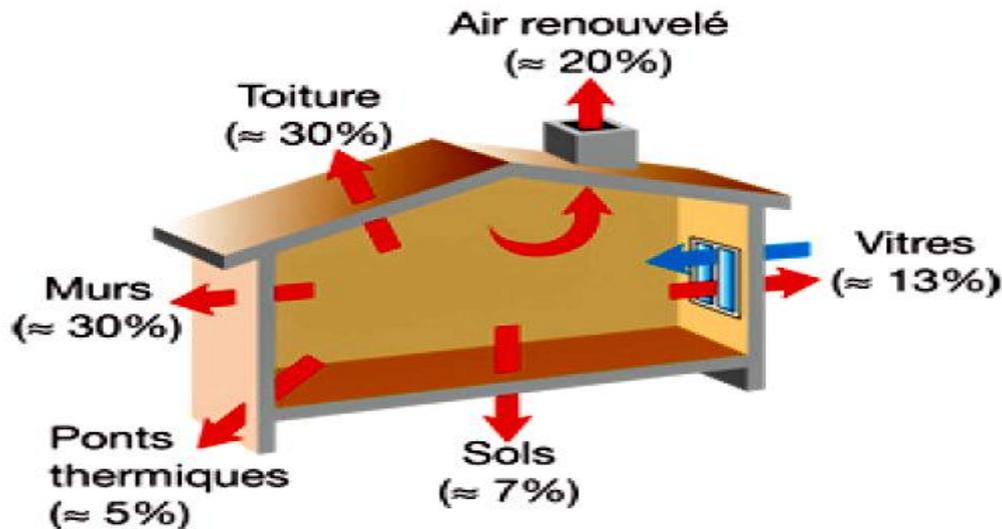


Figure II.04: les déperditions thermiques dans un bâtiment [28]

3.1.1.2. Ponts thermiques

Dans le bâtiment, un pont thermique, est une surface en contact direct entre l'intérieur et l'extérieur.

Les ponts thermiques expriment les parties de l'enveloppe représentant des défauts d'isolation. La résistance thermique est affaiblie de façon sensible à ces points. [27]

En général, les ponts thermiques sont situés aux endroits où il n'y a pas d'isolation ou de points faibles.

Les principaux ponts thermiques d'un bâtiment sont situés aux jonctions façade et plancher, façade et cloison, façade et toiture, et façade et sous-sol

Il existe deux types de ponts thermiques : les ponts thermiques linéaires et les ponts thermiques ponctuels.

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

Les effets néfastes des ponts thermiques sont sur plus d'un niveau. Ils provoquent des pertes de chaleur et des fuites calorifiques, donc des surconsommations énergétiques. (Figure. II.5)

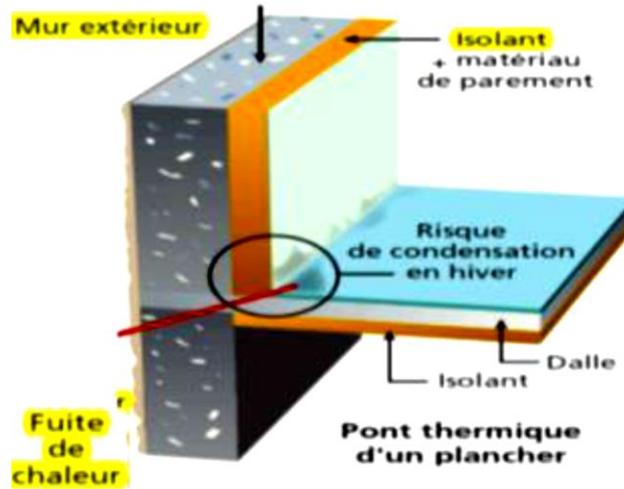


Figure. II.5: Pont thermique d'un plancher [27].

La thermographie à infrarouge permet de visualiser les ponts thermiques [29] en connaissant la température des parois.(Figure. II. 6)

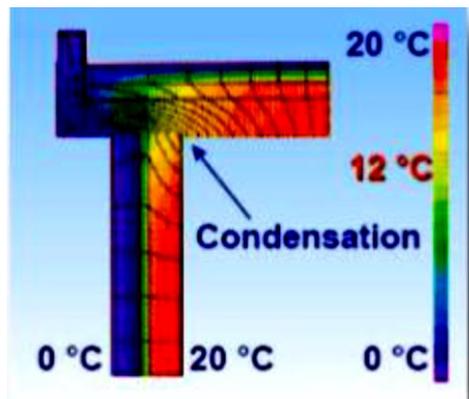


Figure. II. 6: les effets des ponts thermiques [29].

3.2. Isolation thermique

L'isolation thermique fait référence à toute technologie utilisée pour limiter le transfert de chaleur entre les environnements chauds et froids. Il est utilisé dans de nombreux domaines dont : Construction, industrie, automobile, etc. [30].

L'isolation thermique d'un bâtiment est la conception et l'exécution de sa structure et de tous les éléments de l'enveloppe extérieure, L'isolation thermique se caractérise essentiellement par sa résistance thermique et son inertie thermique. Elle permet également d'éviter les déperditions.

Le rôle de l'isolation de la maison est divisé en trois [29]

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

- ✓ Augmenter le confort thermique en hiver comme en été.
- ✓ Minimiser la consommation énergétique pour le chauffage et / ou la climatisation.
- ✓ Diminuant les pollutions liées au rejet des gaz à effet de serre dans l'atmosphère

3.2.1. Les type d'isolation thermique

3.2.1.1. L'isolation des murs par l'extérieur

L'isolation par l'extérieur ou de façade consiste à déposer une couche d'isolant et à recouvrir les murs extérieurs pour créer une enveloppe isolante qui protège le bâtiment.

Cette technique est particulièrement intéressante pour l'isolation thermique des murs lors de rénovations ou lorsqu'il est impossible ou insuffisant d'isoler les murs creux.

On choisit généralement l'isolation thermique par l'extérieur lorsque l'on souhaite rénover complètement la façade d'un bâtiment et améliorer sa performance énergétique. C'est donc la solution idéale pour la rénovation de logements anciens non isolés dont la façade doit être restaurée. [31]

En bref, l'isolation thermique par l'extérieur est un bon choix si :

- rénover entièrement les façades (nouveau bardage ou parement extérieur).
- La maison n'a pas de murs creux ou ne peut pas être isolée.
- La façade actuelle est en mauvais état et peut présenter des problèmes d'étanchéité

Les avantages et les inconvénients de cette technique de séparation sont résumés dans le tableau suivant. (Tableau. II.1).

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Gère un grand nombre de ponts thermiques en les enveloppant efficacement.• Ne modifie pas la surface habitable et ne nécessite pas de décoration.• Protège les murs des intempéries et des changements climatiques.	<ul style="list-style-type: none">• Augmente le facteur d'occupation des terres au-dessus du sol.• Modifier l'aspect général de la maison.• Réduire l'entrée de lumière en réduisant la taille de l'ouverture

Tableau. II.1 : Avantages et inconvénients de l'isolation par l'extérieur [32]

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

3.2.1.2. Isolation des murs par l'intérieur

L'isolation par l'intérieur consiste à isoler un bâtiment de l'intérieur en apposant un isolant derrière une cloison maçonnée ou une ossature. C'est la technique la plus utilisée par les constructeurs car elle est facile à mettre en œuvre. [32]

Lors de l'isolation intérieure, il est important de s'assurer que :

- Les façades extérieures doivent être en bon état et résister aux intempéries, car l'environnement intérieur ne les affectera plus.
- Les parois intérieures porteuses sont sèches et protégées des infiltrations
- Inertie suffisante L'isolation interne réduit l'inertie thermique, il faut donc la restituer.

Les avantages et les inconvénients [32]. de cette technique de L'isolation sont résumés dans le tableau suivant (Tableau. II.2)

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Ne modifiez pas l'espace extérieur.• Améliorer la performance thermique globale du bâtiment• Élimine la condensation sur les parois froides.• Élimine les effets de paroi froide.• Amélioration du confort acoustique intérieur• Systèmes d'isolation faciles et rapides à mettre en œuvre.	<ul style="list-style-type: none">• Réduisez l'espace de vie.• Révision des plans d'électricité.• Prévoyez des ouvertures dans les portes et les fenêtres pour minimiser la perte de lumière• Décoration intérieure à refaire.

Tableau. II.2: Avantages et inconvénients de l'isolation par l'intérieur [32].

3.2.1.3. Isolation répartie

L'isolation thermique répartie (ITR) se distingue des deux autres technologies car elle utilise des matériaux aux propriétés isolantes pour construire les murs. C'est pourquoi il est important de ne plus recouvrir les murs d'isolant, mais d'assurer l'isolation des murs eux-mêmes. Il se caractérise par l'utilisation de l'isolant comme matériau de construction à domicile. Comme montré dans la Figure II.7

Il peut s'agir de briques isolantes ou de blocs de parpaings isolants Deux grandes familles sont proposées sur le marché [32] :

- La brique alvéolée en terre cuite ou mono mur.

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

- les blocs et panneaux hauteur d'étage en béton cellulaire

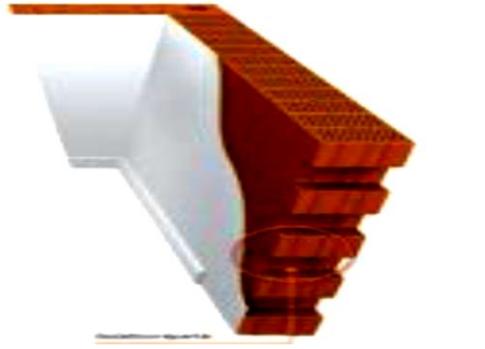


Figure II.7: L'isolation répartie. [33]

3.2.1.3.1 Béton cellulaire

Il s'agit d'un matériau fabriqué à partir de ressources naturelles, 64% de sable blanc très pure, 15% de chaux, 20% de ciment, [29] 1% de gypse et 1% - 0.05% des agents d'expansion comme la poudre d'aluminium (Figure. II.8).

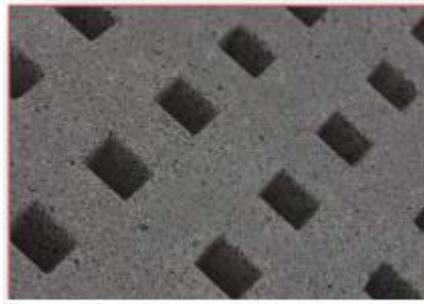


Figure II.8 : Le béton cellulaire [34]

3.2.1.3.2. Les avantages de cette technique sont :

- Gain de temps lors de la mise en œuvre : Structure de support et isolation en un seul produit.
- Mise en œuvre aisée de la menuiserie, de la plomberie et des réseaux électriques.
- Réduction des ponts thermiques.
- Le bon compromis entre inertie thermique et isolation améliore le confort thermique.[32]

3.2.2. Les types d'isolants :

Un matériau est généralement considéré comme "isolant" si sa conductivité thermique sèche est inférieure ou égale à 0,07 W/m.K. [35]

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

Les isolants disponibles sur le marché proviennent d'une grande variété de sources (minérales, végétales, synthétiques, etc.) et se présentent sous une grande variété de formes (feuille rigide, vrac, rouleau, etc.). Permet les principales catégories d'isolation.

3.2.2.1. Les isolants synthétiques

Ce sont des matériaux fabriqués synthétiquement. Par exemple : le polystyrène expansé (PSE) est un matériau produit à partir de pétrole brut, il est fait de billes d'un très petit diamètre (0.2 mm à 0.3 mm) expansées à la vapeur d'eau et compressées ensemble lors d'un moulage emprisonnant l'air sec et mobile. [35] Il est composé à 98% d'air, c'est donc un matériau isolant très léger. (Figure II.9)



Figure II.9: Le polystyrène expansé. [36]

3.2.2.2. Les isolants minéraux :

Ils ont d'origine naturelle non organique. Tels que :

- La laine de verre : Fabriqué à partir de la silice (sable), du verre de récupération (ou calcaire) [37] transformé par fusion, fibrage, et polymérisation. (Figure II.10)



Figure II .10:La laine de verre. [38]

3.2.2.3. Les isolants d'origine végétale :

Ces isolants associent généralement des matériaux issus de ressources renouvelables comme ça: [37]

3.2.2.3.1 Liège :

Le liège est un isolant naturel dérivé des arbres méditerranéens, et il existe deux types de liège, mâle et femelle. Le liège mâle et le liège femelle sont utilisés pour l'isolation voir la Figure II.11



Figure II.11 : Le liège. [39]

3.2.2.3.2 La paille

La paille fait partie des isolants bio sources parce qu'elle est obtenue à partir des matières végétales, le blé. Elle est donc respectueuse de l'environnement. Et disponible sous plusieurs formes. [40]

3.2.2.3.2.1 Le panneau de paille compressée:

Le panneau de paille compressée: est un panneau de construction rigide qui peut être utilisé pour des murs et des cloisons autoporteurs Il se compose d'un cœur de paille, propre, sèche et sans liants chimiques, obtenu grâce à un procédé d'extrusion (compression à chaud), et d'un revêtement en papier recyclé de 415 g/m²

Excellent isolant thermique, le panneau de paille compressé «respire»: il tempère les variations d'hygrométrie, absorbant l'humidité quand l'air est humide et la restituant quand l'air est trop sec. Il offre également une excellente isolation acoustique et diminue les résonances. Sa faible épaisseur est également un atout « gain de place ». [41]

Grâce à sa pose simple et rapide, le panneau de paille compressée ne présente pas de surcoût par rapport aux produits conventionnels, contrairement à beaucoup de produits « écolo » voir la (Figure II.12)

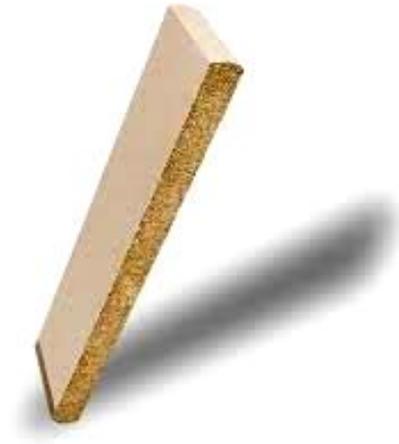


Figure II.12 : Le panneau de paille compressée [42]

3.2.3.3.2.2 Le terre-paille

Le terre-paille est un isolant naturel qui peut s'appliquer sur un mur de pierre en prenant des précautions pour éviter la détérioration de la paille au fil du temps Parmi les avantages de cet enduit : (Figure II.13).

- Très faible coût en matériaux ; Très facile à réaliser ;
- Réalisable en faible épaisseur (cloison) ;
- Finition enduit terre ou chaux ou plâtre ; -
- Parois à bonne voir très bonne inertie, (bonne protection contre la chaleur)
- Présence de terre qui améliore la performance thermique ;
- Bonne résistance mécanique. [43]



Figure II.13 : le terre - paille [44]

3.2.2.4. Les isolants d'origine animale :

Il s'agit principalement de laine, pure ou mélangée et de plumes de canard. Après avoir été lavé, dégraissé et traité contre les ennemis naturels (mites, acariens), mélangé à un liant (polypropylène, polyester) et conditionné en rouleaux ou en panneau semi-rigides.(voir la Figure II.14[37])



Figure II.14 : La laine de mouton. [45]

3.2.2.5. Les isolantes nouvelles générations :

Avec de nouvelles améliorations, l'isolant d'épaisseur modérée de nouvelle génération est beaucoup plus performant que l'isolant traditionnel. Parmi ces isolants : [46]

Un matériau nano poreux aux propriétés futuristes conçu par Steven Kistler en 1931. C'est le matériau solide le plus léger contenant 99,8% d'air. Les principaux gaz utilisés dans ces matériaux sont l'azote et l'oxygène, et le gel de silice en phase aqueuse. Les performances extraordinaires de l'aérogel peuvent être encore améliorées en ajoutant du carbone à la silice. Sa conductivité thermique est de 0,011 à 0,013 W/m.K. (voir la Figure II.15)



Figure II.15 : Les aérogels. [47]

3.3. La ventilation

La ventilation dans les bâtiments permet le renouvellement et l'assainissement de l'air des pièces et des bâtiments. Le but est de fournir suffisamment d'air frais ou d'air frais sanitaire pour les besoins des particuliers et indispensable à la respiration des bâtiments. L'absence de ventilation entraînerait des risques pour l'hygiène et la santé tels que maux de tête et allergies respiratoires. Le bâti non ventilé souffrirait de moisissures et autres dégâts matériels. Soit un très mauvais calcul économique sur le long terme.

Il existe trois types d'aération : ventilation naturelle et mécanique et hybride [48]

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

3.3.1. La ventilation naturelle

La ventilation naturelle est assurée par les forces motrices naturelles, le vent et le tirage thermique. L'amenée et l'évacuation de l'air s'effectuent naturellement.

L'aération s'effectue par les ouvertures spécialement conçues comprenant des fenêtres, portes, cheminées solaires, tours à vent, les ventilateurs de ruissellement et les ouvertures d'alimentation réglables ou auto réglables situées dans les fenêtres, les murs ou la toiture ainsi qu'à travers les défauts d'étanchéité.

Dans les pièces de services ou autrement dit les pièces humides (salle de bain, toilettes et cuisine), l'air vicié est évacué par l'intermédiaire d'ouvertures d'évacuation réglables vers un conduit vertical débouchant au-dessus de la toiture.

La différence de température entre l'intérieur et l'extérieur induit la différence de la densité de l'air et par conséquent son mouvement. Durant la période froide (Text <Tint) l'air chaud à l'intérieur se déplace vers le plafond pour sortir par les ouvertures dans la partie haute du bâtiment. Ce déplacement crée une dépression dans la partie basse qui induit l'introduction de l'air froid de l'extérieur par les ouvertures de la partie basse. Durant la période chaude, le phénomène est inversé mais il reste négligeable car la différence de température est moins importante.[49]

3.3.2. La ventilation mécanique

VMC, VMC double flux, simple flux, hygroréglable, extracteur, échangeur, les notions techniques sont nombreuses. La ventilation mécanique est une circulation d'air forcé, l'élément mécanique, souvent un extracteur, se chargeant de créer une zone de sous-pression d'air qui «aspire» celui de la maison. La VMC double flux avec échangeur thermique est aujourd'hui devenu quasiment la règle dans les bâtiments ayant de bonnes performances thermiques. Elle permet une bonne gestion de la qualité de l'air intérieur en hiver et évite les déperditions de chaleur grâce à l'échangeur. Son rôle est de «récupérer» les calories de l'air sortant pour les transférer à l'air froid entrant. La ventilation VMC impose néanmoins d'avoir un passage suffisant pour l'installation des gaines, ce qui peut être difficile dans certaine réhabilitation et rénovation de bâti ancien. Dans ces derniers, on retrouve aussi des VMC simple flux hygroréglables qui offrent un rapport coût/performance honorable [50]

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

3.3.3. Ventilation hybride

La ventilation hybride, également appelée ventilation naturelle assistée est un système constitué des deux modes, naturel et mécanique, et qui est contrôlé pour minimiser la consommation d'énergie tout en maintenant la qualité de l'air intérieur et le confort thermique. Lorsque les forces motrices naturelles (le vent et la différence de température) ne suffisent pas, la ventilation mécanique se met en route pour augmenter les taux de ventilation. On retrouve ce type de ventilation surtout dans les logements collectifs où des extracteurs mécano-statiques sont installés à la sortie des toitures des conduits verticaux [49]

3.4. Diffusion de la chaleur et du froid

La lumière captée doit être convertie en chaleur et diffusée dans toutes les parties du bâtiment cette phase doit être faite en tenant compte de l'équilibre thermique de la qualité lumineuse de la ventilation de la conductivité thermique des parois. De bonnes méthodes de ventilation sont utilisées pour assurer la diffusion de la chaleur ou de la fraîcheur. [51]

3.5. Confort thermique

Le confort thermique est défini comme « un état de satisfaction du corps vis-à-vis de l'environnement thermique »

La norme ASHRAE 55 définit le confort thermique comme « la condition d'esprit qui exprime la satisfaction en présence d'un environnement thermique donné »

Le confort thermique concerne principalement la température intérieure des pièces, sa répartition harmonieuse dans l'espace et la qualité de l'air ambiant.[52]

3.5.1. Les paramètres du confort thermique

Les paramètres du confort thermique sont les suivants :

3.5.1.1. Température de l'air

La température idéale pour n'importe quel espace dépend de l'activité qui s'y déroule, de l'heure de la journée et des préférences individuelles. L'idéal est d'éviter les grands écarts de température dans le temps entre le jour et la nuit ou entre les saisons.

3.5.1.2. Humidité de l'air

L'humidité relative de l'air affecte également la sensation de confort thermique. Idéalement entre 30% et 70% en hiver. En été, il est préférable que l'air soit sec pour favoriser la transpiration du corps.

3.5.1.3. Courants d'air

Les courants d'air, très agréables en été, puisqu'ils favorisent la transpiration, sont très pénibles en hiver, car ils facilitent les échanges thermiques entre le corps et l'air, c'est le principe de convection : [52]

- En été, des ouvertures bien conçues peuvent créer des courants d'air utiles et rafraîchissants.
- En hiver, au contraire, il est préférable de les diminuer ou de les canaliser afin qu'ils ne balayent pas tout l'espace. (Figure II.16)

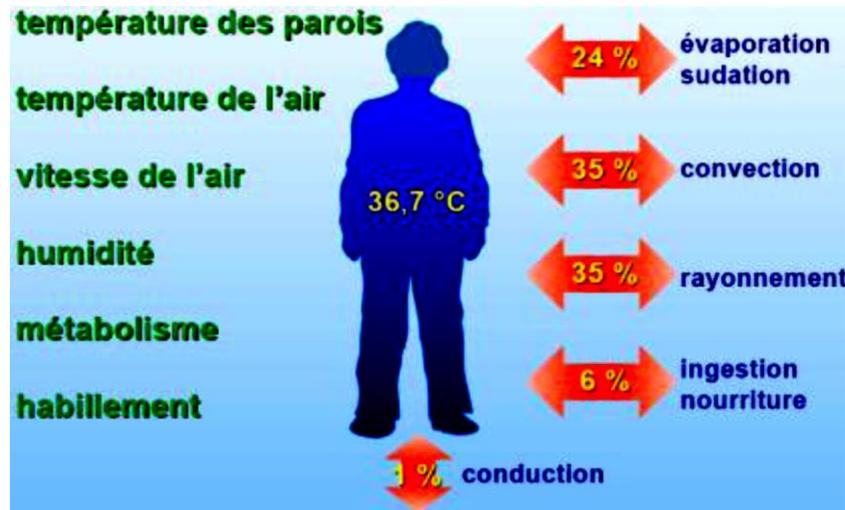


Figure II.16: Paramètres liés au confort thermique. [53]

3.5.2. Les principes de base de l'architecture bioclimatique pour l'amélioration du confort thermique d'un bâtiment

Fondée sur des choix judicieux de la forme du bâtiment, de son orientation en fonction des particularités du site, de la disposition des espaces, des matériaux utilisés l'architecture bioclimatique est une conception qui vise l'utilisation des éléments favorables du milieu pour la satisfaction du confort et du bien-être de l'homme.

En été comme en hiver, elle a développé des stratégies, profitant des aspects favorables de l'environnement, pour créer une ambiance intérieure confortable, ces stratégies résument l'approche bioclimatique du confort thermique. [52]

3.5.2.1. La stratégie de chauffage naturel d'un bâtiment (chauffage solaire passif)

S'il est important de se protéger de la surchauffe en été, il est tout aussi important de restituer des calories par temps froid pour se réchauffer.

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

Les principes de la stratégie de chaud [52] (ou systèmes de chauffage solaire passif) sont les suivants : capter le rayonnement solaire, stocker l'énergie ainsi captée, distribuer cette chaleur dans le bâtiment, réguler cette chaleur et enfin éviter les déperditions dues au vent. (Figure II.17)

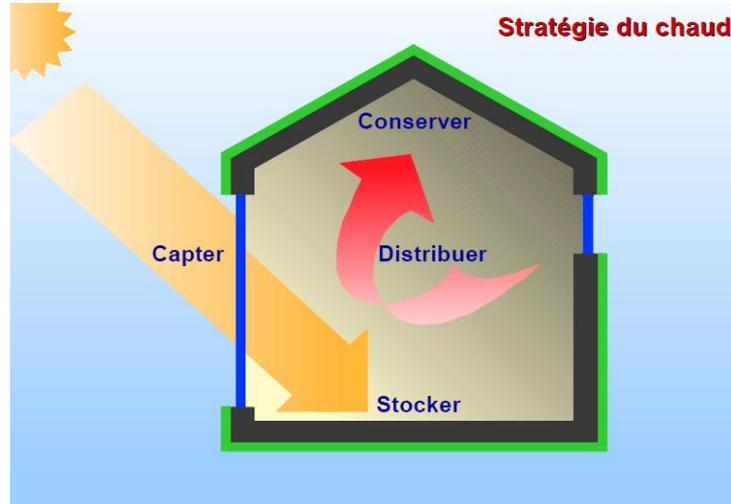


Figure II.17: Confort d'hiver [54]

3.5.2.2 La stratégie de refroidissement naturel d'un bâtiment (refroidissement solaire passif)

Contrairement à l'hiver, les apports gratuits sont indésirables en saison chaude et contribuent à augmenter les besoins de rafraîchissement. La stratégie de refroidissement naturel rencontre le confort d'été. [52] Cela implique une protection contre le rayonnement solaire et le gain de chaleur, minimisant le gain interne, dissipant l'excès de chaleur et, finalement, le refroidissement naturel (Figure II.18)

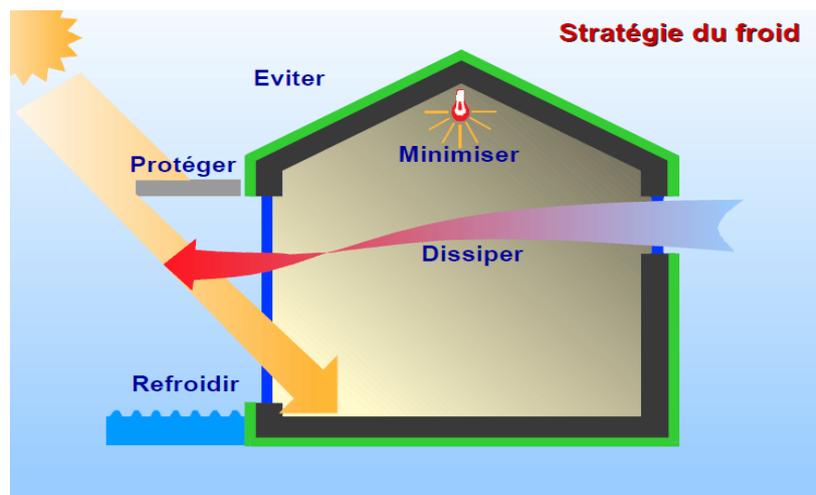


Figure II.18 : Confort de l'été [54]

3.5.2.3 L'implantation:

L'emplacement raisonnable d'un bâtiment est la tâche la plus importante de l'architecte. Elle détermine l'éclairage, les apports solaires ; les déperditions, [55] les possibilités d'aération (voir la Figure II.19)

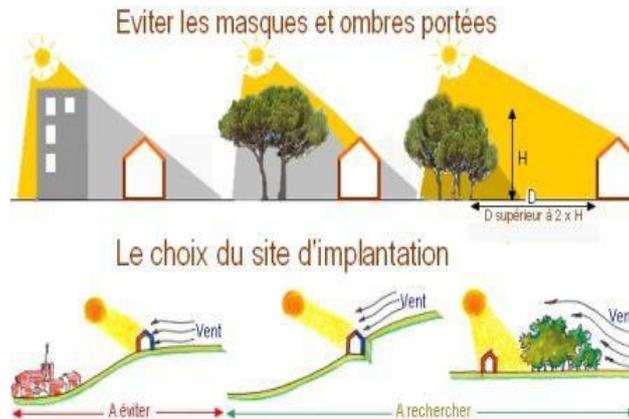


Figure II.19 : Les critères du choix du site d'implantation [56]

3.5.2.4 L'orientation

Baruch Givoni, (architecte spécialiste de l'architecture bioclimatique) détermine l'orientation d'un bâtiment par la direction vers laquelle sont tournées ces façades. Ce facteur dépend de nombreuses considérations, [57] telles que la vue, les déperditions possibles, l'aération et la nature du climat. Voir la Figure II.20:

En effet, l'orientation des bâtiments détecte la qualité en affectant son ambiance intérieure de deux manière et ce par la régulation de deux facteurs climatiques distincts :

* Le rayonnement solaire et ses effets d'échauffement sur les murs et pièces orientées selon différentes directions ;

*La ventilation est liée à la direction du vent dominant et à la direction du bâtiment [58]

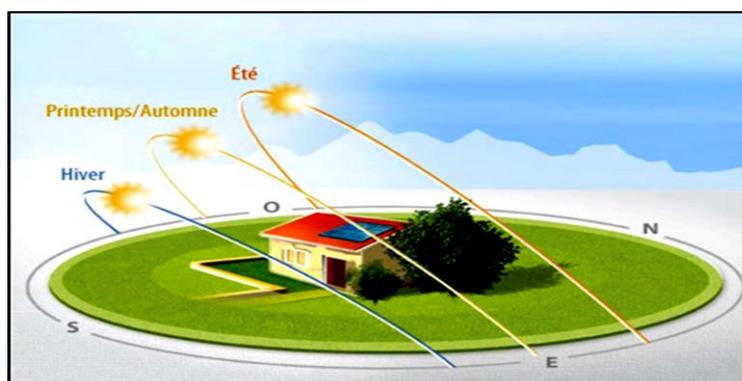


Figure II.20: L'orientation optimale des bâtiments selon la position du soleil [59]

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

3.5.2.4 La forme et compacité :

Pour une construction confortable, mieux vaut privilégier les formes simples et compactes.

Cependant, [60] la forme du bâtiment affecte :

- ✓ Le bilan global de l'éclairage énergétique du soleil.
- ✓ Le taux des déperditions thermiques.
- ✓ L'écoulement des flux aux abords des bâtiments.

Ainsi, selon Victor Olygay (un architecte, un urbaniste et un des premiers chercheurs dans le domaine de la conception bioclimatique) détermine que la forme optimale d'un bâtiment correspond à celle qui permet de perdre un minimum de chaleur en hiver et d'en gagner un minimum en été. [61]

3.5.2.5 Organisation des espaces de vie

Il est possible de limiter les consommations de chauffage et d'éclairage en organisant les espaces en fonction du mode d'occupation et de la course du soleil. On placera :

- ✓ Au sud, les espaces de jour (salon et cuisine) nécessitant chaleur et lumière en journée
- ✓ Au nord, les espaces dits « tampons » (cellier, garage, pièces humides), peu utilisés et où le besoin de chaleur est absent ou ponctuel ;
- ✓ A l'est, à l'ouest ou au nord, les espaces de nuit (chambre) ou intermédiaires où le besoin de chaleur est réduit. [12]

L'organisation de l'espace dépend aussi du mode de vie de chacun (chambre à l'est pour profiter du lever du soleil le matin et non à l'ouest pour limiter les risques de surchauffe) et de l'environnement : il n'existe donc pas de règle stricte. (figure II.21)

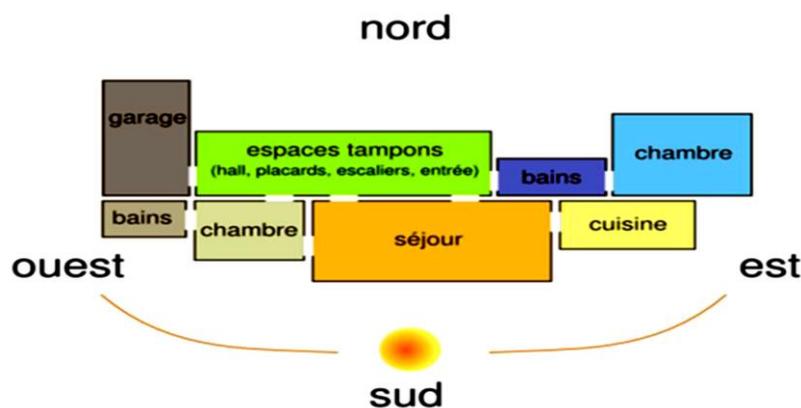


Figure II.21 : L'organisation spatiale d'un bâtiment « passive » en fonction de l'usage [62]

3.5.2.6 Protections solaires :

Les dispositifs d'ombrage sont conçus pour minimiser la surchauffe et contrôler l'éblouissement. Ils peuvent:

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

- ✓ ou intégrés structurellement à l'architecture par des (porches, vérandas, brise-soleil, débord de toiture) ;
- ✓ ou appliquer sur des enveloppes (rideaux, stores, volets).

On peut distinguer les types suivants des protections solaires :

- ✓ fixes ou mobiles ;
- ✓ intérieures ou extérieures ;
- ✓ verticales ou horizontales.

Ils sont également associés à l'environnement naturel ou bâti, comme la végétation, les reliefs ou encore les masques causés par les constructions voisines [63]

3.5.2.7 Les matériaux de construction

Le choix des matériaux est un point important dans une conception bioclimatique.

Ils sont sélectionnés sur plusieurs critères :

- ✓ Leur faible impact sur l'environnement (au niveau de leur fabrication mais aussi de leur destruction)
- ✓ Leur capacité d'absorption des rayons lumineux
- ✓ Leur capacité à stocker la chaleur
- ✓ Leur rapidité d'absorption et de restitution de la chaleur

Dans la construction, la performance de ces matériaux vont ainsi directement impacter sur :

- ✓ Le confort des occupants : en captant la chaleur ou en préservant la fraîcheur et en évitant les sensations de « parois froides »
- ✓ Les économies d'énergies : grâce à leur capacité d'isolation, d'inertie etc.
- ✓ Le bilan écologique global du bâtiment. [64]

3.5.2.8 La couleur

En termes d'énergie thermique, la teinte des couleurs influe sur le comportement thermique des murs extérieurs, et de ce fait sur le rendement énergétique du bâtiment. Des tests approfondis ont montré que les températures superficielles dues à l'action directe des rayons du soleil varient fortement en fonction de la couleur [65]. Par conséquent, un choix judicieux de couleur au moment de la construction ou de la réhabilitation thermique d'une construction est à conseiller. (Figure II.22)

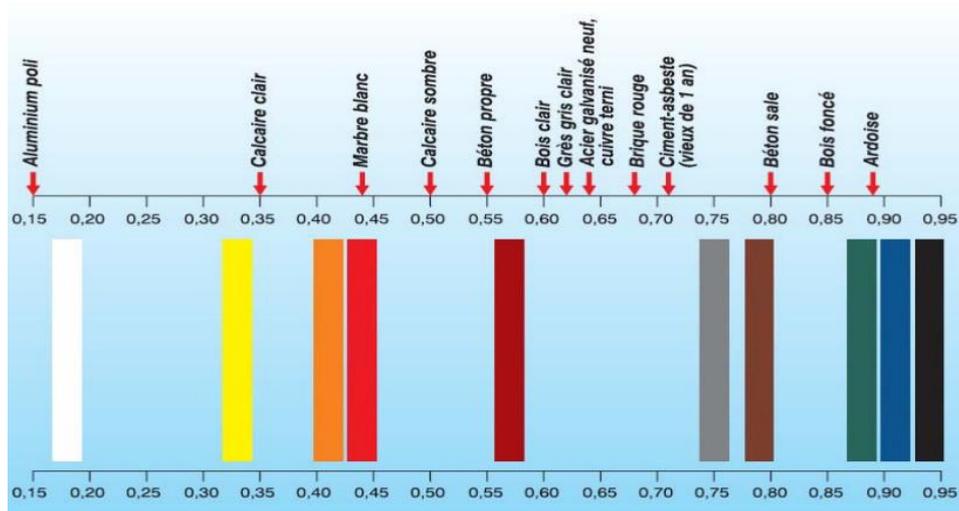


Figure II.22 : Coefficients d'absorption pour différents matériaux et couleurs [66]

3.5.2.9 Le vitrage et ses propriétés thermiques

L'intégration d'une partie transparente dans l'enveloppe lors du processus de conception est essentielle pour assurer le confort visuel et thermique. Le vitrage laisse passer les rayons du soleil pour assurer un éblouissement naturel, un chauffage solaire passif et une exposition extérieure. Lorsque le soleil brille avec du verre, une partie des rayons du soleil traversera la partie transparente avec des rayons infrarouges courts. Celle-ci sera absorbée par le mur, où elle sera convertie en chaleur. Ce rayonnement est constitué d'ondes longues qui vont pénétrer dans la pièce et vont être piégées dans l'espace intérieur et vont le chauffer. Ainsi l'effet de serre est très utile dans le cas du chauffage solaire passif [67].

3.5.2.9.1 Les propriétés spécifiques de vitrage sont :

3.5.2.9.1.1 Facteur solaire (g) :

Le "facteur solaire" global de transfert d'énergie est le pourcentage d'énergie solaire entrante transmise à travers une cellule à l'intérieur d'une pièce. [68]

3.5.2.9.1.2 Facteur lumineux (τ):

C'est le pourcentage de lumière solaire qui passe à travers la fenêtre. Cela permet au verre d'être plus transparent si ce facteur est augmenté.

3.5.2.9.1.3 Facteur thermique (U) :

Ce coefficient de transfert thermique représente la quantité de chaleur transférée à travers un mètre carré de verre égale à un degré de différence de température entre l'intérieur et l'extérieur. [68]. Plus ce coefficient est faible, plus l'isolation thermique du verre est élevée.

Pour améliorer la transmission, une ou plusieurs des solutions suivantes sont requises : [69]

- En doublant ou triplant les verres.
- En augmentant les couches d'air séparant les plaques.

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

- En revêtant une face du verre intérieur d'un revêtement à faible émissivité.
- En remplaçant l'air entre les cellules par un gaz plus lourd comme l'argon ou le krypton.

Ces facteurs vont changer selon la nature de vitrage

- Le vitrage clair.
- Le vitrage absorbant.
- Le vitrage réfléchissant:(Figure II.23)

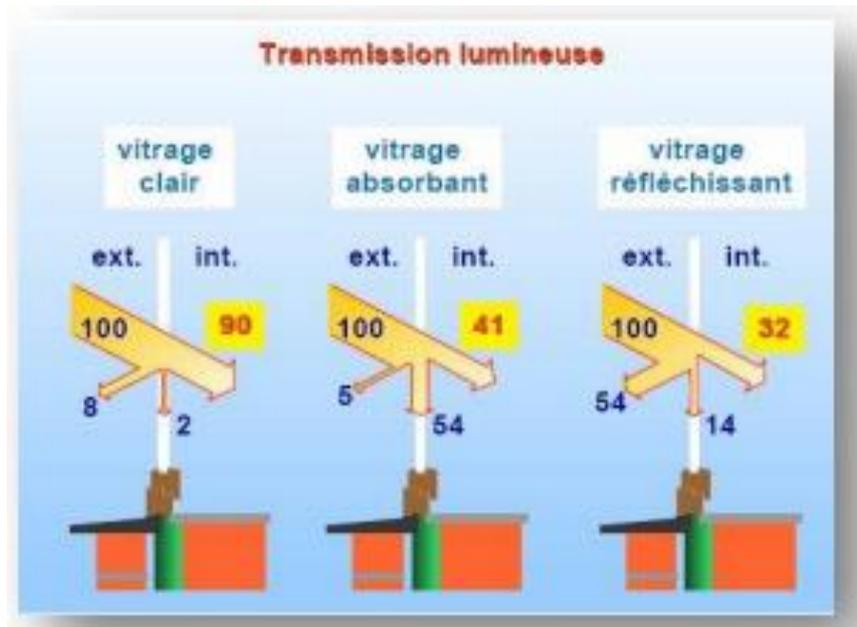


Figure II.23: La transmission lumineuse [70]

3.5.2.9.1.4 Le Degré hygrométrique de l'air :

C'est le rapport exprimé en pourcentage entre la quantité d'eau contenue dans l'air à cette température T_a et la quantité d'eau maximale. [71], qu'il peut contenir à cette même température

2.5.2.9.2 Les types de vitrage

Il existe différents types de vitrages : simple vitrage, double vitrage, vitrage haut rendement et triple vitrage. Chaque type offre une valeur U_g . Celle-ci exprime la valeur d'isolation thermique du vitrage. Plus elle est basse, mieux c'est. [72]

2.5.2.9.2.1 Simple vitrage

Ce type de vitrage n'est composé que d'une simple feuille de verre.(Figure II.24) Vu sa haute valeur U_g ($5,8 \text{ W/m}^2.\text{K}$), il n'est plus placé dans les nouvelles constructions, mais vous le trouvez encore souvent dans les maisons anciennes. [72]



Figure II.24: simple vitrage [73]

2.5.2.9.2.2 Double vitrage

Le double vitrage se compose de deux feuilles de verre et offre une valeur U_g de $2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Le vide, (Figure II.25) l'espace entre les deux feuilles de verre, est rempli avec de l'air sec. Plus épais est ce vide (entre 6 et 20 mm), meilleure sera l'isolation. [72]



Figure II.25: double vitrage [74]

2.5.2.9.2.3 Triple vitrage

Ce vitrage consiste à améliorer le pouvoir isolant en ajoutant une troisième plaque de verre séparé par deux espaces d'air ou le gaz. [75] Il s'agit aussi d'une augmentation de l'épaisseur totale et du poids du vitrage. En outre les transmissions solaire et lumineuse diminuent. (Voir la Figure II. 26)



Figure II. 26: triple vitrage. [75]

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

3.5.2.10 Serres et vérandas

La serre est un dispositif solaire passif qui permet l'accumulation et la redistribution de l'énergie solaire sous forme de chaleur dans le bâtiment. Elle doit être encastrée dans le bâtiment et orientée au sud. Avec double hauteur, elle sera encore plus efficace.

Les vitrages extérieurs doivent être doubles et les vitrages entre la serre et le logement sont simples. Les parois et le sol doivent être conçus avec des matériaux à forte inertie pour stocker l'énergie produite par la serre et la restituer pendant la nuit.

Les matériaux de construction doivent être en couleur foncée pour capter le mieux des rayons solaires d'hiver, [76] puisqu'une serre bien conçue offre environ 25% des besoins en chauffage. Il est préférable d'implanter une végétation à feuilles caduques sur le côté Sud pour une protection solaire efficace. En plus de ça, la serre ajoute une touche esthétique à la maison voir la Figure II. 27



Figure II. 27: véranda en verre [77]

4. Potentiel et gisement naturel pour couvrir les besoins d'un bâtiment

4.1. Produire du confort thermique naturellement

4.1.1. S'éclairer naturellement

L'éclairage est un poste énergétique important, notamment dans le tertiaire où les exigences sont élevées, le besoin d'éclairage peut être pourvu en grande partie par la lumière naturelle

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

dont le gisement est particulièrement important, sous réserve d'une bonne conception du niveau de couverture. [17]

4.1.2. Produire de l'eau chaude

Le climat permet d'assurer en grande partie les besoins en eau chaude par une installation solaire. C'est pourquoi, lorsque l'on dispose de surface suffisamment bien exposée pour produire de l'eau chaude, les pompes à chaleur sont d'une efficacité moindre qu'un système solaire bien dimensionné, notamment pour les particuliers. Les seules indications pour l'usage éventuel de pompes à chaleur sont l'impossibilité d'installation de panneaux solaires thermiques bien exposés. [17]

4.1.3. Autres besoin domestique

Mis à part la cuisson, la plupart des usages domestiques nécessite de l'énergie sous forme électrique: éclairage, cuisine, ventilation, froid, télévision, ordinateur, lavage du linge et de la vaisselle, etc. Pour ces deux derniers postes, le réchauffage de l'eau peut s'effectuer en bonne partie sous forme thermique solaire. Hors cuisson et chauffage de l'eau chaude sanitaire, Avec des appareils économes et adaptés au développement durable, cette consommation peut être réduite

Pour compenser la consommation en énergie fossile de ces appareils électriques, on peut envisager une production équivalente d'énergie solaire sous forme photovoltaïque. [17]

5. Systèmes photovoltaïques et systèmes Thermiques

5.1. Systèmes photovoltaïques

Un système photovoltaïque a pour objectif la production d'électricité à partir de l'énergie du soleil.

Cette technologie utilise les propriétés des semi-conducteurs, découverte en 1839 par le physicien français Becquerel. [78]

5.1.1. Principe de fonctionnement d'une installation photovoltaïque

Les installations photovoltaïques comprennent des modules solaires, eux-mêmes constitués de cellules photovoltaïques, généralement à base de silicium. Voir la Figure II.28

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

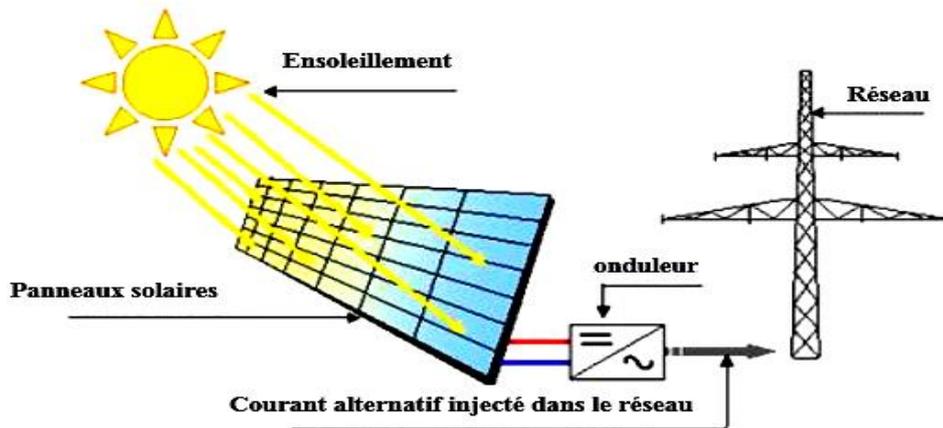


Figure II.28: Système PV raccordé au réseau.[79]

Ces générateurs convertissent l'énergie solaire directement en électricité (courant continu). La puissance est exprimée en Watt-crête (Wc), unité qui définit la puissance électrique disponible aux pôles du générateur dans des conditions optimales d'ensoleillement.[79]

Un ou plusieurs onduleurs convertissent le courant continu généré en courant alternatif à 50Hz et 220 V. Selon le choix effectué, tout ou partie du produit est mis sur le réseau public et le reste est consommé par le constructeur. Lorsque la production photovoltaïque est insuffisante, le réseau fournira la quantité d'électricité nécessaire,

5.1.2. Systèmes photovoltaïques pour l'habitat

Les systèmes PV sont classés en deux grandes catégories selon la façon dont l'énergie est utilisée. [79]

5.1.2.1. Installations autonomes :

Les installations autonomes sont des installations non raccordées au réseau, composées de panneaux PV contenant un système de régulation et de batteries d'accumulateurs permettent de stocker l'énergie électrique [80] en l'absence de soleil ou dans le cas d'obscurité, son but est d'alimenter un ou plusieurs consommateurs situés dans une zone isolée du réseau électrique. (Voir la Figure II.29)



Figure II.29:structure d'un système PV autonome. [81]

5.1.2.2. Installations raccordées au réseau :

Cette installation a pour objectif l'utilisation de l'énergie du réseau (par exemple SONALGAZ en Algérie) lorsque le générateur panneau photovoltaïque ne peut plus satisfaire les besoins d'énergie des consommateurs (par manque de stockage ou par de période de moindre rendement). [80]. Mais il peut être considéré comme un commutateur dans le cas où le système produit un surplus d'énergie électrique, donc ce système n'a pas besoin d'une batterie il est également connu sous le nom de système hybride. (Figure II.30)



Figure II.30 : structure d'un système PV connecté au réseau. [82]

5.1.3. Les avantages et inconvénients des panneaux solaires photovoltaïques

5.1.3.1. Avantage

- La Possibilité de les utiliser n'importe où car l'énergie solaire est disponible.
- Facilité de modelage et d'ajustement de l'installation selon les besoins.
- Ne pas polluer ou perturber l'environnement
- Rentabilité garantie à long terme.. [83]

5.1.3.2. Inconvénients

- Le coût élevé des systèmes PV.
- Une maintenance régulière des batteries pour le stockage d'électricité qui peuvent influencer négativement sur la performance du système.
- La nécessité d'un système de secours dans les périodes de forte demande ou de fort Ennuagèrent [84]

5.2. Systèmes Thermiques

Panneaux solaires thermiques Les systèmes de panneaux solaires thermiques consistent à chauffer l'eau à l'aide de l'énergie solaire. Les panneaux solaires thermiques contiennent des capteurs qui convertissent l'énergie du soleil en chaleur. Cette eau chaude sera ensuite utilisée de trois manières possibles :

- comme l'eau chaude sanitaire.
- dans le système de chauffage central avec eau chaude.
- dans un système combiné d'eau chaude sanitaire et chauffage central. [85]

5.2.1. Les différents capteurs solaires thermiques :

Les panneaux solaires thermiques sont composés de capteurs, qui absorbent la chaleur des rayons du soleil pour chauffer l'eau sanitaire. Il existe plusieurs types de capteurs solaires thermiques

5.2.1.1. Les capteurs à eau

La chaleur est absorbée par un fluide caloporteur, qui circule dans des tubes munis d'ailettes. Ce sont ces ailettes qui captent la chaleur. Il existe plusieurs types de capteurs à eau: [85]

5.2.1.1.1. Les capteurs non vitrés :

Chapitre II: l'énergie et le bâtiment

Les capteurs plans sans vitrage sont habituellement fabriqués en un plastique noir qui a été stabilisé afin de résister aux rayons ultraviolets. Comme ces capteurs ne possèdent pas de vitrage, une grande partie de l'énergie solaire est absorbée. Cependant, parce qu'ils ne sont pas isothermes, une grande partie de la chaleur absorbée est perdue lorsqu'il y a du vent et que la température extérieure n'est pas assez chaude. [86]

Ils transfèrent si bien la chaleur de l'air (et provenant de l'air) qu'ils peuvent réellement « saisir » la chaleur au cours de la nuit lorsqu'il fait chaud et qu'il y a du vent à l'extérieur.

5.2.1.1.2. Les capteurs plans vitrés :

Un capteur plan vitré est composé :

- d'un caisson.
- d'un isolant permettant de limiter les fuites thermiques en sous face et sur les bords.
- d'un film réfléchissant.
- d'un faisceau de tubes cylindriques.
- une surface absorbante placée à l'intérieur du coffre.
- un vitrage fixé sur le caisson. Les tubes sont parcourus par un fluide caloporteur (eau + antigel). Cette eau se réchauffe au fil de l'écoulement dans les tubes.

Les tubes sont parcourus par un fluide caloporteur (eau + antigel). Cette eau se réchauffe au fil de l'écoulement dans les tubes. [86]

5.2.1.1.3. Les collecteurs à tubes sous vide :

Un capteur solaire "sous vide" est composé d'une série de tubes transparents en verre de 5 à 15 cm. de diamètre. Dans chaque tube il y a un absorbeur pour capter le rayonnement solaire et un échangeur pour permettre le transfert de l'énergie thermique. Les tubes sont mis sous vide pour éviter les déperditions thermiques convectives de l'absorbeur et l'absorbeur reçoit un traitement sélectif pour empêcher le rayonnement.

Un capteur solaire thermique sous vide est composé :

- d'une série de tubes de verre sous vide (il n'y a pas d'air).
- d'un absorbeur à l'intérieur des tubes de verre.
- d'un tube en cuivre à l'intérieur des tubes de verre.

Les tubes en cuivre sont parcourus par un fluide caloporteur (eau + antigel). Cette eau se réchauffe au fil de l'écoulement dans les tubes. [86]

5.2.1.2. Les capteurs à air

C'est-à-dire de l'air qui est chauffé lorsqu'il circule est placé dans un tube sous vide tube. Ensuite, il chauffe la maison, mais est également utilisé à des fins industrielles. [85]

5.2.2. Principe de fonctionnement du panneau solaire thermique :

Le soleil chauffe le panneau contenant les tubes dans lesquels circule le fluide caloporteur. Ce fluide à haute température transfère sa chaleur à l'eau chaude sanitaire grâce à l'échangeur de chaleur contenu dans la chaudière. [85]

Cette chaudière est spécifique au système de panneaux solaires car elle possède deux circuits, le circuit de chauffage des panneaux solaires et celui qui se raccorde à la chaudière ou à la pompe à chaleur. Ainsi, en cas de manque d'ensoleillement et de besoin d'eau chaude sanitaire, le module de gestion système passe automatiquement de chaudière à chaudière classique ou pompe à chaleur voir la Figure II.31

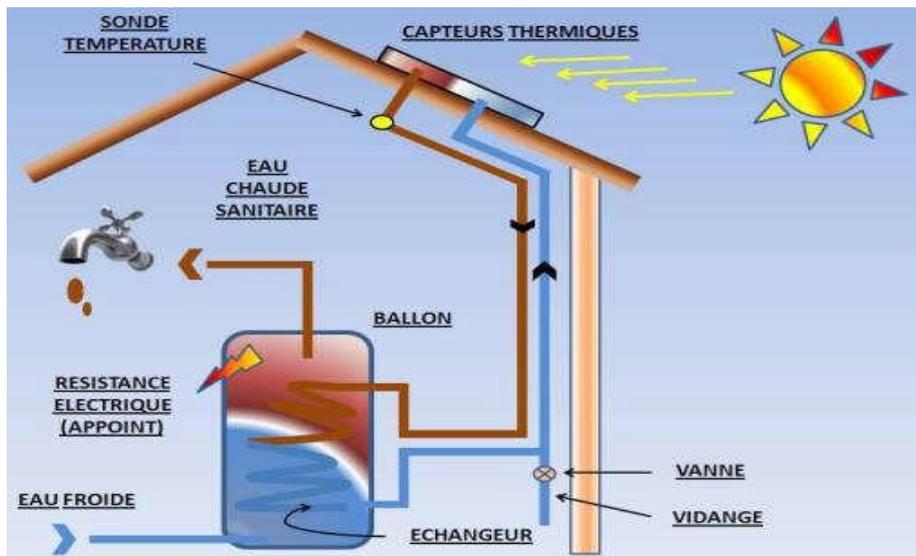


Figure II.31: Le principe de fonctionnement d'un panneau solaire thermique [85]

Comme exemple de proche de Gap par Romuald M Figure II.31: Le principe de fonctionnement d'un panneau solaire thermique [85]ARLIN (Sigoyer) : Le chauffe-eau solaire 5 m² de capteurs plans sont reliés à un ballon de stockage de 300 litres Orientés plein sud, posés au sol et inclinés à 45°, ils produisent jusqu'à 350 kWh/m² par an, ce qui permet de satisfaire environ 80% des besoins annuels en eau chaude sanitaire. [85]

5.2.3. Les avantages et inconvénients des panneaux solaires thermiques

5.2.3.1. Les avantages

- Réaliser des économies de CO₂
- Réduire la facture d'énergie
- Garder le système de chauffage actuel

5.2.3.2. Un inconvénient d'installer des panneaux solaires thermique

Le seul inconvénient de l'installation de panneaux solaires thermiques sous nos latitudes est qu'ils ne peuvent pas remplacer complètement les chaudières. En hiver, lorsque le soleil ne suffit pas, il faudra utiliser une chaudière d'appoint pour produire 100% besoins en eau chaude sanitaire. [87]

6. Conclusion

Pour une bonne efficacité énergétique, nous devons prendre en considération une conception efficace du bâtiment et une performance des équipements, Une conception efficace de l'habitat revient à bien choisir l'orientation, la compacité du bâtiment, la position et le type de vitrages ainsi que les matériaux de l'enveloppe.

L'intégration des énergies renouvelables dans le bâtiment est la meilleure alternative pour réduire les coûts énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre.

Chapitre III:

Méthode de calcul

Chapitre III: Méthode de calcul

2.1. Le climat de la wilaya d'Ain T'émouchent:

Ain T'émouchent a un climat méditerranéen chaud avec des étés secs selon la classification de Koppen-Geiger. Au cours de l'année, la température moyenne à Ain T'emouchent est de 19,1°C et la pluviométrie moyenne est de 316,2 mm. [89]

À Ain T'émouchent, les étés sont courts, très chaud, humide, aride et dégagé dans l'ensemble, et les hivers sont longs, froid, venteux et nuageux. Au cours de l'année, la température commune varie de 6°C à 31°C, rarement inférieure à 2°C ou supérieure à 35°C.[90]

3. Paramètre du bâtiment (cas de base):

3.1. Présentation du site du cas d'étude

La maison qui fait l'objet de cette étude possède une surface habitable 105.88 m² pour un volume de 315.84m³., construite avec des matériaux locaux, elle implantée dans la wilaya Ain Temouchent, plus précisément dans le village de sidi ben ada exactement dans la ferme de ben Salah Saïd. Il est habité par 7 personnes.

La maison contient trois chambres est positionnée vers le sud, la salle de séjour est vers le nord-est et la cuisine vers nord- ouest et du coté de enfin salle de bain et les toilettes, L'entrée du bâtiment est orientée vers le est, et la cour (en cours de construction) orienté vers le ouest cette maison est sans apport de chaleur (ni chauffage, ni climatisation),

Ce logement est construit sur la base d'une architecture simple, sans considération pour l'efficacité énergétique, les murs extérieurs non isolés sont en double cloison de briques creuse d'une épaisseur de 10 cm et lame d'air avec un enduit en mortier sur les deux côté, les murs intérieurs sont en brique creuse de 15 cm l'enduit est en mortier sur les deux côtés.

Chapitre III: Méthode de calcul

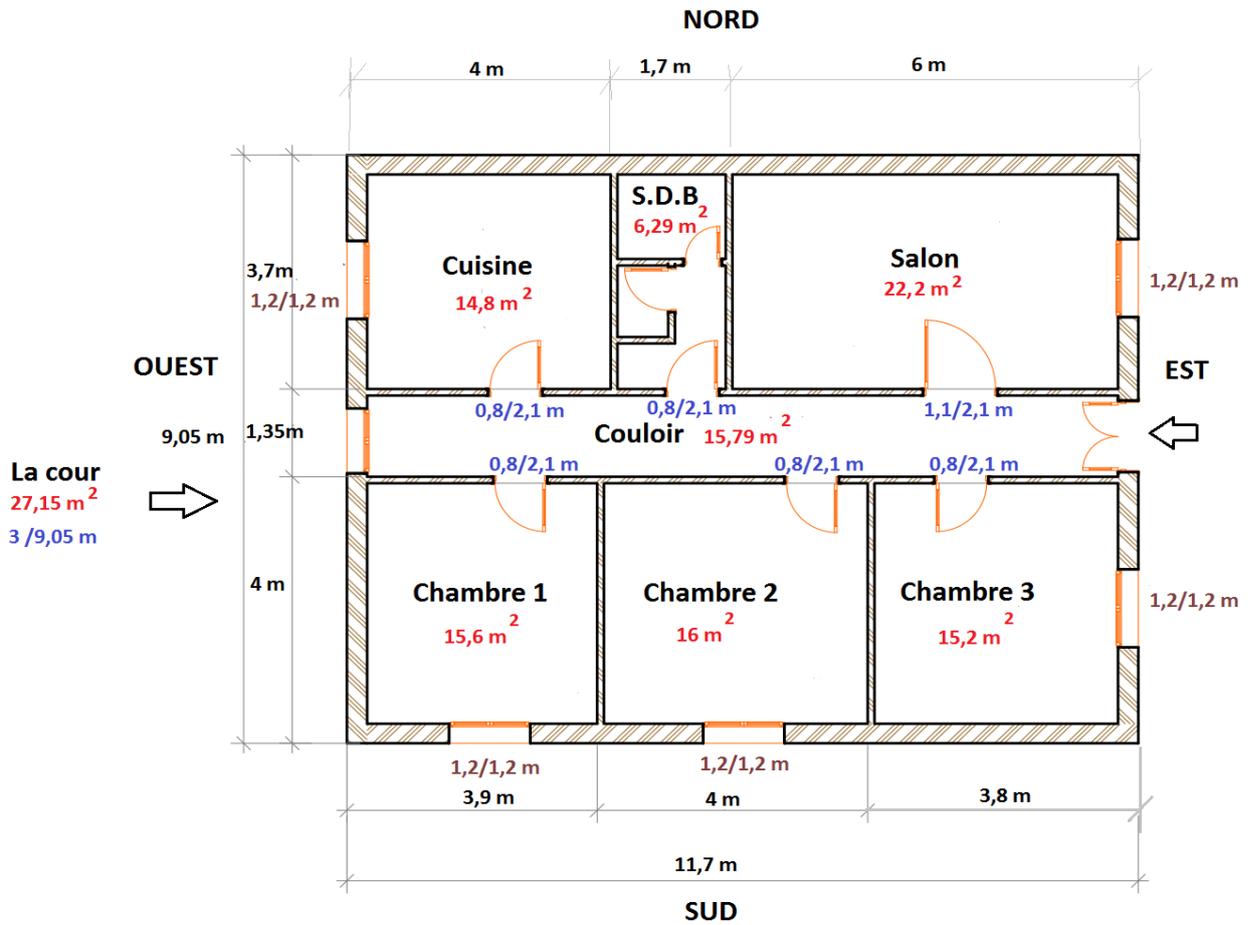


Figure III.2: Plan général du bâtiment cas de base

Chapitre III: Méthode de calcul

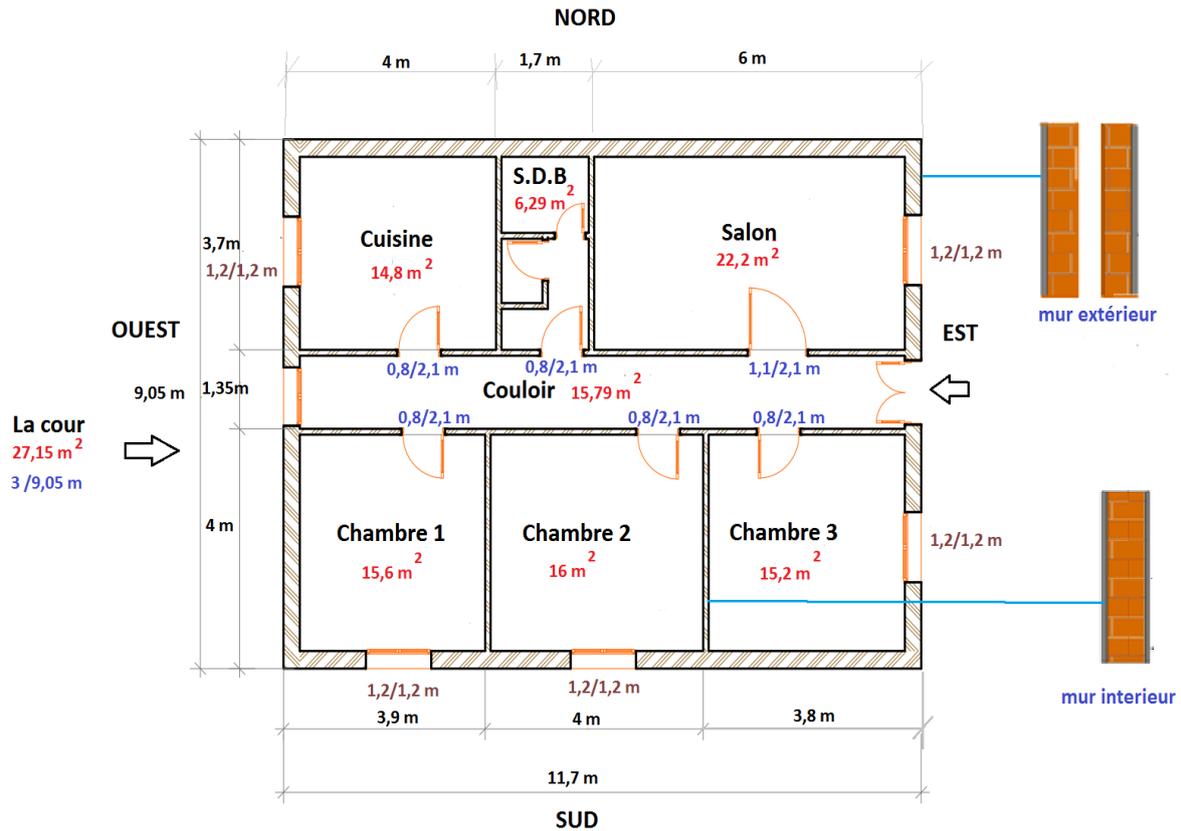


Figure III.3: les composants des murs du bâtiment cas de base sur le Plan général

3.2. Données architecturales de la maison

Les caractéristiques architecturales de la maison sont récapitulées dans le tableau suivant:

Hauteur de la maison	2.9 m
Surface de la maison	105.88 m²
Volume de la maison	315.84m³

Tableau II.1: Caractéristiques architecturales

3.3. Données géographiques de la maison

Les caractéristiques géométriques de la maison sont récapitulées dans le tableau suivant:

Latitude (ϕ)	35,305
Longitude (L)	-1,3
Altitude	83m

Tableau: III.2: Caractéristiques géométriques

Chapitre III: Méthode de calcul

3.4. Les surfaces de chaque zone:

Le tableau ci-dessous représente les surfaces de chaque zone dans la maison:

Zones	Hauteur (m)	Largeur (m)	Langueur (m)	Surface (m ²)	Volume (m ³)
Chambre 1	2,9	3,90	4	15,6	44,24
Chambre 2	2,9	4	4	16	46,4
Chambre 3	2,9	3,80	4	15,2	45,08
couloire	2,9	11,70	1,35	15,79	44,109
cuisine	2,9	4	3,70	14,8	42,92
WC	2,9	1,70	3,70	6,29	18,241
séjour	2,9	6	3,70	22,2	64,38
Totale				105,88	369,75

Tableau III.3: les caractéristiques de chaque zone.

3.5. Les Caractéristique des fenêtres

Le tableau ci-dessous représente les caractéristiques des fenêtres de la maison:

Caractéristiques	Vitre	Couleur	Nombre	Dimension
Fenêtre de base	Simple	Neutre	5	1.2m/1.2m

Tableau III.4 : Caractéristiques de fenêtre de base

3.6. Les Caractéristique des portes

Le tableau ci-dessous représente les caractéristiques des portes de la maison:

Caractéristiques	Nombre	Le cadre	Dimension
Les portes des chambres	6	En bois	2,1m/0,8m
La porte de salon	1	En bois	2,1m/1,1m
La porte de S.D.B	1	En bois	1,95m/0,5m
La porte de WC	1	En bois	1,88m/0,7m
Les portes extérieures	2	En métal	2,10m/1,17m

Chapitre III: Méthode de calcul

Tableau III.5 : Caractéristiques des portes

4. Besoins énergétiques d'une habitation

4.1. Méthode de degré-jours

La méthode de degrés-jours permet de réaliser des estimations des besoins énergétiques nécessaires pour le chauffage et le refroidissement dans un bâtiment. La méthode suppose que les besoins énergétiques d'un bâtiment sont proportionnels à la différence entre la température de base (température de confort thermique) et la température moyenne de l'air extérieure. Les degrés-jours de chauffage (HDD) et les degrés-jours de refroidissement (CDD) sont donnés par les formules suivantes : [75]

$$\text{HDD} = \Sigma (\text{Tb} - \text{Te})^+$$

$$\text{CDD} = \Sigma (\text{Te} - \text{Tb})^+$$

Tb: la température de base

T: la température moyenne journalière de l'air extérieur.

Le signe plus (+) au-dessus des parenthèses indique que seulement des valeurs positives doivent être comptées. Les températures de base choisies du point de vue du confort thermique, on prend la température de base en saison d'hivernal et estival, 18 °C et 26 °C, respectivement. [75]

4.2. Besoins thermiques annuels de chauffage et de refroidissement

Les besoins énergétiques annuelle pour le chauffage et le refroidissement est donnée par

$$\text{QC} = \text{A} \times \text{HDD} \times \text{U}$$

$$\text{Q r} = \text{A} \times \text{CDD} \times \text{U}$$

QC: les pertes de chaleur annuelle pour le chauffage

Q r: les pertes de chaleur annuelle pour le refroidissement

Chapitre III: Méthode de calcul

A: unité de surface de Mur extérieure

U: le coefficient global de transfert thermique en w/m².k [75]

$$U=1/\left(\frac{1}{h_e} + \sum \frac{e_j}{k_j} + \frac{1}{h_i}\right)$$

h_i et **h_e** sont les coefficients de transfert de chaleur par convection entre l'air et les faces internes et externes de mur, sont respectivement égales à 10 et 20 W/m² K, respectivement,

e_j: l'épaisseur de la couche j,.

k_j: la conductivité thermique de la couche j,. [91]

5. Profil de consommation d'énergie

5.1. Consommation d'énergie pour le chauffage et le refroidissement

Le calcul de la consommation d'énergie pour le chauffage et le refroidissement s'effectue comme suit:

$$E_c = \frac{HDD \times U}{\eta_s} \times A$$

$$E_r = \frac{CDD \times U}{cop} \times A$$

HDH: Et les Degré- jours de chauffage (°C heure)

CDH: Les Degré-jours de climatisation (°C heure)

A: la surface utile (m²).

η_s L'efficacité du système de chauffage, prise égale à 0.93

COP Coefficient de performance d'un système de réfrigération

5.2. Besoins énergétiques pour l'eau chaude sanitaire

L'eau chaude sanitaire (ECS) représente environ 8% de la consommation totale d'énergie primaire par logement. Il est utilisé dans une maison pour une variété d'usages différents telles

Chapitre III: Méthode de calcul

que, de lavage, de blanchissage, etc. Les besoins en eau chaude sanitaire sont fonction du nombre d'occupants, de leurs âges respectifs, de leurs professions, de leur mode de vie, du jour de la semaine (ouvrable, week-end ou férié), de la saison, et de bien d'autres circonstances encore. La consommation d'énergie quotidienne d'eau chaude sanitaire (ECS) en (kWh/jour) peut être calculée comme suit:

$$ECS = \frac{Cp \rho v (Tout - Tin)}{3600}$$

cp: La chaleur spécifique de l'eau (4.187 kJ/kg K),

ρ: La masse volumique de l'eau (1000 kg/m³),

V: le volume quotidien d'eau chaude consommé pour chaque personne (m³ /jour),

Tout: La température de sortie de l'eau (45°C)

Tin: La température de l'eau froide (20 °C). [73]

5.3. Eclairage et équipements électroménagers

La consommation des appareils électroménagers et l'éclairage, sont calculés en fonction de leur puissance et de leur durée de fonctionnement par heure:[92]

$$E_{app} = nn * (p*t)$$

P: la puissance de chaque appareil,

n: le nombre des équipements

t: la durée d'utilisation en minutes/heure.

La durée d'utilisation pendant la journée pour chaque habitation a été recensée par le biais d'un questionnaire distribué pour un ensemble d'habitants. Quelques valeurs de puissance d'appareils sont mentionnées dans le tableau ci-dessous [92]

Le tableau ci-dessous représente l'ensemble des appareils électriques les détails techniques de chaque appareil. Number, puissance, Temps de travail La consommation totale.

Chapitre III: Méthode de calcul

les appareils	Nombre d'appareil	Puissance d'appareil (W)	Temps de travail	Energie Consommée ($E_{app} = n * (P * t)$)
Lampe (LED)	12	18W	6 heures	1296 Wh
Réfrigérateur	1	300W	24/24 heure	7200 Wh
TV Plasma	1	150W	5heurs	750 Wh
Machine à laver	1	4500W	1heurs	4500 Wh
Machine à coudre électrique	1	180W	5heurs	900 Wh
Totale				14646 Wh

Tableau III.5: Le nombre, la puissance et Durée de fonctionnement des charges

L'analyse des résultats montre que le Réfrigérateur et Machine à laver et l'éclairage consomme une grande proportion de la consommation électrique totale de l'appartement.

5.4. La consommation totale d'un habitat

Avant d'effectuer le calcul de dimensionnement, il est indispensable d'établir le bilan énergétique, des appareils électroménagers. La consommation d'un habitat est calculée comme suite (E_{con}):[92]

$$E_{con} = E_r + E_c + E_{ECS} + E_{app}$$

5.5. Résultats des mesures des consommations énergétiques selon les factures (Par trimestre)

Les résultats, concernant la consommation énergétique d'Electricité selon les factures SONELGAZ durant 4 trimestres, sont présentés dans le tableau suivant :

Le prix unitaire fixé par SONELGAZ pour l'électricité est :

La consommation inférieure à 125 KWh est payée 1,7787 DA à l'unité.

Chapitre III: Méthode de calcul

La consommation supérieure à 125 KWh est payée 4,1789 DA à l'unité.

Trimestre	Consommation (KWh)	Coût de la consommation(DA)
1er Trimestre	199	531
2eme Trimestre	109	402
3eme Trimestre	314	1052
4eme Trimestre	267	1131
Année	889	3116

Tableau III.6: la consommation électrique et le prix pendant une année selon les factures SONELGAZ durant 4 trimestres,

D'après avoir les factures existants de la maison de référence pour chaque trimestre, nous pouvons remarquer que les valeurs de la consommation d'électricité sont proche durant la année, la consommation maximum (d'environ 314 kWh). Et la consommation la plus faible (d'environ 109 kWh). Donc cette maison a une faible consommation d'électricité car elle ne contient pas aucun moyen de refroidissement

6. Conclusion

Des travaux ont été faits sur la consommation énergétique du bâtiment et différentes méthodes et outils sont utilisés afin de réduire la dépense énergétique et les émissions des gaz à effet de serre.

Nous avons choisi la méthode des degrés jours qui est une des méthodes les plus utilisées pour l'analyse des besoins énergétiques en chauffage et rafraichissement des bâtiments..

Chapitre IV :
Simulation, résultats
et discussion

1. Introduction

La simulation thermique est une étape importante pour réussir des bâtiments économes et confortables, aussi bien dans la construction que dans la rénovation. Elle permet de déterminer les solutions techniques optimisant les conditions de confort thermique et les performances énergétiques dans les bâtiments.

L'objectif de ce chapitre est d'étudier des solutions techniques pour améliorer la performance énergétique une maison dans une zone située dans la Wilaya d'Ain t'émouchent à l'aide du programme TRNSYS.

2. Objectif de l'étude

Les objectifs de notre étude consistent en :

- Le but de cette simulation est de tester l'impact des solutions proposées avant de les appliquer sur le terrain
- L'impact des stratégies passives sur la consommation énergétique et sur le confort intérieur dans le bâtiment.

3. Méthodologie du travail

Cette étude, passe par la réalisation de deux simulations thermiques dynamiques :

Une simulation de cas de base, qui repose sur un modèle de base et qui servira de référence.

Une simulation qui repose sur un modèle du projet exploitant les mesures passives, qui impliquent des modifications sur la structure du cas de base, et on fait la comparaison avec le cas de base.

La simulation se fera grâce au logiciel TRNSYS version 16, et son interface TRNBuild (Type 56).

4. Le logiciel TRNSYS:

TRNSYS (prononcé « transis ») est un logiciel de simulation destiné principalement aux domaines des énergies renouvelables et du bâtiment. Il est un environnement logiciel graphique extrêmement flexible utilisé pour simuler le comportement des systèmes transitoires. Alors que la grande majorité des simulations se concentrent sur l'évaluation des performances des systèmes d'énergie thermique et électrique, TRNSYS peut également être

Chapitre IV :Simulation, résultats et discussion

utilisé pour modéliser d'autres systèmes dynamiques tels que les flux de trafic ou les processus biologiques. [93]

5. Les outils de l'environnement TRNSYS :

5.1. METENORM:

Le logiciel METENORM permet de disposer pour TRNSYS, des données climatiques fiables chaque heure et durant une année. Si on ne dispose pas d'une station météorologique, METENORM peut calculer par interpolation entre différentes station les conditions climatique d'un lieu.[94]

5.1.1. Donnée de notre site étudié :

Nom de site = sidi ben Adda Ain T'émouchent

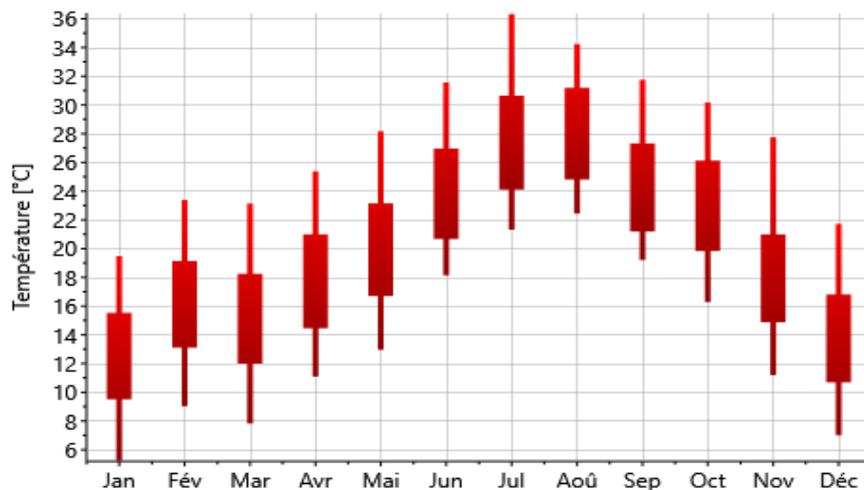
Latitude [°]=35, 3053

Longitude [°] =-1, 3

Altitude [m]= 83m

5.1.2. Les données climatiques de la zone :

Les données climatiques de la région d'Ain t'émouchent sont déterminées par le logiciel METENORM 7du fichier TMY2



Chapitre IV :Simulation, résultats et discussion

Figure IV.1: Représentation de la variation de la température mensuelle pour Une année mensuelle de Ain t'émouchent

La figure montre l'évolution de la température journalière maximale et minimale sur le site du projet. Nous remarquons que la température maximale est de 36 °C pour les périodes de Juillet et Août, tandis, que la température minimale dépasse 22 °C durant ces périodes.

Les températures maximales en hiver sont de l'ordre de 15 °C en moyenne pour les mois de Décembre et de Janvier, les températures minimales sont très faibles et atteignent 5°C dans les mois de Décembre et de Janvier.

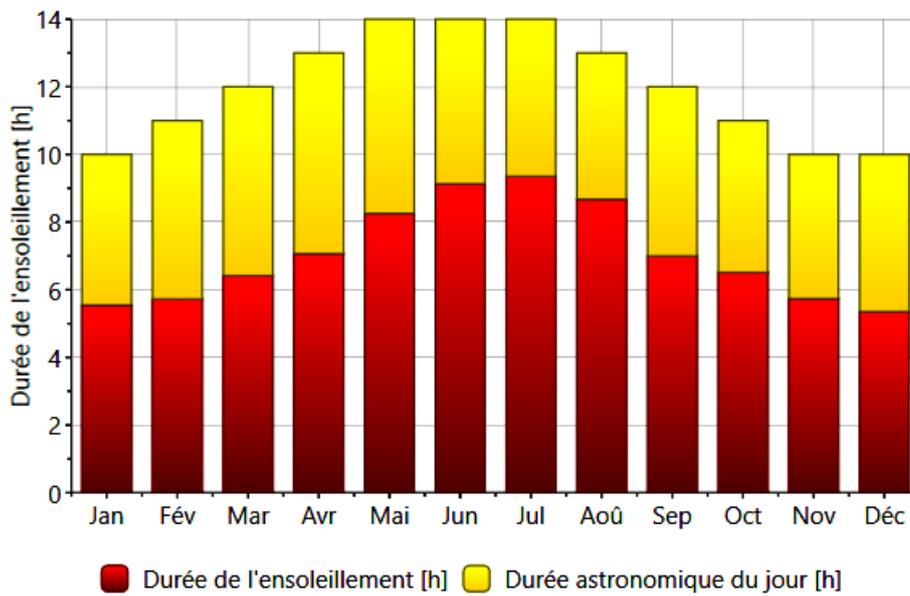


Figure IV.2: Représentation de durée d'insolation (ensoleillement et astronomique du jour) à Ain T'émouchent.

La figure représente la durée d'ensoleillement, on remarque qu'entre 8h à 14h et les mois de Mai, Juin et Juillet sont nettement plus grandes que les autres mois.

Chapitre IV :Simulation, résultats et discussion

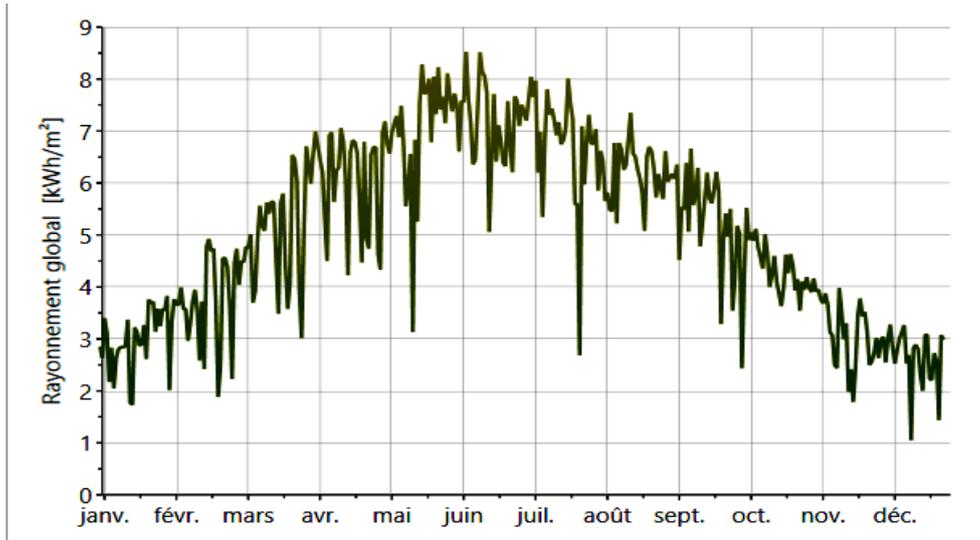


Figure IV.3: Représentation de rayonnement global journalier à Ain T'émouchent

La figure représente le rayonnement global journalier à Ain T'émouchent, on remarque qu'il est entre 3KWh/m² et 8.6KWh/m² et les jours du mois d'Avril jusqu'à Août sont les jours nettement plus grands rayonnement global.

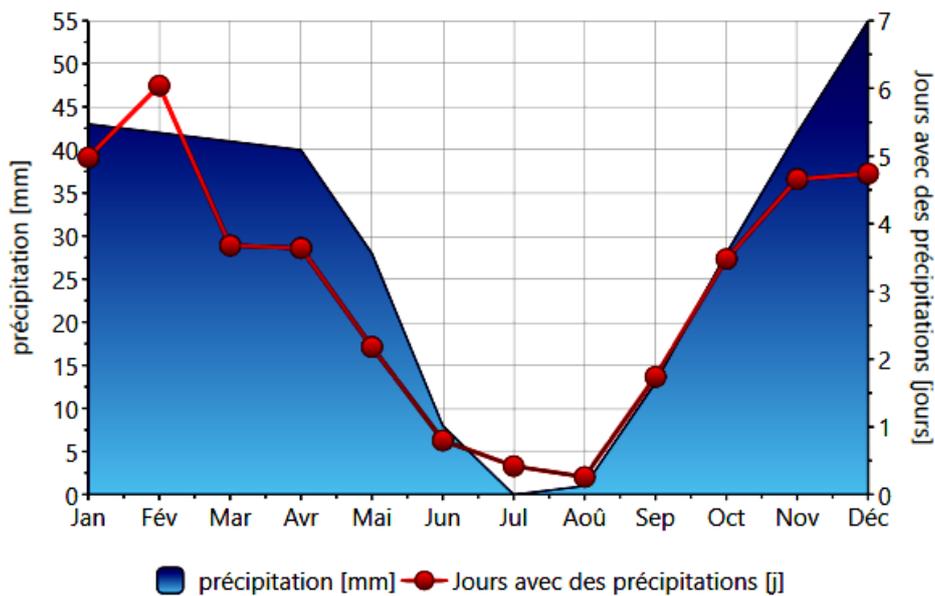


Figure IV.4: Représentation de la variation de la précipitations

Les précipitations sont présentées par la figure. Les mois de Janvier et février présentent les valeurs de précipitations les plus élevées pendant l'année, respectivement de 40 et 48 mm.

Chapitre IV :Simulation, résultats et discussion

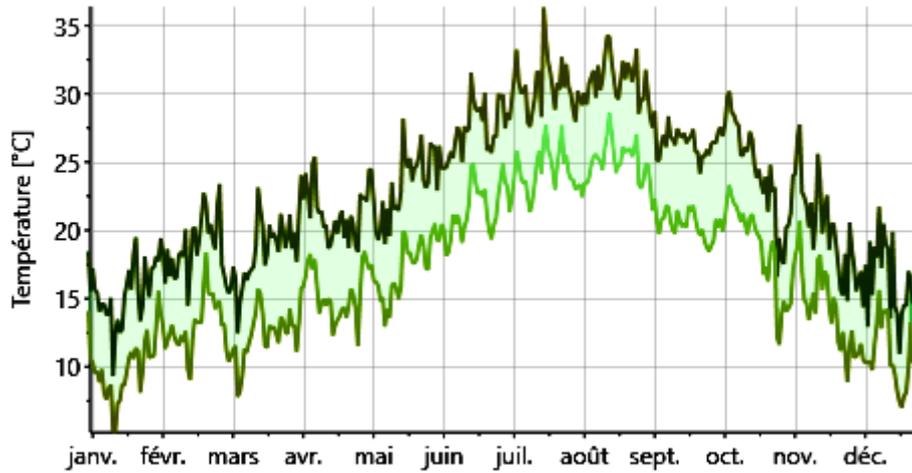


Figure IV.5: Diagramme de température journalière (°C) a Ain t'émouchent.

La figure représente la température journalière (max et min), on remarque dans les jours d'été que la température minimale est entre 20°C et 28°C, par contre la température maximale est entre 25°C et 35°C, mais les autre mois la température minimale est ente 5°C et 20°C et la température maximale est entre 15°C et 25°C.

	Gh kWh/m ²	Dh kWh/m ²	Bn kWh/m ²	Ta °C	Td °C	FF m/s	
Janvier	92	29	151	12,3	8,4	3,6	
Février	104	36	136	13,3	9	3,6	
Mars	154	55	171	14,5	10,2	3,6	
Avril	183	68	178	16,6	11,7	4,6	
Mai	215	77	199	19,7	14,7	4,6	
Juin	216	88	180	23,1	18,1	4,6	
Juillet	214	86	179	26	20,5	4,6	
Août	193	84	158	26,9	21,6	4,6	
Septembre	167	57	179	24,6	20,2	4,1	
Octobre	136	43	174	20,5	16,2	3,6	
Novembre	98	30	151	15,9	11,9	3,6	
Décembre	83	25	141	12,9	9,1	3,6	
Année	1853	677	1998	18,9	14,3	4,1	

Figure IV.6: moyennes mensuelles du rayonnement, température et vitesse du Vent d'Ain t'émouchent

Nous remarquons que le rayonnement globale horizontal reçu est de 1853 KWh/m² sur une année, il attient le maximum au mois de juin avec 216KWh/m² reçue alors que le minimum

Chapitre IV :Simulation, résultats et discussion

ce situé au mois de décembre avec $83\text{KWh}/\text{m}^2$ reçue. La température moyenne mensuelle est de $18,1\text{ }^\circ\text{C}$ sur une année, les moins de janvier est les plus froid avec une température $12,3\text{ }^\circ\text{C}$ alors que le moins d'Aout est le plus chaud avec $26,9^\circ\text{C}$ de moyenne.

GH : irradiation solaire globale sur un plan horizontale

Bn : irradiation solaire directe normale

Dh :irradiation solaire Diffuseur un plan horizontale

Ta : température de l'air

Rh : humidité relative

Td : pointe de rosée

FF : vitesse de l'air

5.1.3. Discussion sur les données climatiques

Les résultats du logiciel METEONORM représentent la variation de la température, durée d'insolation, le rayonnement global et la précipitation dans la zone étudiée pour une année (de janvier jusqu'à décembre), sous conditions climatiques de AIN TEMOUCHENT.

Généralement, on remarque dans les mois de janvier et février (Semestre Hiver) une baisse de la température, il est la saison la plus froide de l'année.

Quant aux mois de mars, avril et mai, (Semestre printemps) on constate une légère augmentation de la température jusqu'à atteindre des valeurs de 12 à 28°C au printemps, le temps devient plus chaud et plus humide.

Aux mois de juin, juillet et août, (Semestre d'été) la température augmente rapidement jusqu'à atteindre une valeur de 35°C , c'est la saison la plus chaude lorsque les températures atteignent leur maximum au cours de l'année.

Jusqu'à ce qu'il diminue aux mois de septembre, octobre et novembre (Semestre d'automne) à une valeur de 26°C , c'est la saison où les températures redescendent se préparent à recevoir le froid, et continue de diminuer continuellement au mois de décembre à une valeur de 6°C

Chapitre IV :Simulation, résultats et discussion

Donc à l'aide des résultats obtenus, on peut dire que la température la plus basse enregistrée durant l'hiver et l'automne. En revanche, la température la plus élevée enregistrée durant l'été et le printemps.

5.2. TRNBUILD

TRNBUILD est un outil permettant d'introduire les caractéristiques d'un bâtiment multizone nécessaire à la simulation thermique de celui-ci .Ses propriétés sont introduites dans « TRNSYS Simulation Studio », Cette interface permet de décrire tous les composants d'un bâtiment multizones utilisant le Type 56. En fait, nous spécifions la composition des murs, leurs orientations respectives, les surfaces vitrées et les types de vitrages utilisés. Il est nécessaire aussi de définir les conditions initiales de la zone étudiée (la température intérieure et l'humidité relative), Les caractéristiques des murs, fenêtres, portes, planchers et plafonds (dimensions, matériaux, orientation, etc.) dans chaque zone ont été obtenues à partir des dessins d'architecture. Le modèle de bâtiments multizones par le logiciel TRNSYS permet à l'utilisateur de construire des types de murs à partir de couches, les propriétés thermo physiques de chaque couche (conductivité thermique, densité, chaleur spécifique, épaisseur, etc.) sont entrées par l'utilisateur ou choisis à partir d'une bibliothèque existante[95].

La représentation de notre projet s'affiche sous forme d'icônes reliés entre eux par des liens, les icônes représentent le bâtiment et les autres facteurs intervenants et qu'on effet sur notre système construit.

Chapitre IV :Simulation, résultats et discussion

5.2.1. Définition des zones :

La première étape est de séparer l'ensemble de la maison en différentes zones couplées les unes avec les autres. La séparation des différents espaces du logement se fait en fonction de l'emplacement, de l'occupation et de l'utilisation.

A partir de l'aménagement de l'appartement, six zones différentes ont été créées, selon le tableau suivant :

Zone	Nom
Zone 01	Chambre 01
Zone 02	Chambre 02
Zone 03	Chambre 03
Zone 04	couloir
Zone 5	cuisine
Zone 6	SDB et WC
Zone 7	séjour
Zone 8	La cour

Tableau IV.1: Les zones thermiques de l'appartement.

5.2.1. Les Caractéristiques thermiques des matériaux

Les caractéristiques thermiques des matériaux utilisés dans le cas de base sont représentées dans le tableau :

Matériau	Paramètre			
	Conductivité thermique (kj / h m k)	Density (kg / m ³)	Capacité (kj / kg/k)	Epaisseur m
Béton	4.86	1900	1	0.1
Brique	0.7452	664	0.741	0.15
Brique	0.7452	664	0.741	0.1
Carrelage	3,6	2000	0,94	0.01
Lame d'aire	0.1692	1	1	0.15
Mortier	4.86	1900	1	0.1
Terre -paille	0.603	580	1.17	0.2

Chapitre IV :Simulation, résultats et discussion

La dalle	4,21	13722	0,1	

Tableau IV.2 : Caractéristiques thermiques des matériaux

5.2.1. Les caractéristiques des menuiseries (vitrages et cadres) ;

Les caractéristiques thermiques des menuiseries (vitrages et cadres) utilisés dans le cas de base sont représentées dans le tableau :

Type du vitrage	Conductivité U vitrage [W/(m ² .k)]	Transmittivité du verre G	Conductivité U fenêtre (cadre en bois) [W/(m ² .k)]
Simple	5.74	0.87	2.27
Double	2.95	0.777	

Tableau IV.3: Propriétés des alternatives de conception de vitrage.

Après enregistrement du projet dans TRNBUILD, on revient sur TRNSYS pour lancer la simulation. Pendant une année l'exportation de données obtenues sous forme de tableaux (format xls pour Excel) puis la réalisation des graphes et l'interprétation de ces résultats.

5.3. Google SketchUp 8

Est un logiciel de modélisation 3D, d'animation et de cartographie orienté vers l'architecture. Ce logiciel se caractérise par interface ouverte à tout utilisateur, des outils simples (rotation, extrusion, déplacement...etc.) [96]. qui en font un logiciel de modélisation 3D très différent des modeleurs 3D classiques voir la figure IV.8

Chapitre IV :Simulation, résultats et discussion

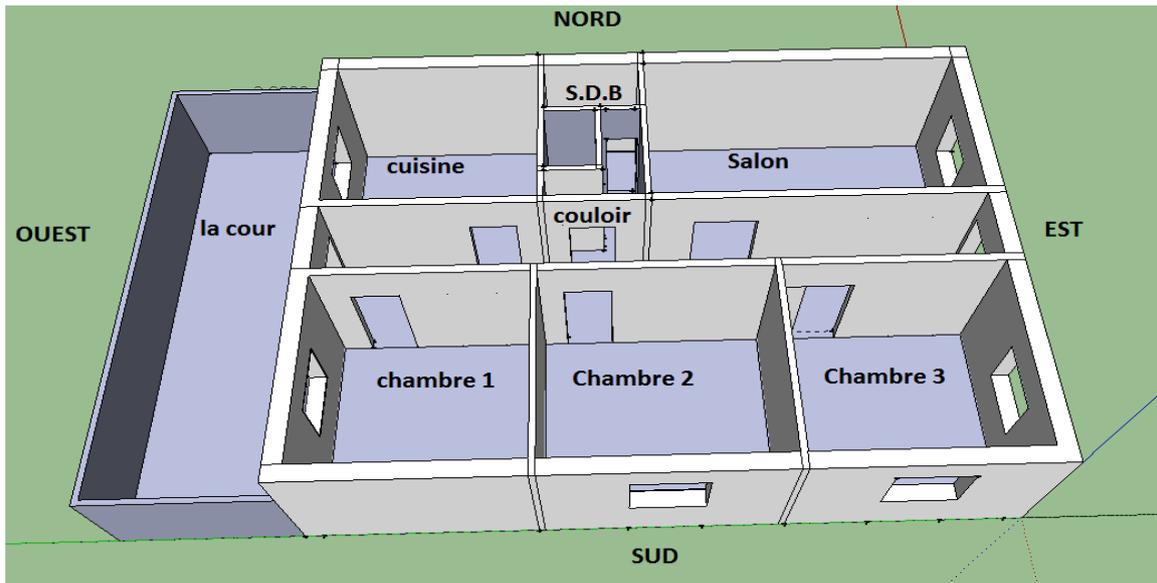


Figure IV.9: la maison en 3D

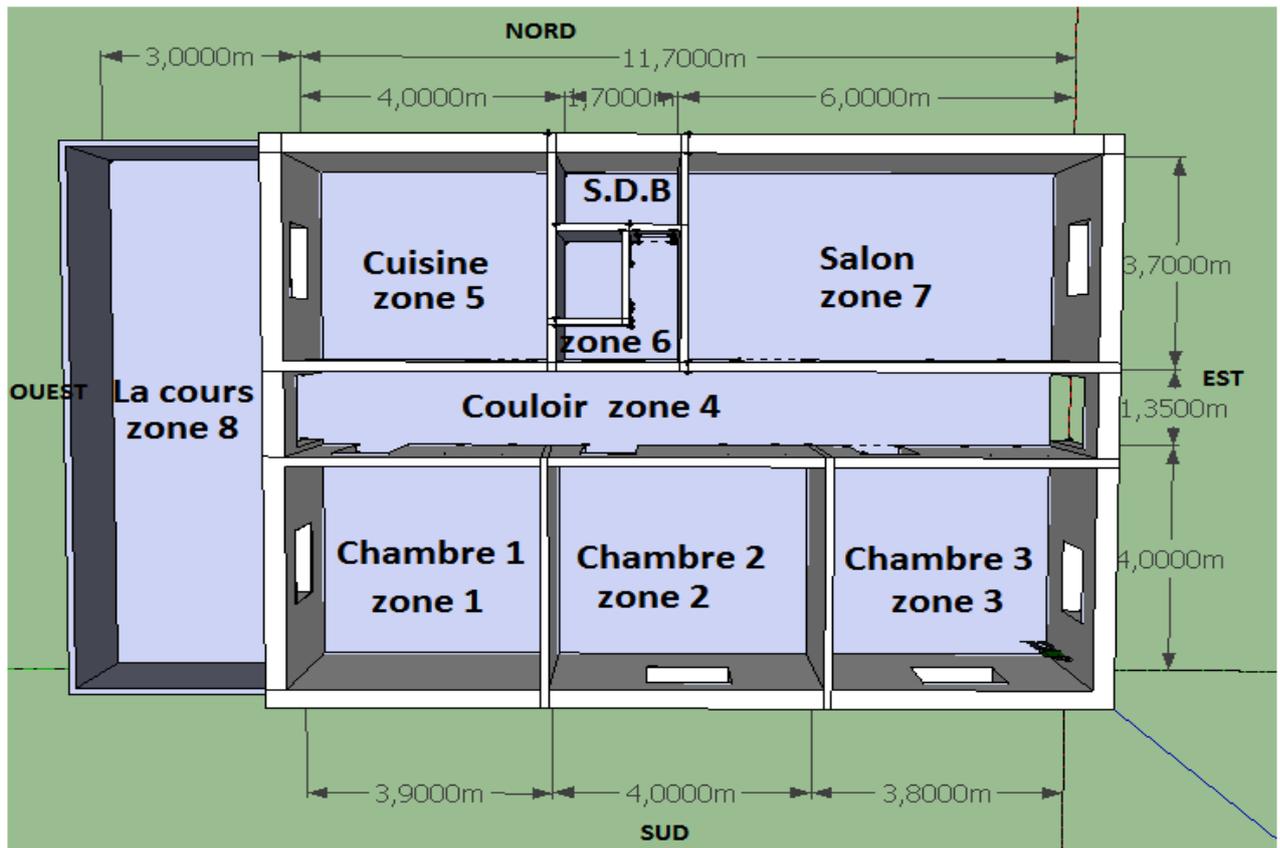


Figure IV.10: zonage de la maison en 3D

6. Les systèmes passifs proposés pour l'amélioration de la performance énergétique du bâtiment

Dans le cadre de l'amélioration thermique du bâtiment, pour la région méditerranéenne, il est nécessaire de la mise en place des principes bioclimatiques pour des solutions passives sur l'enveloppe, vis-à-vis leurs rentabilités financière. Figure IV.9

6.1. Système 1 : Fenêtres performantes

Nous allons remplacer les fenêtres à simple vitrage, sur le bâtiment existant, par des fenêtres performantes en utilisant un double vitrage. C'est un élément essentiel, avec un rôle important aux niveaux énergétique et visuel. Sont présentés dans la Figure II. 27:

6.2. Système 2 : L'isolation par l'extérieur des parois (les murs) par le terre - paille

Plusieurs techniques d'isolations sont existantes sur le marché local aujourd'hui. Les matériaux d'isolation choisis l'étude est une technique d'isolation thermique par l'extérieur, utilisant la paille come illustré dans la Figure II. 27:

6.3. Système 3: Une véranda bioclimatique (La serre)

On propose d'étudier une véranda bioclimatique (La serre) en double vitrage dans l'espace de la cour (en cours de construction) (9,05/3m) come montré dans la Figure II. 27:

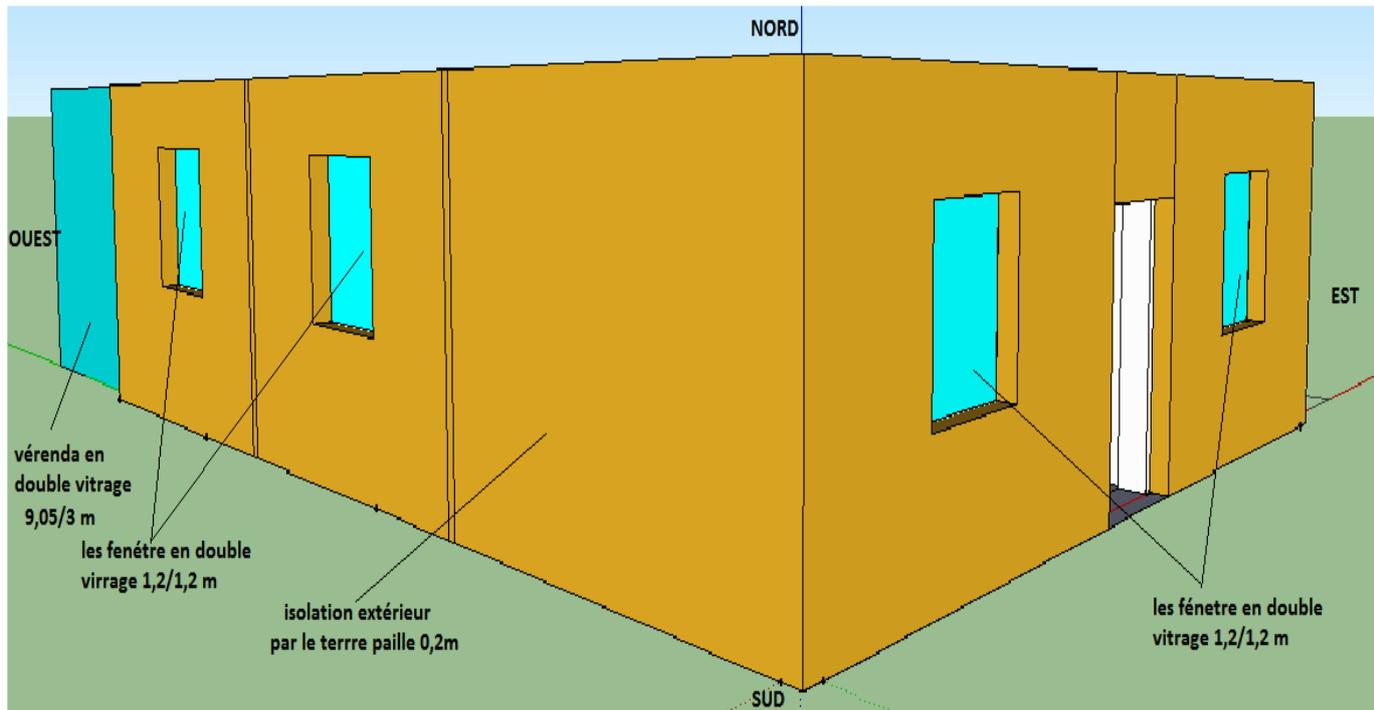


Figure IV.11: la solution proposée sur la maison en 3D

7. Résultats des températures intérieures des zones de cas actuelle et de l'état modifier

Après le paramétrage du logiciel TRNSYS avec les données caractéristiques de cas de base à l'aide du modèle Type56 (TRNBUILD) ainsi que les données météorologiques de la ville de Ain t'émouchent, et la fixation du pas de calcul à une heure pour chaque itération. Enfin, la simulation pour l'obtention de l'évolution de la température intérieure de chaque zone sans d'étudier le comportement thermique des zones de cas de base nous avons comparé les courbes de températures des zones sans utiliser le chauffage et climatisation. La figure ci-dessous montre l'évolution de la température de chaque

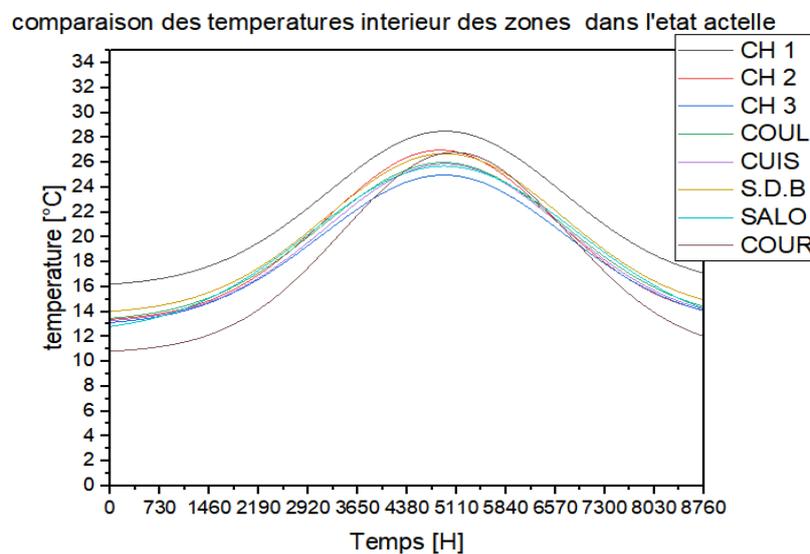


Figure IV.12: variation des températures des zones avant la modification

Le résultat de simulation sous TRNSYS de la maison de référence (sans les appareils de climatisation et chauffage

On remarque la chambre 2 la plus chaude que les autres zones située au sud la plus exposée au soleil du fait de son orientation : et le salon est la plus froide et la cours prendre les températures ambiantes parce qu'il est ouvert

Pour les autres zones, nous pouvons remarquer que les températures sont proches avec un état de confort dans les demi-saisons

La température peut atteindre 35°C come un maximum et diminue jusqu'à 6°C come minimum

Chapitre IV :Simulation, résultats et discussion

En été, la température de confort pour les occupants est de 26 °C (la température de consigne). La mesure de simulation dynamique dans toutes les pièces montre que la température dépasse la valeur de température de confort. Il nous faut donc chercher des solutions passives pour améliorer cette situation d'inconfort.

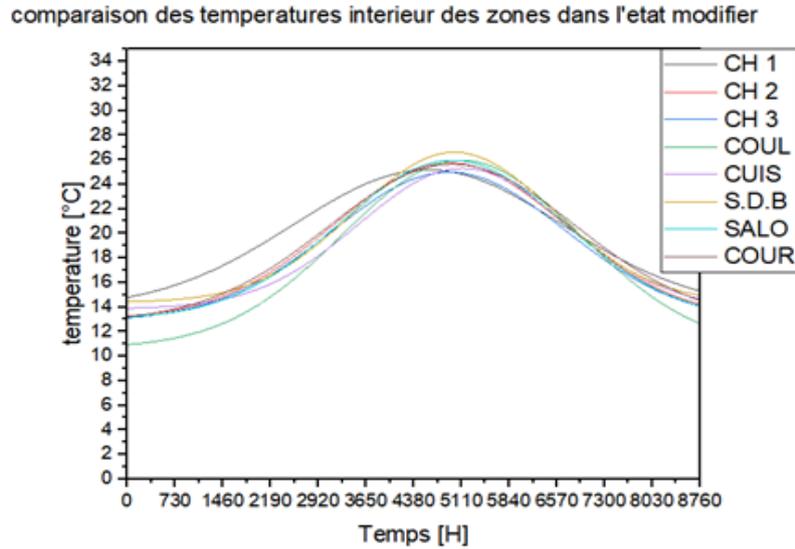


Figure IV.13: variation des températures des zones après la modification

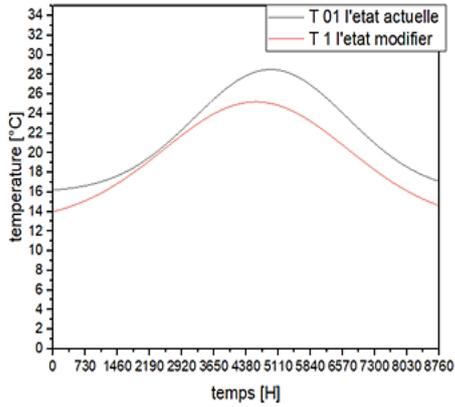
Nous allons présenter les courbes de température intérieure des zones. Les mêmes systèmes sont appliqués pour déterminer l'évolution des températures.

L'observation de ces courbes montre que l'évolution de la température est très proche de celle de la température de référence.

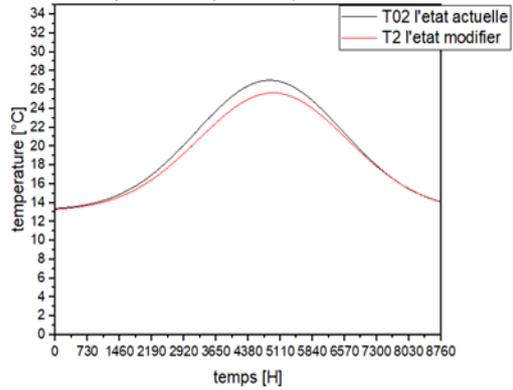
9. La comparaison des Résultats des températures intérieures des zones de cas modifier

Chapitre IV :Simulation, résultats et discussion

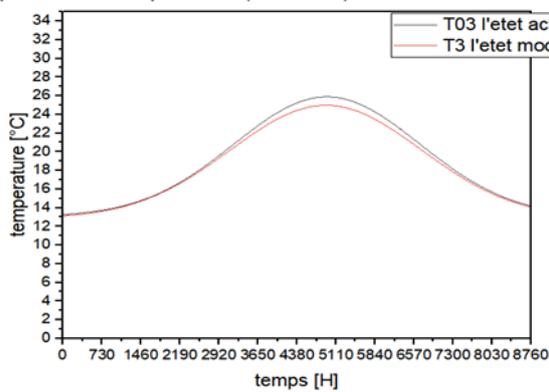
comparaison des temperatures T1 (chambre 1) entre l'etat actuelle et modifier



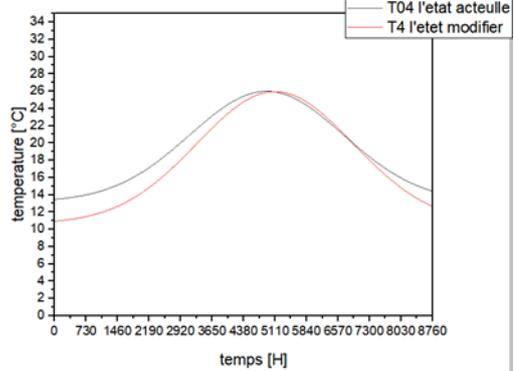
comparaison des temperatures T2 (chambre 2) entre l'etat actuelle et modifier



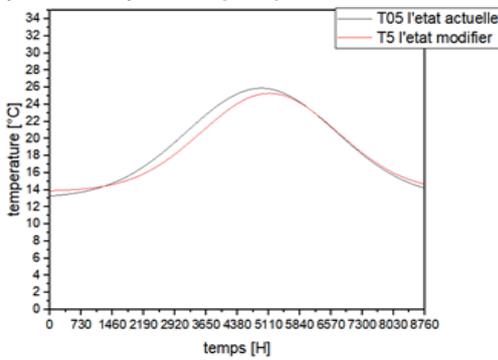
comparaison des temperatures (chambre 3) entre l'etat actuelle et modifier



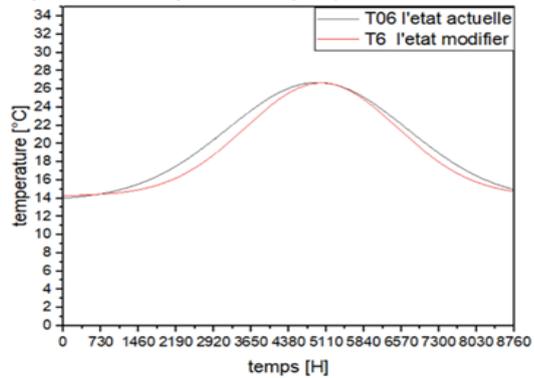
comparaison des temperatures T4 (couloir) entre l'etat actuelle et modifier



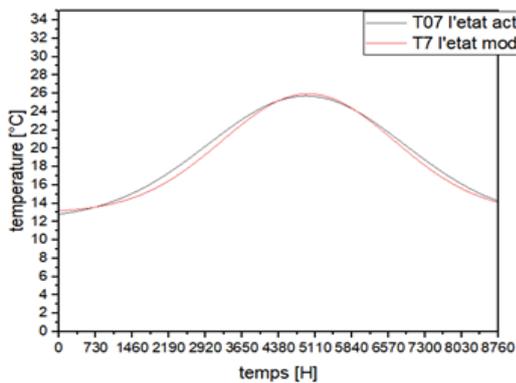
comparaison des temperatures T5 (cuisine) entre l'etat actuelle et modifier



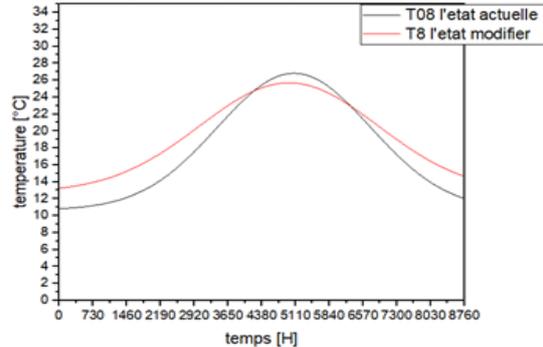
comparaison des temperatures T6 (SDB) entre l'etat actuelle et modifier



comparaison des temperatures T7(salon) entre l'etat actuelle et modifier



comparaison des temperatures T8(la cour) entre l'etat actuelle et modifier



Chapitre IV :Simulation, résultats et discussion

Figure IV.14 : comparaison de température intérieure de chaque zone avant et après la modification

Synthèse

L'observation de ces courbes montre que les résultats de la simulation de température intérieure pour chacun des zones avant et après la modification qu'il y'a une diminution des températures intérieures après la modification selon le système appliqué. les système ayant le plus d'effet positif en été Une diminution de l'ordre de 8 °C par rapport à la température de référence.

Les résultats obtenus ont montré que l'isolation thermique de l'enveloppe et le type de vitrage sont parmi les solutions les plus efficaces qui permettent une réduction notable des besoins énergétiques. Ils constitueront en effet une barrière aux échanges thermiques. L'isolant est disposé à l'extérieur de la paroi et les avantages majeurs sont la réduction des ponts thermiques et les surfaces intérieures restent inchangées.

On remarque qu'il une différence entre la variation de la température intérieure a cause de bonne résistance thermique de parois extérieur et l'isolation extérieur en terre-paille d'avoir une bonne isolation et les fenêtres performantes et la véranda bioclimatique en double vitrages sont les meilleures solutions les appliquer sur le terrain

10. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons simulé la maison de le cas actuelle dans un premier temps. et ensuite nous avons proposé des solution sur la maison dans le deuxième temps. pour améliorer les performances énergétiques de la maison et de réduire la consommation d'énergie. à l'aide par la simulation numérique par TRANSYS.

L'analyse des résultats a permis de distinguer que les solutions peuvent être adoptés pour atteindre une meilleure performance.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Conclusion générale:

Dans ce travail on a présenté en première partie une étude dans le but est d'améliorer l'efficacité énergétique d'une maison , les résultats trouvés ont permis de mettre en lumière l'importance des solution passive telle que l' isolation extérieur par terre paille et les fenêtres en double vitrage et sur le confort thermique alors on peut exploiter ces solution avec succès permet d'avoir un logement qui s'intègre parfaitement à son environnement est tel que l'énergie consommée est bien maitrisée.

Dans tout type de projet, une réflexion bioclimatique permet de modéliser l'environnement afin de simuler le comportement thermique futur d'un logement.

L'enveloppe des bâtiments est un levier majeur pour réduire les besoins énergétiques, diminuer les émissions de CO2 et améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments.

L'installation d'isolant permet d'offrir des économies financières et énergétiques encore permet une meilleure qualité d'usage et plus de solidité pour le bâtiment

Bibliographie

Bibliographie

LES Références :

[1]. Bertrand CHATEAU & Bruno LAPPILONNE ,1977 : La Prévision a Long Terme De La Demande D'énergie propositions méthodologiques éditions du centre national de la recherche scientifique, Paris 1977 p.90.

[2] RGE. s. d. Le bilan énergétique. Les Pros de la performance énergétique.

[3] Houa Messiban, Chaima Sellama, Idhir Boukaraa,(2019) mémoire de master La rénovation énergétique dans l'habitat collectif en Algérie: vers une stratégie d'efficacité Université Mohamed Seddik benyahia – Jijel,

[6] Kharchi. R., (2013). « L'efficacité énergétique dans le bâtiment ». CDR, Alger,.

[5] Nadine, A. (2001). Thèse de doctorat. Proposition d'une procédure de certification énergétique des logements et application au contexte libanais. Lyon:

[8] Boucherit S (2019) mémoire de master L'effet de l'architecture passive sur l'optimisation de la consommation Université Mohamed Khider de Biskra

[9] Brigitte Vu, la maison à énergie zéro, Edition Eyrolles, deuxième tirage 2007 p 01.

[10] <http://capital-performance-energie.fr/>

[9] Touil Abdessalam Meraghache Souad(2017) mémoire de master Au sujet de l'efficacité énergétique –vers des bâtiments moins énergivores de université Abou Bekr Kaid de Tlemcen

[10] Yves. Robillard ,2011 Guide vers un bâtiment durable : les équipements et solutions d'efficacité énergétique.

[11] E. Gallay, "5 Leviers de l'efficacité énergétique pour le bâtiment,"

[12] Sofiane Rahmouni(2020) Thèse de doctorat Evaluation et Amélioration Energétiques de Bâtiments dans le cadre du Programme National d'Efficacité Energétique université de Université Mostapha Ben Boulaid- Batna 2

[13] Our Common Future; Brundtland report, the World Commission on Environment and Development (WCED), 1987

Bibliographie

- [14] Diab, Y., Dupont, G., Achard G., Buhé C., Aide à la décision dans le management de la qualité environnementale des bâtiments, Second International Conference on Decision Making in Urban and Civil Engineering. Lyon (France), 2000
- [15] www.ecoloinfo.com
- [16] Chêne F. et Legrand C., (2011) Développement durable et haute qualité environnementale, Voiron : Territorial éd., impr..
- [17] Yves, L., Elsa, F., Philippe, M et al, L'énergie dans le développement de la nouvelle – Calédonie 2010
- [18] Agence -France-Electricité, (2015). « La consommation d'énergie ». Paris. France.
- [19] Lekhal Mohammed Cherif, (2018). Thèse de Doctorat "Modélisation du comportement thermique d'un bâtiment équipé de système combiné, capteur solaire et puits canadien, Université de Sidi Bel Abbés,.
- [20] Boucherite Samiha (2019) mémoire de master L'effet de l'architecture passive sur l'optimisation de la consommation Université Mohamed Khider de Biskra
- [21] APRUE, "Le Ministre de l'Energie procède à l'ouverture d'un séminaire sur l'efficacité énergétique dans le secteur de l'industrie,"
- [22]. Nicolas Morel and Edgard Gnansounou, "Énergétique du bâtiment," Ecole
- [23] [https://www.oze-energies.com/pourquoi-realiser-un-audit-energetique/performance-energetique-des-batiments/..](https://www.oze-energies.com/pourquoi-realiser-un-audit-energetique/performance-energetique-des-batiments/)
- [24] [https://www.energir.com/fr/affaires/espace-client/reduire-votre-consommation/trucs-et-conseils/.](https://www.energir.com/fr/affaires/espace-client/reduire-votre-consommation/trucs-et-conseils/)
- [25] [https://www.iko.com/comm/fr/blog/quest-ce-que-lenveloppe-du-batiment/.](https://www.iko.com/comm/fr/blog/quest-ce-que-lenveloppe-du-batiment/)
- [26] <https://www.mamunicipaliteefficace.ca>
- [27] Kadri Asma Zaim Mounia, (2019), mémoire de Master, Bilan thermique de construction: étude d'un cas et présentation de solutions, Université Abou BekrBelkaid Tlemcen,
- [28] <https://www.systemed.fr/>

Bibliographie

- [29] Ferradji, Kenza(2017) mémoire de master, Université "Evaluation des performances énergétique et du confort thermique dans l'habitat:, Université Mohamed Khider – Biskra,
- [30] Soudani Widad, Khirouni Aicha,(2015). mémoire de Master "Une étude bibliographique sur optimisation thermique cas : un bâtiment réhabiliter R+2,", Université de Guelma,.
- [31] <https://www.isolation-info.fr>
- [32] SELLAMA Chaima, Houa MESSIBAH Houa, Idhir BOULKARAA (2019) mémoire de Master La Rénovation énergétique dans l'habitat collectif en Algérie: vers une stratégie d'efficacité,», Université Mohamed Seddik Benyahia .Jijel,
- [33] <http://isolation.maison-materiaux.com>.
- [34] Gallauziaux T et Fedullo D., « Le grand livre de l'isolation ». Ed Groupe Eyrolles. Paris. 683 p. (2010).
- [35] <https://www.samse.fr/isolation-combles-amenageables/isolation-polystyrene-expanse>
- [36] <http://www.econologie-maison.fr/>.
- [37] <https://www.leguidedelamaison.com/338-les-isolants-d-origine-animale.htm.pdf>.
- [38] <https://www.tanguy.fr/>.
- [39] Source : <http://www.guehenno-online.fr/>.
- [40]<https://isolationcombles.fr/isolation-des-combles/isolation-paille-est-ce-interessant/>
- [41]<https://www.batiweb.com/actualites/nouveaux-produits-du-btp/isolation-le-panneau-de-paille-compressee-fait-son-retour-17477>
- [42] <https://www.stramit.be>
- [43] https://www.enerpatsudoe.fr/wp-content/uploads/2019/02/23_pdfsam_fiche-vf-finalisce-1.pdf
- [44]<https://www.espritchabane.com/bricolage/enduits/mise-en-oeuvre-et-recettes-les-enduits-terre/>
- [45]<https://www.toutsurlisolation.com/>.
- [46] Gallauziaux, T. et Fedullo, d. L'isolation par l'extérieur. France : Eyrolles, 2010, p. 41.

Bibliographie

[47] <http://www.lamy-expertise.fr/>.

[48] <https://www.climamaison.com/lexique/ventilation.htm>

[49] Rahmeh, Mireille. (2014) Thèse de Doctorat. Etude expérimentale et numérique des performances de la ventilation mécanique par insufflation: qualité de l'air intérieur dans les bâtiments résidentiels, Université de la Rochelle

[50] <https://www.construction21.org/france/articles/h/ventilation-naturelle-ventilation-mecanique.html>

[51]Nadji Mohamed Amine (2015) mémoire de master réalisation un éco- cartier université 'Oran

[52]Djeroufi Mohammed El Amin(2014), mémoire de master management de l'efficacité énergétique dans le bâtiment université Abou ,bekr Belkaid,Tlemcen

[53] <https://www.batitherm.ch/confort-thermique.html>

[54]Merad,A, Doudi M (2013) mémoire de master Comportement Thermique d'une Bâtisse Calcul d'Optimisation Energétique à l'Aide de TRNSYS Université AbouBekr BELKAID Tlemcen

[55]Idem Alain liébard et André De Herde ,2005 ,p 63a.

[56] <http://charpenterie.fr>

[57] GIVONI .B, L'homme, L'architecture Et Le Climat, Edition: le Moniteur Paris, 1978.

[58] J.L. IZARD, Architectures D'été, construire pour le confort d'été-EDISUD, Paris ,1993.

[59] www.maisons-bebium.com

[60]C.A.U.E (Conseil en architecture Urbanisme et Environnement), (l'Architecture bioclimatique),in revue d'architecture d'urbanisme et d'environnement de l'Ariege, France, 2005.

[61]V.OLGYAY, Design with climate : Bioclimatic approach to architectural regionalism) Princeton : University Press,N.J, USA, 1963,

Bibliographie

[62] <https://carapacehabitat.fr/category/conception/>

[63] F HAUGLUSTAINE .Simon, JM. BALTUS.C. et Liesse, la fenêtre et la gestion d'énergie_ Guide pratique pour les architectes. UCL _ULG. Ministère de la Région Wallonne _ DGTRE), 2002, p48.

[64] Torki A, Aoun Allah Meriem (2015) mémoire de master université Conception d'un projet architectural à usage d'habitat vers une haute performance énergétique L'arbi ben mhidi d'oum el bouagui

[65] KOURAD Gatz et GERHARD Achteberg, (la couleur et l'architecture), Editions Eyrolles-Paris, 1967

[66] www.energie.arch.ucl.ac.be.

[67] Hegger, M. Tomas, S. Fuchs, M. et Zeumer, M. « Construction et énergie », Editions Presses polytechniques et universitaires Romandes, Lausanne. 2011

[68] Mazari, M. (2012) mémoire de master Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public, cas du département d'architecture de Tamda (Tizi-Ouzou) université Université Tizi-Ouzou

[69] Courgey, S. et Oliva, J-P. « La conception bioclimatique des maisons confortables et économes », Edition Terre vivante, Paris. 2006 - 2007.

[70] LIEBARD, A ET DE HERDE, A. (2005). Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. Ed Le moniteur, Paris.

[71], Belmaaziz, M. « Le confort thermique et stratégie thermiques des êtres humains », 2011-2012.

[72] <https://www.livios.be/fr/info-construction/gros-oeuvre/portes-et-fenetres/vitrage/dusimple-au-triple-vitrage/> ,

[73] <http://dpa-distribution.fr/>

[74] www.msrmiroiterie.com%2Fdouble-vitrage-sur-mesure

[75] AATTACHE, Amel, 2017- 2018. Nouveau matériaux le verre dans le bâtiment. Université des

Bibliographie

Sciences et de la Technologie d'Oran MOHAMED BOUDIAF U.S.T.O

[76]RUELLE F., La standard « maison passive » en Belgique : potentialités et obstacles, Mémoire, Université Libre de Bruxelles. 2008,

[77] www.lesmaisonsmodulaires.com.

[78]<http://www.caue60.com/vous-construisez/energies-renouvelables/produire-de-lelectricite/les-systemes-solaires-photovoltaïques/>

[79] Missoum Mohammed (2011) mémoire de magister Contribution de l'énergie photovoltaïque dans la performance énergétique de l'habitat à haute qualité énergétique en Algérie université Hassiba benbouali Chelef

[80] ABB. avril 2010. Document d'application technique n°10 Installations photovoltaïques».

[81] <http://solterre.net/index.php>

[82] <https://vondalandu.solar/systeme-dinstallation/>

[83] Joder. C al .2004. Comment peut-on produire son électricité avec le soleil, PERSUUS guide d'installation photovoltaïque raccorde au réseau électrique destine aux usagers

[84]Hankins. Mark. 2010, installations solaires photovoltaïques autonomes, conception et installation d'unités non raccordées au réseau

[85]Benhamla Y Rajai A(2018) mémoire de master Habitat durable à haute performance énergétique université L'arbi ben mhidi d'oum el bouagui

[86]AKERM Mustapha mémoire de master Etude et modélisation d'un capteur solaire université Abou Bekr Belkaid

[87] <https://www.voenergies.ch>

[88] KERARMA Walid 2017, Mémoire de master valorisation du patrimoine de 19ème et 20ème siècle de la ville d'Ain T'émouchent projet reconversion d'une mairie à un musée, Université Abou Bekr belkaid Tlemcen,

[89] <https://planificateur.acontresens.net>

Bibliographie

[90] <https://fr.weatherspark.com>

[91] Ghedamsi Rebha (2018) mémoire de master, Développement d'une méthodologie de conception de bâtiments à énergie positive en Algérie. Université Ouargla...

[92] Hadjadj AbdEssamia, Khenfer Oussama (2019) mémoire de master Etat de l'art des bâtiments à énergie positive avec des réflexions sur le contexte Algérien Université KASDI Merbah d'Ouargla

[93] <https://www.trnsys.com>

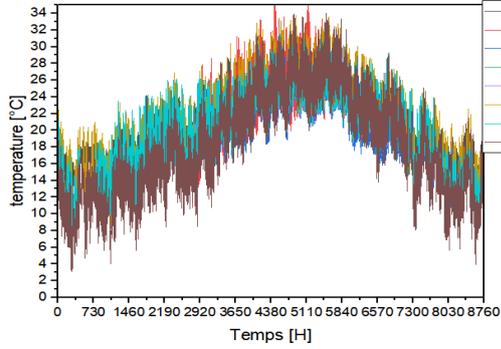
[94] Benmehdi Rachide (2013) mémoire de master Conception et régulation des systèmes fermés de distribution et de circulation de chauffage/climatisation, Université Aboubekr Belkaide Tlemcen

[95].Mamer Guechhati, Ahmed Mezrhab et Abd. Mezrhab, (2010) mémoire de master Simulation de l'effet de l'isolation thermique des bâtiments Cas du centre psychopédagogique SAFAA à Oujda," Université Mohammed 1er, 60000 Oujda, Maroc,

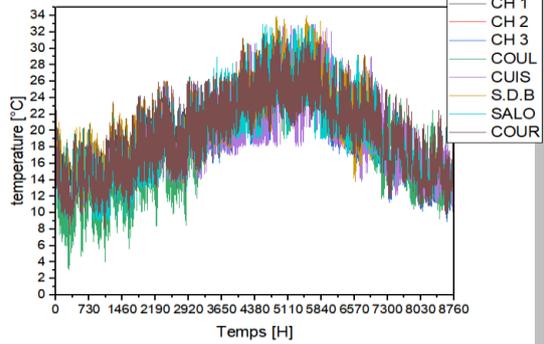
[96].http://www.ehow.com/info_8406998_googleketchup.html.

Annexe

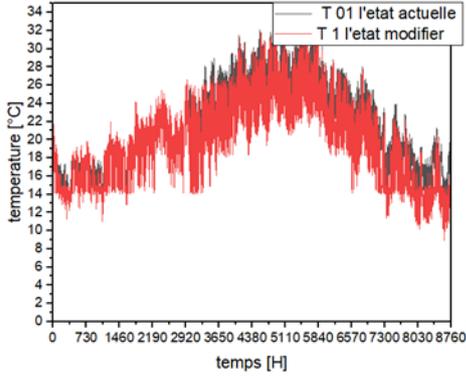
comparaison des temperatures interieur des zones dans l'etat actelle



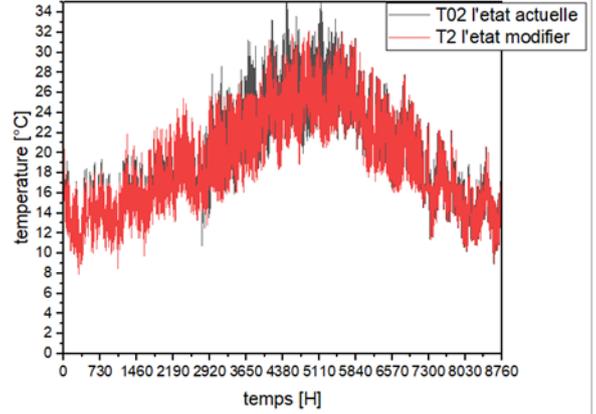
comparaison des temperatures interieur des zones dans l'etat modifier



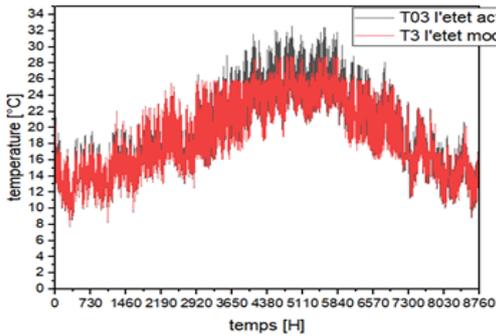
comparaison des temperatures T1 (chambre 1) entre l'etat actuelle et modifier



comparaison des temperatures T2 (chambre 2) entre l'etat actuelle et modifier



comparaison des temperatures (chambre 3) entre l'etat actuelle et modifier



comparaison des temperatures T4 (couloir) entre l'etat actuelle et modifier

