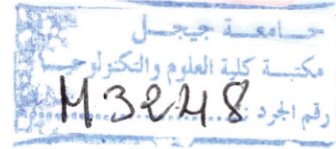


Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed Seddik Benyahia-Jijel
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Architecture



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de :

Master Académique

Filière :

ARCHITECTURE

Spécialité :

ARCHITECTURE ET TECHNOLOGIE

Présenté par :

Manel BENCHEMAM

Ibtissam BENHAMADA

Sara ROUIDI



THEME:

**L'impact des procédés constructifs durables sur la
qualité énergétique des bâtiments**

Date de soutenance : 13/07/2016

Composition du Jury :

- Mme. Hayatte HADEF : Maitre -assistante, département d'architecture, Université M.S.B Jijel , Présidente du jury.
- Mr. Said GRIMES: Maitre - assistant, département d'architecture, Université M.S.B Jijel, directeur de mémoire.
- Mr . Mohammed chérif LEHTIHET: Maitre –assistant, département d'architecture, Université M.S.B Jijel, Membre du jury.
- Mr Wahid HALOUFI: Maitre – assistant, département d'architecture, Université M.S.B Jijel, Membre du jury.

Année universitaire : 2015-2016

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

*A mon Dieu le Tout Puissant de m'avoir donné le courage, la santé, et
m'a accordé son soutien durant les périodes les plus difficiles;*

*A ma mère, qui m'a comblé de son soutien et m'a voué un amour
inconditionnel. Tu es pour moi un exemple de courage et de sacrifice
continu.*

*A mon père, pour leur soutien dans mes choix et leur attention sans
faillite,*

*A mon chère frère: **Ahmed**;*

*A mes belles sœurs: **Randa, Bochra, Yousra, Manar et Sara**;*

*A mes cousines: **Besma, Chérine, Samiha et Samira**;*

*A toute la famille **Benhamada et Boubellout**;*

*A mes très chères copines: **Aicha, Faiza, Sara, Zineb et Karima** ;*

*A mes binôme : **Manel et Sara**;*

*Et à toutes les autres personnes que j'aime et que ma mémoire omet de
citer...*

IBTISSAM

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A mon Dieu le Tout Puissant de m'avoir donné le courage, la santé, et m'a accordé son soutien durant les périodes les plus difficiles.

Au cœur ouvert et avec une immense joie, je dédie ce travail A mes parents, jamais je ne saurais m'exprimer quant aux sacrifices et aux dévouements que vous consacrez à mon éducation et mes études

Celle qui m'a transmis la vie, l'amour et le courage, qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation ; A toi chère maman « SOUAD » toutes mes joies, mon amour et ma reconnaissances.

Mon cher papa, « ABD ALAZIZ », qui a été toujours près de moi pour m'écouter et me soutenir. Puisse ce modeste travail exprimer le respect et l'amour que je vous porte.

A mes bijoux précieux ; MOUNIA, ET ISHAK, que DIEU les protègent. A tous mes oncles et tantes, particulièrement « TATA WIDEDE ».

*A mes cousines: **Amina, Nibel, Nawal, HIBA, NADA, Wisame***

*A toute la famille **BECHEMAM** et **DAIKH**;*

*A mon amie proche **Ammar***

*A Mes trinôme **IBTISSAME, SARA** qui ont participé à compléter ce travail.*

*A mes meilleurs amis, **ASMA, IMENE, ZINEB, DINA, FAIZA, FERIEL, LOUBNA, SOUADA, SOUMIA, KHADIJA**, pour leur temps, leur encouragement, leur assistance et leur soutien.*

A toute personne dont j'ai une place dans mon cœur, que je connais, que j'estime et que j'aime.

MANEL

Dédicace

Tout d'abord je tiens à remercier le dieu puissant

J'ai le grand plaisir de dédie le fruit de mes efforts

A celle qui m'a donné la vie, le soleil qui ne se couche pas, le printemps qui ne finit pas. Il suffit de toucher tes mains pour savoir que tu trembles pour nous réchauffer.

Il suffit de regarder tes yeux pour savoir combien tu donnes sans jamais prendre. A toi seul "MAMAN " je dis : tu seras toujours pour moi une source de tendresse et de courage.

A celui qui m'a donné la vie, la lumière pour un aveugle, la richesse pour une pauvre tu te perds pour tracer nos chemins, tu peux même si tu ne peux pas.

A toi seul **PAPA** je dis: si le rêve te quitte, je serai ton rêve, près souris, j'ai ramené le bonheur.

A celle et celui qui partagent ma vie, vous êtes la joie qui rayonne sur mon cœur et l'esprit qui mène mes pas vers la réussite et le bonheur

A mes chères frères "**SAMIR, ADEL, SALAH EDINNE** "

A mon frère "**SOUFIANE**», ma belle-sœur "**AMINA**" et son fils "**DJOUD YAHIA** "

A ma chère sœur **SAMIRA** et son mari **HICHAM** sans oublier sa poupée **MALAK**

A toutes la famille **ROUIDI** et bien sûr **BOURIDANE** qui m'ont offert sans a moindre hésitation leur soutien amour et dévouement, je dédie le fruit de mes effort A ma grande mère que dieu la garde pour nous.

A mes chères amies, qui ont partagés avec moi les grands moments de ma vie.

*A Mes trinôme **IBTISSAME, MANEL** qui ont participé à compléter ce travail.*

A tous que ceux je connais

SARA

Table des matières

La liste des figures	VI
La liste des tableaux	XI
Liste des abréviations	XII

Introduction général

Introduction générale	1
• Préambule	1
• Motivation du choix du thème	2
• Problématique	3
• Objectifs	5
• Méthodologie de recherche	6
• Structure du travail	7
Partie I: Approche théorique.....	8
Chapitre 1: Le contexte énergétique algérien entre les catastrophe de changement climatique, défis planétaire et environnemental et la transition énergétique dans le domaine du bâtiment	8
1.1. Introduction :	8
1.2. Définition de l'énergie	8
1.3. La consommation énergétique en Algérie	9
1.3.1. La consommation nationale par forme d'énergie	9
1.3.2. Consommation finale	9
1.3.3. Consommation dans le bâtiment	10
1.3.4. L'énergie dans le bâtiment, quel usage	10
1.4. Les changements climatiques	11
1.4.1. Emissions de gaz à effet de serre dans le monde	11
1.4.2. La part de bâtiment dans le monde.....	12
1.4.3. Emissions de gaz à effet de serre en Algérie	12
1.4.4. Le part des bâtiments en Algérie	13
1.4.5. Conséquences et Impact des concentrations en gaz à effet de serre sur le climat	14

1.4.6.	Des négociations internationales aux actions européennes	15
1.5.	Energie et développement durable	16
1.5.1.	La transition énergétique dans les bâtiments	17
1.5.2.	Les stratégies nationales pour la maîtrise d'énergie	17
1.5.3.	Les programmes de la maîtrise de l'énergie dans les bâtiments	19
1.6.	Les lois pour maîtrise d'énergie en Algérie	21
	Conclusion	22
	Chapitre 2: Définitions et concepts sur l'efficacité énergétique des bâtiments.....	23
2.1.	Introduction :	23
2.2.	Définition de l'efficacité énergétique	23
2.3.	Pourquoi l'efficacité énergétique est-elle nécessaire	24
2.4.	L'efficacité énergétique des bâtiments	24
2.4.1.	Démarche et étapes de l'efficacité énergétique	24
2.4.2.	Efficacités énergétique l'enjeu de demain	26
2.5.	La performance énergétique des bâtiments	26
2.5.1.	Le certificat de performance énergétique (certificat PEB)	27
2.5.2.	Les outils de diagnostic	27
2.5.3.	L'audit énergétique	29
2.6.	bilan énergétique.....	30
2.6.1.	Label et règlement	31
2.6.2.	Les bâtiments performants	32
	Conclusion :	34
	Chapitre 3 : panorama sur les procédés constructifs durables.....	36
3.1.	Introduction :	36
3.2.	Définition les procédés constructifs durables	36
3.3.	Application dans le bâtiment	36
3.3.1.	Les énergies renouvelables.....	36
3.3.2.	Les types des énergies renouvelables	37

❖ L'énergie solaire	37
❖ L'énergie éolienne	37
❖ L'énergie géothermique	37
❖ La biomasse	38
❖ Energie hydraulique	39
3.3.3. Potentiel national en énergies renouvelables	39
❖ Potentiel solaire en Algérie.....	39
❖ Le potentiel éolien	39
❖ Le potentiel géothermique	40
❖ Le potentiel de la biomasse.....	40
❖ Le potentiel hydroélectrique	40
3.3.4. Les dispositifs d'application des énergies vertes au bâtiment	41
❖ Les procédés passifs.....	41
❖ Les procédés active	51
3.3.5. Utilisation des éco-matériaux	54
3.3.6. Les règles de conception Durable en Algérie en fonction de climat	57
Conclusion :	58
Partie II: La partie opérationnelle.....	58
Chapitre 4 : Méthodes et outils de simulation	59
4.1. Introduction	59
4.2. Présentation des deux cas d'étude	59
4.3. Caractéristiques de construction	60
4.3.1. Motel de complexe touristique guenoune cas 01	60
4.3.2. Hotel Monte Malaga cas 02	62
4.4. Coordonnées géographiques.....	64
4.3.3. Cas n° 1.....	64
4.3.4. Cas n° 2	64
4.5. La présentation de la simulation et de la méthodologie d'étude	65

4.3.5.	Objectif de simulation, le cas1	65
❖	Définition de simulation	65
❖	Le choix de logicielle.....	65
❖	Définition de logiciel	65
❖	L'utilisation de logiciel	66
❖	Objectif de logiciel	67
❖	Méthodologie de l'étude des besoins énergétiques.....	68
4.3.6.	Objectif de l'étude, Le cas 2	70
4.3.7.	Définition de simulation	70
4.3.8.	Définition de logiciel	71
4.3.9.	Méthodologie de l'étude des besoins énergétiques	72
Conclusion	73
4.6.	Simulation de cas: hôtel roché noir	74
4.6.1.	Introduction	74
4.6.2.	Réalisations des dessins de deux chambres	74
4.6.3.	Présentations, Analyses et discussion des résultats des simulations.....	74
4.6.4.	Evaluation de la performance énergétique du cas de base	74
4.6.5.	L'évaluation du confort	75
4.6.6.	Evaluation de la performance énergétique des cas optimisés	76
4.6.7.	Cas 01 : mur standard (en brique creuse).....	77
4.6.8.	Cas 02 : mur en béton cellulaire.....	77
4.6.9.	L'évaluation de consommation énergétique (pour les deux cas).....	78
4.6.10.	Influence de l'isolation des parois sur les besoins énergétiques :	78
4.6.11.	Effet du type de vitrage	80
4.6.12.	L'Effet de la taille de la fenêtre	82
4.6.13.	l'orientation selon la course du soleil (0 à 315 degré)	84
Conclusion	86
4.7	Cas 2 : Simulations thermo dynamique de la cour d'hôtel Monte Malaga	87

4.7.1.	structure complexe dans la répartition de la température.....	87
4.7.2.	Température évolution dans les cours de forme simplifiée	87
4.7.3.	La stratification	87
4.7.4.	Convection naturelle	88
4.7.5.	Simulation numérique de l'hôtel	88
4.7.6.	simulons l'évolution de la température dans l'hôtel Monte Málaga, avec des données correspondant au 27 Avril 2010.....	90
4.8.	Les recommandations	91
•	Conclusion générale:	93
•	Limites et perspectives de recherche	95
	Bibliographie	96
	Annexes	
	Resume	
	Abstract	
	ملخص	

La liste des figures

Schéma des étapes de la méthodologie du travail7

Figure 1 :Répartition de la consommation nationale (SONALGAZ 2014)9
 (gaz, Bilan énergétique national de l'année 2013 2014)9

Figure 2 : Structure de la consommation finale par produit (SONALGAZ 2014).....9
 (gaz, Bilan énergétique national de l'année 2013 2014)9

Figure 3:Catégories des fonctions énergétiques à l'intérieur d'un bâtiment (SONALGAZ 2014)
10

Figure 4 : la répartition de la consommation finale par produit et par secteur d'activité, source:
 (SONALGAZ 2014).....10

Figure 5 : Concentrations en CO2, méthane et oxyde d'azote dans L'atmosphère de l'an 0 à
 2005. (Bruxelles Environnement - IBGE novembre 2014).....11

Figure 6 : Répartition approximative des émissions de gaz à effet de serre par secteur, pour
 l'année 2000, source: (IPCC & AIE).....11

Figure 7 : Comparaison des émissions de GES entre 1994 et 2000 du secteur d'énergie , source:
 (seconde communication nationale de l'Algerie sur les changement climatiques 2010).....13

Figure 8 : Evolution des émissions de GES 2000-2009 (l'Algérie APAREU 2007)13

Figure 9 : Répartition approximative des émissions de gaz à effet de serre hors ozone, source:
 (APARUE 2007).....14

Figure 10 : bilan des émissions de GES de l'année 2005, source: (APARUE 2007).....14

Figure 11 : Evolution de la température globale moyenne et de la concentration en CO2 au cours
 de 400 000 dernières années, source: (World Data Center for Paleoclimatology s.d.)15

Figure 12 : Evolution de la température globale moyenne estimée depuis 1850, source: (Alain
 décembre 2005)15

Figure 13 : Les lampe à basse consommation qui sont lancé dans le marché algérienne par
 l'APAREU (Aprue 2009).....20

Figure 14 : Les leviers de l'efficacité énergétique, source : (NICE 2012)25

Figure 15: Vue d'ensemble des solutions d'efficacité énergétique, source: (efficacité L'efficacité
 énergétique levier de la transition 2012)25

Figure16 : les étiquettes « nergie» du bâtiment, source : (Robillard, vers des bâtiments durables :
 les équipement et les solutions d'efficacités énergétiques 2012)28

Figure 17 : les étiquettes « nergie» du bâtiment, source : (Robillard, vers des bâtiments durables
 : les équipement et les solutions d'efficacités énergétiques 2012)28

Figure 18 :les étiquettes climat dans le logement, source : (Robillard, Vers des bâtiments durables : les équipement et les solutions d'efficacités énergétiques 2012)	28
Figure 19 :les étiquettes climat dans le bâtiment, source : (Robillard, Vers des bâtiments durables : les équipement et les solutions d'efficacités énergétiques 2012)	28
Figure 20 : les différentes filières des énergies renouvelables (Ministère de l'énergies et de mine Algérienne 2007)	36
Figure 21 : La géothermie à très basse énergie, source: (JARKAS s.d.)	37
Figure 22 : La géothermie à moyenne énergie, source: (JARKAS s.d.).....	38
Figure 23 : les déférents source de la biomasse (Les énergies renouvelables s.d.)	38
Figure 24: carte du relief de l'Algérie (Ministère de l'énergies et de mine Algérienne 2007).....	39
Figure 25 : Carte géothermique de l'Algérie. (Ministère de l'énergies et de mine Algérienne 2007)	40
Figure 26 : principe de fonctionnement d'une serre (Sophie Deruaz architecte ,illiam Martin 2008)	43
Figure 27 : Schéma de principe du mur capteur, source : (Le Blog de Grégoire DUQUESNE s.d.)	43
Figure 28: principe de mur solaire, source : (Des murs solaires-Faites le plein d'avenir s.d.).....	44
Figure 29 : principe de mur solaire, source : (Des murs solaires-Faites le plein d'avenir s.d.).....	44
Figure 30 : angle d'incidence, source : (Loïc MARCHETTO 2006)	45
Figure 31: une pompe à chaleur aérothermiques ,source : (La pompe à chaleur aérothermique s.d.).....	50
Figure 32 : Le principe de fonctionnement de la cuve de récupération d'eau, source (LETHENET 2012).....	51
Figure 33 : Composants d'un système PV intégré au bâtiment (Yves Poissant s.d.)	52
Figure 34: le principe du chauffe-eau solaire individuel, source: (ADEME s.d.).....	52
Figure 35: éolienne à 3 pales, source : (Les éoliennes : des "monstres" technologiques s.d.).....	53
Figure 36 : Puits provençal (ZAC Labory 33127 St Jean d'Illac s.d.).....	53
Figure 37 : puits canadien (ZAC Labory 33127 St Jean d'Illac s.d.)	53
Figure 38: Vue arienne de situation de l'hotel Monte Malaga, source: (google earthe).....	59
Figure 39: Vue arienne de plan de situation de complexe Guenoune, source: (google earth).....	59
Figure 41: façade principale, source:(propriétaire de l'hôtel)	61
Figure 42: façade postérieure, source:(propriétaire de l'hôtel).....	61
Figure 40:les différents distribution des plans (RDC, 1ier, 2emme étage), source: (propriétaire de l'hôtel).....	61

Figure 43: distribution de plan de sous-sol, source: (Sanchez, 2011)	63
Figure 44: distribution de plan de RDC, source: (Sanchez, 2011)	63
Figure 45: distribution de plan d'étage, source: (Sanchez, 2011).....	63
Figure 46: Volumétrie présente les procédés durables utilisés, source: (Sanchez, 2011)	64
Schéma 1: Diagramme de trois modules principaux : ALCYONE et PLEIADES + CONFIE, source: (auteur).	67
Figure 47: Dessin de plan du chambre triple par Alcyone	74
Figure 48: Affichage de la 3D et du zonage thermique de la chambre réaliser par Alcyone	74
Figure 49: Dessin de plan du chambre triple par Alcyone.....	74
Figure 50: Affichage de la 3D et du zonage thermique de la chambre réaliser par Alcyone.....	74
Figure 51: Les quantités annuelles de consommation énergétiques (chauffage et climatisation) pour la chambre triple	74
Figure 52: Les quantités annuelles de consommation énergétiques (chauffage et climatisation) pour la chambre double	75
(par péliade).....	75
Figure 53: graphe de la température interne par rapport à celle externe dans la semaine le plus froide pour la chambre triple (par péliade).....	75
Figure 54: graphe de la température interne par rapport à celle externe dans la semaine le plus chaude pour la chambre triple (par péliade)	75
Figure 55: graphe de la température interne par rapport à celle externe dans la semaine le plus froide pour la chambre double (par péliade).	75
Figure 56: graphe de la température interne par rapport à celle externe dans la semaine le plus froide pour la chambre double (par péliade)	75
Figure 57: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour	77
la chambre triple (par péliade).....	77
Figure 58: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double (par péliade)	77
Figure 59: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour	77
la chambre triple (par péliade).....	77
Figure 60: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double (par péliade)	77

Figure 61 : Effet de la composition de matériaux sur les besoins énergétiques de chauffage et de climatisation de la chambre double (pléiade).....	78
Figure 62: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre triple (par péliade).....	78
Figure 63: : graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double (par péliade)	79
Figure 64: Effet de l'isolation des parois sur les besoins énergétiques de chauffage et de climatisation de la chambre triple.....	79
Figure 65 : Effet de l'isolation des parois sur les besoins énergétiques de chauffage et de climatisation de la chambre double.....	79
Figure 66: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre triple (par péliade).....	80
Figure 67: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double (par péliade)	80
Figure 68: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre triple (par péliade).....	80
Figure 69: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double (par péliade)	80
Figure 70: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double (par péliade)	81
Figure 70 : graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre triple (par péliade).....	81
Figure 71 : Effet de types de vitrage sur les besoins énergétiques de chauffage et de climatisation de la chambre triple	81
Figure 72: Effet de types de vitrage sur les besoins énergétiques de chauffage et de climatisation de la chambre double	81
Figure 73 : graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double de 1er cas (par péliade)	82
Figure 74 : graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double de 2 eme cas	82
Figure 75 : graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double (par péliade)	82
Figure 76 : graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre	82

Figure 77 : Influence de la taille de la fenêtre sur la consommation énergétiques pour la chambre triple (l'orientation sud).	83
Figure 78 : Influence de la taille de la fenêtre sur la consommation énergétiques pour la chambre triple (l'orientation sud).	83
Figure 79,80,81: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre triple (par péliade).	84
Figure 82,83,84: graphes de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre triple (par péliade).	84
Figure 85: graphes de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre triple (par péliade).	85
Figure 86: graphes de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre triple (par péliade).	85
Figure 87 : Effet de l'orientation sur les besoins énergétiques de chauffage et de climatisation de la chambre triple.	85
Figure : Effet de l'orientation sur les besoins énergétiques de chauffage et de climatisation de la chambre doubl.	85
Figure 88: Effet de l'orientation sur les besoins énergétiques de chauffage et de climatisation de la chambre double.	85
Figure 89 : section verticale de Courtyard. En couleur grise: la construction de la section. Dans d'autres couleurs: l'air à des températures différentes. (a) Stratification; (b) Convection; motifs (c) de flux (image (Juan M. Rojas 2012)s du modèle CFD)	87
Figure 90: La stratification en fonction.	87
Figure 91: Convection naturelle en fonction, source: (Juan M. Rojas 2012).	88
Figure 92 : hôtel mont malaga	88
Figure 93: Figure : Rouge: température extérieure surveillée	89
Figure 94 : la géométrie de la section de construction pour l'insertion dans le modèle numérique	89
Figure 95: Définition du domaine de la cour avec les coordonnées en mètres par FREEFEM++	89
Figure 96,97 : Calcule du rayonnement solaire ECOTECH ANALYSIS.	90
Figure 98,99: FIG : Stratification de l'air dans la cour par la flottabilité affecte. Température: ° C; T: heures.	90
Figure 100: Essai 2. Les températures d'air. Forcé extraction le vent et Le rayonnement	90
Figure 101 : La stratification en fonction de profondeur	90
Figure 102: Simulation de l'évolution de la température dans l'hôtel Monte Malaga avec des donnés de 27 avril 2010 par FREEFEM	91

Figure 103: Comparaisant entre les températures intérieure et extérieur de la cour 91

La liste des tableaux

Tableau 1: les différente labels énergétique et environnementale, source: auteur.33

Tableau 2: le potentiel solaire en Algérie, source: (Ministère de l’Energie 2007).....39

Tableau 3: les dispositifs d’implantation solaire passif, source: (auteur).41

Tableau 4: les différents dispositifs d’éclairage naturel, source: (l’ICEB 2014) interpréter par l'auteur.42

Tableau 5: les types de vitrage, source: (A. l. énergies 2010).....46

Tableau 6: types de protection solaire ,source: interprétation par auteur.48

Tableau7: quelques techniques de ventilation naturelle, source: (Dominique 2012,)49

Tableau 8: les caractéristiques de béton cellulaire, parpaing creux et la brique creuse, source: auteur.....54

Tableau 9: tableau des Les blocs à isolation rapportée, source:(auteur).....55

Tableau 10: les caractéristique des cas d'étude, source: (auteur)60

Tableau 11: les déférents étape de l'utilisation de l'ogiciel PLEIADES+COMFIE, source: (auteur) 70

Tableau 12: explication des étape de l'étude, source (auteur) 72

Tableau 13: la composition des murs verticaux et horizontaux des deux types de chambre 76

Tableau 14 : Les caractéristiques des parois 78

Tableau 16: les résultats obtenus en terme de besoins énergétiques en chauffage et en climatisation pour les différents types d’isolants..... 79

Tableau 17: les vitrages les plus utilisés dans la région de Jijel.....80

Tableau 18: étude comparative des deux chambres , selon le la consommation énergétique annuelle en kWh 81

Tableau 19 : Besoin énergétique annuel (selon la taille de vitrages)..... 83

Tableau 20 : Besoin énergétique annuel (selon le type de vitrages)..... 86

Tableau 21: simulation thermodynamiques de la cour Mont Malaga, source: (Juan M. Rojas 2012) 91

Liste des abréviations

- **ADEME** : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'énergie.
- **AE** : Autosuffisance énergétique.
- **AND** : Autorité nationale désignée.
- **APRUE**: Agence de la promotion et de rationalisation de l'utilisation de l'énergie.
- **BEPOS** : Bâtiment énergie positive.
- **BTS** : Béton de Terre Stabilisée.
- **CCNUCC**: Convention cadre des nations unies pour les changements climatiques.
- **CDER** : Centre du développement des énergies renouvelables.
- **CNERIB** : Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment.
- **COP** : Conférence des parties.
- **CVC** : Chauffage ventilation climatisation.
- **CSP** : Concentrating Solar power.
- **DPE** : Diagnostic de Performance Energétique.
- **DTR** : Documents techniques réglementaires.
- **EE** : Efficacité énergétique.
- **Eco-Bât** : Bâtiment Ecologique
- **ECS** : Eau chaude sanitaire.
- **E_f** : Energie finale.
- **E_p** : Energie primaire.
- **EnR** : Energie renouvelable.
- **E_U** : Energie utile
- **FNME** : Fonds National pour la Maîtrise de l'Energie.
- **GES**: Gaz à effet de serre.
- **GIEC** : Groupe d'Expert Intergouvernemental sur l'évolution du climat.
- **GPL** : Gaz du pétrole liquéfié.
- **HQE** : Haute qualité environnementale.
- **H.P.E** : Haute performance énergétique
- **MDP** : Mécanismes pour un développement propre.
- **Mtep** :Millions de tonnes équivalent pétrole.
- **MED-ENEC**: Efficience Energétique dans le secteur de la construction en région méditerranéenne.
- **OMM/PNUE** : Organisation météorologique mondiale /programme des nations unies pour l'environnement.

- **OPGI** : Offices de gestion et de promotion immobilière.
- **PNME** : Programme National de Maîtrise de l'Energie.
- **PV** : Photovoltaïque.
- **RT** : Réglementation thermique.
- **T.E.P** :Tonne Equivalent Pétrole
- **VMC** : Ventilation mécanique contrôlée.

Introduction générale

- **Préambule:**

Le XXI^e siècle s'ouvre sur des perspectives inquiétantes de pénurie de ressources. L'eau, les produits alimentaires, les matières premières et les énergies fossiles ne suffiront pas pour assurer au rythme actuel la croissance démographique et économique. Les solutions s'appellent contrôle des naissances et fin du gaspillage. Cette équation assez simple à comprendre se complique par des déséquilibres géographiques et l'émergence d'un phénomène dont on commence seulement à entrevoir le danger mortel pour notre planète: le changement climatique. Ces phénomènes sont liés: en pillant le stock des énergies fossiles, patiemment constitué par des millions d'années de transformation chlorophyllienne, on émet dans l'atmosphère des gaz à effet de serre (GES) qui réchauffent la terre et les stocks d'eau contenus dans les glaciers et les calottes glaciaires fondent dans les mers. Donc L'écosystème mondial est entré dans une crise comme l'indique Jaque Chirac : «La nature, mutilée, surexploitée, ne parvient plus à se reconstituer et nous refusons de l'admettre. L'humanité souffre. La terre et l'humanité sont en péril et nous sommes tous responsables. Notre maison brûle et nous regardons ailleurs. Il est temps, je crois, d'ouvrir les yeux. »¹

Au début de 1992 ; lors du sommet de la terre à Rio de Janeiro a été alertée politiques sur les conséquences du pillages des matières premières ,sur l'augmentation inquiétante de l'effet de serre et sur la dégradation rapide et spectaculaire des équilibres écologiques, les engagements pris à Rio se sont concrétisé par de nombreuses mesures touchant entre autre l'activité industrielle, les transports la maîtrise de l'énergie et la gestion des déchets²SELON SIDLER³, dans la situation d'urgence actuelle, il faut d'abord maîtriser l'énergie parce que c'est facile et spectaculaire, puis rechercher des solutions énergétiques de substitution pérennes capables de répondre à nos besoins à long terme.

Cependant, le bâtiment et son usage peuvent présenter de nombreux inconvénients, et tout particulièrement pour l'environnement. Les chiffres parlent d'eux- mêmes. Selon le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), le secteur du bâtiment serait responsable au niveau mondial de plus de 40% de l'utilisation totale d'énergie⁴. Ce pourcentage est le même en France selon l'agence de l'environnement et de maîtrise de l'énergie en France (ADEME), qui affirme que le secteur du bâtiment est parmi les secteurs économiques le plus

¹ Une prise de conscience progressive. (2010). Consulté le mars 2016, sur http://www.agen.fr/files/agen/developpement_durable/historique-dev-durable.pdf page 3

²Gauzin-Müller D. « 25 maisons écologiques », Edition le Moniteur 2005. Page 9

³Sidler O. Directeur ENERTECH : « Les bâtiments à faible consommation d'énergie - Eléments de contexte» 4 Journées techniques sur l'étanchéité à l'air des bâtiments Dijon - 21 Novembre 2007.

⁴ PNUE, Rapport présenté le 29 mars 2007, Bâtiments et changement climatique : Etats des lieux, enjeux et opportunités, disponible sur le site Internet du PNUE : www.unep.org consulté le 12 janvier 2016.

gros consommateur en énergie. Il représente plus de 40% des consommations énergétiques et près de 20% des émissions de CO₂⁵.

Ceci nous amène à dire que le bâtiment devient l'enjeu central de deux défis planétaires majeurs: le changement climatique et l'approvisionnement énergétique. Dans ce contexte, la prise en compte des opérations d'entretien et de maintenance au cours des phases de conception apparait primordiale pour favoriser la durabilité générale du bâtiment ;⁶. Une conception globale des bâtiments aboutit à des modes de construction moins énergivores, moins polluants, moins producteurs de GES : des professionnels, architectes et constructeurs, s'y mettent. Cela se fait pour le tertiaire, les bâtiments collectifs ou industriels.⁷ Pour cette raison Les mesures d'efficacité énergétique sont de plus en plus considérées comme un moyen de parvenir à un approvisionnement durable en énergie, de réduire les émissions de gaz à effet de serre, d'améliorer la sécurité d'approvisionnement et de réduire le coût des importations, mais aussi de favoriser la compétitivité des économies .

La maîtrise de la notion d'efficacité et qualité énergétique exigent de présenter l'ensemble des solutions, méthodes ainsi que les solutions et les pistes de réflexion qui s'intéressent à cette problématique. Du point de vue environnemental les solutions qui peuvent être par des procédés actifs, passifs ou bien qui touchent au comportement du consommateur, la focalisation se fera sur les solutions les plus adaptées au climat local et les techniques qui n'exigent pas l'énergie. Du point de vue énergétique, les mesures seront ciblées en priorité sur la baisse de la consommation d'énergie des bâtiments, l'amélioration de l'efficacité énergétique (EE) des équipements et dans le développement, même modeste, des ressources naturelles tel que énergies renouvelables (ER) (énergie solaire, géothermique) et les matériaux durables (bois, acier, verre...).

• Motivation du choix du thème:

Ce choix n'était pas arbitraire, mais voulu, il a été dicté par plusieurs raisons :

- le bâtiment devient l'enjeu central de deux défis planétaires majeurs: le changement climatique et l'approvisionnement énergétique: car *et Le bâtiment se brule* Par le gaspillage énergétiques et le mode de conception et par conséquent Le climat change et notre planète est souffre
- D'autre part, les procédés constructifs durables constituent une piste de recherche intéressante, voire même innovatrice qui répond aux préoccupations environnementales et économiques de plusieurs chercheurs de futur.

⁵Site Internet de l'ADEME : www.ademe.fr, consulté le 22 décembre 2015

⁶Alain Liébard , et autre «*traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique* » Édition le Moniteur page :6

⁷ADEM«Une maison confortable, respectueuse de l'environnement, économe en énergie : construire autrement» www.ademe.fr consulté 10 janvier 2016

- Acquisition d'un bagage de connaissance sur les dispositifs durables, leur contexte environnant et énergétique, en valorisant les techniques et les procédés qui utilisent les ressources naturelles et renforcent la qualité énergétique, celle de l'architecture durable (bioclimatique) qui présente des solutions adéquate au climat. ainsi que la Vérifications de l'impact de ces procédés durables sur le taux de consommation et la performance énergétiques d'un bâtiment.
- Cependant pour y remédier, et donner à ce sujet la valeur qu'il doit refléter fidèlement, on a opté pour ce thème pour apprécier la performance énergétique d'un bâtiment et l'évaluer dans la perspective d'une utilisation durable par les écotechnologies et des ressources naturelles renouvelables

Problématique :

En méditerranée, l'énergie (essentiellement dans le domaine de bâtiments) se trouve au cœur de la problématique du changement climatique. D'une part, c'est le principal secteur émetteur de gaz à effet de serre et les émissions de CO₂ dans le futur pourraient augmenter bien plus vite que la moyenne mondiale.

L'Algérie, qui fait partie de cette région, ne peut être épargnée par ces changements climatiques, or elle continue toujours à produire son énergie à partir de sources épuisables (80 %) et non renouvelables à savoir le pétrole et le gaz naturel, malgré que le pays dispose d'une des plus potentiels énergétiques renouvelables au monde. « Son gisement solaire est l'un des plus élevés. Exemple : la durée d'ensoleillement sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2.000 heures et peut dépasser les 3.900 heures sur les Hauts-Plateaux » et matière premières durable. En outre, une étude menée par l'Agence pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE) et publiée en 2007 montre qu'en Algérie, le secteur du bâtiment résidentiel et tertiaire est le secteur le plus énergivore. Sa consommation représente plus de 41% de la consommation énergétique finale nationale. En outre, d'après les projections de référence de l'Observatoire Méditerranéen de l'Energie (OME), la consommation d'électricité a plus que triplé au cours des trois dernières décennies et que cette tendance se poursuivra d'ici à 2025. Il est donc préférable voire même impératif de s'inscrire dans cette nouvelle vision en vue de rationaliser la consommation énergétique dans les différents secteurs et surtout dans le secteur du bâtiment par une meilleure maîtrise des techniques et des technologies factuelles et les plus performantes dans le domaine de la conversion des énergies naturelles renouvelables sera l'un des objectifs majeurs prioritaire pour les chercheurs, car la maîtrise l'énergie est une nécessité comme indique Pierre Radanne, ancien directeur de l'ADEME: « La maîtrise de l'énergie n'est pas un médicament que l'on prend en période de crise, de maladie, mais une

hygiène de vie qui permet de rester en bonne santé »⁸, ainsi que le président du World Business Council for Sustainable Développement, WBCSD, Björn Stigson, dans son discours sur l'efficacité énergétique confirme que : « L'efficacité énergétique est rapidement devenue l'un des grands enjeux de notre époque et les bâtiments en sont une des composantes majeures. Ils consomment plus d'énergie que tout autre secteur et contribuent donc dans une large mesure au changement climatique ».⁹

En effet L'Algérie, après l'indépendance, a lancé de vastes programmes de construction, sans se préoccuper de l'efficacité énergétique des bâtiments. puisque les professionnels ont construit en ignorant les conditions climatiques et le niveau de performance thermique requis.

Ce qui fait défaut dans le domaine de la consommation d'énergie (en bâtiments) en Algérie ce n'est pas le manque des textes de lois en matière de maîtrise de l'énergie ou les l'insuffisance des institutions en charge. Mais ce défaut est étalé sur Trois reproches :

- le retard dans la prise de conscience de l'intérêt ressources naturelles.
- la non application des textes en matière d'efficacité énergétique et des engagements par les instances concernées malgré des avancés à signaler dans certains secteurs.
- le manque d'adhésion du citoyen lambda expliqué par l'absence de sensibilisation et manque de mesures incitatives.

Aujourd'hui, L'option de l'efficacité énergétique est possible immédiatement et présente en particulier dans le secteur du bâtiment ; qui permettront la réduction de dépense énergétique. Pour cela nous devons réfléchir aux techniques durables basées sur le choix des ENR tel que les énergies solaire et éolienne et matériaux durables qui sont touchés plusieurs paramètres agissent sur le comportement thermique du bâtiment dont la forme, l'orientation, ses éléments constructifs et les aménagements intérieurs . Et par conséquent L'amélioration de l'efficacité énergétique dans les domaines de la mobilité et du bâtiment qui peut permettre des gains importants en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il est donc nécessaire d'avoir une prise de conscience des éléments essentiels à une bonne conception du projet architectural ainsi que les références aux ouvrages techniques spécialisés qui permettront de préciser les dimensionnements et les comportements thermiques des différents éléments déjà mis en place lors de la conception énergétique globale. La démarche énergétique recherche la cohérence d'une pensée architecturale et constructive répondant au rôle social et environnemental du bâti.

⁸ SAYAD, M. A. (2015, Mai). *Politique de maîtrise de l'énergie*. (R. A. Energie, Éd.) Consulté le Mars 2016, sur http://www.unep.org/transport/new/pcfv/pdf/Algeria2015_Politiquedemaîtrise.pdf page 14

⁹ Razika, KHARCHI., « L'efficacité énergétique dans le bâtiment ». 2013. <http://www.cder.dz/> (accès le février 6, 2016).page 6

Le gouvernement a lancé des recherches pour assurer des énergies propres, non polluantes et inépuisables. Une contribution progressive de plus en plus grande dans les programmes énergétiques prévisionnels de notre pays et démontrer ainsi sans ambiguïté aucune à la communauté internationale, malgré nos richesses apparentes mais non renouvelables en hydrocarbures, notre ferme volonté et notre totale détermination pour participer à l'instar des autres pays du monde avec toutes nos compétences et nos modestes moyens de réalisation, à la protection et à la préservation de l'environnement de la planète .par conséquent Les architectes et les chercheurs Algériens peuvent s'orienter vers le choix éléments de construction durables à condition de les adapter avec le climat local avec une perspective de mesurer le niveau de performance énergétique des bâtiments qui utilisent ces dispositifs .

Alors, Notre étude tente de soulever quelques questions de recherche sur l'impact des procédés constructifs durables sur la qualité énergétiques d'un bâtiment.

- Quels sont les scénarios à explorer pour améliorer la performance énergétique et environnementale de nos bâtiments dès l'amont de leur conception?
- Comment apprécie la performance énergétique d'un bâtiment et l'évaluer dans la perspective d'une utilisation des éco technologies et des ressources naturelles renouvelables ?
- Comment intégrer ces Procédés durables dans la construction ?
- y'a-t-il une relation entre l'amélioration de la qualité énergétique, la performance énergétique et le confort dans l'enveloppe de bâtiment ?

- **Objectifs:**

La maîtrise de la notion d'efficacité énergétique exige de présenter l'ensemble des techniques, méthodes ainsi que les solutions et les pistes de réflexion qui s'articule autour de cette problématique. Des solutions qui peuvent être passives, actives ou qui touchent au comportement du consommateur.

La focalisation se fera sur les procédés constructifs durable pour atteindre la performance énergétique d'un bâtiment, avec plus, le meilleure choix des paramètres constructifs (les matériaux durable, les isolants, le vitrage performants.....) et l'orientation vers les énergies renouvelables sans bousculer les habitudes constructives.

Notre démarche est basée sur une méthode efficace qui donne des résultats proches au maximum de la réalité (simulation numérique à l'aide de logiciel informatique PLIEADE+COMFIE et simulation La mécanique des fluides numérique par logiciel FREEFEM++) et par l'étude de deux exemple significatif, l'hôtel du Rocher noir à

El Aouana dans la wilaya de Jijel et patio de l'hôtel Monte Malaga en Espagne. Pour connaître l'impact des paramètres de construction durable sur le taux de consommation d'un bâtiment

• **Méthodologie de recherche:**

Afin d'atteindre les objectifs préalablement cités, une méthode d'approche qui tient compte des différentes interactions énergétiques et environnementales s'impose deux approches nous semblent nécessaires pour mener à bien ce travail : une approche théorique et une autre opérationnelle ou cas d'étude.

- **Une approche théorique:**

Notre étude se propose d'être le fruit d'un travail d'observation, de lecture et d'interprétation, auquel nous nous sommes livrés à la collecte des informations à partir de plusieurs références bibliographiques: Livres, thèses et sites internet...etc., dans le cadre des bâtiments écologiques existants et de mettre en évidence l'impact des procédés constructifs durables sur la minimisation des besoins énergétiques et la nécessité de les appliquer dans les bâtiments pour la réduction des impacts environnementaux.

- **Une approche opérationnelle:**

Qui s'effectue essentiellement à travers le choix des deux modèles d'études: un modèle qui se situe dans la ville de Jijel en Algérie (hôtel le Rocher Noir), le deuxième se situe à Malaga en Espagne (hôtel Monte Malaga).

La démarche est basée sur l'étude des besoins énergétiques par la réalisation:

- D'une série de simulations thermo dynamiques du premier modèle en utilisant les logiciels ALCYONE et PLEIADES + CONFIE dans le but de définir les meilleures paramètres de construction et les besoins énergétiques de ce bâtiment.
- Analyse d'une simulation numérique pour le patio de l'hôtel Monte Malaga, pour étudier la répartition de la température à l'intérieur de celui-ci et son impact sur la régularisation thermique à l'intérieur de l'hôtel.

- **Elaboration des recommandations et conclusion générale.**

Le schéma suivant illustre l'enchaînement des chapitres dès le commencement du travail théorique jusqu' à la partie opérationnelle.

Une approche théorique		
Le contexte énergétique algérien et les catastrophe de changement climatique.	Définitions et concepts l'efficacité énergétique des bâtiments.	Panorama sur les procédés constructifs durables.



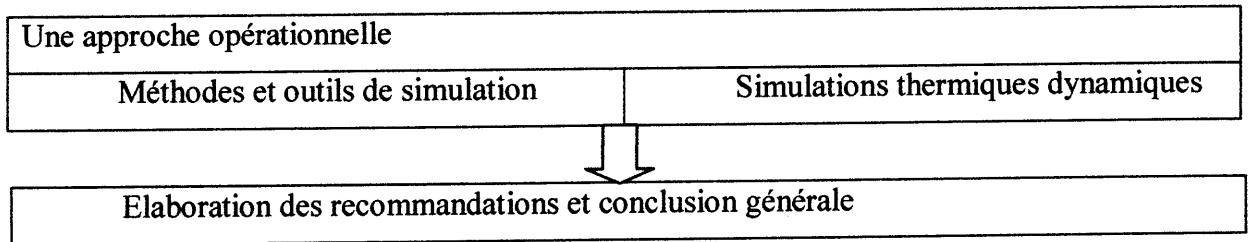


Figure1 : Schéma des étapes de la méthodologie du travail

• **Structure du travail:**

Le présent mémoire se compose de deux parties distinctes mais complémentaires (comprenant 5 chapitres), précédées par une introduction générale et terminées par une conclusion générale:

I-Introduction générale : à travers une ouverture préparatoire sur le sujet et leur choix d'étude en plus du problème de recherche qui concerne au premier lieu l'impact des procédés durables sur la qualité énergétique du bâtiment, en citant les objectifs qui pourront être menés à bien dans cette recherche.

II-Une première partie: qui s'intéresse avec aux notions thématiques, elle est composée de 3 chapitres (chapitre1-3):

- Le premier chapitre: dans lequel on étudie le contexte énergétique algérien entre les catastrophes du changement climatique, les défis planétaires et environnementaux et la transition énergétique dans le domaine du bâtiment.
- Le deuxième chapitre: qui sera consacrée aux concepts liés à l'efficacité énergétique des bâtiments
- Le troisième chapitre: comprendra un panorama sur les procédés constructifs durables.

III-Une deuxième partie : comportant deux chapitres (chapitre 4 et 5)

- Le quatrième chapitre: traitant la présentation des exemples d'étude et leurs caractéristiques, les logiciels de simulation thermique et environnementale ALCYONE et PLEIADES + CONFIE ainsi que FREFEM++.
- Le cinquième chapitre: analyses des résultats des simulations thermo dynamique et l'ensemble des recommandations tirées à partir du travail.

IV-Conclusion générale : récapitule le mémoire, ces objectifs et les résultats appréhendés à travers la simulation thermo dynamique en plus des recommandations proposés afin d'atteindre les objectifs préalablement cités, tout en touchant le comportement positif des logiciels d'étude.

PARTIE I :
APPROCHE THEORIQUE : RECHERCHE
THEMATIQUE



Ouverture sur le thème :

*« Nos ancêtres devaient se protéger des caprices de la nature ; qui
aurait pu croire que viendrait le temps où c'est la nature qu'il
faudrait à son tour protéger » Jean-Marie Pelt*

*« Tout ce qui arrive à la terre arrive aux enfant de la terre » Seattle,
chef indien*

*« Les ressources d'énergie s'épuisent, les phénomènes de l'effet de
serre s'accroissent dangereusement et les écosystèmes sont menacés »*

mohamedamjahdi / jean lemale

Partie I: Approche théorique

Chapitre 1: Le contexte énergétique algérien entre les catastrophes du changement climatique, les défis environnemental et planétaire et la transition énergétique dans le domaine du bâtiment.

1.1. Introduction :

L'énergie est essentielle aux activités humaines: c'est une source de bien-être, d'amélioration de la santé de la population et de développement social et économique. En effet, l'énergie et les matières que nous utilisons pour notre consommation et notre confort sont extraites des ressources naturelles à notre disposition. Or certaines de ces ressources tendent à s'épuiser. De plus, le traitement de ces ressources durant tout leur cycle de vie engendre des émissions polluantes.

Le mode de vie actuel (mode de consommation énergétique surtout) impact fortement sur la planète. Nous sommes aujourd'hui dans une ère où la rationalisation de l'exploitation des richesses de notre planète devient nécessaire pour nous, mais aussi et surtout pour les générations futures.

Nous expliquons dans ce chapitre ce qui est l'énergie, les différents types d'énergie utilisée en Algérie, la relation qui existe entre l'utilisation excessive des énergies fossiles (en Algérie) et le changement climatique, la participation des bâtiments aux émissions de GES, l'énergie et le développement durable, et enfin le recours aux énergies renouvelables éventuellement.

1.2. Définition de l'énergie:

Pour vivre, l'être humain a besoin de se chauffer, se nourrir, se laver, se déplacer, communiquer, s'éclairer, se nettoyer et s'amuser. Chacun de ces besoins demande de l'énergie. Toutes les sources d'énergie se trouvent sur terre, sauf l'énergie qui vient du soleil. Elle est inépuisable et indispensable à la vie. Sans le soleil, pas de vent, pas de pluie, pas de lumière du jour et pas de plantes.¹⁰

Au sens physique, l'énergie caractérise la capacité à modifier un état, à produire un travail entraînant du mouvement, de la lumière, ou de la chaleur. Toute action ou changement d'état nécessite que de l'énergie soit échangée. Elle est obtenue par la combustion de carburants

¹⁰ ADER, «L'ENERGIE, C'EST QUOI ?» 2011. http://www.ader.ch/expo/download/ITEX_POSTER_REV_2-web.pdf (consulté le 10 février 2016).

ou de combustibles (pétrole, essence, fioul, gaz, charbon, bois, etc...), par l'utilisation de l'électricité ou de forces naturelles comme le vent ou l'énergie solaire.

Dans le Système international d'unités, l'énergie s'exprime en Joule. La tonne d'équivalent pétrole (tep) est utilisée par les spécialistes et les économistes pour comparer les énergies entre elles. Dans la vie courante, on utilise le kilowattheure (kWh).¹¹

1.3. La consommation énergétique en Algérie :

L'Algérie, pays sévèrement affecté par la désertification, à l'instar des pays africains et d'autres pays de la rive sud de la Méditerranée, a une population de 32,906 millions d'habitants en 2005, et 35,6 millions en 2010 avec une superficie de 2 381 741km, Ce qui signifie une demande croissante en énergie qui compromettra son développement économique et social.

1.3.1. La consommation nationale par forme d'énergie :

Selon le bilan énergétique national de sonal gaz 2013: La structure de la consommation nationale d'énergie reste dominée, comme indiqué dans la figure 1, par le gaz naturel (35%), suivi par les produits pétroliers (30%) et l'électricité (28%). Elle a connu une croissance de +5,4% en 2013 pour atteindre 53,3 Mtep, tirée notamment par une hausse de la consommation du gaz naturel (+6,0%), des produits pétroliers (+5,5%) et de l'électricité (+4,3%).¹²

1.3.2. Consommation finale :

En Algérie, le pétrole (les produits pétroliers) est la principale source d'énergie consommée. Les produits pétroliers constituent 60 % de la consommation finale dont plus de 70 % de gasoil et 30 % des carburants terrestres (essences et GPL).¹³

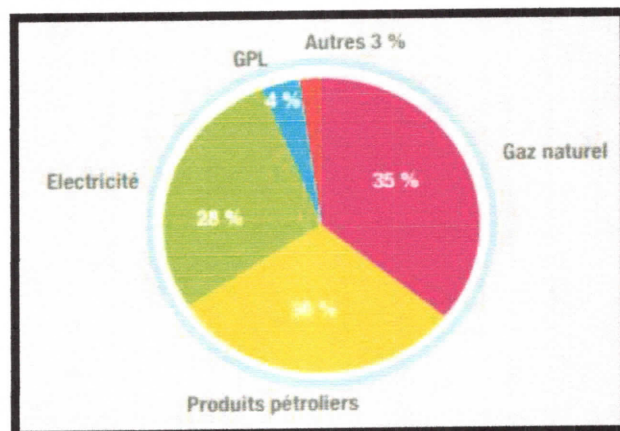


Figure 1 : Répartition de la consommation nationale (SONALGAZ 2014)

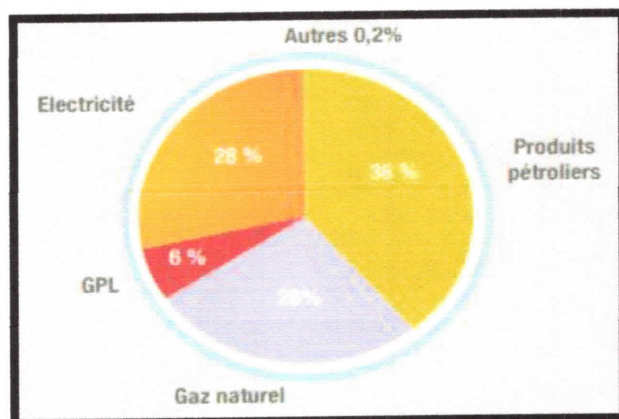


Figure 2 : Structure de la consommation finale par produit (SONALGAZ 2014)

¹¹ «ÉNERGIE : DÉFINITIONS ET PRINCIPES.» <http://www.japprends-lenergie.fr/>. s.d. <http://www.japprends-lenergie.fr/> (accès le février 12, 2016). Page 6

¹² SONALGAZ. «Bilan énergétique national de l'année 2013.» [sonatrac.com](http://www.sonatrac.com), http://www.energy.gov.dz/fr/statistiques/Bilan_Energetique_National_2013_edition_2014.pdf. page 9.

¹³ Ibid. page 20

1.3.3. Consommation dans le bâtiment :

La structure de la consommation finale, par secteur d'activité, montre une prépondérance du secteur des "ménages et autres" (y compris tout sorte de bâtiment), dont la part est passée de 41% à 43% en 2013.¹⁴

Ceci reflète l'amélioration des revenus et du niveau de vie des citoyens dont Le bâtiment est le premier poste de consommation d'énergie. Cette consommation a triplé durant les trois dernières décennies dans le bassin méditerranéen et il est prévu sa multiplication par le même facteur d'ici l'an 2025 , a impulsé chez les chercheurs, algériens cette fois, l'idée de repenser le bâtiment de demain.

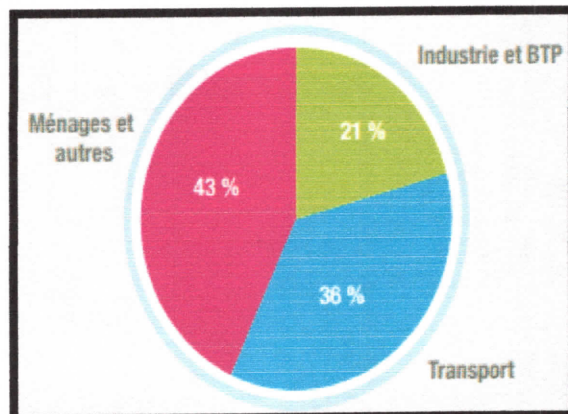


Figure 3: Catégories des fonctions énergétiques à l'intérieur d'un bâtiment (SONALGAZ 2014)

1.3.4. L'énergie dans le bâtiment, quel usage ?

La répartition de la consommation du bâtiment par produit montre que l'électricité est prédominante vient le gaz et ensuite les produit pétroliers Cela s'explique par l'introduction massive des équipements de chauffage et de climatisation et la généralisation de l'utilisation de matériels bureautiques et informatiques.¹⁵

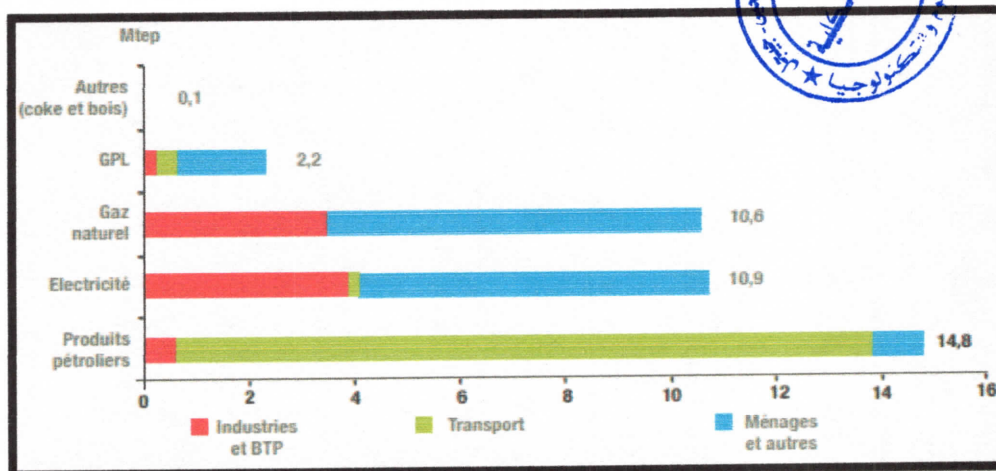


Figure 4 : la répartition de la consommation finale par produit et par secteur d'activité, source: (SONALGAZ 2014)

¹⁴ Ibid. page 23

¹⁵ Astrid et autres. « guide pour une construction eco-énergétique en Algérie. » Édité par GIZ Dag hammarskjold- weg 1-5 65 760 ESchborn. 2013, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et de la ville, Alger. Page 21

Cette domination de la consommation électrique et gaz par le bâtiment, oblige notre pays à être en place d'une bonne stratégie politique de gestion des énergies, par les acteurs de ce secteur, car elle peut induire un gain énergétique assez-conséquent, en optant pour l'approche bioclimatique dans la conception, la réalisation et enfin la gestion. Et donc l'amélioration de l'efficacité énergétique dans les domaines de la mobilité du bâtiment qui peut permettre des gains importants en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre.¹⁶

1.4. Le changements climatique :

1.4.1. Les émissions de gaz à effet de serre dans le monde.

L'échelle du globe. Il est dès lors peu à peu admis que le climat tend à se réchauffer, compte tenu de l'accentuation du processus d'effet de serre par l'augmentation du rejet de certains gaz dits « gaz à effet de serre » : principalement le dioxyde de carbone CO₂, le méthane CH₄ et le protoxyde d'azote N₂O. (Source : Encarta 2008)

Les émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine provoquent l'augmentation de la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et entraînent un changement climatique. Selon le Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC)¹⁷.

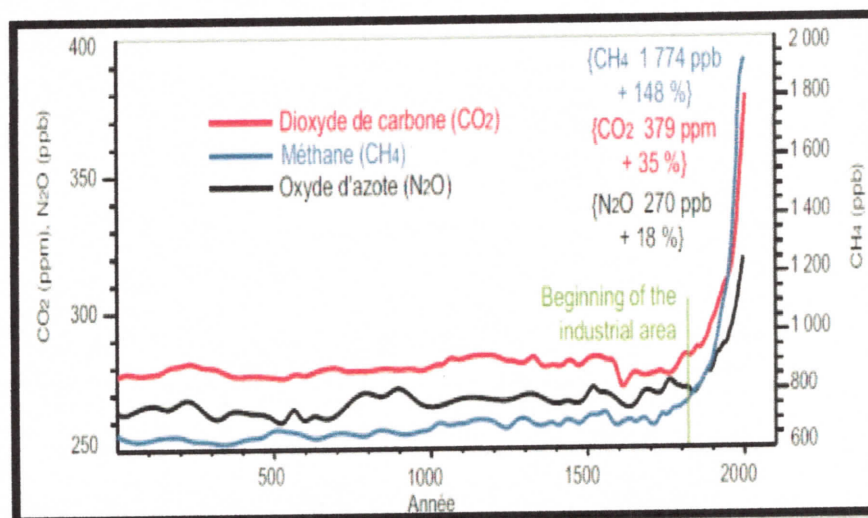


Figure 5 : Concentrations en CO₂, méthane et oxyde d'azote dans l'atmosphère de l'an 0 à 2005. (Bruxelles Environnement - IBGE novembre 2014)

Le CO₂ est le principal gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique sa concentration dans l'atmosphère est passée de 280 ppm (conditions préindustrielles) à 379 ppm en 2005, les émissions de CO₂ d'origine fossile se sont accrues sensiblement entre 1990 (6.4 GtC/an 8).

¹⁶ Ibid. page 22

¹⁷ « Enjeux énergétiques et environnementaux », F. Fontaine & R. Peeters Avenue du Port 86C/3000 - 1000 Bruxelles, novembre 2014. <http://www.pebchauffagebru.be> (consultée le 1 mars 25, 2016). Page 20

En effet, l'augmentation de la concentration en GES dans l'atmosphère entraîne l'accroissement avéré de l'effet de serre et du réchauffement climatique.¹⁸

Le développement des activités humaines accroît l'effet de serre, avec pour conséquence une augmentation de la température à la surface du globe et un risque d'importants changements climatiques sur la planète.

1.4.2. La part de bâtiment les émissions de GES mondiaux.

Au niveau global, les bâtiments sont responsables de près de 30% de toutes les émissions de GES. Il est aussi responsable d'une large part des impacts environnementaux :50% des ressources naturelles exploitées-45% de la consommation totale d'énergie-40% des déchets produits (hors déchets ménagers)-30% des émissions de GES et 16% de la consommation d'eau.

Il a cependant été démontré que le secteur du bâtiment a le plus grand potentiel pour procéder à d'importantes réductions des émissions par des actions à coût bas ou positif.

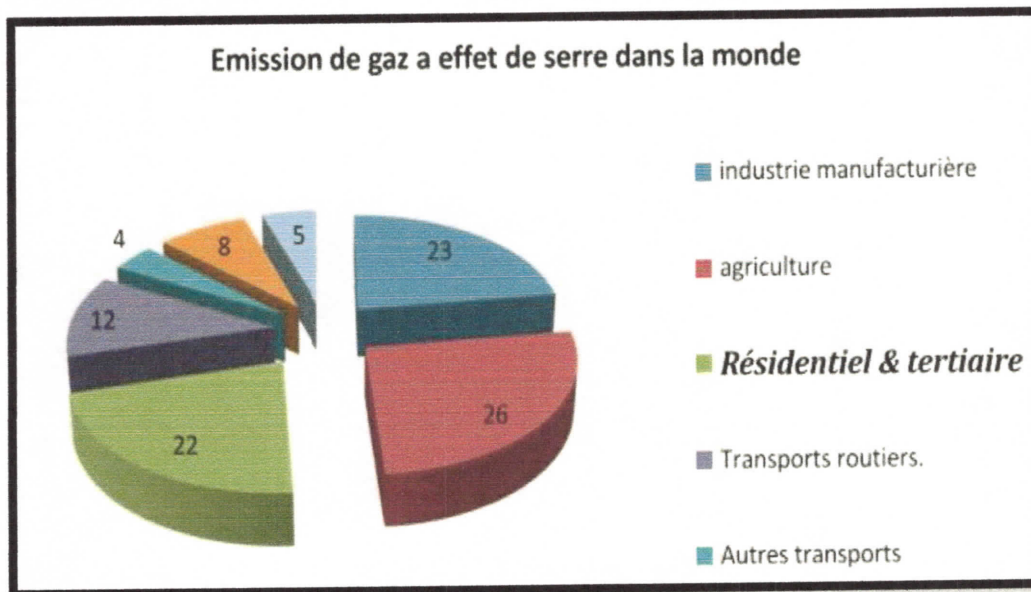


Figure 6 : Répartition approximative des émissions de gaz à effet de serre par secteur, pour l'année 2000, source: (IPCC & AIE)

1.4.3. Emissions de GES en Algérie :

L'Algérie est concernée aussi par le phénomènes de l'effet de serre du aux émissions de CO2. Les émissions de CO2 sont en augmentation de 15,63 % sur la période 1994-2000. Cette augmentation est eu avec moyenne de 2,5 % annuellement.¹⁹

¹⁸ Ibid. Page 22

¹⁹ «seconde communication nationale de l'Algérie sur les changement climatiques.», 2010. Page 20

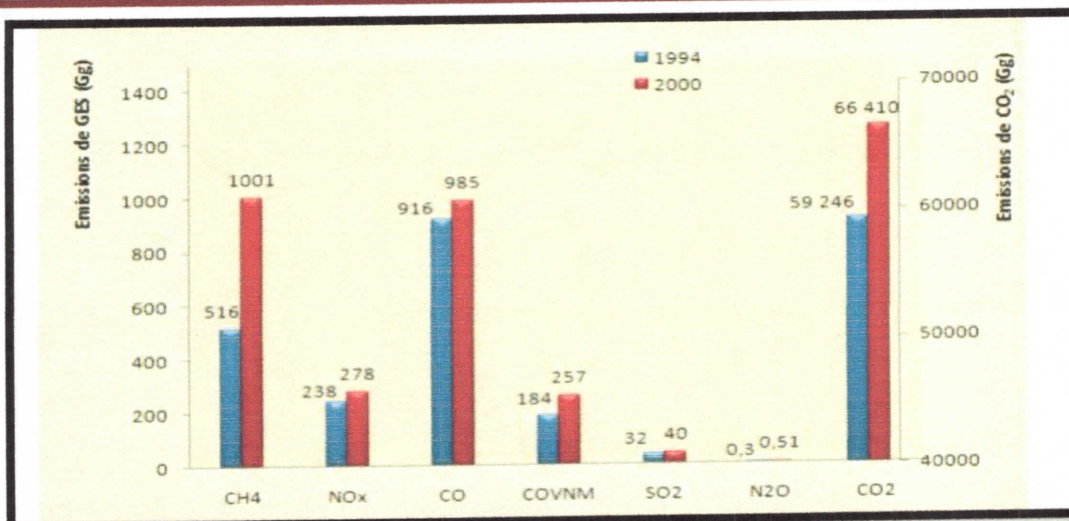


Figure 7 : Comparaison des émissions de GES entre 1994 et 2000 du secteur d'énergie , source: (seconde communication nationale de l'Algérie sur les changements climatiques 2010)

La mesure de ces gaz, montre que le CO2 est en croissance régulière, en passant de 360 ppm en 1995 à 380 ppm en 2007, avec une augmentation annuelle de 2 ppm/an. Ces concentrations sont passées à 385 ppm en 2008 avec une variation saisonnière: maximum au printemps et minimum en automne, en relation avec le cycle de la photosynthèse de la végétation. Le méthane, quant à lui, a augmenté entre 1996 et 2002 puis s'est stabilisé durant les dernières années(Tamanrasset).Les émissions dues à la combustion de l'énergie s'élèvent à environ 109 Millions de tonnes de CO2, soit un TCAM de 4,48 % entre 2000-2009.²⁰

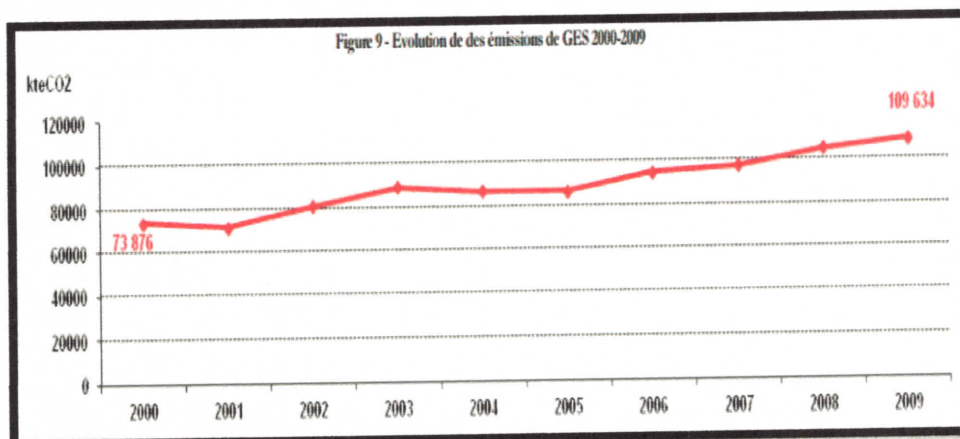


Figure 8 : Evolution des émissions de GES 2000-2009 (l'Algérie APAREU 2007)

1.4.4. Le part des bâtiments en Algérie :

Les principaux indicateurs sont:

- Emissions dues à l'énergie consommée sont de 40 Milliers tonnes CO2.

²⁰CCNUCC «seconde communication nationale de l'Algérie sur les changements climatiques.» 2010 , <http://unfccc.int/resource/docs/natc/algnc2.pdf> (accès le février, 2016).

- Soit un niveau d'émissions par TEP consommée de 1.22 Kg teq CO₂.
- Soit un niveau d'émissions par Milliards de DA produit de 5.334 teq CO₂.²¹

	Consommation (ktep)	Emissions GES (Teq CO ₂)
AGRICULTURE et HYDRAULIQUE	1 130	1 538
INDUSTRIE et BTP	3 226	3 881
RESIDENTIEL et TERTIAIRE	7 047	6 312
TRANSPORT	5 536	9 574
INDUSTRIES ENERGETIQUES	5 889	18 544

Figure 9 : Répartition approximative des émissions de gaz à effet de serre hors ozone, source: (APARUE 2007)

Le secteur du bâtiments occupe le troisième poste le plus émetteur des rejets nationaux ; l'utilisation du gaz naturel par les ménages étant à l'origine d'une grande partie de ces émissions. Dans le bilan des émissions de GES (figure 10).

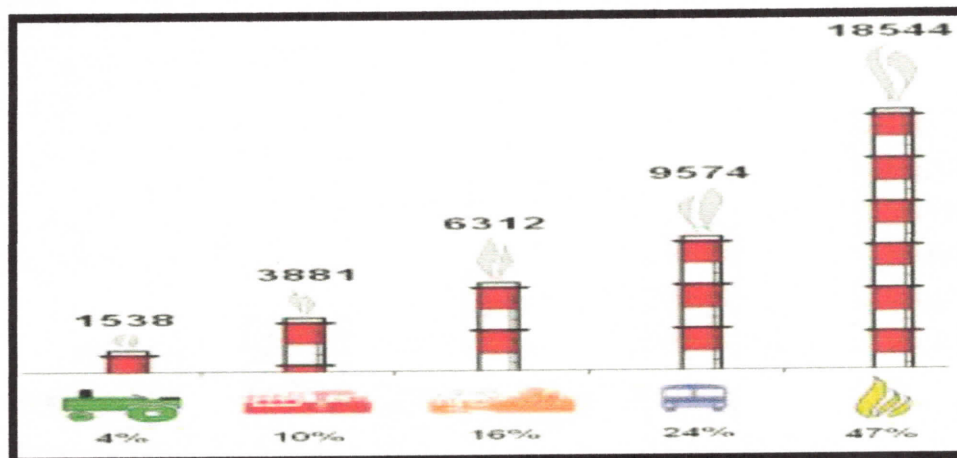


Figure 10 : bilan des émissions de GES de l'année 2005, source: (APARUE 2007)

1.4.5. Conséquences et Impact des concentrations en gaz à effet de serre sur le climat :

Lorsqu'on analyse des carottes de glace (prélevée à Vostok dans l'Antarctique), on constate que l'évolution de la courbe de la température globale moyenne à la surface du globe terrestre suit celle de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère.²²

²¹ APRUE. «Consommation Énergétique Finale de l'Algérie.» APAREU. 2007. www.aprue.org.dz (accès le février 7, 2016). P 11.

²² «Enjeux énergétiques et environnementaux.», F. Fontaine & R. Peeters Avenue du Port 86C/3000 - 1000 Bruxelles, novembre 2014. <http://www.pebchauffagebru.be> (accès le 1 mars 25, 2016). Page 22

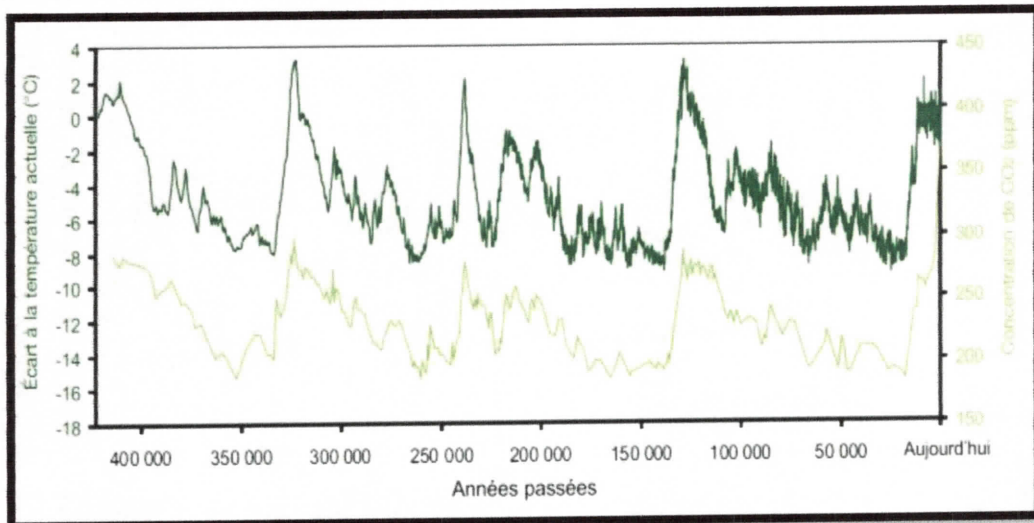


Figure 11 : Evolution de la température globale moyenne et de la concentration en CO2 au cours de 400 000 dernières années, source: (World Data Center for Paleoclimatology s.d.)

L'augmentation de la température globale moyenne depuis la moitié du IX^e siècle est mise en évidence dans le graphique suivant :

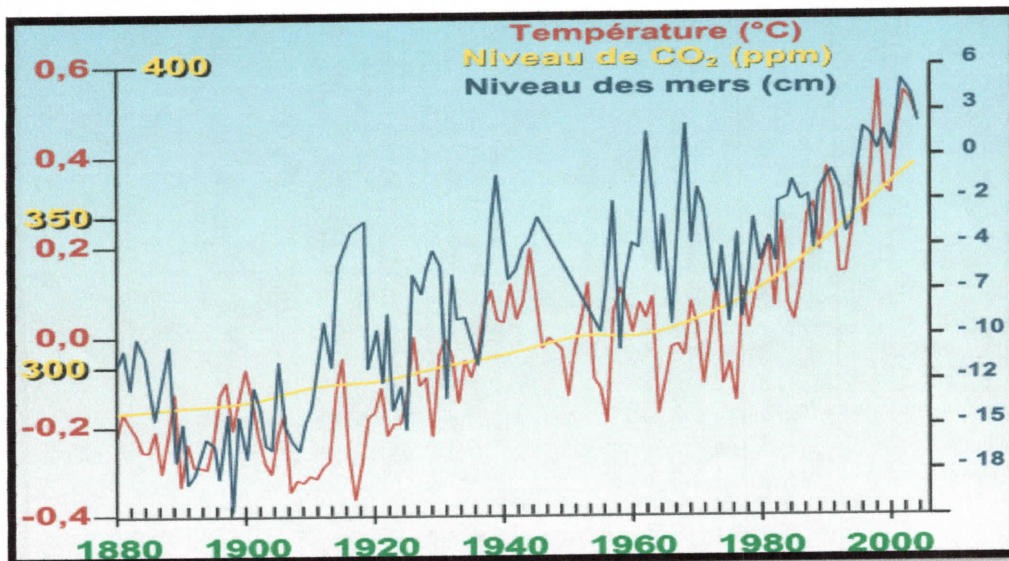


Figure 12 : Evolution de la température globale moyenne estimée depuis 1850, source: (Alain décembre 2005)

1.4.6. Des négociations internationales aux actions européennes :

Afin de palier une partie de ces problèmes les énergie renouvelables constitue , avec l'utilisation rationnelle de l'énergie , un élément important d'une politique énergétique durable qui vise la réduction des émission de CO2 , un objectif auquel a souscrit l'union européenne. Les négociations internationales sur le climat entamées.

❖ Le protocole de Kyoto :

Pour lutter contre le réchauffement de la Terre, le protocole de Kyoto a prescrit pour 2008-2012, par rapport à 1992, une réduction d'au moins 5% des émissions mondiales de gaz à effet de serre d'origine anthropique. La réduction est exigée aux pays développés, une dispense étant accordée aux pays en développement et aux pays émergents. Le clivage ainsi entériné signifie que les pays développés doivent se préoccuper du changement climatique pendant que les autres pays se préoccupent de leur développement.²³

Le changement des comportements de consommation énergétique, engagé par le protocole de Kyoto notamment, est guidé par 3 principaux leviers :

- La législation contraignant la consommation et incitant à l'économie.
- Le coût de l'énergie et une volonté d'optimisation économique.
- La prise de conscience environnementale.²⁴

❖ L'Algérie et le protocole de Kyoto :

L'Algérie est partie définitive du protocole de Kyoto le 17 mai 2005. Le 2 juillet, L'autorité Nationale Désignée - MDP Arrêté Interministériel du 2 février 2006, relatif à l'autorité nationale désignée (AND) dans le cadre des mécanismes de développement propre – MDP du Protocole de Kyoto (JO n° 12 – 2006)

Les études d'atténuation des émissions de GES à réaliser en Algérie ont mis en évidence l'existence d'un potentiel MDP assez important, estimé à 40 milliers de teq CO₂.²⁵

❖ COP 21 :

La COP21, qui s'est déroulée à Paris du 30 novembre au 11 décembre 2015, avait pour but de freiner les évolutions du dérèglement climatique qui menacent nos sociétés et nos économies. Les objectifs de cette conférence étaient ambitieux : accueillir au Bourget plus de 40 000 personnes, délégués et observateurs ; assurer un rôle de facilitateur entre toutes les parties prenantes afin que soit trouvé un accord universel et contraignant pour maintenir la température globale en deçà de 2 °C.²⁶

²³ Ambrosi, Jean-Louis Bal, et autres , « *Kyoto et l'économie de l'effet de serre. Paris* » éditeur : La documentation française, 2003, 265 page : page 7

²⁴ France, Schneider Electric , « *Le livre blanc de l'Efficacité énergétique.* » schneider-electric. Édité par pemaco , Février 2011. www.schneider-electric.fr (accès le février 25, 2016). Page 12

²⁵ Kamel, Djemouai , « *L'Algérie et le Processus des Changements Climatiques , Dialogue Interministériel sur les Changements.* » , 13 Mars 2009. http://www.undpcc.org/docs/Inter-Ministerial%20Dialogues/Algeria/alg%E9rie_presentation_climate_change.pdf , (accès le février 2016).

²⁶ Kamel, Djemouai , « *L'Algérie et le Processus des Changements Climatiques , Dialogue Interministériel sur les Changements.* » 13 Mars 2009. http://www.undpcc.org/docs/Inter-Ministerial%20Dialogues/Algeria/alg%E9rie_presentation_climate_change.pdf (accès le février 2016). Page

❖ Le cop 21 et l'Algérie :

L'Algérie a participé au COP 21 pour l'adoption d'un nouvel accord international "ambitieux", orienté vers l'action et fondé sur l'équité. , d'aujourd'hui et de demain, ainsi que sur la solidarité climatique inspirée par le sens de l'appartenance commune à un destin planétaire partagé L'Algérie Participe pleinement aux négociations très active et efficiente au Processus des Négociations du Nouvel Accord Climatique Mondial (COP 15 – décembre 2009).²⁷

1.5.Energie et développement durable :

La maîtrise de la demande future d'énergie et des conditions d'approvisionnement constitue un enjeu politique majeur pour l'ensemble de la planète. Elle est rendue d'autant plus difficile que l'humanité doit faire face à un double défi.

- Celui de la satisfaction des besoins énergétiques d'une population mondiale qui croitra encore au cours des prochaines décennies, et dont un large part accrue d'énergie.
- Celui posé par la nécessaire diminution des émissions des gaz à effet de serre, inhérentes à l'utilisation des combustibles fossiles, et des émissions d'autres gaz polluants, qui menacent les équilibres climatiques et environnementaux de la terre. ²⁸

C'est tout l'enjeu du développement durable, notion dans laquelle le mot de développement n'est pas moins important que l'idée de responsabilité vis-à-vis des générations futures qu'implique la notion de « durabilité », dans ses trois dimensions économique, sociale, et environnemental. ²⁹

Le problème des modes de production et leur répartition équitable est donc crucial pour l'humanité, et le développement durable implique dans ce cadre une Approche qui doit viser d'une part à réduire la consommation d'énergies et d'autre part à substituer de nouvelles sources d'énergies aux énergies fossiles.

L'enjeu majeur tient donc dans la relation que nous avons à l'énergie. Comment nous la consommons, la valeur que nous lui attribuons, le prix que nous acceptons de payer pour l'obtenir, les moyens que nous mettons en œuvre pour la maîtriser et la protéger. Tendre vers une utilisation efficace de l'énergie, c'est faire le lien entre notre consommation d'énergie et nos émissions de CO₂, entre le coût d'investissement d'une installation énergétique et son taux de rentabilité, entre une économie et un niveau de confort, etc.³⁰

²⁷Ibid.page

²⁸Monique LALLEMAND, et autres , «ÉNERGIE :RESSOURCES, CONVERSION,UTILISATION.» CONJONCTURE , 2004. <http://www.cnrs.fr/comitenational/doc/rapport/2004/lesateliers/133-156-Chap6-energie.pdf>.

²⁹France, Schneider Electric ,«Le livre blanc de l'Efficacité énergétique.» *schneider-electric*. Édité par pemaco. Février 2011, www.schneider-electric.fr (accès le février 25, 2016). Page 12

³⁰cnrs. «L'energie.» 2013. http://www.cnrs.fr/fr/organisme/docs/espacedoc/energie_fr_web.pdf (accès le février 2016). Page 4.

Donc Le problème des énergies, de leur consommation comme de leur production, de leur stockage et de leur transport est majeur ; ses solutions ne sont que partiellement connues et nécessitent une recherche scientifique et technique considérable, à soutenir dès aujourd'hui pour anticiper la fin des combustibles fossiles. Au-delà des aspects technologiques, une politique mondiale de l'énergie, basée sur une approche pacifique et non sur un système de domination, est incontournable. Un droit d'accès à l'énergie est souhaitable pour les pays les plus pauvres, et cela doit passer par une mise à disposition de nouvelles technologies, respectueuses de l'environnement, mais très chères ; voilà sans doute le véritable défi du siècle à venir en matière d'énergie.³¹

1.5.1. La transition énergétique dans les bâtiments :

L'amélioration de l'efficacité énergétique dans les domaines de la mobilité et du bâtiment peut permettre des gains importants en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Cet axe de progrès est à la fois intéressant du point de vue des émissions, qui peuvent être réduites, et de la facture énergétique, qui peut être diminuée d'une part le fait d'une moindre consommation d'énergies fossiles et d'une autre part le gaspillage de l'environnement L'AIE a urgemment recommandé aux pays de renforcer leurs standards d'efficacité énergétique, afin que les coûts totaux des bâtiments soient minimisés sur une période de 30 ans. Elle a également encouragé la construction de bâtiments passifs et à « zéro énergie », et a demandé aux gouvernements de définir des objectifs de parts de marché de ces bâtiments pour 2020.³²

1.5.2. Les stratégies nationales pour la maîtrise d'énergie :

L'Algérie a pris conscience très tôt de la nécessité de maîtriser et rationaliser l'utilisation de l'énergie. Déjà, dans le milieu des années 70, le passage à l'heure d'été, à l'instar des européens, devait permettre une économie d'énergie, en diminuant notamment la consommation d'énergie liée à l'éclairage électrique.³³

Actuellement, la politique nationale de maîtrise de l'énergie se décline en trois axes majeurs :

- l'introduction des normes et exigences d'efficacité énergétique, notamment les normes d'isolation thermique dans les bâtiments neufs ainsi que les normes d'efficacité énergétique et d'économie d'énergie s'appliquant aux appareils fonctionnant à l'électricité, aux gaz et aux produits pétroliers ;
- le contrôle de l'efficacité énergétique, notamment des bâtiments, des appareils

³¹ Ibid. page 5

³² Académie des sciences. « Avis de l'Académie des sciences sur : « Changement climatique et transformation du système énergétique ». » 3 Novembre 2015. http://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/avis_031115.pdf (accès le mars 2016).

³³ Denker El Hassar et autre, « guide pour une construction eco-énergétique en Algérie », Édité par GIZ Dag hammar skjold- weg 1-5 65 760 ESchborn. 2013, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et de la ville, Alger. Page 22

- l'audit énergétique obligatoire et périodique des établissements grands consommateurs d'énergie dans les secteurs de l'industrie, du transport et du tertiaire.

Dans le Domaine du bâtiment, la politique algérienne en terme de gestion d'énergie, essentiellement dans le secteur du bâtiment se traduit par les actions de quelques entités : l'APRUE soutenu par son bras financier le Fonds National pour la Maîtrise de l'Energie (FNME) et le Programme National de Maîtrise de l'Energie (PNME). A cela il faudra ajouter la collaboration des centres de recherches liés au domaine des bâtiments comme le centre du développement des énergies renouvelables (CDER) et le Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment (CNERIB) et bien évidemment le ministère de l'Energie et des Mines. Il s'agit de voir dans le détail l'état des lieux de ces politiques et éventuellement le suivi et les prémices de résultat ou le cas contraire les obstacles qui entravent leurs exécutions.

1.5.3. Les programmes de la maîtrise de l'énergie dans les bâtiments :

L'APAREU a lancée le Programme National de la Maîtrise de l'Energie 2010-2014 dans des différents secteurs notamment le secteur du bâtiment, le transport, l'industrie et la consommation des ménages et des entreprises :

Il a été établie à partir :

- Des orientations de la politique de développement économique et social.
- Des études de prospective des consommations énergétiques.
- Des orientations définies.

Les objectifs et les moyens de mise en œuvre de la politique de maîtrise de l'énergie, Caractère de catalyseur de projets émanant des opérateurs économiques. À la volonté de l'Algérie de favoriser une utilisation plus responsable de l'énergie et d'explorer toutes les voies pour préserver les ressources et systématiser la consommation utile et optimale. ³⁴

Il s'agit des programmes "Eco-lumière", "Pop-air", "Top-industrie", "Eco-bât" et "Alsol" que l'agence a élaborés dans le cadre de la stratégie nationale de la maîtrise de l'énergie, selon le dernier numéro de la "lettre de l'APRUE"

Dans le secteur du bâtiment on s'intéresse aux initiatives suivantes :

❖ Programme Eco-Lumière:

A Pour objectif d'introduire l'éclairage performant dans les ménages, de réduire leur facture d'électricité et de favoriser à terme l'émergence d'un marché national de lampes à basse consommation. Ces lampes sont destinées à remplacer les lampes à incandescence

³⁴Aprue. « Bulletin trimestriel de. 14 Avril 2009 ». www.aprue.org.dz (accès le février 2, 2016). Page 22



Figure 13 : Les lampe à basse consommation qui sont lancés dans le marché algérienne par l'APAREU (Aprue 2009)

❖ Programme Eco-Bât:

Isolation thermique des bâtiments par la Mise en application de la réglementation thermique des bâtiments :

- Les actions de maîtrise de l'énergie proposées pour ce secteur portent notamment sur l'introduction de l'isolation thermique des bâtiments qui permettront de réduire d'environ 40% la consommation d'énergie liée au chauffage et à la climatisation des logements.
- Il s'agit d'apporter le soutien financier et technique nécessaire à la réalisation de logements assurant une optimisation du confort intérieur en réduisant la consommation.
- Mise en application de la réglementation thermique des bâtiments.³⁵

Dans ce cadre Il est prévu la réalisation de 600 logements à haute performance énergétique répartis sur l'ensemble des zones climatiques, dans le cadre d'un partenariat entre l'APRUE et onze Offices de gestion et de promotion immobilière (OPGI).³⁶

❖ Programme ALSOL et Développement du chauffe-eau solaire:

- Développement du chauffe-eau solaire La pénétration du chauffe-eau solaire (CES) en Algérie reste embryonnaire mais le potentiel est important. Il est prévu, dans ce sens, le développement du chauffe-eau solaire en le substituant progressivement au chauffe-eau

³⁵ Aprue. « Bulletin trimestriel de. 14 Avril 2009 ». www.aprue.org.dz (accès le février 2, 2016). Page 25

³⁶ Aprue. « Bulletin trimestriel de. 14 Avril 2009 ». www.aprue.org.dz (accès le février 2, 2016). Page 26

traditionnel. L'acquisition d'un chauffe-eau solaire est soutenue par le fonds national pour la maîtrise de l'énergie (FNME).

- Installation de 4 000 m² de chauffe-eau solaire individuel (CESI).
- Installation de 3 000 m² de chauffe-eau collectif (CESC).³⁷

❖ Programme des énergies renouvelables:

L'Algérie s'engage avec détermination sur la voie des énergies renouvelables afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile.³⁸

❖ Poursuite des efforts de sensibilisation:

Dans un contexte marqué par une forte hausse de la demande d'électricité, l'APARUE, en partenariat avec SONELGAZ, a mené entre le 8 décembre 2008 et le 28 février 2009 sa campagne traditionnelle de communication audiovisuelle destinée au grand public pour la sensibilisation à une meilleure utilisation de l'énergie électrique.³⁹

Les objectifs de cette campagne étaient de :

- Sensibiliser le consommateur aux économies d'énergie en l'incitant à passer à l'acte,
- Montrer et expliquer les bons gestes à adopter au quotidien,
- Alerter sans dramatiser,
- Aider à réduire la facture énergétique du consommateur tout en préservant son confort,

1.6. Les lois pour maîtrise d'énergie en Algérie :

Les lois algériennes sur la maîtrise de l'énergie sont des loi-cadre. Elles traduisent un des objectifs fondamentaux de la politique énergétique nationale, à savoir la gestion rationnelle de la demande d'énergie.

La notion de "maîtrise de l'énergie", dans la loi, couvre l'utilisation rationnelle de l'énergie, le développement des énergies renouvelables et la protection de l'environnement des effets néfastes du système énergétique. 2. Les options du modèle de consommation énergétique nationale (voir annexe II fichier numériques)

³⁷ Ibid. P25

³⁸ Ibid. P11

³⁹ Ibid. P10

Conclusion :

Dans les débats économiques et politiques à travers le monde entier, le thème de l'énergie occupe la place prépondérante. Certes l'énergie rend des services à l'humanité sous différentes formes mais la consommation excessive en fait la première responsable des problèmes environnementaux et la première cible des politiques énergétiques. A travers ce chapitre Nous avons constaté que le problème du changement climatique est omniprésent dans nos médias depuis déjà longtemps et bouleverse de plus en plus notre vie quotidienne, agissant sur nos modes de consommation et influant sur les choix de société. Pour beaucoup de personnes honnêtes intellectuellement l'affaire est entendue et l'homme agit fortement sur le climat au point qu'on nous annonce des catastrophes à venir si nous ne réduisons pas nos rejets de gaz à effet de serre.

Donc la maîtrise de l'énergie est très important afin d'arriver à une bon utilisation efficace. L'objectif de l'efficacité énergétique au niveau de la demande est de montrer l'importance de l'organisation des moyens et de l'utilisation de toute une gamme d'instruments pour la mise en œuvre d'une politique d'utilisation rationnelle de l'énergie à la hauteur des enjeux et des objectifs.

En effet Le secteur du bâtiment peut constituer un élément de réponse majeur aux défis énergétiques et environnementaux. Donc dans le prochain chapitre nous allons voir que l'efficacité énergétique des bâtiments apparaît comme un moyen incontournable pour aller vers des bâtiments plus économes.

L'utilisation des énergies dans le domaine de bâtiment peut s'orienter vers des ressources naturelles comme les énergie renouvelables et matériaux durables par l'application des procédés bioclimatique apparaît comme un moyen incontournable pour aller vers des bâtiments plus économes en énergie.

Nous constatons aussi que l'Algérie doit faire face à plusieurs défis dans le futur. Elle doit surtout repenser le problème de l'énergie dans sa globalité et prendre conscience de ses possibilités d'économies d'énergie. Et pour cela, notre pays doit établir une véritable politique énergétique s'appuyant sur un modèle permettant un usage rationnel du potentiel énergétique avant la date fatidique de l'épuisement de ses ressources fossiles. Sur le plan réglementaire, de nombreux textes existent mais en l'absence de textes d'application, ils restent sans effet, d'où le besoin urgent de dispositifs complémentaires notamment les incitatifs et la mise en place d'un mécanisme financier approprié afin de promouvoir l'amélioration des performances thermiques dans le bâtiment.

Chapitre 2: Définitions et concepts sur l'efficacité énergétique des bâtiments

2.1. Introduction :

Aujourd'hui, les bâtiments jouent un rôle très important dans la dépense énergétique, Gérer l'énergie devient une nécessité, tant au niveau économique qu'éthique. La recherche de la diminution des consommations énergétiques est un sujet qui préoccupe les gestionnaires de parcs de bâtiments. En effet La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments doit être pensée globalement : porter à la fois sur le bâti, et sur les équipements et systèmes qui les composent. Pour que la démarche soit complète, elle devra aussi intégrer le recours aux énergies renouvelables. Si beaucoup a déjà été fait, le potentiel de réduction de consommation d'énergie induit par les nouveaux équipements Or, les solutions techniques existent déjà et sont complémentaires des démarches sur l'enveloppe du bâtiment. Ce mémoire traite l'approvisionnement énergétique dans le secteur du bâtiment, donc il est nécessaire d'expliquer, dans ce chapitre, les différents définitions et concepts ayant un rapport avec le thème, à savoir l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment toute en ciblant la classification des bâtiments à efficacité énergétique.

2.2. Définition de l'efficacité énergétique:

Le mot efficacité vient du mot latin « efficere » qui signifié : « réaliser quelque chose », efficacité est donc le rapport entre bénéfice et les efforts qui permettent de réaliser ce profit et peut donc être assimilé à rendement ou effet.

En termes scientifiques, l'efficacité énergétique représente le rapport de l'énergie consommée à l'énergie produite.⁴⁰

En 2006, une directive du Parlement européen définit l'efficacité énergétique comme « le rapport entre les résultats, le service, la marchandise ou l'énergie que l'on obtient et l'énergie consacrée à cet effet ».⁴¹

D'autre part Cette notion est souvent interprétée dans un sens plus large pour désigner les technologies et pratiques permettant de diminuer la consommation d'énergie tout en maintenant un niveau de performance finale équivalent. Donc c'est « faire mieux avec moins ».⁴²

⁴⁰FIEEC, groupe efficacité énergétique , «Efficacité énergétique des bâtiments.»feec. Septembre 2011. www.feec.fr, (accès le février 26,2016) ,P 4

⁴¹Hugues Vérité,Gilles Herry,Eric Nicolas ,«OPTIMISATION DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE des bâtiments publics par la mise en œuvre des Contrats de Partenariat.»Gimélec , Édité par © Gimélec, 2007 ,<http://www.gimelec.fr/>, (accès le février 2016). P 11.

⁴²France, Schneider Electric ,«Le livre blanc de l'Efficacité énergétique.»schneider-electric ,Édité par pemaco. Février 2011. www.schneider-electric.fr, (accès le février 25, 2016) , Page 13.

L'amélioration de l'efficacité énergétique consiste donc, par rapport à une situation de référence à :

- Augmenter le niveau de service rendu, à consommation d'énergie constante.
- Économiser l'énergie à service rendu égal.
- Réaliser les deux simultanément.
- Ainsi, les solutions d'efficacité énergétique visent à améliorer la performance délivrée avec une moindre consommation d'énergie.⁴³

2.3. Pourquoi l'efficacité énergétique est-elle nécessaire :

En augmentant l'efficacité énergétique, nous utilisons moins d'énergie et nous réduisons du même coup les émissions de gaz à effet de serre, protégeant ainsi l'environnement. La sécurité de l'approvisionnement en énergie s'en trouve également renforcée. Et n'oublions pas qu'en adoptant des solutions favorisant l'efficacité énergétique, nous dépensons moins d'argent pour l'énergie.⁴⁴

2.4. L'efficacité énergétique des bâtiments :

L'efficacité énergétique d'un bâtiment est sa propension à gérer sa propre énergie, à optimiser les flux, à en produire pour la renouveler, à la mesurer, la répartir, l'optimiser. Donc Un bâtiment justifiant d'une bonne efficacité énergétique est un bâtiment performant qui vise l'équilibre entre production et consommation d'énergie⁴⁵

2.4.1. Démarche et étapes de l'efficacité énergétique :

Pour atteindre cet objectif au sein d'un bâtiment, deux types de leviers complémentaires peuvent être activés :

- L'efficacité énergétique passive : éviter les déperditions en renforçant la performance thermique du bâtiment (isolation, parois vitrées) .
- L'efficacité énergétique active : réduire les consommations d'énergie en optimisant le fonctionnement des équipements et des systèmes.⁴⁶
- Le comportement des utilisateurs : formation, sensibilisation à la sobriété énergétique.⁴⁷
- La diminution les besoins relatifs au bâti.
- L'amélioration des équipements techniques du bâtiment et leur gestion.
- Le changement du comportement de l'utilisateur.⁴⁸

⁴³FIEEC, groupe efficacité énergétique , «*Efficacité énergétique des bâtiments.*» feec , Septembre 2011. <http://www.feec.fr> , (accès le février 26, 2016) , P 4.

⁴⁴Energy-bits «*efficacite_energetique.*» 2011 , <http://www.institut-entreprise.fr/> , (accès le février 23, 2016). Page 1

⁴⁵France, Schneider Electric , «*Le livre blanc de l'Efficacité énergétique.*» schneider-electric. Édité par pemaco , Février 2011 ,www.schneider-electric.fr (accès le février 25, 2016). Page 13

⁴⁶France, Schneider Electric ,«*Le livre blanc de l'Efficacité énergétique.*» schneider-electric. Édité par pemaco. Février 2011 ,www.schneider-electric.fr , (accès le février 25, 2016). Page 13

⁴⁷«*efficacité L'efficacité énergétique levier de la transition.*»www.pianoforte.fr. décembre 2012 , <http://www.fiee.fr/>.(accès le février 16, 2016) , Page 13

Il s'agit donc désormais de raisonner en termes de bilan énergétique du bâtiment, c'est-à-dire la différence entre l'énergie consommée et l'énergie produite. Une démarche s'impose : d'une part diminuer les consommations réelles (facteur technique et humain) et d'autre part compenser ces consommations par la production d'énergies renouvelables. C'est précisément en ce sens que se positionne l'engagement de certains constructeurs, fondé sur trois grands axes :

- Consommer moins en mettant en œuvre des solutions d'efficacité énergétique active.
- Produire propre en favorisant les énergies renouvelables.
- Consommer mieux en généralisant l'éco-conception de ses produits et équipements.⁴⁹



Figure 14 : Les leviers de l'efficacité énergétique, source : (NICE 2012)

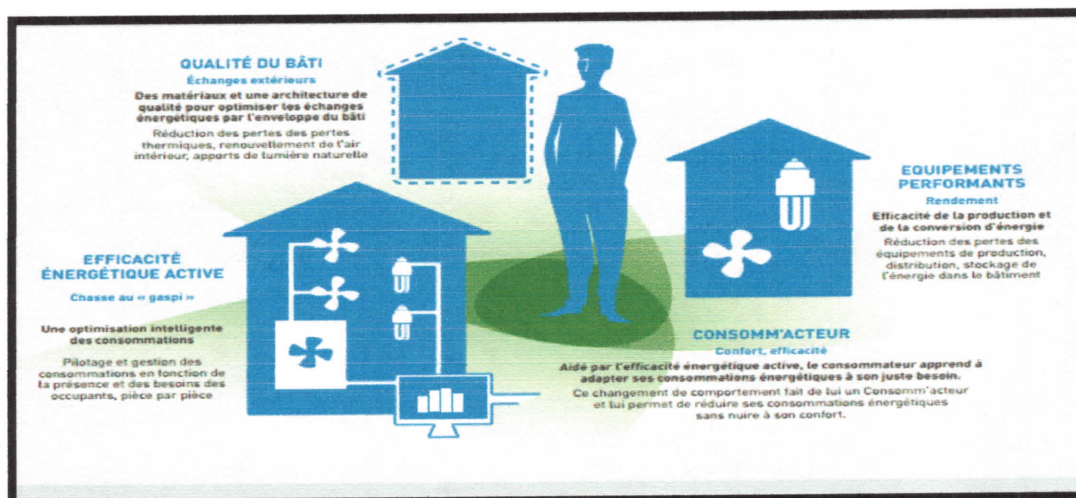


Figure 15: Vue d'ensemble des solutions d'efficacité énergétique, source: (efficacité L'efficacité énergétique levier de la transition 2012)

L'approche conceptuelle d'amélioration de l'efficacité énergétique est identique pour les secteurs résidentiel et tertiaire. En revanche la mise en pratique sur le terrain sera différente en raison des divergences liées aux aspects techniques, aux équipements, systèmes et solutions à

⁴⁸FIEEC, groupe efficacité énergétique, «Efficacité énergétique des bâtiments.»fee, Septembre 2011, <http://www.feec.fr>, (accès le février 26, 2016). P 5.

⁴⁹France, Schneider Electric, «Le livre blanc de l'Efficacité énergétique.», schneider-electric, Édité par pemaco. Février 2011. www.schneider-electric.fr, (accès le février 25, 2016). Page 14.

mettre en œuvre, aux coûts d'exploitation et de maintenance, aux méthodes de financement, aux temps du retour sur investissement.

La conception efficace ne se suffit pas à elle-même. Elle doit être appuyée à chaque instant par une gestion rationnelle de l'énergie. La maîtrise des consommations consiste à devenir acteur conscient de ses consommations.⁵⁰

2.4.2. Efficacités énergétique l'enjeu de demain.

L'augmentation du coût de l'énergie est aujourd'hui inéluctable, notamment sur les matières premières fossiles que sont le gaz, le pétrole ou le charbon. L'impact est direct sur le budget des ménages comme des entreprises, et donc sur l'importance que chacun porte à l'énergie consommée. Ces tarifs en hausse peuvent en effet être la principale motivation d'un changement de comportement de la part des utilisateurs. Face à cette prise de conscience motivée par des questions pécuniaires, les lois environnementales ont un poids d'autant plus grand sur la réduction des consommations, en imposant l'émergence de bâtiments éco-performants.⁵¹

2.5. La performance énergétique des bâtiments.

C'est la Quantité d'énergie consommée (ou estimée) pour répondre aux besoins de bon fonctionnement et de confort d'un bâtiment. Est exprimer (kWh/m² par ans).

D'après la directive UE relative à la performance énergétique du bâtiment (DPEB) les formes d'énergie thermiques et électriques suivantes doivent être prises en compte pour évaluer la performance énergétique : chauffage, eau chaude, refroidissement, ventilation, éclairage, énergie et auxiliaire d'alimentation des moteurs.⁵²

Un bâtiment performant sur le plan énergétique est un bâtiment qui consomme peu à confort et utilisation égale, et qui fonctionne grâce à des systèmes d'efficacité énergétique optimisés et adaptés.⁵³

2.5.1. 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

⁵⁰gem-ef,équipements de bureau, enseignement et formation «*Guide relatif a l'efficacite energetique : application a una etablissement scolaire.*», édité par le service des achats de l'état , mars 2013 , <http://www.economie.gouv.fr/>, (accès le février 2016). P 11

⁵¹France, Schneider Electric . «*Le livre blanc de l'Effcacité énergétique.*»schneider-electric. Édité par pemaco , Février 2011 , www.schneider-electric.fr (accès le février 25, 2016). Page 12.

⁵²France, Schneider Electric. «*Le livre blanc de l'Effcacité énergétique.*» schneider-electric. Édité par pemaco. Février 2011. www.schneider-electric.fr (accès le février 25, 2016). Page 29

⁵³Hugues Vérité,Gilles Herry,Eric Nicolas. «*OPTIMISATION DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE des bâtiments publics par la mise en œuvre des Contrats de Partenariat.*» Gimélec . Édité par © Gimélec. 2007. <http://www.gimelec.fr/> (accès le février 2016).P 7

mètre carré par an). Ce chiffre est complété d'un label, afin de visualiser facilement cette performance.⁵⁴

2.5.2. Les outils de diagnostic :

❖ le diagnostic de performance énergétique («DPE»):

Le Diagnostic de Performance Energétique (DPE) est un descriptif du logement ou du bâtiment et de ses équipements, avec une estimation de la consommation annuelle d'énergie (en kWh/m² par an) et de son coût afin de mieux évaluer la facture énergétique.

Elle prit en compte : le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le refroidissement et la ventilation. Le nombre d'occupants, le climat local et, l'isolation sont aussi comptabilisés. Pour les appartements avec une installation de chauffage et de production d'eau chaude collective, les calculs de consommations réelles se font sur la base de décomptes de charges ou de relevés des consommations c'est un bon outil de modification des comportements et d'amélioration des performances intrinsèques des bâtiments.

- Le DPE fait état :
 - Des caractéristiques et spécificités du bâtiment.
 - D'un descriptif des équipements énergétiques.
 - Du bon état des installations thermiques (de chauffage et de climatisation).
 - De l'isolation du bien immobilier de sa consommation moyenne d'énergie par m².
 - Des émissions de GE.
- Objectifs du DPE :
 - Dresser un bilan complet de la consommation énergétique d'un bien immobilier et proposer des solutions de rénovation et d'efficacité énergétique.
 - Informer les potentiels acquéreurs et locataires sur leur facture énergétique et sur les émissions de GES de leur future habitation.
 - Le DPE permet de classer les logements. Au même titre que les appareils ménagers, les logements se voient attribuer une étiquette classant leur niveau de performance énergétique

❖ L'étiquette énergétique climatique:

Afin d'afficher un résumé du diagnostic de performance énergétique de manière pédagogique, le logement ou bâtiment est classé sur deux étiquetés « énergie » et « climat ».⁵⁵

❖ Etiquette énergétique :

⁵⁴Razika, KHARCHI., « L'efficacité énergétique dans le bâtiment ». 2013. <http://www.cder.dz/> (accès le février 6, 2016).page 8

⁵⁵Mohemed Amahdi, Jean Lemale,« Rénover votre maison: des solutios écologiques », paris: DUNOD, 2010. Page 161

Elle classe le logement/bâtiments en fonctions de sa performances énergétiques, exprimer en KWH/m².an l'échelle est graduée de A, pour les bâtiments les plus économes, à G , pour les plus énergivores.⁵⁶

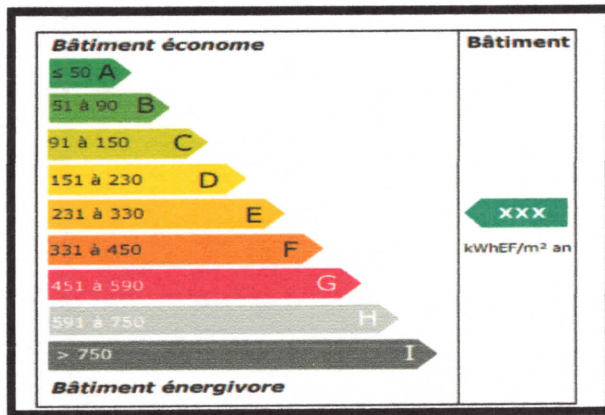


Figure16 : les étiquettes «énergie» du bâtiment, source : (Robillard, vers des bâtiments durables : les équipement et les solutions d'efficacités énergétiques 2012)

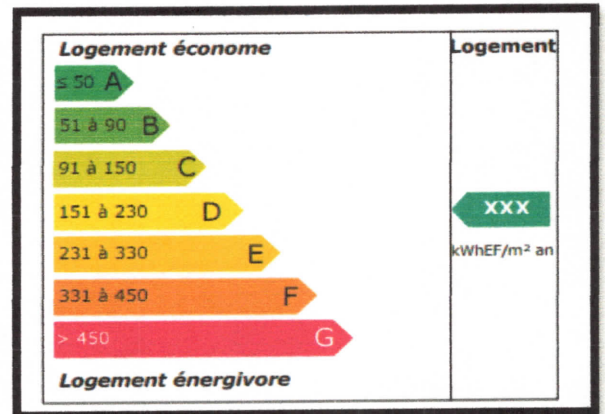


Figure 17 : les étiquettes «énergie» du bâtiment, source : (Robillard, vers des bâtiments durables : les équipement et les solutions d'efficacités énergétiques 2012)

❖ L'étiquette climatique :

Elle classe le logement / bâtiments en fonction de ses émissions de gaz à effet de serre, exprimées en Kg d'équivalent co2/m².an .L'échelle est également cotée de A, pour les logement

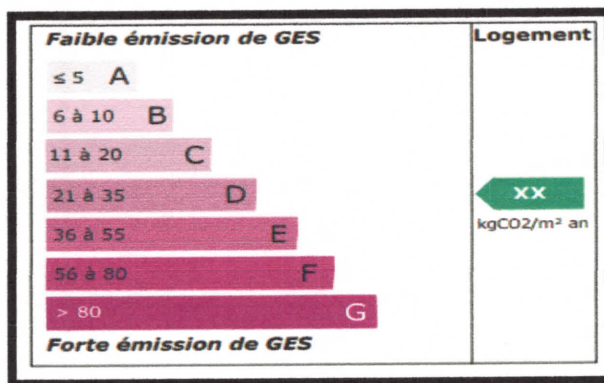


Figure 18 :les étiquettes climat dans le logement, source : (Robillard, Vers des bâtiments durables : les équipement et les solutions d'efficacités énergétiques 2012)

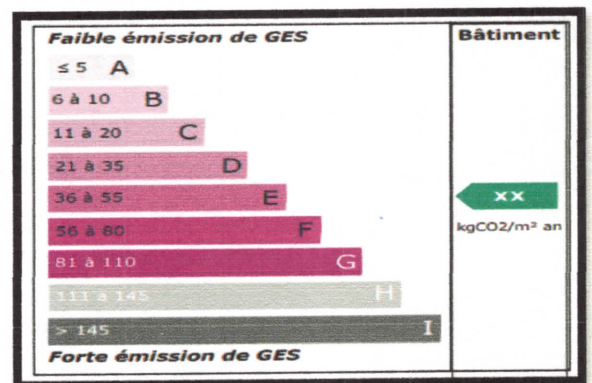


Figure 19 :les étiquettes climat dans le bâtiment, source : (Robillard, Vers des bâtiments durables : les équipement et les solutions d'efficacités énergétiques 2012)

faiblement émetteurs, à G pour les logement fortement émetteurs.⁵⁷

⁵⁶Ibid., page 162

⁵⁷Ibid., page 163.

2.5.3. L'audit énergétique :

Un audit énergétique est une description détaillée de l'utilisation qui est faite de l'énergie dans une entreprise. Il permet d'identifier les principaux postes de consommation et de mettre en évidence les pistes d'amélioration.

Il permet également de quantifier les économies d'énergie réalisables et d'évaluer la rentabilité des pistes identifiées. La réalisation d'un audit implique une analyse détaillée des flux énergétiques en présence, mais aussi des différents procédés de production et de fonctionnement de l'entreprise. Cet exercice consiste à mettre en relation le type d'énergie et la quantité qui est consommée avec ce pourquoi cette énergie a été consommée.⁵⁸

❖ L'audit énergétique en Algérie

L'audit énergétique est inscrit au titre de la loi sur l'énergie n°09-99 : L'audit comprend selon la loi « un ensemble d'investigations techniques et économiques, des contrôles des performances énergétiques des équipements et procédés techniques, l'identification des causes de la surconsommation et la proposition d'un plan d'actions correctives ».⁵⁹

Le décret exécutif n°05-495 définit l'audit énergétique comme « l'examen et le contrôle des performances énergétiques des installations et des équipements des établissements industriels, de transports et du tertiaire, en vue de l'optimisation énergétique de leur fonctionnement ». Ainsi, ce décret met en place les modalités de la mise en œuvre de l'audit énergétique. Il s'agit principalement :

- De mesurer les performances énergétiques des installations et des gros équipements.
- D'analyser l'évolution des consommations d'énergie.
- D'évaluer les émissions polluantes dues aux consommations énergétiques.
- D'identifier les possibilités d'économie d'énergie et/ou de substitution inter-énergétique favorable sur le plan de l'efficacité énergétique et de l'environnement ; les possibilités d'économie
- D'élaborer un plan d'action corrective comportant les opérations à réaliser et leur coût économique.⁶⁰

Ces tâches sont sanctionnées par un rapport qui doit comporter :

- Un bilan énergétique d'ensemble.
- Une analyse de chaque poste de consommation et des opérations significatives.

⁵⁸ Ibidem.

⁵⁹ Astrid , Denker, El Hassar S.M.K, et Saad baradiy Ing ,« guide pour une construction eco-énergétique en Algérie » , Édité par GIZ Dag hammar skjold- weg 1-5 65 760 ESchborn. 2013, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et de la ville, Alger. p85

⁶⁰ Ibidem.

- Une évaluation des évolutions des consommations d'énergie et des émissions polluantes.
- Une présentation des gisements éventuels d'économie d'énergie, de substitution Énergétique, de réduction des émissions polluantes et le plan d'actions correctives.⁶¹

La périodicité de l'audit est de trois (03) ans pour les établissements industriels et de transports et de cinq (05) ans pour les établissements tertiaires. Le décret prévoit également que le rapport d'audit doit être transmis à l'APRUE afin de constituer une base de données des établissements gros consommateurs d'énergie et tenir informé le Ministère de l'Énergie et des Mines (MEM) des audits réalisés accompagnés de l'évaluation des résultats des rapports d'audit.⁶²

On ne retrouve pas dans les textes réglementaires algériens les méthodes de calcul des consommations des bâtiments et les seuils tolérés pour une évaluation des résultats. Notamment que la méthode de calcul de l'indice de consommation d'énergie n'est pas fournie. (Pour plus d'information consulter le guide d'éco énergétique en Algérie).⁶³

Un audit énergétique est en général réalisé en trois phases :

- phase 1, familiarisation avec la construction: visite des locaux, recueil des factures énergétiques, listing des équipements techniques, recueil des plans d'architecture, analyse comportemental des occupants.
- phase 2, analyse et traitement de données : analyse des factures, tracé de l'évolution des consommations, simulation thermique, évaluation du bilan thermique, thermographie pour les bâtiments le nécessitant, ré- partition des consommations par poste (qui consomme quoi et comment ?), choix des actions à entreprendre et à proposer avec les décideurs.
- hase 3, réalisation de « fiches actions » à court, moyen et long termes, calcul des in-avertissements, des économies envisageables et donc, des temps de retour sur investisse- ment, mise en relation avec les professionnels compétents pour la mise en œuvre des actions techniques avec devis.⁶⁴

2.6. bilan énergétique:

Un bilan énergétique est une approche globale, précise et détaillée de l'état énergétique de logement ou bâtiments réalisée par un professionnel formé à cet effet.⁶⁵

⁶¹ ibidem

⁶² Ibidem.

⁶³ Ibid. page 89

⁶⁴ Ibid. page 89

⁶⁵ © Les Pros de la performance. « Le bilan énergétique » 2013. <http://www.qualiteconstruction.com/> (accès le février 2016).

2.6.1. Label et règlement:

Les labels certifiant la performance énergétique des bâtiments sont des labels qui certifient les performances énergétiques des bâtiments permettent d'appréhender les règles de l'art qui régissent ces constructions car, non seulement ils imposent des exigences quant aux besoins de chauffage ou aux consommations des bâtiments, mais en plus ils proposent des solutions techniques permettant de les atteindre.⁶⁶

Il y a trois rôles pour les labels:

- Définir une nouvelle norme de marché,
- Etre un instrument d'action de collectivités territoriales,
- Anticiper une future réglementation,⁶⁷
- ❖ Les concepts purement énergétiques des labels:

Accompagnent des réglementations visant la performance énergétique des bâtiments ou sont simplement associées à des labels. En France, la réglementation propose cinq labels (*HPE*, *THPE*, *HPE EnR*, *THPE EnRet BBC*), soit plusieurs niveaux de performance différents.⁶⁸

- ❖ Les approches globales des labels:

Certains concepts découlent d'approches globales qui prennent en compte un grand nombre d'interactions du bâtiment avec son environnement, la question énergétique ne formant qu'une partie de ces interactions. C'est le cas des méthodes CASBEE (Japon) [CASBEE 2008], LEED (États-Unis d'Amérique) [USGBC 2008] et [BREEAM (Royaume-Uni) 2008] qui visent une labellisation ou une certification, mais aussi de la norme R-2000 au Canada, qui est associée à une réglementation [R2000 2005]. En France, la démarche HQE (Haute Qualité Environnementale), proposée aux maîtres d'ouvrage, ne fixe aucun objectif de performance des organismes certificateurs proposent des référentiels. Ces différentes approches globales visent à apprécier la « qualité environnementale » du bâtiment. Cependant, les critères de performance environnementale considérés sont nombreux et variables selon les approches, parfois subjectifs, et donc sujets à débats et controverses. D'autres concepts sont basés sur une approche économique⁶⁹

⁶⁶ TITTELEIN, Pierre, « bilan énergétique d'un batimet . », , décembre 2008 ,<https://tel.archives-ouvertes.fr/> , (accès le février 2016). P14.

⁶⁷ Carassus Jean, « Journée immobilier durable. »5 . novembre 2010. http://immobilierdurable.eu/images/2128_uploads/ESPI- novembre-JC.pdf (accès le février 2016).

⁶⁸ TITTELEIN, Pierre, « bilan énergétique d'un batimet . », , décembre 2008 ,<https://tel.archives-ouvertes.fr/> , (accès le février 2016). P16

⁶⁹ Ibid. page 18

Tableau 1: représente les différents labels énergétiques et environnementaux

Labels énergétiques centrés sur l'énergie	Labels environnementaux, articulant la cible énergie avec d'autres cibles environnementales et santé
<p>-Labels Basse Consommation:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Passivhaus allemand energie suisse. ➤ Effinergie BBC français. <p>- Labels Bonne performance énergétique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Energy Star américain. ➤ HPE, THPE français. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ HQE France, BREEAM Royaume et LEED USA. ➤ CASBEE (Japon).

Tableau 1:(source: auteur).

2.6.2. Les bâtiments performants.

Les concepts de bâtiments performants se trouvent le plus souvent définis dans le cadre de certifications, de labels ou de réglementations. Ils sont alors associés à un cahier des charges décrivant leurs objectifs ou à une méthode d'évaluation de leur niveau de performance. Leurs dénominations sont variées, chacune mettant l'accent sur une caractéristique majeure du bâtiment.

Les concepts de bâtiments performants se trouvent le plus souvent définis dans le cadre de certifications, de labels ou de réglementations. Ils sont alors associés à un cahier des charges décrivant leurs objectifs ou à une méthode d'évaluation de leur niveau de performance. Leurs dénominations sont variées, chacune mettant l'accent sur une caractéristique majeure du bâtiment.⁷⁰

Pour ces approches, les critères évalués sont peu nombreux, bien définis et quantifiables ce qui facilite l'identification des concepts sous-jacents. Ceux qui ont été identifiés sont les suivants :

❖ Le bâtiment à basse consommation ou « basse énergie » :

Ce bâtiment se caractérise par des besoins énergétiques plus faibles que les bâtiments standards. Ce premier niveau de performance peut être atteint par l'optimisation de l'isolation, la

⁷⁰Stéphane, Thiers, « Bilans énergétiques et environnementaux de bâtiments à énergie positive ». Hal. 2008. <http://www.hal.fr/> (accès le février 2016). P 14

réduction des ponts thermiques et l'accroissement des apports passifs. Ce concept ne comprend a priori aucun moyen de production local d'énergie, sans toutefois l'exclure.⁷¹

❖ Le bâtiment « passif »:

Ce bâtiment très faiblement consommateur d'énergie ne nécessite pas de systèmes de chauffage ou de rafraîchissement actifs : les apports passifs solaires et internes et les systèmes de ventilation suffisent à maintenir une ambiance intérieure confortable toute l'année. Ce concept inclut également une réduction des besoins en électricité spécifique et éventuellement une production d'électricité à base de sources d'énergie renouvelables. 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.⁷²

❖ Bâtiment à énergie positive (BEPOS) :

Bâtiment dont la performance énergétique est telle qu'il produit plus d'énergie qu'il n'en consomme. Les moyens de production énergétique des bâtiments BEPOS sont la plupart du temps le solaire photovoltaïque raccordé au réseau électrique, système le plus efficace et le plus rentable. Un bâtiment à énergie positive est un bâtiment passif (BEPAS) qui dépasse son besoin en énergie à travers la production d'énergies renouvelables.⁷³

❖ Le bâtiment « zéro énergie » ou « zéro net »:

Ce bâtiment combine de faibles besoins d'énergie à des moyens de production d'énergie locaux. Sa production énergétique équilibre sa consommation si celle-ci est considérée sur une année. Son bilan énergétique net annuel est donc nul⁷⁴

❖ Le bâtiment « intelligent » (en anglais : intelligent building) :

est un bâtiment qui présente une forme « d'intelligence », généralement apportée par des automates programmables et des systèmes informatiques de supervision. Ces équipements visent à améliorer la gestion de certaines fonctions modulables du bâtiment, telles que la protection solaire, la ventilation, le chauffage, l'éclairage ou la sécurisation des accès. Il existe une multitude de définitions de ce concept [Wong et al. 2005]⁷⁵

❖ Les critères d'évaluation propres aux bâtiments performants: Le besoin énergétique annuel de chauffage ; rapporté à une surface, généralement la surface chauffée.

❖ La consommation d'énergie: Egalement par unité de surface, pouvant inclure le chauffage, mais aussi l'eau chaude sanitaire, l'éclairage, la ventilation, les auxiliaires,

⁷¹Ibid. P 15

⁷²Ibidem.

⁷³Ibidem.

⁷⁴Ibidem.

⁷⁵ Ibid. page 18

voire les autres usages de l'électricité, cet indicateur étant le plus souvent exprimé en énergie primaire.

❖ La production d'énergie à partir de ressources renouvelables: Les concepts diffèrent surtout par les niveaux d'exigence de chacun d'eux vis-à-vis de ces caractéristiques.

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

- l'étanchéité du bâtiment à l'air
- les performances des équipements et des matériaux mis en œuvre
- des éléments non énergétiques, tels que la nature des matériaux (naturelle ou synthétique), le surcoût de la construction, les émissions de CO₂, le niveau de confort thermique etc.⁷⁶

Conclusion :

A travers ce chapitre on a constaté que L'efficacité énergétique s'appuie généralement sur l'optimisation des consommations, qui passe par la recherche de la moindre intensité énergétique (à service égal), une « utilisation rationnelle de l'énergie », des processus et outils plus efficaces. Le volet économies d'énergie cherche à réduire les gaspillages et les consommations inutiles visent aussi à réduire les coûts (directs et indirects) écologiques, économiques et sociaux induits par la production, le transport et la consommation d'énergie. Pour cette raison Les mesures d'efficacité énergétique sont de plus en plus considérées comme un moyen de parvenir à un approvisionnement durable en énergie, de réduire les émissions de gaz à effet de serre, d'améliorer la sécurité d'approvisionnement et de réduire le coût des importations, mais aussi de favoriser la compétitivité des économies .

Bien que l'importance de l'efficacité énergétique soit largement reconnue, beaucoup reste à faire pour diffuser les solutions permettant d'y parvenir. Des stratégies, des politiques et des directive sont été introduites ou publiées pour renforcer l'efficacité énergétique tel que les labels énergétiques ainsi que des outils de diagnostic énergétiques et certification énergétiques

En effet a travers l'architecture énergétique on trouve Plusieurs bâtiments performants qui se déferent selon la nomination et l'application des règlements et labels mais pas dans les objectifs de base car chaque bâtiment poursuit une démarche qui vise essentiellement à la réduction des besoins énergétiques (c'est-à-dire de la consommation) et en conséquence améliorer la performance énergétique et réduire l'impact environnemental, pour le développement d'un modèle de bâtiment préservant au premier lieu l'environnement.

⁷⁶TITTELEIN, Pierre , « bilan énergétique d'un batimet .», , décembre 2008 ,<https://tel.archives-ouvertes.fr/> , (accès le février 2016). P14

L'amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment, vise à la valorisation des ressources énergétiques locales ou à l'intégration de préoccupations environnementales durables et efficaces, c'est pourquoi on va voir dans le chapitre prochain quelque notion et théorie d'intégration de ces procédés (préoccupations environnementales) et durable dans le domaine du bâtiment.

Chapitre 3 : panorama sur les procédés constructifs durables

3.1. Introduction :

On a vu dans le chapitre précédent que Les bâtiments en Algérie sont les premiers grands consommateurs d'énergie le 3 em responsable d'émission de GES notamment par l'utilisation des ressources énergétiques fossiles (gaz, charbon, pétrole). Donc le passage vers une démarche énergétique globale a pour but d'intégrer concepts et responsabilité énergétique dès la naissance du bâtiment. Trop souvent, la conception architecturale n'intègre pas les éléments basiques liés à l'utilisation des énergies renouvelables (par des systèmes passifs et actifs) et les éco matériaux (traditionnel, moderne, recycler). Dans ces conditions, les efforts pour respecter les obligations de consommation d'une part et le respect de l'environnement d'autre part, deviennent énormes et dénaturent les caractéristiques voulues par le créateur.

Dans ce chapitre on va connaître les différents procédés constructifs durables et les différentes intégrations de ces procédés dans les bâtiments.

3.2. Définition les procédés constructifs durables :

Il s'agit des dispositifs techniques utilisé dans l'architecture durable (verte, écologique), qui peut obtenir des très bons résultats thermiques en été ou en hiver.⁷⁷

3.3. Application dans le bâtiment :

3.3.1. Utilisation des énergies renouvelables:

Une énergie renouvelable est une source d'énergie qui se renouvelle assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de l'homme.⁷⁸

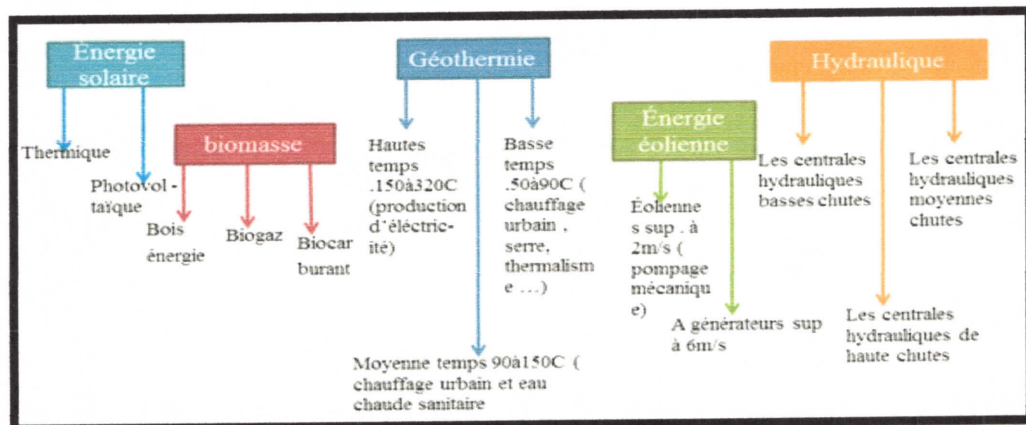


Figure 20 : les différentes filières des énergies renouvelables (Ministère de l'énergie et de mine Algérienne 2007)

⁷⁷William Martin, Sophie Deruaz architecte, « Manuelle de l'architecture énergétique ». Marseille, mai 2008. www.le-local-design.com (accès le février 2016). Page 05

⁷⁸ évolution des moyens de transport. « les différentes sources d'énergies renouvelable. » http://www.clg-racine-st-cyr.ac-versailles.fr/IMG/pdf/R-les_energies.pdf. Page 2

Les énergies renouvelables sont issues de phénomènes naturels réguliers ou constants provoqués par les planètes, qui depuis toujours nous viennent du soleil, directement sous forme de lumière et de chaleur, ou indirectement par les cycles atmosphériques et la photosynthèse.⁷⁹

3.3.2. Les types d'énergies renouvelables :

❖ L'énergie solaire :

L'énergie solaire est l'énergie produite par le Soleil à la suite de réactions de fusion thermonucléaire, source de la plupart des énergies disponibles sur terre et exploitable pour la production d'électricité et l'eau chaude sanitaire.⁸⁰

❖ L'énergie éolienne :

C'est une énergie produite par le vent. Elle est le fruit de l'action d'aérogénérateurs, de machines électriques, mues par le vent et dont la fonction est de produire de l'électricité.⁸¹

❖ L'énergie géothermique :

La géothermie consiste à capter la chaleur contenue dans la croûte terrestre pour produire du chauffage ou de l'électricité, on caractérise 3 types d'énergie.⁸²

La géothermie à très basse énergie : La température est comprise entre 10 °C et 30 °C. Elle permet de puiser la chaleur de l'eau des couches superficielles du sous-sol, l'eau est ensuite chauffée grâce à une pompe à chaleur (PAC) pour avoir une température adéquate.⁸³

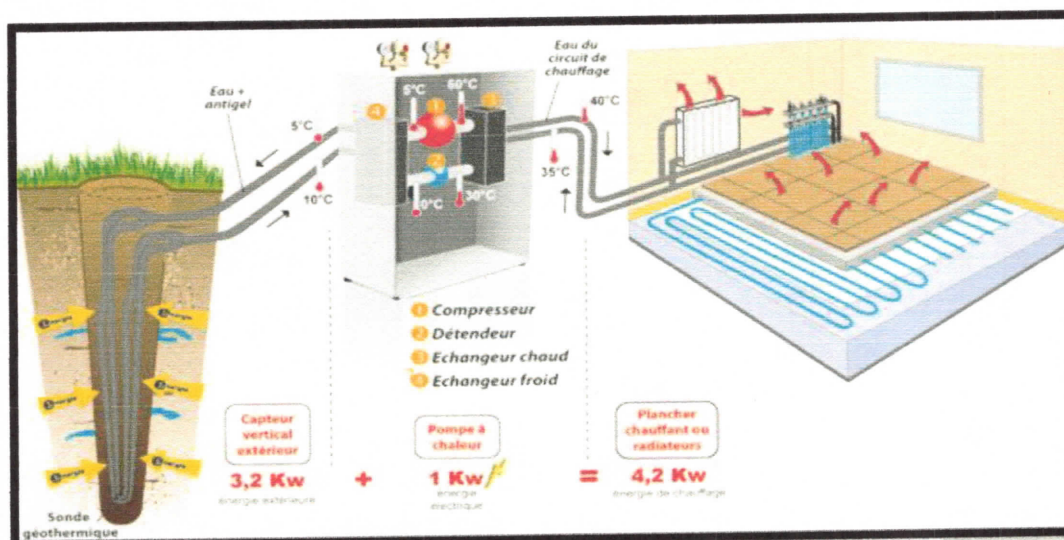


Figure 21 : La géothermie à très basse énergie, source: (JARKAS s.d.)

⁷⁹PERACOD. Les énergies renouvelables ,les bases, la technologie et le potentiel au Sénégal. Avril 2011. <http://www.peracod.sn/IMG/pdf/ENR-bases-technologies.pdf>. Page 8

⁸⁰Encarta 2008

⁸¹ Ministère de l'Énergie. *Le Programme des Énergies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique*. 5 mai 2007. <http://www.energy.gov.dz/francais/index.php?page=le-programme->. Page 15

⁸²ADEME. «les enjeux des Géosciences.» *La géothermie*. décembre 2004. http://www.geothermie-perspectives.fr/sites/default/files/la-geothermie_1ere-edition.pdf. Page 3

⁸³JARKAS, Marwan. «les énergies renouvelables.» <http://www.mouhandess.org/fldr/renouvelables.pdf>. Page 6.

La géothermie à haute énergie+: La température élevée du gisement (entre 80°C et 300°C) permettant la production d'électricité.⁸⁴

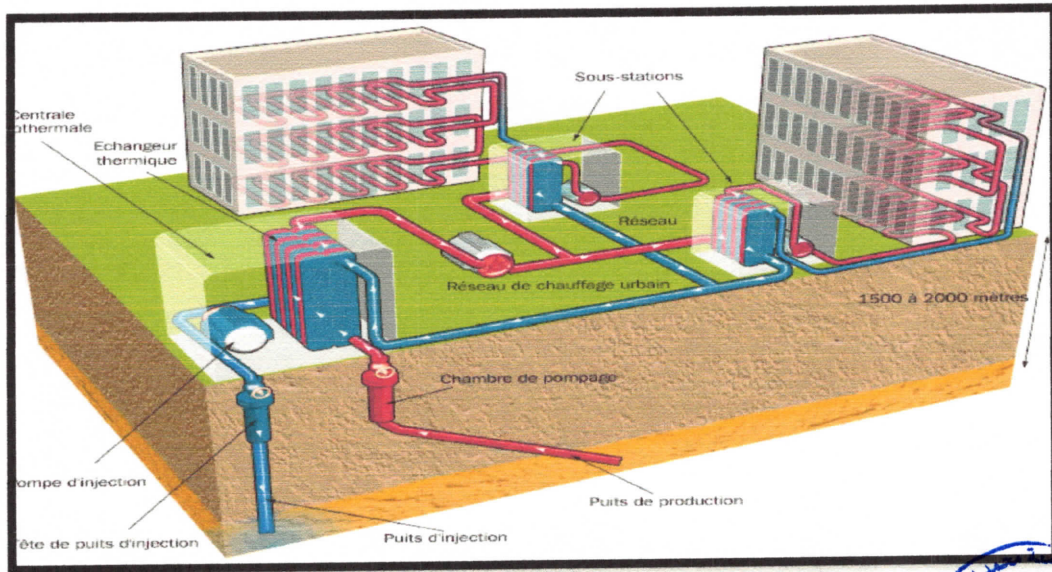


Figure 22 : La géothermie à moyenne énergie, source: (JARKAS s.d.)



❖ La biomasse:

La biomasse végétale est le résultat de la transformation par photosynthèse du rayonnement solaire. Elle existe sous formes agricoles (cultures énergétiques) et sous-produits des cultures (lisiers, fumiers). La biomasse peut être valorisée par combustion (voies sèches: le bois énergie), ou par fermentation produisant du méthane ou des alcools (voies humides : le biogaz).⁸⁵



Figure 13 : les différents sources de la biomasse (Les énergies renouvelables s.d.)

⁸⁴ Ibid. Page 9

⁸⁵ ADEME. « LA VALORISATION DE LA BIOMASSE. » Guide d'information à l'attention des administrations et des établissements publics. Mars 2007. http://energie2020.fr/wp-content/uploads/2014/08/vademecum-biomasse_charte.pdf. Page 6.

❖ Energie hydraulique :

L'énergie hydraulique est l'énergie mise en jeu lors du déplacement ou de l'accumulation d'un fluide incompressible telle que l'eau douce ou l'eau de mer. Ce déplacement va produire un travail mécanique qui est utilisé directement ou converti sous forme d'électricité, il existe trois types des centrales hydraulique : Les centrales hydrauliques basses chutes , Les centrales hydrauliques de moyenneschute , Les centrales hydrauliques de hautes chute .⁸⁶

3.3.3. Potentiel national en énergies renouvelables :

❖ Potentiel solaire en Algérie:

De par sa situation géographique, l'Algérie dispose d'un des gisements solaires les plus importants du monde. La durée d'insolation sur la quasi- totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et atteint les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara). L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de 1 m² est de l'ordre de 5 KWh sur la majeure partie du territoire national, soit près de 1700 KWh/m²/an au Nord et 2263 KWh/m²/an au sud du pays.⁸⁷

Tableau 2: le potentiel solaire en Algérie

Région	Région côtière	Hauts plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	10	86
Durée moyenne d'ensoleillement (heures/an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue (KWh/m ² /an)	1700	1900	2650

Tableau 2 : source (Ministère de l'Energie 2007)

❖ Le potentiel éolien :

La ressource éolienne en Algérie varie beaucoup d'un endroit à un autre. En effet, notre vaste pays, se subdivise en deux grandes zones géographiques distinctes. Le nord méditerranéen est caractérisé par un littoral de 1200 km et un relief montagneux, le sud, quant à lui, se caractérise par un climat saharien.

La carte représentée au-dessus montre que :

Le sud est caractérisé par des vitesses plus élevées

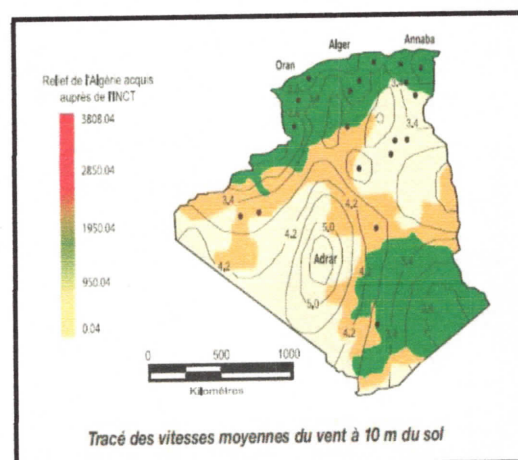


Figure 24: carte du relief de l'Algérie (Ministère de l'énergies et de mine Algérienne 2007)

⁸⁶JARKAS, Marwan. «les énergies renouvelables.» <http://www.mouhandess.org/fldr/ren>.

⁸⁷Ministère de l'énergies et de mine Algérienne. «Le guide des énergies renouvelables.» 2007. http://www.energy.gov.dz/fr/enr/Guide_Enr_fr.pdt.

que le nord, plus particulièrement dans le sud-ouest, avec des vitesses supérieures à 4 m/s et qui dépassent la valeur de 6 m/s dans la région d'Adrar. Concernant le nord, on remarque globalement que la vitesse moyenne est peu élevée.⁸⁸

❖ Le potentiel géothermique:

Les calcaires jurassiques du Nord algérien qui constituent d'importants réservoirs géothermiques, donnant naissance à plus de 200 sources, ces dernières se trouvent à des températures souvent supérieures à 40°C, la plus chaude étant celle de Hammam Maskoutaine (96°C). Plus au Sud, la formation du continental intercalaire, constitue un vaste réservoir géothermique appelé communément « nappe albienne » est exploité à travers des forages à plus de 4 m/s. l'eau de cette nappe se trouve à une température moyenne de 57 °C.⁸⁹

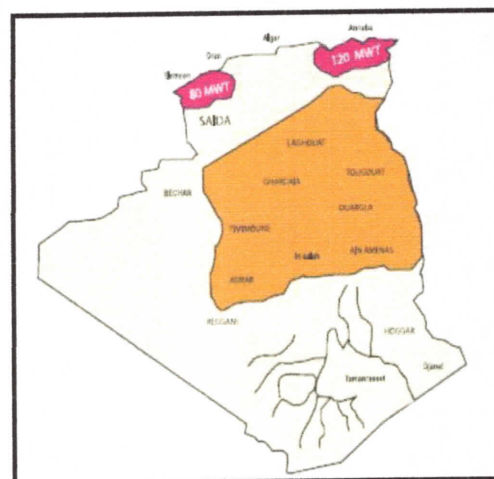


Figure 25 : Carte géothermique de l'Algérie. (Ministère de l'énergies et de mine Algérienne 2007)

❖ Le potentiel de la biomasse:

Géographiquement parlant, l'Algérie se subdivise en deux parties :

- les régions selvatiques qui occupent 25.000.000 hectares environ, soit un peu plus de 10% de la superficie totale du pays.
- les régions sahariennes arides couvrant presque 90% du territoire. Le pin maritime et l'eucalyptus sont des plantes particulièrement intéressantes pour l'usage énergétique : actuellement elles n'occupent que 5% de la forêt algérienne.⁹⁰

❖ Le potentiel hydroélectrique:

La part de capacité hydraulique dans le parc de production électrique total est de 5% ; soit 286 MW. Cette faible puissance est due au nombre insuffisant des sites hydrauliques et à la non-exploitation des sites hydrauliques existants. Dans les pays d'Afrique du Nord, la production d'électricité est principalement basée sur les combustibles fossiles. L'Algérie présente plus de 99% de la production totale d'électricité provient des combustibles fossiles. Le peu qui reste (0,7%) provient des énergies renouvelables qui se résument pratiquement à une production hydroélectrique.⁹¹

⁸⁸Ibidem.

⁸⁹Ibid.

⁹⁰Ibidem.

⁹¹Ibid.

3.3.4. Les dispositifs d'application des énergies vertes au bâtiment :

- ❖ Les procédés passifs:
 - utilisation d'énergie solaire:
 - Orientation (forme et compacité):

Tableau 3: représente les dispositifs d'implantation solaire

Ensoleillement	Compacité	Distribution des espaces
<p>Le potentiel solaire passif des constructions est largement déterminé par l'implantation des bâtiments. L'orientation adéquate avec le mouvement du soleil et une forme massive peuvent limiter les apports solaires et réduire les charges thermiques, en particulier pour les bâtiments commerciaux avec des gains internes importants. Ceci se traduit par des coûts énergétiques réduits sur la durée de vie du bâtiment.⁹²</p>	<p>La forme optimale, d'un point de vue énergétique, est celle qui permet simultanément de perdre un minimum de chaleur et d'en gagner au maximum en hiver, et d'en recevoir un minimum en été. Compte tenu des données du site et du climat, le concepteur compose avec ces deux paramètres de base : ensoleillement et compacité.⁹³</p>	<p>Un zonage d'un bâtiment permet d'adapter des ambiances thermiques appropriées à l'occupation et l'utilisation des divers espaces. Au nord on aménagera des espaces non chauffés dits « tampons », ils assurent une protection thermique et contribuent directement aux économies d'énergies et au confort des occupants.⁹⁴</p>

tableau 3 source (auteur).

- ✓ pour voir les schémas **consulter annexe III**

- Eclairage Naturel :

L'utilisation du soleil pour éclairer les espaces intérieure permet de diminuer le recours à l'éclairage électrique, et donc de faire des économies d'énergie. L'éclairage naturel, et c'est important aussi, favorise le bon fonctionnement de l'organisme et ne déforme pas les couleurs. Aujourd'hui, la technologie des fenêtres permet d'introduire la lumière solaire dans la maison tout en minimisant les niveaux indésirables de chaleur et d'éblouissement. Cependant trop souvent nous recourons à l'éclairage électrique pour nos journées jusque tard dans la soirée. Avec quelque connaissance de base, on peut se libérer de la dépendance à l'éclairage électrique et profiter des qualités bien supérieures de la lumière naturelle du soleil⁹⁵.

⁹²R. Contini Knobel, J.-C. Enderlin ,P. Gallinelli, B. Lachal ,H. Marti. *copyright* ©. Édité par Office fédéral des questions conjoncturelles. 1991. P 17

⁹³Illiam Martin ,Sophie Deruaz architecte ,« *Manuele de l'architecture énergétique* ».Marseille ,mai 2008. www.le-local-design.com (accès le février 2016). Page 15

⁹⁴ Ibidem

⁹⁵Venolia, Carol Kelly Lerner. *Rénovation écologique, Transformer sa maison au naturel : isoler, restaurer, décorer*. Barcelone: la plage, 2007

Tableau 4: représente les différents dispositifs d'éclairage naturel.

Les ouvertures en façade	Les sheds et lanterneaux :	Les atriums/patios et puits de lumière :
<p>Même s'il n'est pas le plus efficace, la baie vitrée en façade est le moyen le plus simple et le plus répandu d'apporter de la lumière naturelle à l'intérieur d'un local. Cependant, une grande surface de vitrage sur une façade ne permet pas à elle seule de définir si l'éclairage naturel sera optimisé. En complément, il convient d'en paramétrer précisément</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'orientation et l'inclinaison, • la position, • la forme et les dimensions, • les matériaux de transmission, • le type de menuiserie. 	<p>Apport de lumière naturelle zénithale par une ouverture donnant sur l'extérieur. À surface égale, les prises de jour horizontales permettent d'offrir deux fois plus de lumière qu'une fenêtre verticale. Bon moyen d'améliorer l'uniformité en fond de pièce ou d'apporter de la lumière naturelle dans les circulations du dernier niveau d'un bâtiment.</p>	<p>Apport de lumière naturelle par un volume extrudé plus ou moins grand au cœur d'un bâtiment. les pièces éclairées naturellement recevront la lumière directement du ciel.</p>

Tableau 4source: (l'ICEB 2014) interpréter par l'auteur.

✓ pour voir les schémas (**consulter annexe IV**)

▪ Espace capteurs Vérandas (serres):

Les serres (véranda) ou tampons sont des espaces habitables vitrés donnant sur l'habitat. Les trois composants essentiels d'une véranda sont : les surfaces vitrées, les masses thermiques et l'isolation thermique. La serre (véranda) augmente les performances thermiques de la maison. Elle est le lieu de la fabrication de la chaleur. Les matériaux de construction de la maison, choisis à forte inertie, stockent la chaleur produite dans la serre et la restituent la nuit.

Le principe de serre verticale est efficace pour une meilleure captation hivernale et limite en même temps la captation d'été. Elle est un espace de vie saisonnier qui sert de production de chaleur en même temps que le préchauffage de l'air neuf et d'espace tampon qui atténue les déperditions nocturnes ou hivernales.

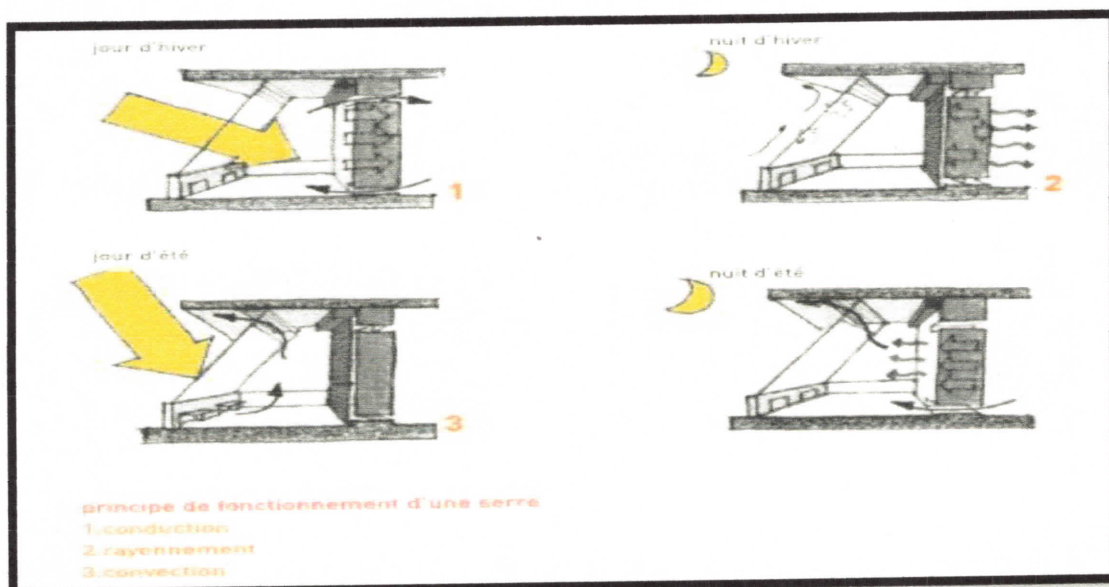


Figure 26 : principe de fonctionnement d'une serre (Sophie Deruaz architecte ,illiam Martin 2008)

Systèmes capteurs :

- Le mur capteur :

Le principe d'un mur capteur est simple, il s'agit d'emmagasiner de la chaleur au cours de la journée pour ensuite la restituer la nuit. Ce type de mur est directement incorporé aux murs d'une maison et permet d'apporter de la chaleur gratuite à une pièce. On place obligatoirement ces murs au sud pour avoir le meilleur rendement⁹⁶.

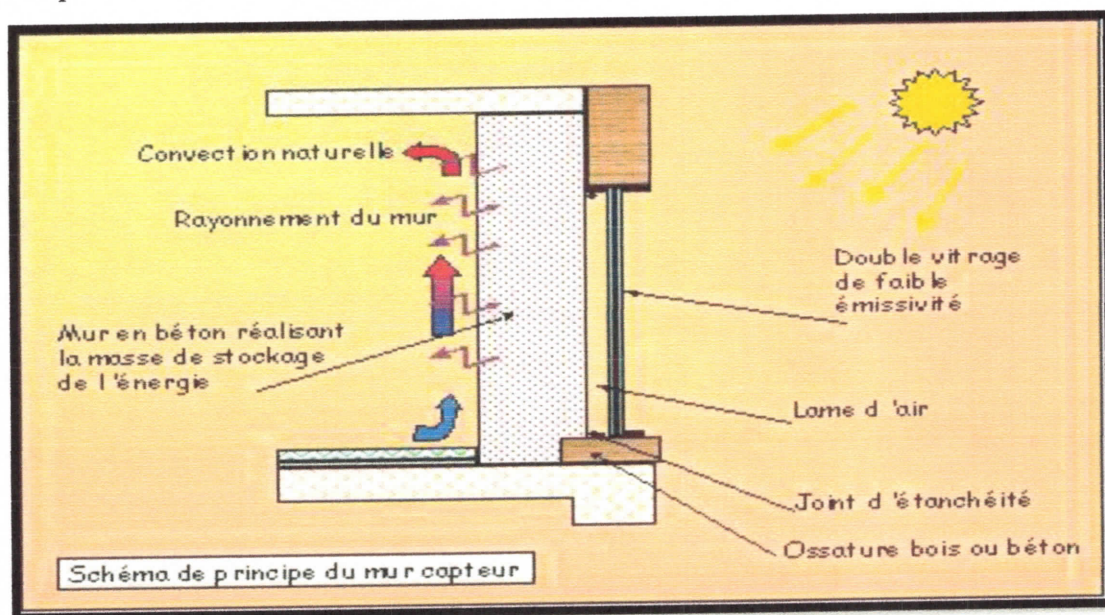


Figure 27 : Schéma de principe du mur capteur, source : (Le Blog de Grégoire DUQUESNE s.d.)

⁹⁶POLLEN SCOP SARL. «EcoSud Construction.» *Mur capteur, mur trombe*. 2016. <http://www.eco-sud.com/wp-content/uploads/2011/04/Mur-trombe-mur-capteur.pdf>. Page 1

▪ Le mur trombe :

Le mur capteur comporte des ouvertures qui permettent un échange entre l'air de la pièce et l'air contenu entre le vitrage et le mur. Ainsi, quand le soleil donne sur le mur trombe, l'air froid intérieur se réchauffe en circulant entre le mur et le vitrage.⁹⁷

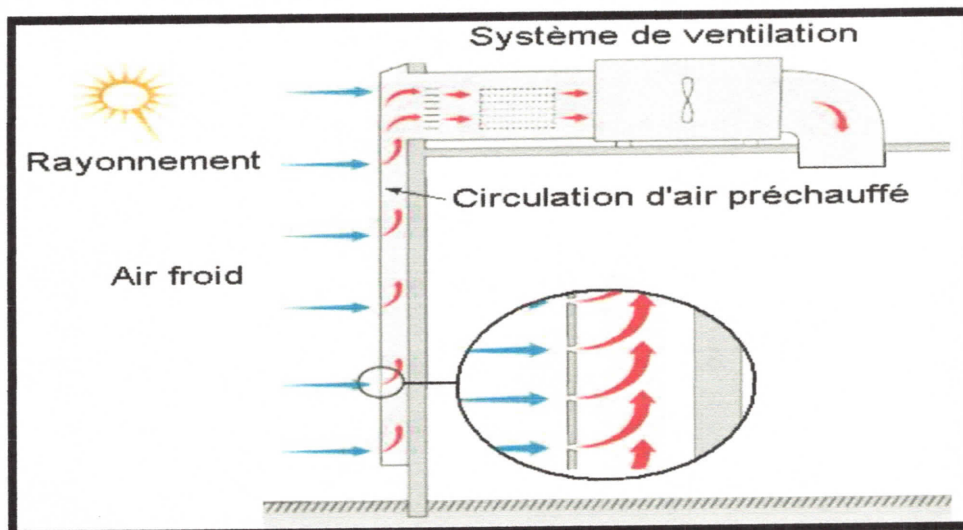


Figure 28: principe de mur solaire, source : (Des murs solaires-Faites le plein d'avenir s.d.)

▪ Le mur solaire : Il consiste à aspirer de l'air frais extérieur par les petits orifices d'une feuille profilée métallique. Cet air circule ensuite entre la feuille métallique et le mur du bâtiment en absorbant l'énergie gratuite du soleil⁹⁸.

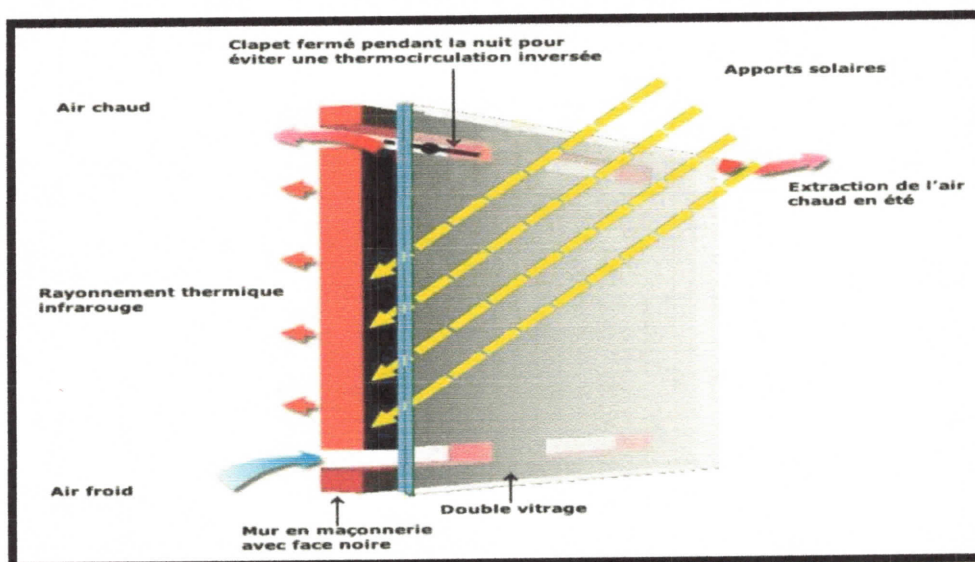


Figure 29 : principe de mur solaire, source : (Des murs solaires-Faites le plein d'avenir s.d.)

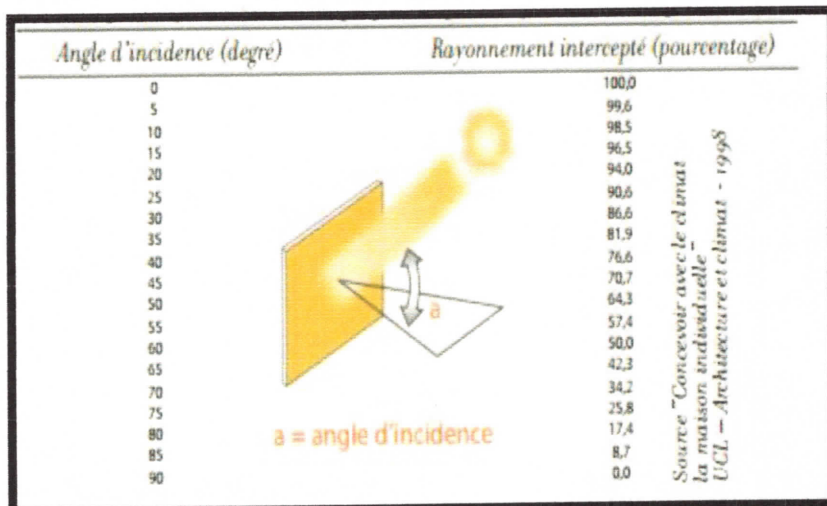
⁹⁷Ibidem.

⁹⁸ Des murs solaires-Faites le plein d'avenir. <http://www.faiteslepleindavenir.com/2010/08/11/des-murs-solaires/> (accès le 04 09, 2016).

▪ Les surfaces vitrées :

La baie vitrée constitue la solution la plus simple et la mieux connue. Lorsque l'énergie lumineuse arrive sur un vitrage, une part est réfléchi, une part absorbée et une part est transmise à travers celui-ci. La part réfléchi dépend de l'angle d'incidence de la vitre.

Au-delà d'une inclinaison de 50°, cette part augmente jusqu'à ce que la lumière soit totalement réfléchi pour une inclinaison de 90°. Cette propriété est intéressante, car comme l'angle d'incidence du soleil est plus grand en été, sa position étant plus haute dans le ciel, un rayon solaire à midi sur une façade sud



ne pénétré que très peu dans la maison. La part qui est absorbée dépend du type de verre (double vitrage ou non).⁹⁹

▪ Orientation des vitres :

Au nord, les fenêtres ont un bilan énergétique déficitaire, tout comme celles situées à l'est et à l'ouest. Pour ces orientations, les fenêtres doivent être utilisées uniquement à des fins d'éclairage et non de chauffage dans le cadre d'apports solaires passifs. Les baies vitrées doivent donc être orientées du sud-est au sud-ouest, le bilan énergétique de ces fenêtres étant toujours positif. L'échange de chaleur par rayonnement entre deux milieux présentant des températures différentes est proportionnel à l'émissivité des surfaces. Lorsqu'une vitre présente une surface peu émissive, elle échange moins de chaleur avec l'extérieur. D'une façon générale, il faut privilégier une orientation au sud et utiliser des doubles vitrages, peu émissifs si possible.¹⁰⁰

▪ Type de vitrage

Les ouvertures des baies vitrées représentent en moyenne 15% des déperditions thermiques d'une maison et jusqu'à 40% pour un appartement. Le verre étant un très mauvais isolant il est important de bien prendre en compte les performances thermiques d'une fenêtre pour améliorer la sensation de confort (paroi froide, condensation) et baisser ses consommations

⁹⁹Loïc MARCHETTO, et autre . «Guide de l'eco-construction.» Édité par l'Agence Régionale de l'Environnement en Lorraine. Février 2006. http://www.grenoble.archi.fr/cours-en-ligne/doat-rollet/guide_ecoconstruction.pdf (accès le Mars 2016). Page 7

¹⁰⁰Ibidem

d'énergie (fuites d'air). Les vitrages isolants : des ouvrants à double ou triple vitrages sont installés, soit sur une fenêtre neuve, soit sur des dormants anciens conservés¹⁰¹.

Tableau 5: représente les types de vitrage

Le simple vitrage	Le double vitrage	Le triple vitrage
<ul style="list-style-type: none"> C'est le moins performant thermiquement mais laisse passer quasiment les calories solaires. 	<ul style="list-style-type: none"> Une fenêtre double vitrage à isolation renforcée aura une déperdition cinq fois moins importante qu'une fenêtre simple vitrage. Mai elle est moins performant thermiquement que le triple vitrage mais laissera davantage passer les calories solaires. 	<ul style="list-style-type: none"> reste plus isolant que le double vitrage mais freinera davantage les calories solaires qui ne pourront pas arriver dans le bâtiment..

Tableau 5source: (A. I. énergies 2010)interpréter par l'auteur

- Les schémas concernant les types de vitrage se trouve dans l'annexe II.
- ✓ Des dispositifs de protection solaire :

Pour exploiter la chaleur du soleil en hiver tout en évitant les surchauffes en été, des masques et des protections solaires sont indispensables. Ces derniers augmentent le pouvoir isolant des fenêtres et contrôlent l'éblouissement. Ils peuvent être fixes, comme les porches et auvents, ou amovibles comme les stores et persiennes. La végétation à feuilles caduques fournit des zones d'ombrage et forme un écran face au vent¹⁰²

Tableau 6: représente types de protection solaire

Les protections solaires fixes	Les protections solaires mobiles
<p>1-La végétation</p> <p>Pour les niveaux bas d'un bâtiment, une végétation à feuilles caduques peut bloquer le rayonnement solaire direct au printemps et en été et le laisser passer en hiver de manière à bénéficier des apports</p>	<p>1-Stores à lames horizontales :</p> <p>Les stores à lames peuvent être positionnés à l'extérieur, à l'intérieur ou encore dans la lame d'air d'un double ou triple vitrage.</p> <p>Ils permettent de bloquer le rayonnement solaire</p>

¹⁰¹ Agence locale des énergie. « *Vitrages Performants.* » paris 7 /10 /2010. http://www.ale-lyon.org/IMG/pdf/eie_vitrages_performants_2011 (accès le février 2016).page 13

¹⁰²Loïc MARCHETTO, et autre . « *Guide de l'eco-construction.* » Édité par l'Agence Régionale de l'Environnement en Lorraine. Février 2006. http://www.grenoble.archi.fr/cours-en-ligne/doat-rollet/guide_ecoconstruction.pdf (accès le Mars 2016). Page 8

<p>solaires. Faible coût de mise en œuvre¹⁰³</p> <p>2-Murs végétaux et pergolas : la végétation murale constitue une barrière très efficace contre la pénétration des rayons solaires. L'évaporation des plantes maintient au niveau du mur une température nettement inférieure à celle de l'air ambiant..¹⁰⁴</p> <p>3-toitures végétales Elles permettent une très bonne protection solaire du toit. Le rayonnement solaire est d'abord absorbé par la végétation puis par la terre. Grâce à leur forte masse thermique et à l'évapotranspiration, ces toitures amortissent fortement la pénétration de la chaleur extérieure.¹⁰⁵</p> <p>4- Brise soleil horizontaux extérieurs : Si l'orientation est franche (plein sud) et que le système est bien dimensionné, il permet de bloquer la pénétration du rayonnement solaire direct au printemps et en été pour éviter les surchauffes. Permet également de bénéficier des apports solaires en période d'automne et d'hiver.¹⁰⁶</p> <p>5-Brise-soleil verticaux extérieurs : Permet de réduire considérablement la pénétration du rayonnement solaire direct.¹⁰⁷</p> <p>6-Résille extérieure : En fonction du pourcentage de perforation, le système peut permettre de bloquer le rayonnement</p>	<p>direct tout en conservant une vue sur l'extérieur.¹¹⁰</p> <p>2-Stores à lames verticales : Si bien orientés, peuvent permettre de bloquer le rayonnement solaire direct tout en conservant une vue sur l'extérieur.¹¹¹</p> <p>3-Stores en toile : Différents degrés de perforation sont disponibles. La vue vers l'extérieur est conservée lorsqu'ils sont fermés. Efficaces contre les apports solaires si positionnés à l'extérieur.¹¹²</p> <p>4-Stores réfléchissants ou à réorientation : Optique soignée qui permet d'optimiser l'éclairage naturel en toute saison.¹¹³</p> <p>5-Stores à projection en toile : Permet de bénéficier d'une protection solaire efficace tout en conservant une vue sur l'extérieur. Permet un bon éclairage naturel notamment grâce aux réflexions sur le sol extérieur. Offre une ventilation naturelle efficace.¹¹⁴</p>
--	---

¹⁰³ groupe de travail de l'ICEB, « LES GUIDES de BIO-TCH L'éclairage naturel ». Édité par Pascale Céron ARENE Île-de-France Pascale Gorges. paris, 2014. P 57

¹⁰⁴ Agence locale des énergie. « Vitrages Performants. » paris 7 /10 /2010. http://www.ale-lyon.org/IMG/pdf/eie_vitrages_performants_2011 (accès le février 2016).page 15

¹⁰⁵ Loïc MARCHETTO, et autre . « Guide de l'eco-construction. » Édité par l'Agence Régionale de l'Environnement en Lorraine. Février 2006. http://www.grenoble.archi.fr/cours-en-ligne/daot-rollet/guide_ecoconstruction.pdf (accès le Mars 2016). Page 9.

¹⁰⁶ groupe de travail de l'ICEB, « LES GUIDES de BIO-TCH L'éclairage naturel ». Édité par Pascale Céron ARENE Île-de-France Pascale Gorges. paris, 2014. P 57.

¹⁰⁷ Ibid. Page 58

¹¹⁰ Groupe de travail de l'ICEB, « LES GUIDES de BIO-TCH L'éclairage naturel ». Édité par Pascale Céron ARENE Île-de-France Pascale Gorges. paris, 2014. P 59

¹¹¹ Ibid. Page 60

¹¹² Ibidem.

¹¹³ Ibid. page60

¹¹⁴ Ibidem.

<p>solaire direct tout en conservant une vue sur l'extérieur.¹⁰⁸</p> <p>7-Revêtements extérieurs</p> <p>Selon l'orientation de la façade ou de la toiture, on devrait choisir des qualités de revêtement où des couleurs de parois opaques dans des gammes qui atténuent les gains solaires (facteur d'absorption faible) et favorisent l'émission de chaleur par rayonnement infrarouge¹⁰⁹</p>	
--	--

Tableau 6 source: interprétation par auteur.

- ✓ Les schémas pour chaque protection se trouvent dans (consulter Annexe VIII).
 - **Utilisation de Vents :**
 - Orientation : Le vent est aussi un élément important à prendre en compte dans la conception d'un bâtiment et son environnement immédiat. Les conditions du site, en particulier les vitesses de vent potentielles, peuvent influencer significativement la possibilité d'utilisation de la ventilation naturelle. Tous les systèmes de ventilation naturelle sont influencés par la vitesse et la direction du vent sur le site, et ces données sont très variables. Le mouvement d'air sur un site sera de puis les zones au vent, à travers les ouvertures du bâtiment, vers les zones sous le vent. Il est possible de modifier la direction locale du vent ou d'augmenter les vitesses par une modification du site.
 - Végétation : La végétation autour d'un bâtiment est un élément important : cela signifie que l'on choisira plutôt un site riche en verdure ou que l'on créera de la végétation dans un site où elle est absente. Le rôle du microclimat, et de ses possibilités de brise locale ou d'écoulement d'air induit, est fondamental pour déterminer les conditions de bien être dans un environnement bâti.¹¹⁵
 - Ventilation naturelle :
 - La construction habituelles bien souvent la question de la ventilation. Il s'agit pourtant de l'un des postes les plus susceptibles de favoriser des économies d'énergie. Une ventilation bien conçu ne coute pas cher et contribue à la qualité de vie dans le bâtiment.¹¹⁶

Tableau 6: représente types de protections solaires

Ventilation mono exposé	Conception de la ventilation par tirage
-------------------------	---

¹⁰⁸ Ibidem.

¹⁰⁹ Ibid. Page59

¹¹⁵ Agence locale des énergie. « Vitrages Performants. » paris 7 /10 /2010. http://www.ale-lyon.org/IMG/pdf/eie_vitrages_performants_2011 (accès le février 2016),page 18

¹¹⁶ Ibidem.

	thermique
<p>Ouverture en façade : L'efficacité de cette configuration étant faible, il faut se limiter, en général, à une profondeur de la pièce inférieure ou égale à 2 fois la hauteur sous plafond. On considère qu'une profondeur de 6 mètres est le maximum pour avoir une ventilation efficace dans toute la zone.</p> <p>Deux ouvertures en façade Il est également possible d'avoir une ventilation mono-exposée avec deux ouvertures placées à une hauteur différente. Dans ce cas, le tirage thermique est renforcé.</p> <p>Ventilation transversale : Il est également possible d'avoir une ventilation mono-exposée avec deux ouvertures placées à une hauteur différente. Dans ce cas, le tirage thermique est renforcé.</p>	<p>Les capteurs de vent : Les capteurs de vent sont des dispositifs utilisés traditionnellement en Iran. Ils sont également appelés badgir. C'est une sorte de cheminée montée en toit qui capture le vent à grande hauteur, où la vitesse du vent, et donc la pression dynamique du vent, est généralement plus élevée.</p> <p>Ventilation par cheminées : La ventilation se fait dans l'espace ciblé, puis est extraite le long de conduits verticaux. C'est un cas de ventilation transversale, donc la règle de moins de 5 fois la hauteur sous plafond pour la longueur de la zone ventilée s'applique ici aussi. Il est possible d'avoir de l'air entrant d'un côté puis sortant de l'autre, ou bien d'avoir de l'air rentrant des deux côtés et s'échappant par le milieu (atrium par exemple).</p>

source: (Dominique 2012,) interprétation par auteur

○ Ventilation par atrium :

L'atrium permet de remplir de nombreuses fonctions, en amenant de la lumière naturelle notamment. Il joue également un rôle dans la ventilation naturelle, car il agit comme une cheminée solaire géante¹¹⁷

- La ventilation contrôlée :

○ La ventilation mécanique contrôlée (VMC) :

Il existe plusieurs systèmes de ventilation mécanique contrôlée qui permettent une circulation continue de l'air grâce à un ventilateur pilote par un moteur électrique. Grâce à un débit d'extraction suffisant et au perfectionnement des entrées, la circulation d'air ne dépend plus de facteurs extérieurs.¹¹⁸

¹¹⁷ Dominique, Sellie «guide bio tech ventilation naturelle et mecanique.» ,Édité par Pascale Céron, ARENE Île-de-France Pascale Gorges. Février 2012., <http://www.asso-iceb.org/wp> (accès le février 2016). Page 23

¹¹⁸Loïc MARCHETTO, et autre . «Guide de l'eco-construction.» Édité par l'Agence Régionale de l'Environnement en Lorraine. Février 2006. http://www.grenoble.archi.fr/cours-en-ligne/doat-rollet/guide_ecoconstruction.pdf (accès le Mars 2016). Page 37

- La ventilation double flux :

Il permet d'échanger des calories entre l'air « extrait » (de l'intérieur de la maison) et l'air « entrant » (air neuf puisé à l'extérieur) de manière à réchauffer ce dernier avant de l'amener dans les pièces de vie. ¹¹⁹

- La VMC simple flux :

On distingue les VMC simple flux auto réglables et les VMC hygroreglables : · VMC simple flux auto réglables : elles fournissent des débits constants d'entrée d'air quelles que soit les conditions intérieures et extérieures. VMC hygroreglables : les débits d'air varient selon l'humidité intérieure. ¹²⁰

- **utilisation de géothermie:**

- **Les pompes à chaleur aérothermiques (PAC):**

La pompe à chaleur aérothermique capte la chaleur de l'air ambiant et la transmet à un fluide frigorigène, dont elle augmente la pression. Le fluide s'échauffe puis libère ses calories dans la pièce à chauffer. Les PAC peuvent être réversibles : en été, elles puisent la chaleur de la maison et la rejettent à l'extérieur. ¹²¹

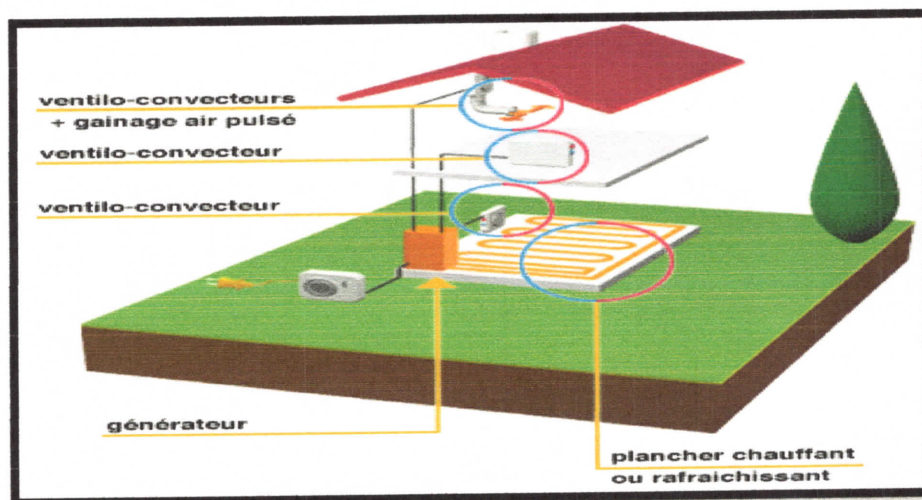


Figure 31 : une pompe à chaleur aérothermiques ,source : (La pompe à chaleur aérothermique s.d.)

- **Utilisation de biomasse :**

- **Le chauffage au bois:** Il est utilisé de manière différente : le bois transformé en granulés ou en plaquette peut être utilisé pour l'alimentation d'une chaudière automatique Les granulés sont obtenus par compression à partir de sciure de bois. Ils peuvent être

¹¹⁹ Ibid. page 38

¹²⁰ Ibidem.

¹²¹ ADEME, «les enjeux des Géosciences.» *La géothermie.* décembre 2004. http://www.geothermie-perspectives.fr/sites/default/files/la-geothermie_1ere-edition.pdf.

utilisés dans des poêles, mais leur intérêt réside dans la possibilité d'alimenter automatiquement une chaudière.¹²²

▪ **Utilisation d'eau :**

L'eau provoque le rafraîchissement évaporatif. L'évaporation a lieu dès lors que la pression de vapeur d'eau dans le système considéré est supérieure à celle de l'air ambiant. Le changement de phase au cours du processus d'évaporation nécessite une quantité de chaleur importante qui est puisée dans l'air ambiant, ce qui a pour effet de diminuer la température de l'air tout en augmentant son humidité relative.¹²³

▪ **Récupération d'eau de pluie :**

La récupération d'eau de pluie s'adapte à vos besoins. Il existe en effet plusieurs solutions selon l'utilisation que vous aurez de cette eau. Les modèles les plus simples sont des cuves extérieures, munies d'un robinet dans lesquelles vous puisez l'eau pour le jardin. Mais vous pouvez aussi opter pour une citerne, enterrée ou non, reliée à la maison.

Les canalisations de distribution d'eau de pluie, à l'intérieur des bâtiments, sont repérées de façon explicite par un pictogramme « eau non potable ». A proximité immédiate de chaque point de soutirage doit être implantée une plaque de signalisation qui comporte la mention « eau non potable » et un pictogramme explicite.¹²⁴

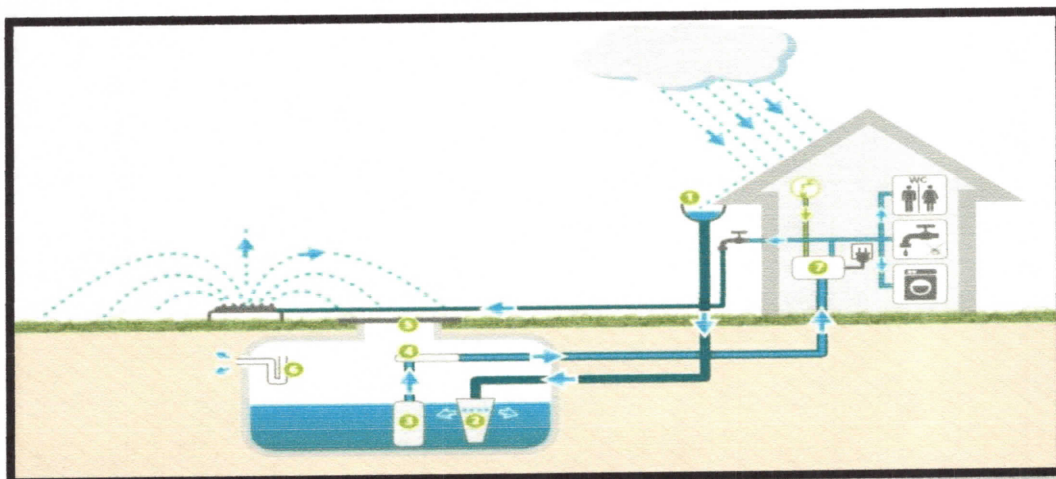


Figure 32: Le principe de fonctionnement de la cuve de récupération d'eau, source: (LETHENET 2012)

❖ **Les procédés active:**

▪ **Panneaux photovoltaïques :**

¹²²Mohamed, Amjahd Jean Lemale. *Rénover votre maison ,des solutions écologiques.* paris: Dunod, 2010.

¹²³TAREB. *INTEGRATION ARCHITECTURALE.* http://www.new-learn.info/packages/tareb/docs/lea/lea_ch2_fr.pdf,page10.

¹²⁴LETHENET, G. *Récupérer l'eau de pluie pour la maison ou le jardin.* 24 mai 2012. <http://tendance-travaux.fr/renovation/recuperer-leau-de-pluie-pour-la-maison-ou-le-jardin> (accès le février 23, 2016).

Principe de l'énergie solaire photovoltaïque c'est transformer le rayonnement solaire en électricité à l'aide d'une cellule photovoltaïque.

Ce type de montage est adapté aux installations ne pouvant être raccordées au réseau. L'énergie produite doit être directement consommée et/ou stockée dans des accumulateurs pour permettre de répondre à la totalité des besoins.¹²⁵ (plus de détaille consulter l'annexe IX)

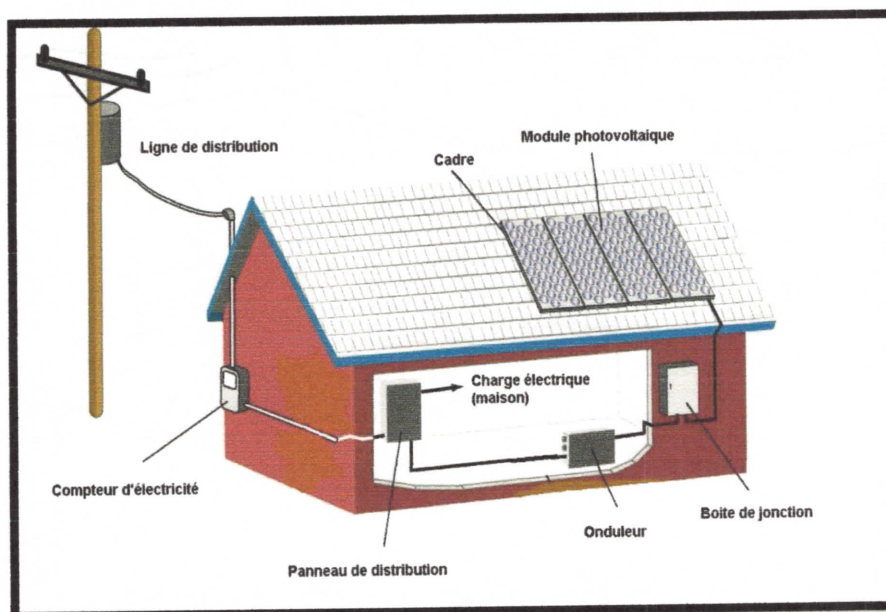


Figure 33 : Composants d'un système PV intégré au bâtiment (Yves Poissant s.d.)

▪ Le chauffe-eau solaire

La production d'eau chaude domestique qui est l'application la plus connue dans le domaine du solaire thermique actif. Les panneaux solaires utilisent le même principe que les tuyaux enroulés sur les cabanons pour chauffer l'eau.¹²⁶

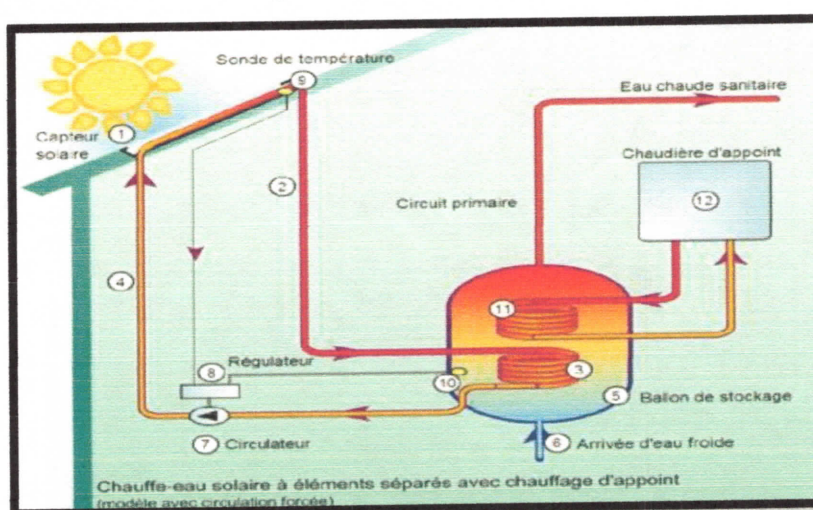


Figure 34: le principe du chauffe-eau solaire individuel, source: (ADEME s.d.)

¹²⁵ Yves Poissant, Ph.D. *Énergie solaire dans les bâtiments à consommation énergétique nette zéro.*

¹²⁶ ADEME, *Le Chauffe Eau Solaire Individuel (CESI).* <http://eie.hautesfalaises.com/rubrique51.html>.

▪ **Utilisation d'énergie éolienne:**

Une éolienne (ou "aérogénérateur") utilise la force du vent pour actionner les pales d'un rotor. L'énergie mécanique produite par la rotation des pales est transformée en énergie électrique grâce à un générateur. ¹²⁷

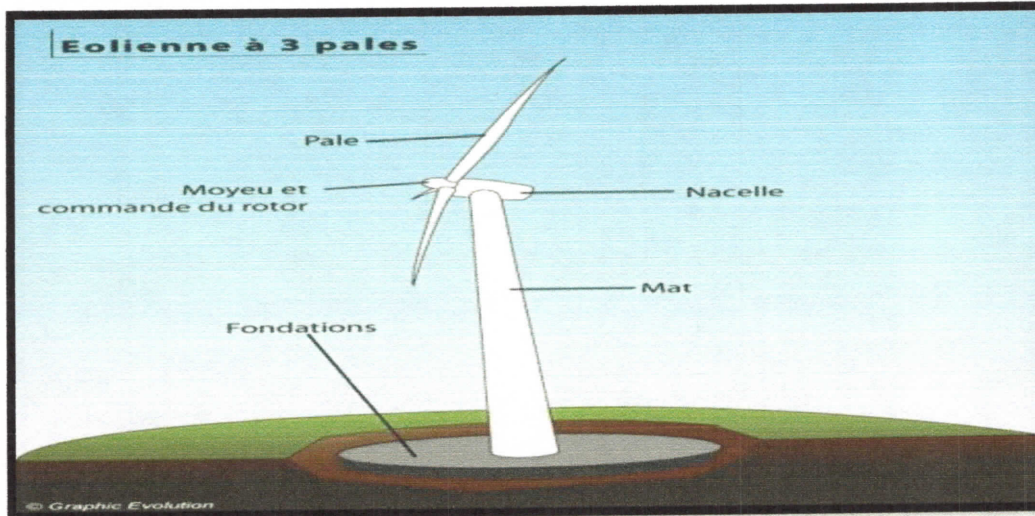


Figure 35: éolienne à 3 pales, source : (Les éoliennes : des "monstres" technologiques s.d.)

▪ **Energie géothermique:**

- Puits canadien – provençal : Le puits canadien appelé aussi puits provençal est un système de ventilation conçu pour préchauffer ou rafraîchir l'air des bâtiments en utilisant la chaleur et l'inertie thermique du sol. L'air aspiré extérieur transite par une conduite enterrée à 2m de profondeur sur une longueur X, récupérant au cours de son trajet l'énergie inertie de la terre (Géothermie de surface), va se réchauffer et permettre ainsi un pré un rafraîchissement en été. ¹²⁸

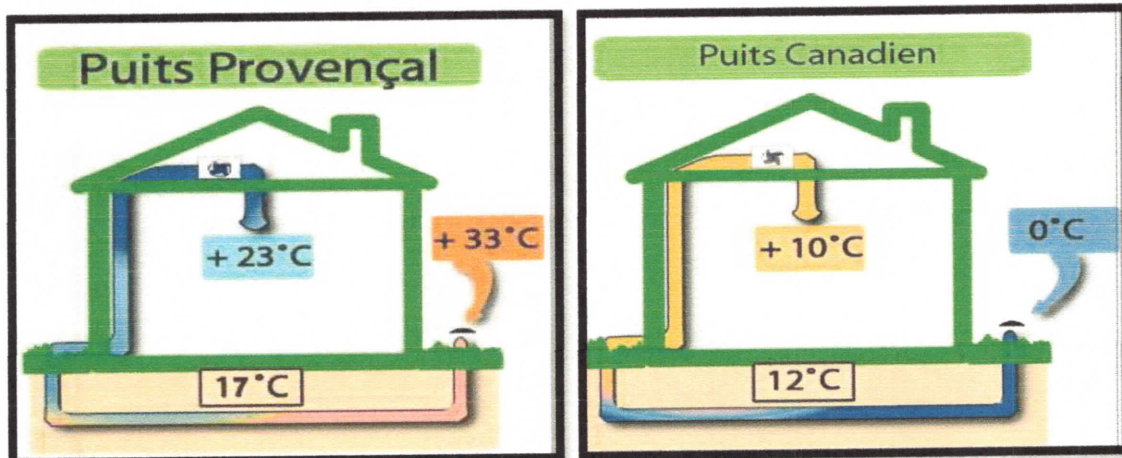


Figure 37 : puits canadien (ZAC Labory 33127 St Jean d'Ilac s.d.)

Figure 36 : Puits provençal (ZAC Labory 33127 St Jean d'Ilac s.d.)

¹²⁷ Les éoliennes : des "monstres" technologiques. <http://classes-presse-2012.ac-rennes.fr/spip.php?article869> (accès le 03 18, 2016).

¹²⁸ Ibid.

3.3.5. Utilisation des éco-matériaux :

Un éco matériau est un matériau qui répond aux critères techniques (la performances techniques et fonctionnelles, la qualité architecturales, la durabilité, la sécurité, la facilité d'entretien, résistance au feu, à la chaleur, etc.), tout au long de son cycle de vie (c'est-à-dire de sa production à son élimination ou recyclage) .¹²⁹

▪ **La classification des matériaux selon le mode d'emploi :**

Selon leur matière de fabrication, on peut les classé en deux catégories:

- Matériaux de construction:

Tableau 8: représente les caractéristiques de béton cellulaire, parpaing creux et la brique creuse

Matériaux	les domaines d'utilisation
<u>Blocs à isolation répartie:</u> sont le béton cellulaire et les brique alvéoles. Ils présentent une épaisseur plus importante que les matériaux traditionnels et offrent des performances thermiques supérieures. Ils ont l'avantage de ne pas nécessiter d'isolation complémentaire. ¹³⁰ (CMA 2011)	Ils sont utilisés pour tous types de construction. , les murs intérieur qu'extérieur, portants ou non portants, Aménagement intérieur des constructions Les dalles de mur (dalles de bardage, les dalles de toiture , cloisons, planchers). ¹³¹
<u>Matériaux traditionnels:</u> sont le parpaing creux et la brique creuse. Ils présentent des performances thermique relativement faible et doivent être associés a des isolants. ¹³²	

Tableau 8 source: auteur

- Les blocs à isolation rapportée : sont le bois et l'acier et la Pierre ponce qui nécessitent en plus du matériau utilisé pour les murs l'ajout d'un isolant.

Tableau 9: représente tableau des Les blocs à isolation rapportée

Matériaux	les domaines d'utilisation
<u>Le bois:</u> est un matériau écologique, saine, son impact environnemental est neutre , sa mise a disposition et sa fabrication ne nécessitent que peu d'énergie : 0,5 kWh/kg pour le bois massif et 2 kWh/kg pour le contreplaqué 0,7 kWh/kg . il est composé dans le cas général de montants en bois massif , de panneaux de contreventement a base de	Permet la création d'ossatures porteuses mais aussi suffisamment souple pour laisser place à son imagination. Il est important de noter que les essences exotiques ne sont pas recommandées car en plus d'être plus chères et d'occasionner un impact environnemental important via le

¹²⁹ Encarta 2008

¹³⁰CMA. «Guide régional.» *Des matériaux éco-performants*. janvier 2011.

http://www.cma06.fr/IMG/pdf/GUIDE_REGIONAL_DES_MATERIAUX_ECO-PERFORMANTS.pdf (accès le avril 14, 2016), page 11.

¹³¹ Ibid. page 12.

¹³² Ibid. page 13.

<p>bois , d'une isolation semi rigide a base de matériau fibreux placée entre les montants , d' un revêtement intérieur et extérieur.¹³³ (Pierrick Esnault 2010)</p>	<p>transport, elles ne sont pas plus résistantes au temps que les bois locaux. , élément en façade Brise soleil, séparation intérieur , mur extérieur.¹³⁴</p>
<p><u>Acier:</u> offre une grande liberté de création sur le plan architectural, économique (10 à 20 % de moins qu'une maison maçonnée).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chantier court et propre. - Transport et assemblage sans moyens exceptionnels. - Bâtiment léger. - Qualité antisismique.¹³⁵ 	<p>Ossature porteuse, incluant les murs et planchers, toits, en particulier les systèmes pour combles aménageables et de grande portée, enveloppe du bâtiment, comprenant les façades et couvertures, parois extérieures, parois de remplissage pour les bâtiments à ossature en béton à plusieurs étages, infrastructures, y compris fondations et sous-sols, composants modulaires et préfabriqués, cloisons intérieures et parois séparatives, installations techniques et autres.¹³⁶</p>
<p><u>la Pierre ponce:</u> La pierre ponce est une roche volcanique de grande porosité (85% d'air) et de faible densité. Ses nombreux pores et cellules fermées lui confèrent un pouvoir isolant élevé. Les blocs de pierre ponce sont composés de 92% de pierre ponce et de 8% de clinker. cet élément est destiné à la réalisation de murs porteurs et sont montés à joints de mortier colle fabriqué sur chantier à partir de granulats de pierre ponce fournis par le fabricant de blocs.¹³⁷</p>	<p>Les murs intérieurs qu'extérieur, portants ou non portants, Aménagement intérieur des constructions Les dalles de mur (dalles de bardage), les dalles de toiture, cloisons.¹³⁸</p>

Tableau 9 source:(auteur)

- Matériaux d'isolation:

Ils sont destinés à réduire le passage de la chaleur à travers l'enveloppe du bâtiment .pour ce faire on utilise des matériaux de faible conductivité thermique qu'on façonne de

¹³³ Pascale Céron, ARENE Île-de-France Pascale Gorges. Février 2012., http://www.asso-iceb.org/wp-content/uploads/2014/07/guide_bio_tech_ventilation_naturelle_et_mecanique.pdf (accès le février 2016).page 60.

¹³⁴ Ibid.

¹³⁵ Ibid. page 10.

¹³⁶ Ibid.

¹³⁷ Ibid. page 13.

¹³⁸ Ibid.

manière a créé de multiples petites creux ou bulles d'air ou de gaz qui limitent les échanges par convection .on arrive également à intégrer à certain produit des couches ou des revêtements qui limitent les échanges thermiques par rayonnement dans les creux d'air ou de gaz. Il résulte des produit isolant ayant une conductivité thermique comprise entre 0.023 et 0.05 W/(m.K).¹³⁹

- Les types des matériaux d'isolations: On distingue :
 - Les isolants traditionnels : principalement les laines minérales et les isolants synthétiques, Ils sont issus de matières non renouvelables.
 - Les laines minérales : comme la laine de verre et la laine de roche.
 - Les isolants synthétiques : le polystyrène expansé, le polystyrène extrudé et le polyuréthane.
 - Les isolants nouveaux: Sont principalement fabriqués avec une part variable de matières renouvelables, d'origine animale ou végétale ou de produits issus du recyclage de papier ou de vêtements. Ils se présentent soit en vrac, soit sous forme de rouleaux ou de panneaux. Leurs développements répondent aux objectifs de maintien de la biodiversité, de réduction des déchets, de protection de l'environnement. Plusieurs de ces produits bénéficient d'un avis technique ou d'une certification et qui ne sont pas disponibles sur le marché algérien. Les isolants nouveaux : peuvent être regroupés en deux grandes familles:

Les isolants d'origine végétale comme : l'ouate cellulase, la laine de bois, la laine de chanvre.

- Les isolants d'origine animale : comme la laine de mouton elle se présente sous forme de rouleaux de différentes épaisseurs elle isole les planchers, les murs et les toits et se comporte comme un hydro-régulateur capable d'absorber jusqu'a 30% de son poids en condensation sans perdre les propriétés isolantes, et La plume de canard fabriqué à partir de 70% de plume de canard elle est très perméable à la vapeur d'eau elles peuvent emmagasiner jusqu'à 70% de leur poids en eau et retrouver leur qualité après séchage.¹⁴⁰

- Les intérêts de l'isolation :

Dans un bâtiment mal isolé, les déperditions thermiques sont importantes et engendrent des consommations d'énergie importantes pour le chauffage des pièces et de l'eau chaude sanitaire en hiver voire le recours à la climatisation en été. En plus des économies énergétiques directes, l'isolation thermique alliée à une bonne ventilation réduit les coûts d'entretien et les risques d'humidité et augmente la durée de vie de la maison. Le schéma suivant présente en Pourcentages indicatifs les pertes de chaleur d'une maison traditionnelle non isolée.¹⁴¹

- Les éléments à isolés:

¹³⁹ Rémi, Bouchié Benoit busson. «performance énergétique: les matériaux et procédés d'isolation .» nancy, 2013. page 30.

¹⁴⁰ADEME. «Guide des matériaux isolants .», page 40

¹⁴¹ Ibidem.

- Isolation de mur: L'isolation des murs réduit les pertes de chaleur et permet d'augmenter la température intérieure des parois. Pour l'isolation par l'intérieur, des panneaux sont installés, alors que pour l'isolation extérieure, un isolant est réparti sur la surface extérieure du mur puis il est protégé des intempéries par un bardage ou un enduit.
- Isolation des parois : Elle est augmentée grâce à la présence de fermetures (volets ou autres), qui réduisent les déperditions thermiques la nuit, et protègent des rayons du soleil en évitant les surchauffes le jour. (bois, aluminure, PVC)
- Isolation de plancher : Les déperditions thermiques à ce niveau ne sont pas les plus importantes. Leur isolation limite les phénomènes de parois froides. L'isolation est différente selon qu'il s'agit de planchers se trouvant sur terre-plein ou de planchers sur vide sanitaire.
- Les ponts thermiques : Sont des défauts dans l'enveloppe isolante, responsables de problèmes d'inconfort, de consommations supplémentaires et de dégradations dans le bâtiment. La perte de chaleur supplémentaire, provoquée par les ponts thermiques est à considérer de manière relative. Pour un bâtiment moyennement isolé, elle peut constituer 10 % des déperditions totales. Par contre, plus le bâtiment est isolé, plus les défauts d'isolation induisent des déperditions relatives importantes, qui peuvent représenter jusqu'à 25 % .¹⁴²
 - Vous trouvera les types d'isolation pour chaque modelé dans l'annexe XI fichier numérique.

3.3.6. Les règles de conception Durable en Algérie en fonction de climat :

L'Algérie occupe une vaste étendue territoriale. Plus de 4/5 de sa superficie est désertique, d'où une large variété géographique et climatique allant du littoral au désert. La classification climatique en Algérie permet de distinguer quatre zones principales :

- Zone A : littoral marin.
- Zone B : arrière littoral montagne.
- Zone C : hauts-plateaux (semi-aride).
- Zone D : présaharien et saharien (aride).¹⁴³
 - Les règles Appliquer à Zone A (ou se trouve notre cas d'étude) : La conception du bâtiment doit être conçue suivant les zones climatiques. Pour cela, certains critères de base sont à prendre en considération pour chaque site d'implantation
 - Climat littoral marin: dans ce cas, les dispositifs suivants sont à entre prendre dans la réalisation de bâtiment, les pertes de chaleur doivent être minimisées en prévoyant :
- Une bonne organisation des espaces et isolation de bâtiment avec une forme compacte .

¹⁴² Ibid., page 45.

¹⁴³ Astrid, Denker, El Hassar S.M.K, et Saad baradiy Ing , « guide pour une construction eco-énergétique en Algérie » , Édité par GIZ Dag hammar skjold- weg 1-5 65 760 ESchborn. 2013, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et de la ville, Alger.p85

PARTIE I :

APPROCHE OPERATIONALLE



Ouverture sur le thème :

« Les bâtiments sont aussi des enfants de la terre et du soleil »

Frank Lloyd Wright

« L'architecture est fatalement climatique, il n'y a architecture que lorsqu'il y a contraintes. Le climat en est une à laquelle on n'échappe pas »

Pierre Fernandez, pierre Lavigne.

Partie II: La partie opérationnelle

Chapitre 4 : Méthodes et outils de simulation

4.1. Introduction :

Dans le contexte de la garantie de performance énergétique, il est essentiel de pouvoir estimer de façon fiable les consommations prévisionnelles d'un bâtiment. Sur le marché, il existe depuis de nombreuses années des outils numériques (logiciels) qui permettent d'effectuer des simulations thermiques, qui vont de simples feuilles de calcul à des outils très sophistiqués. La majorité de ces outils a été développée initialement pour calculer les besoins thermiques de chauffage et refroidissement d'un bâtiment, sur la base des caractéristiques de l'enveloppe.

En effet ces logiciels de simulations énergétiques permettent la simulation du comportement thermique d'un bâtiment, en lien éventuel avec les questions de confort thermique, voire l'ensemble des besoins énergétiques.

Ce chapitre va définir l'objectif de l'étude (simulation des deux cas) ainsi que les paramètres des deux modèles d'étude, ces paramètres sont insérés dans son climat local et ses coordonnées géographiques. Le second temps sera l'occasion de développer la méthodologie choisie pour l'étude des besoins énergétiques, les mesures adéquates, ainsi que la pertinence du choix de l'outil de simulation.

4.2. Présentation des deux cas d'étude :

La présente évaluation concernera conjointement deux types d'hôtel s'intégrant dans deux conditions environnementales et climatiques extérieures différentes. Il s'agira d'un hôtel touristique côtier « motel de complexe touristique GENOUNE MOUAHMED qui se situe dans la ville de Jijel et un hôtel écologique qui se situe dans la ville malaga Espagne dont les caractéristique sont comme suit :



Figure 39: Vue arienne de plan de situation de complexe Guenoune, source: (google earth)



Figure 38: Vue arienne de situation de l'hotel Monte Malaga, source: (google earth)

Tableau 10: représente les caractéristique des cas d'étude

Caractéristique		Bâtiment hôtelier « GUENOUN MOUHAMED »	Bâtiment hôtelier « Monte Malaga
Situation		de 18 Km au sud-ouest de la ville de Jijel et (au bord de la plage de rocher noir)	PASEO MARITIMO ANTONIO MACHADO, MALAGA EN Espagne
Limites	Est	Terrain vague avec tapis végétal	route ANTONIO MACHADO
	Ouest	Habita individuelle	rue CANALE
	Nord	Mer méditerranéenne	Ensembles Habitas traditionnelles.
	Sud	Terrain vague avec tapis végétal	Rue JACINTO VERDAGUER
Ouverture		Année 2006	
Maitre d'œuvre		Atelier d'architecture BOUHIRED	John M. Rojas Fernandez Juan Ramon Montoya Molina
Surface foncière (m ²)		6000	17 412 m ²
Nombre d'étages		R+2	R+5
Nombre de chambres		28 chambre pour une capacité de 52 lits	
Classement		2 étoiles	4 étoile

tableu10 :source: (auteur)

4.3. Caractéristiques de construction :

4.3.1. Motel de complexe touristique guenoune cas 1 :

La conception de cet hôtel est faite à partir de la méthode classique avec des murs extérieurs en pierre mais celles de l'intérieur sont en brique et mortier.

- L'utilisation climatisation ordinaire.et chauffage collectif.
- Raccordement aux réseaux publics de l'électricité.

- La structure du bâtiment est réalisée en poteaux-poutres coulées sur place.
- Le revêtement extérieur est en enduit de ciment et en plâtre pour l'intérieur.
- Les murs intérieurs : construits en simple cloison de briques de 10 cm d'épaisseur avec un enduit en plâtre.
- Les planchers : sont réalisés en poutrelles et hourdis avec dalles de répartition coulées sur place, le revêtement des sols est en carrelage sur sable.
- Utilisation d'un patio intérieur qui contient l'eau qui peut jouer un rôle de régulateur thermique.

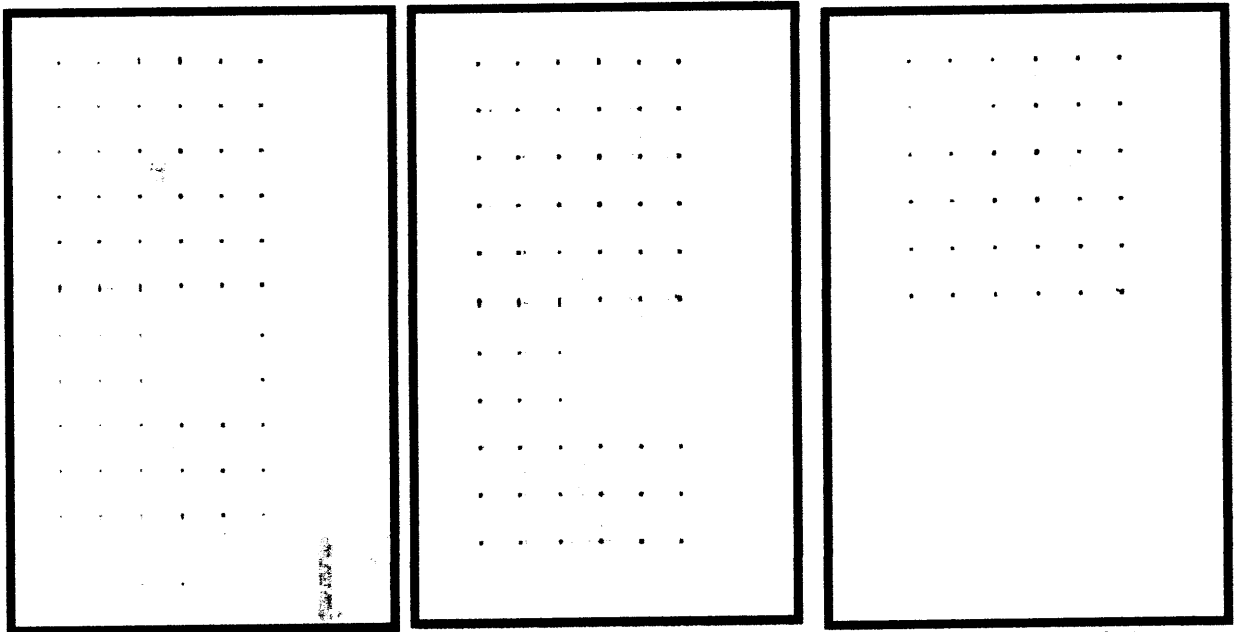


Figure 40: les différents distribution des plans (RDC, 1er, 2ème étage), source: (propriétaire de l'hôtel)

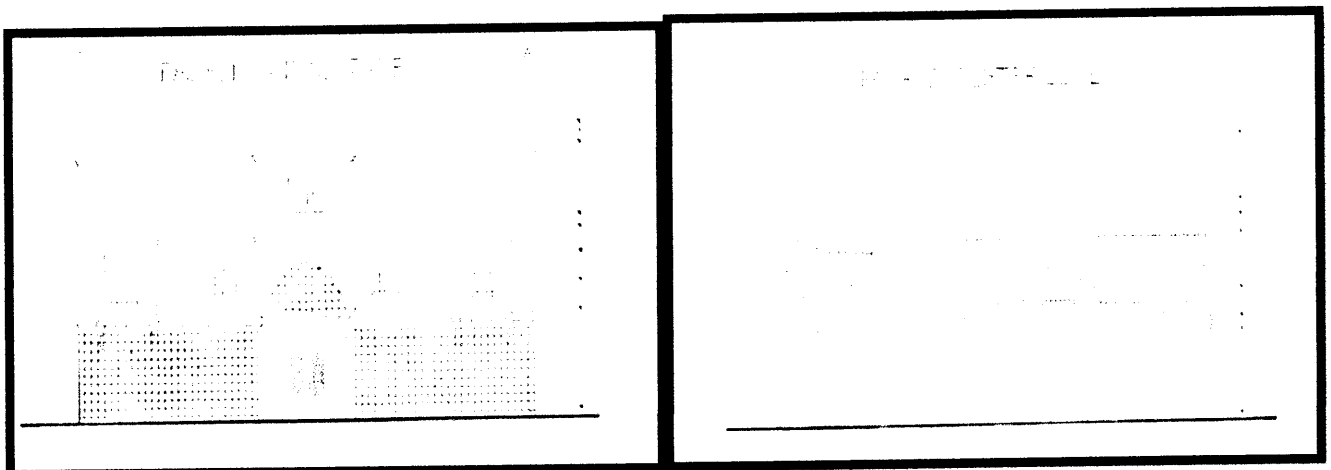


Figure 41: façade principale, source:(propriétaire de l'hôtel) Figure 42: façade postérieure, source:(propriétaire de l'hôtel)

4.3.2. Hotel Monte Malaga cas 2 :

- La conception de cet hôtel est faite à partir de la méthode bioclimatique avec l'intégration des panneaux solaires thermiques.
- La disposition des pièces a suivi une logique bioclimatique.
- l'intégration de l'énergie solaire : Les plaques photovoltaïques placées sur les façades sud-est et sud-ouest sont intégrées dans les modules préfabriqués. tout en obtenant un avantage financier.¹⁴⁵
- Utilisation des façades d'ombrage : grâce à l'ombre produite par les modules photovoltaïque, ce qui se traduit par des économies importantes en matière de climatisation.
- la performance thermique douteuses, a proposé un système mixte: Substructure mur rideau et modules préfabriqués.
- Les fenêtres en en aluminium faite par un module constitué d'un châssis de support dans lequel cinq modules, en plaçant l'ensemble comme un brise soleil horizontales qu'ils mettent l'ombre sur les façades de l'hôtel.
- Utilisation d'une cour qui est peut-être l'un des plus importants, qui non seulement disposer à l'étage, mais il est porté à la cave à 6 mètres de profondeur .cet élément est basé sur la stratégie bioclimatique à exploiter l'inertie thermique.

❖ Tour à froid tour à chaud :

Evidence un volume de pierre et de trois étages de haut qui fixera l'entrée, et un autre volume de verre comme une tour dépasse du reste des éléments. Le volume de la pierre est ce que les auteurs du projet intitulé «Torre Fria »soi-disant «tour chaud » est rien de plus que le mécanisme de bioclimatique d'une cheminée solaire est élément vitré ou verticale dont la chaleur rend l'air intérieur monte en créant un effet d'aspiration et de ventilation. Dans le cas de cette construction, la cheminée solaire est adaptée à la base de l'ascenseur. Par conséquent cet élément a une triple fonction: la configuration volumétrique angle sud du bâtiment, élément bioclimatique de ventilation et le noyau des communications verticales.¹⁴⁶

¹⁴⁵Officiel chambre of. comerce «Case Study: Hotel Monte Malaga.» SCORE. 2006. <http://www.scoremed.eu/documents/0-BEST%20PRACTICE%20SCORE%20Hotel%20Monte%20Malaga%20ENG.pdf> (accès le Janvier 2016).

¹⁴⁶AndalusianEnergy Agency (AgenciaAndaluz de la Energía). "La incorporación de la energíasolar al proyectoarquitectónico" – www.agenciaandaluzadelaenergia.es Architects "Hombre de Piedra" – www.hombredepiedra.es

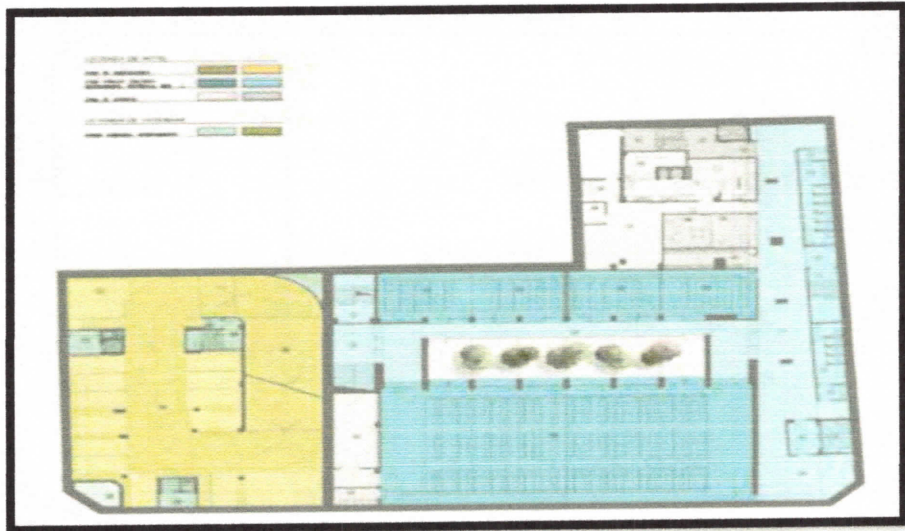


Figure 41: distribution de plan de sous-sol, source: (Sanchez, 2011)

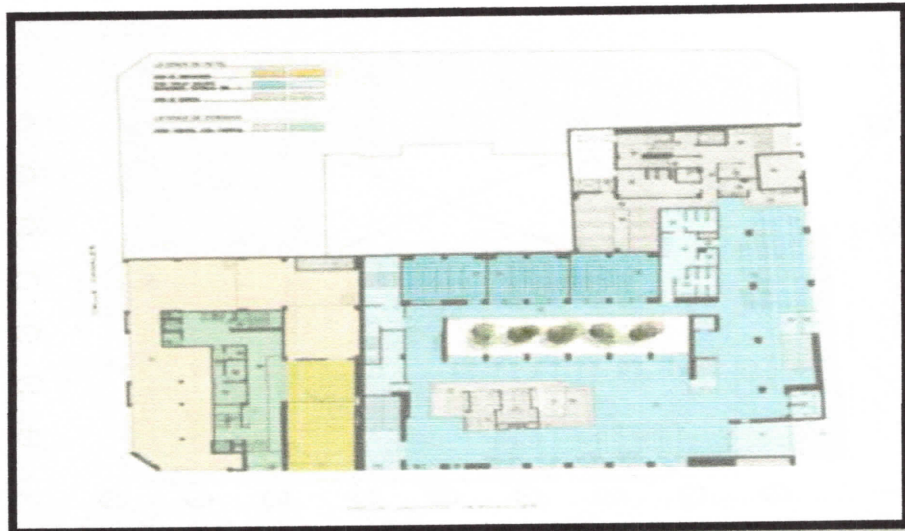


Figure 42: distribution de plan de RDC, source: (Sanchez, 2011)



Figure 43: distribution de plan d'étage, source: (Sanchez, 2011)



Figure 44: Volumétrie présente les procédés durables utilisés, source: (Sanchez, 2011)

4.4. Coordonnées géographiques:

4.3.3. Cas 1:

Latitude [N°] = 36, 788, son Longitude [E] = 5,651, son Altitude [m] = 13¹⁴⁷

- La région de EL AOUANA s'intègre au climat de la zone Jijel- Taher qui est de type méditerranéen subhumide qui est un climat tempéré avec un hiver doux caractéristique de la zone A; méditerranéenne et d'une pluviométrie de l'ordre de 1 200 mm/an.
- Le climat de la région est soumis à deux influences: celle de la mer méditerranéenne et celle du relief, donc cette influence se traduit par la création de deux types de climat on a:
 - un climat littoral: correspond aux plaines enclavées de la bordure maritime.
 - un climat de montagne: correspond à la zone tellienne.

4.3.4. Cas 2 :

Zone climatique = IV, Latitude [N°] = 36, 667, son Longitude [E] = -4,483, son Altitude [m] = 7¹⁴⁸.

Malaga possède un climat subtropical méditerranéen avec une température moyenne annuelle de 18.5 degrés. L'hiver est doux et la température ne baisse jamais au-dessous de 0 °C. L'été est chaud et nettement sec, les journées sont les plus ensoleillées de l'année.

La ville reçoit seulement entre 500 mm et 600 mm de pluie annuellement, et ne compte que 59 jours de pluie par an. Novembre, décembre et janvier sont les mois les plus pluvieux ; c'est en novembre qu'il pleut le plus tandis que décembre et janvier ont le plus grand nombre de jours de pluie, huit. À l'opposé, juillet et août ont en moyenne un seul jour de pluie.

¹⁴⁷ Logicielle métronome.

¹⁴⁸ Ibid.

- Données météorologiques: voir Annexe XII pour les deux cas .

4.5. La présentation de la simulation et de la méthodologie d'étude :

4.3.5. Objectif de simulation, le cas n °01 :

On va faire plusieurs simulations thermiques dynamiques d'un hôtel existant dans son état actuel (cas de base) et son état optimisé (on va changer plusieurs variantes de l'enveloppe du bâtiment c'est-à-dire les paramètres passifs) afin de connaître l'impact de ces procédés durable sur la qualité des consommations énergétiques.

❖ Définition de simulation:

Et un outil permettant l'évaluation, des besoins de chauffage et de climatisation. Afin de faciliter la mise en œuvre des solutions à faible impact par les concepteurs, d'autre part, il est utile de compléter l'analyse thermique par l'évolution de confort, c'est pourquoi une méthode de simulation, basé sur une méthode dynamique (on parle ici sur simulation thermique dynamique STD).¹⁴⁹

La STD est un outil d'analyse du comportement thermique d'un projet. Se basant sur des données climatiques horaires, les paramètres d'enveloppe de bâtiment, des variations horaires de ses modes d'occupation ses modes d'occupation, la modélisation permet de représenter précisément le fonctionnement thermique d'un projet de construction neuve ou de rénovation, afin d'en analyser les sources de déperditions et de surchauffes. Utilisée au stade de la conception, elle est un outil précieux d'aide à la décision permettant la validation des solutions architecturales, de définir les performances énergétiques prévisionnelles et de quantifier les conditions de confort estival.¹⁵⁰

❖ Le choix du logiciel:

Pour simuler le comportement de bâtiments (locale, chambre, bureau) et pouvoir exploiter au mieux les données expérimentales, nous avons choisi de fonder notre environnement de simulation sur le logiciel PLEIADE+CONFIE 3.2.

❖ Définition du logiciel:

Ce logiciel est le produit de la collaboration entre IZUBA énergies et le Centre d'énergétique de l'école des Mines (il a été conçu et développé par GEFOSAT puis IZUBA énergie avec le soutien de l'ADEME).¹⁵¹

¹⁴⁹Peuportier, Bruno , « *Eco-conception des bâtiments : bâtir en préservant l'environnement* », Édité par Presses de l'Ecole des Mines. 2003. Page 111

¹⁵⁰Climat Ingénierie conseil , « *OPTIMISATION ENERGETIQUE PAR SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE.* » Édité par Clima ic. 2013. (accès le Avril 22, 2016). Page 1

¹⁵¹«Manuelle PLEIADES 2.4 et CONFIE 5.0 pour Windows 95/98/NT/2000/XP.» 18 Juin 2004. <http://logiciels.i3er.org/images/logiciels/pleiades.pdf> (accès le Avril 22, 2016). Page 2 .

Pléiades + COMFIE est commercialisé par la société IZUBA Energies depuis 2001. Ce logiciel est distribué essentiellement en France et est utilisé en phase projet afin d'optimiser l'efficacité énergétique du bâtiment étudié. Il est composé de trois modules principaux : ALCYONE et PLEIADES + CONFIE.¹⁵²

- ALCYONE: Un module de saisie graphique par niveau avec visualisation en 3D permettant d'accélérer considérablement la saisie des projets. Une palette d'outils très complète permet :
 - De tracer rapidement un projet. Avec possibilité de changer l'orientation.
 - D'affecter des ouvertures (fenêtres, portes) sur les parois.
 - De recopier un niveau, de sélectionner les zones thermiques.¹⁵³
- PLEIADES: Est le module de préparation de la saisie grâce à des bibliothèques d'éléments et de compositions préenregistrées, avec la possibilité de créer des compositions et des vitrages et modifier le scénario. Il permet également d'effectuer les calculs et de visualiser les résultats. Le logiciel repose sur le moteur de calcul COMFIE.¹⁵⁴
- COMFIE: Est un outil de recherche pour la conception climatique ou solaire des bâtiments. il logiciel permet d'effectuer une analyse thermique précise d'un projet, et facilite la comparaison de variantes (standard et optimisé), en ce qui concerne la conception globale du bâtiment ou le choix d'un composant particulier.¹⁵⁵
 - ❖ L'utilisation de logiciel :

COMFIE-PLEIADES est un logiciel de simulation thermique dynamique pour les bâtiments. L'utilisateur peut importer une géométrie créée avec un logiciel de saisie graphi

¹⁵²Marion DUPRE , Thomas DELMAS.«*La Simulation Thermique Dynamique Présentation de l'étud.*» 16 Février 2014. <http://www.dauchepayet.fr/wp-content/uploads/La-STD-par-Dauchez-Payet.pdf> (accès le avril 2016). Page 3 .

¹⁵³Ibidem.

¹⁵⁴

¹⁵⁵Marcello CACIOLO , Mariane GOCZKOWSKI ,Abdelkader HAMRI Jean-Robert MILLET. «*Revue pratique des logiciels de simulation énergétique dynamique (SED).*» Juin 2015. http://www.planbatimentdurable.fr/IMG/pdf/Revue_pratique_des_logiciels_SED-2015-07-08_revu.pdf (accès le mars 2016).

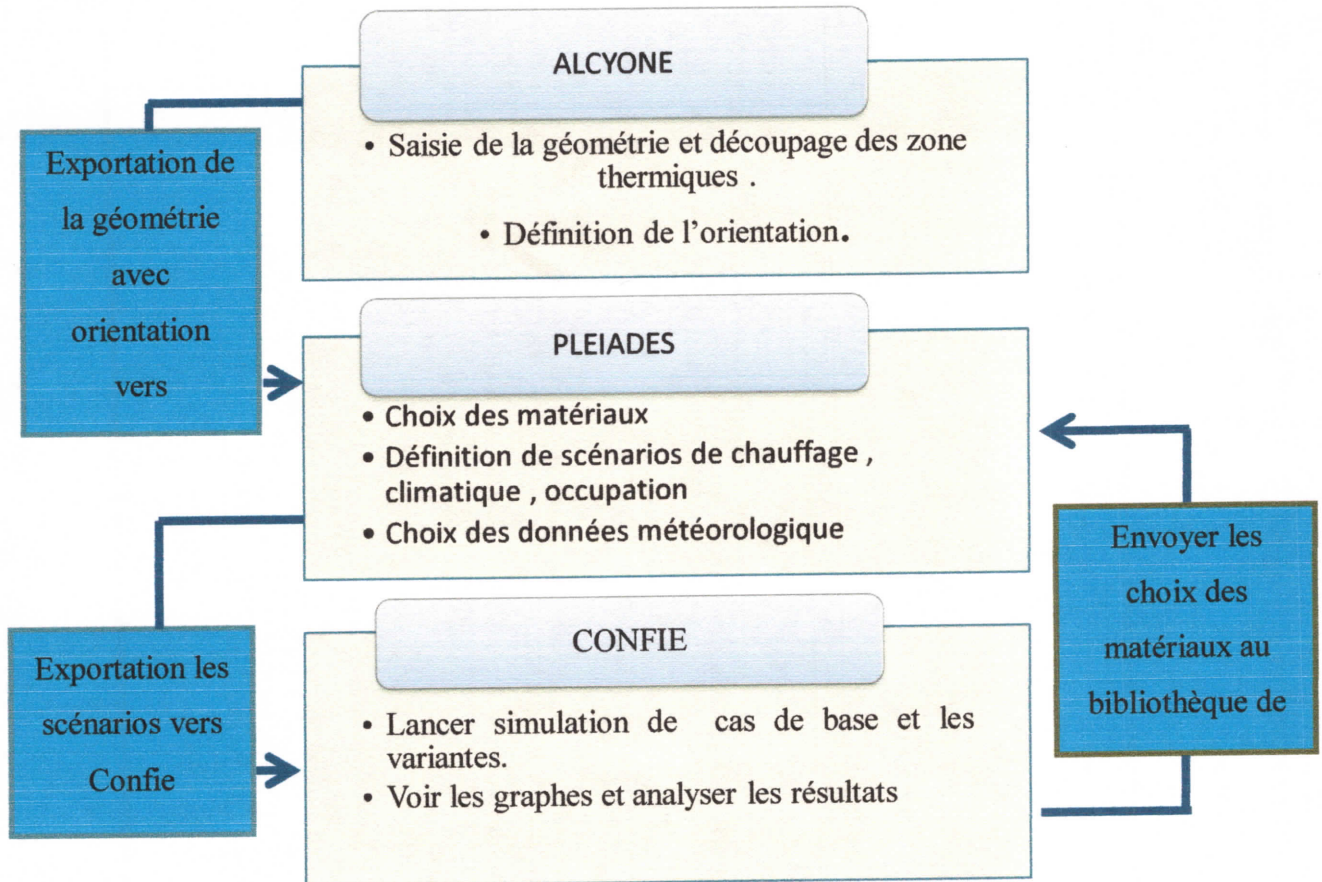


Figure 1: Diagramme de trois modules principaux : ALCYONE et PLEIADES + CONFIE, source: (auteur).

❖ Objectif de logiciel :

L'ensemble PLEIADES+CONFIE permet :

- la conception de projets bioclimatiques en régime dynamique, et Tester les paramètres de l'architecture passive, analyser des performances et des ambiances, la formation et l'enseignement sur le comportement thermique de bâtiment. Et D'obtenir les besoins de chauffage et de climatisation pour chaque zone de bâtiment.
- Aider les maitres d'œuvres pour le choix des matériaux le plus adapté aux climats locaux et d'optimiser à la fois : l'enveloppe du bâtiment, les systèmes énergétiques, le confort hygrothermique des occupants, la maîtrise des transferts d'air entre zones, de façon à obtenir des projets de bâtiments globalement performants.
- utile à la maîtrise d'œuvre pour l'aider à concevoir des bâtiments confortables et économiques.¹⁵⁶

¹⁵⁶Abdelkader HAMRI et autres , «Revue pratique des logiciels de simulation énergétique dynamique (SED).» Juin 2015. http://www.planbatimentdurable.fr/IMG/pdf/Revue_pratique_des_logiciels_SED-_2015-07-08_revu.pdf (accès le mars 2016).

❖ Méthodologie de l'étude des besoins énergétiques:

L'étude des besoins énergétiques du notre cas d'étude passe par plusieurs étapes à partir du collecte des données nécessaires et les insérer dans l'interface de PLIEADE+COMFIE passant par la phase de modélisation et venant à la réalisation de séries de simulations thermiques dynamiques :

✓ Une simulation du modèle référentiel (standard), qui repose sur un modèle de base pour la détermination du degré de consommation énergétique dans condition classique

✓ Des variantes simulations des modèles optimisés basé sur les paramètres passifs :

Des comparaisons sont effectuées entre le cas de base et les différentes variantes pour :

✓ les besoins de chauffage et de climatisation,

✓ les indices de confort, les apports solaires,

✓ l'évolution des températures.

Ces comparaisons sont généralement réalisées sur l'année entière, puis sur la semaine la plus chaude et la semaine la plus froide de l'année. L'analyse est effectuée en recoupant les comparaisons de ces différents résultats, afin de déterminer la solution optimale pour le projet. et de ressortir les renseignements finales de notre recherche et qui peuvent vérifier les hypothèses et les notions déjà notés dans la problématique et développés dans les différentes chapitres du partie théorique.

Tableau 11: représente les déférentes étapes de l'utilisation de l'logiciel PLEIADES+COMFIE,

L'étape	L'explication
<p>Les données identiques entre le modèle de base et les modèles du projet</p>	<p>les fichiers météo sous format TRY: les températures, le régime des vents, l'humidité, l'ensoleillement, etc.</p> <p>création de la bibliothèque :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ On choisissant la caractéristique s des parois. ➤ Type et caractéristique de matériaux utiliser pour composition pour chaque cas (standard et optimiser) des murs et planchés toitures. ➤ Type d'isolant. ➤ Type et pourcentage de vitrage. ➤ Les types des fenêtres.
<p>Modélisation de bâtiment et Caractéristiques géométriques</p>	<p>Les plans du bâtiment cas d'étude, dessinés à l'aide LLCYONE avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Découpage de la zone thermique. ➤ Choisirai l'orientation. ➤ Définir les surfaces et les volumes.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Exportation de bâtiment vers l'interface de pléiades.
<p>Le déroulement des Simulations.</p>	<p>Création Les différents protocoles et des scénarios de fonctionnement:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Des consignes de températures qui se résument dans; le chauffage et la climatisation. ➤ De la ventilation. ➤ De l'occupation (nombre de personne et heur d'occupation pendant toute l'année). ➤ De l'Occultation. ➤ Des besoins d'eau chaude sanitaire. <p>Simulation de cas standard dans son climat locale :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Besoin de chauffage (kWh/m².an). ➤ Besoin de climatisation (kWh/m²/an) . ➤ Indices de confort. ➤ Evolution des températures suivant plusieurs échelles de temps. <p>Les variantes sont ensuite simulées :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ces variantes peuvent intervenir. ➤ Les types d'isolants. ➤ Les caractéristiques des vitrages. ➤ Le pourcentage de clair de vitrage par orientation. ➤ Orientation des pièces (45, 90, 135, 180, 225, 270, 315,360). <p>- Une simulation est effectuée pour chaque valeur du paramètre étudié.</p> <p>Les calculs permettent d'obtenir des résultats concernant le comportement global du bâtiment mais aussi pour chaque zone thermique, ce qui permet d'évaluer les conditions de confort en tout point du bâtiment.</p>
<p>Analyse et interprétation des données et des résultats finales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - discussion des résultats initiaux du cas de base. - discussion des résultats d'après l'intégration des mesures de l'architecture passive d'étudier leur influence sur le comportement énergétique. - Ce qui permet de choisir les solutions les plus efficaces pour chaque mesure et qui composent finalement notre cas optimisé.

Tableau 21: source: (auteur)

4.3.6. Objectif de l'étude, Le cas n°02 :

Cette étude est faite par : Architectes Pierre Homme et les Universités de Séville et Cadix (écoles de génie, d'architecture et de la Faculté de mathématiques), dans le cadre d'un projet d'excellence en recherche de l'Andalousie, qui ont mené une étude sur le comportement thermodynamique au cours de ses diverses manifestations.¹⁵⁷

Le but de l'étude était d'analyser les caractéristiques physiques (La connaissance du comportement thermodynamique) des cours et des espaces qui présentent un intérêt particulier pour l'efficacité énergétique dans les bâtiments qui les contiennent, ainsi que pour les conditionner lui-même.¹⁵⁸

Traditionnellement, les gens de la région méditerranéenne savaient que les températures dans leurs cours étaient plus fraîches en été que la température extérieure. Ce comportement est une conséquence des soldes entrants et sortants énergétiques liés à la circulation de l'air dans la cour. Ce document fournit une étude quantitative sur l'utilité des cours méditerranéens que les systèmes d'économie d'énergie passive. Cette travail est basé sur la création d'une dynamique des fluides computationnelle (CFD) modèle numérique développé en utilisant l'open source FREEFEM ++ langue.

Dans l'architecture contemporaine des bâtiments il y a des expériences que la cour levier conditionne consciemment microclimatiques d'air induit des économies d'énergie considérables dans les bâtiments (l'hôtel Mot malaga à Malaga, est l'un des cas étudiés).

Donc ils vont justifier que La cour est un outil de conception pour l'efficacité énergétique.

4.3.7. Définition de simulation :

La mécanique des fluides numérique (MFN), plus souvent désignée par le terme anglais computational fluid dynamics (CFD):

- Consiste à étudier les mouvements d'un fluide, ou leurs effets, par la résolution numérique des équations régissant le fluide. En fonction des approximations choisies, qui sont en général le résultat d'un compromis en termes de besoins de représentation physique par rapport aux ressources de calcul ou de modélisation disponibles, les équations résolues peuvent être les équations d'Euler, les équations de Navier-Stokes, etc. (Encarta 2008).
- Ce genre d'étude se situe dans le cadre de la dynamique des fluides computationnelle qui peut simuler avec précision le comportement mécanique et thermique d'un écoulement de

¹⁵⁷Rojas, Juan Manuel , « DISCOURS AU CONGRÈS DE MATHÉMATIQUES CEDYA » 2015 / LECTURE EN CONGRÈS DES MATHÉMATIQUES CEDYA 2015. Juin 2015. <http://hombredepiedra.blogspot.com/search?updated-min=2015-01-01T00:00:00-08:00&updated-max=2016-01-01T00:00:00-08:00&max-results=18> (accès le avril 2016).

¹⁵⁸Carmen Galán-Marín , et autres , « Parametric Study of Thermodynamics in the Mediterranean Courtyard as a Tool for the Design of Eco-Efficient Buildings. » 2012. Page 1

fluide (dans ce cas, air) dans une zone donnée de l'espace dans des conditions environnementales données. (Encarta 2008)

- Dans la conception des espaces de transition éco-efficaces est similaire à des tableaux structures dans la conception mécanique des bâtiments architecturaux. L'utilisation limitée des CFD dans la conception architecturale jusqu'à présent en grande partie en raison de la complexité des programmes informatiques qui simulent les flux de fluide circonscrivant utiliser le champ scientifique plutôt que professionnel. Comme l'un des produits finaux de recherche, il est prévu de produire un outil quantitatif basé sur CFD pour un usage professionnel.¹⁵⁹

4.3.8. Définition de logiciel :

Le comportement physique de l'air à basse vitesse est décrit par les équations de Navier-Stokes. Ces équations aux dérivées partielles ne sont pas linéaires et décrivent le mouvement d'un fluide newtonien. Elles sont obtenues en appliquant les principes de conservation de la masse, le moment angulaire et de l'énergie. En raison de la complexité de ces équations, il est possible d'obtenir une solution analytique. Juan Manuel Rojas a prononcé un discours au Congrès XXIV équations différentielles et Applications CEDYA tenue à Cadix du 8 au 12 Juin 2015. L'étude intitulé Microclimat FREEFEM++ SIMULATIONS POUR EFFICACE ARCHITECTURE DESIGN expliqué comment effectuer des simulations facilement et rapidement microclimat avec utilisation FREEFEM++ pour l'amélioration de l'efficacité énergétique dans la conception des bâtiments.¹⁶⁰

FREEFEM++ est un logiciel (freeware) écrit en C++ développé au Laboratoire Jacques-Louis Lions de l'Université Pierre et Marie Curie [F. HECHT, O. PIRONNEAU], porte sous Windows.FR est un logiciel pour résoudre des équations différentielles numériquement partielles en(R^2) et(R^3). Comme son nom l'indique, il est un logiciel libre.¹⁶¹

4.3.9. Méthodologie de l'étude des besoins énergétiques:

Avant d'utiliser ce modèle mathématique pour étudier de véritables cours :

- Dans une première étape, ils testent le modèle avec utilisation des cours avec des formes élémentaires. Ces tests ont déjà été étudiés à la fois physiquement sous les

¹⁵⁹ Carmen Galán-Marín , et autres , « Parametric Study of Thermodynamics in the Mediterranean Courtyard as a Tool for the Design of Eco-Efficient Buildings. » 2012. Page 3

¹⁶⁰ Carmen Galán-Marín , et autres , « Parametric Study of Thermodynamics in the Mediterranean Courtyard as a Tool for the Design of Eco-Efficient Buildings. » 2012. Page 2

¹⁶¹ Hecht, F. FreeFem++, un logiciel pour résoudre numériquement des. 2015. [http://www.association-aristote.fr/Fichiers-2013/15-mai/09-](http://www.association-aristote.fr/Fichiers-2013/15-mai/09-Frederic-Hecht.pdf)

Frederic-Hecht.pdf (accès le mai 2016).

paramètres contrôlés dans un tunnel de vent. Et mathématiquement par des simulations numériques. Les données fournies par les simulations reproduisent correctement la réalité physique et sont équivalentes à celles fournies par les simulations numériques réalisées dans avec le logiciel "fluent

- Après, nous appliquons le modèle dans une géométrie réelle, la cour de l'hôtel Monte Málaga, Pour ce premier test, ils calculent le rayonnement dans une partition des murs de la cour à la base de logiciel ECOTECT. Cette information est prise en compte par le code, afin de définir les conditions aux limites au cours de la simulation numérique.
- Le vent et la flottabilité des effets prédominants sont notamment dans la simulation numérique. Nous comparons les résultats numériques avec la température contrôlée dans la cour de l'hôtel.¹⁶²

Cette étude est organisée comme suit:

Le tableau 12 : représente des explications des étapes d'étude

La 1 ère étape	Présente le modèle utilisé pour les simulations effectuées dans cette recherche.
La 2 Emme étape	Présente les modèles de flux qui peuvent être trouvés dans les cours en forme simplifiée avec une fonction de la proportion entre la largeur et la hauteur de la cour. Cette proportion sera appelé rapport de la profondeur (D).
La 3 Emme étape	La section Dans la section 3 du rapport de la profondeur des phénomènes de cour et de stratification de l'air sont liés en fonction des conditions climatiques. Les cours typiques de la Méditerranée sont spécifiquement détaillés, décrivant les différentes formes habituelles et une vérification des résultats obtenus à partir du modèle mathématique est donnée.
La 4 Emme étape	Présente une application de l'outil: l'étude de l'évolution des températures dans l'hôtel Monte Málaga (situé à Malaga, au sud de l'Espagne).
Conclusion	Les conclusions de cette recherche sont présentées dans la section.

Tableau 12: source (auteur)

Conclusion :

Ce chapitre a été consacré en premier lieu, à la présentation des modèles d'étude choisis avec ses différentes caractéristiques et différents buts pour évaluer les consommations énergétiques , en fonction des mesures et en deuxième lieu aux matériels et méthodes qui seront

¹⁶²Ibid.

mis en œuvre pour effectuer les différentes simulations souhaitées et commencer à présenter et analyser les premiers résultats de cet étude.

En fonction des mesures d'autosuffisances énergétiques choisies, sur un bâtiment conçu sur la base des habitudes constructives et de données géographiques et météorologiques locales.

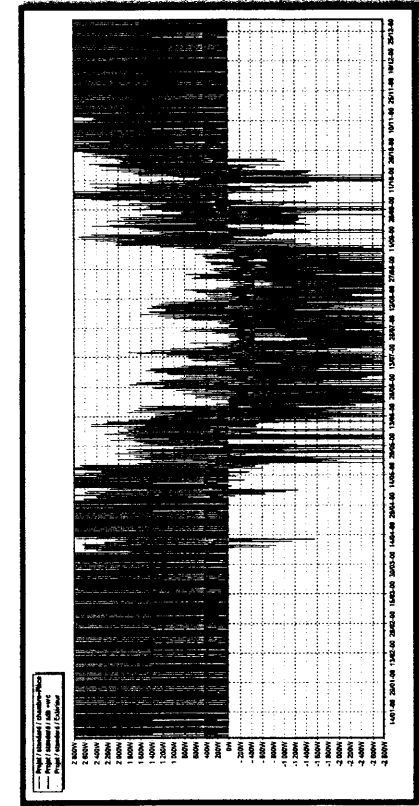


Figure 52: Les quantités annuelles de consommation énergétiques (chauffage et climatisation) pour la chambre double (par période).

❖ **Interprétation des résultats :**

Après L'analyse des résultats de besoins énergétiques en chauffage et climatisation pour les deux chambre on peut noter que:

-Pour le cas d'une chambre double : la consommation énergétique peut atteindre une quantité maximale de chauffage égale à 10874 kWh, et une quantité maximale de climatisation égale 3216 kWh. Pour donner une consommation annuelle de 14090 kWh.

- Pour le cas d'une chambre triple : la consommation énergétique peut atteindre une quantité maximale de chauffage égale à 9901 kWh, et une quantité maximale de climatisation égale 8049 kWh . Pour donner une consommation annuelle de 17950 kWh.

4.6.5. L'évaluation du confort

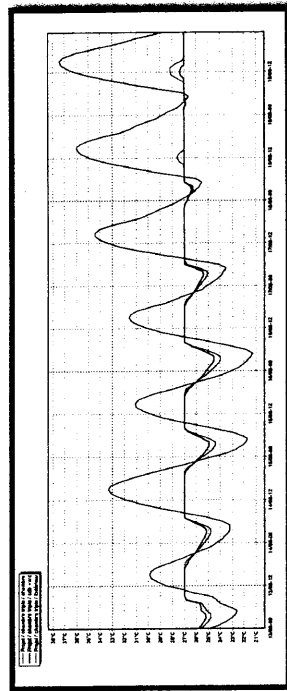


Figure 53: graphique de la température interne par rapport à celle externe dans la semaine la plus froide pour la chambre triple (par période)

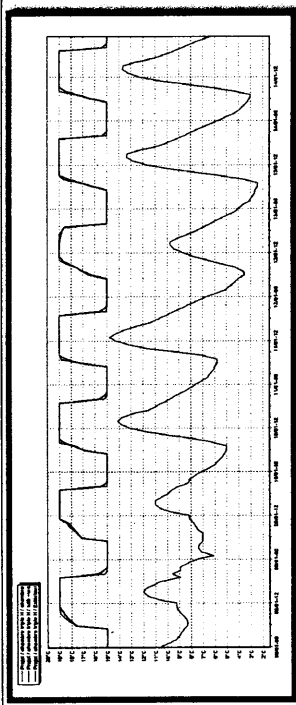


Figure 54: graphique de la température interne par rapport à celle externe dans la semaine la plus chaude pour la chambre triple (par période)

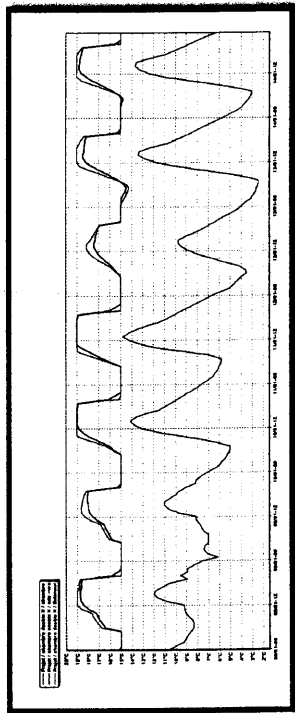


Figure 55: graphique de la température interne par rapport à celle externe dans la semaine la plus froide pour la chambre double (par période).

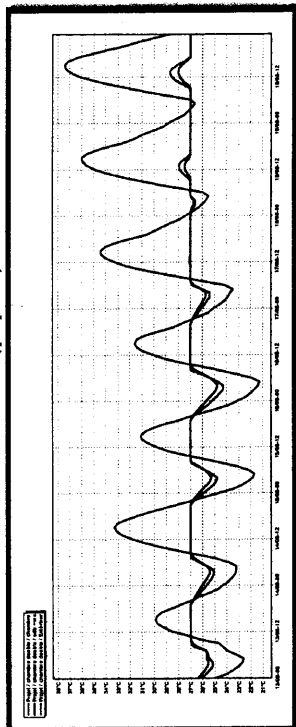


Figure 56: graphique de la température interne par rapport à celle externe dans la semaine la plus froide pour la chambre double (par période)

en remarque dans ces graphes :

- Dans la semaine la plus froide : la température se déroule entre 15 et 19 °c ce qui nécessite la présence du chauffage, pour améliorer les conditions de confort.
- Dans la semaine la plus chaude : la température se déroule entre 26 et 29 °c ce qui nécessite la présence du système de climatisation.

.6. Simulation de cas: hôtel roché noir

4.6.1. Introduction :

A partir de la démarche décrite dans le chapitre précédent, on va procéder aux différentes simulations .

4.6.2. Réalisations des dessins de deux chambres :

Au premier lieu , l'étude se fera à travers l'interface de alcyne qui a permis de dessiner les divers plans et les volumes des deux chambres. Dans cette étape le zonage thermique et les scénarios d' utilisation qui dépendent de l'orientations des pièces , de leurs ouvertures et leurs occupations sont affectées aux plans.

❖ La première chambre: une chambre triple orientée vers le sud:

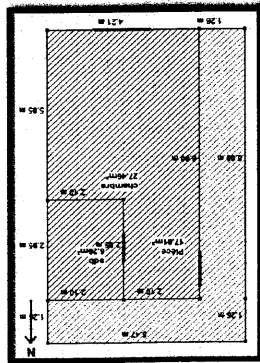


Figure 47: Dessin de plan du chambre triple par Alcyne



Figure 48: Affichage de la 3D et du zonage thermique de la chambre réaliser par Alcyne

❖ La deuxième chambre: une chambre double orientée vers le nord:

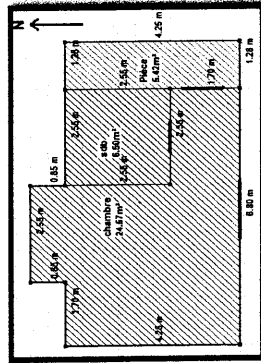


Figure 49: Dessin de plan du chambre triple par Alcyne

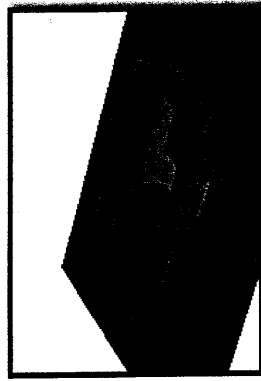


Figure 50: Affichage de la 3D et du zonage thermique de la chambre réaliser par Alcyne.

4.6.3. Présentations, Analyses et discussion des résultats des simulations:

Au deuxième lieu, l'étude se déroule à travers l'interface de pléiade, en affectant de nouveaux scénarios plus précis et adéquats au modèle d'étude pour ensuite régler la station météo qui convient et lancer la simulation thermique dynamique.

La simulation de notre cas d'étude se développe en trois étapes :

La première étape, on obtiendra les résultats du modèle de base relative au confort thermique et la consommation énergétique (chauffage et climatisation) pour les deux cas d'études. On présente d'abord, les graphes de performances relatifs aux critères pris en considération puis on les analyse.

La deuxième étape c'est l'étude paramétrique qui consiste à étudier une-à-une l'impact des différents paramètres architecturaux (matériaux d'isolation, forme et orientation de bâtiment, types, taux et positions de vitrage) sur la mutation des besoins énergétiques, afin de ressortir le cas optimisés qui sera la somme des cas optimaux de chaque mesure.

Finalement, le synthèse présente la classification des différents variantes en pourcentage ainsi quelques recommandations pour améliorer l'efficacité énergétique.

4.6.4. Evaluation de la performance énergétique du cas de base

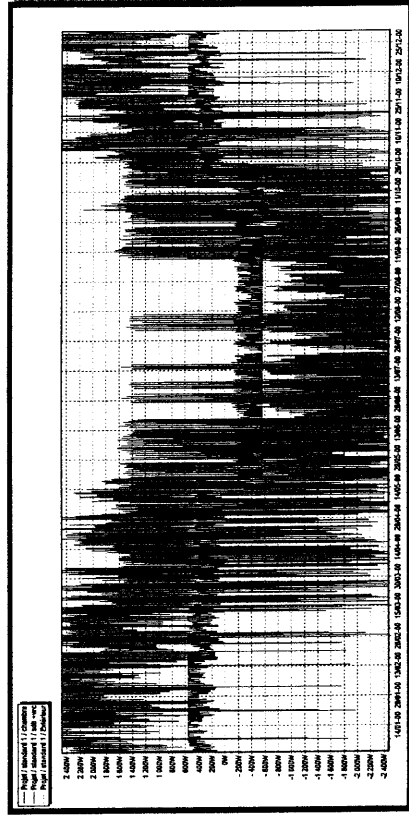


Figure 51: Les quantités annuelles de consommation énergétiques (chauffage et climatisation) pour la chambre triple

Type de matériaux	L'épaisseur cm	La masse volumique kg /m ²	Conductivité thermique W/m. k	Résistance thermique m ² .K/W
Mur standard	Extérieur brique creuse	174	0.48	0.68
	Intérieur brique creuse			
	Plancher non isolé (béton lourd)	563	1.75	0.14
Mur proposé	Toiture non isolé			
	Extérieur béton cellulaire	120	0.16	1.87
	Intérieur brique creuse			
Les murs horizontaux	Plancher proposé bas	583	1.75	0.93
	Toiture rampante	12	0.36	3.94

Tableau 13: la composition des murs verticaux et horizontaux des deux types de chambre

❖ Sur les figures 57 à 61, nous présentons les résultats relatifs au confort thermique et aux besoins en consommations énergétiques pour le chauffage et la climatisation des deux chambres. Nous avons traité deux situations possibles

❖ Synthèse des résultats concernant le cas d'étude à l'état initial (avant optimisation):
Après examen des résultats de mesures s'avère que les principales raisons de cet inconfort et due à la forte consommation énergétique à savoir :

- La faible inertie thermique de l'enveloppe du bâtiment ;
- La surface vitrée, ainsi que la nature du vitrage.
- Les type de matériaux utilisés.

4.6.6. Evaluation de la performance énergétique des cas optimisés

❖ Les différents scénarios d'efficacité énergétique:
Afin d'atténuer les besoins énergétiques du cas de base nous avons proposé une série de scénarios suivie de la simulation de leur impact sur le besoin énergétique du bâtiment.

Dans notre cas on s'intéressera aux paramètres variables suivants:

- Matériaux de construction et isolation
- Les types de fenêtres.
- Les surfaces vitrées.
- L'orientation

Ces paramètres ont été choisis parce qu'ils sont les plus importants pour l'amélioration de l'efficacité énergétique d'un bâtiment. Ce sont aussi les paramètres dont l'influence peut être analysée dès la conception du bâtiment par l'architecte.

❖ L'effet du choix des matériaux voir annexe X
Ce cas présente l'étude de l'influence du type de matériaux sur les besoins énergétiques utiles, cela on compare entre deux types de matériaux
Le tableau : présente la composition des murs verticaux et horizontaux des deux types de chambre que nous avons étudiés, avec les épaisseurs de chaque constituant, les valeurs du coefficient de conductivité thermique, la masse volumique et résistance thermique que nous avons utilisées pour nos simulations .

4.6.6.2.Cas 02 : mur en béton cellulaire

❖ L'évaluation du confort:

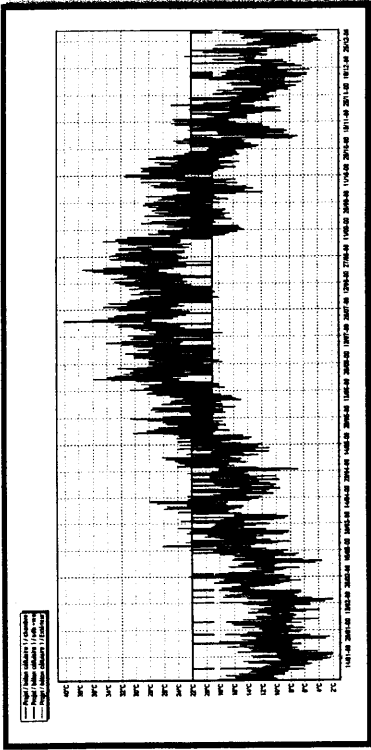


Figure 59: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre triple (par péliade)

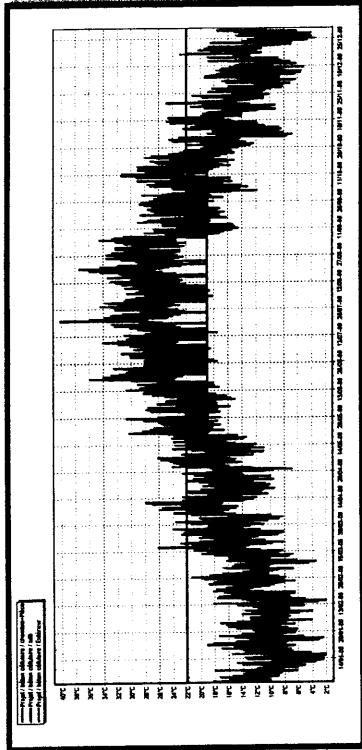


Figure 60: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double (par péliade)

- La lecture de la figure 60: montre que la température intérieure offre une stabilité durant toute l'année avec une faible amplitude de 3°C entre un maximum de 22 °C et un minimum de 19 °C. Alors les matériaux de construction ont une bonne inertie thermique.

4.6.6.1.Cas 01 : mur standard (en brique creuse)

❖ L'évaluation du confort:

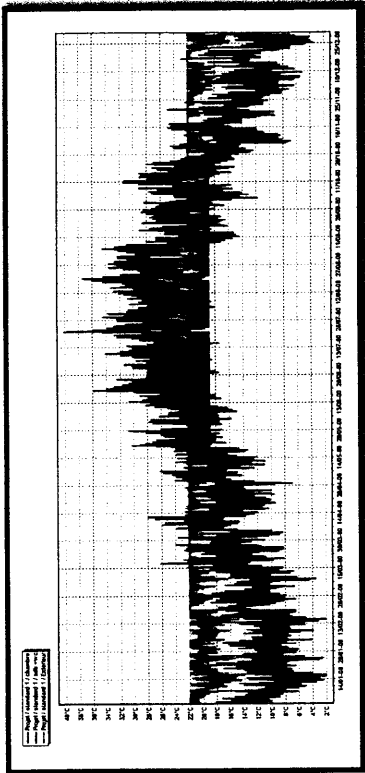


Figure 57: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre triple (par péliade)

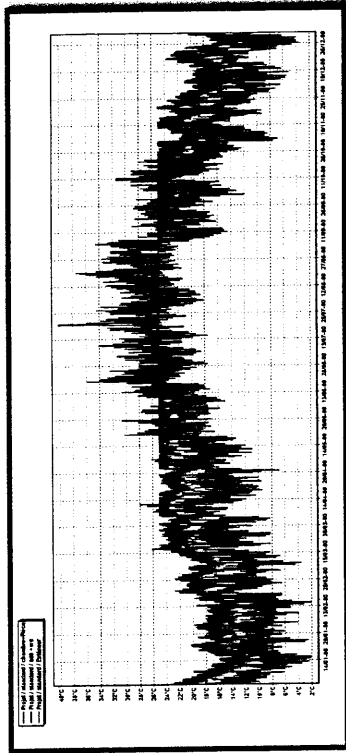


Figure 58: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double (par péliade)

- On remarque dans ces diagrammes:
 - Dans la période de froide la température intérieure est inférieure a celle du confort ce qui nécessite la revenir à des besoins du chauffage.
 - Dans la période chaud malgré la température est diminué lorsque elle passe par l'enveloppe mais elle reste dans des moyennes élevées qui donne une situation non confortable.

4.6.7. L'évaluation de consommation énergétique (pour les deux cas)

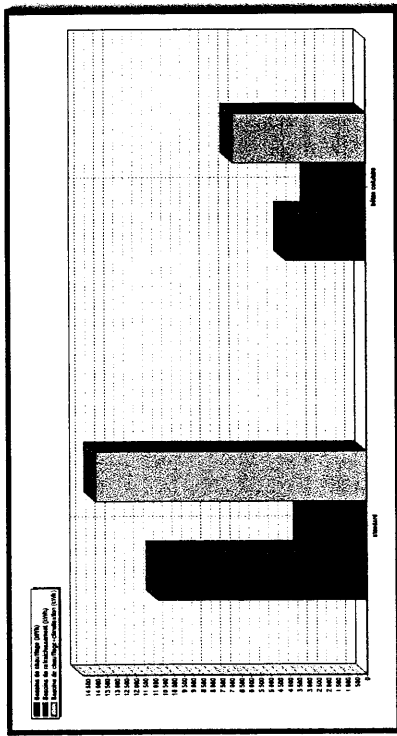


Figure 61 : Effet de la composition de matériaux sur les besoins énergétiques de chauffage et de climatisation de la chambre double (périsée).

Le Tableau 14 si dessous: présente une étude comparative des deux chambres, selon la consommation énergétique annuelle en kWh en considérant deux cas: l'état initial et l'état proposé.

	État initial (brique creuse)	état proposé (béton cellulaire)
Chambre double	Chauffage (kWh)	4157
	Climatisation (kWh)	2771
	Besoin total (kWh)	6928
Chambre triple	Chauffage (kWh)	5147
	Climatisation (kWh)	4144
	Besoin total (kWh)	9291

Tableau 14 : Les caractéristiques des parois

4.6.8. L'effet de l'isolation des parois sur les besoins énergétiques :

Dans ce cas, nous avons analysé l'influence de l'isolation des murs en contact avec l'extérieur sur les consommations énergétiques. Nous avons d'abord pris comme référence de nos résultats le cas d'un mur avec une lame d'air d'une épaisseur de 5 centimètre ce qui correspond au cas le plus rencontré dans les bâtiments de notre zone d'étude. Et nous avons pris comme isolant du polystyrène expansé, cela on comparent entres les deux types d'isolation dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau I qui suit :

Matériaux	Conductivité thermique	La résistance thermique	Densité(kg/m ²)	Epaisseur(cm)
Brique creuse	0.48	0.21	69	10
Brique creuse	0.50	0.10	36	5
Lame d'air	0.09	0.16	0	5
Isolation (polystyrène expansé)	0.04	1.28	1	5
Enduit plâtre	0.30	0.03	12	0.013

Tableau 15 : Les caractéristiques des parois

Sur les figures suivantes nous présentons les résultats relatifs au confort thermique et aux besoins en consommations énergétiques obtenus pour un mur isolé.

❖ L'évaluation du confort :

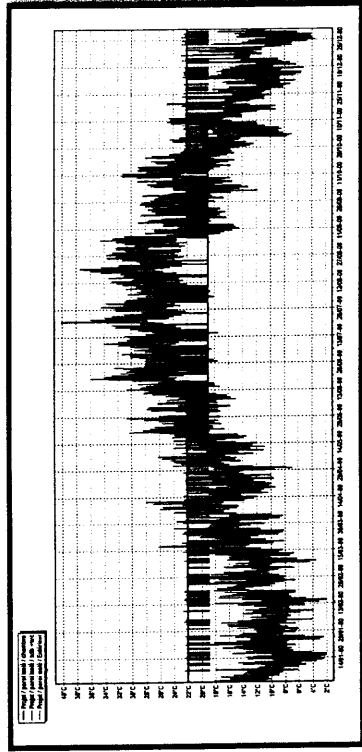


Figure 62: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre triple (par périsée)



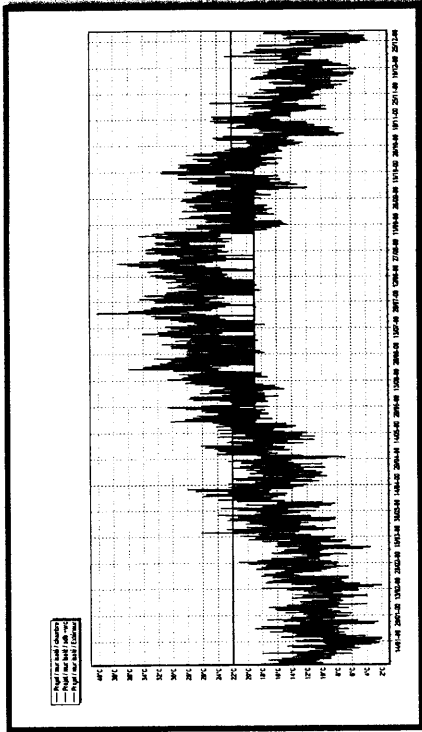


Figure 63: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double (par période)

Nous constatons clairement que la température ambiante fluctue entre un minimal de 14.5 °C et un maximal de 26.75°C pour un mur avec lame d'air. tandis qu'avec l'isolant (polystyrène) la température intérieure(varie entre un minimum de 19 °C et un maximum de 22°C).

❖ L'évaluation de consommation énergétique (pour les deux cas :

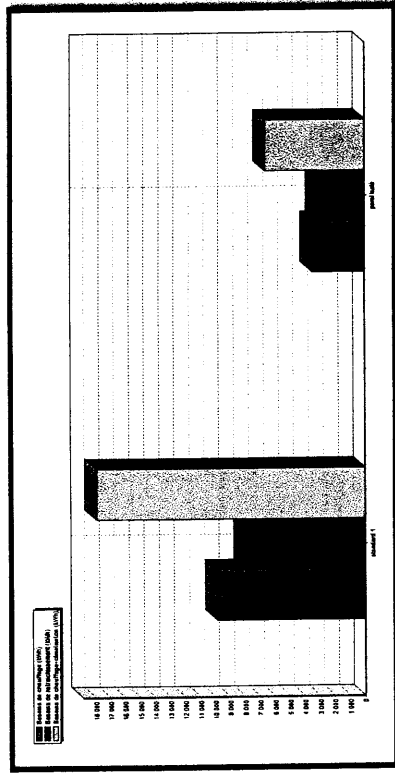


Figure 64: Effet de l'isolation des parois sur les besoins énergétiques de chauffage et de climatisation de la chambre triple.

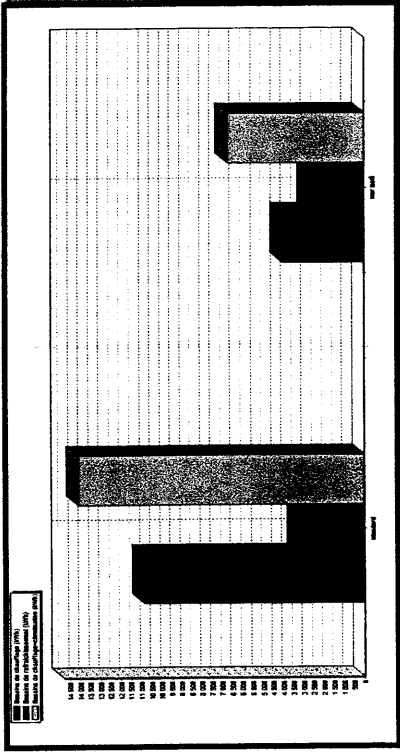


Figure 65 : Effet de l'isolation des parois sur les besoins énergétiques de chauffage et de climatisation de la chambre double.

Sur ce tableau 16, nous présentons les résultats obtenus en terme de besoins énergétiques en chauffages et en climatisation pour les différents types d'isolants et nous constatons que la modification au niveau des parois extérieure permet de réduire la consommation annuelle de 53 % pour la chambre double et 63 % pour la chambre triple. Cette réduction est due essentiellement à l'utilisation des plaques en polystyrène expansé de 5cm d'épaisseur.

Chambre double	Besoin énergétique (KWh)	Chauffage (kWh)	Mur standard (Brique creuse + lame d'air)	Mur isolé (brique creuse + polystyrène expansé)
		Climatisation(kWh)	10874	4036
		Besoin total (kWh)	3216	2698
			14090	6734
Chambre triple	Besoin énergétique (KWh)	Chauffage (kWh)	9901	3527
		Climatisation(kWh)	8049	3168
		Besoin total (kWh)	17950	6695

Tableau 16: Les résultats obtenus en terme de besoins énergétiques en chauffage et en climatisation pour les différents types d'isolants. Alors : l'ajout de l'isolant réduit de manière très significative les besoins énergétiques et du chauffage en hiver et de la climatisation en été, elle est utilisée pour assurer un certain confort: prévoir un générateur de chaleur et frein des déperditions thermique.

4.6.9. Effet du type de vitrage

Ce cas présente l'étude de l'influence du type des fenêtres sur les besoins énergétiques utiles, cela en employant trois types de fenêtres dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau 15, notons que le vitrage le plus utilisé dans la région de Jijel est le simple vitrage.

Type de Fenêtres	Coefficient de déperdition U (W/m ² k)	Facteur solaire du vitrage
Simple vitrage	4.10	90
Double vitrage	2.68	0.81
Triple vitrage	2.02	0.75

Tableau 17: les vitrages les plus utilisés dans la région de Jijel

Sur les figures suivantes, nous présentons les résultats relatifs au confort thermique et aux besoins en consommations énergétiques pour le chauffage et la climatisation des deux chambres. Nous avons traité trois situations possibles :

- Cas 01 : vitrage simple;
- L'évaluation du confort:

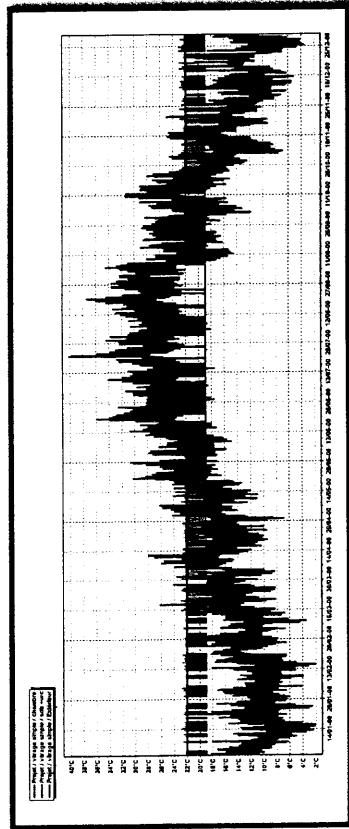


Figure 66: Graph of the internal temperature relative to the external temperature for the triple window (per period) over the year.

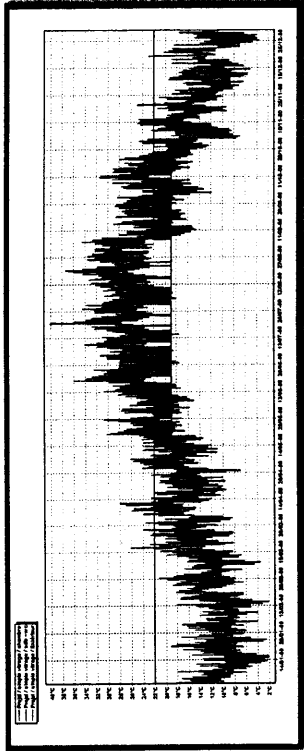


Figure 67: Graph of the internal temperature relative to the external temperature for the double window (per period) over the year.

- Cas 2: Double vitrage :

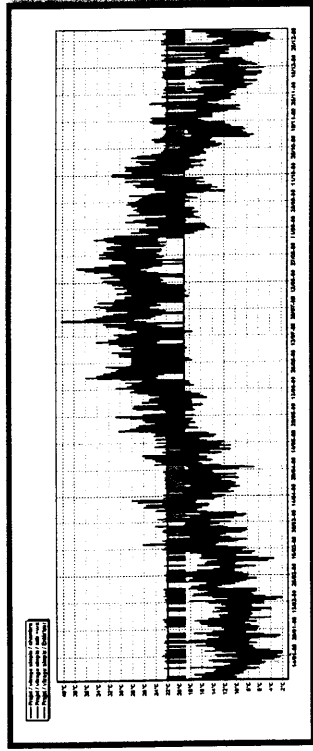


Figure 68: Graph of the internal temperature relative to the external temperature for the triple window (per period) over the year.

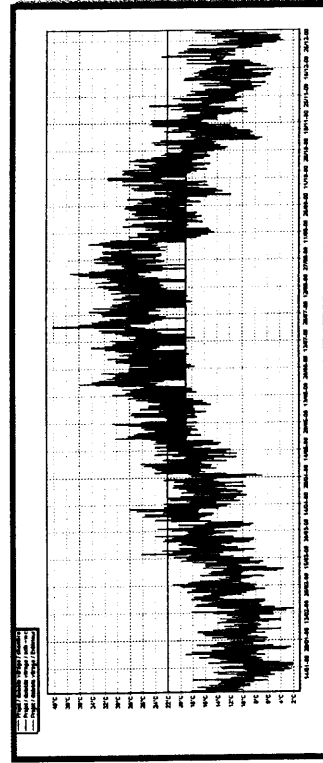


Figure 69: Graph of the internal temperature relative to the external temperature for the double window (per period) over the year.

❖ Cas 3 : Triple vitrage

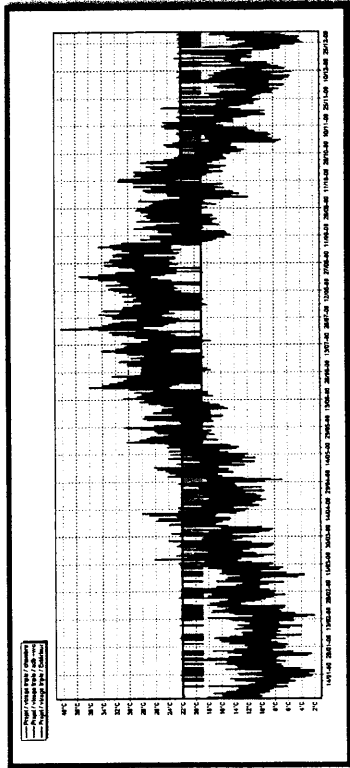


Figure 70 : graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre triple (par période)

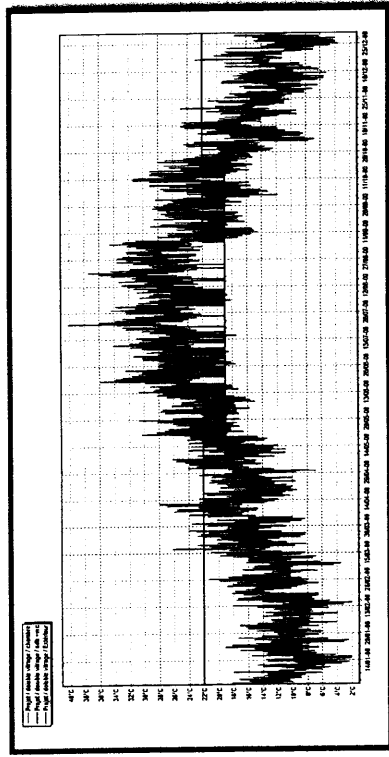


Figure 70: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double (par période)

❖ L'évaluation de consommation énergétique (pour les trois cas):

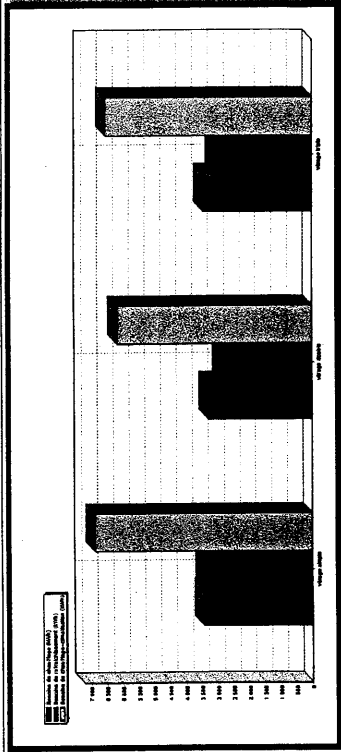


Figure 71 : Effet de types de vitrage sur les besoins énergétiques de chauffage et de climatisation de la chambre triple.

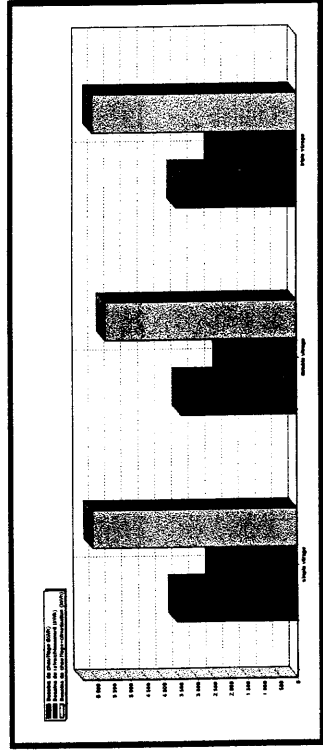


Figure 72: Effet de types de vitrage sur les besoins énergétiques de chauffage et de climatisation de la chambre double.

Le Tableau 18, présente une étude comparative des deux chambres, selon le la consommation énergétique annuelle en kWh en considérant trois cas: simple vitrage, double vitrage et triple vitrage .

Chambre	Besoin énergétique (KWh)	Type de vitrage		
		Simple vitrage	Double vitrage	Triple vitrage
Chambre double	Chauffage (kWh)	3634	3478	2630
	Climatisation(kWh)	2502	2269	2500
	Besoin total (kWh)	6135	5747	6130
Chambre triple	Besoin énergétique (KWh)	3447	3291	3447
	Chauffage (kWh)	3429	2875	3085
	Besoin total (kWh)	6876	6166	6532

Tableau 18 les étude comparative des deux chambres, selon le la consommation énergétique annuelle en kWh

Sur le tableau 16 nous présentons les résultats obtenus en terme de besoins énergétiques pour les différents types de vitrages et nous constatons que le double vitrage présente la plus faible valeur en termes de besoins énergétiques nécessaires pour réaliser les conditions de confort en hiver et en été pour les deux types de chambres étudiés.

Avec ce type de vitrage, nous pouvons diminuer les besoins énergétiques d'environ 7% et 11% respectivement pour la chambre double et triple par rapport au cas de simple vitrage et d'environ 6% et 7% par rapport au cas de triple vitrage.

4.6.10. L'effet de la taille de la fenêtre :

Dans ce fait quatre cas sont testés pour voir l'effet de l'orientation et la taille de la fenêtre

Sur la consommation énergétique pour les deux types de chambres :

- 1er cas : une porte fenêtre de petite dimension égale à 1.05m x 2.20 m pour la chambre triple et 6.46 m x 2.20 m pour la chambre double. soit 25 % de la surface du mur.
- 2eme cas : une porte fenêtre de dimension égale à 2.10m x 2.20m pour la chambre triple et 5.10m x 2.20 m pour la chambre double. soit 75 % de la surface du mur.
- 3eme cas : une porte fenêtre de dimension égale à 3.15m x 2.20m pour la chambre triple et 3.40m x 2.20 m pour la chambre double. soit 50 % de la surface du mur.
- 4eme cas : une porte fenêtre de grande dimension égale à 4.15m x 2.20m pour la chambre triple et 1.70m x 2.20 m pour la chambre double. soit 95 % de la surface du mur.

❖ 1ère cas :

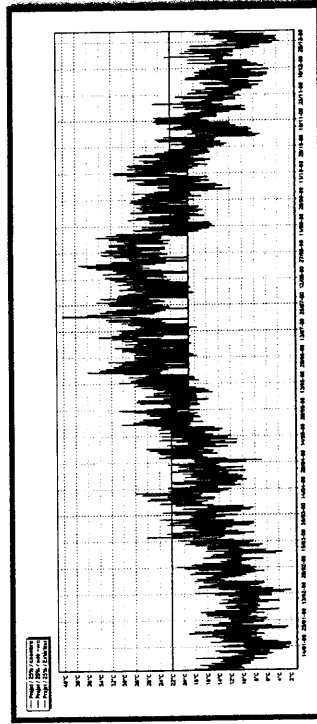


Figure 73 : graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double de 1er cas (par façade)

❖ 2 eme cas :

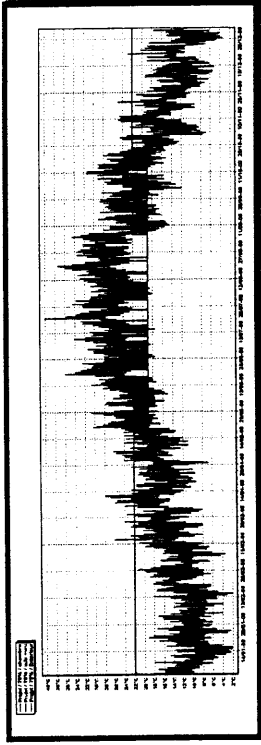


Figure 74 : graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double de 2 eme cas

❖ 3eme cas :

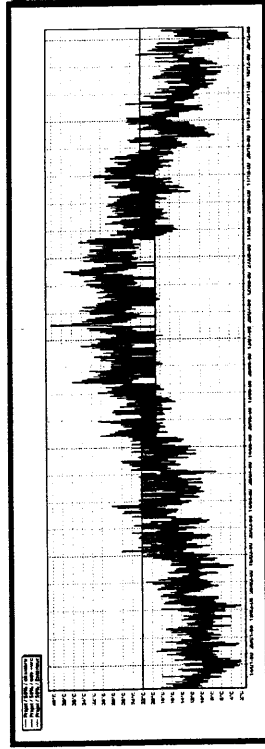


Figure 75 : graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double (par façade)

❖ 4 eme cas :

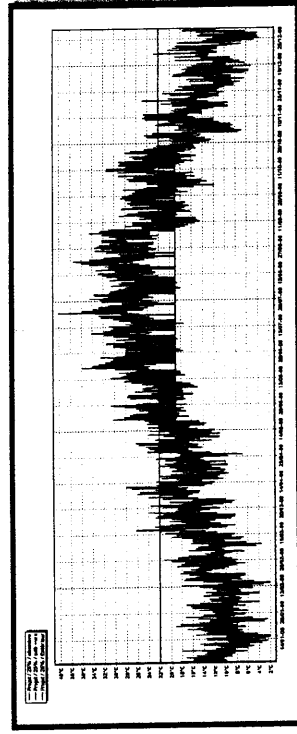


Figure 76 : graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre double (par façade)

❖ L'évaluation de consommation énergétique (pour les trois cas)

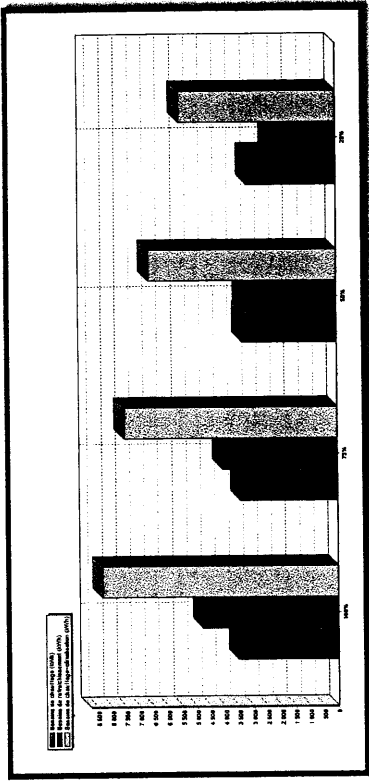


Figure 77 : Influence de la taille de la fenêtre sur la consommation énergétiques pour la chambre double (l'orientation sud).

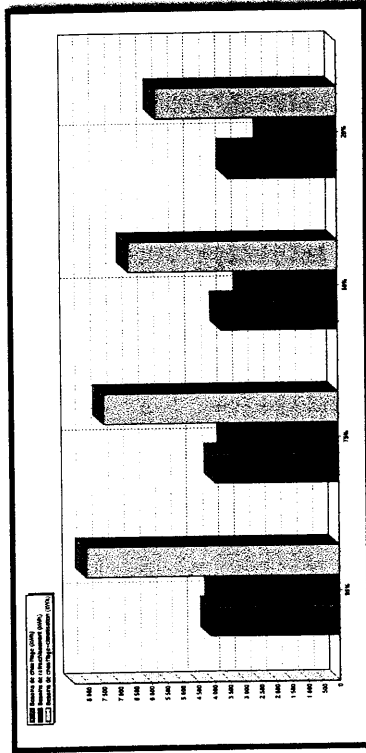


Figure 78 : Influence de la taille de la fenêtre sur la consommation énergétiques pour la chambre triple (l'orientation sud).

Chambre	Besoin énergétique (KWh)	Chauffage (kWh)	Climatisation (kWh)	Besoin total (kWh)	95%	75%	50%	25%
Chambre double					4105	3929	3712	3482
					3955	3532	2955	2301
					8060	7461	6667	5783
Chambre triple					3355	3465	3352	3188
					4801	4220	3311	2387
					5356	7685	6663	5575

Tableau 19 : Besoin énergétique annuel (selon la taille de vitrages)

Les résultats obtenus présentés sur les figures 77 et 78 montrent que :

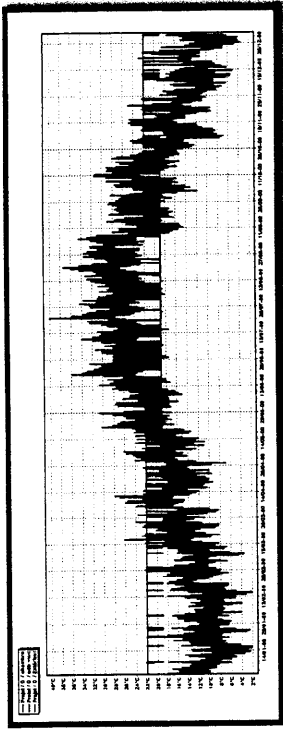
La porte fenêtre en double vitrage de petite dimension connaît un abaissement d'énergie de 14 %, 17% respectivement pour la chambre double et la chambre triple ce par rapport à la dimension moyenne et de 21%, 28 % par rapport à une grande ouverture. La raison de ça est la faible conductivité du double vitrage utilisé qui permet de passer une quantité très importantes des radiation solaires et rendre la minimisation du surface vitré très efficace pour la réduction de quantité d'énergie consommé.

La Conclusion :

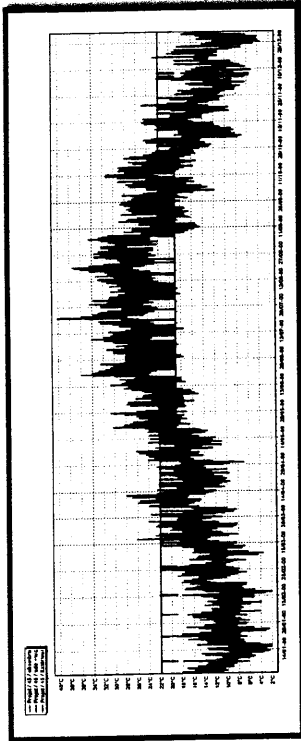
A caractéristiques de vitrage et de menuiserie égales, lors qu'on augmente la taille d'un vitrage, on augmente son ratio de clair de vitrage. Ainsi, le coefficient de déperditions de vitrage diminue, son facteur solaire et son facteur de transmission lumineuse augmentent. De ce fait, les pertes par cette baie diminuent alors que les gains augmentent

4.6.11. l'orientation selon la course de soleil (0 à 315 degré)

❖ Cas 1: l'orientation à 0 degré :



❖ Cas 2: l'orientation à 45 degré



❖ Cas 3: l'orientation à 90 degré

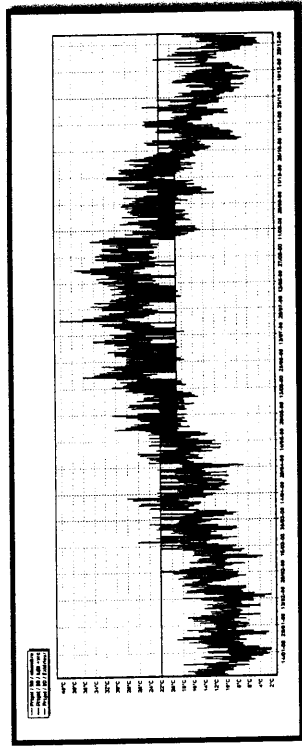
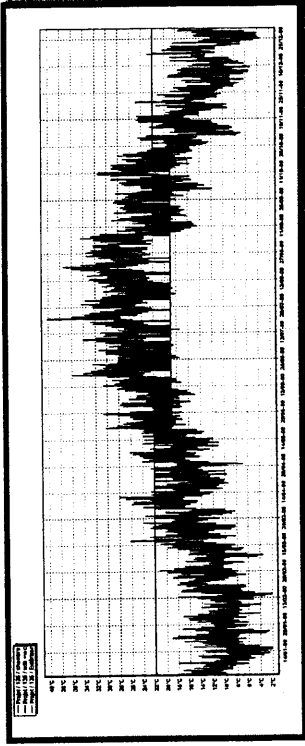
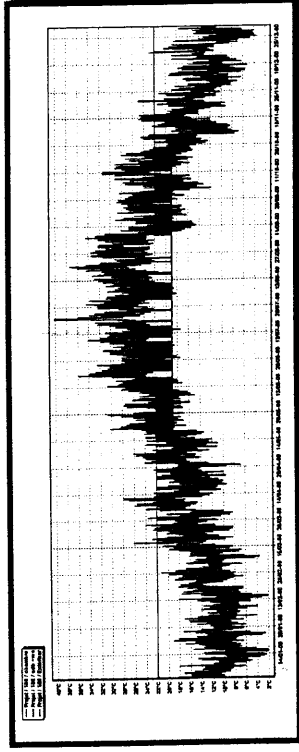


Figure 79,80,81: graphe de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre triple (gar période)

❖ Cas 4: l'orientation à 135 degré:



❖ Cas 5: l'orientation à 180 degré:



❖ Cas 6: l'orientation à 225 degré:

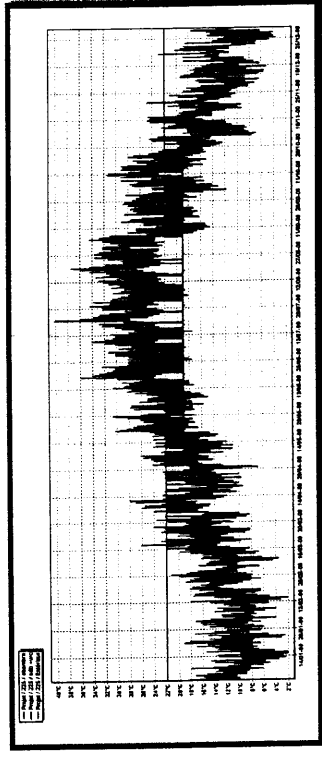


Figure 82,83,84: graphes de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre triple (gar période)

❖ Cas 7: l'orientation à 270 degré:

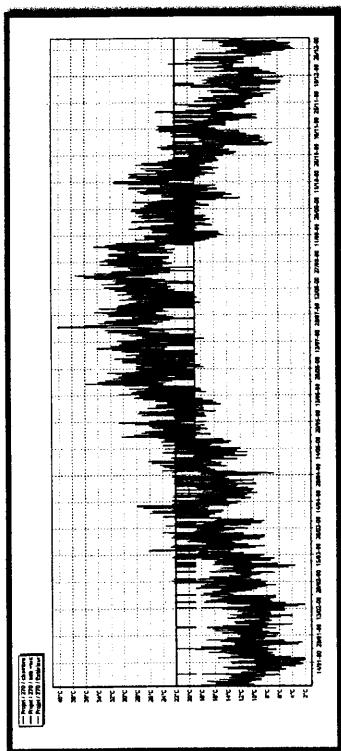


Figure 85: graphes de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre triple (par péliade)

❖ Cas 8: l'orientation à 315 degré:

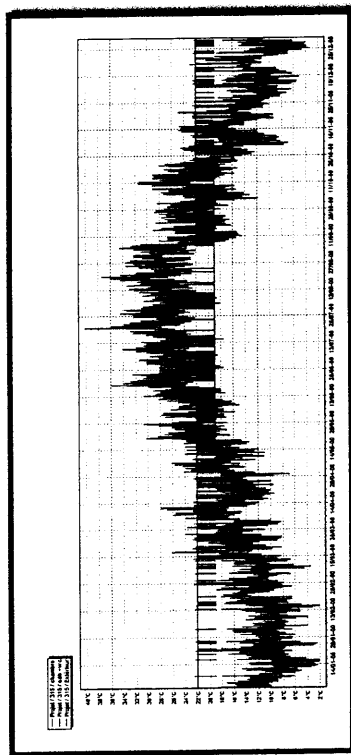


Figure 86: graphes de la température interne par rapport à celle externe pendant toute l'année pour la chambre triple (par péliade)

❖ L'évaluation de consommation énergétique (pour les trois cas)

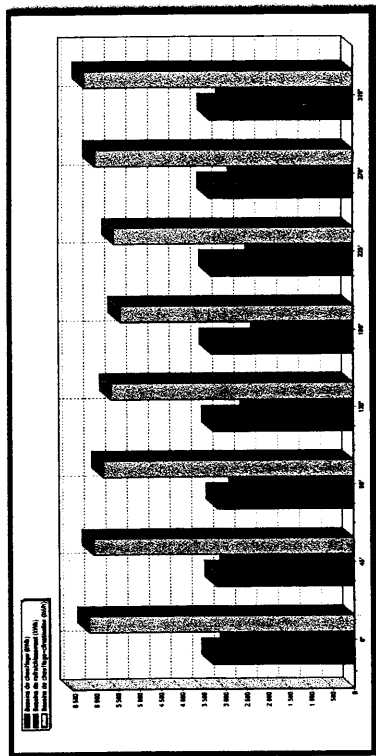


Figure 87: Effet de l'orientation sur les besoins énergétiques de chauffage et de climatisation de la chambre triple.

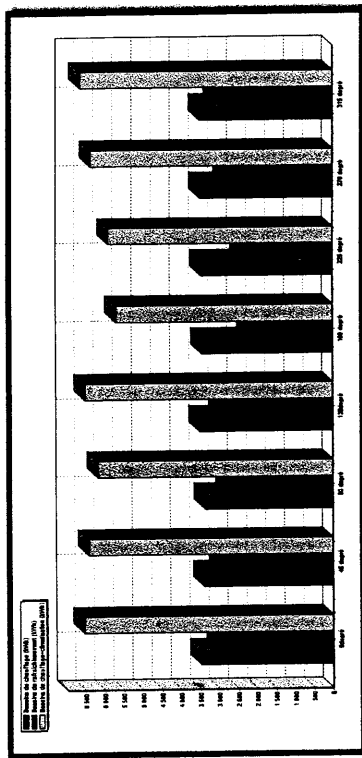


Figure 88: Effet de l'orientation sur les besoins énergétiques de chauffage et de climatisation de la chambre double.

Le Tableau 20 : présente une étude comparative des deux chambres , selon le la consommation énergétique annuelle en kWh en considérant trois cas: simple vitrage , double vitrage et triple vitrage .

	Simple vitrage	Double vitrage	Triples vitrage
Chambre double	Chauffage (kWh)	3634	3478
	Climatisation(kWh)	2502	2269
	Besoin total (kWh)	6135	5747
Chambre triple	Chauffage (kWh)	3447	3291
	Climatisation (kWh)	3429	2875
	Besoin total (kWh)	6876	6166

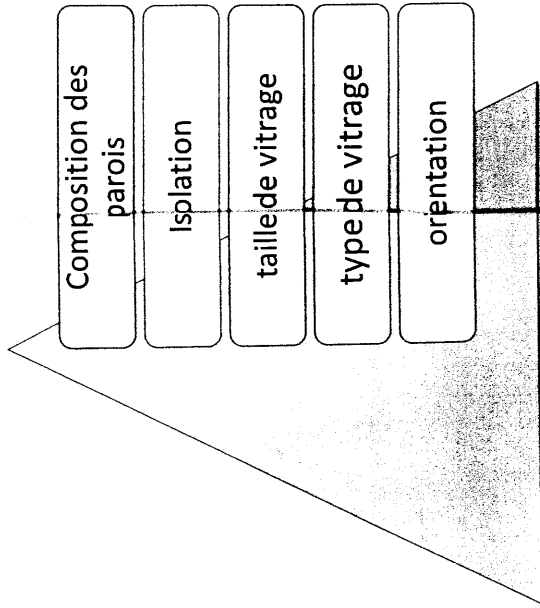
Tableau20 : Besoin énergétique annuel (selon le type de vitrages)

Sur le tableau 20 nous présentons les résultats obtenus en terme de besoins énergétiques pour les différents types de vitrages et nous constatons que le double vitrage présente la plus faible valeur en termes de besoins énergétiques nécessaires pour réaliser les conditions de confort en hiver et en été pour les deux types des chambres étudiés.

Avec ce type de vitrage, nous pouvons diminuer les besoins énergétiques d'environ 7% et 11 % respectivement pour la chambre double et triple par rapport au cas de simple vitrage et d'environ 6 % et 7 % par rapport au cas de triple vitrage

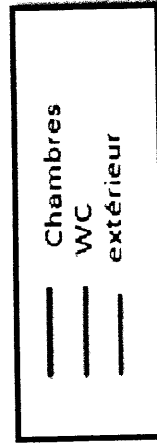
Conclusion

Ce travail concrétise une étude comparative relative à l'efficacité énergétique qui nous permet de faire une classification des différents paramètres étudiés selon leur degré le besoins énergétiques pour le chauffage et la climatisation.



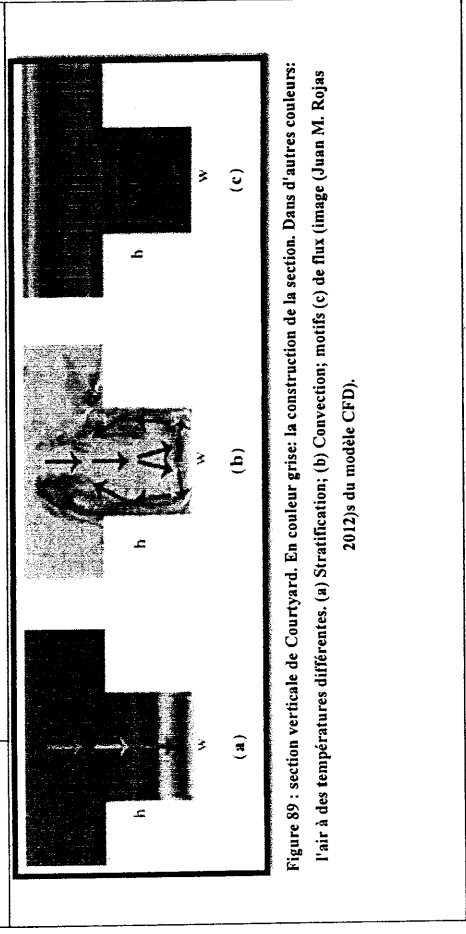
Cette classification nous aide à proposer un prototype des bâtiments exemplaires en termes d'architecture, de confort, d'efficacité énergétique pour notre région et surtout la zone d'EL AOJANA : Ce prototype peut orienter l'architecte dès la première phase de processus de conceptions des projets Pour le choix des procédés architecturaux, énergétiques et environnementaux et par conséquent la création des bâtiments auto-fluisant en matière des énergies

L'égende

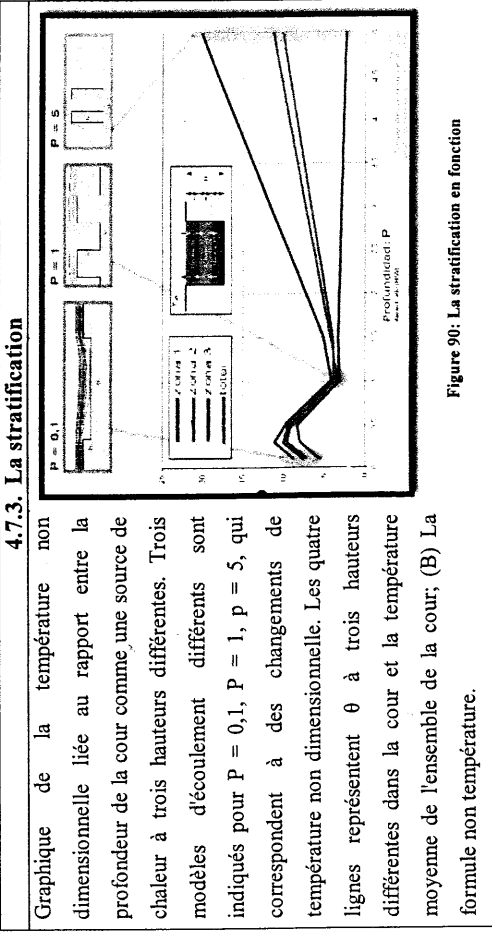


4.7 Cas2 : Simulations thermo dynamique de la cour d'hôtel Monte Malaga

<p>4.7.1. structure complexe dans la répartition de la température</p> <p>Il existe une structure complexe dans la répartition de la température à l'intérieure des cours. Trois principales causes physiques qui expliquent cette distribution sont: les modèles de stratification, convection et de débit</p>	<p>Stratification : (a)</p> <p>Si les parois ont une température inférieure à la température de l'air, l'air en contact avec les parois sont refroidies. Par conséquent, la densité de cet air augmente et passe à une couche inférieure de manière à déplacer l'air chaud à la couche supérieure jusqu'à ce qu'un état stable ait évolué</p> <p>Convention (b)</p> <p>Si les murs ont une température plus chaude que l'air (par l'effet du rayonnement par exemple), l'air en contact avec eux est réchauffé. Un flux convectif est créé lorsque l'air en contact avec les parois chaudes monte et l'air refroidi descend au centre de la cour</p> <p>Débit : (c)</p> <p>L'existence de courants d'air dans la cour (par exemple induite par le vent) est un autre facteur clé dans la compréhension de son comportement thermodynamique. Selon la forme de la cour, les différents modèles d'écoulement sont produits. La structure des lignes de courant et donc la distribution de la température dépend de la profondeur rapport D qui est le rapport entre la hauteur caractéristique (h) et la longueur caractéristique (w) de la cour: soit $p = h / w$</p>
--	--



<p>4.7.2. Température évolution dans les cours de forme simplifiée</p> <ul style="list-style-type: none"> le mouvement de l'air est dite convection naturelle lorsque due au chauffage ou le refroidissement de l'air qui provoque des micros différences de densité de celui-ci et donc sa flottabilité, ce qui rend le déplacement vers le haut ou vers le bas, respectivement. Un exemple de cette caractérisation est trouvée dans les travaux du Groupe Termotecnia de l'Université de Séville (Sanchez, 2003), est affichée et résume les principaux types de mouvements d'air qui peuvent être trouvés dans une cour en fonction de leur profondeur.
--



<p>Commentaires</p> <p>$P < 1$), l'air extérieur facilement dans la cour sans tourbillons se produisent, et ils se convertirent des vitesses proches de l'extérieur. En tant que haut que large ($P = 1$) patios, un tourbillon qui occupe la quasi totalité de celui-ci est produit, ce qui réduit l'air extérieur, ce qui en fait un thermiquement séparé de l'espace. L'effet est supérieur à la plus grande de cette profondeur, comme indiqué dans le troisième chiffre ($p > 1$). Cet effet sur l'air des températures patio.</p> <ul style="list-style-type: none"> $p = 1$, moins de renouvellement dans les parties basses et moyennes de la cour en raison de la formation d'un petit bouchon de vortex. Cette figure montre que lorsque le rapport profondeur augmente, la température de basse et moyenne altitude de la cour diminue. Ceci est cohérent avec les modèles d'écoulement connus pour différents rapports de cours de profondeur.

- Les murs des cours profondes et bien ombragés sont souvent à une température inférieure à la température de l'air extérieur. Dans ce cas, la chaleur ne sont pas fournis, mais absorbés et ils agissent non pas comme sources thermiques, mais les drains thermiques. Ceci est très fréquent dans les cours profondes de climats méditerranéens
- température à l'intérieur de la cour ne diffèrent pas sensiblement de l'extérieur. La cour ouverte favorise le mélange d'air extérieur et intérieur. Ce type de vaste cour a peu ombrage de sorte que ses parois peuvent accumuler de la chaleur lorsqu'il est exposé au soleil. Le rayonnement solaire est le principal facteur qui peut transformer les murs de la cour dans une source thermique.
- Cela signifie que le processus de stratification dans le cours profondes est plus intense.

4.7.4. Convection naturelle

Dans cette figure exemples suivants d'image des mouvements de l'air dans les cours en fonction de leur profondeur (P) sont représentés, mais dans ce cas en raison de chauffage forcé, la principale différence de l'air lui-même. Dans ce cas, par rapport aux cas de convection forcée, la principale différence trouvé sont les vitesses d'air trouvés, que ces derniers sont beaucoup plus petits, et être capable de situations stratification.

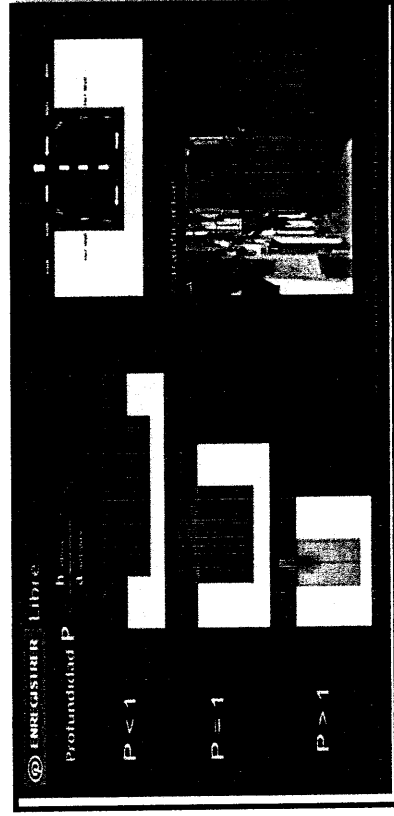


Figure 91: Convection naturelle en fonction, source: (Juan M. Rojas 2012)

4.7.5. Simulation numérique de l'hôtel

Présentation de la cour :

Le bâtiment qui abrite l'Hôtel Monte Málaga est un exemple paradigmatique en utilisant la stratégie thermodynamique pour améliorer l'efficacité énergétique de la cour méditerranéenne. Les stratégies passives complètent celles actives. Les parties communes de l'immeuble sont prises d'air conditionné l'air d'une cour profonde, $D2 = 2,9$. Cette cour est reliée à une autre plus grande, $D1 = 0,77$

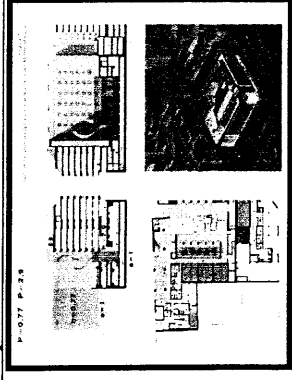


Figure 92 : hôtel mont malaga

Suivi des températures dans la cour et l'extérieur du bâtiment :

- Il est intéressant de comparer le comportement avec des températures différentes à quelques jours d'intervalle.
- Dans la figure 15 l'évolution des températures surveillées sont représentées.
- Ils correspondent au 27 Avril et le 5 mai 2010.
- Les jours de printemps sont considérés comme ayant des températures représentatives du climat méditerranéen.
- Les journées sont chaudes, mais les nuits sont beaucoup plus fraîches. Cela permet aux murs de la cour perdent de la chaleur pendant la nuit. Par conséquent, le lendemain.
- la cour est un espace cool qui peut devenir un drain thermique. Toutefois, pour ces deux jours, l'évolution de la température est différente.
- Le 5 mai était un jour plus frais avec un maximum de $26,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ à 18:00 et un minimum de $15,95\text{ }^{\circ}\text{C}$ à 07h00.
- La cour montre ses propriétés de trempes, avec une gamme de températures agréables ($18\text{ }^{\circ}\text{C}$ minimum et maximum de $23\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- Ce fut une journée chaude le 27 Avril avec un maximum de $31,32\text{ }^{\circ}\text{C}$ à 19:00 et un minimum de $20,13\text{ }^{\circ}\text{C}$ à 8:00. Mais les températures dans la cour restent dans une fourchette comprise entre $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $23\text{ }^{\circ}\text{C}$.

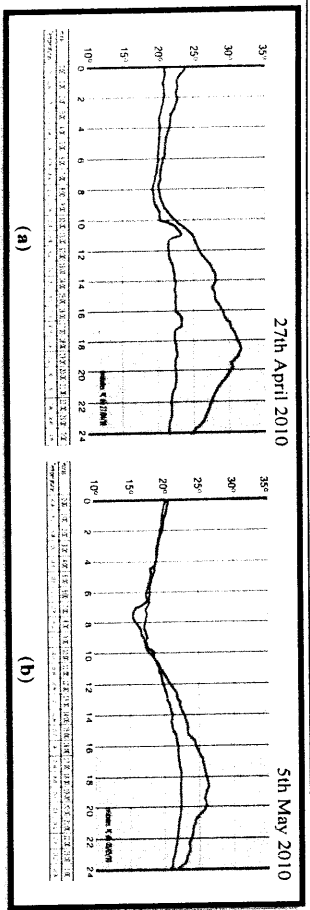


Figure 93: Figure : Rouge: température extérieure surveillée

Bleu: la température surveillée dans le Les températures de la cour (a) Surveillé sur le 27 Avril de 2010; (B) des températures surveillées sur le 5 mai 2010. Les actes de la cour comme un drain de chateur le matin et le 27 en tant que source de chateur la nuit. Hôtel Monte Málaga, Málaga, Espagne (travail de conception a été achevé en 2002 et la construction achevée en 2005 par J. M. Rojas et J. R. Montoya, architectes).

- la géométrie de la section de construction pour l'insertion dans le modèle numérique :

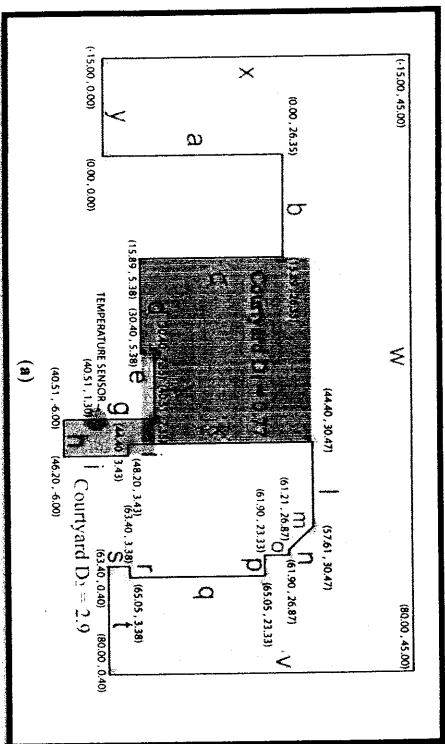


Figure 94 : la géométrie de la section de construction pour l'insertion dans le modèle numérique

```
// Domain definition
border aI(=0,26,53)(x=0,y=1;label=1);
border bI(=0,15,89)(x=1,y=26,35;label=2);
border cI(=0,20,97)(x=15,89,y=26,35;label=3);
border dI(=1,89,30,40)(x=1,y=5,38;label=4);
border eI(=5,38,7,35)(x=30,40,y=1;label=5);
border fI(=30,40,40,51)(x=1,y=7,35;label=6);
border gI(=0,13,35)(x=40,51,y=7,35;label=7);
border hI(=0,40,51,46,20)(x=1,y=6;label=8);
border iI(=0,1,81)(x=46,20,y=3,43;label=9);
border jI(=0,1,81)(x=46,20,y=3,43;label=10);
border kI(=3,43,30,47)(x=44,40,y=1;label=11);
border lI(=44,40,57,61)(x=1,y=30,47;label=12);
border mI(=3,61,0)(x=61,21,y=28,87+1;label=13);
border nI(=61,21,61,90)(x=1,y=28,87;label=14);
border oI(=0,3,54)(x=61,90,y=28,87;label=15);
border pI(=61,90,65,05)(x=1,y=23,33;label=16);
border qI(=0,19,89)(x=65,05,y=23,33;label=17);
border rI(=0,1,65)(x=65,05,y=3,48;label=18);
border sI(=0,3,08)(x=63,40,y=3,48;label=19);
border tI(=63,40,80,00)(x=1,y=0,40;label=20);
border vI(=0,40,45,00)(x=80,00,y=1;label=21);
border wI(=0,95,00)(x=80,y=45;label=22);
border xI(=0,45)(x=-1,5,y=45;label=23);
border yI(=15,0)(x=0,y=0;label=24);
```

Figure 95: Définition du domaine de la cour avec les coordonnées en mètres par FREEFEM++

- Calcul du rayonnement solaire incident :

Calcul du rayonnement solaire incident sur le jour de la gaine de long. Nous avons vu tout au long du travail nécessaire pour simuler le fonctionnement thermodynamique de la cour, si ses éléments fonctionnent comme des puits ou des sources de chateur. Nous examinons également les différents agents qui pourraient se comporter en tant que telle (végétation, l'eau, les gens, les machines ...). Mais de tous, le facteur le plus important est sans aucun doute en raison de la masse elle-même construit le bâtiment. La température de surface des murs et le plancher de la cour, et leur pouvoir de rester sur des valeurs autres que l'air en raison de l'inertie thermique des masses, est le facteur le plus important qui détermine si nous sommes confrontés à un puits ou une source chateur.

Et le facteur le plus important qui peut être chauffé à la masse thermique du bâtiment est le rayonnement solaire. Par conséquent, pour déterminer la température de surface des murs, vous devez d'abord calculer incidente. Auquel de rayonnement solaire aurait pu être calculé analytiquement à partir des enquêtes ci-dessus, il a été jugé plus efficace de se concentrer sur le fonds de recherche et de calculer ces données antérieures à l'aide d'un logiciel programme commercial Auto desk ECOTECT ANALYSIS. Nous avons simulé les conditions de rayonnement pour chacun des parements pour la journée 27/04/10 obtenir les résultats présentés à la page suivante. Avec ces valeurs, on a réussi à calculer la température de surface de ces parois en fonction de l'heure du jour.

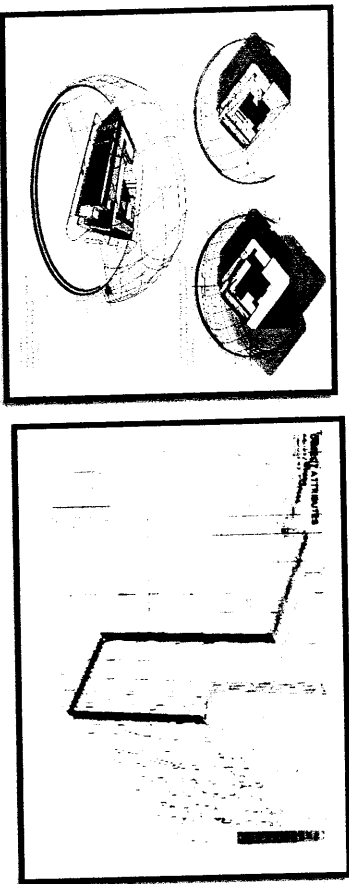


Figure 96,97 : Calcul de la rayonnement solaire ECOTECT ANALYSIS

- Stratification de l'air dans la cour par la flottabilité affecte. Température: ° C, T, heures :

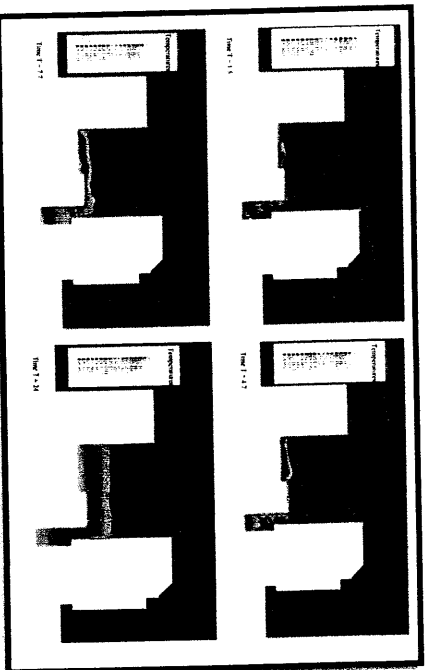


Figure 98,99:FIG : Stratification de l'air dans la cour par la flottabilité affecte. Température: ° C, T, heures.

- Essai 2 les températures d'air forcé extraction et le vent:

La température de surface des parois en contact avec les cours reste constante à 22 ° C. Dans ces conditions, l'air en contact avec la surface de ces parois est refroidi, ce qui augmente sa densité. Ce refroidisseur d'air tombe alors au fond des deux cours. Ce processus crée des tourbillons convectifs, en particulier dans la plus profonde cour. Ces structures d'air ont disparu lorsque la cour est pleine

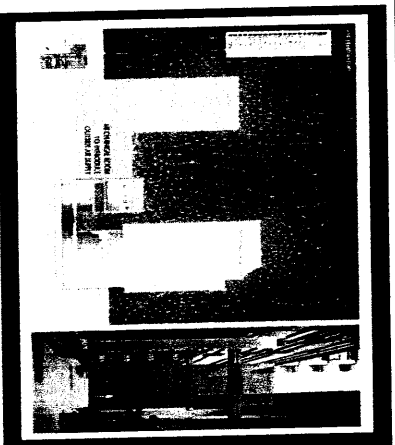


Figure 100: Essai 2. Les températures d'air. Forcé extraction le vent. Le rayonnement

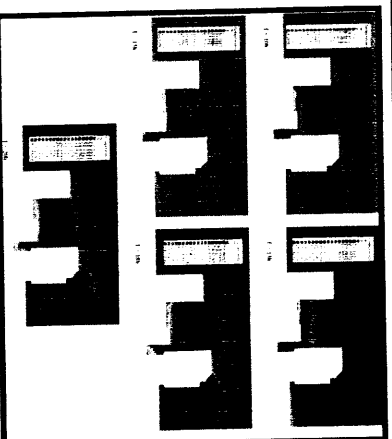


Figure 101 : La stratification en fonction de profondeur

d'air frais avec stratification par gradient de température (voir les figures 17, en bas deux). Ce comportement est un exemple de la cour comme un drain thermique, qu'elle conduit à devenir, s'il n'y a pas de vent, un récipient qui est rempli avec de l'air plus frais.

4.7.6. simulons l'évolution de la température dans l'hôtel Monte Málaga, avec des données correspondant au 27 Avril 2010

Dans ce test, nous simulons l'évolution de la température dans l'hôtel Monte Málaga, avec des données correspondant au 27 Avril 2010. L'extraction de l'air du vent dans la cour plus profonde de l'hôtel Monte Málaga a été considéré, dans le but d'étudier leur influence sur la température. Les données de surveillance de la température extérieure et le vent ont également été introduites dans le modèle. L'évolution de la température à plusieurs moments de la journée est présentée. Un vent horizontal de 0,01 m / s a été présumé à la limite extérieure gauche. De manière analogue à une extraction verticale a été présumé au fond de la cour plus profonde. Dans cette simulation, on a observé que la forme de la cour et l'extraction induite a permis la génération d'un vortex dans la plus grande cour. L'air de la cour plus profonde a été influencée par la température de l'air extérieur, l'air plus frais du plus grand cour, et le fait que cette cour profonde obtient moins de rayonnement solaire.

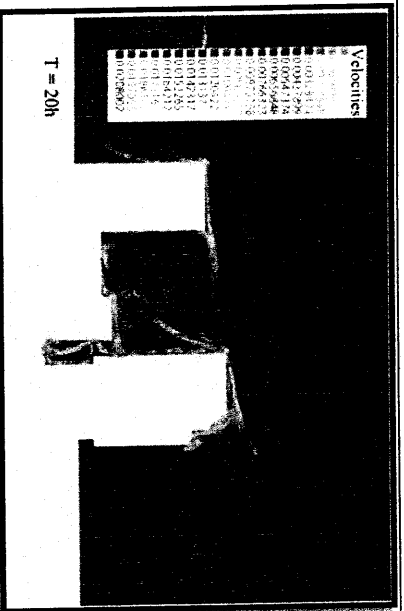


Figure 102: Simulation de l'évolution de la température dans l'hôtel Monte Malaga avec des données de 27 avril 2010 par FLEEFEM

■ Comparaisant entre les températures intérieure et extérieur de la cour :

Dans le patio, les grandes structures recirculation touchent principalement l'air de cet espace. La cour profonde est plus isolé noter qu'il cours simple conçu P profond par rapport aux schemas découlement (qui interagissent moins avec l'extérieur). Mais ici aussi, on observe que le détail de la géométrie qui se rétrécit au sommet de la cour profonde contribue à cette tendance confinement. Il est l'extraction induite à partir du plancher de l'arrière-cour profonde qui est responsable de rendre

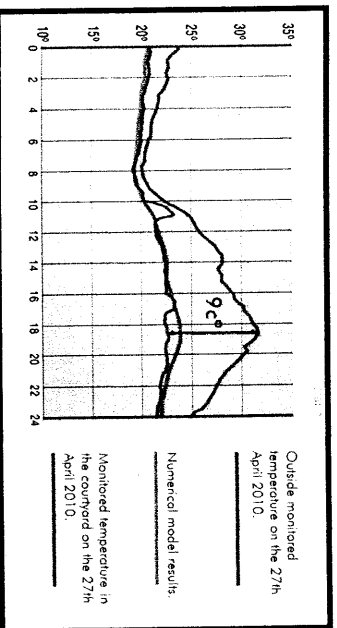


Figure 103: Comparaisant entre les températures intérieure et extérieur de la cour

les conditions de la cour ne sort pas extrêmes, permettant rapport carré de la cour de l'air des conditions plus équilibrées en même temps évité, comme indiqué, les concentrations excessives les

odeurs et les contaminants. Autrement dit, dans le bâtiment actuel, la surchauffe et l'air raréfié dans la cour profonde sont évités en assurant un renouvellement induit qui a été introduit dans la simulation. on présente la comparaison entre la température surveillée et le résultat de la simulation numérique. Nous pouvons observer que les résultats numériques obtenus avec le modèle prenant en compte tous les phénomènes décrits est capable de capturer le comportement en moyenne de la cour.

Conclusion :

Il pouvait voir comment les températures calculées par le modèle reproduit bien le réel, de sorte que nous pouvons dire qu'en dépit d'être la première étape limitée dans le temps (simule une seule journée) et l'espace (étudier le phénomène que deux dimensions) simule le modèle créé avec suffisamment de rapprochement des conditions moyennes réelles à l'intérieur de la cour.

Par conséquent, ce type d'approche à l'aide de modèles numériques peut représenter une aide considérable dans la conception et donc durable des bâtiments économes en énergie. Connaissant cette température une cour au cours du processus de conception nous permettra de prendre des décisions de façon plus objective pour tirer parti de cette qualité. Mais pour que cela soit possible, une fois démontré son potentiel dans la science, il est nécessaire de développer l'outil de sorte que l'amélioration de la précision et la facilité d'utilisation dans l'habitude professionnelle. Voilà l'un des futurs défis groupe QUAD, (Projetier Transition Architectures, une enquête objective, TEP-7985 Programme d'excellence en recherche 2011 du gouvernement de l'Andalousie).

Tableau 21: simulation thermodynamiques de la cour -Mont Malaga, source: (Juan M. Rojas 2012)

4.8. Les recommandations :

nos investigations nous ont permis de définir les recommandations à suivre dès la conception du bâtiment en se basant sur les caractéristiques climatiques du site afin de voir si ces différents points ont été pris en considération dès la conception de ce bâtiment.

Les résultats montrent que le choix de l'enveloppe du bâtiment a une incidence notable sur le confort thermique et sur les besoins énergétiques en chauffage en hiver et en climatisation en été (environ 54% dans notre cas optimisé), elle est considérée comme étant l'élément principal de la régulation thermique des échanges de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur.

➤ **Le Choix de l'enveloppe de bâtiment :**

Le comportement thermique de l'enveloppe de bâtiment, vis-à-vis de la radiation solaire et de la température, joue un rôle très important dans la détermination des conditions de confort dans les espaces intérieurs.

Il est donc nécessaire de protéger l'enveloppes du bâtiment des rayons solaires, cette protection solaire doit concerner toutes les parois extérieures des bâtiments, qu'elles soient transparentes ou opaques, On choisira des paramètres adaptés à chaque orientation. Alors que pour les parois opaques, il est très important d'avoir suffisamment d'inertie pour stocker le surplus de chaleur accumulée en journée. Tandis que la nuit, lorsque les températures extérieures sont plus faibles, il est nécessaire de ventiler les espaces pour évacuer la chaleur restituée par les murs tout au long de la nuit. Ainsi pour les parois transparentes, il est nécessaire de choisir les meilleurs types de vitrage pour chaque façade de l'enveloppe (double vitrage orienté vers le sud et triple vitrage orienté vers le nord).

➤ **Impact énergétique du choix de l'enveloppe du bâtiment :**

❖ Pour réduire la pénétration du rayonnement on doit :

- Ombrager et éviter à la construction tout contact avec le soleil, le rôle de la paroi
- Protéger des radiations solaires ,
- La solution de pivotement des ouvertures en double vitrage vers le sud est très intéressante au niveau des apports solaires,
- Utiliser des casquettes de petites dimensions permettant d'écarter la partie la plus
- Importante du rayonnement en été et n'altérant pas le rayonnement en hiver,
- Utiliser le plus possible la protection par végétation à feuilles caduques : l'hiver elle
- Laisse passer le soleil, alors qu'en été, elle l'arrête. Cette solution marche bien pour autant que l'arbre soit assez grand, ou très proche de la façade,

❖ Pour réduire les gains directs :

➤ **A travers les ouvertures :** pour réduire les gains à travers les ouvertures :

- Il faut une protection solaire pour ce type de climat (de Jijel), dont la radiation solaire est forte, elle impose l'utilisation des brises soleil qui reste simple d'utilisation au sud une avancé de toiture où un écran horizontal au-dessus.
- les surfaces des ouvertures doivent être réduites et ne dépassant le nécessaire pour l'éclairage.

➤ **à travers les parois opaques :**

Pour la réduction de la température intérieure et les besoins énergétiques due à l'ensoleillement sur les parois opaque de l'enveloppe on doit traiter les différentes parties de l'enveloppe très ensoleillée par la réduction de l'absorption du rayonnement solaire et de protéger l'enveloppe par la création de l'ombre.

Utiliser des surfaces externes qui font réfléchir la radiation (couleurs claires) et qui réduisent donc l'augmentation de la température de la surface externe.

Utiliser des murs ventilé, pour refroidir la construction et qui exclut le rayonnement sur l'enveloppe surtout pour les murs Est et Ouest.

❖ capter la chaleur à l'intérieure en hiver :

Il est nécessaire pour prendre la chaleur par le phénomène de l'effet de serre, avoir des fenêtres aux vitrages tournés vers le soleil et une maçonnerie ayant une masse thermique permettant de stocker la chaleur pour obtenir un effet de chauffage déphasé.

Eviter les expositions au vent dominant froid qui participe au refroidissement de la surface et augmente les déperditions et les pénétrations.

➤ **le choix de patio :**

Le patio est un outil de régulateur thermique dans le bâtiment qui lui appartient et par conséquent c'est un outil de performance thermique : si sa conception répond aux normes étudié dans la simulation c'est à dire répond a une profondeur idéal.

Comme perspectives de notre travail, nous proposons d'abord de réaliser des simulations pour vérifier tous les aspects liés à la réglementation thermique des bâtiments en méditerranée, et ensuite d'améliorer l'étude sur l'optimisation des caractéristiques de l'enveloppe en ajoutant d'autres paramètres active tels que les panneaux photovoltaïque et de généraliser notre analyse ou évaluation énergétique aux bâtiments des autres zones climatiques.

- **Conclusion générale:**

Dans ce travail nous nous sommes rendu compte aisément que les bâtiments responsables de la plus grande part de la consommation énergétique et l'impact environnemental peuvent être modifiés en bâtiments durables qui sont considérés comme une approche qui respecte l'environnement et une réponse aux questions soulevées lors des sommets internationaux car elle offre le plus grand potentiel pour la conservation d'énergie .

Grâce à une conception informée du bâtiment, à une approche en énergie renouvelable et Le choix du système constructif il y aura un impact sur la performance de l'enveloppe et sa capacité à réguler les fluctuations climatiques extérieures. Cette capacité régulatrice dépendra de l'inertie de la paroi, de la qualité isolante des matériaux qui la constituent et de sa capacité à réguler l'humidité. Pour La réalisation des objectifs d'économie d'énergie et de réduction des gaz à effet de serre on passe par la conception, la réalisation de bâtiments à haute performance énergétique et le maintien de cette performance dans le temps (la gestion).

L'efficacité énergétique est un processus complexe dont l'objectif de l'architecte est de trouver des solutions satisfaisantes pour concevoir ou requalifier un projet architectural, vis-à-vis d'un certain nombre de variables importantes qu'elles soient qualitatives ou quantitatives (surface des fenêtres, orientation, matériaux de construction, énergies intégrés et cout du projet, ... etc.),Par conséquent l'architecte pourra assumer son éco- responsabilité à travers une architecture solaire bien adaptée à son contexte : sociale, économiques et environnementale, cela lui permettra aussi d'offrir des ambiances de bonne qualité aux usagers et leurs fournir de bon conditions de confort d'une manière saine et écologique.

Nous avons constaté que l'utilisation de ces outils et leur intégration dans la législation qui gère la conception architecturale est très simple elle consiste à réviser et à rajouter des améliorations aux lois existantes pour qu'elles soient en mesures de répondre réellement et concrètement et d'une façon plus efficace à la problématique d'intégration de l'énergie renouvelable et la maitrise des énergie solaire passive au secteur du bâtiment qui est considéré comme un secteur économique énergivore. On remarque aussi, l'absence d'une concordance entre les objectifs visés par quelques lois et les outils mis à la disposition par la loi elle-même Donc comme étant chercheurs algériens on doit adapter ces outils de conception à notre contexte naturel climatique et les introduire par la suite dans la législation qui gère les lois de l'architecture afin de parvenir à une démarche architecturale économe en énergie.

L'intérêt principal de ce travail est de contribuer à une meilleure compréhension des processus et les dispositifs de la maitrise d'énergie des bâtiments en Algérie et en méditerranée,

et développer le plus possibles une approche de conception afin d'assister les architectes dans la conception des bâtiments performant sur le plan énergétique et confortable en terme thermique.

Le but de ce travail était de présenter l'impact des procédés constructifs durables sur la performance énergétique d'un bâtiment : en premier lieu par la mise en place de la simulation et la comparaison entre une construction standard hôtel Roché noir qui représente notre cas de base et son cas optimisé qui a été motivé et modifié à cause des différents paramètres (calculer la consommation d'énergie en fonction des paramètres passifs tel que la position des vitres choix des matériaux isolation ...) qui peuvent prendre des différents gains énergétiques au sein des bâtiments, ces cas sont simulées avec les composants existants dans la bibliothèque du code de calcul pléiade + confie pour contribuer à une meilleure compréhension des processus de maitrise d'énergie des bâtiments. Ainsi que Ces mesures peuvent aussi contribuer à réduire les émissions de gaz à effet de serre dans l'environnement.

En deuxième lieu une analyse des caractéristiques physiques (La connaissance du comportement thermodynamique) de la cours D'HOTEL MONT MALAGA qui présentent un intérêt particulier pour l'efficacité énergétique dans les bâtiments qui les contiennent, ainsi que pour les conditionner lui-même cette étude est basée sur la création d'une dynamique des fluides computationnelle (CFD) modèle numérique développé en utilisant l'open source **FREEFEM ++** langue.

Ces études numériques s'intègrent dans une dimension national et international et montre l'intérêt croissant aux questions liées à la maitrise de l'énergie Les résultats de simulation numérique rejoignent ceux des travaux scientifiques précédant .Notre recherche de simulation nous permet de développer un prototype de base qui peut orienter les architectes pour le choix des procédés de construction pour développer des projets performant au thème énergétiques dès les premières phases de construction.

A partir de cette étude, on a pu confirmer deux résultats principaux ; le première concerne la nécessité d'appliquer les procédés constructifs durables (tel que isolation orientation, utilisation de patio) qui peut jouer un rôle très important pour les performances énergétiques d'un bâtiment. Le deuxième c'est laquelle qui confirme que ces procédés sont variables d'un climat à un autre donc la nécessité du choix de ces procédés selon le climat local de chaque construction.

Cet inventaire partiel permet de démontrer l'intérêt de notre démarche qui s'inscrit dans un effort scientifique universel animé par le défi que constitue la combinaison de deux facteurs : le changement climatique et la crise énergétique.

Limites et perspectives de recherche :

A travers cette étude nous nous sommes constatés une grande complexité et obstacle dans le travail de simulation à cause :

De complexité de manipuler avec l'outil numérique **PLEIADE+CONFI**.

Notre connaissance limitée concernant l'utilisation de cet outil numérique.

La durée limitée pour étudier tous les paramètres agissant sur les performances énergétiques d'un bâtiment.

Les résultats de recherche peuvent constituer une orientation dans le processus d'une conception énergétique efficace et peut aboutir à des solutions bioclimatiques concrètes et réalisables dans le contexte du bâtiment en Algérie.

Dans ce domaine il est très motivant d'effectuer d'autres interprétations énergétiques qui abordent les points suivants:

- simuler plusieurs types de bâtiment où les paramètres énergétiques sont plus détaillés
- Utiliser des logiciels qui calculent l'impact environnemental du bâtiment,
- utiliser d'autres matériaux locaux au sein de la simulation,
- l'utilisation du refroidissement par ventilation naturelle,
- introduire l'aspect économique dans l'étude,
- l'intégration d'autres logiciels plus appropriés dans le calcul de certaines mesures de l'efficacité énergétique (énergie renouvelables par exemple).

- **La bibliographie:**

- **Ouvrage et rapport et article publier :**

ADEME. «*Guide des matériaux isolants .*»[en ligne] www.adem.fr, (accès février 2016).

ADEME. «*guide éco- constructionl.*» lorraine [en ligne]. www.adem.fr (accès février 2016).

ADEME. «*l'énergie éolienne, Dans l'air du temps.*» 2011.[en ligne] www.adem.fr (accès février 2016).

. «*LA VALORISATION DE LA BIOMASSE .*» *Guide d'information à l'attention des administrations et des établissements publics.* Mars 2007 . http://energie2020.fr/wp-content/uploads/2014/08/vademecum-biomasse_charte.pdf.

ADEME. «*La ventilation double flux dans les bâtiments individuels.*» 2013.[en ligne] www.adem.fr (accès février 2016).

ADER.«*L'ENERGIE, C'EST QUOI ?*» 2011.

http://www.ader.ch/expo/download/ITEX_POSTER_REV_2-web.pdf(accès le février 2016).

Agence nationale des énergies. «*La lettre de l' APRUE.*» 2011.[en ligne],

<http://www.aprue.org.dz/cooperation.html>

Agence national pour la promotion et la rationalisation de l'utilisatio de l'énergie.

"*Consomation énergitique finale de l'Algérie*". Alger: 2007. [en ligne],

<http://www.aprue.org.dz/cooperation.html>

Agence locale des énergies. «*Vitrages Performants.*» 7 10 2010. http://www.aelyon.org/IMG/pdf/eie_vitrages_performants_2011 (accès le février 2016).

Energy-bits. «*efficacite_energetique.*» 2011. <http://www.institut-entreprise.fr/> (accès le février

23, 2016).

Astrid , et autres ."*guide pour une construction eco-énergétique en Algérie*". Édité par GIZ Dag

hammarskjold- weg 1-5 65 760 ESchborn. 2013, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et de la ville, Alger.

«*les enjeux des Géosciences.*» *La géothermie.* décembre 2004. http://www.geothermie-perspectives.fr/sites/default/files/la-geothermie_1ere-edition.pdf.

Alain, Liébard André De Herde. "*Traitait d'architecture et l'urbanisme bioclimatiquement.*

Paris " Paris: Moniteur, décembre 2005.

Britannique, séminaire Premier Forum Algéro-. « *Programme National de maîtrise de*

l'énergie Premier Forum Algéro- Britannique.»

Bruxelles Environnement - IBGE "Enjeux énergétiques et environnementaux, Pour professionnels du chauffage: chauffagistes agréés" Bruxelles: F. Fontaine & R. Peeters, novembre 2014.

CMA. «Guide régional.» Des matériaux éco-performants. janvier 2011. [en ligne] http://www.cma06.fr/IMG/pdf/GUIDE_REGIONAL_DES_MATERIAUX_ECO-PERFORMANTS.pdf (accès le avril 14, 2016).

Carassus, Jean. «Journée immobilier durable.» 5 . novembre 2010.

[en ligne] http://immobilierdurable.eu/images/2128_uploads/ESPI__novembre_____.JC.pdf (accès le février 2016).

Carmen Galán-Marín ,et autres. «Parametric Study of Thermodynamics in the Mediterranean Courtyard as a Tool for the Design of Eco-Efficient Buildings.» 2012.

CCNUCC. «seconde communication nationale de l'Algerie sur les changement climatiques.» [en ligne] 2010. <http://unfccc.int/resource/docs/natc/algnc2.pdf> (accès le fevrier 25/ 2016).

cnrs. «L'engrie.» 2013. [en

ligne] http://www.cnrs.fr/fr/organisme/docs/espacedoc/energie_fr_web.pdf (accès le février 2016).

Climat Ingénierie Conseil. «OPTIMISATION ENERGETIQUE PAR SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE.» Édité par Clima ic. 2013. (accès le Avril 22, 2016).

Dominique, Sellie. «naturelle et mecanique.pdf.» Édité par Pascale Céron, ARENE Île-de-France Pascale Gorges. Février 2012., http://www.asso-iceb.org/wp-content/uploads/2014/07/guide_bio_tech_ventilation_naturelle_et_mecanique.pdf (accès le février 2016).

Encarta. 2008.

« efficacité L'efficacité énergétique levier de la transition.» [en ligne] www.pianoforte.fr. décembre 2012. <http://www.fiee.fr/>. (accès le Avril 22, 2016).

Ecole Nationale de la recherche scientifique. «energie.» www.imp.cnrs.fr/energie. Édité par la g l gation à l'information scientifique et technique (DIST) du CNRS. février 2005. <http://www.www.imp.cnrs.fr> (accès le mars 25/2016).

  **Les Pros de la performance énergétique.** «Les Pros de la performance énergétique®.» [en ligne] 2013. <http://www.qualiteconstruction.com/> (accès le février 2016).

«ÉNERGIE : DÉFINITIONS ET PRINCIPES.» [en ligne] <http://www.japprends-lenergie.fr/>. s.d. <http://www.japprends-lenergie.fr/> (accès le février 12, 2016).

«Enjeux énergétiques et environnementaux.» F. Fontaine & R. Peeters Avenue du Port 86C/3000 - 1000 Bruxelles. novembre 2014. <http://www.pebchauffagebru.be> (accès le 1 mars 25, 2016).

FIEEC, groupe efficacité énergétique. «*Efficacité énergétique des bâtiments.*» *feec*. Septembre 2011. [en ligne] <http://www.feec.fr> (accès le février 26, 2016).

évolution des moyens de transport. *les différentes sources d'énergie.* http://www.clg-racine-st-cyr.ac-versailles.fr/IMG/pdf/R-les_energies.pdf.

évolution des moyens de transport. «*les différentes sources d'énergies renouvelable.*» [en ligne] http://www.clg-racine-st-cyr.ac-versailles.fr/IMG/pdf/R-les_energies.pdf.

GAUZIN-MÜLLER. "L'ARCHITECTURE ECOLOGIQUE, 29 EXEMPLES EUROPEENS". Paris: Le Moniteur, 2001.

Guilla, lycée. «*Efficacité énergie active Efficacité énergie active Efficacité énergie active. PARTIE 1 . PARTIE 1 . PARTIE 1.*» lycée Guilla Nice. Édité par lycée Guilla Nice. janvier 2013. [en ligne] <http://www.ac-nice.fr/>.

Hecht, F. "FreeFem++, un logiciel pour résoudre numériquement des équations". 2015. [en ligne] <http://www.association-aristote.fr/Fichiers-2013/15-mai/09-Frederic-Hecht.pdf> (accès le mai 2016).

Hugues Vérité et autres. «*OPTIMISATION DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE des bâtiments publics par la mise en œuvre des Contrats de Partenariat.*» Gimélec . Édité par © Gimélec. 2007 [en ligne]. <http://www.gimelec.fr/> (accès le février 2016).

JARKAS, Marwan. «les énergies renouvelables.» [en ligne] <http://www.mouhandess.org/fldr/renouvelables.pdf>.

Junnila. *Building and climate change.* 2004.

Juan M. Rojas, Carmen Galán-Marín Enrique D. «*Parametric Study of Thermodynamics in the Mediterranean.*» Édité par Energies. 12 Mai 2012. [en ligne]

l'Agence Régionale de l'Environnement en Lorraine, l'ADEME et l'Agence de l'eau Rhin-Meuse. "Guide de l'ecoconstruction. Lorraine", février 2006.

l'Algérie APAREU. «*Indicateurs de maîtrise de l'énergie dans les pays de la rive sud de la Méditerranée.*»

l'Aprue. *Bulletin trimestriel.* 14 Avril 2009. www.aprue.org.dz (accès le février 2, 2016).

«*L'efficacité énergétique levier de la transition énergétique.*» *pianoforte.* décembre 2012. <http://www.fiee.fr/public/> (accès le mars 1, 2016).

l'ICEB, groupe de travail de. *LES GUIDES de BIO-TCH "L'éclairage naturel"*. Édité par Pascale Céron ARENE Île-de-France Pascale Gorges. paris, 2014.

- Juan Manuel.** *ISCOURS AU CONGRÈS DE MATHÉMATIQUES CEDYA 2015 / LECTURE EN CONGRÈS DES MATHÉMATIQUES CEDYA 2015.* Juin 2015. [en ligne]<http://hombredepiedra.blogspot.com/search?updated-min=2015-01-01T00:00:00-08:00&updated-max=2016-01-01T00:00:00-08:00&max-results=18> (accès le avril 2016).
- Kamel, Djemouai.** «*L'Algérie et le Processus des Changements Climatiques , Dialogue Interministériel sur les Changements.*» 13 Mars 2009.
[en ligne]http://www.undpcc.org/docs/Inter-Ministerial%20Dialogues/Algeria/alg%E9rie_presentation_climate_change.pdf (accès le février 2016).
- LETHENET, G.** «*Récupérer l'eau de pluie pour la maison ou le jardin.*» 24 mai 2012. [en ligne]<http://tendance-travaux.fr/renovation/recuperer-leau-de-pluie-pour-la-maison-ou-le-jardin> (accès le février 23, 2016).
- Loïc MARCHETTO, L Michaël CLEMENT, AREL.** «*Guide de l'eco-construction.*» Édité par r l'Agence Régionale de l'Environnement en Lorraine. Février 2006. [en ligne] «*Manuelle PLEIADES 2.4 et COMFIE 5.0 pour Windows 95/98/NT/2000/XP.*» 18 Juin 2004.
[en ligne]<http://logiciels.i3er.org/images/logiciels/pleiades.pdf> (accès le Avril 22, 2016).
- Marcello CACIOLO et autres** «*Revue pratique des logiciels de simulation énergétique dynamique (SED).*» Juin 2015. [en ligne]http://www.planbatimentdurable.fr/IMG/pdf/Revue_pratique_des_logiciels_SED_2015-07-08_revu.pdf (accès le mars 2016).
- Marion DUPRE , Thomas DELMAS.**«*La Simulation Thermique Dynamique Présentation de l'étud.* [en ligne]<http://www.dauchepayet.fr/wp-content/uploads/La-STD-par-Dauchepayet.pdf> (accès le avril 2016).
- Ministère de l'Énergie.** «*Le Programme des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique.*» 5 mai 2007.[en ligne] <http://www.energy.gov.dz/francais/index.php?page=le-programme-des-energies-renouvelables-et-de-l-efficacite-energetique> (accès le février 4, 2016).
- Ministère de l'énergies et de mine Algérienne.** «*Le guide des énergies renouvelables.*» 2007. http://www.energy.gov.dz/fr/enr/Guide_Enr_fr.pdf.
- Mohamed, Amjahd Jean Lemale.** «*Rénover votre maison ,des solutions écologiques.*» paris: Dunod, 2010.
- Mohemed Amahdi, Jean Lemale** «*Rénover votre maison: des solutios écologiques* » paris: DUNOD, 2010.
- Officiel chambre of comerce.** «*Case Study: Hotel Monte Malaga.*» SCORE. 2006. [en ligne]<http://www.scoremed.eu/documents/0->

BEST%20PRACTICE%20SCORE%20Hotel%20Monte%20Malaga%20ENG.pdf (accès le Janvier 2016).

Paul azur provence provence communauté d'agglomération Sophia anti polis. «guide éco-construire.»

Peuportier, Bruno. "Eco-conception des bâtiments : bâtir en préservant l'environnement ". Édité par Presses de l'Ecole des Mines. 2003.

PERACOD. " Les énergies renouvelables ,les bases,la technologie et le potentiel au Sénégal." Avril 2011.[en ligne] <http://www.peracod.sn/IMG/pdf/ENR-bases-technologies.pdf>.

«performance énergétique: les matériaux et procédés d'isolation .» Nancy, 2013.

Pierrick Esnault, et autres. «les écomatériaux dans l'aménagement et la construction en ile de France.» juin 2010. [en ligne]

POLLEN SCOP SARL. «EcoSud Construction.»Mur capteur, mur trombe. 2016. [en ligne]<http://www.eco-sud.com/wp-content/uploads/2011/04/Mur-trombe-mur-capteur.pdf>.

R. Contini Knobelet autres . Édité par Office fédéral des questions conjoncturelles. 1991.

Rémi, Bouchié Benoit busson. «performance énergétique: les matériaux et procédés d'isolation .» nancy, 2013.

Ressources, World energy. «Publication du Comité Mondial de l'Energie .» 2013.

Robillard, Yves. vers des bâtiments durables : les équipement et les solutions d'efficacités énergétiques. 2012.

Pascale Céron, ARENE Île-de-France Pascale Gorges. Février 2012.[en ligne] http://www.asso-iceb.org/wp-content/uploads/2014/07/guide_bio_tech_ventilation_naturelle_et_mecanique.pdf (accès le février 2016).

Rojas, Juan Manuel. DISCOURS AU CONGRÈS DE MATHÉMATIQUES CEDYA 2015 / LECTURE EN CONGRÈS DES MATHÉMATIQUES CEDYA 2015. Juin 2015. [en

ligne]<http://hombredepiedra.blogspot.com/search?updated-min=2015-01-01T00:00:00-08:00&updated-max=2016-01-01T00:00:00-08:00&max-results=18> (accès le avril 2016).

Sanchez, Vidiella Alex. "Atlase de l'architecture écologique". Édité par Place Des Victoires. 2011.

SAS, Siemens. «Automation du bâtiment – Influence sur la performance énergétique.»siemens.

Édité par © Siemens France SA. 2012[en ligne]. <http://w5.siemens.com/> (accès le mars 1, 2016). Sébastien Balibar, sebastien.balibar. «Quelles sources d'énergie pour demain ?» Ecole polytechnique. , paris, 2003.

Sébastien Balibar, sebastien.balibar. «Quelles sources d'énergie pour demain ?» Ecole polytechnique. ,paris, 2003.

Sonal, gaz.«*Bilan énergétique national de l'année 2013 .*» 2014.

Sophie Deruaz architecte ,William Martin. "*Manuelle de l'architecture énergétique.*" mai 2008.[en ligne] www.le-local-design.com (accès le février 2016).

Stéphane, Thiers.«*Bilans énergétiques et environnementaux de bâtiments à énergie positiv.*» [en ligne]*Hal.* 2008. <http://www.hal.fr/> (accès le février 2016).

Venolia, Carol Kelly Lerner."*Rénovation écologique, Transformer sa maison au naturel : isoler, restaurer, décorer.* Barcelone: la plage, 2007.

World Data Center for Paleoclimatology.«*Boulder & NOAA Paleoclimatology Program .*»

Yves Poissant, Ph.D. *Énergie solaire dans les bâtiments à consommation énergétique nette zéro.*

ZAC Labory 33127 St Jean d'Ilac. «Puits canadien - provençal, Une solution géothermique naturelle.» 25 Rue Gay Lussac.

- **Site web :**

<http://tendance-travaux.fr/renovation/recuperer-leau-de-pluie-pour-la-maison-ou-le-jardin>.

Académie des science. «Avis de l'Académie des sciences sur :« Changement climatique et transformation du système énergétique ».» 3 Novembre 2015. http://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/avis_031115.pdf (accès février 2016).

http://www.effinergie.org/web/images/attach/base_doc/1359/EtudeEcomateriaux_CETEIDF2010.pdf (accès le 02 13, 2006).

Chauffage solaire et habitat bio climatique RT 2012. <http://www.picbleu.fr/page/chauffage-solaire-et-habitat-bio-climatique-rt2012> (accès le 04 09, 2016).

Des murs solaires-Faites le plein d'avenir. <http://www.faiteslepleindavenir.com/2010/08/11/des-murs-solaires/> (accès le 09 04, 2016).

Des murs solaires-Faites le plein d'avenir. <http://www.faiteslepleindavenir.com/2010/08/11/des-murs-solaires/> (accès le 04 09, 2016).

"*Le Chauffe Eau Solaire Individuel (CESI)*". <http://eie.hautesfalaises.com/rubrique51.html>.

«*www.association-apogee.fr.*»[en ligne]www.association-apogee.fr. juin 2015. (accès le Avril 27/ 2016).

haut, Paul de. *chauffage, isolation et ventilation écologique.* paris, 2007 .

info énergie en auvergne. *guide des matériaux isolants.* www.eie43.fr.

"*La pompe à chaleur aérothermique*".[en ligne]<http://pompe-a-chaleur.mes-guides.com/guide-pratique/pompe-a-chaleur-aerothermique.html> (accès le 03 15, 2016).

Laines minérales : leurs avantages et inconvénients isolants. 2016.

<http://www.picbleu.fr/page/laines-minerales-avantages-et-inconvenients-isolants-thermiques> (accès le 04 08, 2016).

Isolation chanvre, Biofib'chanvre et chanvre-chaux. <http://www.eco-logis.com/isolat1.html>.

Isolation France. <http://www.isolation-france.fr/materiaux-isolants/polyurethane/> (accès le 04 08, 2016).

Le Blog de Grégoire DUQUESNE. "*La maison durable: Mur capteur et trombe, obsolète?*" [en ligne]<http://www.lamaisondurable.com/2011/09/mur-capteur-et-trombe-obsolète.html> (accès le 09 04, 2016).

Le blog des matériaux de construction écologiques. <http://blog.kenzai.fr/tout/maison-insolite/> (accès le 03 16, 2016).

Le blog des matériaux de construction écologiques. <http://blog.kenzai.fr/tout/maison-insolite/> (accès le 04 09, 2016).

Le blog des matériaux de construction écologiques. <http://blog.kenzai.fr/tout/maison-insolite/> (accès le 03 18, 2016).

Le Chauffe Eau Solaire Individuel (CESI). <http://eie.hautesfalaises.com/rubrique51.html> (accès le 04 09, 2016).

L'énergie éolienne. <http://maisonecologiquetpeleres.e-monsite.com/pages/les-energies/energie-eolienne.html> (accès le mars 2, 2016).

L'énergie éolienne. <http://maisonecologiquetpeleres.e-monsite.com/pages/les-energies/energie-eolienne.html> (accès le mars 03, 2016).

L'énergie éolienne. <http://madeleinefecherolle.e-monsite.com/pages/definition-de-l-energie-eolienne.html> (accès le mars 2, 2016).

L'énergie éolienne. <http://madeleinefecherolle.e-monsite.com/pages/definition-de-l-energie-eolienne.html> (accès le mars 2, 2016).

Les différents types d'isolants. <http://maisonboisnord.com/les-differents-types-disolant/> (accès le 04 08, 2016).

Les énergies renouvelables. <http://energieavenir-tpe.e-monsite.com/pages/les-energies-renouvelables/la-biomasse/> (accès le Mars 2, 2016).

http://www.grenoble.archi.fr/cours-en-ligne/doat-rollet/guide_ecoconstruction.pdf (accès le Mars 2016).

Maison Naturelle Matériaux-naturels.fr. <http://www.materiaux-naturels.fr/actualite-ecologie/materiaux-ecologiques/215-ecoconstruction-laine-de-mouton-materiau-isolant.html> (accès le 04 08, 2016).

Les éoliennes : des "monstres" technologiques. <http://classes-presse-2012.ac-rennes.fr/spip.php?article869> (accès le 03 18, 2016).

www.mdpi.com/journal/energies (accès le Mars 2016).

TAREB. *INTEGRATION ARCHITECTURALE*. [en ligne]http://www.new-learn.info/packages/tareb/docs/lea/lea_ch2_fr.pdf.

trends, Earth. «Building and climate change.» 2005. [en ligne]

Union régionale du CAUE des pays de la loire(URCAUE). [en ligne]*SlideShare-comment concevoir sa maison bioclimatique?* <http://fr.slideshare.net/Pascalf/guide-concevoir-une-maison-bioclimatique-caue-pdl> (accès le 03 10, 2016).



Annexes

ANNEXE III : Les schémas d'orientation par rapport au soleil

Ensoleillement

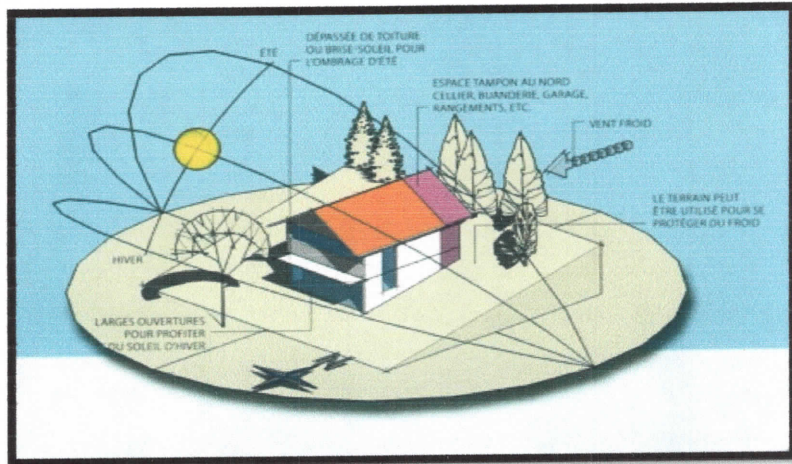


Figure 2 : l'orientation adéquate avec la course du soleil mouvement du soleil, source:(Loïc MARCHETTO 2006)

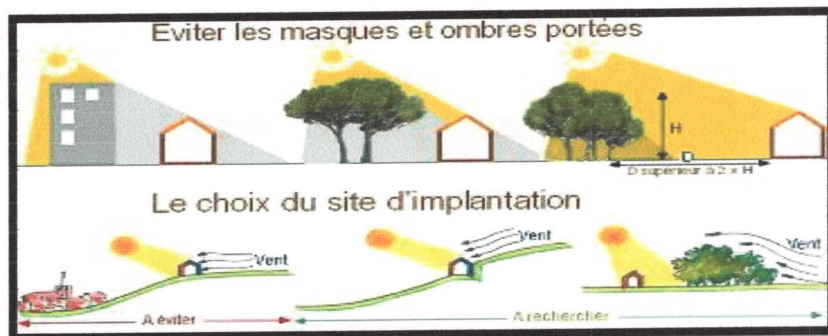


Figure 1 : éviter les masques et ombres(Astrid , S.M.K et Ing Alger)

Compacité

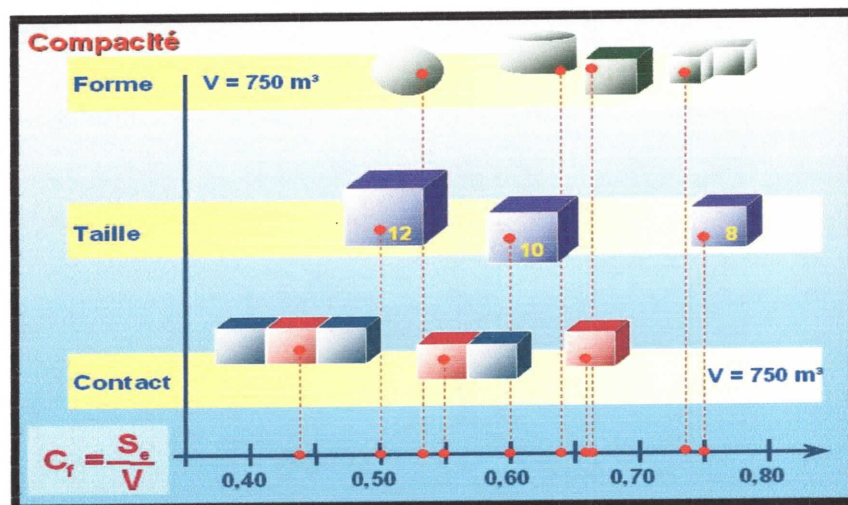
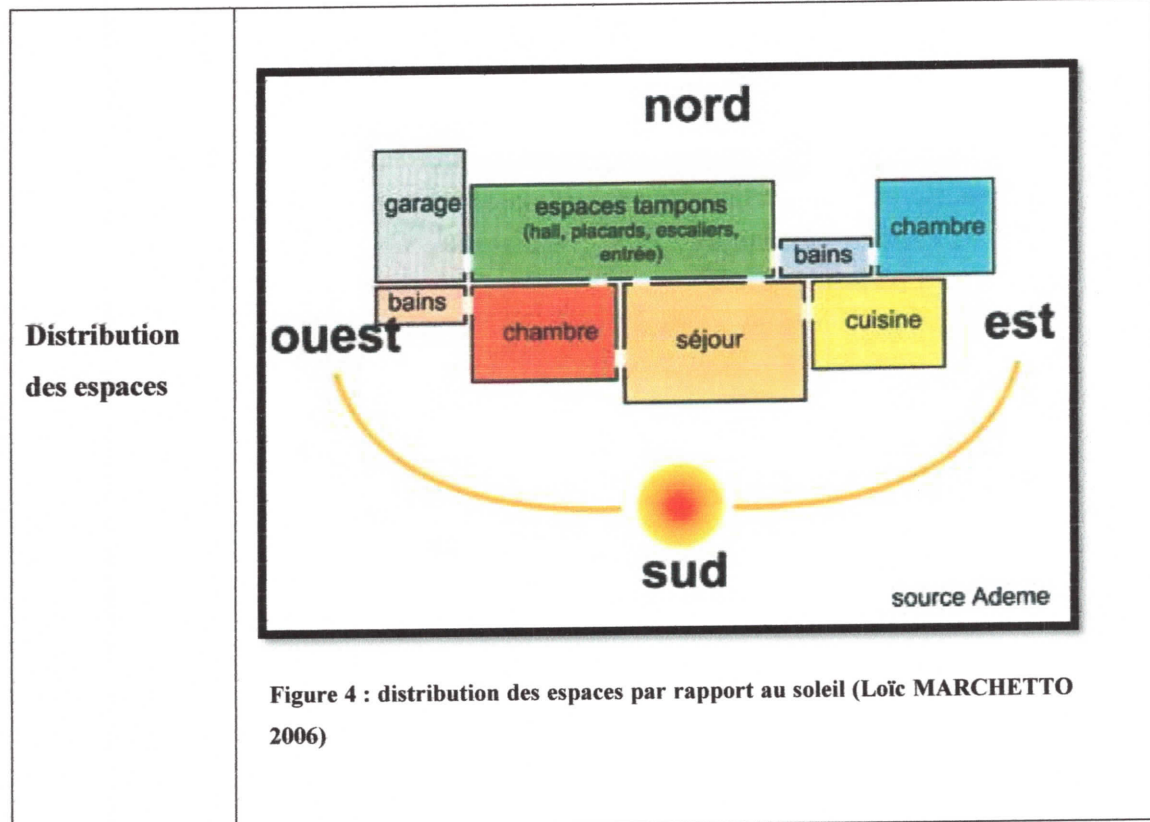


Figure 3 : le calcul de la compacité source : (ADEME, s.d.)



ANNEXE IV:les schémas des dispositifs d'éclairage naturel

Eclairage naturelle :

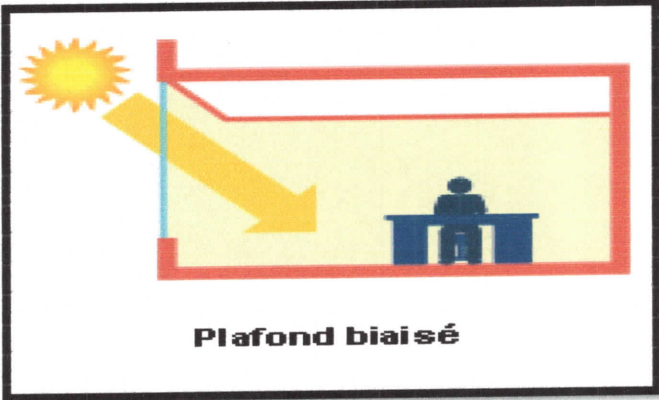
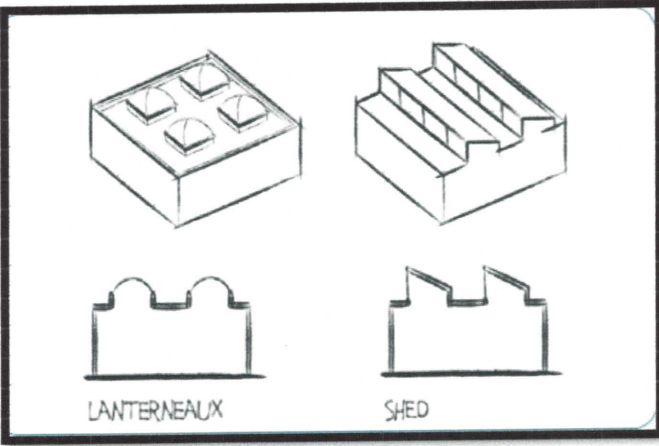
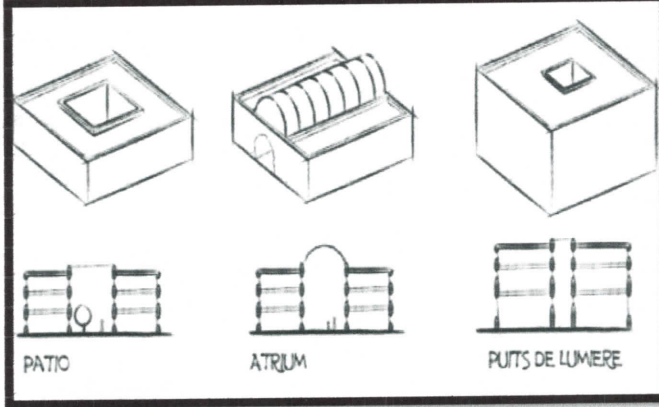
<p>Les ouvertures en façade</p>	 <p>Plafond biaisé</p> <p>Figure 1 : éclairage classique par ouverture en façade, source : (ADEME, s.d.)</p>
<p>Les sheds et lanterneaux</p>	 <p>Figure 2 :Les schémas des sheds et lanterneauxsource : (l'ICEB 2014)</p>
<p>Les atriums/patios et puits de lumière</p>	 <p>Figure 3 : éclairage classique par ouverture en façade, source ::(l'ICEB 2014)</p>

Tableau 1:les schémas des dispositifs d'éclairage naturel

ANNEXE V: les schémas des types des vitrages

1. Comparaison entre les types des vitrages :


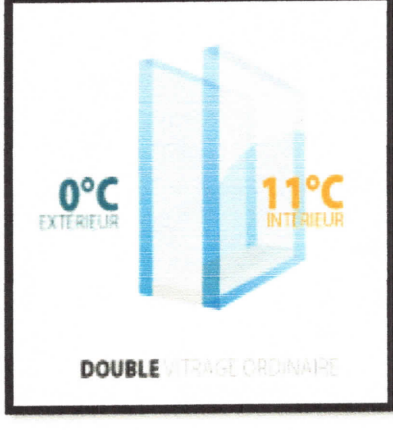

Simple vitrage	Doble vitrage	Triple vitrage
 <p>0°C EXTERIEUR 5°C INTERIEUR SIMPLE VITRAGE</p>	 <p>0°C EXTERIEUR 11°C INTERIEUR DOUBLE VITRAGE ORDINAIRE</p>	 <p>0°C EXTERIEUR 17°C INTERIEUR DOUBLE VITRAGE ITR</p>

Tableau 1: comparaison entre confort thermique de chaque type de vitrage, source: (http)

Les schémas suivants donnent les coefficient de transmission thermique U et le facteur solaire FS d'un double vitrage et d'un simple vitrage :

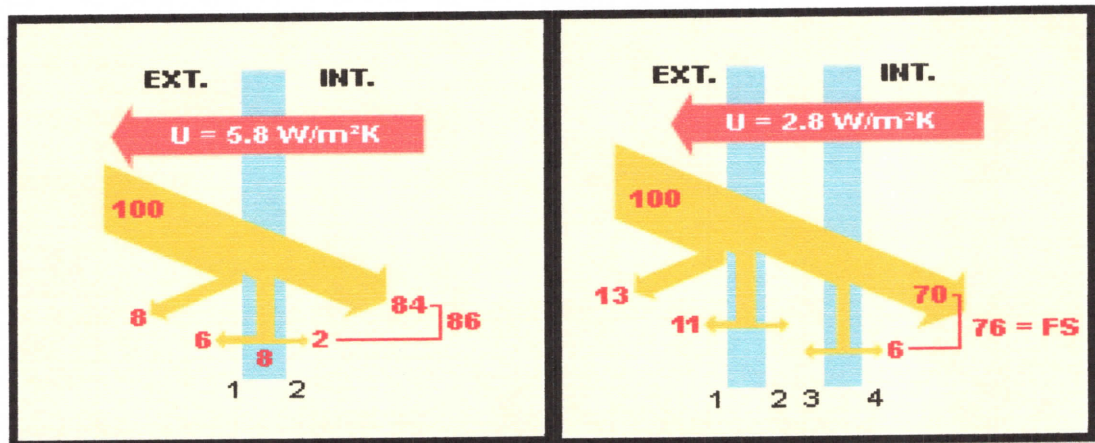


Figure 1: Le flux thermique pour le vitrage simple et double, source: (http)

Lorsque l'énergie solaire est interceptée par une paroi, une partie est réfléchiée vers l'extérieur, une partie est absorbée par le matériau, une partie est transmise à l'intérieur. La transmission solaire du double vitrage est légèrement plus faible que celle du vitrage simple car la chaleur qui traverse le vitrage est absorbée et réfléchiée par deux couches et non une seule¹.

1. Vitrage performant :

¹énergies, Agence locale des. «Vitrages Performants.» 7 10 2010. http://www.ale-lyon.org/IMG/pdf/eie_vitrages_performants_2011 (accès le février 2016). Page 2

Un double vitrage est performant lorsqu'un de ses verres est revêtu d'une couche peu émissive qui renvoie la chaleur. Un triple vitrage devient performant lorsque deux verres sont revêtus de cette même couche transparente. Celle-ci permet de retenir la chaleur à l'intérieur du logement tout en profitant des apports solaires (on parle d'efficacité énergétique et de double ou triple²).

2. Principe de fonctionnements :

Le rayonnement solaire traverse le vitrage et réchauffe les parois de la pièce. Ces parois émettent des rayons infra rouges (chaleur) qui sont renvoyés en majorité par la couche peu émissive vers l'intérieur de la pièce.³

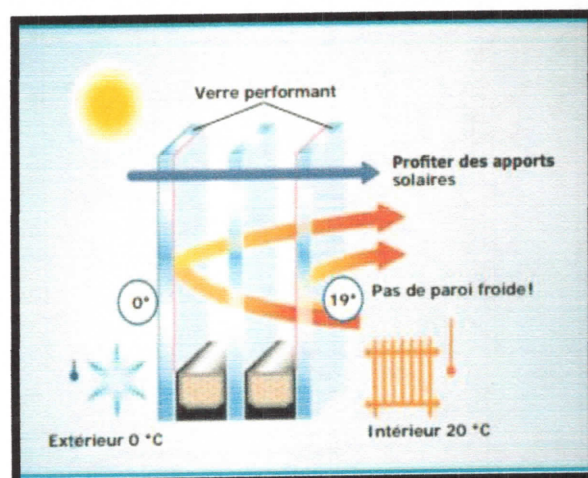


Figure 2 : vitrage performant source (Agence locale des énergies 2010)

²Loïc MARCHETTO, et autre . «Guide de l'eco-construction.» Édité par l'Agence Régionale de l'Environnement en Lorraine. Février 2006. http://www.grenoble.archi.fr/cours-en-ligne/doat-rollet/guide_ecoconstruction.pdf (accès le Mars 2016). Page 5.

³Wallon, Institut. «Types des vitrages.» *fermalux*. Édité par DGTRE. Février 2003. <http://www.fermalux.be/images/files/Double%20vitrage.pdf>. Accès (mars 2016) . page 5

ANNEXE VII : Concernant les vitrages performants

Les protections solaires fixes

- La végétation:

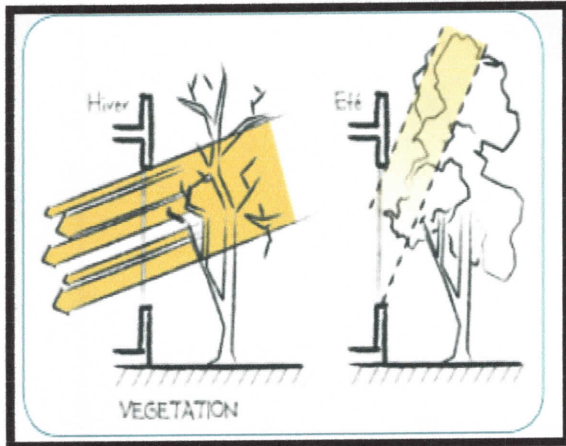


Figure 1: protection solaire végétale, source: (Groupe de travail de l'ICEB)

- les pergolas + mur

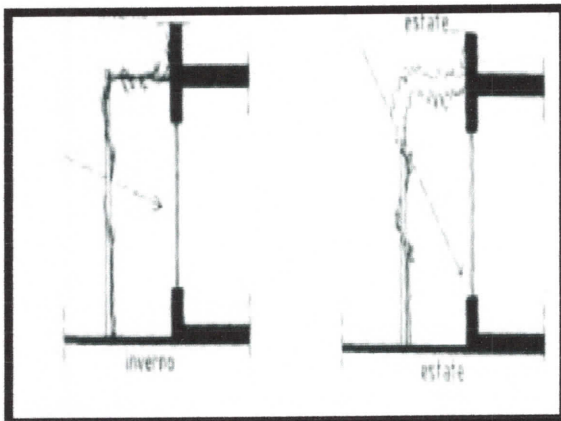


Figure 2: : protection solaire par pergola, source: (Loïc MARCHETTO, et autre).

- Toitures végétales

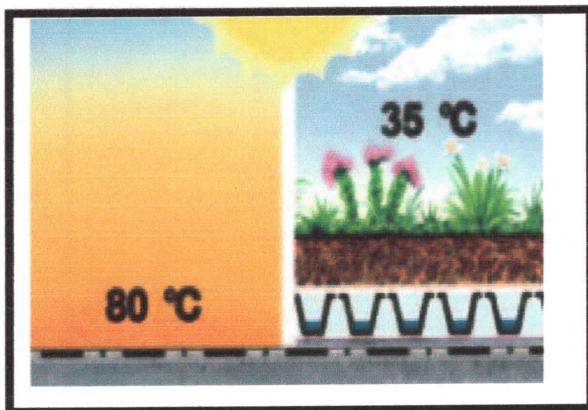


Figure 3: protection solaire par toit végétalisé, source: (Loïc MARCHETTO, et autre)

Les protections solaires mobiles

- Stores à lames horizontales:

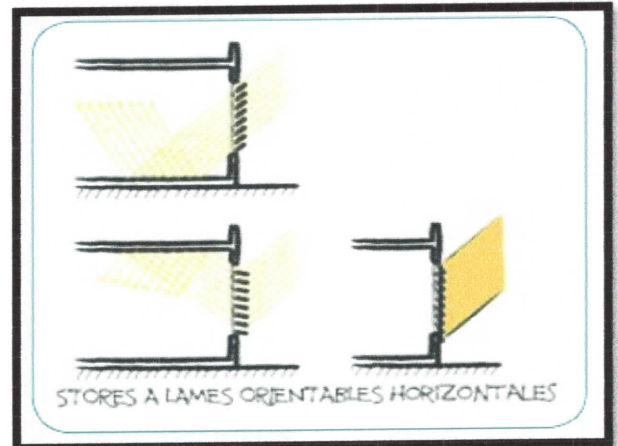


Figure 4: protection solaire par stores source (Groupe de travail de l'ICEB)

- Stores en toile :

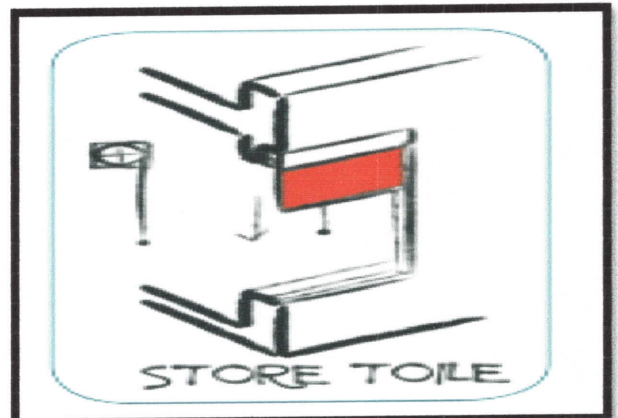


Figure 5: protection solaire par stores, source:(Groupe de travail de l'ICEB 2014)

- Stores réfléchissants ou à réorientation :

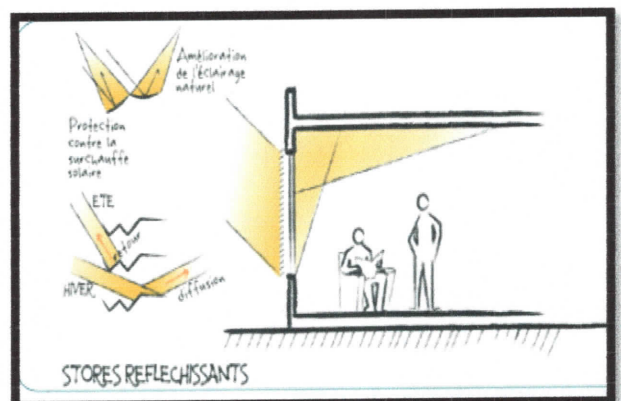


Figure 6: protection solaire par stores réfléchissants: source: (Groupe de travail de l'ICEB 2014)

➤ Brise-soleil horizontaux extérieurs:

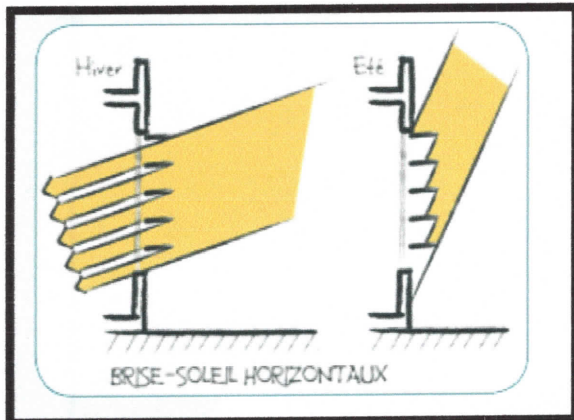


Figure 4: Brise-soleil horizontaux intérieur, source: (Groupe de travail de l'ICEB 2014)

➤ Brise-soleil verticaux extérieurs :

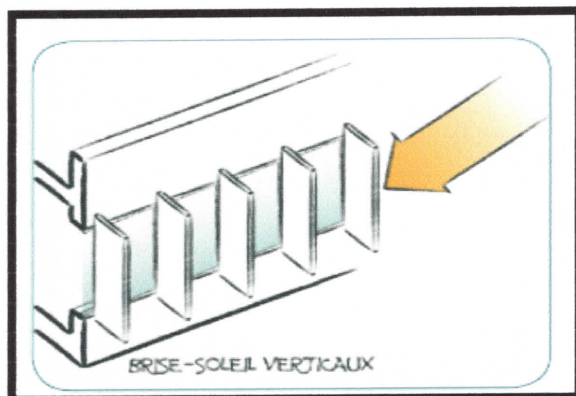


Figure 5: brise soleil horizontaux extérieur, source: (Groupe de travail de l'ICEB 2014)

➤ Résille extérieure :

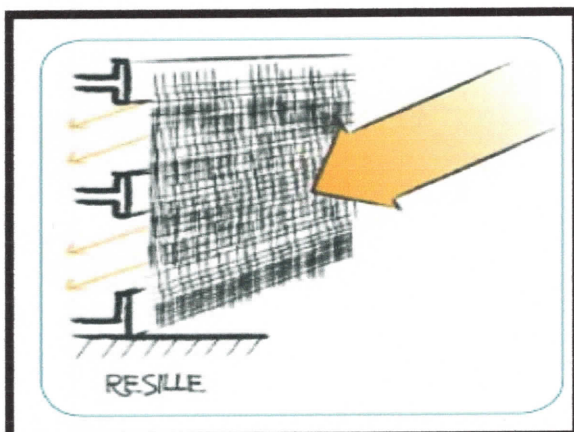


Figure 6: Résille horizontaux extérieur, source: (Groupe de travail de l'ICEB 2014)

➤ Stores à projection en toile:

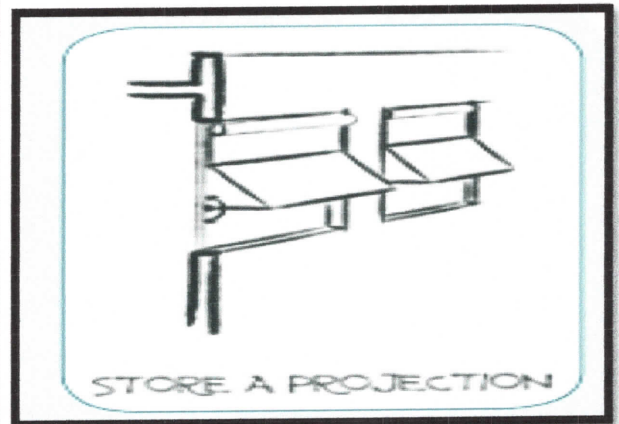


Figure 7: Stores à projection en toile, source: (Groupe de travail de l'ICEB 2014)

ANNEXE IX: les panneaux photovoltaïques

1. Panneaux photovoltaïques PV : comment ça marche ?

Lorsque les rayons du soleil heurtent la surface d'un semi-conducteur, ils transfèrent leur énergie aux électrons de ce matériau. Ceux-ci se mettent alors en mouvement dans une direction particulière, créant ainsi un courant électrique qui est recueilli par des fils métalliques très fins. L'une des principales applications de cette découverte est l'électricité solaire photovoltaïque. Aujourd'hui, il s'agit d'une technologie éprouvée entre autres en Allemagne, en Espagne et au Japon. La Wallonie part à la conquête de cette filière mature avec le plan SOLWAT¹

2. Une installation photovoltaïque :

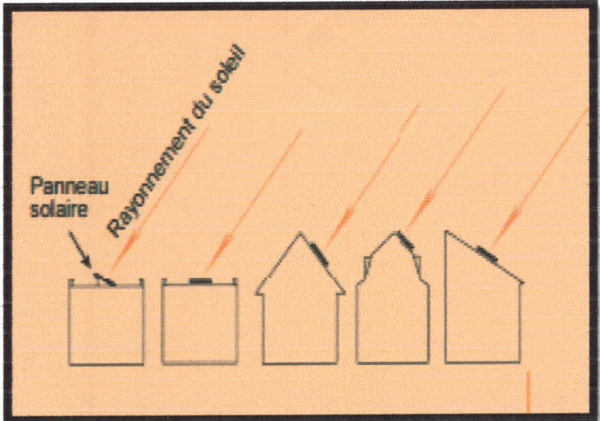
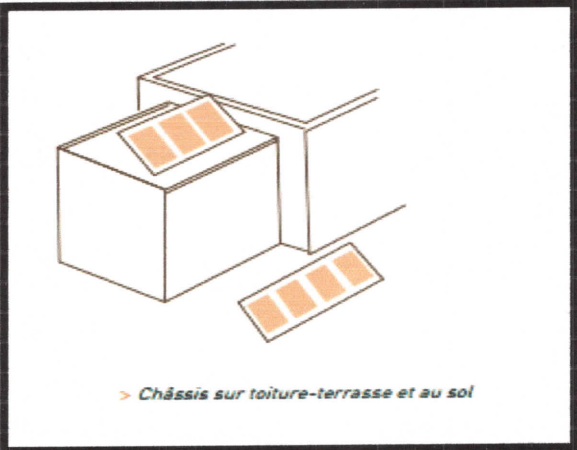
Une installation solaire photovoltaïque se compose des éléments suivants :

Le panneau, L'onduleur .

3. Comment intégrer les panneaux solaires ?

La réalisation d'une installation solaire, comme tout projet, tient compte de différents paramètres. La qualité architecturale en faisant partie, elle est une préoccupation qui doit être présente dès l'étude de faisabilité.

Une fois la phase faisabilité réglée, on passe à la partie implantation (installation); ou les panneaux photovoltaïques sont utilisés comme éléments architecturaux à part entière. Plusieurs typologies d'implantation existent, liées ou non au bâti²:

Toiture	Toiture plate
	
<p>Figure 1 : les différentes installations des panneaux photovoltaïques en toiture (A. I. énergies 2010)</p>	<p>Figure 2 : installations des panneaux photovoltaïques en toiture plats (A. I. énergies 2010)</p>

¹ Ibid page 24

² Ibid. Page 11

En façade

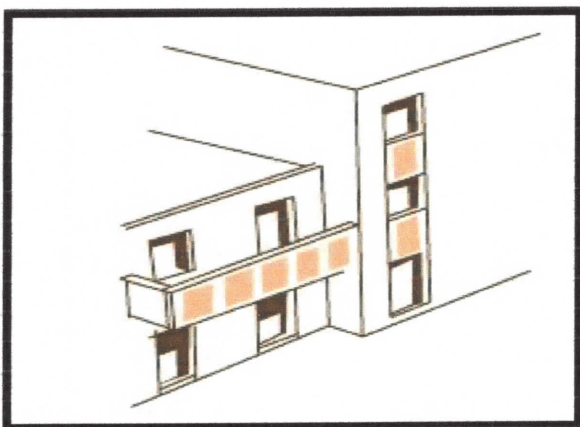


Figure 3 : Installations des panneaux photovoltaïques en toiture(A. I. énergies 2010)

En variées



Figure 4 : Installations des panneaux photovoltaïques véranda source site internet

En sol

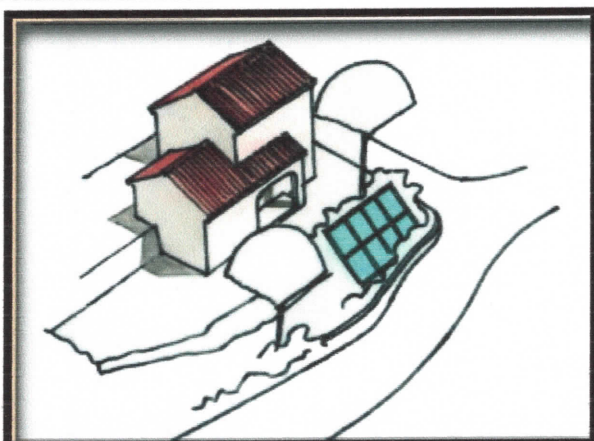


Figure 5 : Installations des panneaux photovoltaïques en sol (A. I. énergies 2010)

En mur rideau



Figure 6 : Installations des panneaux photovoltaïques en mur rideau source site internet

Tuiles photovoltaïques

Un pari durable intéressant, semblable à des modèles classiques, les bardeaux ou les tuiles qui intègrent des panneaux solaires de mini à l'intérieur, sous diverses formes et modèles. Actuellement en vente, la plupart d'entre eux sont en céramique et ont quatre cellules photovoltaïques, l'installation passe sous le toit au convertisseur.



- **Inclinaison:**

Inclinaison correspond à la pente du module par rapport à l'horizontale, mesurée en °. •Une inclinaison de 0° signifie que le module est à plat.

- Une inclinaison de 90° signifie que le module est à la verticale.

On inclinera le module sur la base de la valeur de la latitude, ce qui constitue un bon compromis été/hiver pour une production annuelle. i = angle correspondant à la latitude du site d'implantation. Il est nécessaire de conserver une inclinaison minimale de 5° pour assurer l'écoulement des eaux pluviales et l'auto nettoyage des modules en particulier pour les sites a moins de 10° de latitude nord ou sud, c'est-a-dire proche de l'équateur.³

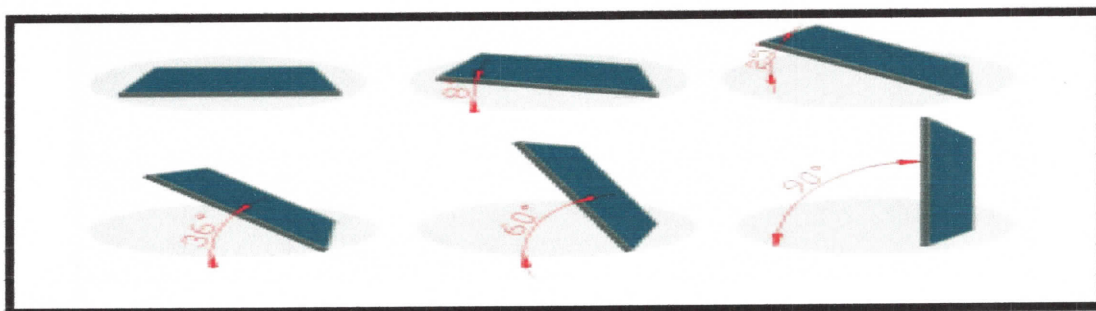


Figure 8 : l'inclinaison de panneaux photovoltaïques source (SuisseEnergie s.d.)

³MARTEL, Olivier. «L'énergie solaire et l'énergie électrique.» Édité par grandlyon. 2005. http://www.infoenergie69-grandlyon.org/IMG/pdf/livret_enseignant.pdf (accès le mars 2016). Page 24

ANNEXE IX : les panneaux photovoltaïques

Latitude °Nord	Ville	Inclinaison optimale des modules photovoltaïques(°)
58 °	Stockholm	39 °
53 °	Hambourg	36 °
49 °	Paris	35 °
43 °	Marseille	34 °
38 °	Athènes	31 °
36-82 °	Jijel	???

Figure 9 Effet de l'inclinaison des modules photovoltaïques source (ROULA s.d.)

- **Orientation de pannaus solaire:**

La production d'un panneau solaire varie en fonction de son inclinaison et de son orientation:

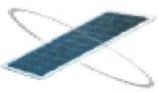
- En Europe pendant l'été: En été, le soleil est haut dans le ciel, l'inclinaison optimale est de 30°. L'orientation optimale est plein Sud⁴

		ORIENTATION				
		OUEST	SUD / OUEST	SUD	SUD / EST	EST
INCLINAISON	15°	89%	95%	98%	95%	89%
	30°	85%	96%	100%	96%	85%
	45°	79%	92%	97%	92%	79%
	60°	72%	85%	90%	85%	72%

Figure 10: Orientation de pannaus solaire pendant l'été source : (Loïc MARCHETTO 2006)

⁴Loïc MARCHETTO, et autre . «Guide de l'eco-construction.» Édité par l'Agence Régionale de l'Environnement en Lorraine. Février 2006. http://www.grenoble.archi.fr/cours-en-ligne/doat-rollet/guide_ecoconstruction.pdf (accès le Mars 2016). Page 14.

- En Europe à l'année: Pour optimiser le rendement de l'installation tout au long de l'année, il faut privilégier les mois d'hiver où le soleil est bas dans le ciel. Pendant ces périodes les moins ensoleillés l'inclinaison optimale est de 60°. L'orientation optimale est plein Sud.⁵



		ORIENTATION				
		OUEST	SUD / OUEST	SUD	SUD / EST	EST
INCLINAISON	15°	64%	76%	81%	76%	64%
	30°	62%	83%	93%	83%	62%
	45°	58%	87%	98%	87%	58%
	60°	54%	86%	100%	86%	54%

Figure 11: Orientation de pannaus solaire pendant l'été source : (Loïc MARCHETTO 2006)

4. Dimensionnements d'une installation panneaux photovoltaïques:

Pour déterminer le nombre de panneaux dont vous avez besoin, il est important de savoir Combien d'énergie vous utilisez. Une fois que ce calcul est fait, on peut déterminer la capacité de la batterie et le nombre de panneaux à installer

Listez tous les connecter au système.

- Notez sur un bout de papier le nombre de Watts de chaque appareil/consommateur d'énergie et le nombre d'heures que vous les utilisez par jour.
- Multiplie ensuite les nombre s de Watts par les heures et additionnez les résultats. ensuite les nombre s de Watts par les heures et additionnez-les. La somme obtenu est votre besoin d'énergie journalier, sur cette base le système autonome sera calculé. appareils/ consommateurs d'énergie que vous voulez

5. Dimensionnements nombre des panneaux pour une chambre double de l'hôtel roché noir :

Exemple de calcul suivant les étapes mentionnées ci-dessus:

Calcule des puissances pour une chambre double :

chambre	Nombre	Puissance unitaire en Wh	Fréquence ou durée d'utilisation quotidienne en h	Puissance En w	Energie en Wh/j
appareille					

⁵Loïc MARCHETTO, et autre . «Guide de l'eco-construction.» Édité par l'Agence Régionale de l'Environnement en Lorraine. Février 2006. http://www.grenoble.archi.fr/cours-en-ligne/doat-rollet/guide_ecoconstruction.pdf (accès le Mars 2016). Page 14.

ANNEXE IX : les panneaux photovoltaïques

ampoule	4	15 Wh	3h/j	60	45
télévision	1	40 Wh	1h/j	40	40
Démo-SAT	1	40 Wh	24h/	40	960
frigo	1	100 Wh	24h/j	100	2400
climatiseur	1	250 Wh	8h/j	250	2000
chargeur	2	8 Wh	2h/j	16	16
Salle de bain					
appareille					
Ampoule fluant	2	18wh	0.5h/j	36	9
séchoir	1	220wh	0.1h/	220	22
totale					EC = 4592 Wh / j

Les données complémentaires :

Site : proche de Grenoble Sa Latitude [N°] = 36, 788, son Longitude [E] = 5,651, son Altitude [m] = 13⁶

Toit plats l'orientation des panneaux est plein sud et sud-ouest (45°)

L'autonomie doit être de 5 à 30 jours en cas de mauvais temps : on va prendre 10

Bilan des puissances : Calculez la puissance totale et l'énergie totale quotidienne nécessaire à l'installation.

Calculs et choix des éléments du système :

a) Calculez l'énergie à produire E_p : $E_p = EC/k$ $E_p = 4592/0.65$

$E_p = 7065$

b) Calculez la puissance crête P_c du générateur photovoltaïque nécessaire exprimé en WC :

(On prendra une irradiation moyenne de 4.5 kWh/m² /jour pour la période estivale de fonctionnement) $P_c = E_p / I_r = 7065 / 4.5 = 1570$ watt crête

Déterminer le nombre de panneaux solaire à partir de la puissance crête des panneaux Kit solaire FK90

$$N = P_c / \text{puissance crête unitaire panneau} = 1570 / 200 = 7.85$$

Nbre= 8 panneaux

c) Calculer la capacité des accumulateurs nécessaires à ce système ainsi que leur nombre :

$$(1570 \times 10) / (0,8 \times 12) = 1635.41 \text{ Ah}$$

$$1635.41 \text{ Ah} / 540 = 7.5$$

On a 8 batterie de 12v-220 Ah

8 batteries de 12v-220 Ah

⁶ Logicielle métronome.

ANNEXE XI : Type d'isolation

1. Isolation des parois :

L'isolation par intérieur	
définition	Pose d'une couche d'isolant sur les murs périphérique, côté intérieur
Avantages	Facile à réaliser, économique.
Inconvénients	Réduction du volume intérieur, difficulté de traiter des ponts thermiques.
Techniques	<p>Les deux principales techniques sont : les complexes ou sandwichs isolants collés au mur ou fixés sur tasseaux, ou les isolants derrière cloison de doublage cette dernière technique permet en général de faciliter l'accrochage du mobilier.</p> <p>L'espace ménagé derrière la cloison est à remplir au moyen de l'isolant. En cas de risque d'infiltrations d'eau de pluie, il est préférable de prévoir une lame d'air entre la maçonnerie extérieure et l'isolant au moyen de cales. En zone très froide (à plus de 600 m d'altitude), il convient de placer côté intérieur de l'isolant un pare-vapeur.</p>
Matériaux préférable	Briques de terre cuite, des blocs béton des parpaings(5 cm minimum)
Type d'isolats	L'isolant incorporé entre le mur et la cloison est en général du polystyrène, de la laine minérale en panneaux semi-rigides ou du polyuréthane expansé.

Tableau 1 : isolation par intérieur, source: (AstridDenker et autre)

ANNEXE XII: Les données climatiques des deux villes

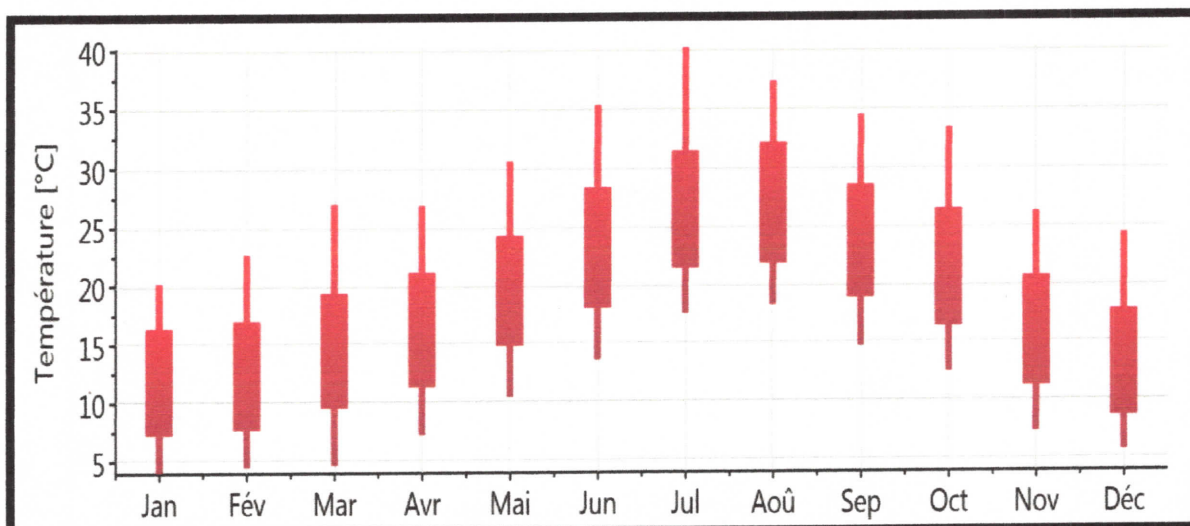


Figure 1: Température mensuelle meteonorm7.

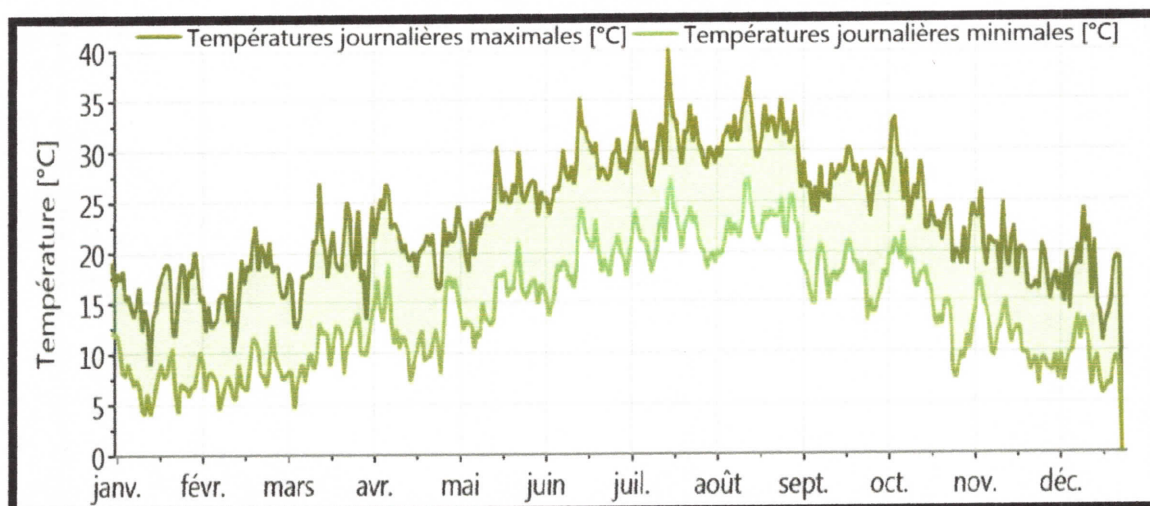
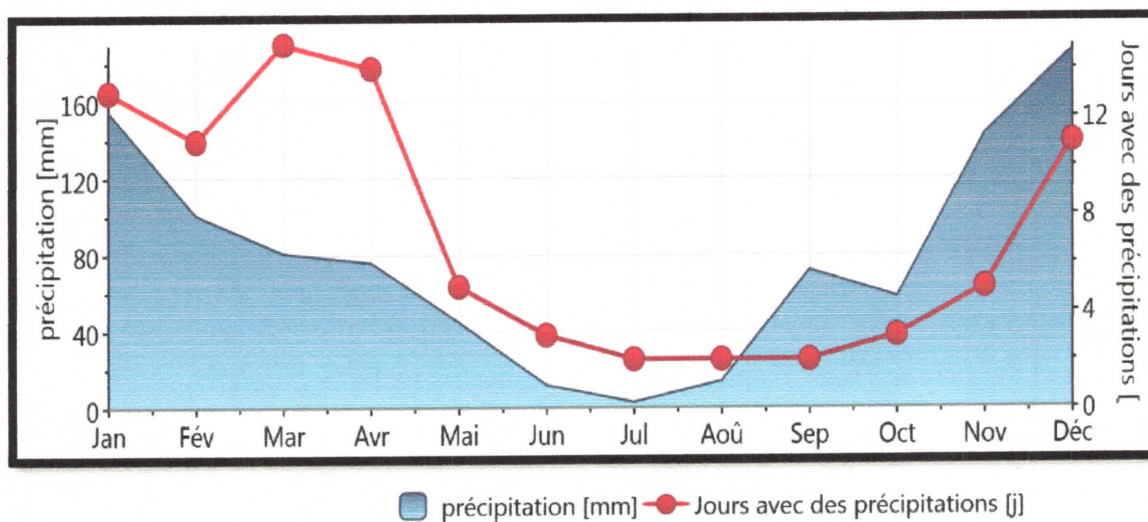


Figure 2: Température journalière meteonorm7



■ précipitation [mm] ● Jours avec des précipitations [j]

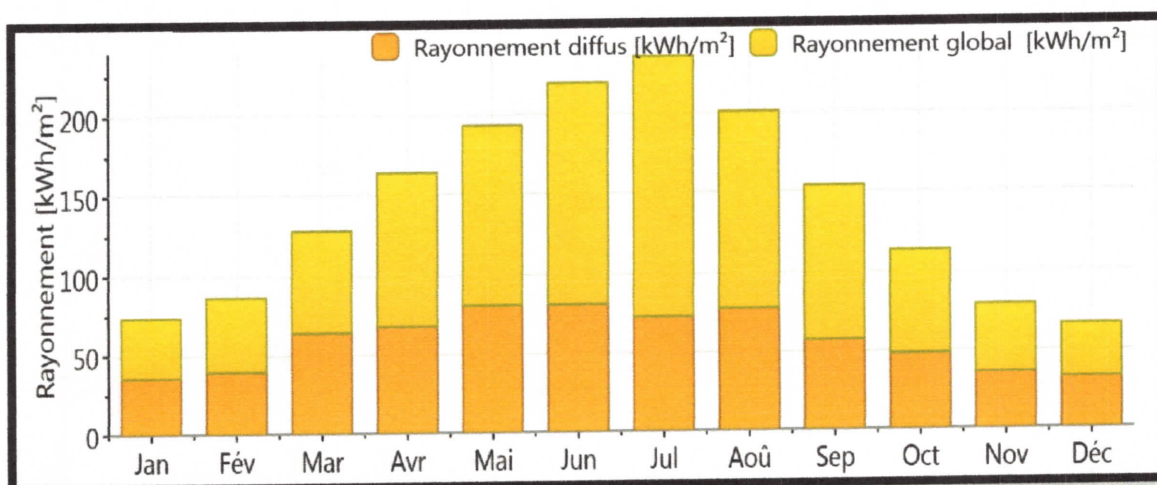


Figure 4: Rayonnement mensuel source meteonorm7

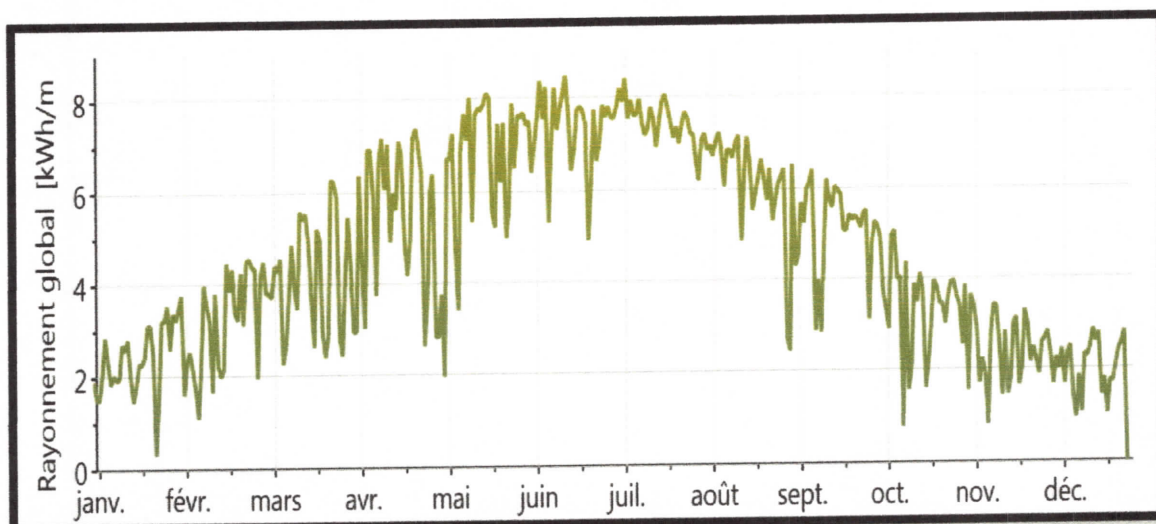
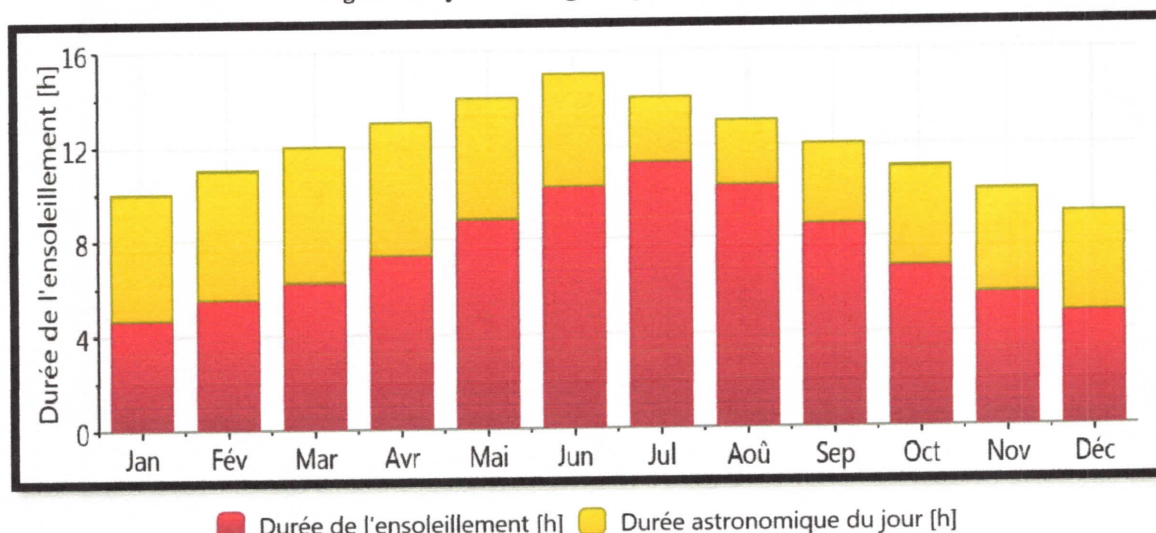


Figure 5: Rayonnement global journalier source meteonorm7



■ Durée de l'ensoleillement [h] ■ Durée astronomique du jour [h]

Figure 6: Durée d'ensoleillement meteonorm7

Les données pour ville Malaga

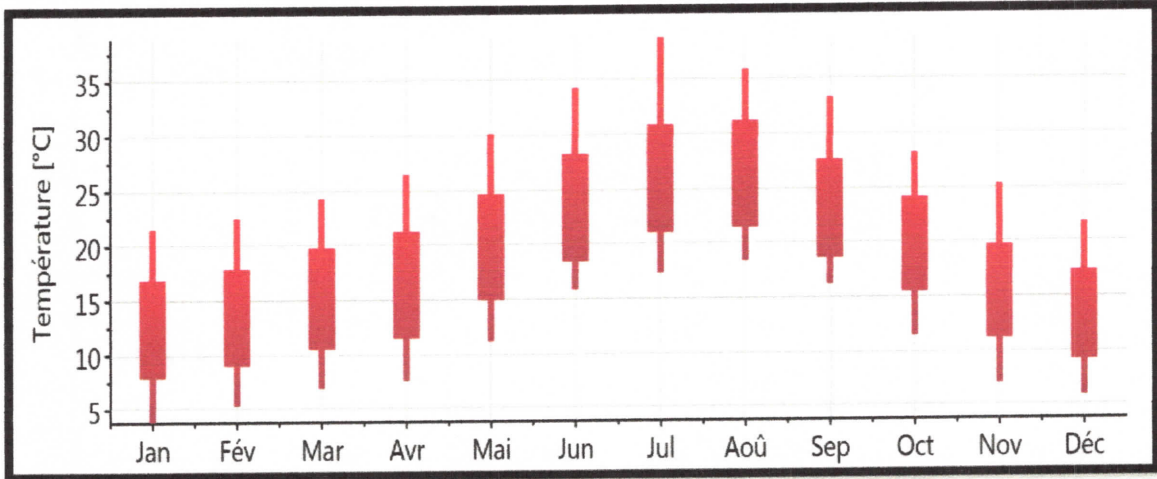
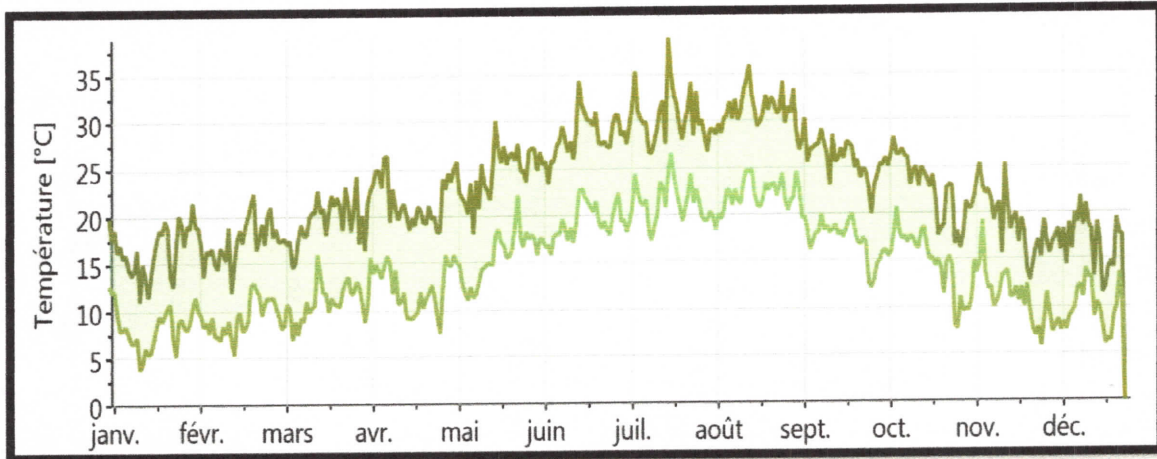


Figure7:Température journalièremeteornorm7



— Températures journalières maximales [°C] — Températures journalières minimales [°C]

Figure 8:Temperature mensuellemeteornorm7

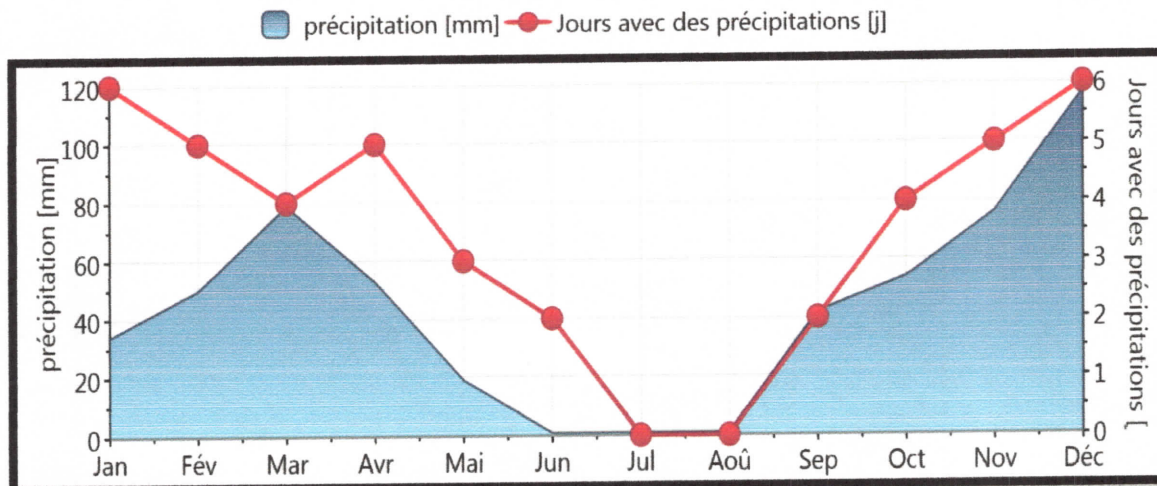


Figure9:Precipitations meteornorm7

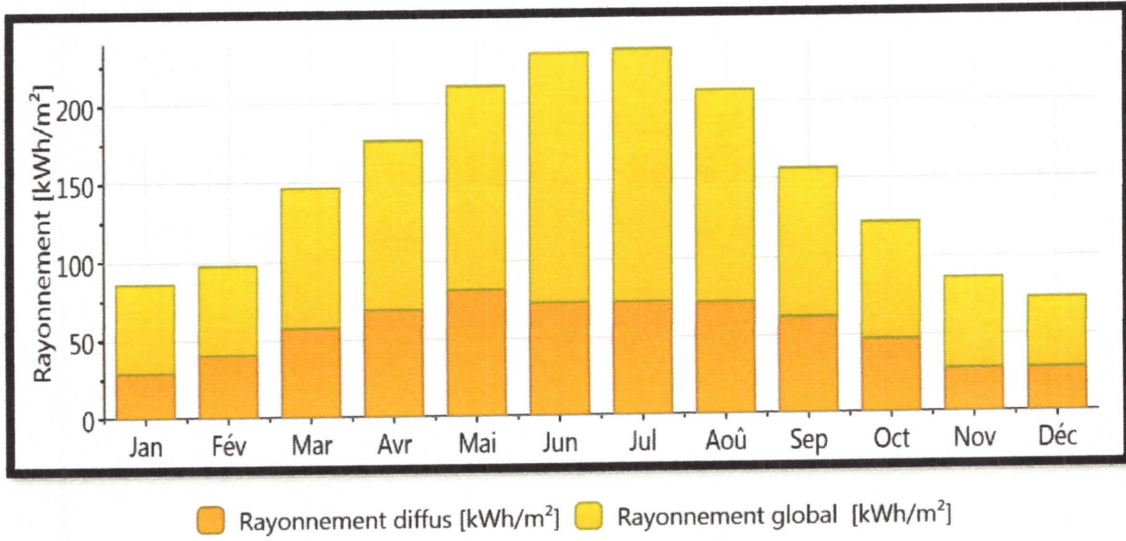


Figure 10: Rayonnement mensuel météonorm7

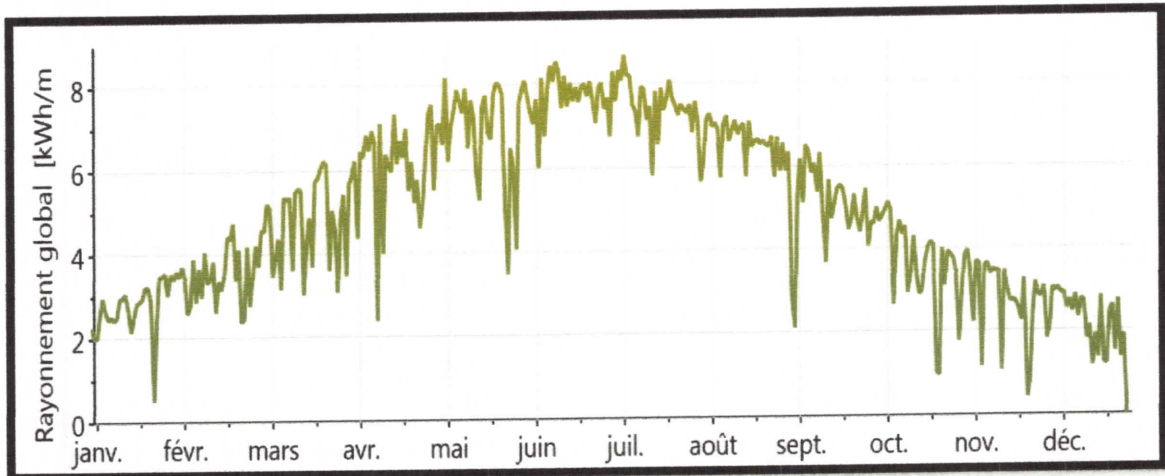


Figure 11: Rayonnement global journalier météonorm7

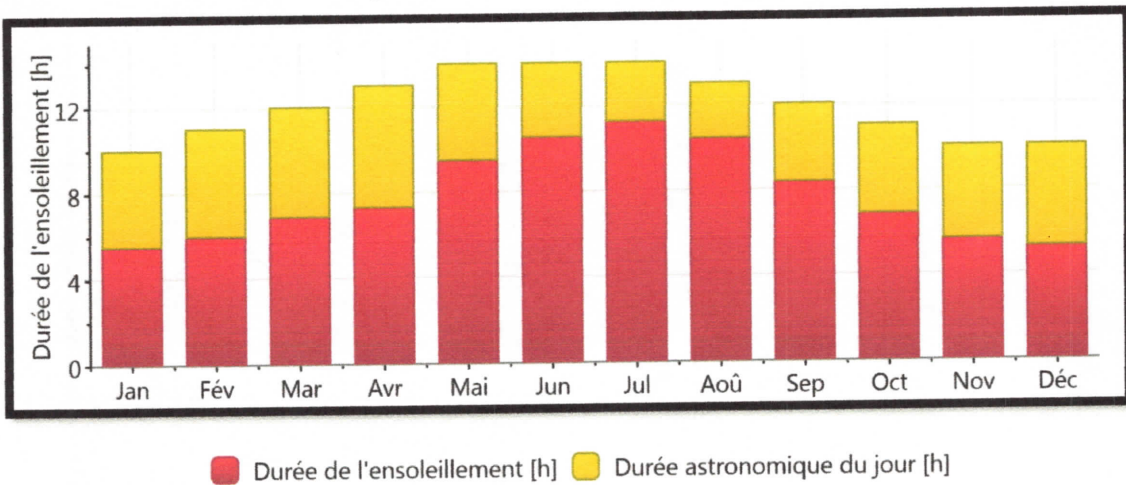


Figure 12: Durée d'ensoleillement météonorm7

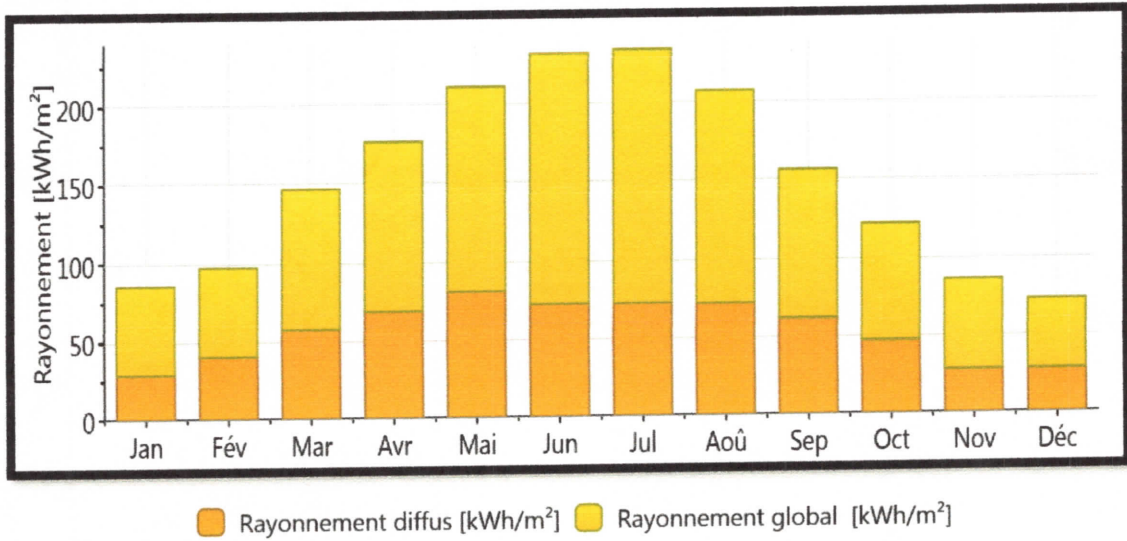


Figure 10: Rayonnement mensuel météonorm7

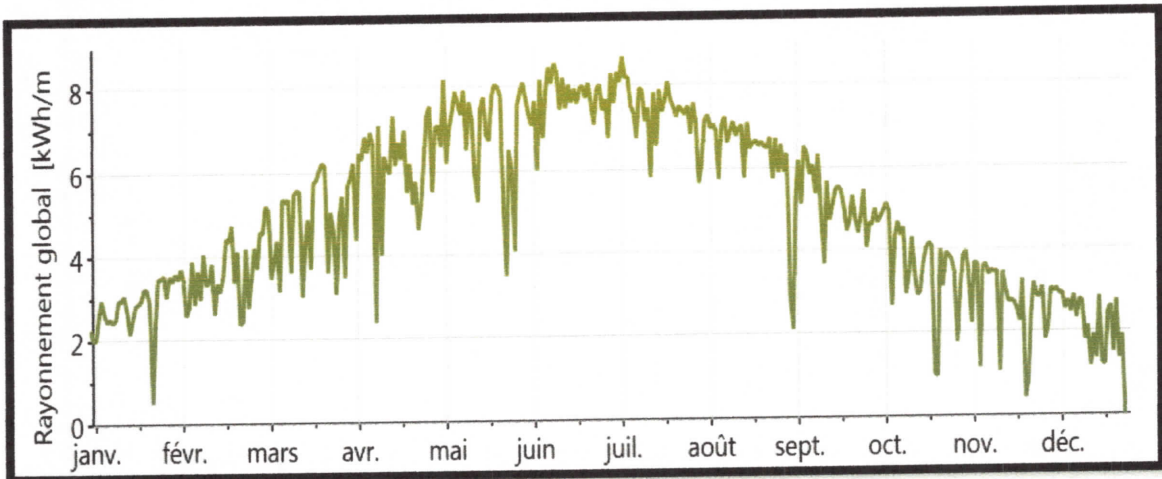


Figure 11: Rayonnement global journalier météonorm7

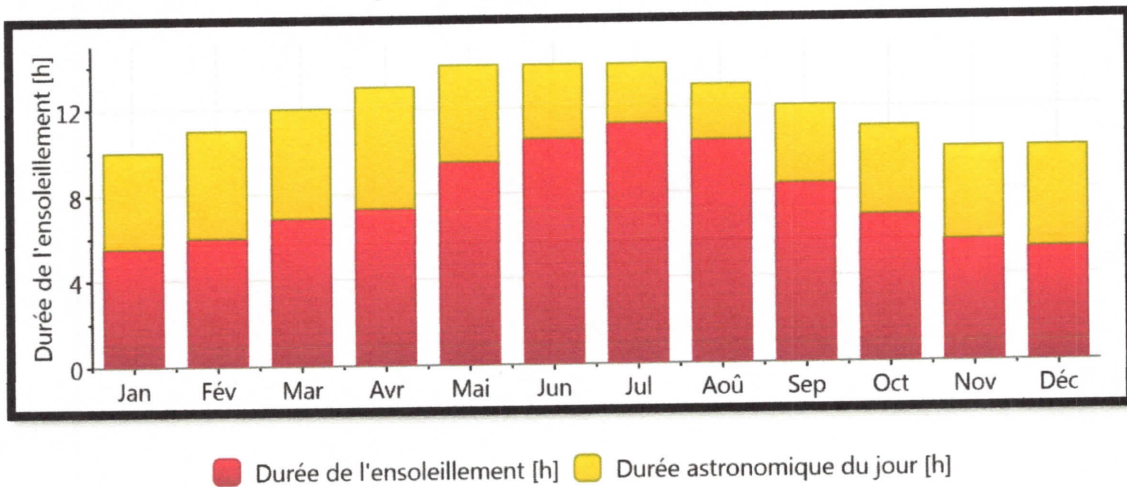


Figure 12: Durée d'ensoleillement météonorm7

Résumé

Le bâtiment devient un enjeu central de deux défis planétaires majeurs: le changement climatique et l'approvisionnement énergétique. Dont laquelle La sécurité énergétique et les contraintes environnementales sont un défi considérable pour le développement économique et social à l'échelle de la planète. Dans cette optique, les procédé constructif durable ont indiscutablement un rôle important à tenir dans le processus de conception pour la création d'une architecture énergétiquement efficace suppose un bon équilibre entre les mesures en faveur des économies d'énergie , celles mises en œuvre pour la produire et se caractérise par des bâtiment a haute l'efficacité énergétique qui dispose une thématique réelle opportunité de développement dans le monde : Les architectes algériens peuvent jouer un rôle crucial dans le développement de ces applications pour crée un bâtiment de demain qui doit s'inscrire dans une démarche durable qui économise les ressources et remet en cause les matériaux polluants. Car la situation énergétique des bâtiments en Algérie nécessite une maîtrise important pour limiter le gaspillage des énergies dans ce gros consommateur. Notre recherche s'inscrit dans une perspective d'application des procédés constructifs et l'impact sur les besoins énergétiques d'un bâtiment pour orienter les créateurs des bâtiments dès l'amont de leur conception pour cela on apprécie la performance énergétique des bâtiments et l'évaluer dans la perspectif d'une utilisation des éco techniques et des ressources naturelles Pour avoir une prise de conscience de l'importance ces éléments essentiels à une bonne conception énergétiques d'un projet architectural vis-à-vis des besoins climatiques de ces régions. les composants existants dans la bibliothèque du code de calcul COMFIE+ PLEIADES qui nous aides de faire une simulation thermodynamique pour étudier l'impact de ces procédés sur les besoin en chauffage et climatisation et déterminé un prototype adéquat et les solutions recherchées pour un bâtiment écologique et autosuffisant énergétiquement . les composants existants dans la bibliothèque du code de calcul FREEFEM++ qui aides de développer une d'une dynamique des fluides computationnelle nous avons compris que le patio peut jouer un rôle de régulateur thermique Les résultats montrent que l'introduction des paramètres passifs : orientation, compacité, type de vitrage, matériaux écologiques béton cellulaire », dispositifs solaires passifs, ventilation naturelle, en plus de systèmes actifs dans un bâtiment est une bonne solution qui peut réduire jusqu'à 80% de la consommation énergétique donc Les architectes et les chercheur Algériens peut s'orienter vers le choix des élément de construction durable à condition de l'adaptation de ces élément avec le climat locale des régions Algériens et la création d'une démarche énergétique recherche la cohérence d'une pensée architecturale et constructive répondant au rôle social et environnemental du bâti.

MOTS CLÉS : le changement climatique, l'approvisionnement énergétique, efficacité énergétique, Ecologie, Impact, Climat, Gaz à Effet de Serre, Energie Renouvelable, Consommation, Simulation Thermique Dynamique, dynamique des fluides, paramètres passifs, systèmes actifs.

ملخص

أصبح المبنى القضية المركزية في اثنين من التحديات العالمية العصرية الرئيسية: تغير المناخ وإمدادات الطاقة. حيث يلعب الأمن في مجال الطاقة والقيود البيئية تحديريسي للتنمية الاقتصادية والاجتماعية في جميع أنحاء العالم. في هذا السياق، عملية البناء المستدامة تلعب بلا شك دور هام في عملية التصميم لخلق بنية ذات كفاءة طاقة عالية و الذي يتطلب توازنا جيدا بين التدابير اللازمة لتوفير الطاقة ، وهذا يخلق فرصة حقيقية لتطوير نهج الطاقة في المبنى على المستوى العالمي: يمكن للمهندسين المعماريين الجزائريين ان يلعبوا دورا حاسما في تطوير هذه التطبيقات و التدابير المستدامة لإنشاء مبنى الغد الذي يجب ان يسجل نهجا مستداما في استهلاك الموارد والحد من استهلاك المواد الملوثة. لأن الوضع الطاقوي في المباني في الجزائر يتطلب إتقان كبير للحد من هدر الطاقة. بحثنا هو جزء من منظور تطبيق عمليات البناء المستدامة وتأثير ذلك على احتياجات الطاقة للمبنى لأننا نقدر أن يكون هناك وعي بأهمية هذه العناصر الأساسية في تصميم مشروع معماري إن المكونات الموجودة في مكتبة الكمبيوتر لكود كونفي+ بليباد. تساعدنا على القيام بمحاكات ديناميكية حرارية لدراسة تأثير هذه العناصر على استهلاك الطاقة داخل بنية مبنى وخاصة تلك المتعلقة بالتدفئة وتكييف الهواء وتحديد نموذج أولي لبناء نموذج إيكولوجي ومكثف ذاتيا بقوة مع الاحتياجات المناخية للمنطقة .

إن المكونات الموجودة في مكتبة الكمبيوتر لكود فرينفم++ الذي ساعدنا على تطوير الوسائل الحسابية الديناميكية للسوائل ساعدنا على ادراك ان الفناء يمكن ان يلعب دور المنظم الحرارى و اظهر النتائج ان ادخال الاعدادات السلبية التوجه، الاكتناز ، نوع الزجاج والمواد البيئية الخرسانة الخلوية «أجهزة السلبية الشمسية والتهوية الطبيعية، هو حل جيد الذي يمكن أن يقلل ما يصل إلى 80٪ من استهلاك الطاقة بحيث يمكن للمهندسين المعماريين والباحث الجزائري الحرك نحو اختيار هذه العناصر المستدامة الى من خلق ابنية للتقليل من هدر الطاقة و مناسبة للمناطق المناخية للجزائر

الكلمات الرئيسية: تغير المناخ، وكفاءة الطاقة إمدادات الطاقة، تصميم والبيئة، علم البيئة، المناخ، غازات، الطاقة المتجددة، الاستهلاك ، المحاكات ديناميات الحسابية ، نظم النشطة.

Abstract:

Abstract:

The building becomes a central issue in two major global challenges: climate change and energy supply. Including which Energy security and environmental constraints are a major challenge for economic and social development across the globe. In this context, sustainable construction process undoubtedly have an important role to play in the design process for creating an energy efficient architecture requires a good balance between measures for energy savings, those implemented for produce and is characterized bumper building has high energy efficiency, which has a real opportunity to thematic development in the world: Algerian architects can play a crucial role in the development of these applications to create a building of tomorrow who must register a sustainable approach that saves resources and challenges the polluting materials. Because the energy situation of buildings in Algeria requires significant mastery to limit the waste of energy in this big consumer. Our research is part of a perspective of application of construction processes and the impact on the energy needs of a building to guide the creators of the buildings from the upstream design for that we appreciate the energy performance of buildings and evaluate the perspective of an eco-use of technical and natural resources to have an awareness of the importance of these essential elements to a good energy design an architectural project vis-à-vis climate needs of these regions .existing components in the library of computer code COMFIE + PLEIADES that help us to make a thermodynamic simulation to study the impact of these processes on the need for heating and air conditioning and determined an appropriate prototype and solutions sought for an ecological and self-sufficient building energetically. existing components in the library of FREEFEM ++ computer code that helps develop a dynamic computational fluid we realized that the patio can play a role of thermal regulator The results show that the introduction of passive settings: orientation, compactness , type of glazing, ecological materials cellular concrete "solar passive devices, natural ventilation, in addition to active systems in a building is a good solution that can reduce up to 80% of energy consumption so architects and Algerian researcher can move towards the choice of sustainable building element provided to the adaptation of these element with the local climate Algerians regions and the creation of an energy research process consistency of an architectural and constructive thinking and responding to the social role the built environment.

KEY WORDS: climate change, energy supply energy efficiency, energy performance, Ecology, Impact Climate, Greenhouse Gas, Energy Renewable, consumption Simulation, Dynamics, Thermal, computational fluid dynamics, passive settings, active systems.