

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Abderrahmane Mira – Bejaia



Faculté de Technologie.
Département d'Architecture.

Thème :

**Rénovation énergétique des édifices publics en Algérie.
Cas d'étude : l'immeuble de bureaux des enseignants à
l'université Abderrahmane Mira Bejaia.**

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Architecture
« Architecture, ville et territoire »

Préparés par :

ABAD Kahina.

BERKANI Nour El Imene.

GACI Nassim.

Encadré par:

Monsieur MERZEG Abdelkader.

Membres de jurys:

Monsieur YAYA Tsoufik.

Monsieur BOUNOUNI Sofiane.

Année Universitaire 2014 - 2015.

Remerciements

On tient à la fin de ce travail à remercier le bon dieu « ALLAH » le tout puissant de nous avoir donné la foi et de nous avoir permis d'en arriver là.

On tient à adresser, dans un premier temps, nous vifs remerciements à tous les professeurs du département d'architecture, de l'université Abderrahmane Mira de Bejaia, pour leurs soutiens inestimables et leurs aides, durant le cursus et de nous avoir donné l'opportunité de vivre une expérience aussi enrichissante tout sur le plan théorique et pratique.

Nous voudrions également remercier très sincèrement en particulier notre encadreur Mr MERZZAG, qui nous a toujours amenée à pousser d'aller de plus en plus loin.

Et aussi à tous mes camarades de promotion « 2015 ». Sans oublier toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont soutenu.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

La personne la plus chère dans le monde, la lumière de ma vie, la source de tendresse, celle qui a sacrifié et souffert les plus belles années de sa vie pour me voir un jour réussir :

♥♥ *Ma chère mère* ♥♥

A mon cher père, le plus noble qui par son courage a consacré tous ses efforts, et ses moyens pour m'aider à accomplir ce mémoire, et pour me faire réussir.

A mes chers frères Said et Ramzi.

A ma chère grand -mère

A mes deux binômes :kahina,Nassim

A mes chers amis : Ibtissem,Ryma, Nadjoua, Fairouz, Hadjer, Tassaadit,Mouhamed,kiki,Katia

Nour el Imene.

Dédicaces

Tout d'abord je tiens à remercier le Tout Puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce travail que je dédie à:

- *A mes très chers parents.*
- *A mes très chères sœurs Samira et Dihia.*
- *A mon très cher frère Sofiane.*
- *A mes chers voisins: Arabe, Taklit, Samia, Karim, Fatima, Riad.*
- *A ma très chère tante Houria et ses enfants.*
- *A mes chers amis: Sony, kiki, Faycel, Sliman, Sabrina .*
- *A mes Binômes Imene et Nassim.*
- *Et particulièrement aux charmantes Tesse et Katy.*

Kahina.

Dédicaces

*Je dédie ce mémoire de recherche de fin d'étude (Master 2 architecture) au premier lieu **A mes chers parents** qui m'ont tout donné et qui étaient toujours à mes côtés, pour ma réussite et mon succès dans la vie, que dieu me les protège.*

Sans oublier aussi toute ma famille, mes amis, mes binômes, les gens expérimentés et toutes les personnes qui m'ont aidé dans ce domaine que ce soit de près ou de loin.

Nassim.

Résumé

Le secteur tertiaire est à l'origine de 41% de la consommation d'énergie final en Algérie.

Ce travail vise à développer une approche de recherche, d'équilibre entre l'architecture, le développement durable, le confort, l'efficacité énergétique, par une réhabilitation énergétique efficace.

Nous citons en premier lieu, l'interaction entre l'architecture et le développement durable, en intégrant les notions du confort dans un contexte environnemental énergétique, ensuite nous passerons à la classification et la compréhension des différents concepts et notions d'énergie et d'efficacité énergétique, puis nous abordons en général l'état actuel des édifices publics algériens.

Dans un second temps, nous entamons la rénovation énergétique, en citant les différentes notions, les différentes démarches et techniques d'amélioration de l'efficacité énergétiques.

Enfin, une fois les différents instruments sont déterminés, nous allons tenter à l'application du processus sur un édifice public algérien choisi, pour le rendre plus confortable, plus performant et moins consommateur en énergie.

Mots clés : architecture durable, confort, efficacité énergétique, édifices publics, rénovation énergétiques.

Sommaire

Table des matières	I
Liste des figures	IX
Liste des tableaux	XI
1.Chapitre introductif	
1. Introduction et problématique	02
2. Hypothèses	03
3. Objectif du mémoire	03
4. Méthodologie d'approche	03
5. Structure de mémoire	05
2.Chapitre I: L'architecture et le développement durable	
1. Introduction	07
2. Définition de développement durable	07
3. Evolution de concept de developpement durable a travers le temps	09
4. Les enjeux de developpement durable	10
5. L'interaction entre le développement durable et l'architecture	12
5.1 L'architecture écologique	12
5.2 L'architecture bioclimatique	13
5.2.1 Les principes de l'architecture bioclimatique	14
5.2.1.1.Implantation et orientation	14
5.2.1.2.Formes et volumes	14
5.2.1.3.L'isolation	15
5.2.1.4.Les matériaux	15
5.2.1.5.Les ouvertures en façade	15
5.2.2. Objectif de l'architecture bioclimatique	15
5.3. L'architecture durable	16
6. Conclusion	17

3. Chapitre II : Notion sur le confort

1.	Introduction.....	19
2.	Définition du confort.....	19
3.	Les types de confort.....	20
3.1.	Le confort acoustique.....	20
3.2.	Le confort olfactif.....	20
3.3.	Le confort thermique.....	20
3.3.1.	Définition du confort thermique.....	20
3.3.2.	Les paramètres du confort thermique.....	21
3.3.3.	Le confort thermique d'été et d'hiver.....	22
3.3.3.1.	Le confort thermique d'hiver.....	22
3.3.3.1.1.	La stratégie du chaud.....	22
3.3.3.1.2.	Exigences d'hiver.....	24
3.3.3.2.	Le confort thermique d'été.....	24
3.3.3.2.1.	La stratégie du froid.....	24
3.3.3.2.2.	Exigences d'été.....	26
3.4.	Le confort visuel.....	27
3.4.1.	Définition du confort visuel.....	27
3.4.2.	Les paramètres du confort visuel.....	27
3.4.3.	La stratégie de l'éclairage nature.....	28
4.	Conclusion.....	30

4. Chapitre III : Energie et efficacité énergétique

1.	Introduction.....	32
2.	L'énergie.....	32
2.1	Définition de l'énergie.....	32
2.2.	L'énergie et le développement durable.....	33
2.3.	La consommation mondiale de l'énergie.....	34
2.4.	La consommation nationale de l'énergie.....	35

2.5.	Les sources de d'énergie renouvelable.....	37
2.5.1.	L'énergie solaire.....	37
2.5.2.	L'énergie éolienne.....	37
2.5.3.	La biomasse.....	37
2.5.4.	L'énergie hydraulique.....	37
2.5.5.	L'énergie géothermique.....	38
2.6.	Les systèmes énergétiques.....	38
2.6.1.	Système solaire thermique.....	38
2.6.2.	Système solaire photovoltaïque.....	38
2.6.3.	Système de chauffage au bois ou a biomasse.....	38
2.6.4.	Système éolien.....	38
3.	L'efficacité énergétique.....	39
3.1.	L'efficacité énergétique dans un bâtiment.....	40
3.2.	Amélioration de l'efficacité énergétique.....	41
3.3.	Efficacité énergétique passive.....	41
3.4.	Les labels énergétique.....	41
3.4.1.	Réglementation thermique RT 2005 existant.....	42
3.4.2.	Label BBC-effinergie rénovation.....	42
3.4.3.	Le label effinergie +.....	42
3.4.4.	Minergie et passivhaus.....	42
3.4.5.	Le label HQE.....	42
3.5.	Classification des bâtiments efficace énergétiquement.....	43
3.5.1.	Le bâtiment a basse consommation(BBC).....	43
3.5.2.	Le bâtiment passive.....	43
3.5.3.	Le bâtiment à énergie nul.....	44
3.5.4.	Le bâtiment à énergie positive.....	44
3.6.	L'étiquette énergie.....	45
4.	Conclusion.....	46

5.Chapitre IV:Edifices publics et rénovation énergétique(Critiques et solutions)

Partie:A:Analyse des batiment public en Algérie :

1.	Introduction.....	48
2.	Implantation des édifices publics algériens.....	50
3.	Les techniques de construction.....	51
3.1.	Bâtiment en charpente métallique(ossature en acier).....	51
3.2.	Bâtiment en béton armée.....	52
3.2.1.	Béton préfabriqué.....	52
3.2.2.	Béton armée.....	52
3.2.2.1.	Ossature en béton armée poteaux-poutre.....	52
3.2.2.2.	Ossature en béton composé du mur porteur.....	52
4.	Les matériaux de constructions.....	53
4.1.	Le béton	53
4.2.	Le mortier.....	53
4.3.	La brique.....	53
5.	Équipements et installations.....	54
5.1.	Le chauffage.....	54
	Les éléments constitutifs d'un chauffage à eau chaude sanitaire.....	55
5.2.	La climatisation.....	55
5.2.1.	Le type split.....	56
5.2.2.	Le type multi split.....	56
6.	La réglementation thermique dans le bâtiment.....	57
7.	Conclusion.....	59

Partie :B: La rénovation énergétique

1.	Introduction.....	60
2.	Définition de la rénovation énergétique.....	60
3.	Les types de rénovation énergétique.....	61
3.1.	Mineurs.....	61

3.2.	Majeurs.....	61
3.3.	Profondes.....	61
4.	Les enjeux de la rénovation énergétique.....	62
4.1.	Environnementaux.....	62
4.2.	Économiques.....	62
4.3.	Sociaux.....	62
5.	Comment réussir un projet de rénovation énergétiques?.....	62
6.	Étapes et démarches à suivre pour un projet de rénovation énergétiques.....	63
6.1.	Description du projet.....	63
6.2.	Fixation de l'objectif énergétiques.....	63
6.3.	Réduction des besoins de la consommation énergétiques.....	63
6.3.1.	Amélioration de l'enveloppe extérieure.....	63
6.3.1.1.	Maitriser l'ensoleillement.....	63
6.3.1.2.	L'amélioration de la compacité du bâtiment.....	65
6.3.1.3.	L'isolation.....	65
6.3.1.3.1.	Isolation des murs extérieurs.....	65
6.3.1.3.2.	Isolation des murs extérieurs avec un enduit.....	65
6.3.1.3.3.	Isolation par caisson suspendu à l'extérieure des murs.....	67
6.3.1.3.4.	Isolation par l'intérieure.....	67
6.3.1.3.5.	Isolation dans la coulisse.....	67
6.3.1.3.6.	Isolation de la toiture plate.....	68
6.3.1.3.7.	Portes et fenêtres.....	68
6.3.1.4.	Les ponts thermiques.....	68
	C'est quoi un pont thermique.....	68
6.3.1.5.	L'étanchéité a l'air.....	70
6.3.2.	Amélioration des installation techniques.....	71
6.3.2.1.	Amélioration de la ventilation.....	71

6.3.2.2. Amélioration de la climatisation.....	72
Les poutres froides.....	73
Les puits canadiens.....	73
6.3.2.3. Amélioration du chauffage et la production d'eau chaude sanitaire.....	74
6.3.2.4. L'électricité.....	75
7. Étude d'exemples étrangers.....	75
7.1. L'immeuble de Sternveld.....	75
7.1.1. Description du projet.....	75
7.1.2. Description de la rénovation et fixation de l'objectif énergétiques	76
7.1.3. Réduction des besoins énergétiques.....	77
7.1.3.1. Amélioration de l'enveloppe extérieure.....	77
7.1.3.1.1.L'ensoleillement.....	77
7.1.3.1.2.Amélioration de la compacité de l'immeuble.....	78
7.1.3.1.3.l'isolation.....	78
7.1.3.1.3.1.Isolation des murs extérieurs.....	78
7.1.3.1.3.2.Isolation de la toiture.....	78
7.1.3.1.3.3.Isolation au dessous de l'extérieure du premier étage.....	79
7.1.3.1.3.4.Fenêtres.....	79
7.1.3.1.3.5.Réduction des ponts thermique.....	79
7.1.3.1.3.6.Etanchéité a l'air.....	80
7.1.3.2.Amélioration des installations techniques.....	80
7.1.3.2.1.La ventilation	80
7.1.3.2.2.Le chauffage.....	81
7.1.3.2.3.L'eau chaude sanitaire.....	81
7.1.3.2.4.L'électricité.....	82
2. Rénovation du groupe scolaire Claude Monet de Bougival.....	82
2.1. Introduction.....	82
2.2. Résultat de cette rénovation.....	84

8. Conclusion.....	85
--------------------	----

Partie C : Cas d'expérimentation : immeuble de bureau des enseignants

Introduction.....	86
1- Présentation du projet.....	86
1.1- Critère de choix du bâtiment.....	87
1.2- La forme du bâtiment.....	87
1.3- Orientation et ensoleillement.....	87
1.4- L'enveloppe extérieure.....	88
1.4.1 L'isolation.....	89
1.4.2. Perméabilité à l'humidité.....	89
1.4.3. Perméabilité à l'air.....	89
1.4.4. La toiture	89
1.5- Les installations techniques.....	89
1.5.1- Le chauffage.....	90
1.5.2- La climatisation.....	91
1.5.3. L'électricité.....	91
2. Questionnaire sur l'aspect énergétique de l'immeuble de bureaux des enseignants.....	91
3- Fixation de l'objectif énergétique du projet.....	100
4- Réduction des besoins de la consommation énergétique.....	101
4.1- Amélioration de l'enveloppe extérieure.....	101
4.1.1- Maitriser l'ensoleillement.....	101
4.1.2-Amélioration de la compacité du bâtiment.....	101
4.1.3-L'isolation.....	102
4.1.3.1-Isolation des murs extérieurs.....	102
4.1.3.2-Isolation de la toiture plate.....	103
4.1.4-Suppression des ponts thermiques.....	105
4.1.5-Etanchéité à l'air.....	105
4.2- Amélioration des installations techniques.....	106

4.2.1-Amélioration de la ventilation et la climatisation	106
4.2.3-Amélioration du chauffage et la production d'eau chaude sanitaire.....	108
4.2.3. La production Électrique.....	108
5- Conclusion.....	109
6.Conclusion générale.....	110
Annexe	113
Bibliographie.....	124

Liste des figures

Chapitre I : L'architecture et le développement durable

Fig.1 : Représentation schématique du concept de développement durable.....	10
Fig.2 : Les piliers du développement durable.....	11
Fig.3 : Schéma d'une maison bioclimatique.....	16

Chapitre II : Notion sur le confort

Fig.4 : Les paramètres d'échanges thermiques.....	22
Fig.5 : Configuration d'hiver.....	24
Fig.6 : Stratégie du froid.....	26
Fig.7 : Les paramètres du confort visuel.....	28
Fig.8 : Stratégie de l'éclairage naturel.....	28
Fig.9 : stratégie de l'éclairage naturel.....	29

Chapitre III : Énergie et efficacité énergétique

Fig.10 : Organisation des contenus sur le thème de l'énergie.....	33
Fig.11 : Répartition de la consommation finale par type d'énergie.....	36
Fig.12 : Consommation finale par secteur d'Activité en 2005.....	36
Fig.13 : Consommation énergétique finale en Algérie.....	36
Fig.14 : Exemple d'une étiquette énergie.....	45

Chapitre IV : Édifices publics et rénovation énergétique (Critiques et solutions)

Partie A : Analyse des bâtiments publics en Algérie

Fig.15 : Construction en structure métallique.....	51
Fig.16 : Climatiseur plafonnier type Wing de REFAC.....	56
Fig.17 : Combinaison multi split de STIEBEL ELTRON.....	56

Partie B: La rénovation énergétique

Fig.18 : Maitriser l'ensoleillement.....	64
Fig.19 : Exemple de déperdition thermique par rapport à la forme du bâtiment.....	65
Fig.20 : Isolation de mur par l'extérieur support enduit.....	66
Fig.21 : Isolation par caisson suspendu à l'extérieure.....	66

Fig.22 : Exemple d'isolation par l'intérieure.....	67
Fig.23 : Isolation dans la coulisse.....	67
Fig.24 : Visualisation des ponts thermique en rouge sur la thermographie.....	69
Fig.25 : Exemples D'étanchéité À L'aire.....	71
Fig.26 : Schéma D'une Ventilation Double Flux.....	72
Fig.27 : Principe de la climatisation solaire thermique	73
Fig.28 : Schéma D'un Puits Canadien.....	74
Fig.29 : L'immeuble de sterenveld.....	75
Fig.30 : Façade ouest.....	76
Fig.31 : Cloison de doublage structurelle.....	76
Fig.32 : Interruption thermique.....	76
Fig.33 : Pont piéton vers le 1 ^{er} étage.....	77
Fig.34 : Vue depuis un jardin d'hiver.....	77
Fig.35 : Vue des terrasses vitrées.....	77
Fig.36 : Isolation sur façade en béton.....	78
Fig.37 : Toit vert.....	78
Fig.38 : Détail constructif du plancher des appartements.....	80
Fig.39 : Groupe de ventilation.....	80
Fig.40 : Préparation d'eau chaude sanitaire.....	81
Fig.41 : Capteurs solaires.....	81
Fig.42 : Panneaux photovoltaïques	81
Fig.43 : Groupe scolaire Claude Monet.....	83
Fig.44 : Photo sur la rénovation faite.....	84
Fig.45 : Sschéma récapitulatif qui montre les points essentiels à traiter dans un projet de rénovation énergétique	85
<u>Partie C : Cas d'expérimentation : immeuble de bureau des enseignants</u>	
Fig.46 : Immeuble de bureau.....	86
Fig.47 : Plan de masse de l'immeuble de bureaux.....	87

Fig.48 : Les fenêtres de l'immeuble.....	88
Fig.49 : La toiture de l'immeuble.....	89
Fig.10 : La chaudière installée dans l'immeuble.....	90
Fig.21-52 : Le plan de l'immeuble avec la course solaire et les protections solaire...	101
Fig.33 : Isolation des murs extérieure.....	103
Fig.44 : Détail d'un mur isolé par l'extérieur support enduit.....	103
Fig.55 : La toiture de l'immeuble	104
Fig.66 : Coupe sur la toiture végétalisé de type extensive.....	104
Fig.77 : Détail de raccordement mur-toiture.....	105
Fig.88-59 : Joints en mousse pour les portes et fenêtres.....	105
Fig.60 : Pare vapeur entre les fenêtres et les murs.....	105
Fig.61 : Pare-vapeur entre les murs et les planchers.....	106
Fig.62 : Pare-vapeur pour les canalisations d'eau, d'électricité, de gaz.....	106
Fig.63 : Coupe schématique illustrant l'installation d'un puits canadien.....	107
Fig.64 : Schéma de principe d'une chaudière à condensation.....	108
Fig.65 : Système de toit solaire.....	109

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les bâtiments public réalisés les dix dernières années.....	49
Tableau 2 : Épaisseur d'isolant à choisir selon la référence énergétique.....	68
Tableau 3 : Isolation des murs extérieures.....	78
Tableau 4 : Isolation de la toiture	78
Tableau 5 : Isolation au-dessous du premier étage.....	79

Chapitre introductif

1. Introduction et problématique

Le monde actuel a connu une croissance démographique énorme, en revanche les besoins en énergies et en matière première se multiplient de plus en plus. En outre l'activité humaine n'est pas sans conséquences. La situation s'est manifestée et dégradée au cours des cinquante dernières années, réchauffement climatique appauvrissement de la biodiversité surexploitation des ressources naturelles entraînant un épuisement des énergies fossiles, l'eau et le sol, utilisation excessive des produits chimiques ce qui provoque des menaces potentielles sur notre planète .Cependant nous sommes nous jamais interrogés sur les causes de cette situation et leurs responsables ?

En tant que citoyen, nous nous préoccupons de notre environnement, mais, nous oublions que nous sommes les premiers responsables de l'état alarmant de ce dernier, en faisant les bons choix dans nos activités quotidiennes nous pourrions améliorer notre impact sur l'environnement.

Suite à une étude accomplie par le Groupement International d'Expert sur l'évolution du Climat (GIEC), il est frappant que le secteur du bâtiment en particulier a une influence directe sur l'environnement, ce dernier est l'un des grands responsables d'émission de gaz à effet de serre.

Par conséquent, des nouvelles démarches architecturales ont émergés dans le cadre du développement durable afin de préserver les ressources naturelles, tout en adaptant une attitude mesurée envers les énergies.

L'Algérie a connu au bout de ces dernières années une grande multitude de projets à caractère public, d'après l'APRUE (l'agence pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie) la consommation du secteur public est la plus élevée avec un pourcentage qui atteint les 41 %.

Cependant les architectes algériens s'intéressent essentiellement à l'aspect stylistique et esthétique et échouent l'intégration de l'aspect écologique, dont les techniques thermiques et l'économie de l'énergie demeurent des concepts peu utilisés, ce qui implique d'avoir des bâtiments énergivores ,nécessitant une intervention tangible bien réfléchie.

Quels sont les phénomènes qui interagissent dans une rénovation énergétique des bâtiments publics existants, et quelle est la démarche à suivre pour optimiser leur consommation d'énergie ?

2. Hypothèses

Pour répondre à cette problématique nous avançons l'hypothèse suivante :

-A partir :

- D'une connaissance de conception durable ; des phénomènes qui interagissent dans le bâtiment liés au confort.
- De l'amélioration des installations techniques, du perfectionnement de l'enveloppe extérieure du bâtiment.
- D'une analyse et diagnostique de la consommation énergétique d'un édifice public.

Il paraît possible de baisser la facture énergétique des édifices publics en se focalisant sur l'amélioration de l'enveloppe extérieure du bâtiment ainsi que la modification des installations techniques et en faisant appel aux énergies renouvelables et aux techniques passives; du coup, le confort sera amélioré, ce qui implique une rénovation énergétique réussie.

3. Objectif du mémoire

L'objectif essentiel de ce travail est d'évaluer la situation énergétique des édifices publics en Algérie, proposer des solutions adaptées pour une utilisation rationnelle de l'énergie, cela, par l'emploi de systèmes et de techniques passives, tout en prenant en considération le confort des occupants, la préservation des ressources naturelles et la protection de l'environnement.

4. Méthodologie d'approche

Afin de simplifier notre problématique et atteindre l'objectif affecté à ce sujet, nous allons tenter de répondre aux interrogations élémentaires suivantes :

- ✓ Quels est la relation entre l'architecture et le développement durable ?
- ✓ Après la détermination de cette relation, quels sont les types de bâtiment qui participe à l'efficacité énergétique exigée et le confort désiré ?

-Après cela, quelles sont les techniques et les étapes à suivre pour une rénovation énergétique d'un bâtiment énergivore afin de le rendre moins consommateur d'énergie ?

Voici un schéma qui explique d'une manière générale notre perspective de recherche et qui tente de cerner la problématique posée et l'hypothèse proposée :



Schéma explicatif de la méthodologie à suivre durant notre recherche (source : auteurs).

5. Structure de mémoire

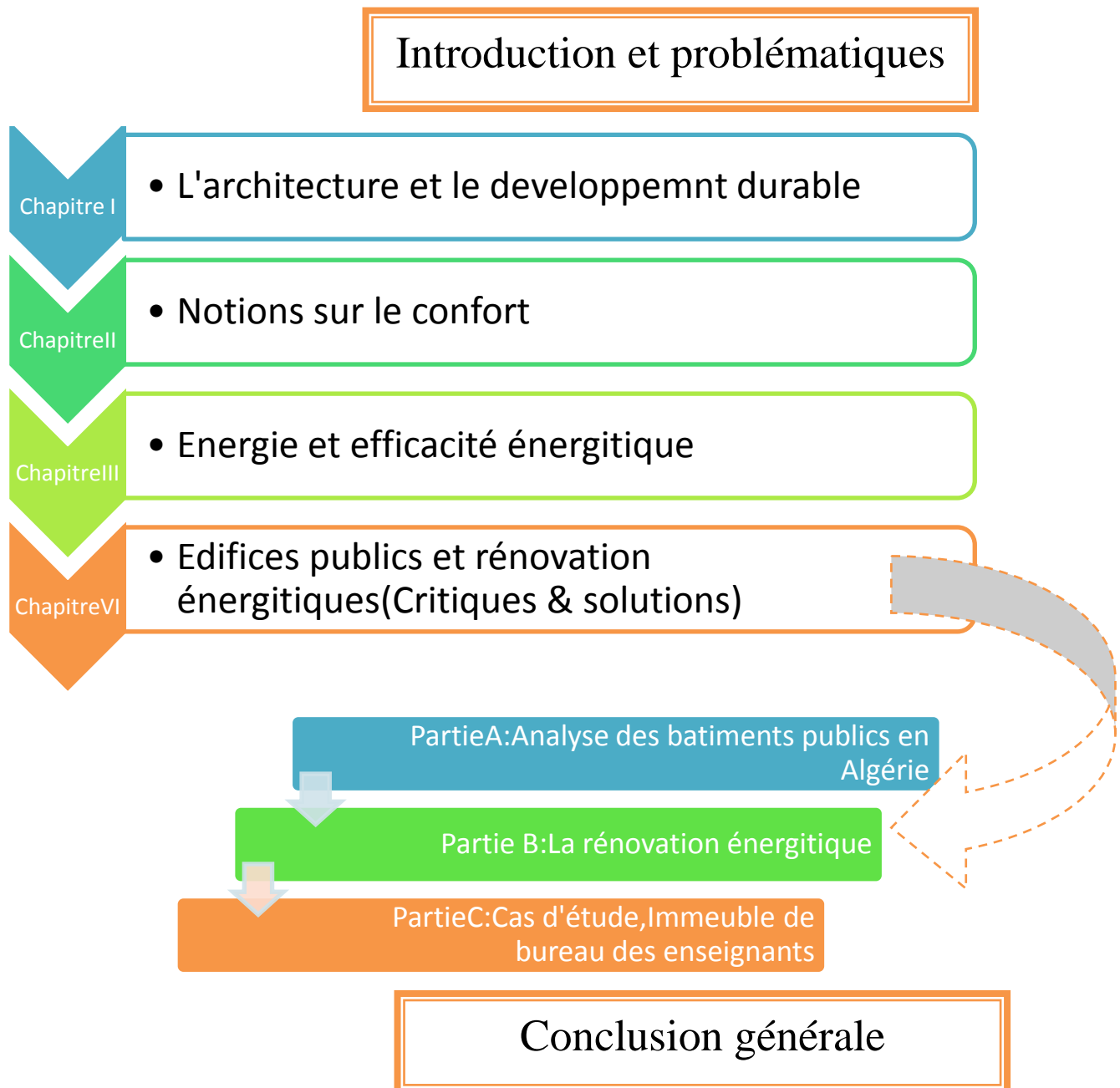


Schéma de la structure du mémoire: (source auteurs).

Chapitre 1 :

L'architecture et le développement durable.

1. Introduction

Ces dernières années, on assiste à une prise de conscience mondiale de l'impact du réchauffement de notre planète ainsi que des effets et des conséquences néfastes à tous les niveaux, humains, social, économique et politique et ceci dans tous les pays du monde.

L'accroissement des populations suivi par le bouleversement des activités dont le corollaire est le développement et la multiplication des villes sans tenir compte de leur impact sur l'écosystème (humaine, animale, végétale) et l'environnement, est l'un des facteurs de ce constat alarmant qui sans réaction de la part de tous concepteurs et planificateurs en urbanisme et en architecture, comme tout citoyen, entraînant des situations dommageables pour le devenir de notre planète et la santé humaine . pour ceci la prise en compte du concept de développement durable s'est de plus en plus accrue et devenu un sujet mondial ainsi qu'une ligne directrice des nouvelles politiques touchant plusieurs domaines tel que l'industrie agroalimentaire et notamment l'architecture.

2. Définitions de développement durable

Le thème du développement durable est aujourd'hui une préoccupation croissante de la société. Il vise à concilier des objectifs de respect de l'environnement, d'efficacité économique et d'équité sociale. D'une manière générale, il suppose la mise en place d'une nouvelle gouvernance impliquant plus de participation, de transparence et de responsabilité.

Il existe mainte de définitions pour le développement durable qui ont surtout mis en évidence la difficulté de satisfaire simultanément et sans dégâts Collatéraux, les besoins légitimes des citoyens, des peuples et des entreprises. ¹

La définition la plus populaire est celle de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement qui a été publié en 1987 «le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs».

Le développement durable est une expression dont la définition la plus explicite demeure notre capacité à satisfaire nos besoins présents sans compromettre ceux des générations

¹ <https://sites.google.com/site/udc24dz/culture-architecture-1/developpement-durable>

futures afin de leur garantir un avenir satisfaisant, ceci à l'échelle mondiale bien évidemment.

Au-delà ce concept prend en compte trois dimensions indissociables, à savoir l'économie, le social et l'environnement.

Sur ces trois dimensions vient se greffer la dimension démocratique ou gouvernance.

Cela signifie que, le développement économique doit être mis au service des besoins humains, pour favoriser la création de richesses pour tous à travers des modes de production et de consommation durables. La dimension suivante vise la satisfaction des besoins humains (logement, soins de santé, éducation, etc.) et l'équité sociale. Elle peut être atteinte en donnant aux plus démunis l'accès aux biens et aux services répondant à leurs besoins mais également en réduisant les inégalités et en luttant contre l'exclusion et la pauvreté. Le troisième point concerne la préservation et la valorisation de l'environnement par la lutte contre les risques environnementaux, tel que la pollution et l'effet de serre, ainsi que l'utilisation raisonnée des ressources naturelles et la maîtrise d'énergie et par la prévention des impacts environnementaux.²

Au-delà le concept de développement durable lie l'environnement et les modes de développement économiques et sociaux dans une dimension temporelle. Le développement durable n'est donc pas un concept figé. Il peut s'analyser comme une recherche permanente d'équilibres et de compromis entre :

- ✓ Les intérêts des générations actuelles et ceux des générations futures, dans un contexte d'équité intergénérationnelle.
- ✓ Les intérêts des pays industrialisés du Nord et des pays en développement du Sud.
- ✓ Les besoins des êtres humains et la préservation des écosystèmes (habitats et espèces).
- ✓ Les intérêts des différents groupes sociaux au sein même des pays.
- ✓ L'urbain et le rural.

² http://www.ville-amboise.fr/c__89_177__Definition.html

3. Evolution du concept à travers le temps

La corrélation entre les activités humaines et l'écosystème n'est pas récente, elle était déjà répondue dans la civilisation grecque et romaine, mais ce n'est que dans la fin de XXe siècle qu'elle a trouvé un début de réponse.

-En 1951 un rapport de raccordement entre l'économie et l'écologie a été publié par l'UECN (union international pour la conservation de la nature)

-En juin 1972 la conférence de Stockholm ou sont adoptés les principaux fondements de développement durable ,incitant l'homme à protéger et à améliorer son environnement et à la préservation des ressources naturelles, pour les générations présentes et futures.

-1980 un rapport de l'union internationale pour la conservation de la nature, utilise pour la première fois le terme « sustainable développement »traduit en français développement durable.

-En 1983 institution d'une commission mondiale sur l'environnement et le développement nommée commission Brundtland , chargée à régler les problèmes liées à la satisfaction des besoins primaires d'une population mondiale en accroissement constant.

-En 1992 le sommet de la terre de rio précise la notion de développement durable, 170 pays adoptent le programme agenda 21 qui listent 2500 recommandations pour mettre en œuvre le développement durable

-1994 : la conférence d'Alborg : première conférence des villes durables (application de l'action 21).

- 1996 conférences d'Istanbul ,application des principes de développement durable dans les établissements humains, habitat, les infrastructures, service de santé .

- 1997 assemblés des nations unis à new York (earth summit review) mise en œuvre de l'action 21 à l'échelle internationale.

-1997 signatures du protocole de Kyoto, par lequel les états promettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

-En 2002 le sommet de Johannesburg organisé par l'ONU intitule rio +10 un bilan alarmant de l'état de la planète (les constatas signés en 1992 à rio n'ont pas été respecté).

-En 2006 le rapport de l'économiste Nicholas Stern, prévient que le monde perdra 20% De son PIB d'ici 2050 si 1% du PIB n'est pas investi chaque année pour la réduction du gaz à effet de serre.³

4. Les enjeux de développement durable

Le développement durable repose sur trois piliers : le développement économique, les aspirations sociales et l'environnement.

Ces trois dimensions sont indissociables. A long terme, il n'y aura pas de développement possible s'il n'est pas économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement tolérable.

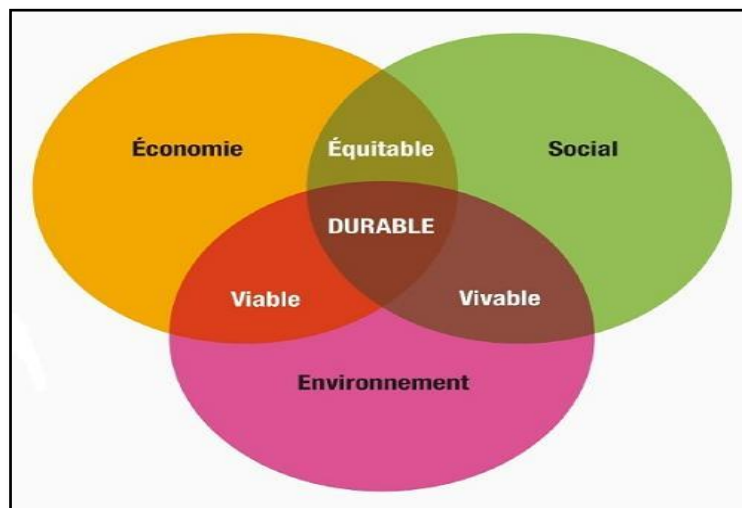


Figure 01 : Représentation schématique du concept de développement durable tel qu'il a été défini par la communauté internationale au Sommet de la Terre, à Rio de Janeiro, en 1992.

- Le pilier économique

L'économie est le pilier qui occupe une place prédominante dans notre société de consommation. Le développement durable implique la modification des modes de production, et de consommation en instruisant des actions pour que la croissance économique ne se fasse pas au détriment de l'environnement et du social.

- Le pilier social

Ou encore le pilier humain. Le développement durable englobe la lutte contre l'exclusion sociale, l'accès généralisé aux biens et aux services, les conditions de travail, l'amélioration de la formation des salariés et leurs diversités, le développement du commerce équitable et local.

³LUCIANA ,Ravnel, , *La ville écologique*, Paris,, éd. AAM, 2009,page26.

- Le pilier environnemental

Il s'agit du pilier le plus connu. Le développement durable est souvent réduit à tort à cette seule dimension environnementale. Il est vrai que dans les pays industrialisés, l'environnement est l'une des principales préoccupations en la matière. Nous consommons trop et nous produisons trop de déchets. Rejetons dorénavant les actes nuisibles à notre planète pour que notre écosystème, la biodiversité, la faune et la flore puissent être préservées.⁴⁵

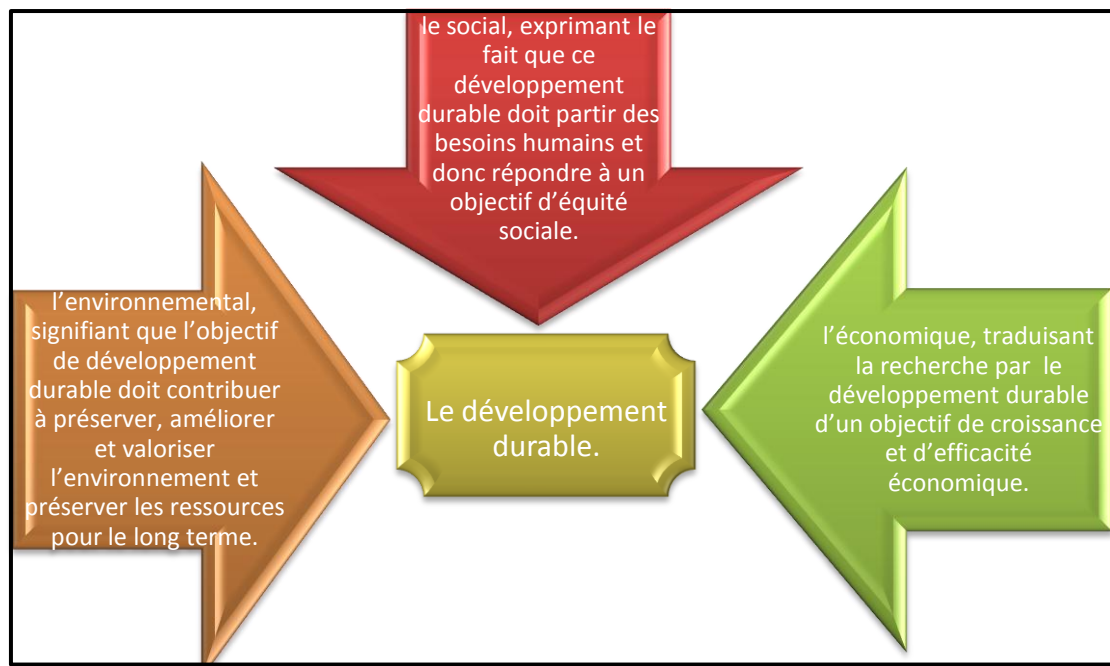


Figure 02 : Les piliers du développement durable. Source : mémoire Habitat écologique à Sétif

Le développement durable cherche à prendre en compte simultanément l'équité sociale, l'efficacité économique et la qualité environnementale et Pour y parvenir, les entreprises, les pouvoirs publics et la société civile devront travailler main dans la main afin de réconcilier trois mondes qui se sont longtemps ignorés. À long terme, il n'y aura pas de développement possible s'il n'est pas économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement tolérable.

⁴JEAN, Hetzel , *Indicateur de développement durable dans la construction* .éd. Afnor editions, 2009.page10.

⁵ BENDADA, Fatima Zohra .Habitat écologique à Sétif. Université Ferhat Abbas Sétif

5. L'interaction entre l'architecture et le développement durable

Le concept de l'architecture durable n'est pas unique, dans le sens où les architectes déploient différentes définitions. Ces derniers ont dépouillé l'histoire de toute signification dans la mesure, où ils ont fait un retour à l'histoire pour comprendre l'évolution de ce concept.

5.1. L'architecture écologique

Si on doit parler de l'histoire de la construction écologique, il faut remonter jusqu'aux millénaires, où les maisons construites par l'homme à cette époque éprouvent la manifestation d'un savoir-faire séculaire. Transmis et amélioré de génération en génération dont la forme et les matériaux tels que l'argile, le bois et la pierre et les techniques de construction, ont été dictés par le microclimat et les avantages offerts par les ressources localement disponibles, qui étaient parfaitement durables.

À cet effet nous pouvons dire que l'architecture écologique est la base de réflexion pour la conception d'architecture durable qui existe de nos jours.⁶

Rappelons que l'architecture écologique est un mode d'architecture durable, dont la construction et le fonctionnement visent à consommer moins d'énergie, par ailleurs permet à la fois de réaliser d'importantes économies, mais aussi de réduire significativement les gaz à effet de serre, par conséquent réduire la pollution de la planète.

La maison écologique est conçue pour éviter toute déperdition thermique et profiter au Maximum des apports thermiques du soleil, sa forme est compacte pour réduire la surface d'échange, et toute protubérance, sa façade est tournée vers le soleil (façade Sud dans l'hémisphère Nord) et ses ouvertures sont majoritairement placées dans cette façade. Des ouvertures moins nombreuses, et plus petites peuvent être pratiquées dans les façades Est et Ouest et la façade Nord n'en a pas ou très peu.⁷

⁶ *Encyclopédie Universalis*, "<https://www.universalis.fr/essai7jours/>". (consulté le 22 novembre 2014).

⁷ <http://www.google.dz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact=8&ved=0CEMQFjAG&url=http%3A%2F%2Ffr.netlog.com%2Ffernestbadertscher%2Fblog%2Fblogid%3D3848477&ei=OVaTVYfhC4OqU82sgDA&usg=AFQjCNGdxBuh8nPyexL1BCZs77PAoBwHdw&bvm=bv.96952980,d.d24>

Donc il n'existe pas un paramètre unique à prendre pour concevoir un habitat écologique mais plutôt une multitude de paramètres :

- L'écologie qui consiste à ne pas nuire l'environnement.
- La vie saine qui consiste à bannir tous les besoins néfastes à la santé de l'habitant.
- Le bio climatisme vise à minimiser des besoins d'énergie dans la production de l'énergie, le chauffage en tirant avantages des ressources naturelles.
- L'économie : les gains réalisés dans la construction écologique entraînant d'importantes économies.

5.2. L'architecture bioclimatique

Le souci de vivre dans la modernité s'est imposé dans notre vie quotidienne, créant une rupture irréversible avec la nature, négliger l'environnement et glorifier la technologie, oublier la simplicité et mépriser la mémoire architecturale collective de l'humanité, sont malheureusement souvent ses lignes de conduite. D'où l'état climatique et la raréfaction des énergies fossiles régénère une prise de conscience collective, menant à revaloriser notre environnement, et à reconsidérer notre manière de juger ce qui est moderne et tous ce qui liés à la technologie.

Le bio climatisme, fait parti des sujets actuels qui a été adapté par nos ancêtres dans un temps passé.

« La conception architecturale bioclimatique s'inscrit dans la problématique contemporaine liée à l'aménagement harmonieux du territoire et à la préservation du milieu naturel. Cette démarche, partie prenante du développement durable, optimise le confort des habitants, réduit les risques pour leur santé et minimise l'impact du bâti sur l'environnement. »⁸

L'architecture bioclimatique ne date pas d'aujourd'hui, nos anciens déjà construisaient en tenant compte des données climatiques, comme le soleil, le vent, et en composant avec la

⁸ BERNARD, Baudouin, *Construire une maison écologique: les atouts du bon sens de l'habitat et des économies d'énergie*, Paris, éd. Ambre, 2008, page 26.

configuration du site de construction. Quelque temps oubliée, cette architecture est redécouverte aujourd'hui et profite des avancées techniques.

La première Réapparition de ce mode de construction a été émergée aux États-Unis, après les crises pétrolières des années 1970. Il s'inspire de l'insertion douce des constructions vernaculaires dans le paysage, de leur adéquation entre fonction et usage, ainsi que de la logique d'utilisation inhérente à chaque matériau.

Il a été repris en France par des « néo-ruraux » qui ont quitté la ville pour s'installer à la campagne, dans des régions plus ou moins désertifiées. Réalisées pour la plupart en auto construction, avec peu de moyens et sans études thermiques, les premières maisons bioclimatiques offrent un confort d'hiver et d'été grâce à une approche pragmatique, inspirée de celle de l'habitat vernaculaire⁹.

La maison bioclimatique est moins consommatrice en énergie, que ce soit pour le chauffage en période froide, le rafraîchissement en période chaude, la ventilation, ou l'éclairage. Chacun appréciera le bénéfice d'une meilleure qualité de vie, d'un habitat plus économe en énergie, respectueux de l'environnement.¹⁰

5.2.1. Les principes de l'architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique repose sur cinq principes :

5.2.1.1. Implantation et orientation

La démarche bioclimatique repose sur l'idée que l'édifice peut, par le choix de son orientation et par sa conception, tirer le maximum d'énergie des éléments naturels, et en particulier du climat et de la topographie locale.

Une maison bioclimatique va chercher à exploiter le rayonnement solaire afin de diminuer autant que possible la nécessité de produire l'énergie nécessaire à un habitat confortable.

5.2.1.2. Formes et volumes

La maison bioclimatique sera de forme simple et compacte. Plus le volume sera éclaté plus la consommation énergétique sera élevée, un volume compact limitera les déperditions et diminuera les besoins énergétiques. Afin d'améliorer le confort thermique,

⁹ *Encyclopédie Universalis*, "<https://www.universalis.fr/essai7jours/>", consultée le 26 novembre 2014.

¹⁰ ARMAND, Dutrex, *Bioclimatisme et performance énergétique des bâtiments*, Paris, éd.

Eyrolles, 2011, page 32.

des matériaux à forte inertie thermique (béton, pierre, terre) seront utilisés emmagasineront la chaleur de jour, et la rediffuseront la nuit ou en période froide.

5.2.1.3. L'isolation

L'isolation thermique est un complément primordial au bon fonctionnement de la maison bioclimatique. Placée à l'intérieur du bâtiment par conséquent la structure (murs et planchers) reste froide. A l'inverse, placée à l'extérieur comme une seconde peau, elle permet de conserver une bonne inertie et supprime les ponts thermiques.

5.2.1.4. Les matériaux

L'utilisation de matériaux Naturels (bois, pierre, terre, chaux,) permet l'autorégulation de l'hygrométrie ambiante.

5.2.1.5. Les ouvertures en façades :

En exposant et ouvrant au maximum la maison au sud par la mise en place de grandes fenêtres ou d'une serre, permettant d'en profiter des apports caloriques du soleil et de la lumière. On peut également utiliser des systèmes opaques composés de verre, doublé d'une paroi lourde de couleur sombre en béton, en pierre ou en terre. Le principe est d'absorber la chaleur du soleil à l'intérieur, par l'intermédiaire d'un mur capteur (mur « trombe») et de la restituer. C'est ce que l'on appelle le solaire passif.¹¹

5.2.2. Objectifs de l'architecture bioclimatique

- La recherche, la conception, la modélisation et la construction en vue de la meilleure adéquation entre le bâtiment, le climat et l'occupant, dans le but d'élaborer et de développer, dans le cadre du développement durable, la théorie de l'architecture climatique et de l'architecture durable.
- Préservation de l'environnement.
- Contrôle de l'ambiance interne par l'organisation adéquate de l'espace.
- Utilisation rationnelle des matériaux.

¹¹ Conseil national de l'Ordre des architectes, *développement durable et architecture responsable*, Edi : CNOA - Dépôt légal : novembre 2007.

- Minimiser le recours à la technique active pour minimiser les coûts et le degré de pollutions
- L'économie de l'énergie.

La recherche du confort de l'occupant. Le bioclimatisme reprend donc un ensemble de recommandations, mais ne formule aucune exigence de performances particulières.

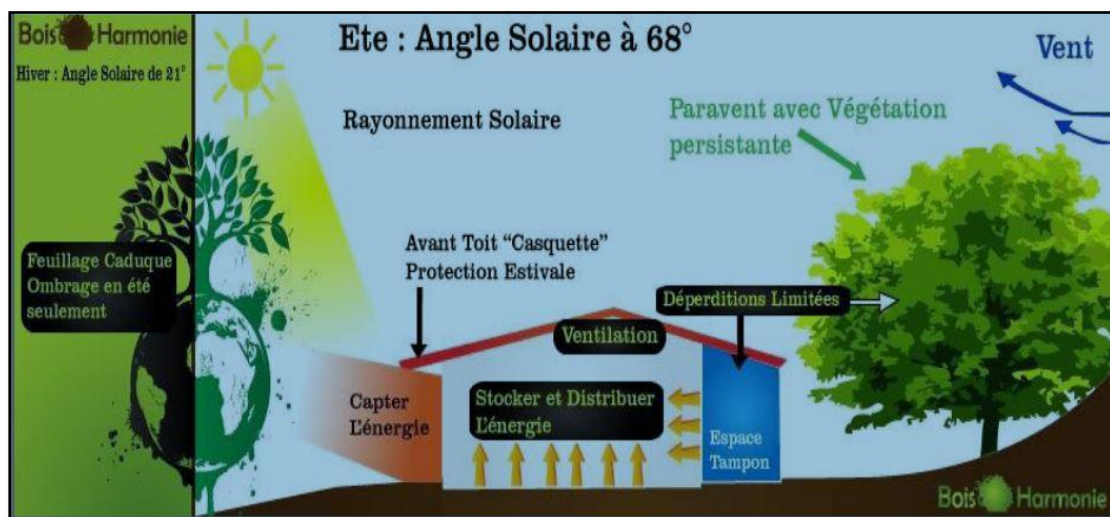


Figure 03 : Schéma d'une maison bioclimatique. Source : <http://boisetharmonie.com/construction/bioclimatique>.

5.3 L'architecture durable

L'architecture durable est à la fois l'interaction des décisions culturelles politiques et éthiques, dans un contexte évolutif de préoccupations diverses et variés, en effet tous les architectes ont un devoir morale et une responsabilité sociale, dans ce contexte avec une conscience politique économique et écologique profonde.

Depuis les années 1970 plusieurs architectes ont manifestés un intérêt pour le développement durable, comme aussi la redécouverte de l'architecture écologique et bioclimatique, qui font parties prenantes du développement durable pour optimiser le confort des occupants, économiser l'énergie en essayant de tirer parti du climat et minimiser le degré de pollution de l'environnement. ¹²

¹² BERNARD, Baudouin, *Construire une maison écologique: les atouts du bon sens de l'habitat et des économies d'énergie*, Paris, éd. Ambre, 2008, page 45.

l'architecture durable une architecture fondée sur trois notions écologie économie société dont ces dernier doivent créer un équilibre entre eux .

Par ailleurs l'architecture durable est mode de construction, vise a la fois de respecter l'environnement, l'écologie tout en apportant un confort aux habitant mais aussi économiser l'énergie.

6. Conclusion

Pour notre vie actuelle et celle de demain le développement durable serait le scénario parfait permet de régler nos problèmes qui envahissent le monde mais d'autre part ce concept reste toujours flou dans son application voir certains pays n'ont pas passé la phase de débat pour concrétiser ce concept.

Ce rêve d'unir tout le monde pour un même objectif, reste assez lointain, à cause des intérêts économiques, stratégiques, scientifiques....

Aujourd'hui la notion de développement durable s'est imposé ,sur l'acte de bâtir dont tas de politique ont été émergé, suscitant sur la nécessité d'adopter cette démarche par les architectes dans leur vie de citoyen ,comme dans leur exercice professionnel. Même si cette formulation galvaudée recouvre encore de multiples interprétations.pour l'architecte, le developpment durable prend appui sur trois piliers enviromental ,social ,et économique à ce titre une architecture qui concilie tout ces aspect sera entierement durable et aura des impacts limités sur l'environnement.

Chapitre 2 :

Notions sur le confort

1. Introduction

Etymologiquement parlant, le terme confort est l'origine du mot anglais "*comfort*" ce qui veut dire bien être et commodité de vie.

*"Au sens large, la notion de confort n'a pas attendue le tique, c'est à dire, l'électronique, pour entrer dans la maison. Le confort de l'antiquité et du moyen âge était celui de l'espace. Le confort de l'ancien régime était celui de l'ornement, aujourd'hui le confort est celui de l'économie des corvées ménagères mais aussi son autonomie et la plénitude de son être."*⁹

On constate donc que le confort tente à améliorer notre bien-être et réduit, au même temps, nos dépenses en énergie.

2. Définition du confort

En effet, le confort est une notion difficile à définir, elle a un caractère subjectif, car elle dépend de la sensation personnelle de chaque individu. La recherche du confort dans le bâtiment a mené à la définition d'une zone de confort dans laquelle l'homme se sent mieux.

*"Le confort est une notion subjective. Une ambiance donnée peut satisfaire un individu et pas un autre. En effet, le confort dépend de nombreux facteurs en dehors de l'ambiance elle-même. Ces facteurs sont : la santé, l'âge, la façon dont on est vêtu. Les habitudes, l'état psychologique du moment, etc. Il est donc presque utopique d'espérer satisfaire la totalité des individus se trouvant dans une même enceinte climatisée."*¹⁰

Nous définissons le confort dans une conception architectural comme étant, un rassemblement d'éléments nécessaires pour l'amélioration de bien-être de l'occupant, en considérant l'aspect géographique de la société ainsi que le volet environnemental.

⁹ Domotique et confort un état des lieux, mémoire de 3ème cycle, Jean & FOURASTIER, Françoise, 1962.

¹⁰ JEAN, Desmons, *Aide-mémoire génie climatique*, Paris, éd. Dunod, 2009, page 39.

3. Les types de confort

Les types de confort les plus conjugués en architecture sont : Le confort thermique, le confort acoustique, le confort olfactif, Le confort visuelle. Dans notre thème de recherche nous nous intéresserons plus au confort thermique et visuel.

Dans ce qui suit on donnera une brève explication de ces différents types en détaillant le confort thermique et le confort visuel.

3.1. Le confort acoustique

Le confort acoustique, il porte notamment sur le confort des usagers auprès des bruits générés à l'intérieur du bâtiment (robinet qui fuit, paroles, déplacements, activités, équipements....) Le confort des utilisateurs donc est lié au rapport d'émission de bruit ainsi que son intensité.

3.2. le confort olfactif

Le confort olfactif consiste à l'absence d'odeurs dans notre espace de vie, ces odeurs, provoquées par les différents composants chimiques qui sont présents dans l'air, qui parviennent de l'humidité, des moisissures, cuisine, métabolisme... Pour mener un confort olfactif dans un bâtiment des mesures liées à la ventilation sont recommandées.

3.3. Le confort thermique

3.3.1. Définitions

"Le confort thermique est défini comme un état de satisfaction vis à vis de l'environnement thermique. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établie par échange thermique entre le Corp. et son environnement" ¹¹

"Le confort thermique a été défini comme étant la condition dans laquelle aucune contrainte significative n'est imposée aux mécanismes thermorégulateurs du corps humain. Le confort thermique permet l'obtention de conditions optimales pour tous les systèmes fonctionnels de l'organisme ainsi qu'un haut niveau de capacité de travail. C'est ainsi la création d'une ambiance qui évite au corps de réagir aux conditions extérieures et

¹¹ ALAIN, Liebard, & ANDRE, de herde, *Architecture et urbanisme bioclimatique*, Paris, éd. Le moniteur, 1996 et 2004, page 27.

d'économiser de l'énergie de son métabolisme, le confort thermique est le bilan équilibré entre les échanges thermiques du corps humain et de l'ambiance environnante"¹².

Nous définissons donc le confort thermique comme une situation d'équilibre entre l'ensemble des mécanismes thermorégulateurs du Corps humain par rapport à son environnement climatique.

3.3.2. Les paramètres du confort thermique

"La première des exigences pour qu'une ambiance thermique soit acceptable est le fait qu'une personne se sente thermiquement neutre dans l'ensemble de son Corp. (c'est à dire qu'elle ne sache pas s'il est préférable que la température environnante soit plus élevée ou plus basse).La sensation de chaleur est influencée par le type d'activité, la résistance thermique des vêtements, la température de l'aire, la température moyenne de rayonnements ,la vitesse de l'air et l'humidité (La pression partielle de vapeur d'eau.)"¹³.

Il dépend de six paramètres :

1. Le métabolisme : ensemble de réactions biochimiques qui produisent au sein du Corp. humain ,et qui permettent de maintenir ce dernier autour de 36.7°C, le métabolisme de base correspond à la quantité de chaleur produite par le Corp. à jeun et au repos, par heure et par mètre carré de la surface du Corp.
2. l'habillement : il désigne la résistance thermique de la surface de la peau a l'ensemble des échanges de chaleur externe.
3. La température de l'air Ta.
4. La température des parois TP.
5. L'humidité relative de l'air HR : rapport exprimé en pourcentage entre la masse d'eau contenue dans l'air et celle que contiendrait le même volume s'il était saturé.
6. La vitesse de l'air provoque les échanges de chaleur par convection.

La figure suivante représente les échanges thermiques entre le corps humain et son environnement et les six paramètres physiques.

¹²"http://www.echr.coe.int/Documents/Anni_Book_appendix_FRA.pdf"GIOVANNI 1978, Evans 1980consulté le 27 novembre 2014.

¹³SPANCE, Reznagel,, *Shramek Genie climatique*, Paris,éd. Dunod, 2007, page45.

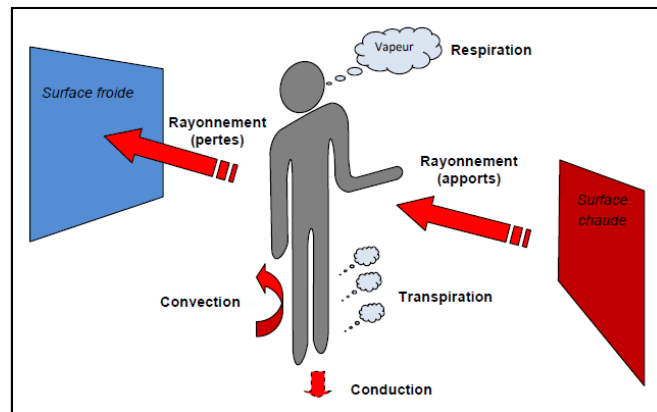


Figure 04 : Les paramètres d'échanges thermiques. Source : Confort thermique dans les lieux de vie (Michel le Guy).

3.3.3. Le confort d'hiver et d'été

Selon M. **Milon**, Le confort thermique peut être aussi défini de la façon suivante : *"on est en état de confort thermique lorsque l'on ne perçoit ni sensation de froid ni sensation de chaud"*.

3.3.3.1. Le confort thermique d'hiver

3.3.3.1.1. La stratégie du chaud

La stratégie du chaud consiste en premier à capter les apports solaires qui constituent une source d'énergie inépuisable à travers l'enveloppe extérieure du bâtiment, il dépend essentiellement de l'orientation, la couleur des surfaces exposées au soleil, de type de matériaux et leurs propriétés.

En Deuxième lieu stocker la chaleur (l'inertie thermique) pour profiter mieux de l'énergie solaire passive. En dernier la distribution de chaleur, au moment où la chaleur sera accumulée, il faut donc la répartir dans le bâtiment, naturellement par le phénomène de la convection et de rayonnement ou encore par le mouvement d'air léger (air chaud) vers le haut.

La régularisation de la chaleur est garantie par l'inertie des matériaux et par la ventilation.

"Au confort d'hiver répond la stratégie du chaud : Capter la chaleur du rayonnement solaire, la stocker dans la masse, la conserver par l'isolation et la distribuer dans le bâtiment tout en la régulant".¹⁴

¹⁴ALAIN, Liebard, & ANDRE, de herde, *Architecture et urbanisme bioclimatique*, Paris, Le moniteur, 1996 et 2004, p 31.

"Capter : Capter la chaleur consiste à recueillir l'énergie solaire et la transformer en chaleur .Le rayonnement solaire reçu par un bâtiment dépend du climat et ses variations journalières et saisonnières, mais aussi de l'orientation du bâtiment, de la nature de ses surfaces et ses matériaux, de la topographie du lieu, de l'ombrage, et. Le rayonnement solaire n'est pratiquement utilisable qu'au droit des surfaces vitrées, ou il est partiellement transmis à l'ambiance intérieure et formant un gain direct de chaleur.

Stocker : Le rayonnement solaire produit souvent de chaleur au moment où elle n'est pas nécessaire .Il est alors intéressant de pouvoir stocker cette énergie jusqu'au moment où ce besoin fait sentir .Ce stockage a lieu au sein de chaque matériaux suivant sa capacité d'accumulation et permet ainsi d'absorber la chaleur et atténuer les fluctuations de température dans le bâtiment en tirant partie de son inertie .

Conserver : En climat froid ou s'efforcer de conserver toute chaleur qu'elle découle de l'ensoleillement d'apports internes de chauffage, C'est essentiellement la forme et l'étanchéité de l'enveloppe ainsi que les vertus isolants de ces parois qui limiteront les déperditions thermiques du bâtiment. Choisissez les espaces en différentes zones permettant de créer des ambiances thermiques différenciées (températures de consignes différentes au zones tampons) Orientées suivant leur utilisation, permet aussi de répartir au mieux la charge de chauffage.

Distribuer : Distribue la chaleur dans le bâtiment tout en régulant consiste à la conduire dans les différents lieux de vie, ou elle est souhaitable. Cette distribution peut s'effectuer naturellement lorsque la chaleur accumulée dans un matériau durant la période d'ensoleillement, est restituée à l'air ambiant par rayonnement et convection .Un autre mode de distribution de la chaleur est celui de thermo circulation de l'aire (migration naturelle des masses d'air chaud vers le haut)

Enfin, cette distribution peut être assuré par un circuit de ventilation forcé, la chaleur doit également être régulée en fonction des différentes pièces de l'habitation et de leurs utilisation".¹⁵

¹⁵. ALAIN, Liebard, & ANDRE, de herde, *Architecture et urbanisme bioclimatique*, Paris, Le moniteur, 1996 et 2004, p 30a.

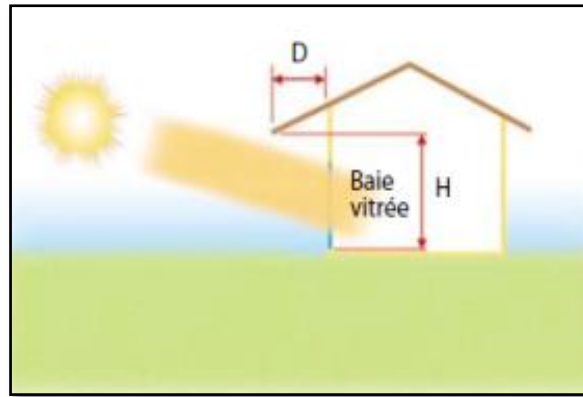


Figure 05 : Configuration d'hiver. Source : www.idees.maison.com (13/08/2014 à 15 :31).

3.3.3.1.2.Exigence d'hiver

En période d'hiver (période de chauffe), les deux éléments importants par rapport aux exigences sont la température de l'air intérieure et la température radiante de la pièce.

- 1-Température intérieure : elle est fixée au centre de la pièce à 1.25m de hauteur à 19°C.
- 2- Température moyenne de radiation : Cette température ne doit pas dépasser 4°C. Par rapport à 1m de la paroi froide (L'homme en voisinage stable de ces parois).
- 3-Humidité relative : Elle doit être entre 30% et 70%.
- 4-Vitesse de circulation de l'air : à 20°C elle ne doit pas dépasser 0.25m/s.

3.3.3.2.Le confort thermique d'été

La plus part considèrent que le seul moyen d'avoir un bâtiment frais en été est d'installer un système de climatisation .Mais cela provoque une augmentation dans la consommation énergétique ainsi que les fluides frigorigènes utilisés dans ces installations sont nuisibles à l'environnement. Des solutions architecturales et techniques sont adaptées, afin de résorber les couts énergétiques et de protéger l'environnement.

3.3.3.2.1.Stratégie du froid

*"Au confort d'été répond la stratégie du froid se protéger du rayonnement solaire et ses apports de chaleur, minimiser les apports internes, dissiper la chaleur excès de refroidir naturellement."*¹⁶

¹⁶ ALAIN, Liebard, & ANDRE, de herde, *Architecture et urbanisme bioclimatique*, Paris, Le moniteur, 1996 et 2004, p32b.

"Protéger le bâtiment, et particulièrement ses ouvertures de l'ensoleillement direct afin de limiter les gains directs revient à ériger des écrans extérieur si possible, qui le mette à l'ombre. Ces écrans peuvent être permanents, amovible ou saisonniers (végétation).

Par ailleurs, afin d'éviter l'échauffement du bâtiment au droit des parois opaques, un niveau d'isolation suffisant doit empêcher la chaleur de s'accumuler dans la masse. En climat chaud, il faut particulièrement veiller à éviter les apports de chaleur provenant des parois et des toitures échauffées par le soleil. On y parvient en accroissant leur isolation ou leur inertie, en offrant des surfaces réfléchissantes au soleil ou encore en limitant les infiltration d'air chaud dans le bâtiment."

Minimiser les apports internes :

Minimiser les apports internes vise à éviter une surchauffe des locaux due aux occupants et aux équipements : l'éclairage artificiel, l'équipement électrique, la densité d'occupations locales, etc., Certains apports peuvent être facilement minimisés en favorisant par exemple, l'éclairage.

Dissiper les surchauffes :

La dissipation des surchauffes peut être réalisée grâce à la ventilation naturelle, en exploitant les gradients de températures par le biais d'extérieures produisant 'un effet de cheminée' la pression du vent et la canalisation des flux d'aire peuvent également être mises à profit pour évacuer l'aire surchauffer du bâtiment.

Refroidir les locaux :

Le refroidissement des locaux peut être facilement être assuré par des moyens naturels. Une première solution consiste à favoriser la ventilation (surtout nocturne, afin de déstocker la chaleur emmagasiner la journée) ou à augmenter la vitesse de l'aire (effet Venturi) Tour à vent, etc.) Un autre moyen consiste à refroidir l'air par des dispositifs naturels, tel que des plans d'eau, ou des fontaines, de la végétation, des conduites enterrées etc."¹⁷

¹⁷ ALAIN, Liebard, & ANDRE, de herde, *Architecture te urbanisme bioclimatique*, Paris, Le moniteur, 1996 et 2004, p32a.

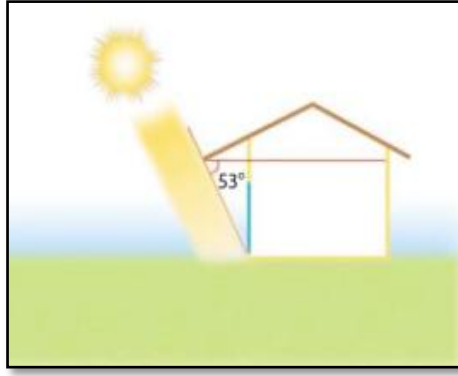


Figure 06 : stratégie du froid. Source : www.idees.maison.com (13/08/2014,15 :31).

On constate donc que la stratégie du froid se porte sur la protection contre les apports solaires et pour cela il faut utiliser des dispositifs tel que les stores, des brises solaire, les auvents les vérandas ou encore des moyens naturels ; la végétation pour améliorer l'ombrage et l'isolation du bâtiment. Ensuite la diminution des apports internes provoqués par les équipements intérieurs notamment l'éclairage artificiel, l'électroménager. Par le biais d'utilisation d'appareil économe et la favorisation de l'éclairage naturel. Puis on s'amène à dissiper les surchauffe en utilisant les moyens de ventilations naturels en facilitant la circulation de l'air frais dans les locaux notamment la hiérarchisation d'ouvertures. En fin le refroidissement des locaux par des moyens naturels tel que la végétation et l'utilisation des plans d'eau (fontaines, piscines...).

3.3.2.2.Exigences d'été

1. la température d'ambiance moyenne :
 - Climats tempérés : 25° à 27°C.
 - Climats chauds et secs : 28° à 30°C.
2. Courants d'air : La vitesse de l'air et limiter de 0.30 à 0.40 m/s.
3. Température effective : elle est d'ordre de 26°C.

3.4. Le confort visuel

3.4.1. Définition

*"Le confort visuel est une impression subjective liée à la quantité, à la qualité de la lumière."*¹⁸

*"L'environnement visuel doit permettre de voir des objets nettement et sans fatigue dans une ambiance colorée agréable."*¹⁹

Nous définissons, ainsi le confort visuel comme étant un état de perception et sensation visuel qui nous permet de voir les objets nettement et sans fatigue ,et cela sans avoir d'éblouissement et reflets gênant qui procurent des troubles dans le champ de la vision .

3.4.2. Les paramètres du confort visuel

Il dépend de plusieurs paramètres :

- Le niveau d'éclairement de la tâche visuelle
- Une répartition harmonieuse de la lumière dans l'espace.
- Les rapports de luminance présents dans le local.
- l'absence d'ombres gênante.
- La mise en valeur du relief et du modelé des objets.
- Une vue vers l'extérieure.
- Un rendu des couleurs correct
- Une teinte de lumière agréable.
- L'absence d'éblouissement.

¹⁸ALAIN, Liebard, & ANDRE, de herde, André. *Architecture te urbanisme bioclimatique*, Paris, Le moniteur, 1996 et 2004, p129b.

¹⁹ ALAIN, Liebard, & ANDRE, de herde, André. *Architecture te urbanisme bioclimatique*, Paris, Le moniteur, 1996 et 2004, p43b.

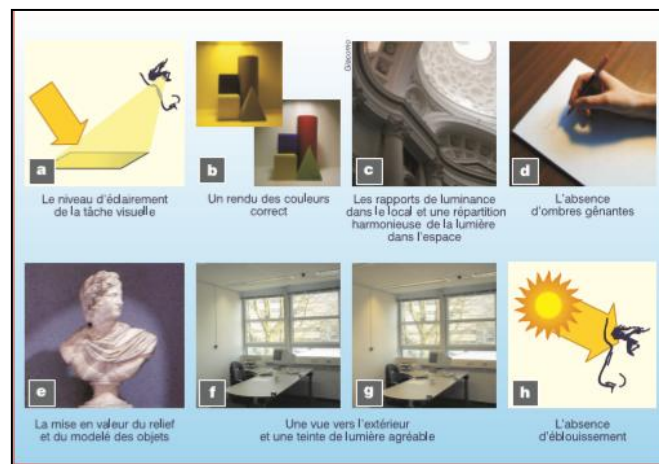


Figure 07 : Les paramètres du confort visuel. Source : LIEBARD, Alain & DE HERDE, André 1996.

3.4.3.Stratégie de l'éclairage naturel

"Stratégie de l'éclairage naturel : la stratégie de l'éclairage naturel vise à mieux capter et faire pénétrer la lumière pour éviter l'inconfort visuel".²⁰

L'éclairage naturel participe d'une manière remarquable à diminuer la consommation de l'énergie électrique dans un bâtiment et pour cela on doit suivre les étapes suivantes :

-Capter la lumière du jour : il dépend essentiellement de type de vitrage, de relief du terrain, le coefficient de réflexion du sol...

-Pénétrer : la pénétration de la lumière naturelle ; ce phénomène est lié aux conditions de l'environnement extérieure tel que l'heure, le type de ciel, l'orientation, la saison...

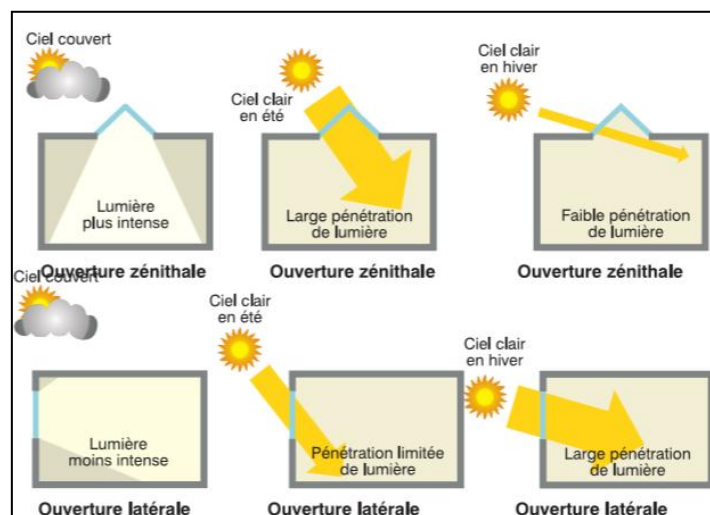


Figure 08 : Stratégie de l'éclairage naturel. Source : Magali Bidart, Présentation du guide de l'éclairage naturel.

²⁰ALAIN, Liebard, & ANDRE, de herde, *Architecture et urbanisme bioclimatique*, Paris, Le moniteur, 1996 et 2004, p49b.

-Répartir : il consiste la lumière réfléchit, sur l'environnement intérieure du bâtiment sans que le rayonnement solaire rencontre des obstacles liés à la forme de l'espace, la couleur des parois, l'orientation, la taille des vitrages...

-Protéger est contrôler la lumière réfléchit par des éléments architecturaux tel que : les auvents, les débords de toitures...

-Focaliser l'apport de la lumière naturelle notamment l'utilisation d'atrium permettant la pénétration de la lumière au cœur du bâtiment.

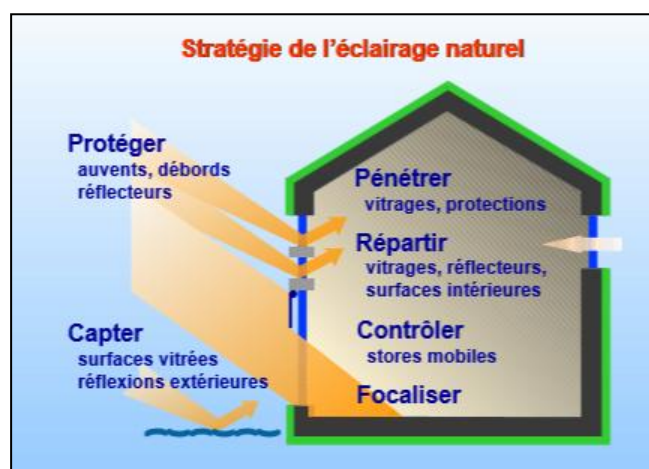


Figure 09 : stratégie de l'éclairage naturel. Source : LIEBARD, Alain & DE HERDE, André 1996.

4.conclusion

Durant ce chapitre on a esquisé la notion du confort en se focalisant sur le confort thermique et visuel.

Le confort est un élément important en architecture contemporaine, il procure une qualité pour les ambiances intérieures, il répond aux exigences des occupants et participe notamment à la réduction des dépenses énergétiques ; chauffage, climatisation, éclairage et cela par la prise en compte des différentes stratégies de l'architecture bioclimatique.

Chapitre 3 :

**Energie et efficacité énergétique
dans le bâtiment.**

1. Introduction

Le bâtiment consomme une partie importante de l'énergie, cette dernière est l'objet de différents usages notamment : le chauffage, la climatisation, l'éclairage...et pour cela une gestion efficace des ressources d'énergie est recommandée.

2. L'énergie

2.1.Définition de l'énergie

Selon le dictionnaire Larousse l'énergie se définit comme étant une : "Grandeur caractérisant un système physique, gardant la même valeur au cours de toutes les transformations internes du système (loi de conservation) et exprimant sa capacité à modifier l'état d'autres systèmes avec lesquels il entre en interaction. (Unité SI le joule.)"

En physique elle désigne la capacité à réaliser un travail. Il existe en plus d'autres définitions ou concepts d'énergie, cela selon la branche d'étude (*Physique Classique*, de la *Physique Relativiste* ou *Mécanique Quantique...etc.*).

L'énergie est une notion abstraite. Elle représente la différence d'état dans la transformation physique d'un corps (par exemple l'eau chaude qui gagne en énergie par rapport à l'eau froide). Elle permet d'évaluer cette transformation et de comparer les transformations entre elles. L'énergie peut aussi se transmettre d'un corps à l'autre (un choc par exemple). Elle se présente sous plusieurs formes et peut être produite par différentes sources primaires.²²

L'énergie est définie comme étant la capacité d'un système à produire un travail, elle s'agit d'un produit vital, elle est utilisée dans notre vie quotidienne sous différentes formes notamment mécanique, thermique, chimique, électrique. Considérée aussi, comme un bien social, l'énergie nous fait vivre et contribue à notre bien-être. Le bâtiment avec ses différents secteurs utilise cette énergie pour répondre à leurs multiples besoins et confort (éclairage, chauffage, climatisation...).²³

²²*l'énergie c'est quoi?*, http://www.fmv.ch/fr/cahiers_electricite/quoi_energie.htm. (consulté le 22 décembre 2014).

²³*Impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment*, Mémoire de magistère Melle MEDJELEKH DALEL, 2006.

Selon **P. DEPECKER**, le concept d'énergie peut s'introduire en architecture en deux visions :

- Le cout énergétique primaire (initial) du bâtiment est produit à partir du cout des matériaux utilisés.
- Le cout énergétique vécu dépend de la consommation énergétique de l'électricité et du gaz (climatisation-chauffage-éclairage).²⁴

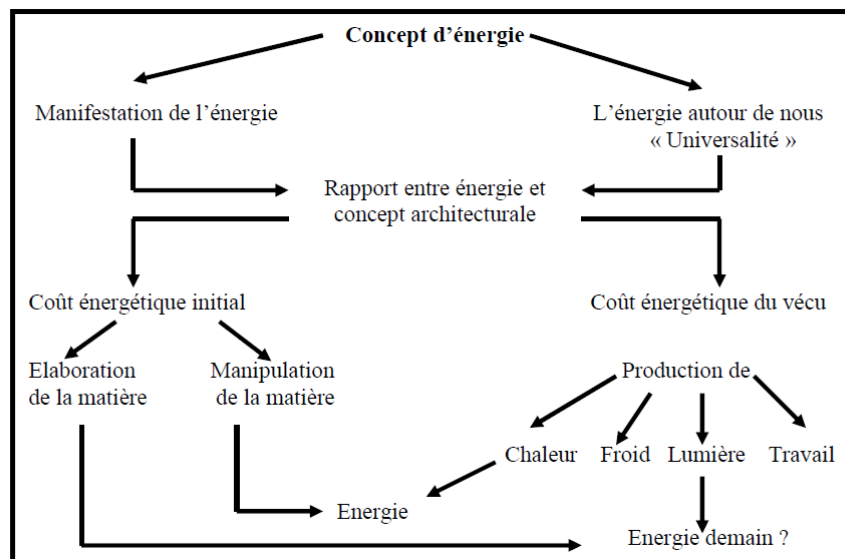


Figure 10 : Organisation des contenus sur le thème de l'énergie. Source : P.Depecker, 1985.

2.2.L'énergie et le développement durable

Le développement durable est un processus de développement qui concilie à la fois l'écologie, l'économie et le social et vise à satisfaire nos besoins fondamentaux (l'énergie, le transport, nourriture...etc.), et suscite à une gestion équitable des ressources naturelles tout en préservant l'environnement et en réduisant la consommation d'énergie. Ce concept

²⁴ *Impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment*, Mémoire de magistère Melle MEDJELEKH DALEL, 2006.

touche le secteur du bâtiment prenant en compte le bien être des occupants d'une part et l'efficacité de l'aspect énergétique d'une autre part.

Vivre dans un environnement dégradé où les ressources naturelles sont épuisées, ceci menace notre développement. En effet, favoriser le développement durable est une nécessité afin de garantir un développement durable énergétique qui s'appuie sur deux exigences :

- -Repandre aux besoins énergétiques pour les générations actuelles.
- -La protection de l'environnement et sans négliger les besoins énergétiques des générations futures.

Ce développement préconise trois priorités :

- -Une efficacité énergétique.
- -Encourager l'utilisation des énergies renouvelables.
- -Rechercher de nouvelles sources d'énergies permettant une efficacité.

2.3.La consommation mondiale de l'énergie

La consommation énergétique occupe tous les débats économiques et politiques dans le monde. Dont la consommation n'est pas répartie d'une manière équitable entre les pays du nord et du sud, en effet la consommation énergétique dans les pays du nord se focalise sur les énergies fossiles (le pétrole et le gaz), tandis que les pays du sud consomme beaucoup plus des énergies renouvelables. Mais face à l'évolution actuelle, la demande de l'énergie se multiplie dans le monde entier.

Selon **US département of energy** la consommation mondiale de l'énergie est passée de 4,7 Mds de tonne en 1973 à 7,9 Mds de tonne en 2005. Cette croissance, qui touche tous les secteurs, reflète un besoin accru de performance, de puissance et de confort dans les différents usages de l'énergie. L'augmentation des prix de l'énergie, la croissance des besoins ainsi que les normes et la législation sur les questions énergétiques se traduisent par une flambée du prix du pétrole et du gaz et un renchérissement du prix de l'électricité.²⁵

²⁵ "Mener à bien un projet d'efficacité énergétique Bâtiments et collectivités" "www.ademe.fr"éd. Gimélec,2014.consulté le 12 décembre2014.

2.4.La consommation nationale de l'énergie

L'énergie est devenue en moins d'un siècle un enjeu économique et stratégique majeur mesure du succès de développement aussi bien dans les pays à économie capitaliste que dans les pays à économie planifiée, en effet le développement d'un pays se mesure par l'augmentation régulière et illimitée de la production et de la consommation de l'énergie.

L'Algérie pays africain et méditerranéen s'étale sur une superficie de 2381741 km², de côtes et de frontière, elle se caractérise par des richesses naturelles et diversifiées. Signalant que les réserves de gaz de l'Algérie sont parmi les premiers au monde alors que son sol abrite d'immenses gisements de pétrole et d'importantes ressources (zinc, uranium, fer et l'or).²⁶

La consommation de l'énergie en Algérie a enregistré une élévation remarquable depuis les années 80, et a atteint 17 million de tep en 2005 rappelons que le secteur tertiaire tend parmi les secteurs les plus consommateurs d'énergie, dont l'électricité est le produit prédominant ceci est dû à l'introduction massive des équipements de chauffage ,et de climatisation et la généralisation de l'utilisation des matériels bureautiques et informatiques.

Afin de préserver et gérer de manière Rationnelle ces ressources, le gouvernement algérien a adopté une loi sur la maîtrise de l'énergie ; loi n° 99-09 du 15 Rabieb Ethani 1420 correspondant au 28 Juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie P.3 (N°JORA : 051 du 02-08-1999). L'objectif visé par cette loi est de rationaliser l'usage de l'énergie à la production, à la transformation et à la consommation finale. L'amélioration du cadre de vie par l'introduction des normes d'efficacité énergétique.

Notant que La consommation nationale d'énergie est passée de 50,6 Mtep en 2012 à 53,3 Mtep en 2013, reflétant une hausse de 5,4% avec une prépondérance des deux secteurs d'agriculture et du tertiaire dont la part est passée de 41% à 43% en 2013.

Les études montrent qu'à l'horizon 2020 la production d'énergie primaire en Algérie suffirait à peine à couvrir les besoins du marché national .Il est donc impératif que l'Algérie développe plus des concepts d'alimentation en énergie adaptés à ses besoins

²⁶ Consommation énergétique finale en Algérie-chiffres clés année 2007-APRUE-Edition 2007.

sans porter préjudice à l'environnement, ni à ses ressources, tout en adaptant une gestion rationnelle de l'énergie offre une possibilité pour développer ses capacités en matière de planification et d'orientation des programmes d'énergie à long terme.²⁷

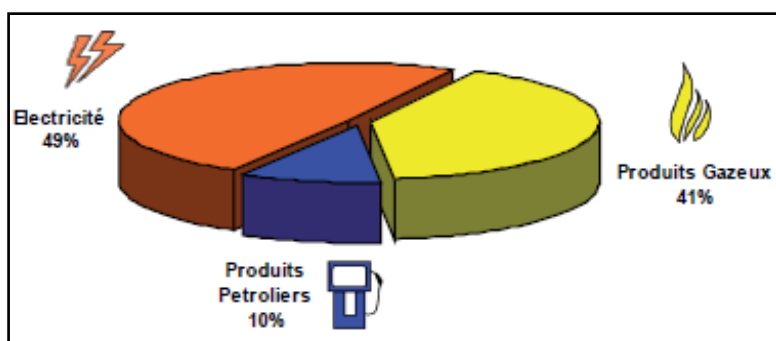


Figure 11 : Répartition de la consommation finale par type d'énergie Source : APRUE 2005.

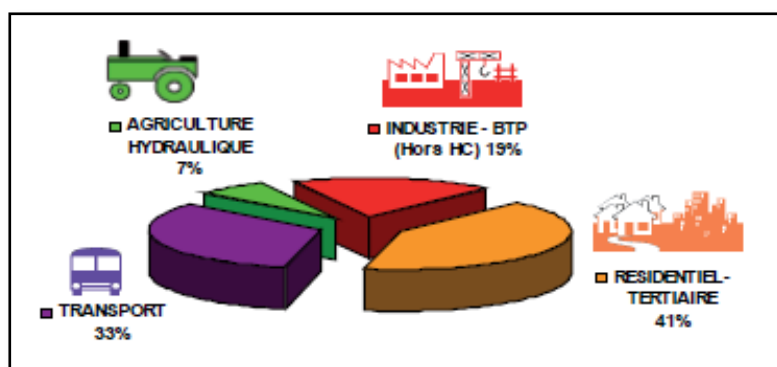


Figure 12 : Consommation finale par secteur d'Activité en 2005. Source : APRUE.

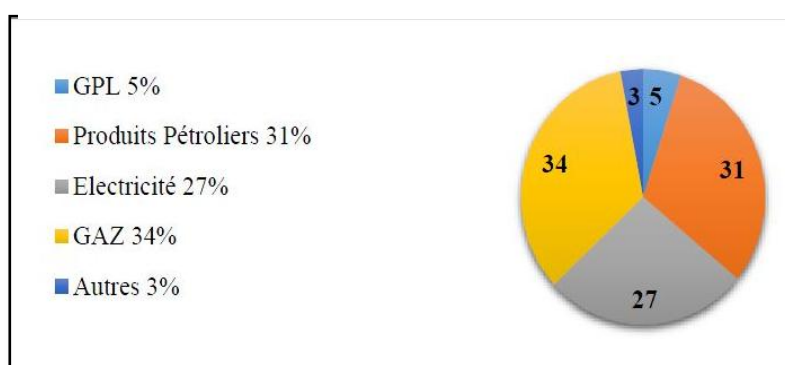


Figure 13 : Consommation énergétique finale en Algérie

Source : (APRUE 2010).

²⁷Dr. MEBTOUL, Abderrahmane. *La production d'énergie primaire reste dominée par le gaz*, Algérie-Bilan énergétique 2013.

2.5.Les sources d'énergie renouvelable

2.5.1.L'énergie solaire

C'est l'énergie produite par les rayons du soleil, il existe deux types de technologie passive et active :

La technologie active converti l'énergie lumineuse en énergie électrique, tel que les cellules photovoltaïques, les collecteurs solaires pour chauffer l'eau des maisons, des concentrateurs solaires à l'aide de miroir pour transformer de l'eau de vapeur, afin de produire de l'électricité, d'autre part on a les technologies passive qui consiste à trouver des solutions architecturaux liées à l'orientation et aux matériaux utilisés pour l'usage de l'énergie solaire.

2.5.2L'énergie éolienne

Le vent est exploité à l'aide d'hélice spéciale qui stock le vent ,en suite il sera transformer en énergie électrique .On distingue deux paramètres qui définissent le vent : sa vitesse et sa direction ,deux problèmes sont posés, le premier consiste au ressources aléatoires du vent, le second concerne la topographie du terrain qui modifie le régime local des vents.

2.5.3.La biomasse

C'est l'énergie emmagasinée dans les plantes et les matières organiques. On la trouve par exemple dans le bois, les résidus agricoles et forestiers. Il existe des machines spécialisées pour la conversion de cette énergie en électricité ou chaleur, ou aussi en biocarburant ou en biogaz (méthane obtenue par la fermentation des déchets ou des boues de stations d'épurations).

2.5.4.L'énergie hydraulique

L'eau se renouvèle déjà dans la nature par le phénomène de cycle de l'évaporation. L'eau fait enrouler une turbine qui entraîne un générateur électrique, sa force est exploitée à travers les barrages, les chutes d'eau...etc.

2.5.5.L'énergie géothermique

C'est l'énergie stockée dans la terre, la géothermique sert à produire de l'électricité, à chauffer ou à refroidir. Par exemple l'énergie des mers: c'est l'énergie thermique de l'océan chauffée par les rayons du soleil.

La diminution de la consommation énergétique dans les bâtiments publics est une nouvelle expérience qui favorise l'utilisation d'énergies inépuisables.

2.6.Les systèmes énergétiques

2.6.1.Systèmes solaires thermiques

C'est une installation qui favorise l'économie d'énergie par rapport à une installation traditionnelle thermique pour la production d'eau chaude sanitaire .Son principe consiste à absorber le rayonnement solaire et le transformer en chaleur, Celle-ci est transférée à un fluide caloporteur (eau glycolée) pour être renvoyer vers le réservoir de stockage.

2.6.2.Systèmes solaire photovoltaïques

Un module photovoltaïque est un assemblage de cellules qui produisent de l'électricité sous l'effet de la lumière, dans un matériau semi -conducteur.

2.6.3.Système de chauffage au bois ou à biomasse

La technologie de chauffage au bois offre un système qui permet directement de produire la chaleur et l'électricité.

2.6.4.Système éolien

"Une éolienne est une machine qui produit de l'électricité. Sous l'effet du vent, le rotor tourne. Dans la nacelle, l'arbre principal entraine un alternateur. La vitesse de rotation du rotor (de 12 à 15 tours /minutes) doit être augmenter par un multiplicateur de vitesse jusqu'à environ 1500 tours /minute, vitesse nécessaire au bon fonctionnement de l'alternateur .Des convertisseurs électroniques de puissance ajustent la fréquence du courant produit par l'éolienne à celle du réseau électrique auquel elle raccordée (50Hz) en

Europe, tout en permettant au rotor de l'éolienne de tourner à vitesse variable en fonction du vent."²⁸

Pour mettre en marche une éolienne il faudrait au minimum de 10-15 Km/h.

Les éoliennes sont classées en quatre catégories selon leurs puissances

- ❖ -Le grand éolien : puissance >35KW ;
- ❖ -La moyenne éolienne puissance entre 36KWet 350KW ;
- ❖ -Le petit éolien : puissance entre 1KWet 36KW ;
- ❖ -Le très petit éolien : puissance<1KW.

Les petits et moyens éoliens sont les plus adaptés pour les bâtiments publics.

La diminution de la consommation énergétique dans les bâtiments publics est une nouvelle expérience qui favorise l'utilisation d'énergies inépuisables.

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. Cette notion est de plus en plus présente lorsque l'on s'intéresse de près aux milieux proches de l'environnement, et de la gestion de l'énergie. Pour certain pays est un devoir, et une opportunité d'intégrer cette notion, qui sème les bases de ce défi. Tout le monde en parle, et émet une définition, propre à son usage. Mais que veut réellement dire ce terme, employé autant par des gestionnaires que par des spécialistes du domaine.

3. L'efficacité énergétique

En physique et ingénieur mécanique l'efficacité énergétique est le rapport entre ce que produit le dispositif ou le système, et ce qu'il absorbe comme énergie elle est d'autant meilleure que le système énergétique utilise moins d'énergie possible qu'elle que soit le chauffage, la production d'eau sanitaire, la climatisation, l'éclairage et toute sorte de besoin énergétique.²⁹

On pourra retenir que l'efficacité énergétique se réfère au rapport de l'énergie exploitée de manière utile sur le totale de l'énergie, dont on disposait globalement, ce rapport tend vers

²⁸ ALAIN, Filou, *Intégrer Les énergies renouvelable*, France, éd. CSTB , 2010, page37.

²⁹ *Efficacité énergétique des batiments*,<http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/efficacite-energetique-et-batiment>.consulté le 30 novembre2014.

un système parfait ou on ne peut pas observer de perte, de gaspillage ,et ou les différents produits permettant le transport et l'utilisation de cette énergie sont parfait.³⁰

Donc l'efficacité énergétique désigne le fait d'utiliser moins d'énergie qu'avant pour fournir des services énergétiques équivalents à cet effet l'efficacité énergétique permet d'optimiser la facture d'énergie tout en améliorant le confort des habitants .

3.1.L'efficacité énergétique dans un bâtiment

L'efficacité énergétique se réfère à la réduction de la consommation d'énergie sans Toutefois provoquer une diminution du niveau de confort ou de qualité de service dans les bâtiments selon Thierry Salmon elle correspond à réduire à la source la quantité d'énergie nécessaire pour un même service, soit mieux utiliser l'énergie à la qualité de vie constante. Le secteur du bâtiment à travers sa construction et son exploitation est générateur d'une somme importante d'énergie représente plus de 40% du total de l'énergie, et il est responsable de 20% des émissions mondiales de gaz à effet de serre, se positionne comme un acteur clé pour parvenir à résoudre les inquiétants défis à faire face. Ce secteur pourrait bien être le seul qui offre des possibilités de progrès suffisamment fortes pour répondre aux engagements de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ces possibilités de progrès sont actuellement mieux identifiées qu'au cours des années passées, les bâtiments peuvent utiliser plusieurs sources d'énergie, dont les énergies renouvelables.³⁰

Au-delà, les gouvernements et les législateurs ont entrepris un ensemble de textes et, de lois visant la maîtrise de l'énergie, dans un premier temps puis le développement d'énergie alternative plus respectueuse de l'environnement.

Afin d'ériger un mode un peu plus juste dans le domaine énergétique économique et social, et en s'intéressant au premier volet à l'efficacité énergétique dans le bâtiment, vu qu'il est Le secteur du bâtiment le plus énergivore, c'est pour cela qu'il doit être la première cible des politiques d'efficacité énergétique.

³⁰ <http://portail.cder.dz/spip.php?article3746>. consulté 01 décembre 20114.

3.2.Amélioration de l'efficacité énergétique

Parmi les solutions d'amélioration de l'efficacité énergétique, il est d'usage de distinguer les solutions dites « passives » qui consistent à réduire la consommation d'énergie des équipements et des matériaux grâce à une meilleure performance intrinsèque et les solutions dites « actives » visant à optimiser les flux et les ressources.

3.3.Efficacité énergétique passive

De nombreux paramètres peuvent être pris en compte lors de la construction d'un bâtiment, par exemple :

- son orientation et sa capacité à profiter de l'énergie lumineuse, à capter et à se protéger de l'énergie solaire
- une isolation thermique renforcée, en utilisant des faux plafonds empêchant le recours à l'inertie thermique, des matériaux comme la laine minérale ou le chanvre, des doubles vitrages ,L'isolation thermique par l'extérieur « manteau isolant », à l'aide de briques de polystyrène expansé ou extrudé permet de diminuer les pertes thermiques de la paroi jusqu'à 80%;
- une meilleure étanchéité générale du bâti à l'air (air parasite notamment dû aux liaisons façades-planchers surtout entre les façades et les menuiseries ou aux passages des équipements électriques). L'installation de boîtiers d'encastrement étanches et d'obturateurs peut réduire de plus de 90% les fuites d'air (jusqu'à 15 kWh/m²/an d'économie)
- des systèmes de ventilation plus performants. Les ventilations mécaniques contrôlées à double flux permettent de réduire les pertes d'énergie jusqu'à 70% par rapport à des ventilations classiques à simple flux (mais elles restent bien plus coûteuses à installer.

3.4.Les labels énergétiques

La labellisation est un processus de certification réglementaire, utilisé dans le bâtiment afin d'aboutir à un niveau de performance énergétique. Elle est liée à la consommation moyenne de l'énergie. Elle a pour objet de construire ou rénover des bâtiments moins énergivores ou encore qui ne consomment pas d'énergie.

Il existe plusieurs types de labels ; ils sont classés selon le pays d'émergence, le niveau de performance, le type d'intervention soit pour bâtiments neufs ou déjà existants.

Dans notre recherche on s'intéresse essentiellement au bâtiment existant.

3.4.1 Réglementation thermique RT 2005 existant

C'est une réglementation française qui vise à améliorer la performance énergétique d'un bâtiment pendant les travaux de rénovation, elle correspond à un minimal de travaux par exemple, un particulier qui fait remplacer ses fenêtres, qui remplace une chaudière, ou qui entreprend des travaux de rénovation.³¹

3.4.2. Label BBC-effinergie rénovation

Une réglementation française qui exige un seuil de consommation maximal de 80KWh/m².an à modeler selon la zone climatique et l'altitude. Elle exige aussi d'autres seuils de consommation pour la production d'électricité par les panneaux photovoltaïques et d'autres exigences par rapport à la perméabilité de l'air.

3.4.3. Le label effinergie+

C'est un label basé sur la RT, mais il est plus avancé avec une consommation maximale de 40KWh/m².an, contre 50 auparavant, il est appuyé sur une production énergétique renouvelable et une meilleure étanchéité à l'air.

3.4.4. Minergie et passivhaus

C'est deux labels ont été créés respectivement en Suisse et en Allemagne, ils se basent sur le même principe, ils s'intéressent essentiellement au système de chauffage qui est très limité voir absent.

3.4.5. Le label HQE

Haute qualité environnementale, c'est une démarche française qui vise à limiter les impacts agressant de l'environnement pendant une opération de rénovation, en assurant un

³¹ The GLIMMIX Procedure, <http://www.cindep.com/D21> consulté le 19 janvier 2015.

confort maximal ; un chantier à faible nuisance ; gestion des eaux ; qualité sanitaire ; confort acoustique.³²

3.5.Classification des bâtiments efficaces énergétiquement

Il existe de différents type de bâtiments qui limitent notre consommation énergétique notamment, le bâtiment à basse consommation(BBC), le bâtiment passive, Le bâtiment à énergie nulle, Le bâtiment à énergie positive (autarcique).

Toutes ces constructions ne poursuivent pas la même logique certaines favorisent les économies de l'énergie, d'autres encouragent la production d'énergie renouvelable, mais elles sont toutes inscrites dans le programme d'efficacité énergétique et la protection de l'environnement.

3.5.1.Le bâtiment a basse consommation(BBC)

"Les bâtiments à usage autre que habitation sont considérés BBC lorsque la consommation conventionnel d'énergie primaire du bâtiment pour le chauffage, le refroidissement, la ventilation, la production d'eau chaude sanitaire et d'éclairage (calculée selon les règles THC-E) est inférieure ou égale à 50% de la consommation conventionnelle de référence.³³"

C'est un bâtiment qui a une consommation énergétique faible par rapport aux bâtiments standards.

3.5.2.Le bâtiment passive

Appeler aussi bâtiment à très basse consommation d'énergie. *Le terme de " maison passive "désigne une construction garantissant "un climat "confortable, aussi bien en été qu'en hiver, sans système de chauffage traditionnel. L'utilisation "passive "de la chaleur du rayonnement solaire, ou de chaleur émise par les appareils et les habitants, doit être suffisante pour maintenir des températures intérieures agréable au sein de l'habitation, même pendant la période habituelle de chauffage.*

Une maison passive est certes un produit de haute technologie, qui utilise des matériaux sophistiqués et des systèmes de chauffage et de ventilation très performants, mais c'est

³² le label HQE, "<http://www.caue-me.fr> ", consulté le 19 janvier 2015.

³³ TESSIER,Philippe,IRIGOIN,Michel,"Batiments basse consommation", "www.guide-conception_batimentbbc_amoeb_atif_ed.pdf" consuté le 19 octobre 2014.

*aussi une réalisation architecturale spécifique reflétant compacité et bioclimatisme, pour intégrer parfaitement l'habitat à son environnement. Tous ces systèmes gardent encore un cout élevé, mais l'ensemble du projet obtient des performances d'utilisation exceptionnelles. Par ailleurs, la maison passive peut être construite à peu près n'importe où, car son aspect extérieure est très souple (contemporain ou "traditionnel").L'exposition du terrain importe assez peu puisque la récupération des calories solaires est moins déterminante que la réduction des pertes énergétiques."*³⁴

Il est donc un bâtiment qui procure une température ambiante agréable sans chauffage traditionnel en hiver et sans climatisation en été par le biais d'utilisation de la technologie.

3.5.3.Le bâtiment à énergie nulle

*Appeler aussi bâtiments à énergie zéro "la maison passive, grâce à des mesures supplémentaires, peut de fait tendre vers une "maison à énergie nulle". Dans ce type de bâtiment, le besoin en énergie de chauffage, dans une année moyenne, est par définition de zéro. Aucun recours à un chauffage d'appoint, même au plus dur de l'hiver, n'est prévu. Ce Type de construction demande un tel investissement qu'il n'est aujourd'hui pas rentable d'un point de vue économique."*³⁵

On peut dire alors que c'est un bâtiment qui est basé par l'autosuffisance énergétique, c'est à dire il produit la totalité de ces besoins énergétiques, et cela est garantie par l'emploi des systèmes de production d'énergie renouvelable.

3.5.4.Le bâtiment à énergie positive

*"Parfois abrégé en BEFOS, c'est un bâtiments qui, sur une période donnée, produit plus d'énergie (électricité, chaleur) qu'il n'en consomme pour son fonctionnement .En général, la période considéré est d'un an. Si la période est très courte, on parle plutôt de bâtiment autonome. C'est généralement un bâtiment très performant et fortement équipé en moyens de production d'énergie par rapport à ses besoins, le toits, murs et fenêtre peuvent être mis à contribution pour accumuler et restituer de la chaleur ou produire de l'électricité."*³⁶

³⁴ MEGALI, Gouvion & JULIEN ,Dezecot, *Construire sa maison écologique zéro énergie de A à Z*, France,ed.Marabout 2010, p8.

³⁵ MEGALI, Gouvion & JULIEN ,Dezecot, *Construire sa maison écologique zéro énergie de A à Z*,France,ed.Marabout 2010, p14.

³⁶ ALAIN,RicauD, &ISMAEL, Lokhat, *Construire une maison à énergie positive*, France, éd.Dunod, 2010,p15.

On définit alors le bâtiment à énergie positive comme étant un bâtiment qui produit plus d'énergie par rapport à sa consommation annuelle, le surplus d'énergie est renversé pour l'exploitation par un système de distribution électrique. La production d'énergie est assurée par une installation à énergie renouvelable.

3.6. L'étiquette énergie

*"L'étiquette énergie, créer en 1994 à l'initiative de l'union européen, situe précisément la qualité des services rendus, et classe les appareils électroménagers selon leurs performances énergétiques"*³⁷

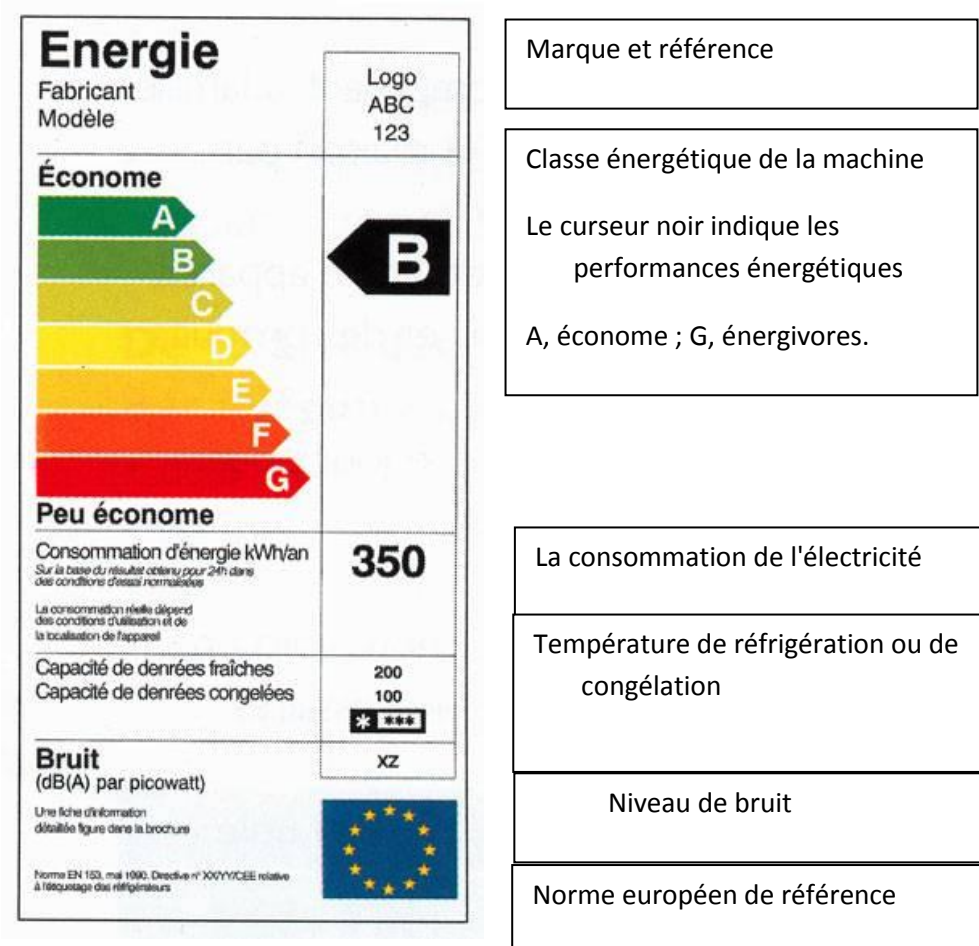


Figure 14: Exemple d'une étiquette énergie source: CHRISTIAN, Jean2005.

³⁷ JEAN, Christian, *La maison économe*, Paris, ed. delachaux, 2005, p66.

4. Conclusion

La croissance économique de ces dernières décennies a apporté beaucoup de richesses et de confort. Mais elle s'est faite sans le moindre souci de gestion de l'environnement ni la maîtrise de l'énergie au détriment de notre avenir collectif, on vit au jour le jour, sans se préoccuper de ce qui va suivre, ni de ceux qui vont nous suivre par ailleurs. L'augmentation du coût de l'énergie nous a rappelé que son entretien l'était tout autant. Mais avec l'adaptation de l'efficacité énergétique, les factures énergétiques ont été énormément minimisés et assure un meilleur équilibre entre les sources gratuites de notre environnement et les dépenses énergétiques. Donc pour une architecture consciente de l'énergie, une approche globale et intelligente des problèmes énergétiques devrait commencer par l'intégration des techniques liées aux énergies renouvelables.

Chapitre 4 :

Edifices publics et rénovation énergétique

(Critiques & Solutions)

Partie A : Analyse des édifices publics en Algérie

1. Introduction

Un bâtiment est une structure habitée par des occupants isolée de l'environnement extérieur par une enveloppe. Il se doit alors de leur assurer un certain confort avec un minimum de dépenses (énergétiques).

Un bâtiment doit répondre à deux critères :

- assurer la sécurité de ses occupants.
- leur offrir les conditions nécessaires pour l'exercice de leurs activités.

Le premier critère concerne l'équilibre du bâtiment et la résistance de ses éléments. Il est obtenu par la conception et le calcul du bâtiment selon les règles de l'art.

Le second concerne le confort qu'offre le bâtiment à ses occupants (confort thermique et acoustique, entre autres). Lorsque ce critère est négligé, on est amené à dépenser autant qu'il faut pour assurer ce confort.³⁸

Notre pays connaît depuis ,une décennie un développement intense et soutenu de la construction du bâtiment public, initiés par les promoteurs privés et publics. Le nombre de bâtiments publics réalisés durant les dix Dernières années est considérable Atteigne 4789 bâtiments de 1999 à 2008, et il concerne tous les secteurs confondus.

Les réalisations annuelles sont en progression constante passant d'un total de 332 projet en 1999 à 693 bâtiments réalisés en 2008, Les principaux secteurs ayant bénéficié de ces réalisations sont dans un ordre dégressif comme suit : l'éducation nationale (2149 projets entre 1999 et 2008) l'enseignement supérieur (854 projets) la jeunesse et le sport (659 projets) et les structures administratives (584 projets) le secteur de la santé quant à lui bénéficie d'une réalisation de 325 projets³⁹

Signalant que ces bâtiments ont été construits sans prendre en considération le facteur de climat lors de leur réalisation .ce sont des bâtiments standards réalisé à n'importe quel endroit, et sous des climats différents ce qui a nécessité d'installer des systèmes de chauffage et de climatisation afin de les rendre vivables pour leurs occupants.

³⁸ Hamza, SQUALLI. Efficacité énergétique de l'enveloppe du bâtiment, UNIVERSITE MOHAMMED V AGDAL, 2011

³⁹La revue de l'habitat (revue d'information de ministère de l'habitat et de l'urbanisme N°03, mars 2009, p35.

L'intégration des systèmes de climatisation et de chauffages ne répond pas aux objectifs de développement durable.

En effet Ces installations augmente les dépenses énergétiques et influe sur l'environnement immédiat.

Tableau I les bâtiments public réalisé les dix dernières années source ministère de l'habitat 2009.

<i>SECTEUR</i>	<i>ANNEE</i>										<i>TOTAL</i>
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Education nationale	124	158	176	197	197	210	193	283	232	379	2149
Formation	16	14	13	15	14	03	01	03	01	01	81
Enseignement supérieur	40	52	48	76	59	74	113	126	95	171	854
Administratif	48	42	58	62	69	45	52	52	42	114	584
Jeunesse et sport	55	83	89	161	220	34	09	03	03	02	659
Santé	34	48	150	53	33	-	01	04	-	02	325
Justice	06	02	08	05	06	09	02	06	04	03	51
Culture	09	06	04	06	07	12	03	08	06	17	78
Affaires religieuses	-	-	-	-	-	-	-	-	01	04	05
Solidarité	-	-	-	-	-	-	-	-	-	03	03
Total	332	405	546	575	605	387	374	485	387	693	4789

Figure 01 : Tableau I les bâtiments public réalisé les dix dernières années. Source ministère de l'habitat 2009.

En dépit Les exigences et normes internationales en matière de performances énergétiques et Environnementales ne sont pas encore suffisamment intégrées aux Processus de conception des bâtiments public en Algérie ce qui a rendus la facture énergétique dans ce secteur assez pesante dont cette énergie consacré aux besoins de chauffage et de climatisation.

2. Implantation et orientation des édifices publics

Selon Fernandez and Lavigne , L'importance de la prise en compte des particularités du site ,dans la qualité du confort interne d'un projet a un effet déterminant dans sa capacité à approcher le confort naturellement à moindre coût plus, l'orientation est fondamentale et doit être choisie en fonction des informations climatiques régionales⁴⁰.

L'Algérie est un pays qui dispose d'un ensoleillement excessif tous le long de l'année dans la plupart de ses régions. Il a donc une potentialité qu'il faut prendre en considération que ce soit en architecture ou en urbanisme, afin de diminuer la consommation énergétique et ceci par la récupération de l'énergie solaire.

L'Algérie est un pays témoins d'un héritage architectural vernaculaire, notamment la maison mozabite qui possède aucune isolation, aucun chauffage, aucune étanchéité a l'aire, aucune ventilation aucune climatisation, mais juste un savoir-faire par rapport à l'orientation des maisons, qui fait de ces construction des maisons économe et même confortable.

Actuellement et avec l'avènements des nouvelles constructions, l'Algérie est face a des contraintes énormes par rapports a l'orientation et l'ensoleillement qui touche surtout le secteur des bâtiments publics, qui renferme des espaces répétitif, caractérisé par une pauvreté des matériaux de construction et d'isolation; l'ensoleillement est donc favorisé pour certaines façades et négligé pour d'autres .pour se trouver dans des situations ou le bâtiment demande des consommation supplémentaires afin d'aboutir a des conditions acceptable de confort. Et malgré l'importance de l'aspect climatique dans le choix d'une stratégie d'économie d'énergie. L'intégration à grande échelle de cet aspect semble ignorée par les concepteurs.

⁴⁰ BERGHOUT, Belkacem & FORGUES, Daniel, & MONFET, Danielle .*Simulation du confort thermique intérieur pour l'orientation d'un bâtiment collectif à Biskra*, Algérie École de technologie supérieure, Montréal, Québec.

3. Les techniques de constructions

Le choix d'un système de construction doit d'abord être justifié, quelque soit sa nature, ses composants, et son adaptation à l'architecture celui-ci doit répondre à certaines exigences :

- Adaptation par rapport au climat, aux habitudes sociales et à l'architecture locale
- Utilisation des matériaux locaux mieux adaptés à l'architecture locale devant obligatoirement inspirer directement ou indirectement selon les spécificités les contraintes, et les limites, la conception du projet.
- Réponse parfaite aux normes et règlement en vigueur en matière de sécurité, stabilité, longévité et aux éléments de confort thermique et acoustique
- Justification en rapport avec les objectifs en matière de délai de réalisation et de cout final de réalisation ⁴¹

En général, pour les bâtiments publics on a deux principaux systèmes de construction utilisés en Algérie

3.1.Bâtiment en charpente métallique (ossature en acier)

Tous les éléments principaux du bâtiment (Poutres, Poteaux, contreventement) se font avec des profilées métalliques (IPE, HEB, cornières ...) ces éléments sont fabriqués dans des usines spécialisés selon des dimensions standards, Les profilés doivent passer après à des ateliers où ils seront coupés selon les dimensions suivant les plans de notre bâtiment, sur chantiers on ne fait qu'assembler les différentes pièces (les assemblages se font soit par soudure ou par des boulons).



Figure 15 : construction en structure métallique
source: [http://www.archiexpo.fr.\(27/02/2015\).](http://www.archiexpo.fr.(27/02/2015).)

⁴¹ Hamza, SQUALLI. Efficacité énergétique de l'enveloppe du bâtiment, UNIVERSITE MOHAMMED V AGDAL, 2011

3.2.Bâtiment en béton armé

Il y a deux procédures de constructions en béton armé adaptés en Algérie :

3.2.1.Béton préfabriqué

La plupart des éléments du bâtiment seront préfabriqués sur commande dans des usines spécialisées, une fois sur chantier les éléments seront assemblés

3.2.2.Béton Armé

La plupart des bâtiments en Algérie sont fait en Béton armé pour différentes raisons

- ✓ les matériaux de construction sont produit on Algérie donc sont moins couteuse (sable, gravats, ciment, fer rond ...)
- ✓ Disponibilité de main d'œuvre qualifiée et la maitrise de la technique.

3.2.2.1.Ossature en béton Armé Poteau-Poutre

En Algérie, l'utilisation du coffrage en bois est assez large ce qui prend beaucoup de temps et donne des résultats limité en terme de qualité, Par ailleurs ces dernières années plusieurs entreprises de construction algériennes. Utilisent le coffrage modulaire qui sont des panneaux métallique, avec une peau coffrant en bois qui peuvent être assemblés pour réaliser n'importe quel forme architecturale .Que ce soit verticalement ou horizontalement ce qui a permis de réduire les délais de réalisation et d'amélioré la qualité des constructions.

3.2.2.2.Ossature en béton composé de murs porteurs

Pour ce type de construction on peu utilisé

- ✓ **Le coffrage modulaire** (même chose que le type précédent)
- ✓ **Le coffrage Tunnel** : c'est de plus en plus utilisé en Algérie il permet d'effectuer le coffrage des voiles et des planchers au même temps, son principale inconvénient c'est qu'il est limité sur le plan architectural c'est pour ça on l'utilise généralement pour des bâtiments d'habitation qui ont une architecture simple.

4. Les matériaux de constructions

Les matériaux de construction : Dans toute construction, il est indispensable de réunir entre eux les différents éléments (blocs de béton, briques, éléments en béton préfabriqué, etc.) au moyen d'un mortier de ciment ou d'autre liant qui a pour but de :

- solidariser les éléments entre eux
- assurer la stabilité de l'ouvrage
- combler les interstices entre les blocs de construction

4.1.Le béton

Le béton est un matériau composite aggloméré constitué de granulats durs de diverses dimensions collées entre eux par un liant. Dans les bétons courants, les granulats sont des grains de pierre, sable, gravier, cailloux et le liant est un ciment, généralement un ciment portland.

4.2.Le mortier

Le mortier est obtenu par le mélange d'un liant (chaux ou ciment), de sable, d'eau et éventuellement d'additifs. Des compositions multiples de mortier peuvent être obtenues en jouant sur les différents paramètres: liant (type et dosage), adjuvants et ajouts, dosage en eau. En ce qui concerne le liant, tous les ciments et les chaux sont utilisables; leur choix et le dosage sont fonction de l'ouvrage à réaliser et de son environnement. La durée de malaxage doit être optimum, afin d'obtenir un mélange homogène et régulier.

4.3.La brique

Les briques sont les produits céramiques, dont les matières premières sont des argiles, avec ou sans additifs. La forme des briques est généralement parallélépipède rectangle. Elles sont couramment utilisées dans la construction des bâtiments et des travaux publics. Par rapport aux autres matériaux, c'est l'un des plus anciens matériaux de construction. Les briques peuvent se diviser en 3 groupes principaux

- Brique poreuses
- Brique ordinaire

- Briques d'argiles creuses à perforation

5. Les équipements et les installations

5.1. Le chauffage

Le chauffage des locaux connaît un fort développement en particulier dans le bâtiment les usagers des bâtiments publics exigent un meilleur confort, en adaptant des techniques de chauffages plus performante pour maîtriser une température intérieure de confort, le niveau de température requis sera en fonction du taux d'occupation et de l'activité des occupants.

Depuis vingt ans le combustible liquide fioul et le gaz remplacent progressivement les combustibles solides bois, et le charbon vu les avantages qu'ils possèdent en terme de stockage et de distribution.

Le choix de système de chauffage dépend de plusieurs critères pris en compte qui sont

- les locaux à chauffer et les volumes afin de respecter la réglementation thermique
- le niveau d'isolation de la structure : parois verticale (murs) parois horizontales (plafond ou plancher) vitrages isolant...
- le choix de l'énergie : gaz, fioul, électricité
- les modes de chauffage : radiateur muraux et plancher chauffant
- la production d'eau chaude sanitaire : avec chaudière ou par chauffe eau séparé
- le budget disponible pour l'investissement chauffage avec la prise en compte du budget de fonctionnement.⁴²

En Algérie le système de chauffage centrale d'eau chaude est le procédé le plus utilisé dans les bâtiments publics, ce système consiste à distribuer la chaleur Dans un ou plusieurs locaux aux moyens d'appareils multiples à une source unique de la chaleur, et la chaudière à gaz est la source la plus employée dans les bâtiments publics.

⁴² HENRI ,Renaud,*Eau & chauffage au gaz*,Paris, éd. Eyrolles, 2003, page 25.

-Les éléments constitutifs d'un chauffage à eau chaude

Ce chauffage est constitué principalement de :

- chaudière .
- circuit de chauffage.
- émetteur de chaleur .
- dispositif de régulation des circuits de chauffage .
- le thermostat d'ambiance.
- le thermostat d'ambiance programmable .
- la sonde extérieure.

5.2.La climatisation :

La climatisation individuelle a beaucoup évolué ces dernières années elle n'est plus un luxe, mais plutôt un équipement indispensable dans un bâtiment pour garantir un meilleur confort aux occupants son fonctionnement est basée sur le traitement de l'air qui permet de rafraichir et de filtrer mais aussi de réchauffer en hiver.

Système de fonctionnement

Le refroidissement : Un climatiseur comprend un réfrigérant liquide en circuit fermé. Le réfrigérant circulant dans l'unité intérieure absorbe la chaleur ambiante, ce qui abaisse la température de la pièce et provoque l'évaporation du réfrigérant. Il est évacué par des tubes frigorifiques de cuivre vers l'unité extérieure où s'effectue un échange de chaleur avec l'air.

Cet échange provoque la condensation du gaz en liquide réfrigérant, qui est reconduit vers L'unité intérieure où commence un nouveau cycle. Le processus se répète jusqu'au moment

Où la température de consigne est atteinte. Son fonctionnement est automatique.

Une télécommande permet d'agir à distance sur le réglage de la température et sur la vitesse de ventilation. Le climatiseur assure une régularité⁴³

⁴³ <http://climatauto.blogspot.com/2013/07/comment-fonctionne-un-climatiseur-split.html>

Le chauffage : On peut inverser le processus décrit plus avant avec des appareils réversibles du type «pompe à chaleur». Ceux-ci récupèrent la chaleur de l'air extérieur et l'amènent à l'intérieur.

Les appareils de climatisation individuelle, tant pour le particulier que pour le tertiaire, se subdivisent en deux grands groupes.

5.2.1. Le type split Appareil

Certainement le plus utilisé :

- par le particulier qui souhaite créer une Ambiance confortable dans la pièce de séjour.
- par le commerçant (bijoutier, boucher, pâtissier, boutique de mode) qui désire offrir à ses clients, un environnement agréable.

L'installation comporte un élément intérieur (l'évaporateur) qui diffuse l'air dans la pièce. Et un élément extérieur (compresseur+condenseur + détendeur) qui évacue les calories.

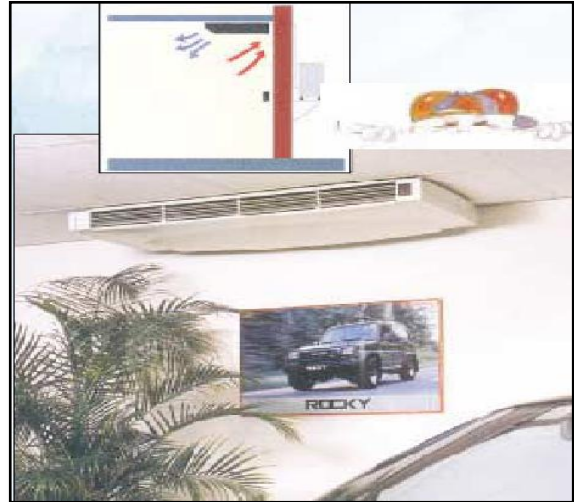


Figure 16 : climatiseur plafonnier type Wing de REFAC.
source: <http://www.hellopro.fr/evaporateurs-2003444-fr-2-feuille.html>.(27/02/2015

Ce système permet d'écarter du local à climatiser la source de bruit générée par le compresseur.

5.2.2. Le type MULTISPLIT

- Une climatisation globale, mais adaptée à chaque cas.
- Le système Multi split se satisfait d'une Seule unité extérieure pour alimenter quatre ou cinq unités intérieures.
- Permet l'installation d'un diffuseur intérieur différent dans chaque pièce.
- Commande individuelle de chaque unité intérieure.

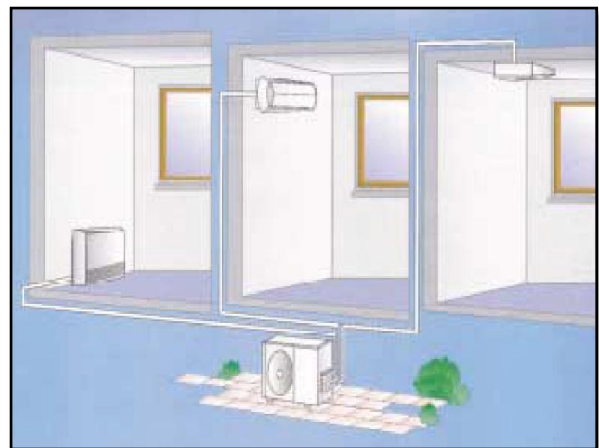


Figure 17 : combinaison multi split de STIEBEL ELTRON
source: <http://www.hellopro.fr/evaporateurs-2003444-fr-2-feuille.html>.(27/02/2015

L'Algérie a connu une utilisation massive de ces moyens de climatisation qui dominant toutes les régions du pays dans les deux secteurs tertiaire et résidentiel par conséquent la consommation énergétique dans ces secteurs ne cessent pas de croître rendant ces derniers parmi les secteurs les plus énergivores.

6. La réglementation thermique dans le bâtiment

La réglementation thermique est un ensemble de lois visant à la maîtrise de l'énergie dans le bâtiment, ceci pour assurer le confort des occupants du bâtiment, réduire les émissions de polluants locaux et globaux et diminuer les charges d'exploitation des locaux (notamment le chauffage).

La réglementation thermique présente donc des enjeux économiques pour réduire la facture énergétique, des enjeux environnementaux, pour réduire l'effet de serre dans le cadre des accords de Rio et du protocole de Kyoto et des enjeux sociaux, pour assurer un meilleur confort des occupants.

La réglementation thermique donne un seuil réglementaire de performance pour l'habitation, lieu de travail ou lieu de vie. Ce seuil tient compte de nombreux paramètres dont l'isolation bien entendu, l'ensoleillement, la ventilation, les équipements et système de chauffage, et de leur finesse de régulation et de programmation.

Finalement, la réglementation thermique peut aussi comprendre un ensemble de règles obligatoires à observer lors de la construction des bâtiments afin de réduire leur consommation d'énergie tout en assurant le confort des utilisateurs.

C'est donc le moyen le plus efficace pour réduire la consommation énergétique des bâtiments.

Dans les pays avancés, notamment l'Europe et les Etats-Unis, la longue expérience avec les réglementations thermiques a permis d'atteindre des niveaux d'efficacité intéressants.

En Europe, la réglementation thermique est obligatoire pour les bâtiments neufs dans plus de 80% des pays. La moitié des pays européens procèdent, en outre, à une révision régulière de la réglementation. Tous ont déjà introduit, par ailleurs, les certificats

énergétiques (labels) des bâtiments neufs, et on entreprit des mesures pour les bâtiments existants.⁴⁴

En Algérie, un arsenal juridique important a été lancé, vise à la rationalisation et la maîtrise de l'énergie dans le bâtiment à savoir :

- La réglementation thermique de 1997 des bâtiments à usage d'habitation qui a été conçue pour réduire la consommation de chauffage de l'ordre de 25%.

- La loi 9-99 du juillet 1999 relative à la maîtrise d'énergie est une loi cadre elle traduit des objectifs fondamentaux de la politique énergétique nationale.

- La loi 04-90 du 14 août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre de développement durable.

- Le décret exécutif 4-149 du 19 mai 2004 fixant les modalités d'élaboration du programme national de la maîtrise d'énergie.

- Arrêté interministériel du 29 novembre 2008 définissant la classification d'efficacité énergétique des appareils à usage domestique.⁴⁵

Notant que ces décrets mettent l'accent sur la maîtrise et la rationalisation d'énergie dans le bâtiment à usage d'habitation de type collectif et individuel.

Au delà la réglementation algérienne s'est enrichie par des documents portant le titre de Réglementation thermique des bâtiments d'habitation voire DTR C 3-2 qui établit les règles de calcul des déperditions calorifiques et vise à minimiser la consommation énergétique liée aux chauffages et cela à travers le calcul des déperditions thermiques. La réglementation algérienne s'inspire en grande partie de la réglementation française, par contre les méthodes de calcul utilisées sont plus simples, elle autorise, tout du moins dans certaines limites, le calcul informatisé des besoins de chauffage. Ceci est un point positif puisque cela permet de profiter de l'inertie thermique d'un bâtiment, un facteur très important étant donné le type de climat et de constructions existantes diffère en Algérie.

⁴⁴ *Simulation des paramètres du confort thermique d'hiver en Algérie*, mémoire de magistère FOURA, S, 2008, 254 p.

⁴⁵ *Étude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public*, mémoire de magistère MAZARI, Mohamed, 75p.

Une réglementation prenant en compte le confort thermique est prise en considération surtout durant les périodes chaudes. Une telle réglementation est d'une importance capitale étant donné le problème du confort en période d'été et de la consommation d'énergie due à la climatisation utilisée dans de nombreuses régions d'Algérie.⁴⁶

D'autre part, malgré cet arsenal juridique il faut signaler que ces réglementations n'ont été suffisamment concrétisées, et cela est dû à la non volonté politique de prendre en charge la surconsommation énergétique dans le bâtiment. Rappelant qu'actuellement les bâtiments publics, ne sont pas dotés d'une réglementation thermique spécifique.

7. Conclusion

Les bâtiments publics en Algérie consomment une partie importante de l'énergie, en conséquence, ils sont source d'une partie non négligeable de la Pollution. Cette énergie est l'objet de nombreux usages à savoir le chauffage, la climatisation l'éclairage, Avec les préoccupations croissantes de développement durable le bâtiment doit être performant et efficace consommant moins d'énergie, offrant un confort aux occupants sans mépriser l'aspect environnemental.

Par ailleurs l'Algérie doit pallier cette situation ambiguë par la mise en place des réglementations thermique afin de trouver le juste compromis entre le confort thermique et les déperditions énergétiques.

⁴⁶ Hamza, SQUALLI. Efficacité énergétique de l'enveloppe du bâtiment, UNIVERSITE MOHAMMED V AGDAL, 2011

Partie : B : rénovation énergétique

1. Introduction

La rénovation énergétique des bâtiments est un défi essentiel que l'Algérie doit relever. Pourtant, les réalisations sont en net décalage avec les ambitions. Avec les dispositifs actuels, l'objectif politique se focalise sur la rénovation du parc immobilier résidentiel sans pour autant s'intéresser aux édifices à caractère public qui ont une facture énergétique assez pesante. Selon les derniers chiffres disponibles, notre pays connaît depuis ces dernières années un développement intense et soutenu dans le secteur du bâtiment et de la construction y compris le secteur tertiaire. Les témoignages de professionnels indiquent que ces projets n'obéissent à aucune réglementation thermique ce qui provoque un impact important sur le volet environnementale ainsi que le confort des usagers.

2. Définition de la rénovation énergétique

La rénovation énergétique d'un bâtiment correspond à un ensemble de lots de travaux permettant de diminuer la consommation d'énergie. Ces travaux portent sur le bâti (on parle alors d'efficacité énergétique passive ou performance intrinsèque du bâti : fenêtres performantes, isolation des murs par l'intérieur ou l'extérieur, isolation de combles ou de planchers) et/ou sur les équipements (on parle alors d'efficacité énergétique active : régulation, remplacement du système de chauffage).

Au-delà La rénovation énergétique est le processus d'amélioration des systèmes consommateurs d'énergie d'un bâtiment. La rénovation énergétique peut consister à améliorer ou à remplacer des luminaires, des systèmes de ventilation ou des portes et fenêtres, ou à ajouter de l'isolant là où cela est rentable. La rénovation énergétique signifie également incorporer des mesures d'économie d'énergie à tous les travaux de rénovation et de réparation⁴³

⁴³ Définition de la rénovation énergétique, <http://www.climamaison.com/lexique/renovation.htm> consulté le 05 janvier 2015.

3. Types de rénovations énergétiques

3.1.Mineures

Les rénovations mineures visent ce que l'on appelle les « fruits à portée de main », c.-à-dire les modifications à faibles coûts, faciles à mettre en œuvre et qui offrent une bonne valeur pour les sommes et les efforts investis. Ces types de modifications peuvent comprendre des stratégies intempérisation de base (p. ex., le scellement avec un produit de calfeutrage ou une mousse projetée, ou l'ajout d'isolant si possible) ou l'amélioration des systèmes d'éclairage. Ce sont des mesures superficielles qui sont faciles et peu coûteuses à mettre en œuvre, mais qui peuvent tout de même faire une différence considérable dans la consommation d'énergie.

3.2.Majeures

Les rénovations majeures sont plus holistiques, mais peuvent tout de même être mises en œuvre avec un minimum de perturbations pour les occupants du bâtiment. Ces types de modifications comprennent des mesures telles que le remplacement des fenêtres et des portes, l'amélioration des systèmes de chauffage et de refroidissement inefficaces, l'installation de robinets à débit réduit avec capteurs et arrêts automatiques, et l'installation de compteurs divisionnaires.

3.3.Profondes

Les rénovations profondes sont plus coûteuses, car elles consistent à réaliser une transformation importante de l'enveloppe du bâtiment, des systèmes de chauffage, ventilation et climatisation ainsi que des systèmes d'éclairage. Il peut s'agir de procéder à une reconfiguration complète de l'intérieur, au remplacement de la toiture, à l'ajout ou à la reconfiguration des fenêtres pour accroître la lumière naturelle, ou au remplacement du système de chauffage, ventilation et climatisation par une technologie renouvelable telle que des pompes géothermiques. Ces types de mesures peuvent entraîner de grandes perturbations pour les occupants du bâtiment, c'est pourquoi il est préférable de les faire coïncider avec l'arrivée de nouveaux locataires ou avec d'autres changements importants d'occupation. Elles ont cependant le potentiel de générer d'importantes économies d'énergie - jusqu'à 60 pour cent dans certains cas. Un grand nombre de raisons peuvent motiver une décision d'entreprendre des rénovations profondes à un bâtiment, mais si des modifications

de cette ampleur se produisent, cela vaut vraiment la peine d'en profiter pour incorporer des mesures d'économie d'énergie.⁴⁴

4. les enjeux de la rénovation

Ces objectifs ambitieux de la rénovation énergétique permettent de répondre à des enjeux :

4.1. Envirennementaux

Car la rénovation énergétique, contribue à l'atteinte de l'objectif de diminution des consommations d'énergie du secteur du bâtiment ainsi qu'à la réduction des émissions de gaz à effet de serre .

4.2.économiques

Le secteur de la rénovation énergétique constituant un puissant levier de création d'emplois locaux, non dé localisables .

4.3. sociaux

Par la réduction de la précarité énergétique, améliorant ainsi le pouvoir d'achat des ménages modestes.

En effet Une rénovation bien menée conduit à un triple bénéfice ,des économies d'énergie et donc des facture moins élevées, un meilleur confort, une augmentation de la valeur patrimoniale du bâtiment.

5. Comment réussir un projet de rénovation énergétique

La rénovation énergétique d'un bâtiment se porte essentiellement sur l'amélioration de son efficacité énergétique .le maitre d'œuvre devra en premier relever l'état initial du bâtiment, l'analyser de manière à comprendre tout ces déperditions énergétique et la consommation de ces installations techniques, les travaux de rénovation ont pour objet de fixer un

⁴⁴ *les types de la rénovation*, "<http://www.rncan.gc.ca/energie/efficacite/batiments/eebe/renovation/411>"2. consulté le 10janvier2015.

objectif énergétique à atteindre. En se basant sur une démarche qui s'intéresse à l'enveloppe extérieure du bâtiment ainsi que ses installations, chauffage et climatisation. Une fois le bâtiment atteint un standard énergétique, on dit que la rénovation est réussie.

6.étapes et démarches à suivre pour un projet de rénovation énergétique

6.1.Description du projet

La description du projet tente à décrire l'état initial du projet à rénover, en citant la fonction du bâtiment, année de réalisation, programme, maître d'œuvre, en général il s'agit de faire une fiche technique, ainsi que toutes les informations concernant sa forme, son orientation, la technique de construction...

6.2.Fixation de l'objectif énergétique

Cerner l'objectif à atteindre, consiste avant tout de connaître le bâtiment, classer ses défauts et erreurs concernant, la consommation de ses installations techniques, son niveau de confort, la performance de son enveloppe extérieure etc. Après cela on résulte de manière précise les travaux de rénovation à effectuer ce qui nous permet d'atteindre un certain objectif énergétique par exemple un bâtiment à zéro énergie ou encore à énergie positive. Ceci dépend des travaux effectués, les types de matériaux utilisés, les techniques opérées, et le niveau de la rénovation.

6.3.Réduction des besoins de la consommation énergétique

6.3.1.L'amélioration de l'enveloppe extérieure

6.3.1.1.Maitriser l'ensoleillement

Cette étape fait appel à l'architecture bioclimatique qui consiste à tirer le maximum des apports solaires. En rénovation, les possibilités de remédier sont évidemment faibles du moment qu'on peut pas agir sur l'implantation et l'existence du bâtiment, et pour cela on opérera sur la gestion des apports solaire estivale et hivernal par le moyen d'aborder des solutions architectural et naturel. La gestion des apports solaire provient de la maitrise de l'ensoleillement de façon à s'abriter en été des rayons ardents du soleil et d'en profiter au maximum en hiver.

Et parmi ces solutions

- 1-créer un débordement de toiture, une pente orient  e vers le sud.
- 2-Prévoir des auvents, ils peuvent être en panneaux photovoltaïques.
- 3-Treillage a feuilles caduques.
- 4-Implantations d'arbres à feuilles caduques.

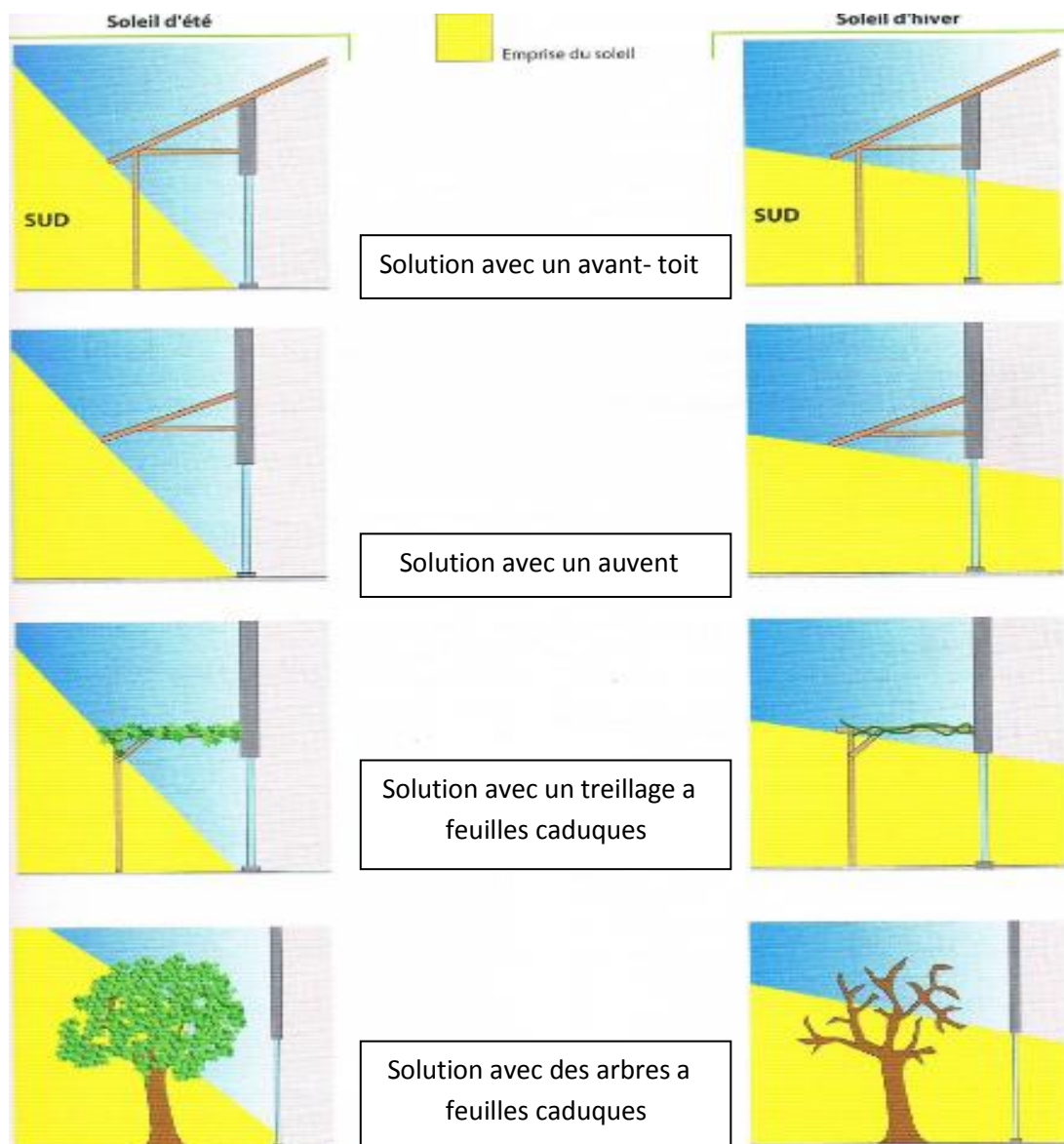


Figure 18:Maitriser l'ensoleillement Thierry Gallauziaux et David Fedullo(octobre2013).

6.3.1.2.L'amélioration de la compacité des bâtiments

Or de travaux de rénovation profonde, il est nécessaire de favoriser une forme compacte le maximum possible et éliminer tous les ajouts et annexes complémentaires, et ceci pour minimiser les déperditions thermiques, ce qui réduit les besoins de chauffage en hiver et la climatisation en été .la forme compacte joue un grand rôle dans l'efficacité énergétique des bâtiments, plus la forme est serrée, plus en économise de l'énergie.

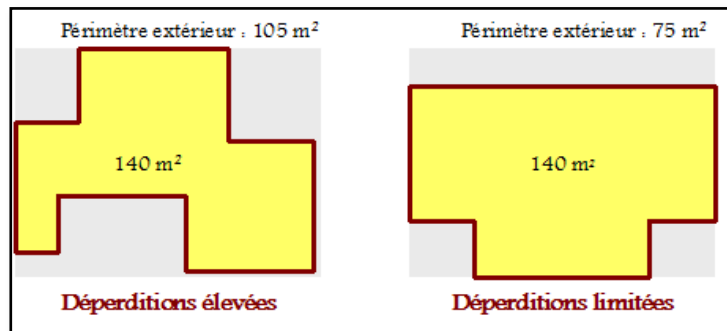


Figure 19 : exemple de déperdition thermique par rapport à la forme du bâtiment. Source : [http://www.polenrgie.org/ressource/space-ressource/eco-construction/constructionrenovation/larchitecture-bioclimatique.\(21:00-08/01/2015\)](http://www.polenrgie.org/ressource/space-ressource/eco-construction/constructionrenovation/larchitecture-bioclimatique.(21:00-08/01/2015))

6.3.1.3.L'isolation

Un bâtiment bien isolé approuve des économies d'énergie, et baisse les déperditions thermiques de l'enveloppe extérieure, les murs, les sols, les toitures ...ce rendement provient de : son épaisseur, son étanchéité à l'air et sa continuité (suppression des ponts thermiques).

6.3.1.3.1.Isolation des murs extérieurs

Ce type d'isolation favorise l'accroissement de l'inertie thermique et la suppression des ponts thermiques.

6.3.1.3.2.Isolation par l'extérieure avec un enduit

Cette méthode s'adapte sur les façades enduites ou murs de brique, des plaques isolantes sont collées ou vissées au mur support, elles sont recouvertes par la suite avec une double couche d'enduit ce système fournit une bonne performance thermique, une performance au feu et une performance acoustique.

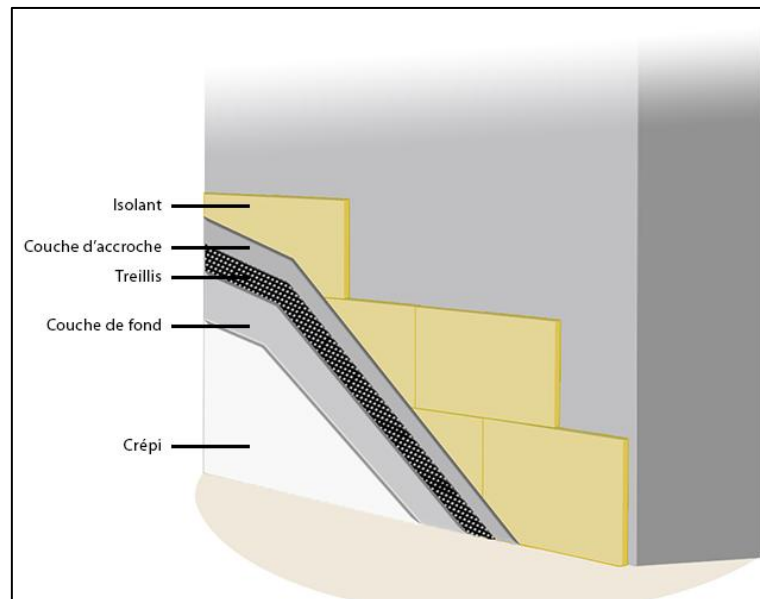


Figure 20 : isolation de mur par l'extérieur support enduit. source:<http://www.bricoleurdudimanche.com/enquetes-et-dossiers/enquetes/l-isolation-par-l-exterieur-grace-76136.html> (21:12 08/01/2015).

6.3.1.3.3. Isolation par caisson suspendu à l'extérieure des murs

Cette méthode est recommandée quand les façades sont exposées au soleil, au vent ou pluies.



Figure 21 : isolation par caisson suspendu à l'extérieure.

Source : <http://maison passive79.unblog.fr/2011/12/06-tu-isoles-il-isole/>. (21:30 08/01/2015).

6.3.1.3.4. Isolation par l'intérieure

L'isolation par l'intérieure est employée quand l'isolation par l'extérieure est techniquement pas possible ou non permise par la réglementation, cette technique exige l'usage d'un frein vapeur ou un pare vapeur.

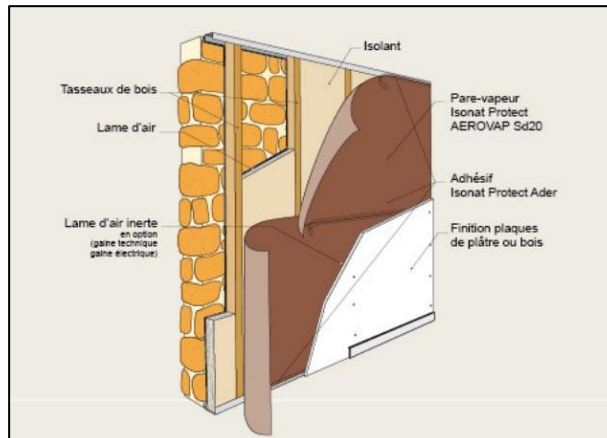


Figure 22 : exemple d'isolation par l'intérieure. Source : <http://www.monisolationecologique.com/nos-produits/22622-isolation-interieure>. (21:35 08/01/2015).4

6.3.1.3.5. L'isolation dans la coulis

Cette méthode s'exécute dans les doubles murs, l'isolation est soufflée dans la coulis, ce principe constructif offre l'avantage d'une protection thermique efficace, et la possibilité de choix de l'isolant, selon l'épaisseur de la lame d'air.

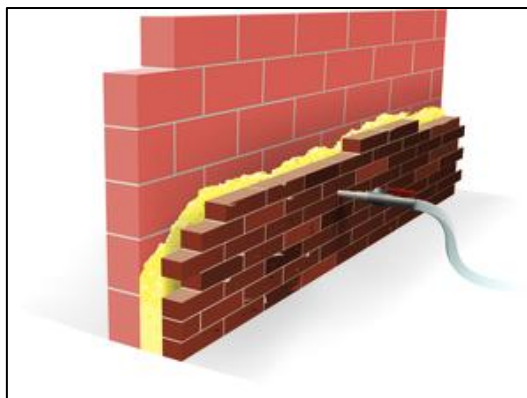


Figure 23 : isolation dans la coulis. Source: <http://www.multiconstructs.be/fr/injections-murs-creux>. (21:16 08/01/2015).

6.3.1.3.6. Isolation de la toiture plate

L'isolation de la toiture plate se fait techniquement par l'extérieure, la technique de l'isolation se diffère et cela par rapport à la destination de la toiture, qui pourra être inaccessible, accessible végétalisée etc.

6.3.1.3.7. Portes et fenêtres :

L'isolation des portes et fenêtres se fait par des joints thermiques, empêchant toutes déperditions, dans le cas des fenêtres il existe une gamme de vitrage isolant très performant, tel que les doubles vitrages.

Tableau 2: Épaisseur d'isolant à choisir selon la référence énergétique :source: www.solare-isolation.com.(03/02/2015-20:34) .

	RT 2005			Basse énergie			Passif		
	U [W/m².K]	Épaisseur d'isolation [cm]	R [m².K/W]	U [W/m².K]	Épaisseur d'isolation [cm]	R [m².K/W]	U [W/m².K]	Épaisseur d'isolation [cm]	R [m².K/W]
Plancher	0,27	7	2,0	0,14	16	4,0	0,11	20	5,0
Mur	0,36	11	2,75	0,2	20	5,0	0,10-0,15	20-35	5-8,75
Toiture	0,2	20	5,0	0,15	27	6,7	0,10	40	10,0

6.3.1.4. Les ponts thermiques

-c'est quoi un pont thermique

*"Un pont thermique est une partie de l'enveloppe du bâtiment où la résistance thermique, par ailleurs uniforme, est sensiblement réduite par une absence ou une dégradation locale de l'isolation et donne lieu à d'importantes fuites de chaleur vers l'extérieure. Les ponts thermiques dépendent du système constructif, du niveau et du type d'isolation des parois."*⁴⁵

Les ponts sensibles sont les suivants :

- Les raccords murs-planchers, en particulier en béton.
- Les raccords mur-toitures.
- Les murs d'angle.

⁴⁵ SALEM, Ferakh, *Les ponts thermiques dans le bâtiment*, Nancy(France), ed.CSTB, 2006, p16.

- Les balcons, terrasses en béton.
- Les bords de fenêtre, de portes.
- Les caissons de volet, les réservations prévues pour la canalisation et les câbles.
- Les piliers ou poutrelles de stabilité en béton ou en métal.
- les raccords murs-châssis.

En rénovation pour réduire les ponts thermiques il est essentiel :

- 1-poser l'isolant de manière continue au dormant des portes et fenêtres.
- 2-envelopper les terrasses et les balcons en béton ou avec des isolants, ou démonter complètement les balcons.
- 3-Considérer l'isolation dans les coins sensibles sur les pourtours, les dormant des portes et fenêtres, etc.

Pour localiser les ponts thermiques on utilise des caméras infrarouges qui permettent de visualiser les températures des surfaces et d'en déduire la présence des ponts thermiques, cette technique s'appelle la thermographie.



Figure 24 : visualisation des ponts thermique en rouge sur la thermographie. Source: [http://hmf.enseeih.fr/travaux/bei/beier/content/2012-g01/ponts-thermique.\(21:40 08/01/2015\).](http://hmf.enseeih.fr/travaux/bei/beier/content/2012-g01/ponts-thermique.(21:40 08/01/2015).)

6.3.1.5. l'étanchéité à l'air

Dans une rénovation énergétique réussie, on ne peut pas négliger l'étanchéité à l'air qui consiste à limiter les infiltrations d'air dans l'enveloppe extérieure du bâtiment.

L'étanchéité à l'air permet de : limiter les courants d'air, les pertes énergétiques, ainsi qu'une meilleure efficacité de l'isolation et de la ventilation. *"Un interstice de 1mm entre les plaques de plâtre peut laisser pénétrer par convection, 800g/m².d'humidité durant une journée d'hiver, alors qu'un pare-vapeur hygrorégulant rapporté, ne laissera pénétrer que 5g"*⁴⁶

L'étanchéité à l'air doit être réalisée en particulier :

- Les joints entre les dormant et les ouvrants des portes et fenêtres.
- Les raccords entre les châssis et les murs.
- Les raccords entre les toitures avec les murs et les pignons.
- Le faite du toit.
- Les angles des murs sortants et entrants.
- Les caissons de volets.
- Les accès à la canalisation d'eau, d'électricité, de gaz, passage de gaine.
- La hotte.
- Les raccords cheminés de toiture.
- jonction dalle et murs.
- Les accès à la cave, grenier et garage.

Pour une meilleure étanchéité, l'architecte doit garantir

- Le dépôt de frein vapeur sur les portes avant chevronnage de la toiture, sur les cloisons intérieurs en contact avec les planchers, ou encore aux prises électrique.
- Une meilleure jonction doit être parfaitement réalisée.

⁴⁶ THIERRY ,Gallauziaux, & DAVIDE, Fedullo, *Le grand livre de l'isolation*,Paris, éd. Eyrolles,2010.

La difficulté de mise en œuvre provient de niveaux d'adaptation des matériaux entre eux.

L'étanchéité à l'air dans le bâtiment peut être mesuré par le test 'Blower-door-test' c'est un test qui permet de détecter les points non étanches ou des points qu'il faudra améliorer.



Figure 25 : exemples d'étanchéité à l'air. Source : [http://www.maisonpassive.be/?Eureca-sprl\(21:45 08/01/2015\)](http://www.maisonpassive.be/?Eureca-sprl(21:45 08/01/2015)).

6.3.2. Amélioration des installations techniques

6.3.2.1. Amélioration de la ventilation

La ventilation d'un bâtiment en rénovation peut être paradoxal pour certain, et ceci est du au degré d'étanchéité à l'air recommandé pour atteindre un bâtiment efficace énergétiquement.

Il est donc essentiel de distinguer la différence entre l'étanchéité à l'air et l'étanchéité à la vapeur d'eau, si l'air traverse une paroi il provoque des ponts thermiques et phoniques ; une isolation efficace dans ce sens doit être obligatoirement menée ,par contre la vapeur d'eau causée par les phénomènes intérieurs dans le bâtiment (humidité produite par les appareils et par le métabolisme.) S'évacuent naturellement mais prennent beaucoup de temps ce qui provoque des risques sanitaires, pollution d'air intérieure, nuisance olfactif, moisissures, champignons...

La méthode traditionnelle qui consiste à ouvrir les fenêtres pour ventiler reste une solution faible, du moment qu'il est difficile d'ouvrir les fenêtres en période hivernal de plus elle crée des déperditions brutales en matière d'énergie. Et pour cela il existe différent système de ventilation : des ventilations naturelles et d'autres mécaniques.

La ventilation naturelle ne permet pas de récupérer l'énergie perdue, peu maitrisable, moins satisfaisante, dépend des conditions climatiques et de comportement des occupants, contrairement à la ventilation mécanique spécialement celle à double flux, elle permet d'économiser l'énergie, une filtration et atténuation acoustique, celle-ci est la meilleure solution dans une rénovation énergétique. Voici un schéma explicatif de la VMC double flux avec récupération de chaleur.⁴⁷

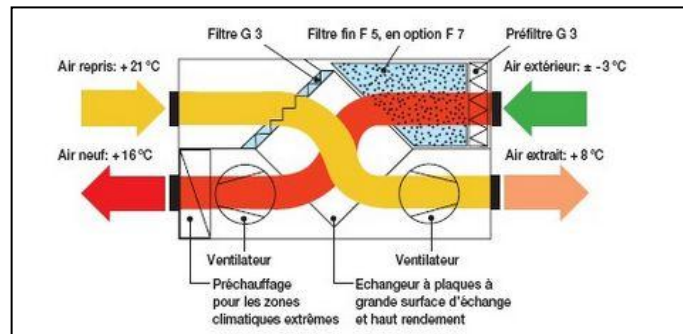


Figure 26 : schéma d'une ventilation double flux. Source: <http://www.ddmagazine.com/940-Ventillation-double-flux-ventiler-sans-refroidire.html> (16:04.16/01/2015).

6.3.2.2. Amélioration de la climatisation

Pour réduire les besoins en climatisation, il existe une solution écologique et efficace notamment la climatisation solaire.

Le rayonnement solaire est exploité à partir des panneaux solaires par deux manières : l'énergie solaire est transformée soit en énergie électrique ou en énergie thermique, dans les deux cas on utilise de l'énergie renouvelable, mais le deuxième cas est plus efficace énergétiquement et présente un intérêt environnemental. On utilise donc l'énergie thermique pour refroidir l'eau et l'air.

Le système de l'énergie thermique fonctionne par la technologie de l'eau glacé ou de l'air conditionné.

⁴⁷ MATHIEU, Bourgeois, SOPHIE, Bronchart, JEAN, François Risken, *Rénover en basse consommation*, 2^{ème} édition, Paris: ed. L'inedite, 2010, page 40.

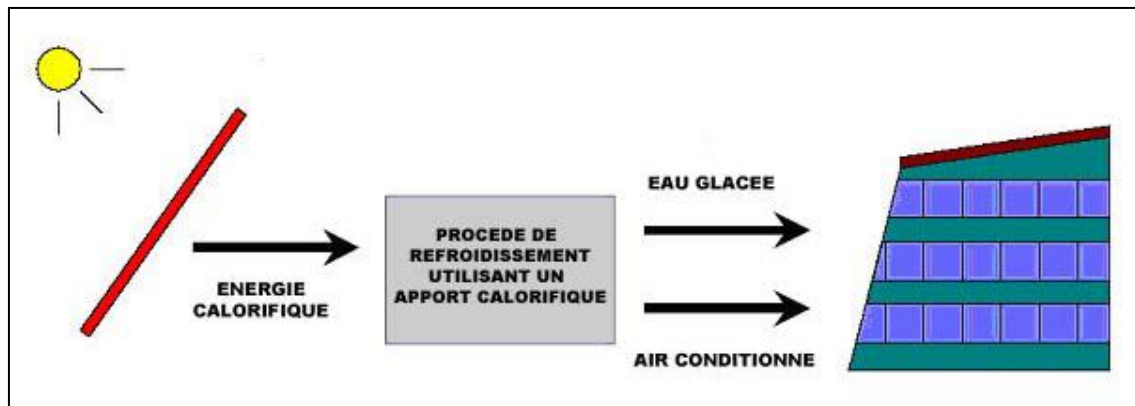


Figure 27: principe de la climatisation solaire thermique. Source CHAILAN 2014

Il existe nombreux systèmes de climatisation solaire tel que :les ventilo-convecteurs, les ejecto-convecteurs, les plafonds rayonnants froids, les planchers rafraichissants ,les poutres froides...

Pour les travaux de rénovation les poutres froides sont les plus adaptées et cela est du au fait de ne pas devoir percer les parois pour le passage de l'installation.

-les poutres froides

Il s'agit d'un système de refroidissement par l'intermédiaire de l'eau glacée qui circule dans la tuyauterie,elles favorisent l'échange convectif. Elles sont placées au plafond ou intégrées dans le faux plafond.

-Les puits canadiens

Appelé aussi puits provençal, c'est un principe qui a réapparue en Europe du nord pour optimiser la performance de la VMC double flux que se soit en été ou en hiver.

Le puits canadien, est un système de ventilation ,qui aspire de l'air extérieure à partir d'un dispositif ,qui comprend une canalisation enterrée à une profondeur de 1.50 a 2m (température du sol permanente.)l'air est par la suite redistribué à l'intérieure du bâtiment. Pour plus d'efficacité économique, il est préférable de coupler le puits canadien avec une ventilation double flux.

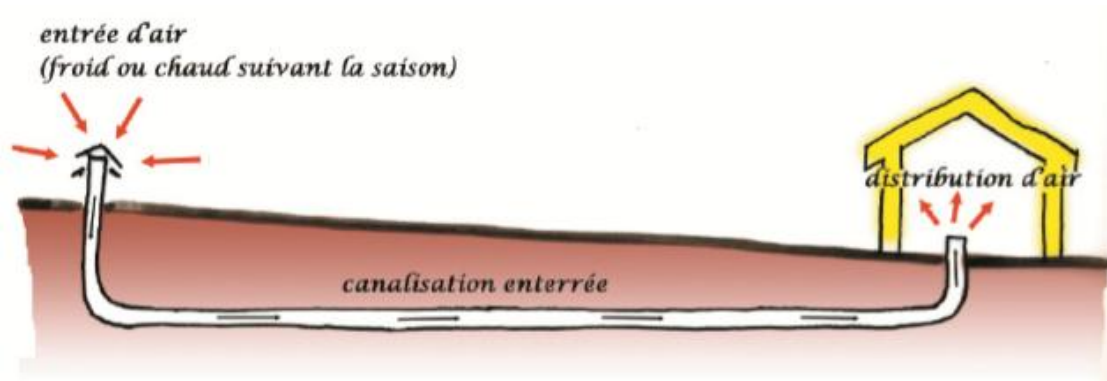


Figure 28:schéma d'un puits canadien. Source: conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement du Tarn-février 2007.

6.3.2.3.Amélioration de chauffage et la production de l'eau chaude sanitaire

La modification du système de chauffage est essentielle, durant les travaux de rénovation énergétique d'un bâtiment, et ceci afin de revoir les besoins énergétiques de chauffage et d'ECS à la baisse, et réduire les dépenses en matière d'énergie.

En premier temps, et avant toute intervention, il est indispensable de bien améliorer la performance de l'enveloppe du bâtiment ; une bonne isolation, une meilleure étanchéité à l'air et la suppression des ponts thermiques.

Pour réduire les couts de chauffage on procède plusieurs méthodes tel que :

- .l'installation des panneaux solaires thermiques en soutien au chauffage et production d'ECS.
- .remplacement d'un vieux circulateur par un circulateur économe.
- .isolation des conduites de chauffage et d'ECS.

Le chauffage géothermique tire l'énergie de la terre, de l'eau (géothermie sur nappe phréatique) ou de l'air (L'aérotherme) cette énergie est transformée en chaleur utilisable sous forme de chauffage⁴⁸

Et parmi les solutions pour des chauffages plus efficaces en matière d'énergie on cite :

⁴⁸ BRIGITTE,Vu ,*le guide de l'habitat passive*, Paris,Eyerolles,2011,p102.

- Les chaudières a base de combustible fossiles : chaudière à condensation gaz ou mazout.
- les chaudières base de combustible renouvelables (pellets, plaquettes, buches).
- Les poêles à pellets ou buches).
- Le solaire thermiques en soutien à l'installation de chauffage.
- La centrale de micro cogénération (gaz/pellets).
- la pompe à chaleur.⁴⁹

6.3.2.4. Electricité

Pour la production de l'électricité on opte pour l'utilisation des panneaux solaires photovoltaïques, ainsi pour réduire la consommation de l'éclairage on aborde plusieurs mesures tel que ;l'utilisation des lampes basse consommation au lieu de lampes halogènes, un aménagement intérieur qui doit être conçu de façon à tirer le maximum de l'éclairage naturel, installation de puits de lumières si c'est possible dans les cages d'escaliers par exemple, installation de détecteurs de mouvement dans les endroits fréquentés.

7. Etude d'exemple étranger

7.1.Immeuble de Sterenveld

7.1.1.Description du projet :

Le bâtiment d'immeuble de sterenveld est construit en 1959 a la cité jardin de ban-Eik situé à Wezembeek-Oppeem, c'est un immeuble de logement sociaux qui abritent 89 appartements, avec des espaces ouverts et vert, dans cette structure de 10étages on trouve des couloirs central menant au appartement,



Figure 29 : L'immeuble de sterenveld
 .Source : BOURGEOIS Mathieu,
 BRONCHART Sophie, RIXEN Jean-
 François (Rénover en basse
 consommation) 2010.

⁴⁹ MATHIEU,Bourgeois,SOPHIE,Bronchart,JEAN,Francois Risken,*Rénover en basse consommation*,2éme édition,Paris:ed.L'inedite,2010,page52.

sans ventilation, ni éclairage. Une chaufferie central garantie le chauffage de tout le quartier (chauffage urbain).

Le bâtiment ne répond à aucun critères de confort contemporain, il est l'origine d'une forte consommation d'énergie, vu que les locataires étaient des simples citoyens à faible revenu pour se permettre des travaux de rectification, et pour cela la société de logement social a décidé de mettre en marche un programme de rénovation énergétique pour cet immeuble afin de le transformer en un immeuble à basse consommation.



Figure 30 : Façade ouest. Source : BOURGEOIS Mathieu, BRONCHART Sophie, RIXEN Jean-François (Rénover en basse consommation) 2010.

7.1.2.description de la rénovation et fixation de l'objectif énergétique :

Le programme de la rénovation se porte sur la restructuration de l'immeuble afin d'atteindre un bâtiment basse énergie, avec l'intervention du maître de l'ouvrage du projet SHM Gewestelijke Maatschappij voor Volkshuisvesting, bureau d'étude RCR studie bureau, maître de l'œuvre l'architecte Quiryen et Jacobs Architecten.



Figure 31 : Cloison de doublage structurelle. Source : BOURGEOIS Mathieu, BRONCHART Sophie, RIXEN Jean-François (Rénover en basse consommation) 2010.

Les travaux à effectuer sont les suivants :

- Dénudation de l'immeuble.
- réemploi de la structure en béton.
- nouvelle structure pour les jardins d'hiver.
- modification de plan d'aménagement +structuration.
- isolation de l'enveloppe.



Figure 32 : Interruption thermique. Source : BOURGEOIS Mathieu, BRONCHART Sophie, RIXEN Jean-François (Rénover en basse consommation) 2010.

- châssis extérieurs en bois, extérieure recouvert d'aluminium+double vitrage.
- ventilation mécanique avec récupération de chaleur.
- capteurs solaire (tube sous vide).
- cellules photovoltaïques.
- radiateurs à basse température.
- appareils d'économie d'eau.
- système de gestion central.

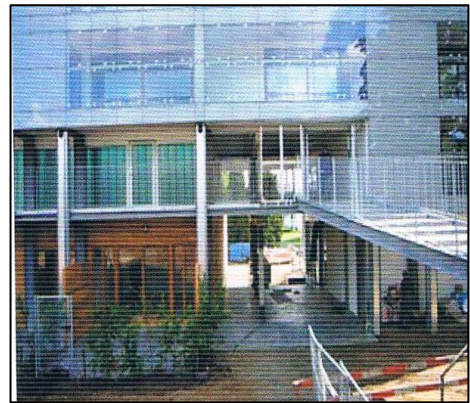


Figure 33 : Pont piéton vers le 1^{er} étage.
Source : BOURGEOIS Mathieu,
BRONCHART Sophie, RIXEN Jean-
François (Rénover en basse
consommation) 2010.

7.1.3.Réduction des besoins énergétiques

7.1.3.1.Amélioration de l'enveloppe extérieure

7.1.3.1.1.l'enseillement :

Autrefois l'immeuble renferme deux zones, avec des appartements orientés vers le sud - ouest ou le nord-ouest. Le projet de rénovation a complètement abandonné le plan initial. Avec l'ajout de trois nouvelles cages d'escaliers à chaque étages les appartements ont été bénéficiaire d'une double exposition, les habitations profitent du moins de deux orientations opposées .Des nouvelles terrasses ont été installé derrières le cadre vitré de la façade afin de permettre d'avoir un jardin d'hiver et un balcon traditionnel en été.



Figure 34 : Vue depuis un jardin d'hiver. Source :,
(Rénover en basse consommation) 2010.



Figure 35 : Vue des terrasses vitrées. Source :, RIXEN
(Rénover en basse consommation) 2010.

7.1.3.1.2.L'amélioration de la compacité de l'immeuble

Pour la compacité du bâtiment, l'immeuble a été déjà d'origine de forme serrée, forme d'un parallépipède, mais la nécessité de plusieurs modifications et l'ajout de quelques espaces a mené l'architecte à rater cette étape.

7.1.3.1.3.l'isolation

Dans ce qui suit on vous présente la composition des différentes couches des murs, la toiture, le plafond ainsi que les fenêtres.

7.1.3.1.3.1.Isolation des murs extérieurs :

Murs (avant : $U=2,78W/m^2k$)

Tableau 3:isolation des murs extérieure:source :rénover en basse consommation

Bardage en fibre-ciment	0,5cm
Vide	3cm
Laine minérale	15cm
Béton	18cm
Plâtrage	3cm
$U=0,23W/m^2k$	39,5cm

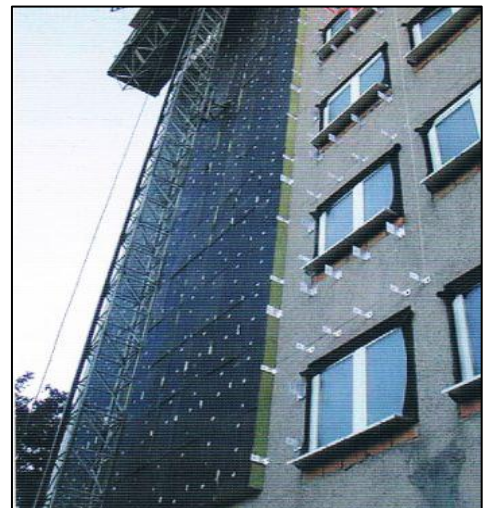


Figure 36 : Isolation sur façade en béton.
Source : BOURGEOIS Mathieu,
BRONCHART Sophie, RIXEN Jean-François
(Rénover en basse consommation) 2010.

7.1.3.1.3.2.Isolation de la toiture :

Tableau 4:isolation de la toiture ,source: rénover en basse consommation

Couverture	1cm
Isolation en laine minérale	12cm
Chape sur film PE (polyéthylène)	4cm
Panneau en béton	15cm
Plâtrage	1cm
$U=0,28W/m^2k$	33cm

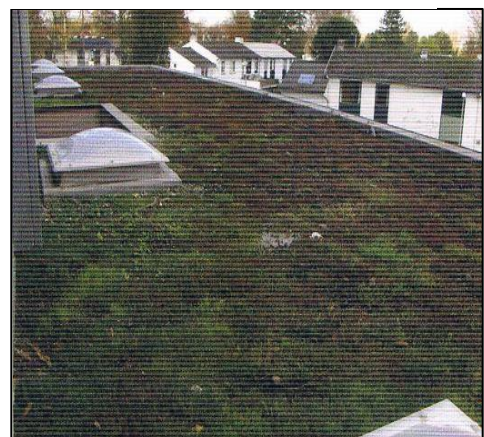


Figure 37 : Toit vert. Source : BOURGEOIS
Mathieu, BRONCHART Sophie, RIXEN
Jean-François (Rénover en basse
consommation) 2010.

7.1.3.1.3.3. Isolation au-dessous de l'extérieure du premier étage :

(Avant : $U=6.66\text{W/m}^2\text{k}$)

Tableau 5: Isolation au-dessous du première étage ,source: rénover en basse consommation

Dalles	1cm
Chape	7cm
Isolation acoustique au bruit d'impacte	1cm
Isolation polyuréthane sur film PE	3cm
Béton armé	15cm
Isolation en laine minérale	8cm
Plâtrage extérieure	2cm
$U=0.23\text{W/m}^2\text{k}$	37,5cm

7.1.3.1.3.4. Fenêtres

Fenêtres à double vitrage, la valeur U de l'ensemble s'élève à $1,52\text{W/m}^2\text{k}$ et celle du vitrage seul est de $1.1\text{W/m}^2\text{k}$.

7.1.3.1.3.5. réduction des ponts thermiques

La plus part des ponts thermiques localisés, se situent au terrasses et au différents types de revêtement de façade, et pour cela des isolants légers ont été placé sur les façades extérieures. Tel que les panneaux en fibre ciment, le revêtement de cèdre et de plâtrage extérieur. Ainsi qu'une couche de laine minérale posée sous chaque revêtement, les ponts thermiques des terrasses on été éliminer en créant des séparations structurelles entre l'existant et le nouveau avec des panneaux isolants durs, les terrasses ont été attribuées au moyen de mortier colle, les éléments structurels extérieures ont été revêtus et isolés.

Les planchers intérieurs et extérieurs ont été raccordées par des isolations continue nom interrompue afin d'éviter toutes déperdition thermique.

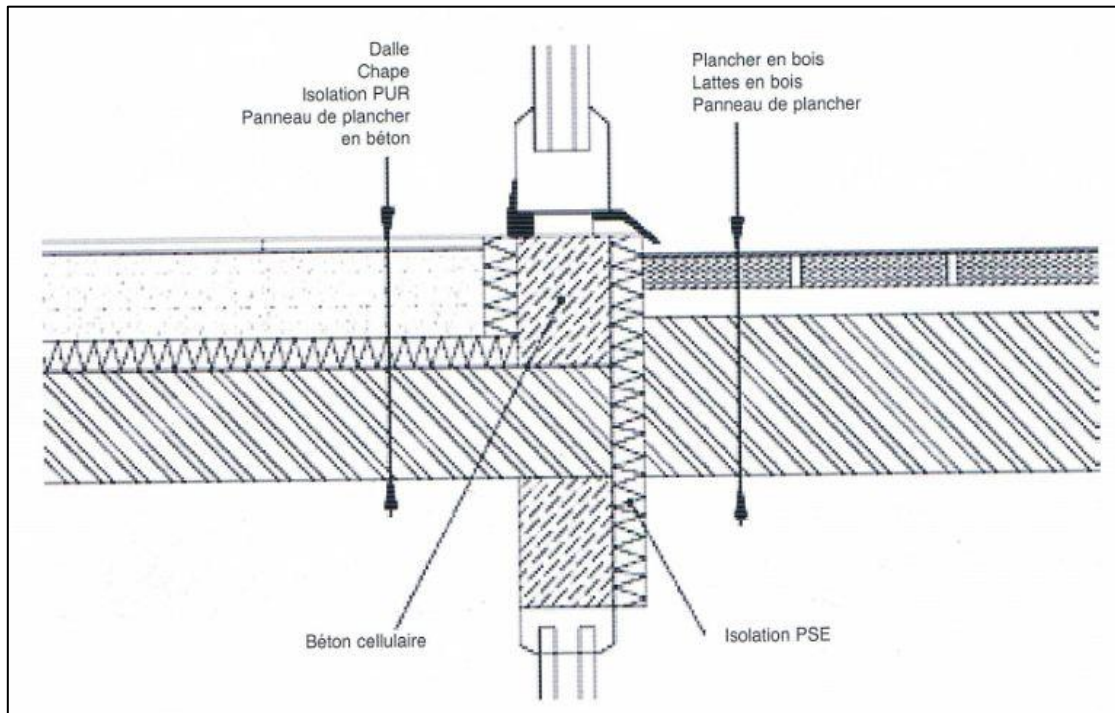


Figure 38 : Détail constructif du plancher des appartements. Source : BOURGEOIS Mathieu, BRONCHART Sophie, RIXEN Jean-François (Rénover en basse consommation) 2010.

7.1.3.1.3.6. Etanchéité à l'air

L'étanchéité de l'immeuble est assurée par un raccord étanche des fenêtres à la structure existante à l'aide de bavette EPDM.

7.1.3.2. Amélioration des installations techniques

7.1.3.2.1. La ventilation

Pour la ventilation, une installation centrale, permet l'évacuation de l'air vicié des pièces humides (salle de bain et cuisine), et l'arrivée de l'air frais, à l'aide de trois systèmes qui permettent la récupération de chaleur : échangeur à plaque, échangeur à caloduc (heatpipe), échangeur rotatif. Des conduites séparées de ventilation en été installées pour les pièces éloignées de la zone centrale.

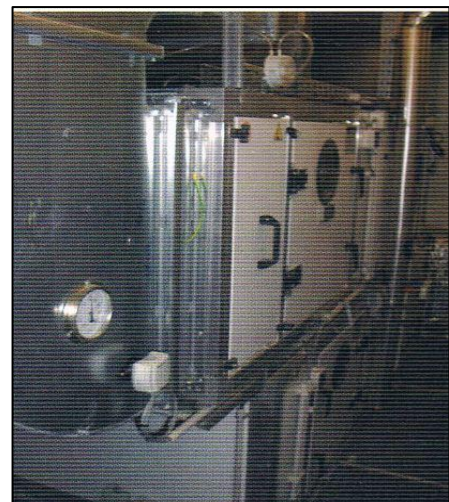


Figure 39 : Groupe de ventilation. Source : BOURGEOIS Mathieu, BRONCHART Sophie, RIXEN Jean-François (Rénover en basse consommation) 2010.

7.1.3.2.2.Le chauffage

Le projet de rénovation a complètement rejeté le chauffage urbain, qui présente plus d'inconvénient que d'avantage (déperdition de chaleur à travers, les conduites, fuites, le cout élevé de l'exploitation...). Ils ont donc opté pour un système de chauffage collectif, avec une chaudière gaz à condensation, pour le chauffe d'eau chaude sanitaire.

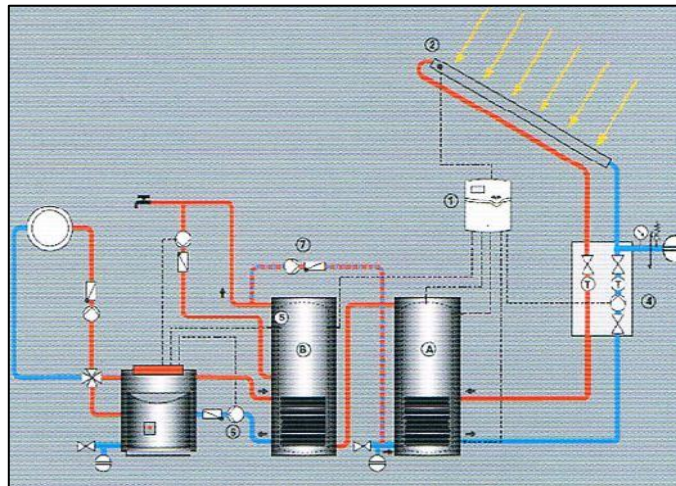


Figure 40 : Préparation d'eau chaude sanitaire. Source : BOURGEOIS Mathieu, BRONCHART Sophie, RIXEN Jean-François (Rénover en basse consommation) 2010

7.1.3.2.3.Eau chaude sanitaire

L'eau chaude sanitaire est assurée par deux manières :

1-Deux chaudières à gaz à condensation : une à haute température utilisée pour le groupe d'eau et l'eau chaude sanitaire ; l'autre basse température pour les radiateurs.

2-Chauffe-eau-solaire

Cette méthode se base sur le chauffage de l'eau à l'aide de capteurs solaires à tubes sous vide, installés sur le toit, et sur les façades, et cela pour la surface de toit de l'immeuble réduite.

L'eau chaude est donc préchauffée par les capteurs solaires, et chauffée par la chaudière à gaz à condensation ultérieurement.

7.1.3.2.4. Electricité

Des panneaux photovoltaïques, ont été montés sur le toit pour la production de l'électricité, ajoutant à ceci plusieurs mesures d'économie d'énergie afin de réduire la consommation, tel que l'échange avec des détecteurs de mouvement pour les espaces fréquentés, avec des boutons-poussoirs équipés de minuterie, installation des ampoules au lieu des lampes fluorescentes.⁵⁰

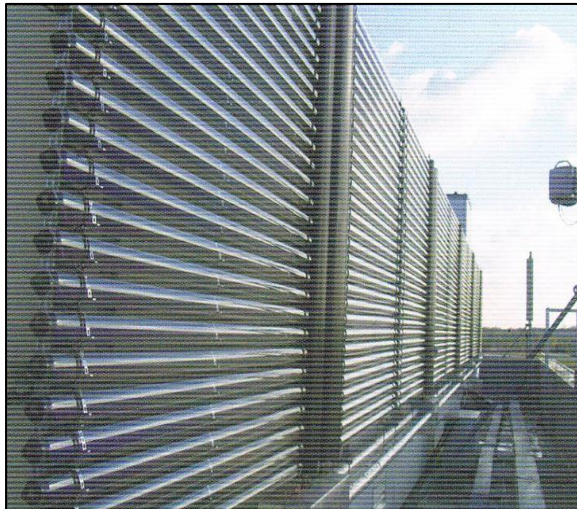


Figure 41 : Capteurs solaires. Source : BOURGEOIS Mathieu, BRONCHART Sophie, RIXEN Jean-François (Rénover en basse consommation) 2010

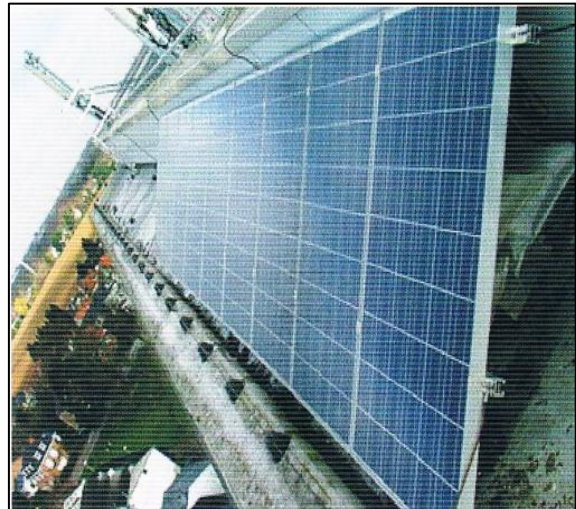


Figure 42 : Panneaux photovoltaïques. Source : BOURGEOIS Mathieu, BRONCHART Sophie, RIXEN Jean-François (Rénover en basse consommation) 2010

7.2. Rénovation du groupe scolaire Claude Monet de Bougival

7.2.1.Introduction

Le secteur tertiaire en France a connu une forte augmentation énergétique durant les deux dernières décennies, représentant 16% de la consommation d'énergie finale.

Au-delà, des instruments de politique publics ont été mis en places pour stimuler le rythme de la rénovation afin d'optimiser la consommation d'énergie par conséquent des éco bénéfices seront tirés

Bougival tend parmi les villes françaises qui se sont engagées ,par la volonté dans un processus d'optimisation des consommations énergétiques, la ville n'a cessé de poursuivre et d'étendre. Cet objectif, bien au-delà des normes et directives fixées par la législation.

⁵⁰ MATHIEU,Bourgeois,SOPHIE,Bronchart,JEAN,Francois Risken,*Rénover en basse consommation*,2ème édition,Paris:ed.L'inedite,2010,page53.

Plusieurs bâtiments dans cette ville bénéficièrent d'une rénovation énergétique à savoir le groupe scolaire Claude Monet .

Le groupe scolaire a été construit en 1960 sur les hauteurs de Bougival est un ensemble de plus de 3 000m² composé d'une école maternelle de 5 classes et d'une école primaire de 10 classes.

Le groupe contient des locaux âgés de plus de 50ans dans un état particulièrement vétuste ouvrait la porte à un gaspillage d'énergie conséquent, l'école était dotée d'un simple vitrage ce qui facilité la pénétration de la chaleur en été et le froid en hiver, et pour atteindre la chaleur souhaité deux chaudières gaz ont été installées caractérisées par une grande consommation de combustible rendant le facteur énergétique assez hausse

Face à cette situation en tenant compte de la monté de prix de d'énergie non renouvelable, une décision de baisser la consommation d'énergie a été prise par le biais d'une rénovation énergétique au delà les travaux ont été lancés en 2011 et achevé en 2012

Les travaux de rénovation énergétique effectués concernent :

- Une très forte isolation de l'enveloppe, avec notamment :
 - Le remplacement des façades légères existantes par des façades isolantes à ossature bois,
 - L'isolation des façades maçonnées par l'extérieur,
 - L'isolation du plancher bas par le vide sanitaire,
 - L'isolation des toitures avec toiture végétalisée pour l'école maternelle,
 - L'installation de menuiseries PVC performantes.



Figure 43 Groupe scolaire CLAUDE Monet: source <http://www.ekopolis.fr/sites/default/files/docs-joints/EKP-REX-2014-BOUGIVAL.pdf>(28 décembre2014).

- La réfection complète de la production/distribution/régulation de chaleur avec :
 - La création d'une chaufferie mixte bois granulés/gaz à condensation,
 - La réfection de la distribution et émission par des radiateurs basse température.
- La mise en œuvre d'une ventilation performante :
 - Installation de 4 centrales de traitement d'air double flux à débit variable,

- Installation de VMC simple flux pour les sanitaires,
- Le remplacement de l'ensemble des luminaires, équipés de ballasts électroniques et de détecteurs de présence ou de luminosité.
- La mise en œuvre d'une gestion technique du bâtiment contrôlant :
 - La production de chaleur suivant la température extérieure, intérieure ainsi que les créneaux horaires,
 - La ventilation des salles par des sondes de détection de CO2 dans chaque salle et des registres motorisés,
 - La possibilité de relevés de compteur à distance pour une plus grande Réactivité.
- Une remontée d'information sur l'ouverture / fermeture des fenêtres.

7.2.2. Résultat de cette rénovation

L'objectif clé de cette réhabilitation a été la performance énergétique. Avant les travaux, la consommation du groupe scolaire était de 178 KWhep/m² par an. Après les travaux, la valeur maximale atteinte est de 31 KW he/m² par an, soit une réduction de 82% des consommations, permettant au groupe scolaire de bénéficier du label BBC existant (1^{ère} rénovation en France a bénéficié de ce label). Par la mise en place d'une installation de chauffage au bois, les émissions de CO2 ont également été réduites de 98%, passant de 130 000 à 2 500 KgeqCo2/an.⁵¹



Figure 44 : Groupe scolaire CLAUDE Monet: source: <http://www.ekopolis.fr/sites/default/files/docs-joints/EKP-REX-2014-BOUGIVAL.pdf> (28 décembre 2014).

⁵¹ Rénovation énergie d'un groupe scolaire : l'école Claude Monet Bougival, "http://www.ekopolis.fr/sites/default/files/docs-joints/EKP-Rex-2014-Bougival.pdf, consulté le 28 décembre 2014.

8. Conclusion

Dans ce chapitre, on a cerné le contexte de la rénovation énergétique des Bâtiments pour pouvoir abaisser la facture énergétique, et améliorer le Confort thermique à l'intérieur des bâtiments, et créer une ambiance favorable qui Convient aux besoins des occupants, Cette partie nous a permis également de mettre en évidence et d'identifier toutes les solutions techniques, de la réhabilitation énergétique des bâtiments existants , et de mieux cerner leur cadre d'application en outre ces solutions se portent davantage sur l'amélioration des équipements techniques tout en intégrant des énergies renouvelables , l'isolation des parois opaques et vitrées résulte une réduction dans la consommation d'énergie et un bâtiment plus performant sur le plan thermique .



Figure45:schéma récapitulatif qui montre les points essentiel a traiter dans un projet de rénovation énergétique source: [www.renovation BBC.com](http://www.renovationBBC.com).

Partie C : Cas d'expérimentation : Immeuble de bureaux des enseignants Université Abderrahmane Mira Bejaia.

Dans la partie précédente nous avons essayé de répertorier les différentes, solutions techniques de la rénovation énergétique des bâtiments existants, il existe tas de solutions appliquées pour le bâtiment existant, visant à réduire ses consommations d'énergie et le rendre plus performant sur le plan thermique.

Cette partie du rapport de présentation de cas d'études, a pour objectif d'expliquer la méthodologie et le processus de projet choisi, pour atteindre les objectifs que nous nous sommes fixés pour la rénovation énergétique de l'immeuble de 200 bureaux

Le bâtiment que nous avons choisi à rénover, est détaillé par le biais de textes, de représentations graphiques et de schémas explicatifs, de nos choix tant technique qu'architecturaux.

Notre démarche s'est axée sur la rénovation de ce bâtiment, basée sur des thématiques telles que le confort, l'amélioration des installations techniques, la baisse de la facture énergétique et l'intégration des énergies renouvelables.

1.Présentation du projet

Projet : immeuble de bureaux (200 bureaux)

Situation : université Abderrahmane mira
« Targa ouzemour »Bejaia

Surface du terrain : 5400m²

Superficie du ma bâtiment : 1226.5m²



Figure 46: immeuble de bureau

1.1.Critères du choix du bâtiment

L'Algérie a connu un changement conséquent dans la façon d'appréhender la construction des bâtiments publics. Les techniques de construction se sont ainsi vues transformées notamment par l'apparition des nouveaux matériaux. Les structures économiques dans lesquelles s'exerce l'acte de construire ont également été modifiées en profondeur. Ces nouvelles techniques de construction ont été généralisées et développées au niveau de territoire national et ont fait naître des nouveaux styles de conception,

Le choix du bloc des enseignants tient à plusieurs raisons, tout d'abord sa situation au cœur de l'université, occupé le jour pendant les heures de travail, ce qui nous facilite l'accès pendant l'enquête, et représente l'exemple significatif des constructions algériennes actuelles.

1.2.La forme du bâtiment

Le bâtiment est implanté au sein de l'université de Bejaia dans un terrain plat.

Le bâtiment est constitué de deux entités reliées, les deux entités sont de forme simple parallélépipédique avec des décrochements sur leurs façades principales. L'implantation et l'orientation de ces bâtiments déterminent par conséquent, les déperditions thermiques, les apports solaires, l'éclairage, les possibilités de ventilation naturelle et les vues. En effet construire un bâtiment avec une forme éclatée et des décrochements, augmente les déperditions énergétiques



Figure 47 : Plan de masse de l'immeuble de bureaux.

1.3.Orientation et ensoleillement

La ville de Bejaia, fait partie des villes côtières situées au nord du pays. Elle se caractérise par un climat chaud et humide. Les bâtiments publics de cette ville dont l'immeuble des 200 bureaux est l'exemple significatif, présentent un cadre bâti marqué par

une orientation arbitraire, dispersé et éclaté, dans notre cas d'études les espaces sont disposés linéairement et orientés dans tous les côtés, Cependant la façade principale est orientée vers le sud celle-ci est la plus préférable, par rapport aux autres expositions, car c'est la seule à être à la fois avantageuse beaucoup plus en hiver. En outre, cette orientation apporte évidemment un éclairage satisfaisant par ailleurs, les autres orientations sont les plus exposées aux rayons solaires en les rendant Difficile à protéger. Ceci est particulièrement dérangeant l'été, surtout pour l'exposition Ouest, car les rayons solaires arrivent au moment le plus chaud de la Journée. En effet La Mauvaise conception de ces bâtiments augmente les déperditions, entraînant des besoins en Climatisation et en chauffage plus importants sur ceci la quête d'une bonne orientation du bâti doit être pensée de manière à éviter la déperdition thermique mais aussi à avoir des parois aussi étanches que possible à l'air, et qui minimisent l'effet des vents indésirables.

1.4.L'enveloppe extérieure

Les façades du bâtiment sont différentes dans leurs traitements, et leurs compositions, pour les différentes orientations marquées, par la présence de mur rideau dont le pourcentage de vitrage est de 30% de type double vitrage cette utilisation excessive de vitrage entraîne des entrées d'air froid en hiver, et laissent peu ou mal pénétrer le rayonnement solaire particulièrement pour les façades est, ouest, et nord. Contrairement à la façade sud, les Vitrages dans ce côté capteront plus d'énergie durant l'hiver qu'ils n'en



Figure48:les fenêtres de l'immeuble.

feront perdre ajoutant que toutes les fenêtres ne sont pas dotées de protection solaires, ni à l'extérieure ni à l'intérieure. Pour cela Pour ombrer les ouvertures, des protections solaires s'imposent. Elles empêchent l'insolation directe des ouvertures tout en laissant passer la lumière.

1.4.1.L'isolation

les façades sont réalisées en béton armé composé d'un voile intérieur, en béton armé de 10cm d'épaisseur, d'une l'âme d'air de 5cm d'épaisseur et d'un voile extérieur de 15cm le revêtement des face extérieur s'est fait par un enduit de bâtard tandis que l'intérieur s'est fait par un enduit ciment. Des matériaux d'isolation (polystyrène et liège) sont utilisés au niveau des panneaux préfabriqués de façade mais ils sont insuffisants pour garantir le confort d'hiver et d'été. L'absence de revêtement de façade, en plus d'une orientation et une couleur inadaptées font que ce bâtiment soit exposé aux aléas du climat en toute saison.

1.4.2.Perméabilité à l'humidité

L'étanchéité est mal soignée et n'offre pas de protection suffisante contre les aléas extérieurs (pluie, vent, poussière....) entraînant des migrations d'eau à l'intérieur des murs.

1.4.3.Perméabilité à l'air

Des fenêtres et des baies vitrées mal adaptées, mal orientées et mal installées(Non étanches) qui engendrent des infiltrations d'air extérieur, courant d'air gênant, entraînant un alourdissement du bilan thermique.

1.4.4.La toiture :

Le toit de l'immeuble est constitué d'une terrasse inaccessible étanche, comprene aussi des plaques de liège aggloméré pour isolation thermique d'épaisseur de 04 cm, la protection de l'étanchéité en gravillon roulé, et au milieu trois verrières afin d'offrir la lumière zénithale pour le patio de l'immeuble.

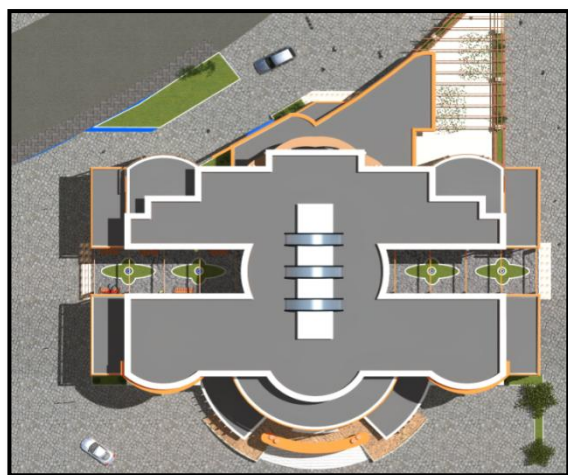


Figure 49 : La toiture de l'immeuble.

1.5. Les installations techniques

1.5.1. Le Chauffage

Il existe plusieurs types de chauffage, pour notre cas d'étude, c'est un chauffage à eau chaude par distribution bitube "*C'est le mode d'alimentation le plus utilisé. Il comprend deux circuits. L'un alimente en eau chaude les radiateurs tandis que l'autre reconduit l'eau refroidie à la chaudière*"¹. Les radiateurs sont alimentés en eau chaude, cette dernière est obtenue par une chaudière qui consomme de l'énergie fossile le gaz naturel.

D'après les plans de chauffage, chaque bureau est équipé d'un Corps de chauffe et chaque hall est équipé d'au moins de deux Corps de chauffe ,doté d'une capacité thermique de 1000Kcal. Ces besoins énergétiques sont l'origine des déperditions thermiques liés à la conception des bâtiments, ainsi qu'au type de chauffage installé.



Figure50:La chaudière installé dans l'immeuble(chaudière classique a gaz naturel).

¹ GERARD, Calvat. *Isolation thermique et le chauffage*, Paris, éd.ALTERN, , 2009, p70.

1.5.2.La Climatisation

Le bâtiment actuellement, n'est pas doté d'un système de climatisation mécanique rappelant qu'un projet et en phase d'étude pour équiper le bâtiment par un système de climatisation central prochainement.

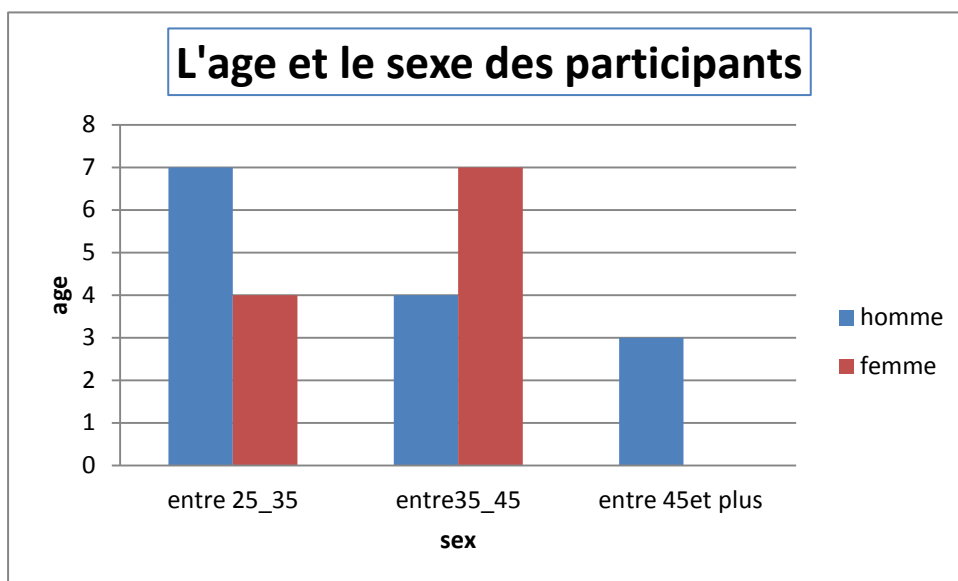
1.5.3.L'électricité

L'utilisation de l'électricité dans l'immeuble de bureau est prépondérante et de plus en plus augmente et cela est dû à l'utilisation excessive des équipements bureautiques ainsi que l'utilisation des chauffages électriques en hiver, vu que les chauffages fonctionnent avec une intermittence, et l'utilisation des ventilateurs électriques en saison estivale, puisque l'immeuble n'est pas doté d'un système de climatisation. Cette utilisation intense des équipements implique une hausse de consommation d'énergie et nécessite une gestion mieux coordonnée pour une consommation nettement réduite.

D'après l'analyse de ce bâtiment nous avons conclu que celui-ci est un bon exemple de l'accroissement des coûts énergétiques à cause de l'isolation médiocre de son enveloppe ainsi que l'utilisation massive des équipements techniques pendant la journée ce qui augmente la facture énergétique de ce bâtiment en effet réaliser une rénovation énergétique sur ce bâtiment est source d'économies d'énergie. Par ailleurs, le principe de cette opération est de limiter les sources de déperditions, et diminuer les besoins en chauffage et de climatisation ainsi que d'électricité. Résultat, le bâtiment consomme moins pour un confort amélioré.

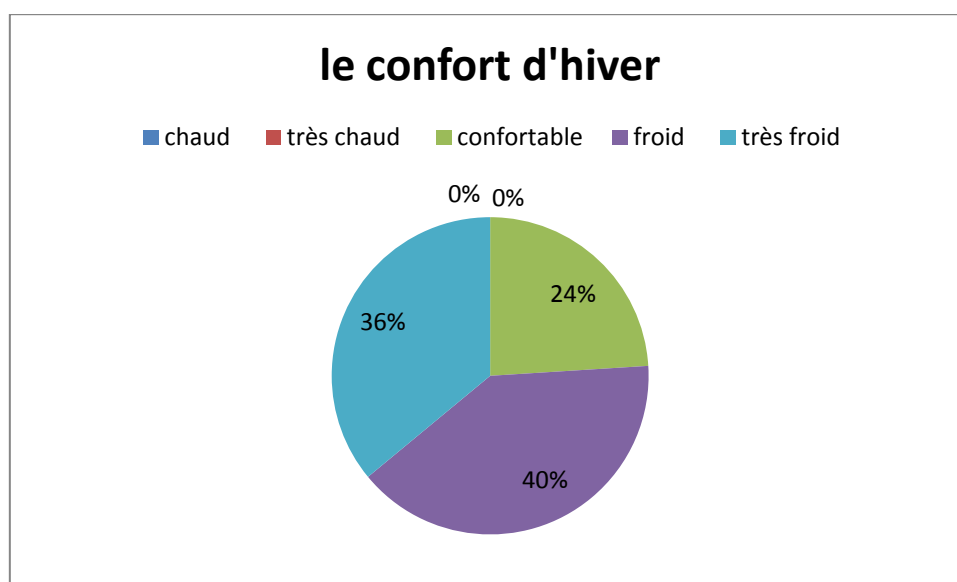
2.Questionnaire sur l'aspect énergétique de l'immeuble de bureaux des enseignants

Dans le cadre d'une analyse énergétique du nouveau bloc de bureaux des enseignants, et afin de proposer des pistes d'économie d'énergie, et améliorer le confort des travailleurs, nous tentons de poser une série de questions sous forme d'un questionnaire sur une partie des occupants, ce questionnaire de pré-étude a pour but d'évaluer les besoins du bâtiment en matière d'énergie, et cerner les problèmes liés au confort et à l'efficacité énergétique. Les résultats nous permettront d'identifier les actions envisageables d'installation des énergies renouvelables et réduire la facture énergétique.



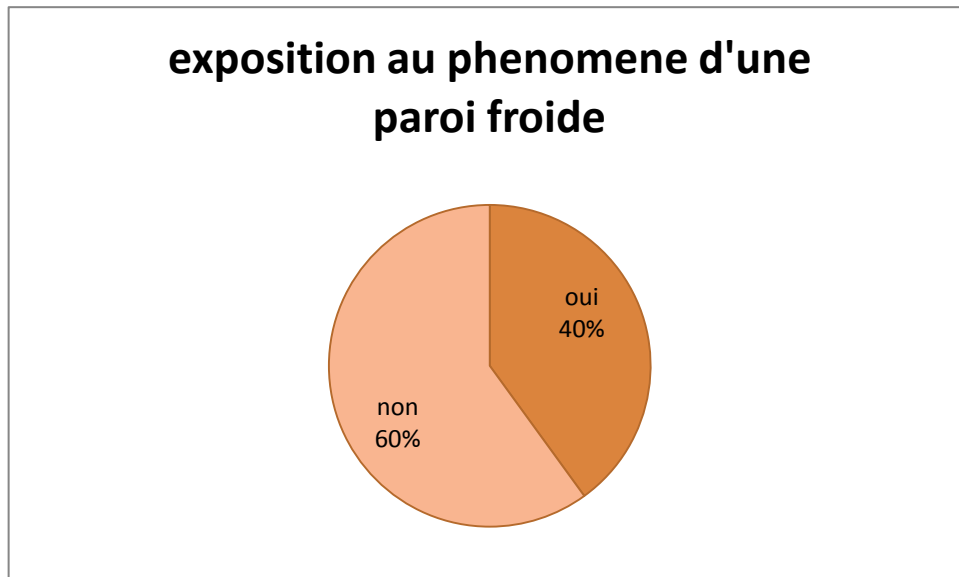
Au sein de l'échantillon une mixité de sexe des participants, dont 14 sur 25 participants sont des hommes et 11 femmes, soit 7 hommes ont l'âge entre 25 et 35 et 4 hommes ayant l'âge entre 35-45 et 3 dépassent 45 ans

Pour les femmes sur 11 répondantes, soit 4 ayant l'âge entre 25-35 et 7 entre 35-45



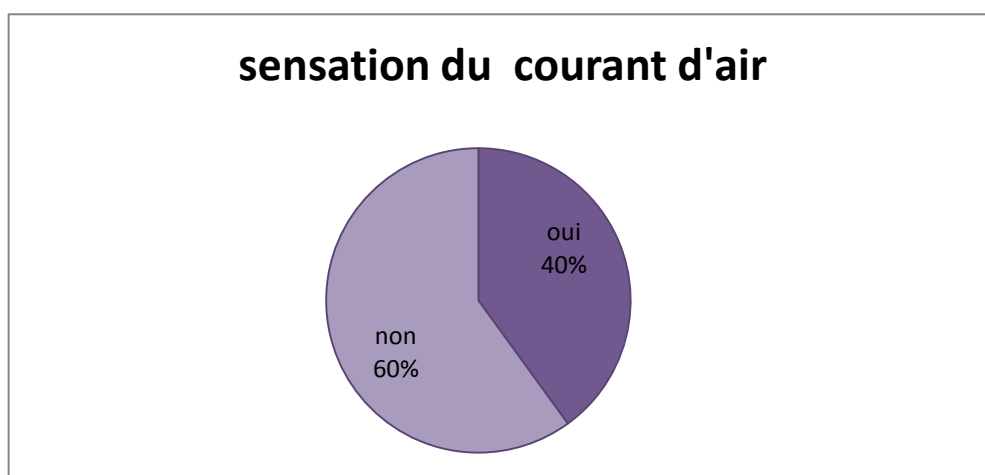
19 occupants, soit 76% des répondants sont insatisfaits du confort en hiver soit 40% d'eux se sentent froid et 36% se sentent très froid, et 6 occupants soit 36% des répondants sont satisfaits et affirment que leur bureau est confortable.

La mal isolation de bâtiment, et l'installation de système de chauffage pauvre en rayonnement dans certain espaces ,sont les principales causes du non homogénéité de la température à l'intérieur de bâtiment et la sensation du froid en saison d'hiver.



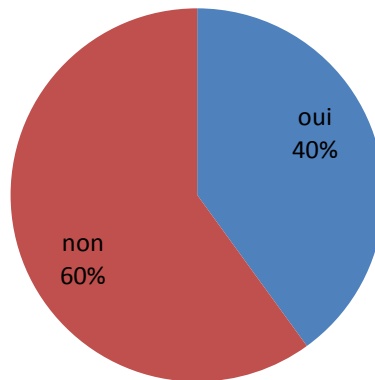
60% des enseignants interrogés disent qui ne sont pas exposés (es) au phénomène d'une paroi froide, et 40% d'entre eux affirment leur exposition à ce phénomène.

L'exposition des parois froides dépend de l'orientation des locaux, ainsi que l'isolation thermique des murs et des fenêtres qui paraient insuffisantes dans notre cas d'étude.



15 des répondants soit 60% affirment la non sensation des courants d'air et 40% affirment s'être senti des courant d'air.

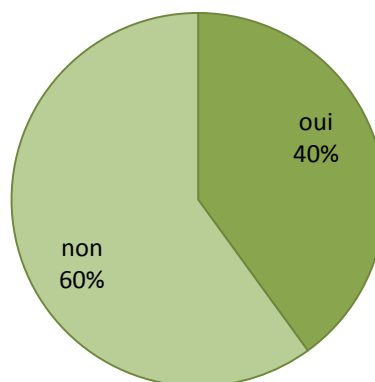
le systeme de chauffage



La majorité des enseignants (15 d'entre eux soit 60%) considèrent que les chauffages installés n'apportent pas suffisamment de confort, et précisent que leur fonctionnement est aléatoire, et 10 d'entre eux soit 40% disent que les chauffages apportent un confort suffisant à l'intérieure des bureaux.

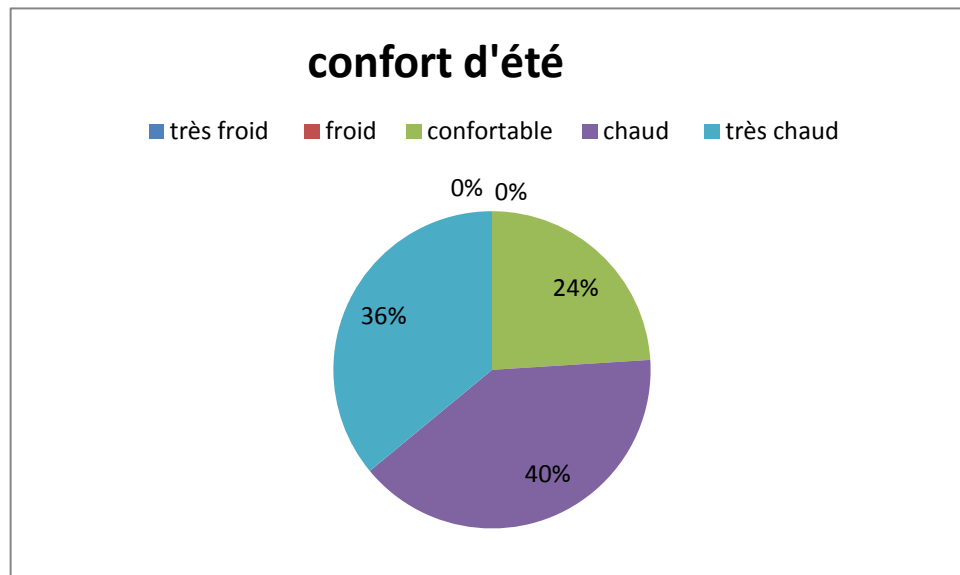
Le système de chaudière installé au sein de bâtiment ,ne comble pas les besoin de chaleurs pour les occupants et n'apporte pas suffisamment de confort.

ouverture des fenêtres



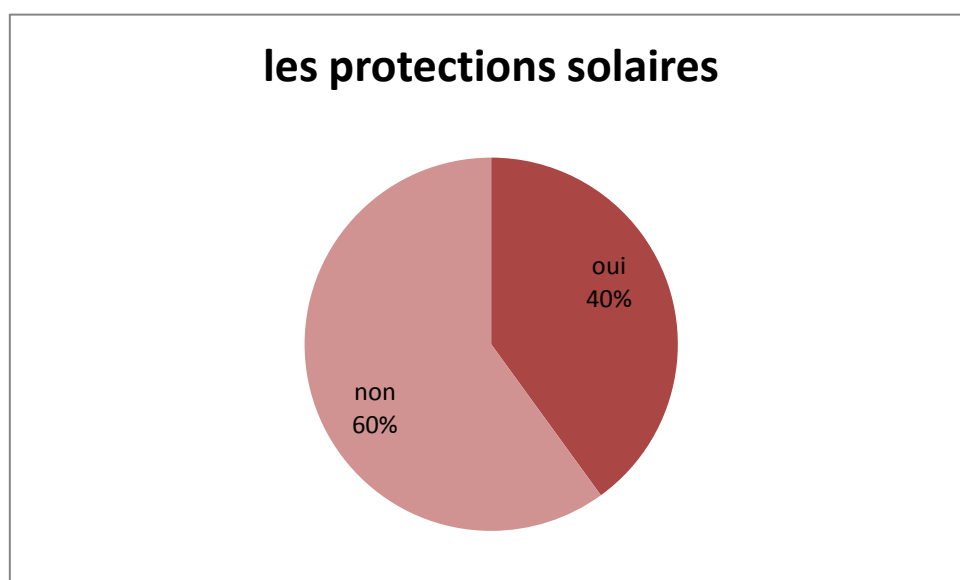
15 enseignants soit 60% personne ayant répondu à l'enquête, disent qu'ils ouvrent les fenêtres en hiver pour but d'aérer et 10 d'entre eux soit 40% ne les ouvrent pas.

Afin d'assurer le grand bol d'oxygène ,une aération empirique en ouvrant les fenêtres est la seule solution vu que la ventilation naturelle en été n'assure pas un renouvellement d'air .



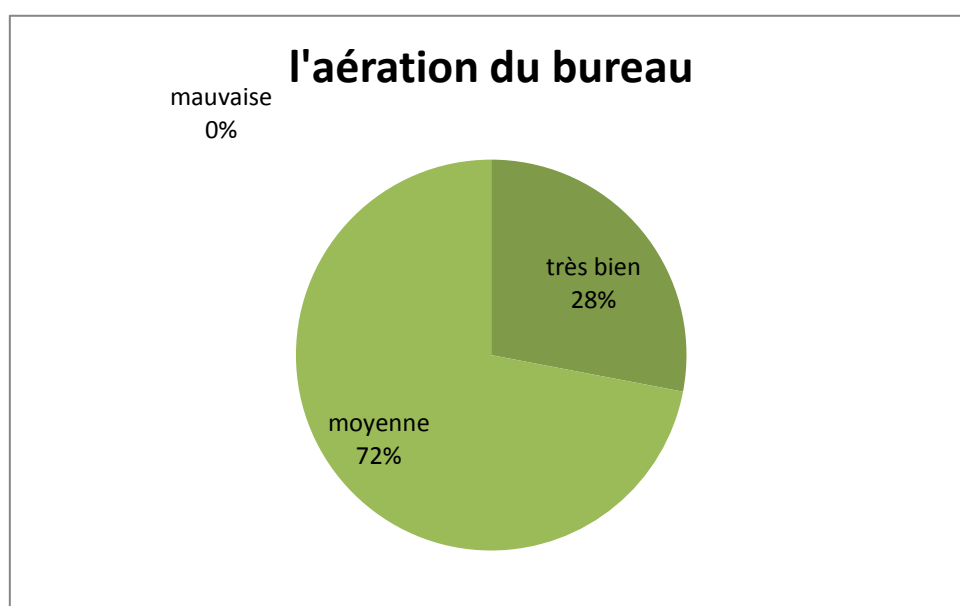
19 occupants, soit 76% des répondants sont insatisfaits du confort en été, soit 40% d'eux se sentent chaud ,et 36% se sentent très chaud, et 6 occupants soit 36% des répondants sont satisfaits et affirment que leur bureau est confortable.

La mauvaise isolation et l'inexistence de système de climatisation engendrent de surchauffes ,et d'éblouissement dans les bâtiments en saison chaude.

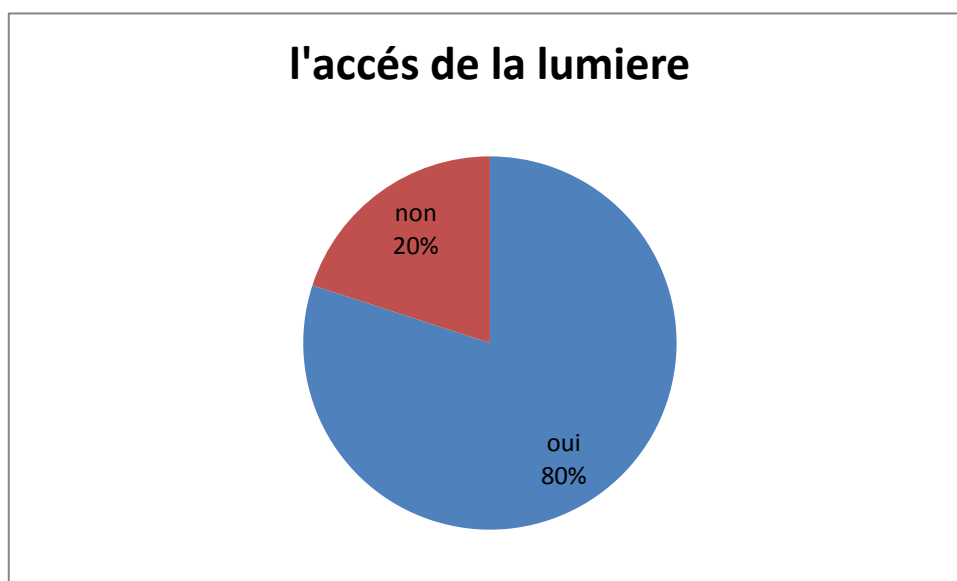


La plupart des occupants interrogés soit 60% disent que les protections solaires de vitrage ne sont pas suffisantes et d'autres ne les possèdent pas et 40% d'entre eux affirment que les protections solaires de vitrage sont suffisantes et les protègent des rayons solaires.

La non disposition de protection solaire mobile et fixe augmente le surchauffe de bâtiment sur ce il est nécessaire de placer des dispositifs de protection afin de dissiper la chaleur du soleil absorbée par l'air extérieur.

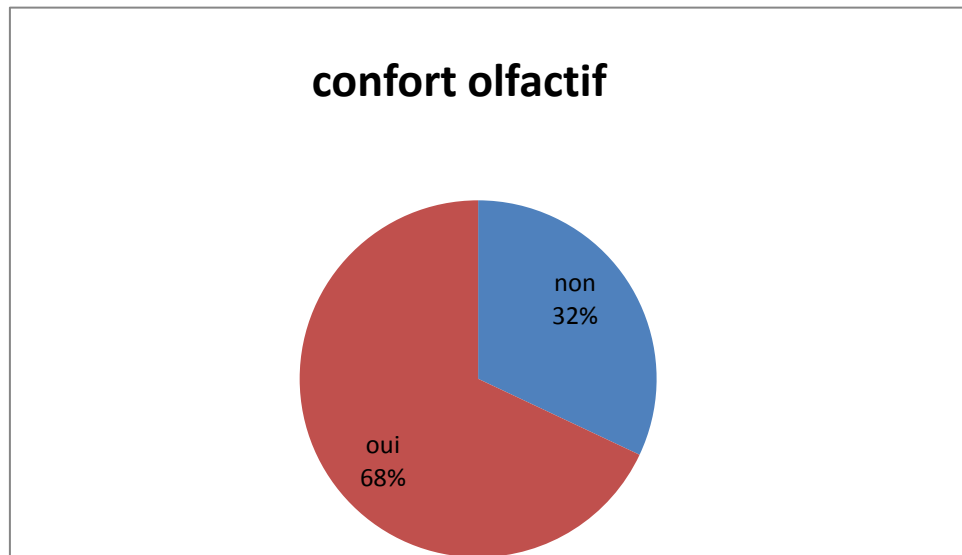


72% des répondants rapportent que leur bureau est moyennement aéré seul 28% disent que leurs bureaux sont très bien aérés.



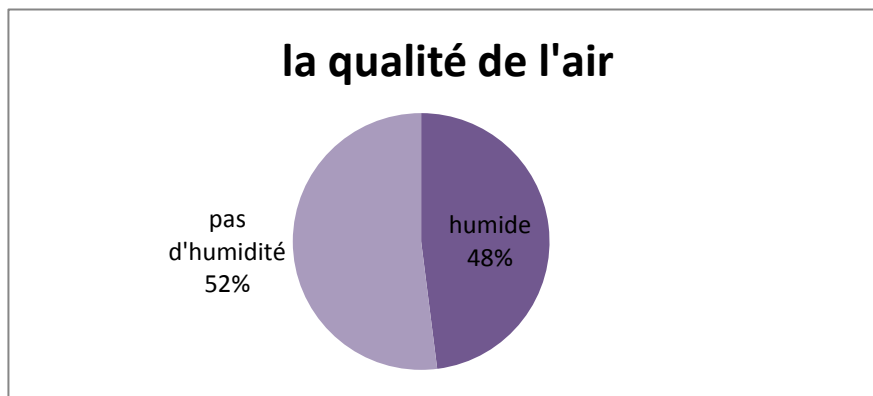
80% des interrogés déclarent que l'accès de la lumière naturelle est suffisant, et une minorité soit 20% d'entre eux affirment que leurs bureaux ne sont pas bien éclairés naturellement.

La surdimensionnement de la fenêtre ainsi que l'absence des immeubles mitoyens laissant pénétrer suffisamment de lumière à l'intérieur du bâtiment



Sur 25 sondés, 17 soit 68 % rapportent leur non satisfaction à l'égard du confort olfactif et affirment que ces odeurs proviennent généralement des sanitaires tandis que 32% déclarent une satisfaction de ce confort.

L'absence du ventilateur mécanique, et l'adaptation du bâtiment à un système de ventilation naturelle, ne garantit pas un renouvellement d'air dans tous les locaux signalant que ce type de ventilation ne marche que si la température extérieure est inférieure à la température intérieure



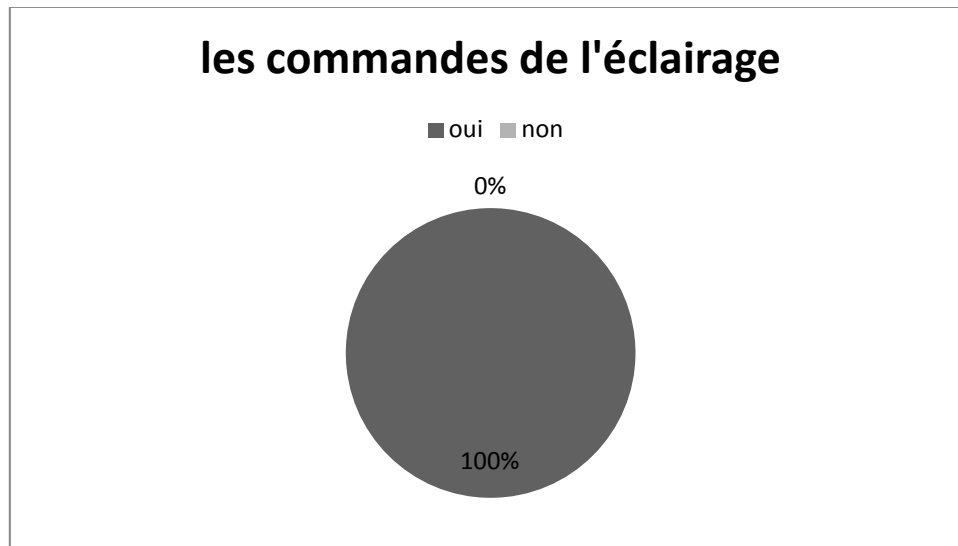
25 usagers ont donné leurs impressions quant à la qualité de l'air de leur espace de travail ,dont 52% déclarent que leur espace n'est pas humide et 48 % affirment que l'air est humide

La mauvaise isolation du bâtiment est la cause principale de taux élevé de l'hygrométrie dans certains espaces.

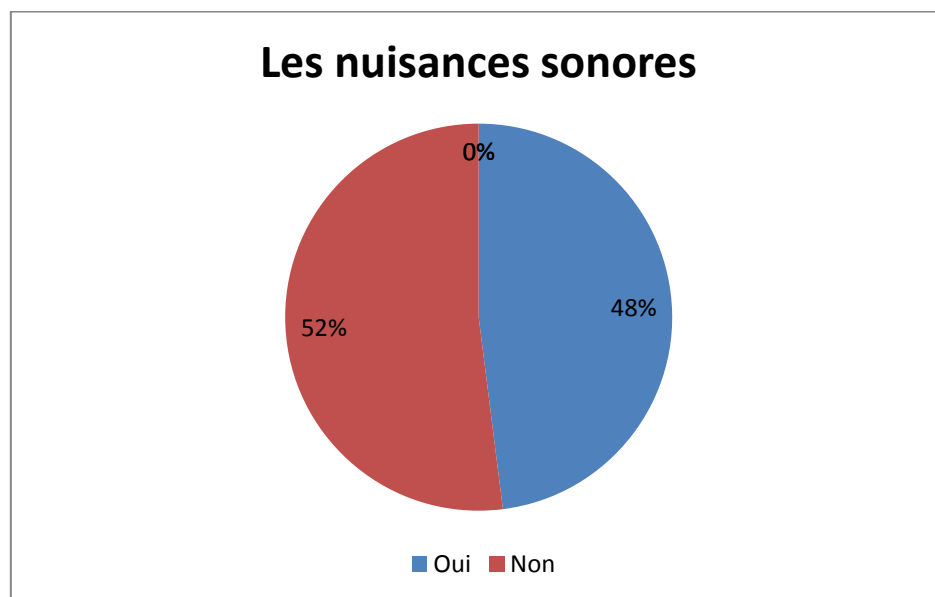


La totalité des usagers (100%) confirment leurs réflexions d'éteindre la lumière de leurs bureaux quand il n'est pas nécessaire, donc pratiquement c'est tout le monde qui prend en compte l'économie de l'énergie.

Le reflexe d'éteindre la lumière systématiquement quand il n'est pas nécessaire est un éco geste ,démontre que les occupants prennent en considération les répercussions économiques, environnementales et sociale de gaspillage de la lumière.



L'ensemble des occupants des bureaux affirment le bon emplacement des commandes de l'éclairage situées juste à côté de la porte d'entrée de l'espace.



Sur les 19 personnes interrogées, 48% d'eux gênées par des nuisances sonores prévenant parfois de l'extérieur ;les étudiants ,les véhicules, d'autres soulignent qu'ils travaillent confortablement dans leurs bureaux.

La localisation du bâtiment au sein et à proximité de l'entrée de l'université ainsi que la non isolation acoustique et l'absence des équipements d'insonorisation provoque des nuisances sonores.

Après avoir interrogé les occupants de l'immeuble et visiter les différents bureaux, on a constaté que l'ensemble des occupants ne sont pas satisfait de leur conditions de travail et affirment que les installations techniques existantes n'apportent pas davantage de confort, cette notion primordiale pour le bon déroulement et l'avancement des travaux de chaque enseignant, rappelant que les aspects les plus significatif de ce manque de confort sont :

- Sensation du froid en saison d'hiver.
- Sensation du chaud en été.
- Les nuisances sonores provenant de l'extérieure.
- L'inexistence d'un système de climatisation.
- Présence d'humidité dans certain bureaux.
- La mal ventilation.
- Manque de protection solaire.

Nous n'avons relevé aussi que la source de ce mécontentement et inconfort ,provient de la mal conception de bâtiment (l'orientation, matériaux, isolation...etc.) celle-ci est la cause directe des déperditions énergétique de ce bâtiment. Pour cela nous avons jugé judicieux de renforcer la performance énergétique ,par l'adaptation de nouvelles technologies fonctionnant à base des énergies renouvelables, sans pour autant négliger le confort des occupants.

3.Fixation de l'objectif énergétique du projet

Dans un premier temps il nous a fallu une prospection préalable, en étudiant l'ensemble des possibilités (compacité, , zonage intérieur, l' isolation, limitation des ponts thermiques, étanchéité à l'air, choix des équipements, choix de l'énergie, ...) en prenant en compte les différents labels énergétiques, et le type de rénovation à envisager.

Cette étape nous a permis de faire des choix dans le type de rénovation et de label adéquat de bâtiment.

Nous avons retenu finalement qu'une seule rénovation et label à savoir une rénovation majeur, et le label BBC alliant presque toutes les exigences nous voulions atteindre.

4. Réduction des besoins de la consommation énergétique

4.1. Amélioration de l'enveloppe extérieure

4.1.1. Maîtriser l'ensoleillement

La maîtrise des apports solaires a pour but de baisser la consommation énergétique de l'immeuble, et pour cela on a choisi d'utiliser des protections solaires sur l'ensemble des façades exposées au sud, et ouest, On a opté alors pour l'utilisation des auvents avec un treillage à feuilles caduques.

En été, les feuilles caduques détournent les rayons ardents du soleil (diminution de la climatisation).

En hiver, absence de feuillage, ce qui permet de profiter des apports solaires, en effet, les vitrages laissent passer les rayonnements solaires qui réchauffent les parois, la chaleur est donc emmagasinée puis restituée dans les bureaux (réduction des besoins en chauffage).

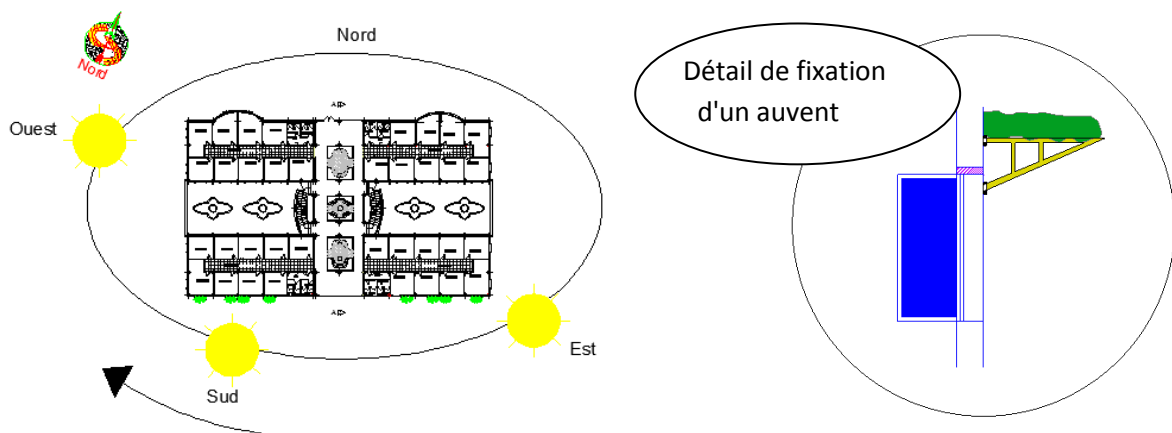


Figure 51-52 : le plan de l'immeuble avec la course solaire et les protections solaires modifiées par l'auteur

4.1.2. L'amélioration de la compacité du bâtiment

Du moment qu'on a opté pour une rénovation énergétique majeure, de type BBC, l'intervention sur la forme du bâtiment n'est pas prise en compte, telle qu'elle est prévue dans une rénovation profonde.

4.1.3.l'isolation

Economiser l'énergie c'est obtenir le même confort en utilisant moins d'énergie. Le rôle de l'isolation thermique est de préserver le confort en réduisant les échanges thermiques avec l'ambiance extérieure.

Afin d'accroître la résistance thermique d'une paroi, on utilise des isolants thermiques dont le principe est d'emprisonner l'air dans les alvéoles les plus petites possibles, pour réduire les mouvements de convection et les transferts par conduction. La super isolation demande des coefficients de résistance thermique de l'ordre de $7\text{m}^2\text{C/W}$ pour les murs et de $10\text{m}^2\text{C/W}$ pour la toiture.

4.1.3.1.Isolation des murs extérieurs

Le mur de l'immeuble est en brique creuse double parois, le type d'isolation adapté pour ce type de mur est l'isolation par l'extérieure.²Le choix de l'isolation par enduit s'est fait en référant à ses différents avantages sur le point thermique et l'efficacité énergétique ,particulièrement ;le traitement d'un grand nombre de ponts thermique, ce type d'isolation ne modifie pas les surfaces des bureaux, protège les murs des intempéries et des variations climatiques. Ce qui offre une performance thermique globale à l'immeuble,(réduction significative des consommation de chauffage ou de climatisation).

L'isolation dite L'enduit e sur isolant.Le système se compose de l'isolant collé sur le mur à l'extérieur de l'immeuble, généralement du polystyrène expansé et d'un enduit spécifique armé d'un tissu de fibres de verre et de l'enduit de finition. Il est composé de liants organiques qui forment une pellicule d'une épaisseur de 3 à 5 mm et se pose en 2 couches entre lesquelles une armature sous forme d'un treillis en fibre de verre est insérée, recouvertes d'une couche de finition. L'isolant est collé ou fixé mécaniquement si le support ne permet pas le collage.³

² MATHIEU,Bourgeois,SOPHIE,Bronchart,JEAN,Francois Risken,*Rénover en basse consommation*,2ème édition,Paris:ed.L'inedite,2010,page40.

³ *La réhabilitation énergétique dans les bâtiments existants* ,mémoire magistère Madame NAIT Nadia,2011.

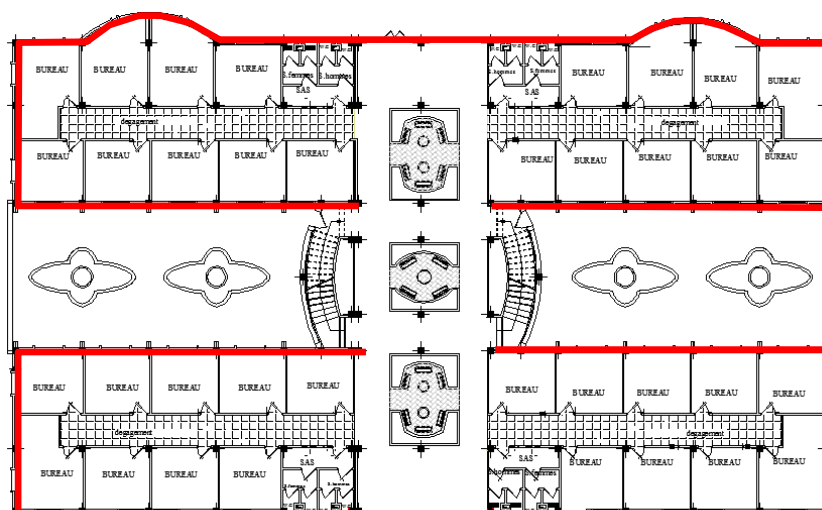


Figure53:Isolation des murs extérieure ,plan modifier par l'auteur.

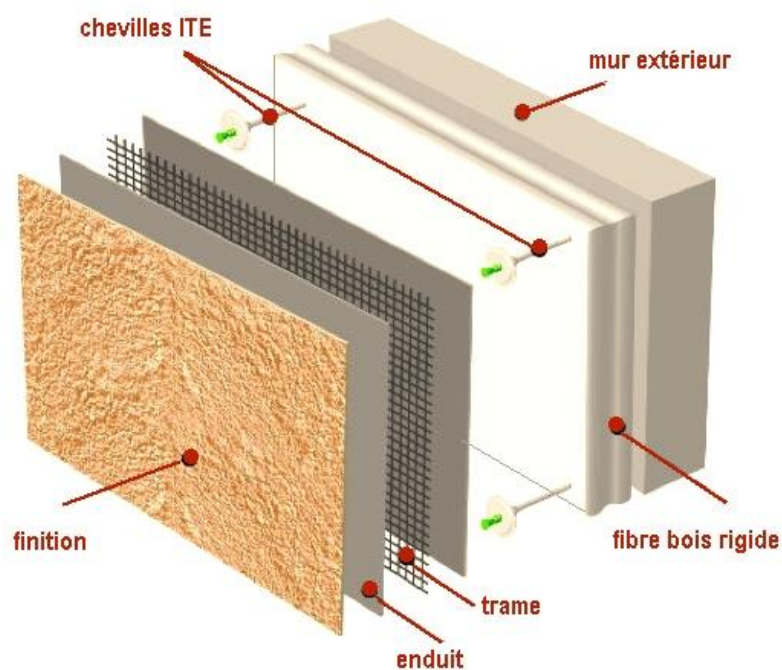


Figure54:détail d'un mur isoler par l'extérieure support enduit. Source:
[http://www.monisolationecologique.com/technique-de-pose/pose-fibre-de-bois.\(26/02/2015 13:17\).](http://www.monisolationecologique.com/technique-de-pose/pose-fibre-de-bois.(26/02/2015 13:17).)

4.1.3.2.Isolation de la toiture plate

selon Jean-Paul Meulman et Hugues Michot, on peut classer les toitures vertes selon deux types; extensive et intensive.

L'extensive s'adapte parfaitement aux constructions existantes et cela est due à sa facilité de pose et son adhésion avec tous les types de dalle plate, contrairement à l'intensive qui

nécessite un type de construction spécial, donc une adaptation faible et parfois impossible pour les travaux de rénovation. et pour cela le choix s'est porté sur l'extensive.

en outre , le choix de la toiture végétalisée est due aux différents avantages qu'elle procure notamment, son haut niveau de confort estival (réduction de la climatisation), son confort acoustique (diminution des bruits), retour à la flore donc à la faune (protection de l'environnement et qualité de l'air), Diminution des volumes et débits d'eau rejetés aux réseaux d'égouts et enfin la longévité accrue de l'étanchéité; ce qui contribue massivement à la diminution de la facture énergétique du bâtiment.

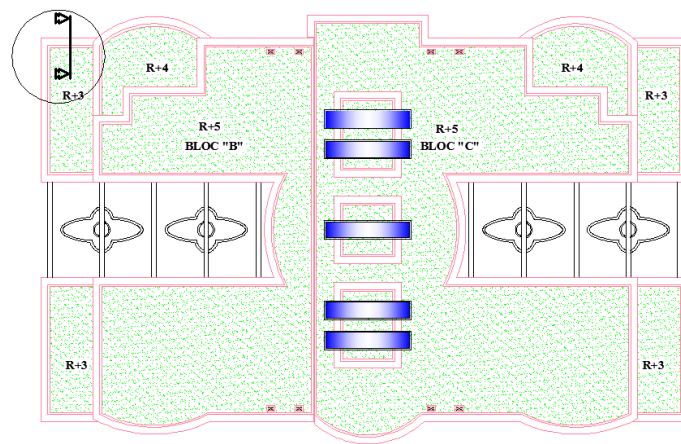


Figure55: la toiture de l'immeuble modifier par l'auteur.

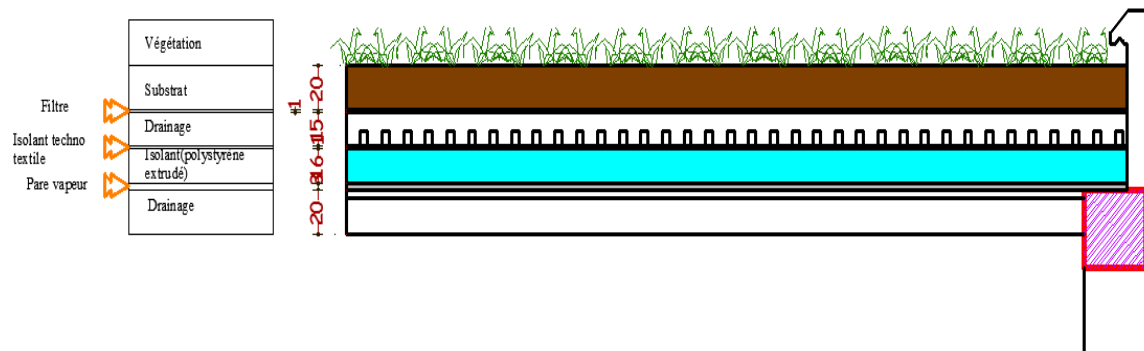


Figure 56: coupe sur la toiture végétalisée de type extensive (source auteur).

4.1.4. Suppression des ponts thermiques

Pour diminuer les ponts thermiques dans l'immeuble, on opte pour la continuité de l'isolation, et l'assurance d'une parfaite mise en œuvre, ainsi pour remédier on adopte plusieurs travaux tel que.

Le raccordement murs planchers et mur toiture

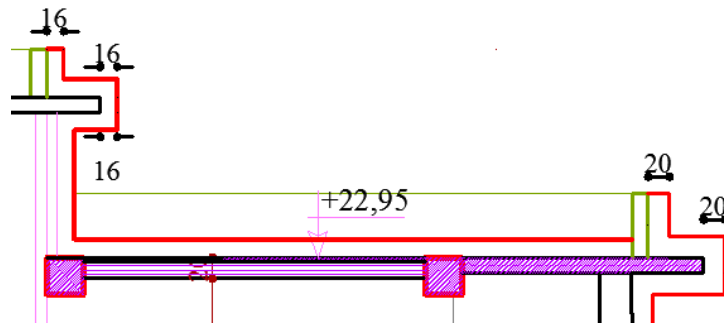


Figure 57: détail de raccordement mur-toiture (source détail dans la coupe modifier par l'auteur)

Les joints au bord des fenêtres et des portes

Pour bien isoler les portes et les fenêtres et éviter toutes déperditions thermiques, On a choisi l'application d'un joint en mousse au contour des portes et fenêtres. Les joints en mousse sont adaptés pour le bois et l'aluminium, caractérisés par leur facilité et rapidité de mise en œuvre, ainsi qu'une meilleure étanchéité aux déperditions thermiques.

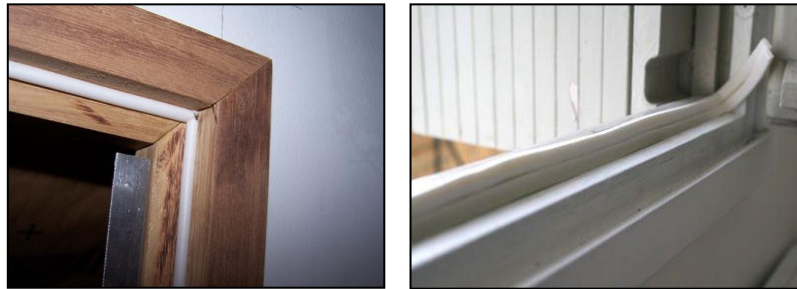


Figure 58-59 : joints en mousse pour les portes et fenêtres
source: [http://www.lartisanducain14.com/menuiserie\(.15/02/2015 20:39\)](http://www.lartisanducain14.com/menuiserie(.15/02/2015 20:39))

4.1.5. Étanchéité à l'air

Pour assurer l'étanchéité de l'immeuble sans interruption, on réalise une isolation avec un pare vapeur qui empêche le passage de la vapeur d'eau.

Exemple de travaux



Figure60: pare vapeur entre les fenêtres et les murs .Source:www.bati-journal.com(15/02/2015.21:37).



Figure61 :pare-vapeur entre les murs et les planchers Source:www.bati-journal.com(15/02/2015.21:39).



Figure62 :pare-vapeur pour les canalisations d'eau, d'électricité ,de gaz.... Source:www.bati-journal.com(15/02/2015.21:41).

4.2.Amélioration des installations techniques

4.2.1.Amélioration de la ventilation et la climatisation

Le renouvellement de l'air intérieur est primordial pour la santé des occupants ,et pour la préservation de l'immeuble, on a choisi d'installer un puits canadien couplé à une ventilation double flux, ce système permet un rendement intéressant en matière d'énergie ,C'est une technique de climatisation et de ventilation naturelle en parallèle , qui consiste à faire circuler ,dans un tuyau enterré ,de l'air en Provence de l'extérieure grâce à l'aspiration

d'un ventilateur avant de l'introduire dans l'immeuble. La température du sol à deux mètres de profondeur, en été, est inférieure à la température extérieure. Par conséquent, l'air extérieure va se rafraîchir tout au long de son trajet sous terre avant d'entrer dans l'immeuble. Entre temps l'air vicié sera évacué à l'aide d'un autre ventilateur.

L'installation d'un puits canadien provençal comprend les équipements suivants:

- La bouche d'admission d'air: elle doit être élongée au moins de 8m du parking ou de la route pour éviter l'infiltration de gaz d'échappement des véhicules et implanter à côté des arbres.
- Un tuyau: il doit être ancré à une profondeur de 1.20, étanche à l'eau...
- L'arrivée dans le bâtiment
- un ventilateur.⁴

La borne de prise d'air sera installée sur un point haut derrière le bâtiment au milieu du jardin, en fonction des essences d'arbres présents sur le milieu. Ainsi le conduit du puits sera de type parallèle, ce type d'installation est associé aux possibilités du terrain est la pente exigée 2%.

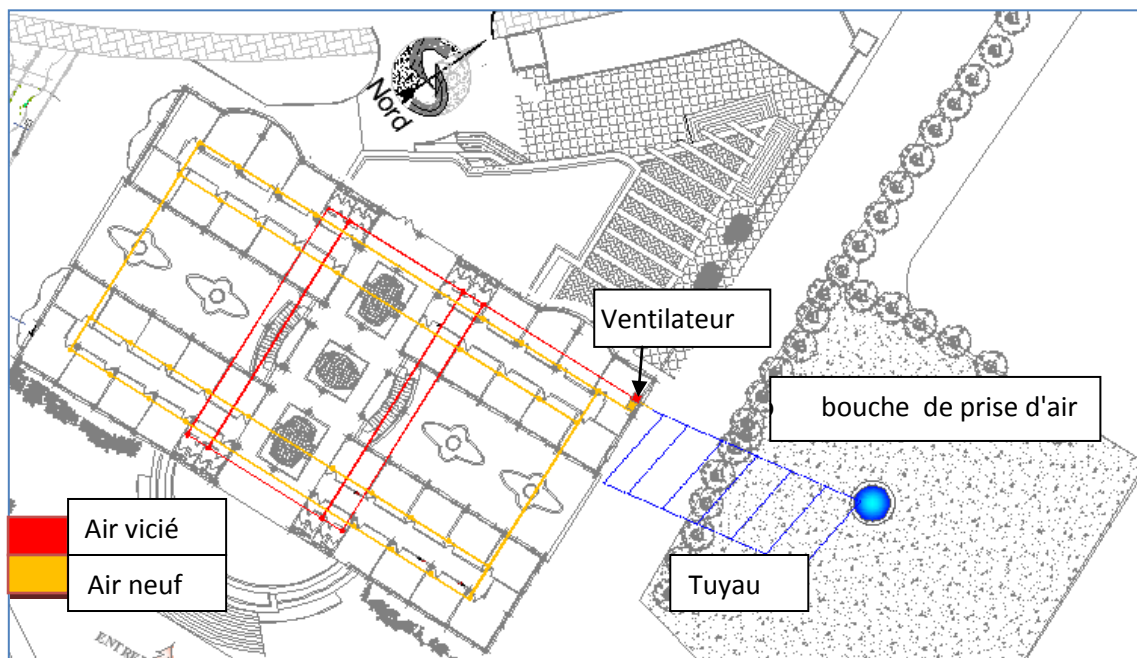


Figure 63 : coupe schématique illustrant l'installation d'un puits canadien couplé à une VMC double flux (modifié par l'auteur).

⁴ FREDERIC, Loyau, *Puits canadien et ventilation basse énergie*, Paris: ed. L'inedite, 2009, page 32.

4.2.3. Amélioration du chauffage et la production d'eau chaude sanitaire

Dans le cadre du label BBC -on utilisera généralement une des techniques économe pour la production de chaleur ,par ailleurs le choix de type de chaudière dans notre cas d'étude a été bien réfléchi on a opté pour une chaudière à condensation économe et écologique en même temps ,elle reprend le principe d'une chaudière traditionnelle et permet en plus de tirer profit de toute l'énergie produite, lors de la combustion du gaz la chaudière à condensation tire profit de l'énergie contenue dans la fumée de combustion, la fumée émise lors de la combustion du gaz naturel contiennent de la vapeur d'eau, cette dernière condensent en libérant de la chaleur ,l'eau du circuit se réchauffe grâce à cette énergie .

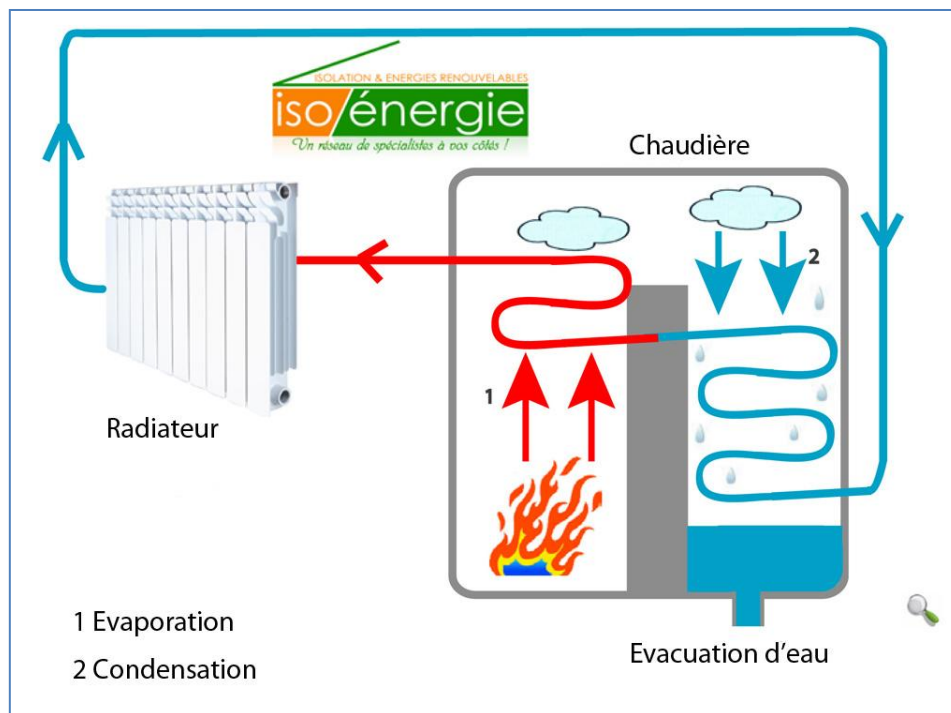


Figure 64:schéma de principe d'une chaudière a condensation source:www.isoenergie.fr(25/02/2015).

4.2.4. La production Electrique

pour la production électrique on opte pour l'énergie photovoltaïque à partir de panneaux solaires ,installés sur la toiture végétalisée ,une combinaison économique qui offre de multiples avantages par exemple la toiture végétale permet une pose simple et

rapide des modules photovoltaïques, protection de la membrane étanche du toit. ajoutant à cela l'installation de détecteurs de mouvements dans les bureaux.



Figure 65: système de toit solaire. Source www.toit-vert-solaire(22/02/2015 10:41).

5.Conclusion

D'après l'analyse de ce bâtiment nous avons conclu que celui-ci est un bon exemple de l'accroissement des coûts énergétiques, à cause de l'isolation médiocre de son enveloppe ainsi que l'utilisation massive des Equipement technique pendant la journée ce qui augmente la facture énergétique de ce bâtiment .Cette consommation abusive d'énergie qui n'obéit à aucune réglementation thermique conduit à des déperditions énergétiques mais aussi à effets nocifs sur l'environnement ,pour cette raison on a jugé d'opportun de réaliser une rénovation énergétique sur ce bâtiments qui sera une source d'économies d'énergie. Par ailleurs, le principe de cette opération est de limiter les sources de déperditions et diminuer les besoins en chauffage et de climatisation ainsi que d'électricité. Résultat, le bâti consomme moins pour un confort amélioré

Conclusion générale

La situation environnementale actuelle est devenu le sujet de jour, une semaine ne file sans que les médias et experts du domaine, ne font référence aux changements climatiques en dévoilant leur inquiétudes de la pollution et de l'épuisement des ressources naturelle. dont l'activité humaine tend la contribuable en grande partie de cet état.

Depuis l'apparition de la notion de développement durable, des programmes des engagements ont été lancés, dans le cadre de préserver l'environnement ,et baisser la consommation d'énergie fossiles ,entre temps, des analyses de durabilité ont été incluses dans les travaux consacrés à certain secteur, tel que l'énergie, le transport et le bâtiment qui tend le secteur le plus énergivores ,et émetteur de gaz à effet de serre notamment le secteur tertiaire , or ça Les économies d'énergie et le recours vers des énergies peu polluantes, et renouvelables dans le bâtiment sont donc une priorité dans une perspective de développement durable, ces objectifs qui font parti des défis de taille auquel on doit faire face à l'aube de 21 siècle, ne pourront atteindre que par le biais d'une rénovation énergétique du parc de bâtiment existant.

Or ça, Dans un contexte de raréfaction des ressources énergétiques mondiales dans le bâtiment, la rénovation énergétique des bâtiments publics apparaît aujourd'hui comme une triple nécessité : politique (objectifs internationaux), économique (renchérissement des ressources), environnementale (prélèvement de ressources fossiles et émissions de gaz à effet de serre, le recours aux énergies renouvelable).

Le concept de la rénovation énergétique permet simultanément ,de réduire la consommation d'énergie, et améliorer le confort et en créant une plus-value, pour cela il est impératif d'améliorer chacune des composantes de l'enveloppe, sachant qu'une mauvaise conception thermique induit, un surdimensionnement des équipements et une surconsommation d'énergie ce qui a un coût financier et environnemental.

En matière de rénovation énergétique des bâtiments existants, en Particulier, les technologies déjà éprouvées permettent de mettre en œuvre des actions efficaces : isolation, ventilation maîtrisée, équipements performants, optimisation des consommations d'énergie par des équipements de régulation.

L'état Algérien s'est engagé dans des activités encourageant à l'efficacité énergétique développant , plusieurs dispositifs réglementaires, institutionnels, financiers, incitatifs et d'accompagnement quant à l'efficacité énergétique dans l'habitat. Depuis 1995, il a mené des réflexions sur la consommation énergétique suivant la ligne des pays développés, leader de cette politique , à l'instar de ce colossal judiciaire l'élaboration des mesures d'une politique d'efficacité énergétique dans le bâtiment ne suffit pas, il est nécessaire de s'assurer de l'application et de l'impact de telles mesures. Ainsi, l'application de la réglementation thermique dans les bâtiments tertiaire qui est lointaine voir quasi nulle.

Ce mémoire de Fin d'Etudes portant sur la possibilité de rénovation énergétique des bâtiment à caractère public , nous a permis de réfléchir sur la prise en compte et l'intégration du concept de l'efficacité énergétique, dans le processus de réhabiliter les bâtiments publics existant en Algérie.

Nous avons pu formuler une posture principale à savoir que, le bâtiment rénové doit permettre un rééquilibrage de nos besoins présents et à-venir en matière de confort, de production et de gestion énergétique, pour cela Nous avons tenté de développer des idées et concepts de rénovation énergétique ,que nous avons pu retenir à travers des diverses exemples de cas élaborés, puis les appliquer dans notre cas d'étude « immeuble de 200bureaux » , suite à une enquête réalisée qui nous permis de cerner les différentes recommandations liées au confort des occupants ,et à la consommation énergétique.

Cette analyse effectuée a enfin permis de proposer un certain nombre de mesures de réhabilitation énergétique normalement applicables dans ce type de bâtiment, concernant les principaux éléments de construction et dispositifs techniques associés à savoir: l'isolation des parois opaques et vitrés en prenant en compte l'orientation et le type convenable d'isolant, modélisation et amélioration la performance des installations techniques, l'intégration des énergies renouvelables, qui pourront être un gain d'économie d'énergie.

Annexes :

1-Quistionnaire :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université Abderrahmane Mira Bejaia

Département d'architecture et d'urbanisme.

Option : *Architecture, ville et territoire*

Questionnaire

Dans le cadre d'une analyse énergétique du nouveau bloc de bureaux des enseignants et afin de proposer des pistes d'économie d'énergie, nous tentons de poser une série de questions sur une partie des occupants, afin de cerner les problèmes liées au confort et à l'efficacité énergétique.

1. Informations Personnelles

Sexe :

Masculin ☐ Féminin ☐

Age :

Entre 25et 35 ans ☐ Entre 35et 45ans ☐ Entre 45et plus ☐

Horaires habituelles d'arrivée et de départ :

Matinée :

Après Midi :

Localisation sur le plan de bureau :

Etage : Orientation : Nord : ☐ Sud : ☐ Est : ☐ Ouest : ☐

2. Le Confort Thermique

➤ Le confort d'hiver

Q1 : Comment jugez-vous le confort thermique ?

Très froid	
Froid	
Confortable	
Chaud	
Très chaud	

Q2 : le système de chauffage (radiateurs) apporte-t-il suffisamment de confort ?

Oui

☐

Non

☐

Si non pourquoi ?

.....

Q3 : Constatez-vous des courants d'air au sein de votre bureau ?

Oui

☐

Non

☐

Si c'est oui d'où provient-il

.....Q4

: Etes-vous exposé(e) au phénomène d'une paroi froide ou d'une fenêtre froide ?

Oui

☐

Non

☐

Q5 : Ouvrez-vous les fenêtres en hiver ?

Oui

☐

Non

☐

Si c'est oui, pour quelle raison ?

.....

➤ En été

Q6 : Comment jugez-vous le confort thermique en été ?

Très froid	
Froid	
Confortable	
Chaud	
Très chaud	

Q7 : les protections solaires de vitrages vous semblent-elles suffisantes ?

Oui

☐

Non

☐

3. Qualité De L'air

Q8 : Comment sentez-vous l'aération de votre bureau ?

Très Bien	
Moyenne	
Mauvaise	

Q9 : Comment vous voyez la qualité de l'air (humidité) dans votre espace ?

Humide	
Pas d'humidité	

Q10 : Etes-vous gêné(e) par les mauvaises odeurs ?

Oui ☐

Non ☐

Si c'est oui quelle est leur source ?

.....

4. Eclairage

Q11 : L'accès de la lumière naturelle à votre bureau est-il suffisant ?

Oui ☐

Non ☐

Q12 : Les commandes pour l'éclairage artificiel vous semblent elles judicieusement placées ?

Oui ☐

Non ☐

Si c'est non où préférez-vous les placer ?

.....

Q14 : Avez-vous le réflexe d'éteindre la lumière artificielle quand elle n'est pas nécessaire ?

Oui ☐

Non ☐

5. LE CONFORT ACOUSTIQUE

Q15 : Etes-vous gêné(e) par les nuisances sonores ?

Oui ☐

Non ☐

Si c'est oui quel est leur nature ?

.....

Merci pour votre collaboration.

2-Fiche technique de l'immeuble :

Projet : immeuble de bureaux (200 bureaux)

Situation : université Abderrahmane mira « terga ouzemour » Bejaia

Surface du terrain : 5400m²

Superficie du bâtiment : 1226.5m²

CES : 0.22

Nombre de niveau : 4étages

Répartition des espaces :

Entre -sol : Cafeteria et salle du sports +hall +vestiaires (hommes /femmes).

Rez De Chaussée : (36) bureaux +(02) réception + (02) salles d'attente

+ Salle multimédia +local technique+ hall + Sanitaires.

Etage 01 : (36) bureaux +hall + sanitaires + (02) salles de réunion.

Etage 02 : (38) bureaux +hall + sanitaires + (02) salles de réunion

Etage 03 : (38) bureaux +hall + sanitaires + (02) salles de réunion.

Etage 04 : (28) bureaux +hall + sanitaires + (02) salles réunion.

Etage 04 : (24) bureaux +hall + sanitaires.

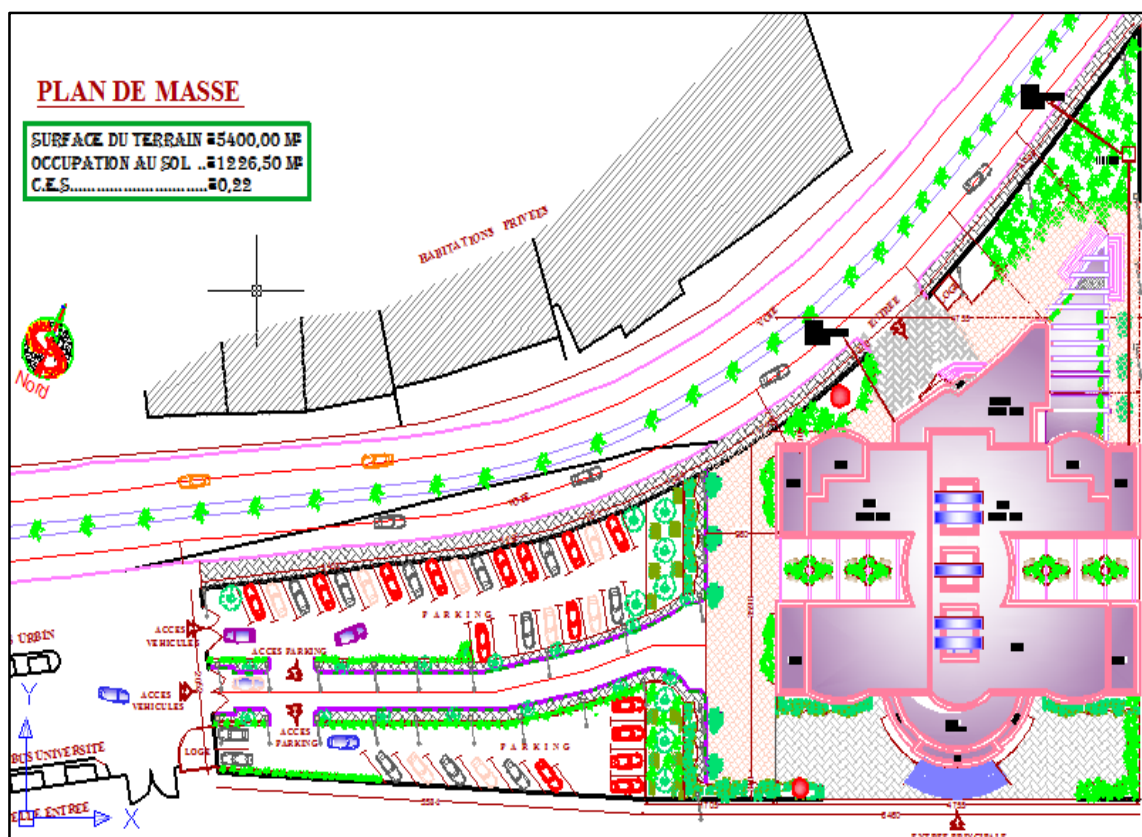
Maitre d'ouvrage : DLEP de Bejaïa

Maitre d'œuvre : BET SEFACENE

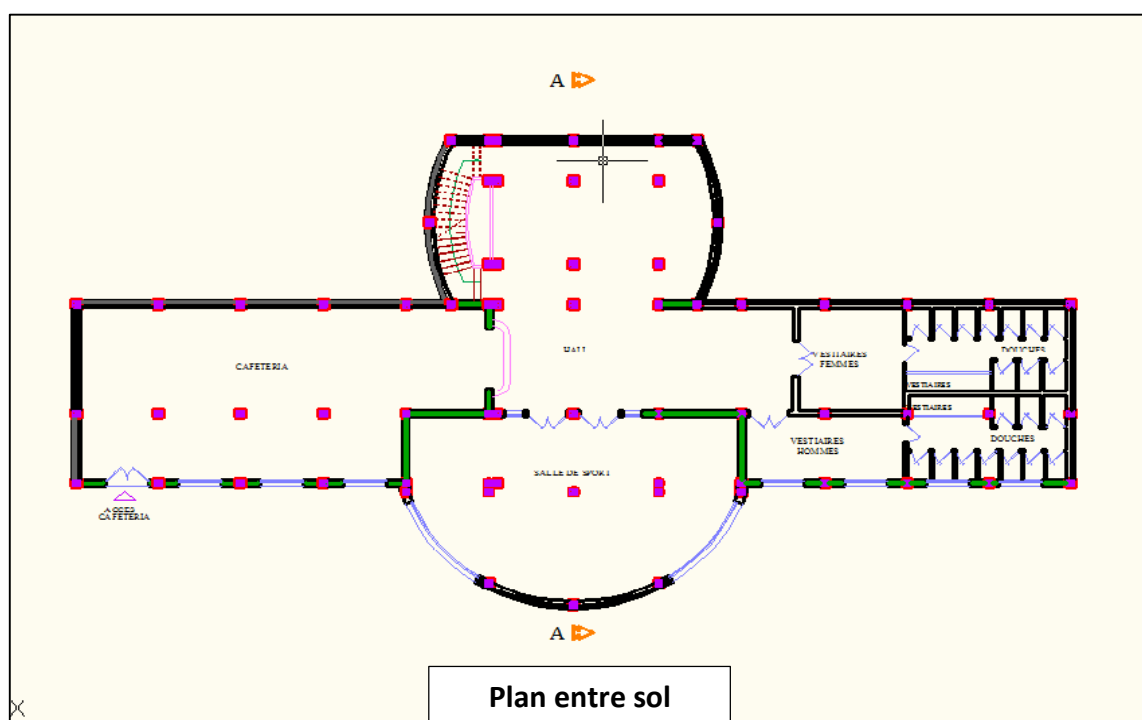


3-Plans de l'immeuble :

3.1-Plan de masse :

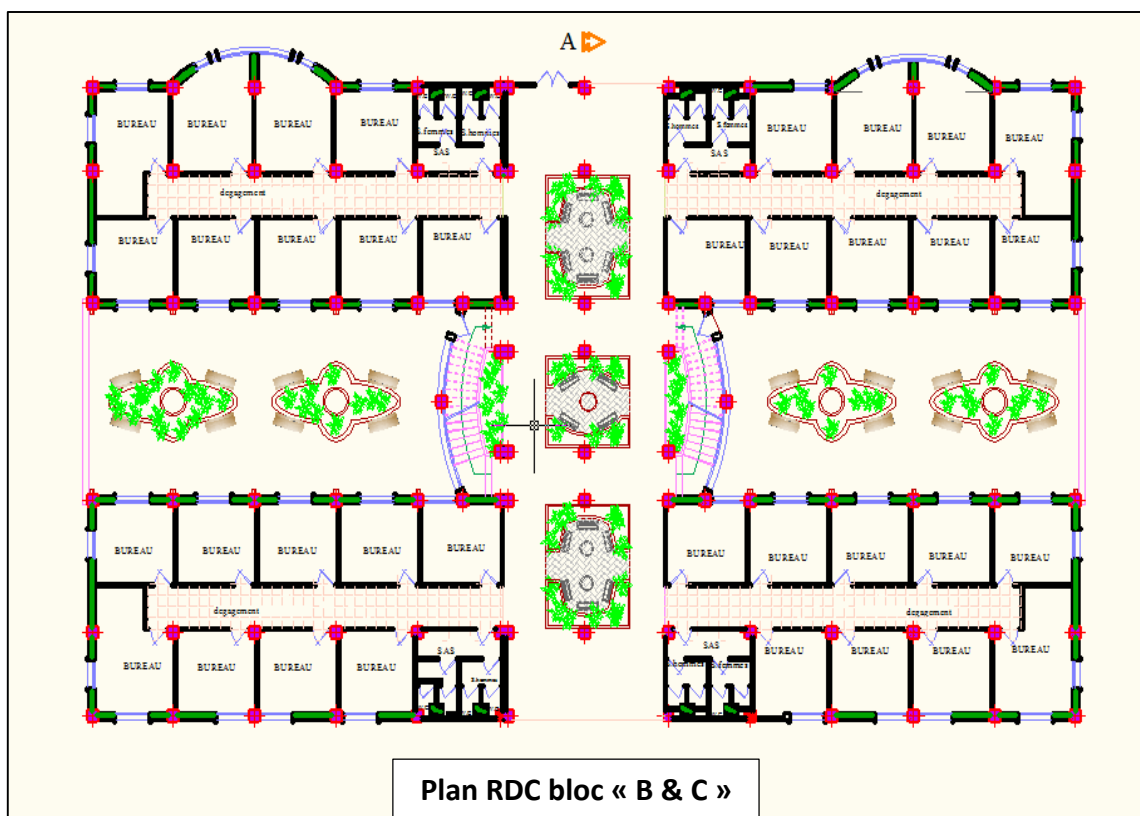
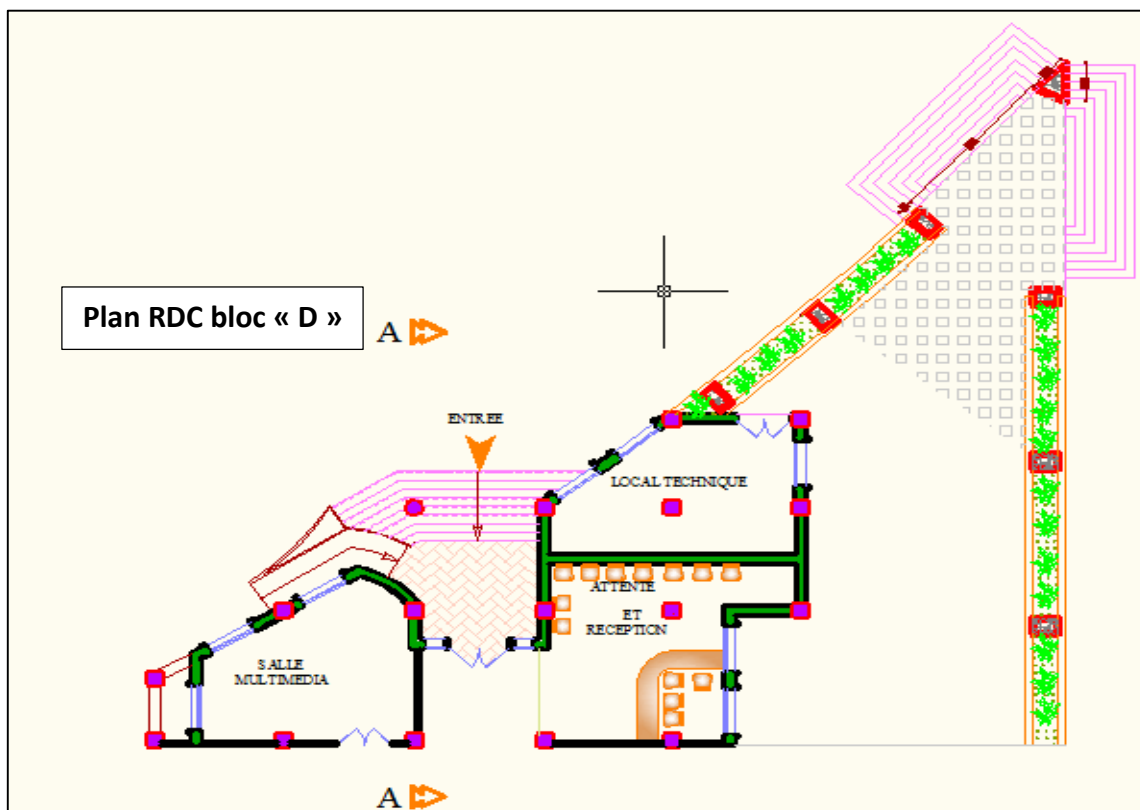


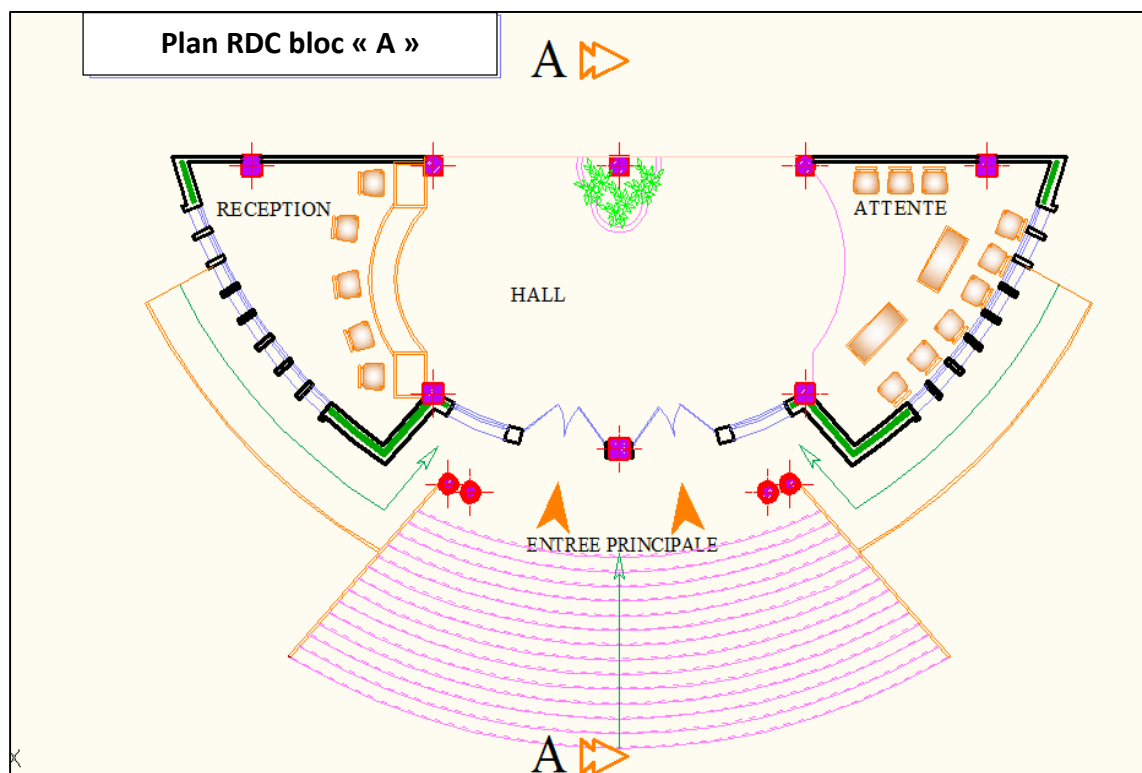
3.2-Plan de l'entre sol :



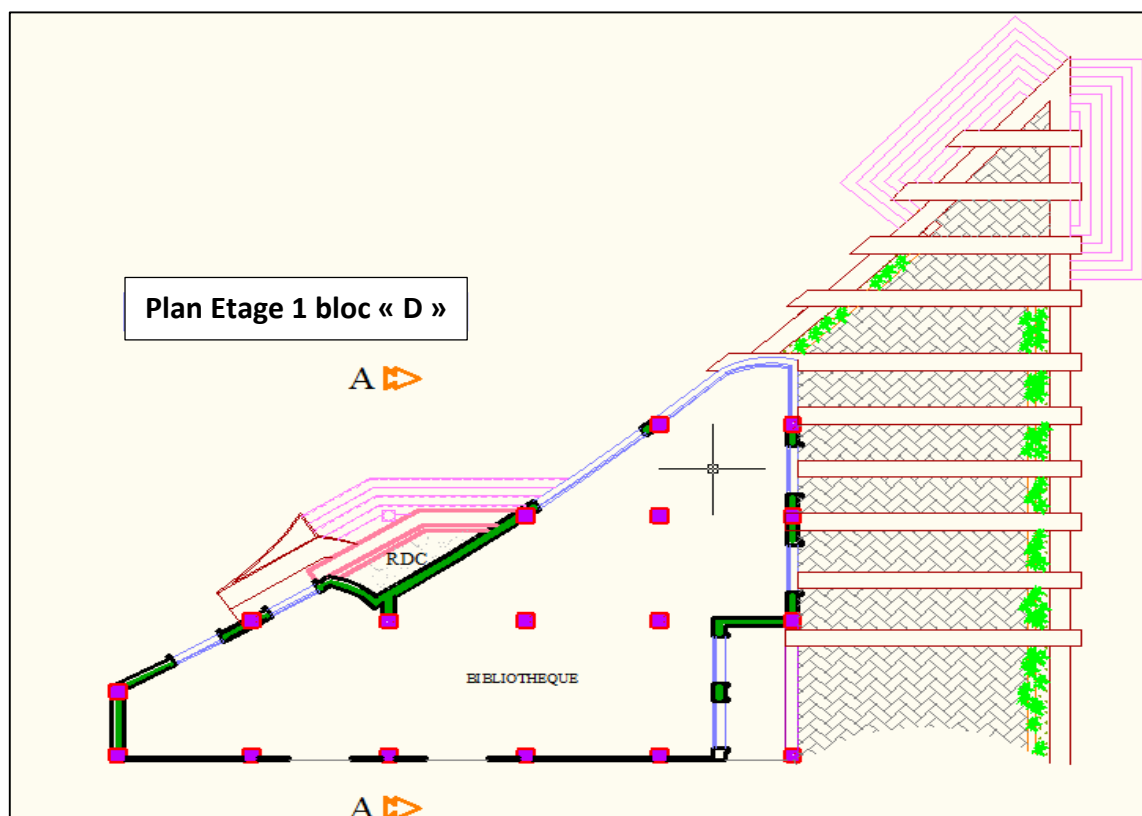
L'immeuble est séparé en quatre (4) parties : A, B, C et D.

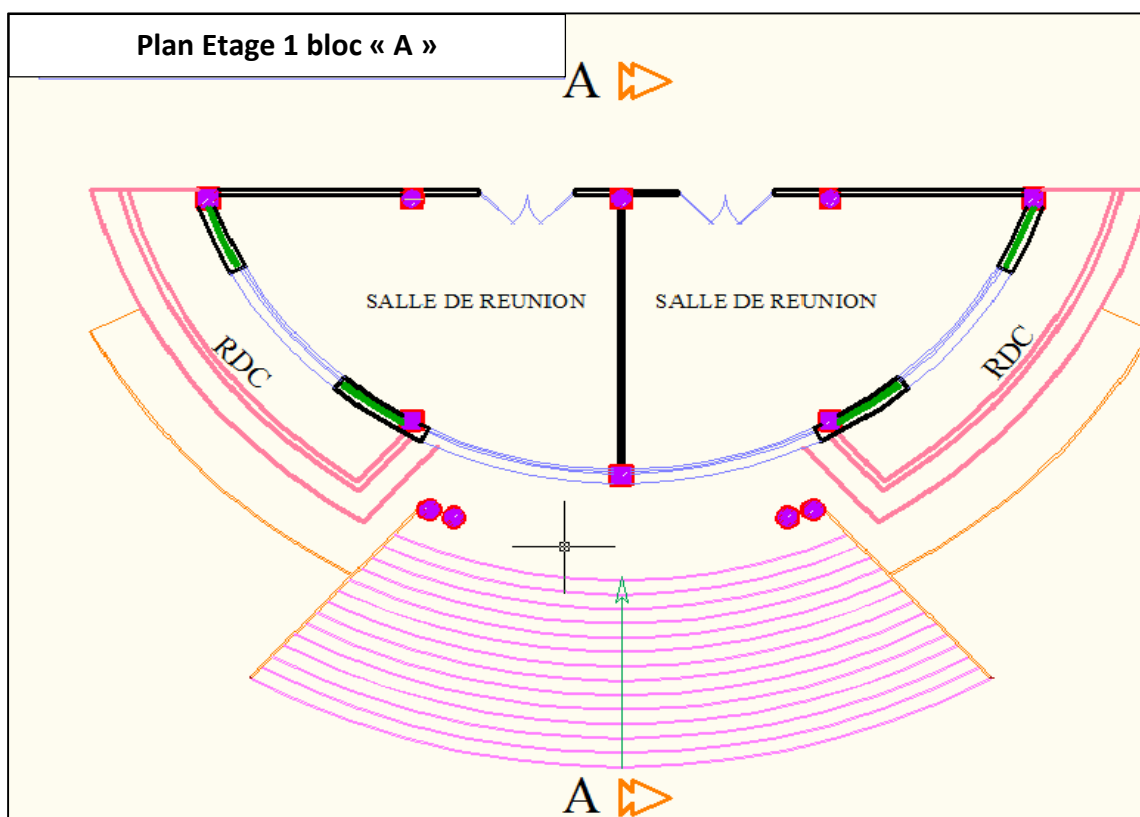
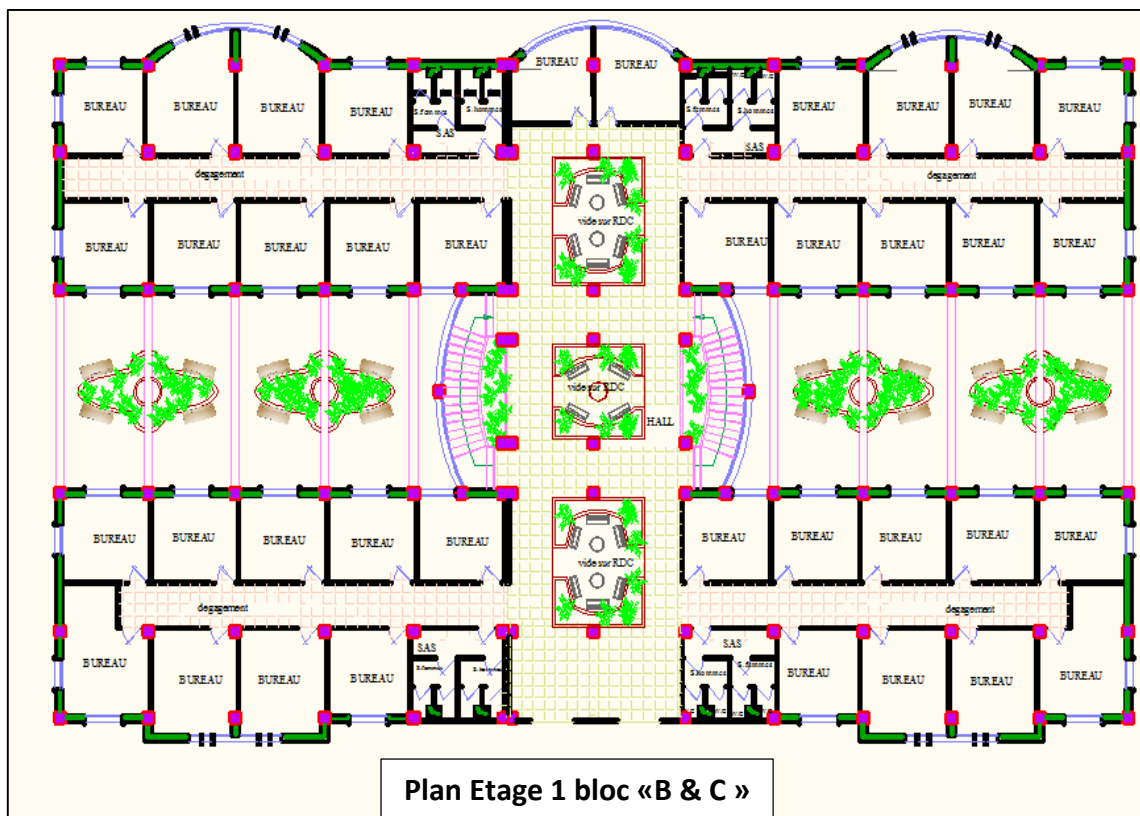
3.3-Plan de R-D-C :



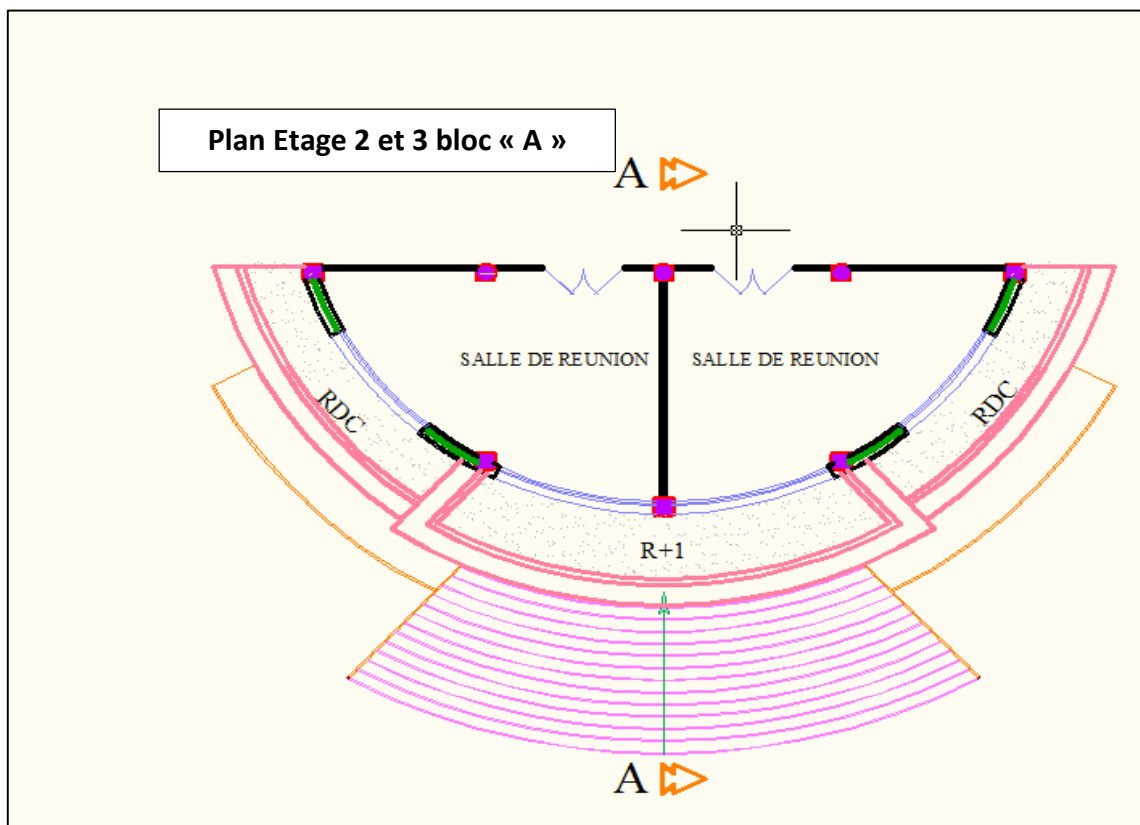


3.4-Plan de 1^{er} Etage :

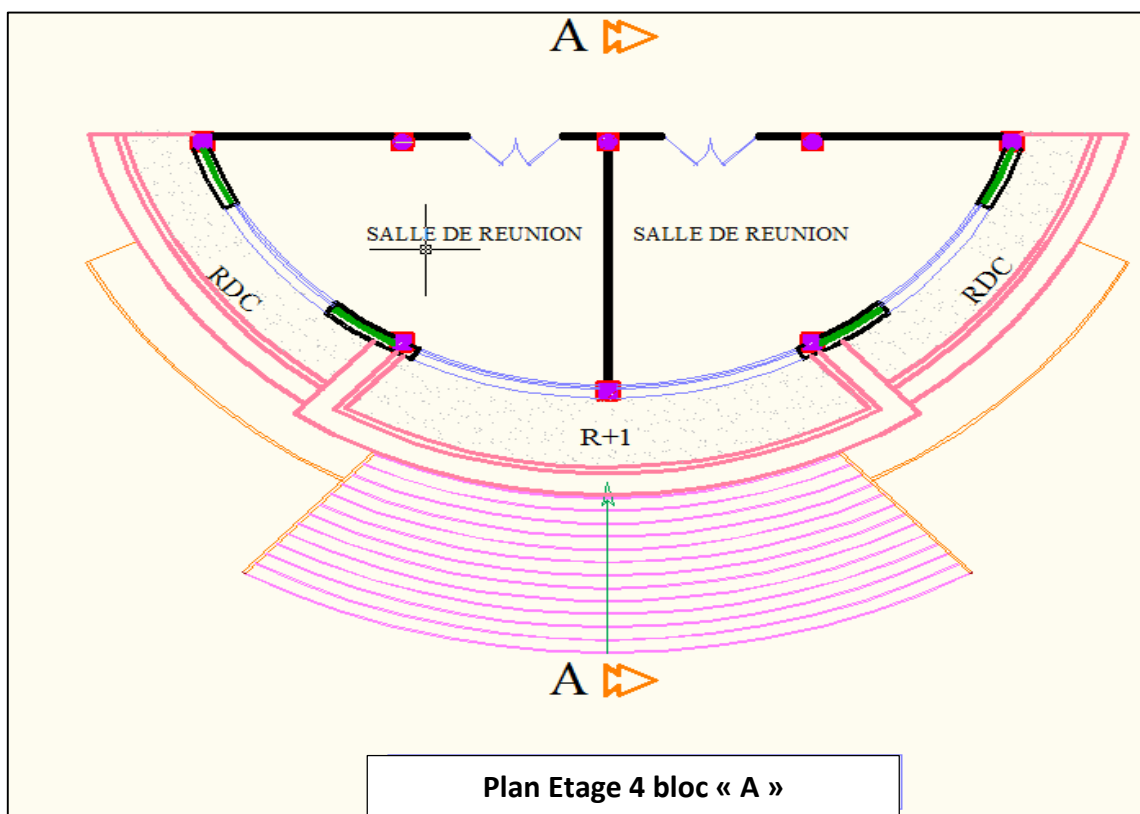
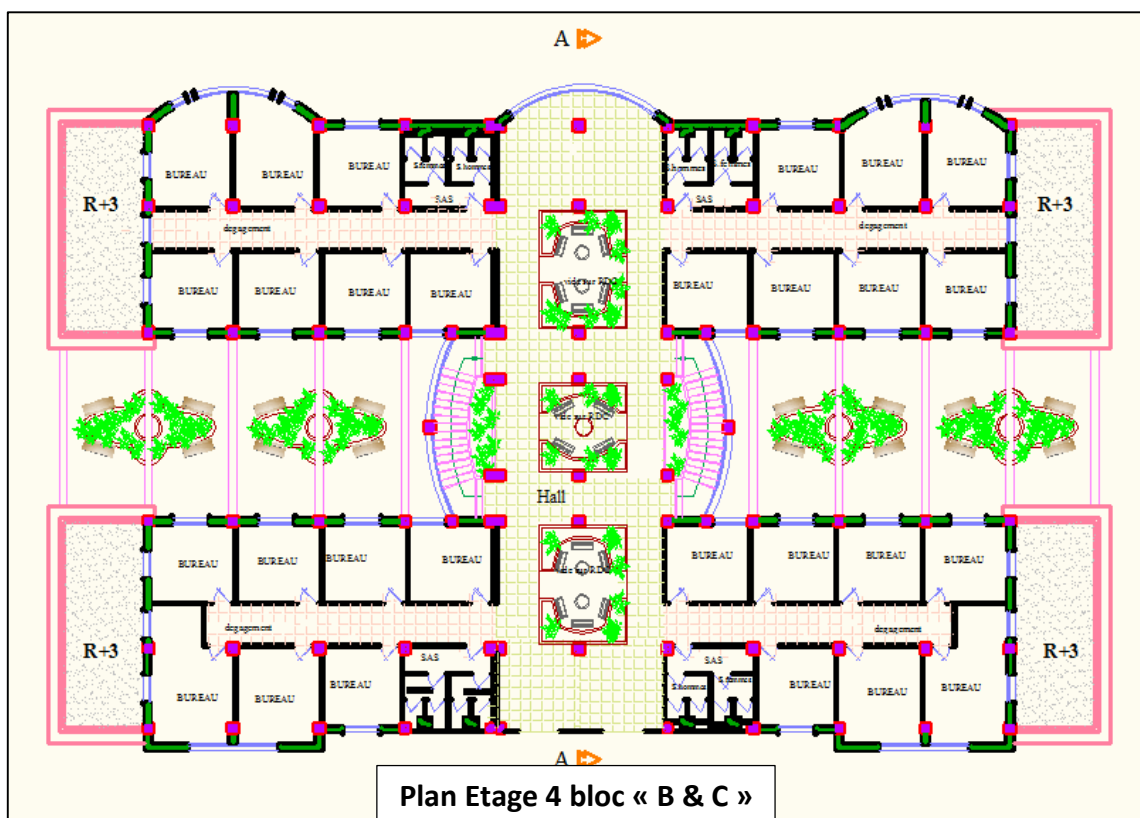




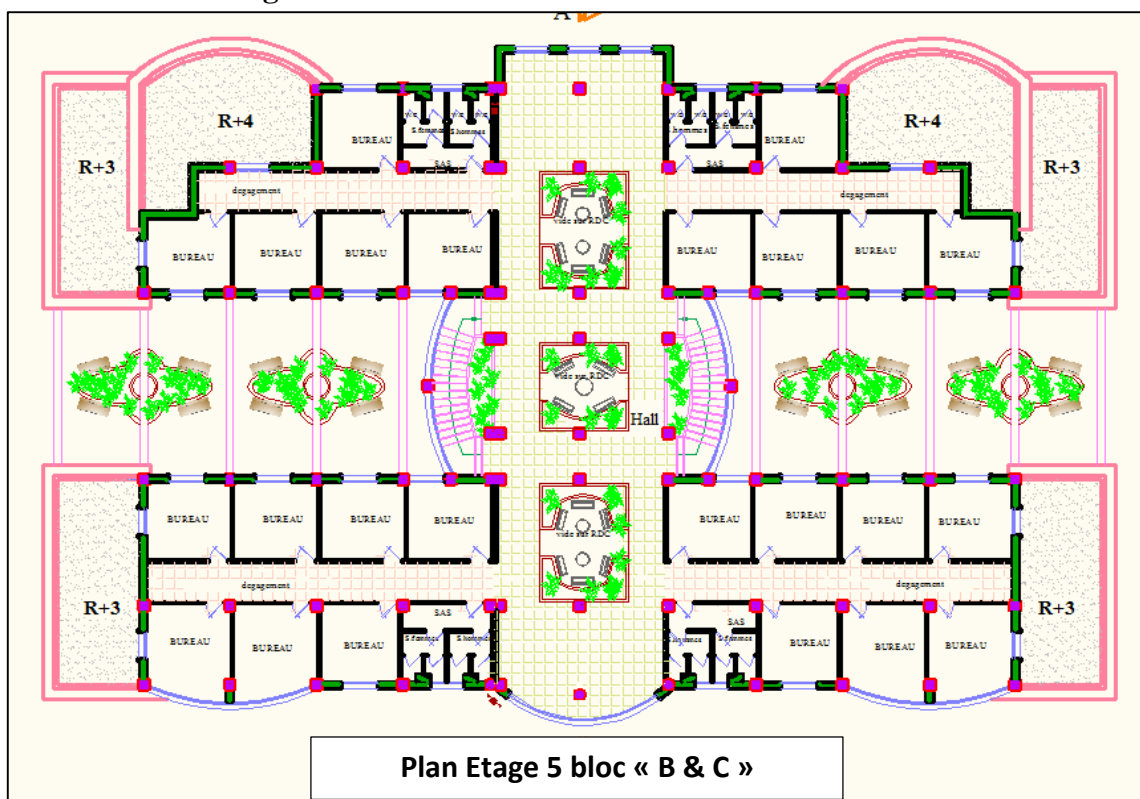
3.5-Plan de 2^{ème} et 3^{ème} Etage :



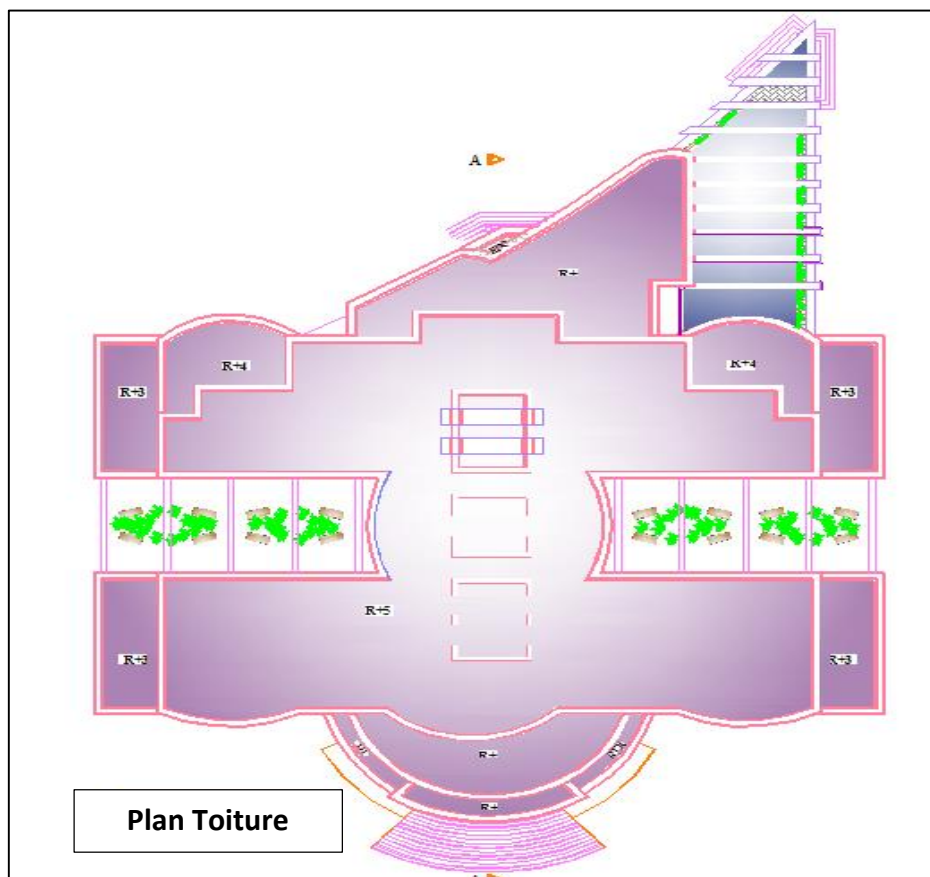
3.6-Plan de 4^{eme} Etage :



3.7-Plan de 5^{ème} Etage :



3.8-Plan de toiture :



Bibliographie

BAUDOUIN, B. (2008). *Construire une maison écologique : les atouts du bon sens de l'habitat et des économies d'énergie*. Paris: Ambre.

BERGHOUT, B. &. (s.d.). Simulation du confort thermique intérieur pour l'orientation d'un bâtiment collectif à Biskra. Montréal, Québec.

Bourgeois, M. (2010). *Rénover en basse consommation* . Paris : L'Éditeur .

Calvat, G. (2009). *Isolation thermique et le chauffage*. Paris: ALTERN.

CHRISTIAN, J. (2005). *La maison économe* . Paris: delachaux .

Conseil national de l'Ordre des architectes, novembre 2007. (2007, novembre). *développement durable et architecture responsable* .

Consommation énergétique finale-APRUE. (2007). Algérie.

DALEL, I. d. (2006). Impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment. *mémoire de maîtrise* . Université Mentouri constantine.

Définition de la rénovation énergétique. (s.d.). Consulté le janvier 05, 2015, sur <http://www.climamaison.com/lexique/renovation.htm>.

DESMONS, J. (2009). *aide mémoire génie climatique* . Paris : dunod .

Dr. MEBTOUL, A. (2013). La production d'énergie primaire reste dominée par le gaz, - Bilan énergétique . Algérie.

DUTREX, A. (2011). *bioclimatisme et performance énergétique des bâtiments* . Paris: eyrolles.

Efficacité énergétique des bâtiments. (s.d.). Consulté le novembre 30, 2014, sur <http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/efficacite-energetique-et-batiment>.

Encyclopédie Universalis. (s.d.). Consulté le novembre 22, 2014, sur <https://www.universalis.fr/essai7jours/>.

Ferakh, S. (2006). *Les ponts thermique dans un bâtiment* . Nancy : CSTB.

FILOU, A. (2010). *Intégrer les énergies renouvelable* . Paris: CSTB.

FOURA, S. (2008). Simulation des paramètres du confort thermique d'hiver en Algérie. *mémoire d emagistère* .

G. &. (2010). *Le grand livre d'isolation* . paris : Eyrolles .

GIOVANNI, E. (1978 1980). Consulté le novembre 27, 2014, sur http://www.echr.coe.int/Documents/Anni_Book_appendix_FRA.pdf".

HETZEL, J. (2009). *indicateur de developpement durable dans la construction*. Paris : afnor .

<http://portail.cder.dz/spip.php?article3746>. . (s.d.). Consulté le décembre 01, 2014

Jean & FOURASTIER, F. (1962). Domotique et confort un état des lieu , *mémoire de 3eme cycle* .

La revue de l'habitat (revue d'information de ministère de l'habitat et de l'urbanisme . (2009, mars). N°03. , p35.

le label HQE. (s.d.). Consulté le janvier 19, 2015, sur <http://www.caue-me.fr> .

l'énergie c'est quoi? (s.d.). Consulté le décembre 22, 2014, sur http://www.fmv.ch/fr/cahiers_electricite/quoi_energie.htm.(consulté le 22décembre2014).

les types de la rénovation2. (s.d.). Consulté le janvier 15, 2015, sur <http://www.rncan.gc.ca/energie/efficacite/batiments/eebe/renovation/411>.

LIEBARD, A. &. (2004). *Architecture et urbanisme bioclimatique* . "Paris: Le moniteur .

Loyau, F. (2009). *Puits canadien et ventillation basse énergie*. Paris: L'inedite.

MAZARI, M. (2012). Étude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public. *mémoire de magistère* . Algérie.

MEGALI, G. &. (2010). *Construire sa maison écologique zéro énergie de A à Z*. France : Marabout .

Mener à bien un projet d'efficacité énergétique Bâtiments et collectivités. (s.d.). Consulté le décembre 12, 2014, sur " "www.ademe.fr"éd. Gimélec,2014.

RAVNEL, L. (2009). *la ville écologique* . Paris: AAM.

RECNAGEL, S. (2007). *Shramek génie climatique* . Paris : Dunod .

RENAUD, H. (2003). *Eau & chauffage au gaz*. Paris: Eyrolles.

Rénovation énergie d'un groupe scolaire :l'école Claude Monet Bougival. (s.d.). Consulté le décembre 28, 2014, sur <http://www.ekopolis.fr/sites/default/files/docs-joints/EKP-Rex-2014-Bougival>.

RICAUD, A. &. (2010). *Construire une maison à énergie positive* . France : Dunod .

TESSIER,Philippe,IRIGOIN,Michel,"Batiments basse consommation. (s.d.). Consulté le octobre 19, 2014, sur www.guide-conception_batimentbbc_amoies_atif_ed.

The GLIMMIX Procedure. (s.d.). Consulté le janvier 19, 2015, sur <http://www.cindep.com/D21> .

Vu, B. (2011). *Le guide de l'habitat passive* . Paris : Eyrolles .

Travaux cités

BAUDOUIN, B. (2008). *Construire une maison écologique :les atouts du bon sens de l'habitat et des économies d'énergie*. Paris: Ambre.

BERGHOUT, B. &. (s.d.). Simulation du confort thermique intérieur pour l'orientation d'un bâtiment collectif à Biskra. Montréal, Québec.

Bourgeois, M. (2010). *Rénover en basse consommation* . Paris : L'énedite .

Calvat, G. (2009). *Isolation thermique et le chauffage*. Paris: ALTERN.

CHRISTIAN, J. (2005). *La maisin économe* . paris: delachaux .

Conseil national de l'Ordre des architectes, novembre 2007. (2007, novembre). *développement durable et architecture responsable* .

Consommation énergétique finale-APRUE. (2007). Algérie.

DALEL, I. d. (2006). Impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment. *mémoire de magistère* . Université Mentouri constantine.

Définition de la rénovation énergétique. (s.d.). Consulté le janvier 05, 2015, sur <http://www.climamaison.com/lexique/renovation.htm>.

DESMONS, J. (2009). *aide mémoire génie climatique* . paris : dunod .

Dr. MEBTOUL, A. (2013). La production d'énergie primaire reste dominée par le gaz, - Bilan énergétique . . Algérie.

DUTREX, A. (2011). *bioclimatisme et performance énergétique des bâtiments* . paris: eyrolles.

Efficacité énergétique des bâtiments. (s.d.). Consulté le novembre 30, 2014, sur <http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/efficacite-energetique-et-batiment>.

Encyclopédie Universalis. (s.d.). Consulté le novembre 22, 2014, sur <https://www.universalis.fr/essai7jours/>.

Ferakh, S. (2006). *Les ponts thermique dans un bâtiment* . Nancy : CSTB.

FILOU, A. (2010). *Intégrer les énergies renouvelable* . Paris: CSTB.

FOURA, S. (2008). Simulation des paramètres du confort thermique d'hiver en Algérie. *mémoire de magistère* .

G. &. (2010). *Le grand livre d'isolation* . Paris : Eyrolles .

GIOVANNI, E. (1978 1980). Consulté le novembre 27, 2014, sur http://www.echr.coe.int/Documents/Anni_Book_appendix_FRA.pdf.

HETZEL, J. (2009). *indicateur de developpement durable dans la construction*. paris : afnor .

<http://portail.cder.dz/spip.php?article3746>. . (s.d.). Consulté le décembre 01, 2014

Jean & FOURASTIER, F. (1962). Domotique et confort un état des lieu , . *mémoire de 3eme cycle* .

La revue de l'habitat (revue d'information de ministère de l'habitat et de l'urbanisme . (2009, mars). N°03. , p. p35.

le label HQE. (s.d.). Consulté le janvier 19, 2015, sur <http://www.caue-me.fr> .

l'énergie c'est quoi? (s.d.). Consulté le décembre 22, 2014, sur http://www.fmv.ch/fr/cahiers_electricite/quoi_energie.htm.(consulté le 22décembre2014).

les types de la rénovation2. (s.d.). Consulté le janvier 15, 2015, sur <http://www.rncan.gc.ca/energie/efficacite/batiments/eebe/renovation/411>.

LIEBARD, A. &. (2004). *Architecture et urbanisme bioclimatique* . "Paris: Le moniteur .

Loyau, F. (2009). *Puits canadien et ventilation basse énergie*. Paris: L'inedite.

MAZARI, M. (2012). Étude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public. *mémoire de magistère* . Algérie.

MEGALI, G. &. (2010). *Construire sa maison écologique zéro énergie de A à Z* . France : Marabout .

Mener à bien un projet d'efficacité énergétique Bâtiments et collectivités. (s.d.). Consulté le décembre 12, 2014, sur " "www.ademe.fr"éd. Gimélec,2014.

RAVNEL, L. (2009). *la ville écologique* . paris: AAM.

RECNAGEL, S. (2007). *Shramek génie climatique* . Paris : Dunod .

RENAUD, H. (2003). *Eau & chauffage au gaz*. Paris: Eyrolles.

Rénovation énergie d'un groupe scolaire :l'école Claude Monet Bougival. (s.d.). Consulté le décembre 28, 2014, sur <http://www.ekopolis.fr/sites/default/files/docs-joints/EKP-Rex-2014-Bougival>.

RICAUD, A. &. (2010). *Construire une maison à énergie positive* . France : Dunod .

TESSIER, Philippe, IRIGOIN, Michel, "Batiments basse consommation. (s.d.). Consulté le octobre 19, 2014, sur www.guide-conception_batimentbbc_amoef_atif_ed.

The GLIMMIX Procedure. (s.d.). Consulté le janvier 19, 2015, sur <http://www.cindep.com/D21> .

Vu, B. (2011). *Le guide de l'habitat passive* . Paris : Eyrolles .

Abstract

The service sector is the source of 41% of the final consumption of energy in Algeria.

This work aims to develop a research approach, balance between architecture, sustainability, comfort, energy efficiency, through effective energy rehabilitation.

We quote first, the interaction between architecture and sustainable development by integrating the notions of comfort in an energy-environmental context, then we go to the classification and understanding of various concepts and notions of energy and energy efficiency and addressing in general the state of the Algerian public buildings.

In a second step, we start energy renovation, citing the different concepts, different approaches and techniques to improve the energy efficiency.

Finally, once the different instruments are determined, we will try to the application of the process on an Algerian public building chosen to make it more comfortable, more efficient and less energy.

Keywords: sustainable architecture, comfort, energy efficiency, public buildings, energy renovation.