

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DU GENIE DE LA CONSTRUCTION

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

MEMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

***L'EFFICACITÉ ENERGITIQUE DANS LE BATIMENT
CAS D'UN BATIMENT TERTIAIRE A BOUMERDES***

Présenté par : Nabila Ait Ahmed

Devant le jury composé de :

Monsieur DAHLI Mohamed	Maitre de conférences A	UMMTO
Madame NESSARK Naouel	Maitre Assistante B	UMMTO
Monsieur RASSOUL Hocine	Maitre Assistant A	UMMTO

SEPTEMBRE 2017

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu je tiens à remercier grandement mon encadreur Monsieur Dahli Mohamed, pour sa grande disponibilité ses précieux conseils et son suivi. Pour l'élaboration de ce travail de recherche.

Mes vifs remerciements vont également aux membres de jury qui ont accepté de porter leurs apports, et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à mes parents leur amour et leur soutien m'ont donné la motivation et le courage de continuer mes études supérieures. Sans leur support moral et leurs sincères prières, je serais incapable d'accomplir une seule tâche dans ma vie.

Je remercie également mon très cher époux pour son soutien moral et sa patience tout au long de mes études.

Je voudrais remercier également mes frères et sœurs, mes amis monsieur Abderahmane Zidane,ammara Moussa,et Lahmar soufiane qui m'ont accompagné, aidé, soutenu et encouragé tout au long de la réalisation de ce mémoire.

A ma petite Sara

RESUME

Projet de thèse : « Efficacités énergétiques dans le bâtiment tertiaire »

Dans un contexte de raréfaction des ressources énergétiques et d'objectifs de diminution par 4 des émissions de gaz à effet de serre, le problème posé aux acteurs du secteur du bâtiment est d'élaborer des concepts de bâtiments à forte efficacité énergétique et de disposer des outils d'évaluation visant à l'amélioration continue.

Le secteur du bâtiment représente en Algérie non seulement un gisement important d'économie d'énergie, mais également une occasion de protéger l'environnement en réduisant les impacts des émissions de gaz à effet de serre.

L'objectif de cette étude est de réaliser une action démonstrative prouvant la faisabilité de l'introduction de l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment tertiaire à la commune de Boumerdès, et de contribuer à la généralisation des bonnes pratiques dans la conception architecturale et les comportements des acteurs, et enfin, favoriser la mise en application des normes réglementaires.

L'étude adoptera une approche participative qui vise à mettre en cohérence les efforts de tous, les institutions municipales, maîtres d'ouvrages, promoteurs, gestionnaires de construction, maîtres d'œuvres et populations.

Mot clés : efficacité énergétique, Protection de l'environnement, développement durable, bâtiment tertiaire, comportement des acteurs, approche managériale, programme

ABSTRACT

Thesis project: "Energy Efficiency in Tertiary Buildings"

In a context of scarcity of energy resources and targets of reducing greenhouse gas emissions by four, the problem posed to the actors of the building sector is to develop concepts of buildings with high energy efficiency and to have assessment tools for continuous improvement.

In Algeria, the building sector represents not only an important source of energy saving, but also an opportunity to protect the environment by reducing the impacts of greenhouse gas emissions.

The objective of this study is to demonstrate the feasibility of introducing energy efficiency in the tertiary building sector to the municipality of Boumerdes and to contribute to the generalization of good practices in architectural design and the behavior of the actors, and finally, to promote the implementation of regulatory standards.

The study will adopt a participatory approach that aims to bring together the efforts of all, municipal institutions, project owners, developers, construction managers, project managers and populations.

Key words: energy efficiency, environmental protection, sustainable development, tertiary building, stakeholder behavior, managerial approach..

Liste des abréviations

Symble	signification
APO(t)	les apports par les parois opaques
K été	le coefficient de transmission (pour l'été)
S int	la surface intérieure totale de la paroi
R	des résistances thermiques
$\Delta t_e(t)$	la différence équivalente de température {l'heure}
SV	la surface vitrée
Id	le rayonnement diffus maximal réel
AV	les apports vitrés
D	Déperditions thermiques totales
DT	Déperditions thermiques par transmission
DR d'air	Déperditions thermiques par renouvellement
Dréf	Déperditions par transmission de référence
Qv	Débit spécifique de ventilation
Qvmin	Débit de ventilation extrait minimal de référence
QS	Débit supplémentaire dû au vent
TEP	Tonne d'équivalent pétrole
Ta	Température de l'air
DTR	Document Technique Réglementaire
APRU	Agence pour la promotion et la rationalisation d'utilisation d'énergie.
ADEME	Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie.
CES MED	Cleaner Energy Saving Mediterranean Cities.
R20MED	Organisation Non Gouvernementale R20 Méditerranée basée à Oran
CDER	Centre de Développement des Energies Renouvelables

Table Des Matières

- Résumé
- Introduction générale
- Hypothèse

CHAPITRE 1: CADRE THEORIQUE ET CONCEPTUEL

- I. Le développement durable (notion et enjeux)
- II. La conception bioclimatique
- III. Efficacité Energétique dans le bâtiment
- IV. La politique de l'efficacité énergétique à l'échelle (nationale et international)
- V. La conception d'un bâtiment à basse consommation énergétique
 - Conclusion du chapitre

CHAPITRE 2 : Architecture et techniques

- I. Les choix architecturaux.
- II. Les apports de lumière naturelle
- III. La forme, l'orientation, et la profondeur du bâtiment.
- IV. La ventilation naturelle
- V. Eclairage et énergie renouvelable
 - Gestion d'éclairage
 - Amélioré l'entrée de lumière naturelle
 - Les énergies renouvelables
- VI. Etude d'un référent en efficacité énergétique
 - Conclusion du chapitre

CHAPITRE3 : Isolation thermique de bâtiment

- I. Rappel des principes de l'isolation thermique
- II. Les ponts thermiques
- III. Isolation thermique des murs par l'extérieur
- IV. Isolation thermique des murs par l'intérieur
- V. Les matériaux isolants
- VI. Isolation thermique par remplissage d'un mur creux
- VII. Fenêtres et ouvertures.
- VIII. Pars solaires
 - Conclusion du chapitre

CHAPITRE 4 : Cadre d'étude et méthodologie

- I. Présentation du contexte urbain
- II. La consommation énergétique de la ville de Boumerdes .
- III. Analyse climatique de Boumerdes.
- IV. Présentation de projet d'étude.
- V. Etude de simulation du projet d'étude.
 - Conclusion du chapitre
 - Conclusion Générale
 - Repères bibliographiques

- Liste des figures
- Liste des tableaux

I. Introduction

En cette première décennie de XXIème siècle, L'efficacité énergétique est vue comme un enjeu majeur, et ce sont les Etats qui sont les initiateurs des actions visant à favoriser son amélioration. Ils visent à accomplir un triple défi : répondre au problème de la sécurité d'approvisionnement énergétique associé à la fluctuation des prix de l'énergie pour les nations dépendantes des ressources extérieures, et ensuite la lutte contre le changement climatique. L'ensemble de ces enjeux consacre l'adage que « la meilleure énergie est celle que l'on ne consomme pas » mesure Michel Pain en fustigeant la prise de pouvoir de l'économique sur le politique. Le 23/11/2011

Pour induire un changement dans les pratiques constructives actuelles le gouvernement algérien a adopté un nouveau Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT 2030), qui a été notifié avec la promulgation de la loi n°10-02 du 29 juin 2010, dans laquelle sont clairement identifiées les actions à mener pour promouvoir un développement durable. Ces actions s'articulent entre autres autour de l'utilisation des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique et de la protection de l'environnement.

A cet effet l'Algérie a développé plusieurs dispositifs réglementaires visant la promotion de l'efficacité énergétique dans le bâtiment tout en répondants aux exigences de sécurité, de stabilité, d'hygiène, et de confort compatibles avec les exigences sociales et environnementales. C'est ainsi que le décret portant sur la réglementation thermique dans les bâtiments neufs a été publié en 2012 suivi de plusieurs documents techniques réglementaires (DTR). Ces documents, destinés uniquement aux bâtiments, mentionnent les exigences réglementaires que doivent satisfaire leurs enveloppes, et cela grâce à la définition d'un modèle de consommation énergétique national établi dans le cadre de la politique énergétique algérienne qui prévoit aussi des dispositions relatives aux normes d'efficacité énergétique qui visent à garantir un développement structurel de la maîtrise de l'énergie, grâce notamment à la promotion des techniques et des technologies efficaces.

Le développement d'une stratégie communale - en concertation entre les élus et les autres parties prenantes locales - est indispensable pour le déploiement de la politique nationale au niveau local. Une telle stratégie comprenant des objectifs chiffrés constitue le socle du développement des actions et mesures en faveur de la réduction de la consommation énergétique et de l'intégration des énergies renouvelables dans le plan du développement local.

L'affichage de la stratégie locale pour l'efficacité énergétique, et les énergies renouvelable permettra de donner de la visibilité à tous les acteurs locaux et parties prenantes des communes pour y prendre part en qualité d'opérateur ou de bénéficiaire. La traduction de cette stratégie par des mesures réglementaires et des mesures incitatives par les communes permettra à ces dernières de dynamiser le marché local, d'attirer les investisseurs et les entrepreneurs locaux pour contribuer au développement économique via notamment la création d'emplois.

1. Problématique générale

La participation de la commune de Boumerdès au projet «**CES-MED** » permet notamment de concevoir, préparer et disposer de plan d'action d'énergie durable (PAED) sectoriels incluant l'efficacité énergétique des bâtiments publics.

«Le projet CES-MED est financé dans le cadre de la Politique Européenne de Voisinage (PEV) et répond au désir d'établir des liens bilatéraux étroits avec les Etats du Partenariat du Sud. Son intérêt réside non seulement dans les profits économiques procédant de ces liens, mais aussi dans le fait que l'UE et ses Etats membres ne peuvent atteindre leurs objectifs en matière d'énergie, d'immigration et d'environnement, entre autres objectifs, sans la coopération des autres pays, et tout particulièrement les pays du voisinage le plus proche de l'UE. La PEV peut donc être définie comme le principal moteur de coopération entre l'Union européenne et les pays voisins qui ceinturent l'Union. Il s'agit, en l'occurrence, des pays du Moyen orient et de l'Afrique du Nord, collectivement désignés comme PEV-Sud.

Le projet "Promouvoir le développement des énergies durable dans les villes méditerranéennes" (CES-MED) est une initiative financée par l'UE dont le but est d'assurer la formation et l'assistance technique aux autorités locales et nationales de la région Sud de l'IEVP, afin de les aider à répondre plus activement aux défis des politiques durables.

Cet effort implique une plus grande sensibilisation des populations locales à l'égard des politiques durables locales, du partage des connaissances et de l'établissement de partenariats durables entre les autorités locales de l'UE et de la région Sud de l'IEVP. .

L'un des aspects majeurs du projet CES-MED est de soutenir les autorités locales et nationales dans l'élaboration des Plans d'actions en faveur de l'énergie durable (PAED). Le PAED est un plan des actions prioritaires à entreprendre en matière d'efficacité énergétique et d'énergie renouvelable. Il traduit les stratégies à long terme en mesures concrètes, assorties d'échéanciers d'exécution et de répartition des responsabilités. » ©2017ces

La récente signature de la Convention des Maires (CdM) constitue une preuve de l'implication de la commune de Boumerdès dans le projet CES-MED pour l'élaboration de son Plan d'action en faveur de l'Energie Durable (PAED), ce dernier est considéré par Les élus de Boumerdès comme un potentiel vecteur de développement de la commune.

Grâce à l'élaboration du plan d'actions, la commune entend poursuivre ces objectifs suivant :

- **Favoriser la mise en place de programmes de logements moins énergivores** : les projets de construction sont nombreux, que ce soit dans le parc social, participatif ou promotionnel, mais ne respectent aucune norme environnementale ou énergétique ;
- **Intégrer l'efficacité énergétique dans les cahiers de charge des projet de construction de bâtiment public**
- **Travailler sur la sensibilisation des citoyens.**

Aujourd'hui, la municipalité de Boumerdès souhaite faire de la lutte contre le changement climatique une de ses priorités. La commune a pour objectif de concevoir et appliquer de nouveaux modèles dans des domaines de la consommation et de la production énergétiques.

La vision de la commune pourra être atteinte en travaillant sur cinq objectifs stratégiques :

- Renforcer et promouvoir l'efficacité énergétique ;
- Augmenter la part d'énergie produite à partir de ressources renouvelables et locales ;
- Promouvoir des constructions et projets durables ;
- Impliquer l'ensemble des acteurs du territoire dans la lutte contre le changement climatique ;
- Définir les modalités d'adaptation du territoire au changement climatique.

A cet effet, le plan d'actions d'énergie durable constitue une véritable feuille de route de la commune à court et à moyen terme pour l'intégration de l'efficacité énergétique et le développement des énergies renouvelables sur son territoire.

Hypothèse

Les stratégies et techniques de l'architecture bioclimatique répondent aux mêmes enjeux que toute conception écologique d'un bâtiment : l'efficacité énergétique, le confort des occupants, l'utilisation de matériaux locaux, la réduction de la consommation des ressources non renouvelables, la réduction de l'empreinte environnementale,. Cependant, elle propose généralement des solutions sans grande technologie.

Les résultats de simulation de projet sont déterminés dans le logiciel d'application RETA(Réglementation thermique Algérienne .) qui permet de décrire les différents Composants du projet et d'effectuer les calculs thermiques nécessaires afin de vérifier la conformité de projet de construction vis-à-vis de la réglementation thermique :

La Vérification d'hiver (DTR C3-2), dont Les déperditions calorifiques par transmission à travers les parois calculées pour la période d'hiver sont inférieures à une limite appelée « Déperdition de Référence »; $DT \leq 1.05 \text{ Dréf}$

Les apports caloriques à travers les parois (opaques et vitrées) calculés pour la période d'été sont inférieurs à une limite appelée « Apport de Référence »..

$APO (15 \text{ h}) + AV (15 \text{ h}) \leq 1.05 \cdot Aréf (15 \text{ h})$

Les objectifs :

L'objectif principal est la réduction de la facture énergétique dans le bâtiment tertiaire de Boumerdès

Il vise aussi d'autres objectifs secondaires à savoir :

- **L'introduction des mesures bioclimatiques** : diminuer la demande d'énergie des bâtiments tout en améliorant le confort
- **L'efficacité et la gestion énergétique** : La réponse aux demandes d'énergie de la façon la plus économe possible (avec le moins de pertes)
- **Les énergies renouvelables** : produire l'énergie nécessaire avec un recours minimal aux combustibles fossiles.

La sensibilisation des citoyens aux dépenses énergétique

Et pour mieux analyser ces éléments, le travail est reparti en quatre grands axes principaux dont :

- **Le premier axe** consiste à identifier la partie théorique et conceptuel dont la recherche bibliographique des notions liées au thème aussi la politique national et international de l'efficacité énergétique, et toutes les textes réglementaires et normes appliqués dans le secteur de bâtiment en efficacité énergétique.
- **Le deuxième axe** : Propose un processus de l'architecture bioclimatiques et l'efficacité énergétique, dans le choix des matériaux de construction, de l'orientation et de la ventilation
- **Le troisième axe** se base sur les systèmes d'isolation thermiques
- **Le dernier axe** consiste à peser l'analyse de projet, par l'application d'une étude technique à partir d'un logiciel de simulation lié au paramètre de l'efficacité énergétique, et qui pourra servir à déduire la rentabilité des solutions et contribuer à une optimisation économique,

La structuration de cette thèse était acheminée par plusieurs problématiques liées notamment au sujet de l'efficacité énergétique d'une part et d'autres parts spécifiques liées au projet.

CHAPITRE 1 : CADRE THEORIQUE ET CONCEPTUEL

I. Le développement durable (notion et enjeux)

Le développement durable, selon sa définition la plus communément acceptée (Rapport Bruntland), est « un développement qui satisfait les besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins ».

Les tentatives variées pour rendre ce concept opérationnel l'associent à un développement économique et social équitable dans l'espace et le temps et à un équilibre écologique à long terme. L'Agenda 21, le programme d'action pour le 21ème siècle, adopté à l'issue de la Conférence de la Terre (Rio 1992), est sans doute la plus importante de ces tentatives. Il se définit comme le guide de la mise en œuvre du développement durable pour le 21ème siècle (Agora 21). Les Objectifs de développement du Millénaire (ODM) adoptés en 2000 par l'Assemblée générale des Nations unies dans sa déclaration dite du Millénaire (55/2), est une autre tentative qui a le mérite d'être chiffrée avec un horizon temporel défini.

Le Plan d'action de Johannesburg est la plus récente qui se définit du reste comme un instrument de relance de la mise en œuvre de l'Agenda 21, compte tenu bien sûr des évolutions (mondialisation, NTIC, etc.) qu'ont connues l'économie et les relations internationales depuis Rio.

II. La conception bioclimatique :

1 .Définition

La conception bioclimatique est de façon générale l'intégration harmonieuse d'un bâtiment dans son environnement, en profitant des opportunités du lieu (ensoleillement, vents dominants...) et en se protégeant des agressions (pluie, froid) par la forme du bâtiment, son isolation, le positionnement des volumes tampon, etc. On se concentrera ici sur 3 paramètres particulièrement importants pour la performance énergétique :

- **l'orientation**, c'est l'alignement des façades bâtiment par rapport au soleil et la répartition des surfaces vitrées sur les différentes façades ;
- **la compacité**, c'est le rapport des surfaces déprédatives (surfaces séparant le volume chaud de l'extérieur) sur la surface ou le volume utile ; on recherchera à obtenir un maximum de surface utile pour un minimum de surface à isoler ;
- **la définition des volumes chauffés** (pièces disposant d'émetteurs de chaleur), **chauds** (ne disposant pas d'émetteur de chaleur, mais inclus dans le volume isolé), et des **volumes étanches à l'air** (excluant par exemple les pièces comme les chaufferies ou locaux poubelle, qui disposent de ventilation naturelle).

2. L'orientation :

A.L'enjeu :

L'orientation a un impact fondamental sur la performance du chauffage ainsi que sur le confort d'été. Il est ainsi très difficile (certes possible, mais à quel prix...) de réaliser un bâtiment Passif dont les façades principales sont Est-Ouest. Il n'est pas possible de bénéficier pleinement des apports solaires, et le confort d'été passif est très difficile à assurer. On est alors obligés d'isoler très fortement, et d'envisager un système de rafraîchissement (climatisation active).

B : Bonnes pratiques :

On recherchera à profiter au maximum du soleil en hiver ;

- ✓ En concentrant les surfaces vitrées sur la façade sud,
- ✓ En positionnant le bâtiment sur le terrain de façon à minimiser les masques solaires

En parallèle, on recherchera des solutions pour se protéger du soleil en été :

- ✓ En restant raisonnable sur les surfaces vitrées totales
- ✓ En concevant des brise-soleil protégeant du soleil en été tout en le laissant passer en hiver,
- ✓ En utilisant la protection des végétaux à feuilles caduques.

C : Les Points de vigilance

Il est important de se souvenir que la pire orientation du point de vue du confort d'été est l'Ouest. En effet le soleil est alors rasant, et pénètre très facilement à travers les vitrages, et ce après que le bureau a déjà subi la montée en température de toute la journée. Les pics de température intérieurs sont ainsi souvent constatés en fin de journée. On notera également que les contraintes d'urbanisme peuvent s'opposer à une orientation optimale des bâtiments. Sans être exhaustif, on peut citer : Une obligation d'aligner les faîtages (dans un lotissement...),

Un découpage des parcelles et des prospects ne permettant pas une orientation optimale (parcelle tout en longueur dans le sens Nord-Sud, imposant les façades principales Est et Ouest),

3 .La Compacité

A. Enjeu :

La compacité a un impact Sur la performance de bâtiment pour atteindre le même niveau de performance, exprimée en kW.h par m² de surface utile, un bâtiment de mauvaise compacité va nécessiter une meilleure isolation (exprimée en W/K par m² de parois), une meilleure étanchéité à l'air intrinsèque (taux de fuite par m² de parois) ou encore des installations techniques plus performantes pour compenser une enveloppe moins performante.

B: Les éléments bioclimatiques se divisent généralement en éléments passifs et actifs.

Les systèmes de chauffage solaire actifs sont orientés de façon à capturer l'énergie solaire au moyen de systèmes mécaniques ou électriques : les capteurs solaires (Pour chauffer l'eau ou l'espace) et les panneaux photovoltaïques (pour produire de l'énergie électrique). Les systèmes de chauffage solaire passifs optimisent les avantages du Soleil en utilisant des caractéristiques de construction standards, tout en fonctionnant avec peu ou pas d'aide mécanique.

Le mouvement naturel de la chaleur et de l'air, ou tout simplement l'utilisation optimale du soleil, par exemple en termes de lumière du jour et de chaleur, permettent de maintenir des températures confortables.

III. L'efficacité énergétique

En cette première décennie de XXIème siècle, L'efficacité énergétique est vue comme un enjeu majeur à travers le monde, et ce sont les États qui sont les initiateurs des actions visant à favoriser son amélioration. Ils visent à accomplir un triple défi : répondre au problème de la sécurité d'approvisionnement énergétique associé à la fluctuation des prix de l'énergie, et ensuite la lutte contre le changement climatique.

L'efficacité énergétique, c'est tout ce que la technologie va nous apporter pour réduire les consommations d'énergie permettant de satisfaire nos besoins. Le besoin c'est d'avoir 19°C.

Grâce à d'hyper isolants, à des systèmes thermiques très performants, on peut réduire drastiquement l'énergie nécessaire pour satisfaire notre besoin de 19°C. C'est le domaine de l'efficacité énergétique. Celle-ci va jouer un rôle majeur dans la conception des bâtiments du futur. Elle concerne aussi bien l'isolation des bâtiments que la production de chaleur performante, l'éclairage basse consommation, les ordinateurs à très faible consommation. L'efficacité énergétique a sensiblement progressé depuis vingt ans, par suite notamment de la dynamique créée en Allemagne. Mais il est probable que des progrès spectaculaires seront accomplis dans les vingt ans qui viennent, parce que la réduction des consommations d'énergie est devenue un enjeu vital pour la planète et qu'elle est enfin considérée comme stratégique, ce qui va doper la créativité des entreprises et des laboratoires de recherche. court, une révolution attend probablement le monde de l'éclairage (avec les leds, mais pas seulement...), des pompes à chaleur avec des COP exceptionnellement élevés ont déjà fait leur apparition sur le marché intérieur japonais, et il semblerait que les américains travaillent beaucoup sur les techniques à basse émission de carbone. Des isolants beaucoup plus performants, vont devenir opérationnels dans un délai assez

IV. La politique de l'efficacité énergétique Au niveau (national et international)

1 .Au niveau international

Depuis la mise en place des premières mesures en faveur des économies d'énergie après les chocs pétroliers, puis avec la lutte contre le changement climatique, la question de l'efficacité énergétique des bâtiments a toujours été au cœur des politiques énergie-climat, que se soit au niveau européen, national ou local.

L'énergie a toujours été un élément central dans la construction européenne. La première institution européenne était la Communauté européenne du charbon et de l'acier (CECA), créée en 1951. Ensuite, en 1957, la Communauté économique européenne (CEE) et la Communauté européenne de l'énergie atomique (CEEa ou Euratom) ont été mises en place. Dès sa création, les pères fondateurs de ce qui deviendrait l'UE avaient pour ambition de faire de l'Europe une Union de l'énergie Jan Horst Keppler, « L'Union européenne et sa politique énergétique », Politique étrangère [En ligne], automne 2007, p. 529-543

Désormais définie par l'article 194 du Traité sur le fonctionnement de l'UE, la politique énergétique européenne, consiste à « assurer le fonctionnement du marché de l'énergie », « Assurer la sécurité de l'approvisionnement énergétique dans l'Union », « promouvoir l'efficacité énergétique et les économies d'énergie ainsi que le développement des énergies nouvelles et renouvelables », et « promouvoir l'interconnexion des réseaux énergétiques ». Globalement, celle-ci repose sur la « libéralisation du marché intérieur de l'énergie

« Objectifs et fonctionnement de la politique européenne de l'énergie », Toute l'Europe [En ligne], 13.01.15.

Lors de la conférence de Stockholm, en 1972, la Communauté internationale prend les premières mesures pour la protection de l'environnement et, pour le climat. En 2005, le protocole de Kyoto « Accord international légalement contraignant visant à réduire ses émissions de certains gaz à effet de serre » entre en vigueur. Alors qu'il devait arriver à échéance en 2012, il est prolongé jusqu'en 2020 lors de la conférence de Doha, en 2012. Au cours de ces conférences pour le climat, l'UE a dû prendre des mesures pour réaliser les

objectifs qu'elle s'était fixée. C'est notamment dans ce cadre-là que les paquets énergie proposés par la Commission européenne s'inscrivent. « La lutte contre le changement climatique »

En 2008, un premier « paquet énergie » le seul traduit dans la législation jusqu'à présent - appelé aussi « paquet des trois fois vingt » « Agnès Sinaï, « Un paquet climat-énergie européen sans audace », a été adopté par l'UE. Celui-ci présentait trois objectifs principaux à atteindre pour 2020 :

- Une réduction de 20% des gaz à effet de serre par rapport aux niveaux de 1990.
- Une augmentation jusqu'à 20% de l'utilisation d'énergies renouvelables dans le mix énergétique européen. Concernant le secteur des transports, un objectif spécifique d'au moins 10% est à considérer. « Climat.be, «La politique en matière de climat et d'énergie à l'horizon 2030 ».
- Une réduction de 20% de la consommation d'énergie globale.

Afin de compléter ces trois objectifs, la Commission européenne a prévu 5 textes légaux :

- La révision de la directive sur le système d'échange de quotas d'émissions.
- Une décision quant au partage de l'effort, en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre, entre les États membres.
- Une directive sur l'énergie renouvelable.
- Un plan et une directive pour l'efficacité énergétique.
- Une directive sur le stockage du CO2 dans le sous-sol.

Lutter contre le changement climatique et dynamiser économiquement l'UE, la Commission européenne a publié le 25 février 2015, sous la forme d'une communication, « le cadre stratégique pour une union de l'énergie résiliente, dotée d'une politique clairvoyante en matière de changement climatique », autrement dit, « le paquet Union de l'énergie » dont l'objectif est de permettre aux citoyens européens d'avoir accès à une « énergie abordable, sûre et durable » « Conseil européen (1.03.2016), »

« L'UE et ses États membres s'engagent à respecter conjointement un objectif contraignant consistant à réduire les émissions de gaz à effet de serre dans l'UE d'au moins 40 % d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990, conformément à ce qui est indiqué dans les conclusions du Conseil européen d'octobre 2014. » Communication de la Commission européenne « Commission européenne, Une énergie propre pour tous les Européens », Communication, 30.11.2016 »

Afin de garantir un meilleur accès à l'énergie, une piste pour des actions futures pourrait être la stimulation du partenariat avec l'Afrique du Nord dans le respect des droits et des intérêts de ces pays. Cela serait intéressant pour l'UE puisqu'il existe des ressources de gaz non exploitées sur ce continent, dont le potentiel en termes d'énergies renouvelables est important^{48,49}. Inversement, un tel partenariat encouragerait les économies nord africaines et le développement général de ces pays

Au niveau national

Un focus sur la politique nationale algérienne liée à la transition énergétique permet de comprendre dans quel contexte s'inscrit la stratégie de la municipalité.

Les lois cadres de la maîtrise de l'énergie et du développement des énergies renouvelables ont été suivies de programmes nationaux mais non déclinés en programmes et plans d'actions au niveau local. Ceci n'a pas permis aux communes la prise en charge de cette transition énergétique à l'échelle locale.

Le gouvernement a adopté en mai 2015 les programmes nationaux de l'Efficacité Energétique et de développement des énergies renouvelables dans leurs versions actualisées. Ces deux documents traduisent la vision nationale fondée sur la préservation des ressources fossiles par une introduction accrue de l'efficacité énergétique et la mise en valeur des ressources disponibles comme le solaire et leur utilisation pour diversifier les sources d'énergie et préparer la période post énergie fossile.

L'efficacité énergétique est régie par la loi cadre sur la maîtrise de l'énergie promulguée en 1999 ; elle vise à contraindre la demande d'énergie par une plus grande efficacité du système de consommation, et ce grâce à la définition d'un modèle de consommation énergétique national établi dans le cadre de la politique énergétique algérienne. Cette loi prévoit aussi des dispositions relatives aux normes d'efficacité énergétique qui visent à garantir un développement structurel de la maîtrise de l'énergie, grâce notamment à la promotion des techniques et des technologies efficaces.

Par le biais de la Loi sur la maîtrise de l'énergie, il a été mis en place un « Fonds national pour la maîtrise de l'énergie » (**FNME**) destiné à soutenir les actions et les projets porteurs d'efficacité énergétique et engagés dans le cadre du programme national de maîtrise de l'énergie (PNME). Le PNME couvre l'ensemble des secteurs d'activités à savoir : l'industrie, le bâtiment, le transport et l'agriculture. Cette loi accorde un intérêt particulier aux grands consommateurs d'énergie et met l'accent sur la réalisation d'audits énergétiques dans les établissements grands consommateurs d'énergie. La mise en place de standards d'isolation thermique dans les bâtiments et de labels de consommation énergétique pour les équipements électroménagers constituent également des axes privilégiés d'actions que vise la loi sur la maîtrise de l'énergie.

Plusieurs autres dispositifs réglementaires visant la promotion de l'efficacité énergétique dans le bâtiment ont été élaborés, notamment les documents techniques réglementaires (DTR) fixant les règles d'isolation thermique pour les bâtiments neufs. De même, ont été établies des réglementations pour le développement des villes durables et pour la réduction des émissions de polluants issus des véhicules.

Malgré la promulgation des différents textes réglementaires et la mise en place de moyens financiers pour le développement de l'efficacité énergétique et le développement des énergies renouvelables, le marché de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables

n'est pas encore très développé en Algérie. Ceci est principalement dû à la très faible rentabilité des actions et projets d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables, conséquence des tarifs relativement bas, liés au marché domestique. Il existe d'autres barrières économiques, institutionnelles, et techniques qui empêchent le développement effectif de ce marché notamment l'absence de structures spécialisées dans le développement de projets d'efficacité énergétique et des énergies renouvelables, une bureaucratie qui ralentit la mise en œuvre des différents mécanismes d'accès aux avantages offerts par la loi relative aux énergies renouvelables(EnRs) et efficacité énergétique (EE), l'inexistence d'organismes de contrôle et de suivi de la mise en œuvre des textes réglementaires et des projets d'EE et EnRs développés.

Plusieurs organismes spécialisés contribuent également à la mise en œuvre de la politique énergétique nationale dans la perspective d'un développement durable comme l'agence nationale de promotion et de rationalisation de l'énergie (**APRU**) le Comité Intersectoriel de maîtrise de l'énergie (**CIME**), le Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du bâtiment (**CNERIB**), le Centre de Développement des Énergies Renouvelables (**CDER**), et le Centre National des Technologies de Production plus Propre (**CNTTP**).

La place des collectivités locales à consolider

Aujourd'hui toute collectivité territoriale (commune, daïra, wilaya) peut adopter des mesures incitatives en faveur de l'efficacité énergétique et du développement des énergies renouvelables conformément à la réglementation déjà en vigueur, afin de répercuter les mesures nationales au niveau local. La collectivité locale peut aussi développer des outils d'information en vue de dynamiser le marché local ou régional et encourager les opérateurs économiques à la prise d'initiatives et à l'investissement dans le développement des énergies renouvelables, et de l'efficacité énergétique sur le territoire de la commune.

***Les nouvelles orientations du gouvernement**

Au cours de la réunion qu'a tenu le premier ministre avec les walis le 29 août 2015¹, des orientations sont prodiguées aux responsables des collectivités locales pour initier des actions de rationalisation afin de maîtriser les dépenses de l'Etat et une meilleure implication des collectivités locales dans le développement local à travers notamment :

- La diversification de l'économie qui passe par l'attractivité territoriale ; la promotion de l'investissement national public ou privé.
- La contribution des collectivités locales à la réalisation des programmes d'action que le gouvernement entreprend.
- La participation des collectivités locales aux domaines d'actions prioritaires de développement dont les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique.

¹ http://www.premier-ministre.gov.dz/index.php?option=com_content&task=view&id=3938&Itemid=261

- L'initiation au niveau local du changement de comportement des consommateurs publics et privés d'énergie par la définition d'un nouveau modèle de consommation énergétique.

Ainsi les collectivités locales sont amenées à jouer un rôle plus important dans un avenir proche comme animateurs des activités sur leurs territoires et d'initiateurs de projets pour le développement de la commune, la création d'emploi et de la richesse et l'amélioration des conditions de vie des citoyens.

1. Objectifs et cibles

Dans le secteur du Bâtiment

L'Algérie a développé plusieurs dispositifs réglementaires visant la promotion de l'efficacité énergétique dans le bâtiment tout en répondants aux exigences de sécurité, de stabilité, d'hygiène, et de confort compatibles avec les exigences sociales et environnementales. C'est ainsi que le décret portant sur la réglementation thermique dans les bâtiments neufs a été publié en 2000 suivi de plusieurs documents techniques réglementaires (DTR). Ces documents, destinés uniquement aux bâtiments, mentionnent les exigences réglementaires que doivent satisfaire leurs enveloppes à savoir :

- Le DTR C 3-2 relatif aux règles de calcul des déperditions calorifiques d'hiver pour les bâtiments à usage d'habitation ; il vise la limitation de la consommation énergétique relative au chauffage des locaux à travers le calcul des déperditions thermiques.
- Le DTR C 3-4 relatif aux règles de calcul des apports calorifiques d'été pour les bâtiments et vise la limitation de la consommation énergétique relative à la climatisation des locaux.
- Le DTR C 3-31 relatif à la ventilation naturelle des locaux à usage d'habitation ; fournit les principes généraux à adopter lors de la conception des installations de ventilation naturelle.
- Le DTR E 4.4 intitulé « travaux d'isolation thermique et d'étanchéité des toitures en tôles d'acier nervurées ».

Ces documents constituent aussi des normes définissant les propriétés essentielles des matériaux, des composants et des produits utilisés dans les bâtiments ainsi que leurs dimensions, leurs caractéristiques et leurs performances. La finalité de cette réglementation est le renforcement de la performance énergétique globale du bâtiment et son application permettra de réduire les besoins calorifiques de nouveaux logements pour le chauffage et la climatisation.

La conception d'un bâtiment énergétique :

Avoir un bâtiment efficace d'un point de vue énergétique, c'est s'engager dans une démarche citoyenne pour le respect de l'environnement et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le "surcoût" éventuel pour un bâtiment plus efficace est généralement faible par rapport aux coûts de construction ou de rénovation d'un bâtiment.

La conception d'un bâtiment et de ses installations influence le coût d'exploitation pendant toute la durée de vie du bâtiment et des installations, soit 20, 30 ou 40 ans.

. Diminuer la consommation des équipements électriques du bâtiment par :

- Limiter la puissance d'éclairage installée.
- Equiper l'installation d'éclairage d'une gestion efficace.
- Choisir des équipements de bureautique à faible consommation.
- Répartir ces équipements pour limiter les apports de chaleur dans les locaux de vie.

Il est toujours intéressant de diminuer la puissance des équipements électriques d'un bâtiment. Celle-ci est totalement transformée en chaleur dans les locaux. Aussi, la limitation des apports internes électriques peut permettre, avec d'autres mesures, d'éviter l'installation d'un système de refroidissement actif. En hiver, cet apport de chaleur n'a pas de conséquence sur le confort. Le système de chauffage est simplement un peu moins sollicité. Assurer, dans tous les locaux de vie, un éclairage naturel qui rende l'éclairage artificiel nécessaire pendant moins de 40 % du temps d'occupation. Demander aux concepteurs de prévoir des systèmes de gestion efficace d'éclairage gestion horaire, gestion en fonction de l'occupation à partir de détecteurs de présence, Opter pour des écrans plats pour tous les ordinateurs.

• 3. Etudier l'enveloppe et l'organisation interne du bâtiment

L'enveloppe du bâtiment a un rôle déterminant sur sa future consommation. C'est en fonction de ses qualités que les demandes de chaleur et de refroidissement seront plus ou moins importantes. Des équipements de qualité (chaudière, machine frigorifique, ventilateurs, ...), ayant un bon rendement, n'ont qu'une efficacité limitée si la demande n'est pas diminuée autant que possible lors de la conception.

3.1 Optimiser le volume du bâtiment, Pour optimiser le volume de bâtiment il faudra :

Limiter les déperditions des façades mais néanmoins profiter de l'éclairage naturel, et faciliter le rafraîchissement par ventilation naturelle.

Trouver, selon la programmation du bâtiment et le contexte d'implantation (forme et taille du terrain, environnement bâti ou paysager, ...), le compromis optimal entre une grande compacité pour limiter les pertes de chaleur une faible compacité pour profiter d'éclairage naturel et faciliter le rafraîchissement par ventilation naturelle.

Dans les bâtiments récents, bien isolés, le problème de la surchauffe et de la consommation de froid prend de plus en plus d'importance par rapport à celui de la consommation de

chauffage. Il convient donc, à priori, de favoriser autant que possible l'éclairage naturel et les possibilités de refroidir naturellement le bâtiment par ventilation naturelle intensive en :

3.2. Limiter les pertes de chaleur. Pour limiter les pertes de chaleur il faudra :

- Isoler et étanchéifier les façades.
- Assurer un niveau d'isolation élevé, en maximisant l'épaisseur d'isolant dans les parois opaques (murs, toitures, planchers, etc.) Imposer aux concepteurs un coefficient de transmission thermique maximal de $0,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ pour les façades, $0,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ pour les toitures et les planchers en contact avec l'extérieur.
- Limiter la surface des vitrages tout en assurant un éclairage naturel suffisant.
- Choisir des vitrages bas émissivité.
- Donner aux concepteurs le temps et les moyens nécessaires pour étudier les détails de construction à prévoir pour assurer la continuité de l'isolation en évitant notamment les ponts thermiques; par exemple la jonction entre l'isolant d'un mur et celui du plancher.
- Equiper d'un sas les entrées les plus fréquentées du bâtiment. Outre l'économie directe sur le chauffage, le sas permet d'éviter un inconfort local (courants d'air) qui génère parfois des régulations énergivores.

3.3 Favoriser l'éclairage naturel.

Diminuer la consommation en éclairage artificiel et limiter la production de chaleur par les lampes dans le bâtiment. Celles-ci entraînent des surchauffes et, si le bâtiment est climatisé, des consommations de refroidissement.

- Assurer, dans tous les locaux de vie, un éclairage naturel qui rende l'éclairage artificiel nécessaire pendant moins de 40 % du temps d'occupation.
- Situer les surfaces vitrées en partie supérieure des parois. A surface égale, l'efficacité lumineuse d'une fenêtre est maximale lorsqu'elle est située au niveau du plafond. Elle apporte ainsi un bon éclairage au fond du local.

3.4 Gérer les apports solaires.

Eviter le soleil en été, quand il entraîne de la surchauffe ou des consommations de refroidissement. En hiver, valoriser l'ensoleillement et profiter ainsi d'apports de chaleur gratuite ou, si les équipements intérieurs apportent déjà beaucoup de chaleur, éviter les apports solaires.

3.5 Valoriser la fraîcheur de l'air extérieur.

Refroidir gratuitement le bâtiment lorsqu'il en a besoin et que la température extérieure est néanmoins inférieure à celle du bâtiment.

3.6 La performance énergétique du bâtiment :

Intégrer la performance énergétique et objective de confort dans les bâtiments neufs :

- Mobilise des compétences pluridisciplinaires,
- Redonne de l'élan à la créativité architecturale.
- Stimule l'innovation dans les modes constructifs et les systèmes,

- Réaffirme l'importance de la prise en compte des usages et du confort.

Indépendamment du déplacement des équilibres économiques lié à la hausse du coût de l'énergie, deux facteurs contribuent à l'évolution des concepts des bâtiments performants :

- La réglementation et la labellisation (contraintes et incitation).
- Les évolutions méthodologiques et technologiques (leviers de performance).

1.1 Les labels de performance énergétique :

Les labels sont des indicateurs en termes de confort, de performance Énergétique et de respect de l'environnement, afin de réaliser des bâtiments à faibles consommations d'énergie, ils s'appuient sur des référentiels et sont soumis à des Procédures d'audit et d'évaluation. Les principaux labels -notamment européens- sont les suivants :

➤ **Bâtiment label BBC-Effinergie :**

BBC signifie *bâtiment basse consommation* ce label a été créé en 2006 par l'association Effinergie, afin d'inciter les maîtres d'ouvrage à anticiper les évolutions réglementaires. Il visait un niveau RT2005-50% dans le tertiaire.

Le Grenelle de l'environnement s'est appuyé sur ce label pour fixer le cadre de travail de la RT2012 ; de nombreux bâtiments ont été réalisés et certifiés BBC. Ce label est aujourd'hui voué à disparaître au profit de la simple appellation RT2012.

➤ **Bâtiment label Effinergie⁺**

Au début de l'an 2012, l'association a lancé ce label avec une cible RT2012, -20%, assortie de diverses obligations de moyens (ventilation, étanchéité à l'air....) et d'information (compteur estimation des usages spécifiques, énergie grise...)

➤ **Bâtiment label BEPOS-Effinergie**

Ce label est une extension du label Effinergie⁺, il est basé sur les calculs réglementaires des cinq usages ainsi que sur la prise en compte d'une valeur théorique et forfaitaire de l'énergie spécifique, fixée à 100 kWh/m² dans le non résidentiel. Il prévoit entre autre l'obligation d'atteindre un certain pourcentage d'énergie renouvelable en substitution de cette consommation théorique (cinq usages+énergie spécifique) en fonction de la configuration du projet.(hauteur, zone climatique).

➤ **Bâtiment passif**

Ce terme de passif vient du label allemand Passivhaus qui signifie « maison passive ». Il se fonde sur l'idée qu'une maison bien isolée et conçue selon les principes de la bioclimatique n'a pas besoin de chauffage. Les apports gratuits de soleil en hiver et les apports internes c'est-à-dire la chaleur dégagée par ces occupants et ses activités (cuisine, douche, lavage,) couvrent les besoins de chaleur. La chaudière est donc de très petite puissance et utile comme appoint par grand froid ou pour relancer le chauffage suite à une période d'inoccupation. Il reste à optimiser l'éclairage, l'eau chaude sanitaire et les performances des différents appareils électriques.

Le label allemand fixe une consommation maximal de chaleur de 15 kWh/m^2 et une consommation totale tout usage de 120 kWh/m^2 .

S'il n'existe pas encore de définition précise du passif en France, nous pouvons adopter celle ci pour le bâtiment tertiaire : Bâtiment conçu à son optimum énergétique, par une combinaison des choix d'architecture d'enveloppe et de systèmes qui réduit au minimum les besoins en éclairage, chaleur et rafraîchissement.

➤ **Bâtiment à énergie presque zéro(NZEB)**

La directive européenne EPBD(Energy performance of building directive) prévoit de généraliser d'ici 2020.Les bâtiments neufs NZEB(Nearly Zero Emission Building).Il s'agit de bâtiment dans le bilan énergétique présente une valeur légèrement supérieur à Zéro. Correspondant à un optimum économique au niveau national. La qualification est pour le moment sujette à de multiples interprétations.

En tout état de cause, le périmètre de calculer la performance du bâtiment comme la résultante, en énergie primaire, de toutes les énergies non renouvelable entrante moins les énergies sortante.

➤ **Bâtiment à énergie positive tout usage :**

Il s'agit d'un bâtiment passif qui intègre des moyes d'énergies renouvelable permettant la compensation intégrale des consommations énergétiques réelle sur l'année. Cette définition prend également en compte les énergies renouvelables locales venant se substituer à tout ou partie de l'énergie véhiculée par un réseau auquel le bâtiment est raccordé, selon les mêmes principes que NZEB

1.2 Les leviers de performance énergétique dans le neuf

«La performance énergétique n'est pas une contrainte pour un architecte puisqu'il retrouve un mécanisme conceptuel primitif qui lui permet de «jouer »avec l'environnement mais l'abus de performance est dangereux s'il n'a pas d'abord pris en compte la qualité et la performance d'usage ».

Il s'agit donc d'une approche intégrée associant performance énergétique et qualité d'usage ; elle utilise les leviers de performance disponible en matière de :

- Confort et bioclimatique : Forme, orientation, zonage, effet de tampon thermique, lumière naturelle, et protection solaires.
- Performance de l'enveloppe: isolation, proportions de surfaces opaques et vitrées, étanchéité à l'air, inertie thermique.
- Source d'énergie: raccordement aux réseaux, énergie renouvelables ou de récupération.
- Système énergétique : ventilation, chauffage, froid, éclairage.

Conclusion du chapitre

Notre propos dans ce chapitre n'est pas de constituer des définitions précises sur des thèmes liés à l'efficacité énergétiques mais de mettre en exergue certains de ces propriétés collectives qui engendrent un contexte de coopération particulier

L'efficacité énergétique est devenue au fil des années un des piliers des politiques énergétiques, et plus récemment des politiques de lutte contre le changement climatique. Quand l'efficacité énergétique s'améliore, l'énergie nécessaire pour faire face aux besoins des gens et aux diverses activités économiques baisse.

Quand on parle d'efficacité énergétique dans le cadre des politiques énergétiques ou climatiques, on s'intéresse de fait à l'efficacité énergétique au niveau d'un secteur de l'économie ou au niveau global d'un pays, Bien sûr, l'amélioration de l'efficacité énergétique, des bâtiments, contribue à l'amélioration de l'efficacité d'ensemble des secteurs ou de l'économie, mais celle-ci peut également s'améliorer simplement du fait de changements dans la structure du secteur ou de l'économie dans son ensemble, au profit d'activités ou de besoins moins énergivores.

La mise en œuvre des politiques publiques d'efficacité énergétique suppose l'adoption de moyens d'action visant à agir sur les différents leviers de l'amélioration de l'efficacité énergétique: techniques, économiques, sociaux

CHAPITRE 2 : Architecture et techniques.

I. Les choix architecturaux.

Les choix impactant significativement la performance énergétique doivent être validés par le maître d'ouvrage. La conception d'un bâtiment à basse énergie forme un tout, le choix de l'orientation, le choix de l'enveloppe, le choix des équipements, ... tout est lié. L'architecte et le bureau d'étude doivent y travailler ensemble dès le départ. Par exemple, le free cooling naturel du bâtiment demande des taux de renouvellement d'air horaires, donc des débits d'air importants, donc des sections élevées, donc des "cheminées" à intégrer dès le début du projet architectural.

II. Les apports de lumière naturelle :

1. Les apports par les façades :

Nous considérons tout d'abord le cas d'un bâtiment de bureau à plusieurs niveaux sans possibilité d'apport zénithal de lumière. Ces dernières années le moteur de calcul réglementaire, qui favorisait une répartition 50/50 des surfaces opaques vitrées, a incité les architectes à créer de nouvelles typologies de façades répondant à ce critère.

Pour les locaux de bureaux, climatisés la solution la plus efficace en termes d'apport de lumière naturelle est le bandeau vitré continu, horizontal, sur allège. La lumière la plus utile et qui pénètre au plus profond des locaux et celle qui entre le plus en hauteur : Nous représentons ci-dessous trois cas de bâtiments représentant à la fois la performance énergétique et en confort d'usage :

- **Le cas d'un bâtiment non climatisé** aménagé en plateaux paysagers, avec façade vitrées à seulement 30 à 40% ; Cette configuration permet d'atteindre un très bon niveau général d'isolation et d'obtenir une inertie thermique suffisante pour se protéger des pointes de chaleurs estivales. Un apport de lumière naturelle peut être obtenu si le bâtiment est de faible profondeur (max 12M) et aménagé avec des couleurs très claires favorisant la diffusion de la lumière. Il faut donc qu'il reste cloisonné.
- **Le cas d'un bâtiment climatisé** équipé de façade entièrement vitrée de très bonne qualité. Ce cas favorise une plus grande déperdition thermique, des façades en hiver, qui doit être compensée par une diminution de la consommation en climatisation en demi-saison et des consommations d'éclairage.
- **Le cas d'un bâtiment administratif** avec la salle orientée plein sud. Les enjeux sont principalement d'éviter une surchauffe (taux d'occupation élevé, matériel bureautique,) et les situations d'éblouissement conduit à fermer les stores et à allumer l'éclairage artificiel, donc augmenter les consommations et aggraver les risques de surchauffe de la salle. Dans ce cas et lorsqu'en a pas fait le choix de l'implantation de ces locaux en façades sud, la stratégie consiste à réduire la protection du vitrage.

2. Les espaces tampon :

La création d'un espace tampon consiste à intercaler entre le bâtiment et l'extérieur un volume d'air qui se maintient naturellement à une température intermédiaire, réduisant ainsi les déperditions de chaleurs de bâtiment. Il se matérialise de différentes façons : Atrium fermé ou double peau :

En hiver, le rayonnement solaire direct maintient une température intermédiaire par effet de serre ; en été et demi-saison, l'atrium est rafraîchi par ventilation naturelle, c'est à dire par création un d'un effet de cheminée thermique du bâtiment et sont plus facilement ventilés ou rafraîchis par ventilation naturelle ou mécanique.

L'atrium : l'architecte cherche en principe à intégrer à l'atrium certain fonctions qui contribuent à la vie du bâtiment tout en y assurant des conditions de confort compatible

La double peau : L'appellation de double peau signifie un ensemble composé de deux façades en verre écartée l'une de l'autre, ex (un volume de bâtiment, peut être fermé l'hiver créant un espace tampon chauffé par le rayonnement solaire et limitant les déperditions thermiques dans ce cas le bâtiment est ventilé naturellement l'été.

III. La forme, l'orientation, et la profondeur du bâtiment :

Comme l'explique tous les ouvrages de référence sur la conception climatique et énergétique. Un bâtiment doit être orienté préférentiellement nord-sud, c'est-à-dire avec ses façades principales placé au nord et au sud. Cette disposition permet de traiter plus facilement les apports de lumière et de soleil selon les saisons. Elle permet en particulier de différencier au besoin la conception des façades selon leur exposition et d'éviter le plus possible les situations d'éblouissement à l'ouest et à l'est lorsque le soleil est bas.

Reste la meilleur orientation pour un patio ou un atrium central suit un grand axe nord-sud, cela s'explique par une meilleure captation du rayonnement solaire en hiver au centre du bâtiment, tandis que ce dernier est mieux protégé en été grâce à un effet de masque au début et enfin de journée. Le dimensionnement idéale d'un patio ouvert et à fortiori d'un atrium fermé dont la verrière réfléchit environ un tiers de la lumière zénithal, est celui qui optimise de la lumière naturelle.

VI. La ventilation naturelle.

Principe :

Dans la ventilation naturelle, aucun ventilateur n'intervient. L'air se déplace grâce aux différences de pression dues au vent qui existent entre les façades du bâtiment et grâce à la différence de masse volumique en fonction de sa température, La circulation de l'air est donc totalement naturelle L'air peut pénétrer dans un bâtiment au travers des inétanchéités. On ne peut considérer à proprement parler ce phénomène comme de la ventilation. En effet, en fonction du vent, des ouvertures parasites On parle dans ce cas d'infiltrations. Des amenées d'air (grilles réglables, vasistas) doivent être disposées en façade pour les locaux dits "propres" (bureaux,).Des ouvertures (des portes ou grilles) permettent le

passage de l'air vers les locaux dits "humides" ou "viciés" (sanitaires, cuisine, ...).

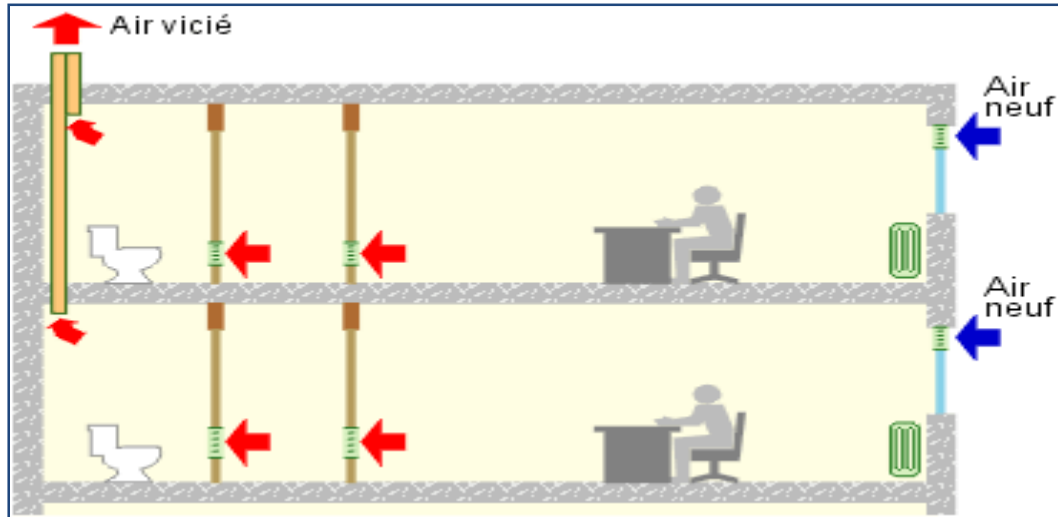


Figure1 : système de ventilation naturelle.

IV. Gestion d'éclairage :

A) L'éclairage directe :

C'est l'éclairage direct qui donne les meilleurs résultats en termes de conception énergétique. On peut arriver à des valeurs de puissance spécifique sous certaines conditions de l'ordre de $1,5 \text{ W/m}^2/100 \text{ lux}$. Suivant l'usage des locaux ou des espaces dans les locaux, trois types d'éclairage ou un mixte des trois seront envisagés :

L'énergie renouvelable :

La conception active :

L'idée dans cette conception est de prévoir les espaces alloués au niveau de l'enveloppe extérieure pour l'intégration des systèmes solaires en général.

Bien sûr, l'aménagement intérieur pour intégrer ces systèmes doit faire dès le départ de la conception. Il ne faut pas oublier que le but est de diminuer au maximum la consommation énergétique dans le bâtiment.

L'énergie renouvelable la plus courante chez les particuliers est l'énergie solaire qui permet de produire de l'eau chaude via les panneaux solaires, thermique ou de l'électricité via les panneaux solaires photovoltaïque,

VII. Etude d'un référent en efficacité énergétique :



Figure 2: Le projet ECOFFICE

Description du bâtiment

Situé dans le parc industriel de Nivelles Nord, cet immeuble de 3 500 m² appelé "Écoffice" s'inscrit dans un projet de recherche soutenu par la Région wallonne et visant à optimiser les techniques de construction.

L'objectif de ce projet de recherche est la réalisation d'un projet pilote de bâtiment tertiaire passif dont le coût de la construction ne dépasserait pas celui de bureaux normaux. Le projet est certifié "maison passive" et "Breeam".

Ecoffice est un projet de recherche subsidié par la région wallonne et visant à concevoir et à réaliser un projet pilote de bâtiment tertiaire passif pour un coût de construction inférieur à un bâtiment de bureaux normaux.

Les résultats du projet Ecoffice produiront de nouvelles connaissances techniques sur le comportement des matériaux, la définition de modes constructifs optimaux et la maîtrise budgétaire ... Il permettra de définir des standards de construction « passifs » optimisés pour le secteur tertiaire public et privé.

Il constituera une vitrine et témoignera des possibilités de développer des projets à très hautes performances énergétiques (critères « passifs ») avec une parfaite maîtrise coûts de construction et d'utilisation. Il permettra de fournir une information précise et claire aux investisseurs et gestionnaires de bâtiments tertiaires publics et privés.

Le concept du projet Ecoffice devra être reproductible, flexible et polyvalent, et garantir un niveau de confort élevé aux occupants de manière à avoir le champ d'application le plus étendu possible (type d'occupant – public/privé – mode d'occupation, adaptabilité en cas de changement d'utilisateur ...).

Évaluation par les occupants

Comme tout bâtiment, Écoffice subit une période de rodage dans les premiers mois d'utilisation. Les principales plaintes des occupants concernaient :

- l'ergonomie des éléments de contrôle des stores et luminaires ;
- des plaintes locales de courant d'air venant du réseau de ventilation, liées au dysfonctionnement d'une boîte VAV ;
- une impression d'air confiné le matin, liée à un horaire d'enclenchement trop tardif de la ventilation hygiénique ;
- une impression de trop grande chaleur en été, non pas du fait d'une surchauffe due au soleil ou aux gains internes, mais à l'arrivée des occupants le matin, du fait d'une absence de free cooling la nuit. L'installation de ventilation ne remplissait pas son rôle de décharge nocturne de la chaleur, pour des raisons de zones mortes trop réduites et d'empêchement de différentes consignes au niveau de la régulation.
- Globalement, les premiers mois montrent que la volonté de conserver des techniques simples, mais optimisées a entraîné une complication des aspects liés à la gestion. Trop de consignes, de courbes glissantes, de règles parallèles ont rendu la compréhension du comportement réel du bâtiment complexe, et les ajustements délicats. Une fois ces ajustements réalisés par contre, le bâtiment présentant un

comportement proche des attentes des concepteurs, tant pour la consommation d'énergie que pour le confort thermique.

Les Choix Constructifs

1/ Implantation

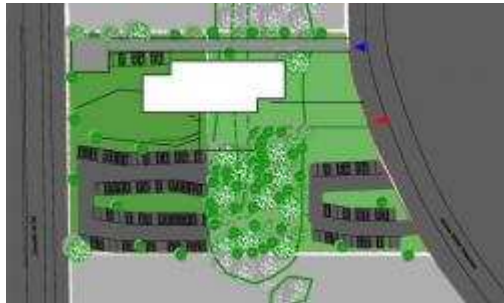


Figure 3/plan d'implantation

Plusieurs paramètres ont été analysés afin de déterminer la configuration optimale du bâtiment au niveau des performances énergétiques et de l'impact budgétaire (orientation du bâtiment, nombre d'étages, profondeur du bâtiment ...).

La solution retenue est un bâtiment ayant les caractéristiques suivantes :

- Orientation Nord-Sud des longues façades pour profiter des apports solaires et gérer plus facilement les risques de surchauffe et d'éblouissement
- Immeuble de 4 étages de +/- 1.000m² avec un étage semi enterré pour respecter le terrain naturel. Les archives sont implantées dans la partie enterrée.

2/ Ouverture des façades : Éclairage naturel et Énergie

Une des spécificités du projet est de réduire les consommations énergétiques liées aux dépenses en chauffage et refroidissement mais aussi d'optimiser l'éclairage naturel afin de réduire les consommations en éclairage artificiel qui représente une part importante des dépenses de fonctionnement pour les bâtiments tertiaires passifs.

L'étude simultanée des performances thermiques et de l'éclairage a influencé :

La forme du bâtiment :

Au centre, la profondeur du bâtiment est plus importante pour atteindre une bonne compacité. Les circulations et les locaux à occupation temporaires (coffee corner, photocopie, stock ...) sont rassemblés dans la zone centrale bénéficiant de moins d'éclairage naturel.

Les extrémités du bâtiment ont été « décalées » de manière à réduire la profondeur du bâtiment et bénéficier d'un meilleur éclairage naturel dans les zones de travail.

Un puits de lumière a été ajouté pour faire pénétrer de la lumière naturelle au centre du bâtiment.

Le pourcentage d'ouverture des façades (tailles et nombres de baies)
La configuration retenue est la suivante :

- Les baies sont réparties suivant une trame modulaire de 1,2m pour garantir la flexibilité des aménagements intérieurs
- Pour des raisons architecturales, la répartition des baies est aléatoire avec en moyenne 2/3 de modules vitrés pour 1/3 de modules pleins
- Le linteau des fenêtres est placé le plus haut possible au ras de la dalle de plafond
- Les allèges ont une hauteur de 0,9m
- Les façades Nord et Sud sont largement vitrées alors que les façades Est et Ouest sont faiblement ouvertes

Le type et l'emplacement des protections solaires Différentes configurations ont été testés pour lutter contre la surchauffe et l'éblouissement. Les solutions retenues sont :

- Protection solaires extérieures à lamelles orientables pour la façade sud et les grandes baies du rez et du niveau -1.
- Stores intérieurs en façade Nord

3/ Enveloppe

Afin de déterminer la nature des matériaux de façade, l'impact environnemental de différentes compositions de façade a été comparé pour une performance énergétique équivalente.

Différents principes constructifs ont été analysés (structure massive ou légère) ainsi que différents matériaux de parement (enduit, brique, bois, panneaux ...)

Une structure massive en bloc béton a été retenue avec un enduit sur isolant sur les façades Sud et Nord et un parement en brique béton pour les pignons Est et Ouest.

Des études économiques et environnementales ont également été effectuées afin de déterminer les épaisseurs d'isolations des différentes parois. Les solutions retenues sont :

Murs : $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ (EPS 18cm)

Murs entérés : $U = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ (XPS 15cm)

Sol : $U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ (PUR projeté 15cm)

Toiture : $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ (PIR 15cm)

Fenêtres :

Sud : $U_f 0.80 \text{ W/m}^2\text{K}$ (châssis) - $U_g 1.10 \text{ W/m}^2\text{K}$ (double vitrage)

Nord : $U_f 0.80 \text{ W/m}^2\text{K}$ (châssis) - $U_g 0.60 \text{ W/m}^2\text{K}$ (triple vitrage)

Le nombre de colonnes a été réduit de manière à ne pas entraver la fonctionnalité et la modularité du bâtiment. Le système de dalle béton breveté AirDECK® (dalle sur-épaissie et allégée au moyen de « plots » en polystyrène) a été retenu. Ce système permet

- de supprimer les poutres au plafond (ce qui facilite le passage des techniques spéciales),
- de maintenir une grande flexibilité d'aménagement,

- de supprimer les linteaux des baies de façades qui peuvent avoir une hauteur jusqu'au plafond

4/ Finitions

Les matériaux de finitions (revêtement de sol intérieurs et extérieurs, finitions des murs et plafonds) sont sélectionnés suivant leur impact environnemental mais aussi en fonction du confort, de l'entretien, des performances acoustiques et de l'inertie du bâtiment.

Les solutions retenues sont :

- Sol intérieur : tapis plein dans les zones de bureau et chape lissée dans les halls d'entrée
- Mur : plafonnage + peinture pour les façades et murs porteurs ; cloisons amovibles vitrées ou non vitrées pour les séparations intérieures
- Plafonds : Faux plafonds partiels dans les zones de bureau et dégagements pour bénéficier de l'inertie thermique de la dalle de béton
- Sol extérieur : asphalte pour les circulations, dalle gazon pour les parkings, béton lavés pour les terrasses et les accès piétons.

Ventilation / chauffage / air / refroidissement

Les performances de différentes solutions ont été comparées pour les systèmes de ventilation, chauffage et refroidissement. Une attention toute particulière a été apportée au niveau de confort du bâtiment ; les solutions ne permettant pas d'atteindre un niveau de confort satisfaisant ont été écartées.

Les solutions retenues sont :

Appoint de chauffage : chaudière gaz à condensation et radiateur. Les radiateurs ont été préférés au chauffage sur la ventilation pour des raisons de régulation afin que chaque occupant puisse régler la température de son bureau et pour permettre une meilleure relance de chauffage après une période d'inoccupation.

Ventilation : système de ventilation double flux avec récupération de chaleur à roue. Le système de ventilation est dimensionné de manière à permettre une ventilation intensive en période estivale (nightcooling).

Appoint de froid : un groupe de froid agissant sur la ventilation permet d'apporter les frigorifiques complémentaires nécessaires en période de canicule.

Zonage ventilation : différentes zones de régulation sont prévues (4 zones par plateau de 1.000m² : Zonage par demi-plateau et zonage Nord et Sud)

Eclairage artificiel : l'éclairage artificiel est optimisé au moyen d'un choix judicieux du type d'appareil basse consommation, optimisation de la position des appareils, différenciation des zones de commande de l'éclairage, éclairage dimmable ...

Les possibilités de recours aux énergies renouvelables ont également été analysées :

- Géothermie : solution non retenue car investissement de départ trop importants et retour sur investissement trop long
- Cogénération : solution non pertinente en raison des faibles besoins de chaleur

- Solaire thermique : solution non retenue car faible besoin en eau chaude sanitaire
- Solaire photovoltaïque : solution pertinente, étude en cours

6/ Nœuds constructifs

Tous les nœuds constructifs (ponts thermiques) font l'objet d'études spécifiques afin de limiter leur influence sur les performances énergétiques du bâtiment tout en tenant compte des réalités de chantier.

LES PLANS

1/ Le site

Le terrain est situé dans le Parc d'Affaires de Nivelles Nord dénommé « Les Portes de l'Europe » développé par l'Intercommunale du Brabant Wallon (I.B.W.).

La superficie privative du terrain est de 90a 27 ca.

Il est marqué par une dénivellation d'environ 3 m entre l'avant et l'arrière de la parcelle et par la présence d'une zone de végétation spontanée au centre.

La qualité biologique du site a été évaluée par Natagora et l'Agence Wallonne du Paysage JNC. Les arbres existants présentant une valeur écologique sont préservés et protégés durant le chantier.

La performance énergétique du bâtiment

La performance énergétique des bâtiments (PEB) est une mesure de la consommation d'énergie primaire des bâtiments, édictée dans le but d'une réduction globale au niveau européen.

Elle s'applique à l'ensemble des bâtiments (sauf exceptions explicitement visées par la réglementation) pour tous les travaux de construction, de reconstruction et de transformation nécessitant l'obtention d'un permis d'urbanisme.

Pour obtenir un bâtiment efficace sur le plan énergétique, isoler n'est aujourd'hui plus suffisant. Il est aussi nécessaire de prendre en compte les différents postes de la consommation d'énergie : le chauffage des locaux, l'eau chaude sanitaire, le recours à des auxiliaires et à une climatisation éventuelle...

Toutefois, cet objectif ne doit pas se faire au détriment du confort des occupants. La garantie du confort intérieur des bâtiments fait donc partie intégrante de la PEB.

La certification du bâtiment :

LE BREEAM

BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) est la méthode d'évaluation environnementale des bâtiments la plus répandue dans le monde (115.000 bâtiments certifiés et 700.000 enregistrés).

Cette méthode d'évaluation permet de porter un regard extérieur au projet en mettant tous les projets de même fonction sur le même pied d'égalité quant à la cotation qu'ils reçoivent.

Les critères sont fixes et sans souplesse d'attribution. Ils font référence aux règles et normes belges lorsqu'elles existent sinon, il s'agit des règles européennes ou des pays limitrophes.

La certification est obtenue auprès du BRE basé en Angleterre sur base du rapport final réalisé par l'assesseur belge concernant les différents critères et leur bonne mise en application sur le projet. L'assesseur est un bureau d'étude ou de Project management accrédité par le BRE. Dans le cadre du projet Ecooffice, c'est le bureau Matriciel de Louvain-la-Neuve qui a été choisi.

La certification prend en compte le bâtiment dès sa construction mais également son environnement et la manière dont on y accède. Voici en résumé les différents critères sur lesquels l'évaluation se base, avec à chaque fois les thèmes abordés.

Énergie primaire : 24 kWh/m²

Étanchéité à l'air : hypothèse taux de renouvellement d'air n50= 0,6 h-1

Surchauffe estivale : 2%

Conclusion du chapitre

L'objet de ce chapitre est d'attirer l'attention sur la conception du bâtiment énergétiques et son objectif de performance cette dernière est liée aux gains rendus possibles grâce à l'intégration judicieuse du solaire au bâtiment. Elle passe par l'orientation la forme du bâtiment et sa profondeur,

Par ailleurs, le choix approprié de ventilation des espaces pour chaque orientation permet un système de régulation du confort, et un moyen pour réduire la consommation énergétique La prise en compte de ces éléments d'orientation offre en soi un gain d'énergie considérable

Et pour améliorer la performance énergétique d'un bâtiment, il est intéressant d'intégrer les énergies renouvelables. Cela permet notamment d'avoir une partie de l'énergie nécessaire au bâtiment (chauffage, électricité, eau chaude sanitaire...) et donc de réduire l'apport d'énergie extérieur la gestion de l'éclairage joue un rôle majeur au quotidien, il contribue au confort des usagers, à la productivité, à l'amélioration de la performance et à la sécurité. Sans compter qu'il permet aussi de valoriser et de mettre en valeur les espaces et l'architecture du bâtiment.

CHAPITRE3 : Isolation Thermique De Bâtiment

I. Rappel des principes thermique de l'isolation.

Lors d'un choix de matériau d'isolation, il est intéressant, dans une démarche d'éco construction, de ne pas limiter ses critères de choix aux seules performances thermiques du Matériau. Le choix d'un isolant devrait se faire sur base des critères suivants :

- **Propriétés thermiques :**

Elles sont généralement décrites par des notions telles que la conductibilité thermique (W/m²K). Petit à petit, on tend vers une description intégrant les propriétés de masse des matériaux isolants. Par exemple, on parle de plus en plus souvent de l'effusivité thermique (la racine carrée du produit de la masse volumique, de la conductivité thermique et de la

chaleur spécifique du matériau) Elle représente la vitesse à laquelle la température de surface d'un matériau varie, et donc sa capacité à accumuler et restituer de la chaleur (inertie thermique). Utilisée en combinaison avec la conductibilité thermique, cette grandeur est intéressante lorsque l'on évoque les isolants massifs.

- **Propriétés techniques** : s'exprime par le comportement au feu, la perméabilité à la vapeur d'eau, le comportement à l'humidité, le type de mise en œuvre, la stabilité dans le temps, l'isolation acoustique, etc

- **Propriétés environnementales** :

L'impact énergétique de la production, du transport, risques pour la santé, maintenance, traitement en fin de vie (recyclage) etc.

Ces propriétés sont identifiables par des données centralisées tels que les écobilans. Ces derniers mettent en avant les résultats d'analyse de différents impacts environnementaux relatifs aux produits de construction.

L'analyse des impacts est transversale, elle intègre l'ensemble du cycle de vie des produits. Parmi les critères analysés nous retrouvons, Les émissions de gaz à effet de serre ; la production de gaz acidifiants ; l'origine des ressources (renouvelable, non-renouvelable) ; l'économie des ressources ; La production de déchets ; toxicité pour l'eau

Propriétés économiques :

Le coût du matériau, de sa mise en œuvre et selon le cas de sa maintenance, en rapport avec le type d'utilisation et les performances à atteindre. Choisir, parmi les matériaux d'isolation courants, ceux qui ont la performance égale (Considérant les choix primaires tel que : la résistance à l'humidité / comportement au feu...). Concrètement, il faut éviter les mousses de polyuréthane, dans certains cas le verre cellulaire et le polystyrène extrudé. On leur préférera des laines minérales ou du verre cellulaire (si à base de verre recyclé) en respectant les consignes de sécurité lors de leur mise en œuvre.

Les différents matériaux d'isolation :

- **Isolants traditionnels** :



Figure1 : laine de roche source énergie+ Figure2 laine de verre source énergie+ figure 3: perlite expansée



Figure5 : verre cellulaire source énergie+

- **Isolants écologique**

Il existe de nombreux types d'isolation écologique. De façon résumée, on peut relever les isolants à base de :



figure:6 laine de chanvre source énergie+ figure 7: panneau de liège expansé source énergie+ figure 8: laine d'herbe



figure 9: cellulose source énergie+

Cellulose : papier recyclé et/ou paille.



Figure 10: cellulose en vrac source énergie+

figure11 : panneau à base de cellulose et de lin source énergie+

Laines végétales ou animales : on trouve des panneaux en fibre de coco, de lin, de chanvre, d'herbe, de bois ou en laine de mouton.

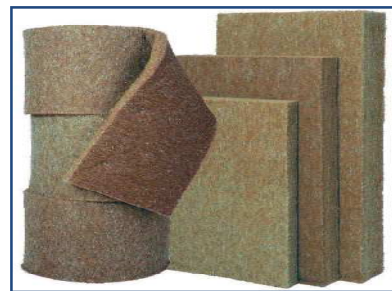


Figure12 : noix de coco, figure 15: chènevotte de chanvre (matériau brut) figure13 : laine de chanvre source énergie+

- **Les Minéraux** : roche volcanique ou mica, comme la perlite et la vermiculite.



Figure14 : perlite ;
source énergie+



figure15: vermiculite,



figure16 : exemple de mise en oeuvre

Outre le choix d'un matériau cohérent avec le type d'application, la qualité de mise en œuvre du matériau sera très importante, à la fois pour des raisons thermiques et de pérennité des matériaux, mais également pour des considérations acoustiques.

ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX :

Deux éléments déterminent la performance thermique d'une isolation :

L'épaisseur du matériau et ses performances intrinsèques. Nous supposons que le concepteur aura maximisé l'épaisseur d'isolant disponible, par exemple en optant pour des systèmes constructifs à ossatures plutôt que des murs massifs, et nous nous attarderons sur le choix du matériau.

Pour les isolants synthétiques et minéraux, les performances sont connues avec précisions par leurs agréments techniques, délivrés par l'UBATC (www.ubatc.be). Les matériaux écologiques ne disposent pas tous de performances certifiées. On doit donc se baser sur les valeurs avancées par les fabricants.

Il convient de rester prudent quand à la précision de ces valeurs.

Certains disposent de valeurs lambda déclarées sur base de normes étrangères. Elles ne sont comparables à celles ci-dessus que si les essais ont été réalisés conformément aux normes européennes EN ISO 10456. Cette référence doit figurer sur le document certifiant les performances du matériau et doit pouvoir être fournie à la demande.

Les ponts thermiques.

Définition :

Les ponts thermiques sont les déperditions générées par des liaisons de parois ou d'éléments constructifs entre eux (dalle, mur, menuiserie, poutres...). Ces pertes de chaleur (ou de fraîcheur en été) viennent en surplus par rapport aux déperditions dites surfaciques, présentées au chapitre précédent ;

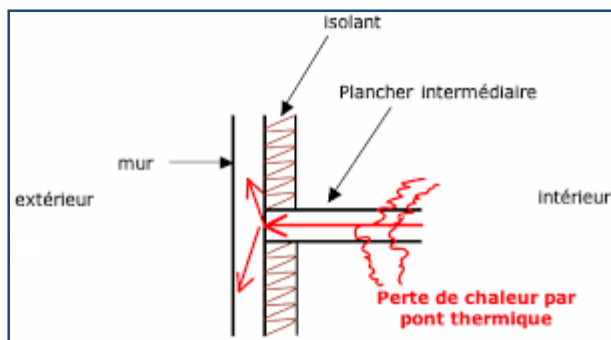


Figure18 : pont thermique source énergie

Les ponts thermiques sont caractérisés dans la plupart des cas par une valeur linéique désignée par la lettre ψ et exprimée en Watt par mètre linéaire et par degré (W/m.K). Certains ponts thermiques dits ponctuels, comme les poteaux, ont une valeur unitaire nommée χ qui est exprimée en W/K. Les règles de calcul des ponts thermiques sont détaillées dans les règles Th-U de la réglementation thermique (fascicule 5). Dans la norme française la valeur d'un pont thermique est calculée par différence avec la déperdition normale des parois concernées mesurées en cotes intérieures. Il est également important de noter que pour une isolation donnée, un pont thermique est créé par l'augmentation de la surface développée. C'est pourquoi par exemple une poutre, même isolée sur trois faces avec une épaisseur constante, crée un pont thermique non négligeable.

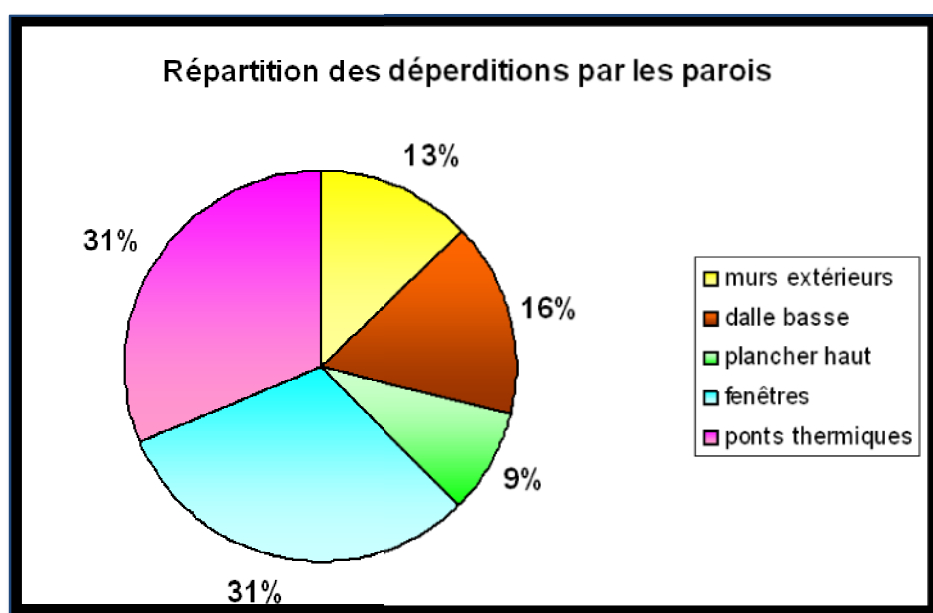


Figure19 répartition des déperditions par les parois source énergie

Enjeux de pont thermique

Dans un bâtiment très performant, les ponts thermiques représentent couramment environ un tiers de la déperdition par les parois (hors infiltrations et ventilation, voir exemple ci-contre). Les ponts thermiques deviennent donc un enjeu essentiel de la conception, pour lequel une optimisation est nécessaire. De plus, au delà de l'aspect performance thermique, l'existence de ponts thermiques importants génère des points froids, sur lesquels l'humidité

va se condenser, ce qui entraîne un risque : le point de rosée peut être atteint, ce qui génère un risque pour la pérennité du bâti.

Les Points de vigilance :

Liaison plancher bas – mur extérieur.

La solution la plus performante mise en œuvre dans le cadre de l'appel à projet est la dalle flottante sur isolant:

Dans le cas de dallages portés sur vide sanitaire ou sous sol, les solutions se limitent à prévoir des retombées d'isolant sur tous les murs (ainsi que les refends sous le volume chauffé), ce qui reste moyennement performant.

Les Ponts thermiques autour des menuiseries

En neuf, il est impératif de traiter les ébrasements de menuiseries. On voit encore malheureusement de nombreuses rénovations où l'isolation intérieure ou extérieure ne rejoint pas les menuiseries.

Ne pas négliger les ponts thermiques des ébrasements de menuiseries (appui, tableau et linteau) : les valeurs λ sont faibles, mais les longueurs cumulées sont très importantes. L'isolation des coffres de volets roulants est également à traiter. Le détail ci-dessous permet de traiter efficacement le pont thermique entre le coffre de volet roulant et le mur, en mettant en réservation en linteau deux épaisseurs d'isolant, l'une étant conservée pour rompre le pont thermique, et l'autre étant déposée pour faire rentrer le coffre dans le mur, et préserver l'alignement de l'ITE finie.

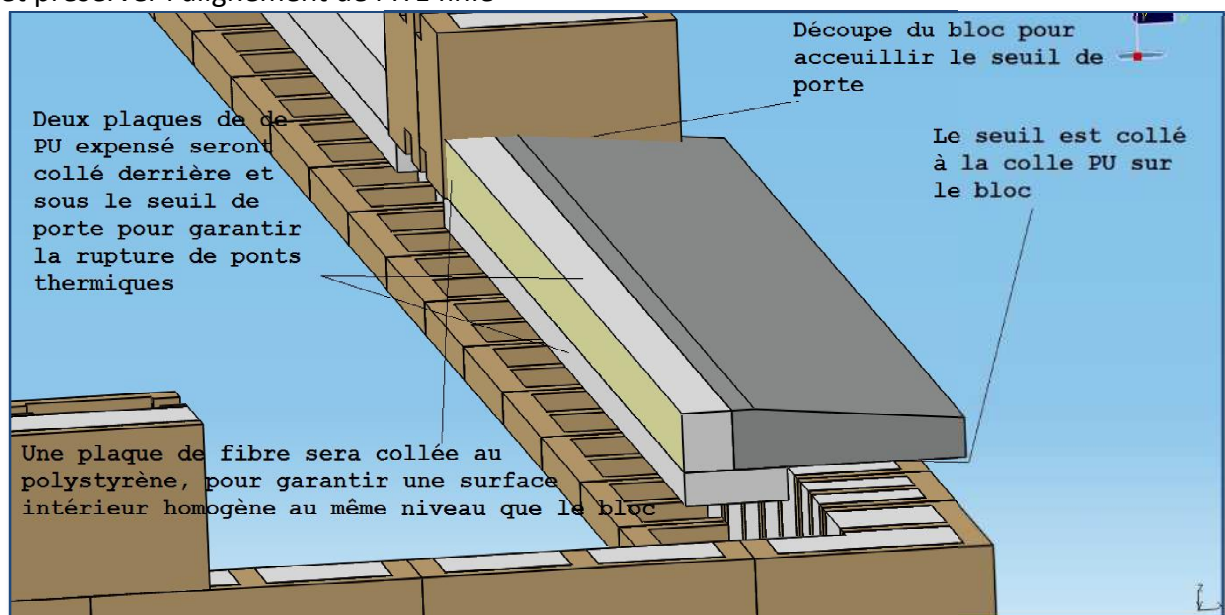


Figure 21: Détail du coffre de volet roulant et le mur, source [énergie](#)

II. L'Isolation des toits :

Les toits constituent l'une des parties du bâtiment les plus exposées aux radiations, particulièrement en régions tropicales avec une trajectoire du soleil haute tout au long de l'année. Cette partie de l'enveloppe est également plus difficile à protéger, ne bénéficiant généralement pas des mêmes possibilités d'obstructions aux rayonnements solaires que les murs ou fenêtres. Un ajout d'isolation peut donc s'avérer bénéfique en bâtiment avec climatisation artificielle (Beaucoup moins en climatisation naturelle, ou les transferts

thermiques doivent être privilégiés afin d'évacuer la chaleur.) Et des méthodes qui différeront selon la structure, la forme et l'inclinaison du toit.

Isolation des toits inclinés : Trois méthodes permettent de mieux isoler des bâtiments à toit incliné :

- l'isolation par l'intérieur,
- par l'extérieur,
- l'isolation des combles.

1. Isolation par l'intérieur :

Dans le cadre d'une isolation par l'intérieur, le matériau isolant peut être placé entre sous les chevrons(ou fermettes), comme illustré ci-dessous.

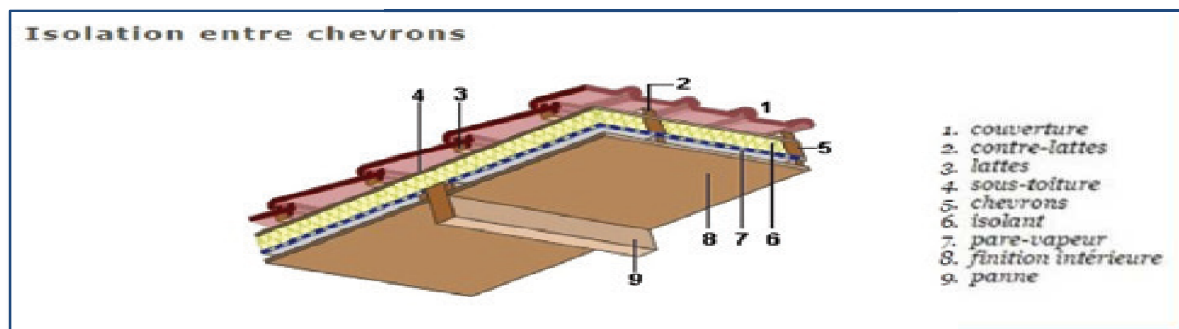


Figure22 : Isolation entre chevrons et fermettes source [énergie](#)

L'isolation des toits par l'intérieur présente l'avantage d'être assez simple à réaliser, même si la surface des combles peut s'en trouver réduite. Elle réduit les apports de chaleur et permet ainsi une plus grande maîtrise des températures intérieures et des infiltrations d'air. Si les combles ne sont pas occupés sur une base régulière, une isolation directement au niveau du sol (des combles) sera néanmoins préférable.

2. Isolation par l'extérieur

L'isolation par l'extérieur consiste en la pose de panneaux (mousse synthétique, verre cellulaire) avec joints étanches directement sur les chevrons, ou en combinaison avec une plaque de support.

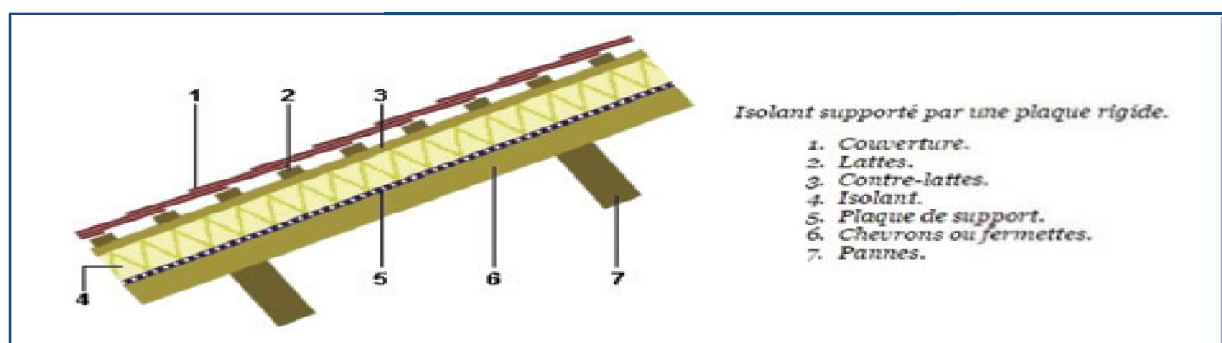


Figure :23 Isolation par l'extérieur source [énergie](#)

Les panneaux isolants assurent ainsi plusieurs fonctions de sous-toiture, d'isolant et d'écran étanche à l'air. Ce système présente de très bonnes performances, notamment par la

suppression des ponts thermiques, tout en n'impactant pas le volume des espaces intérieurs.

3. Isolation des combles :

Si les combles ne sont ni occupés ni utilisés, ils n'ont donc pas besoin d'être protégés contre les transferts thermiques ; il peut alors s'avérer judicieux de les isoler au niveau du sol pour protéger les espaces de vie en dessous. La surface à isoler est ainsi inférieure à celle au niveau des toits, l'application est relativement plus aisée et les infiltrations d'air, souvent nombreuses dans cette partie du bâtiment, n'ont plus besoin d'être traitées. Des rouleaux de laine minérale ou fibre de verre sont, dans ce cas, directement placés sur le sol, avec une méthodologie différente suivant le type de plancher :

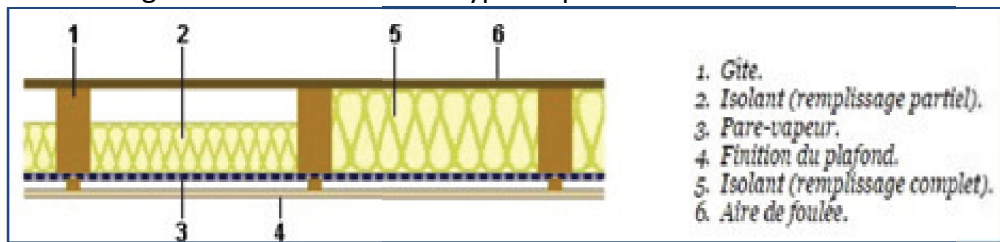


Figure 24: Isolation des combles sur plancher léger source [énergie](#)

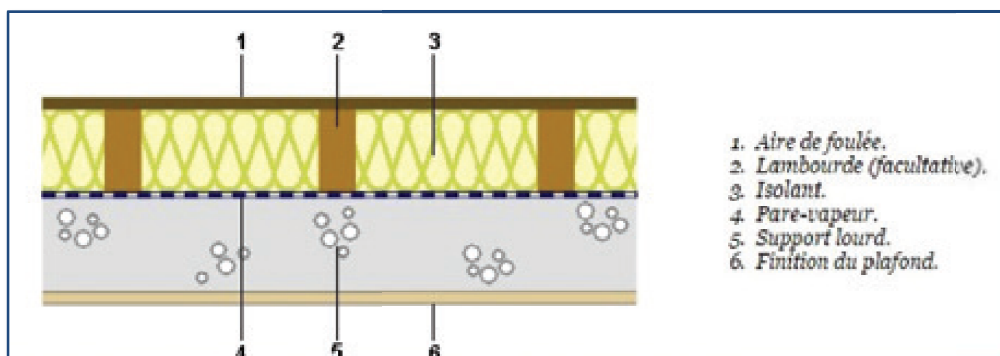


Figure 25: Isolation sur plancher lourd source [énergie](#)

- **Bardage et comble ventilé**

Le bardage (revêtement tel que tuile, ardoise ou tôle) ventilé peut être une alternative intéressante à l'isolation. Cela permet d'avoir un effet comparable (en fonction de la teinte du bardage et de la hauteur séparant les ouvertures) à 2 à 3 cm d'isolant, tout en bénéficiant de la faible conductivité du bardage, qui laisse s'échapper une partie de la chaleur intérieure. Cet effet est particulièrement recherché en bâtiment naturellement climatisé ou en climatisation artificielle si la température de consigne est plutôt haute (autour de 25 °C ou plus). La ventilation des combles sous toiture peut également permettre de réduire les apports de manière significative grâce à la circulation de l'air (en bleu dans l'illustration). Cette solution pourra néanmoins s'avérer difficile à mettre en œuvre dans le cadre d'une réhabilitation, notamment si elle nécessite des modifications sur la structure du bâtiment.

Double toiture avec combles ventilés

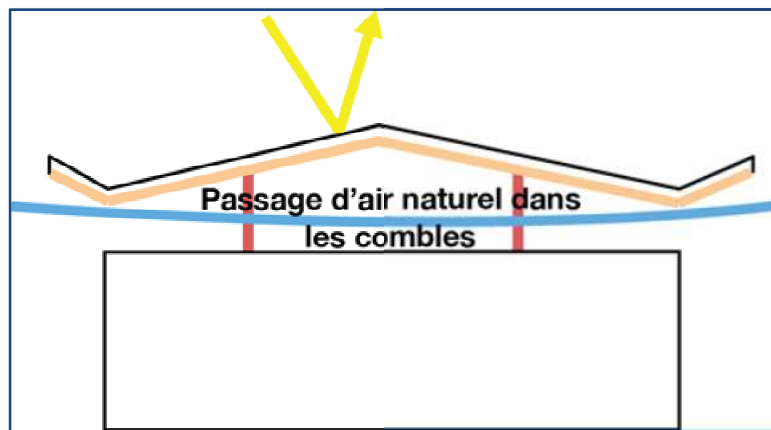


Figure26 : isolation avec combles ventilé source [énergie](#)

Isolation des toits plats :

D'autres méthodes d'isolation sont applicables pour les bâtiments à toit plat (pente autour de 5 % ou moins).

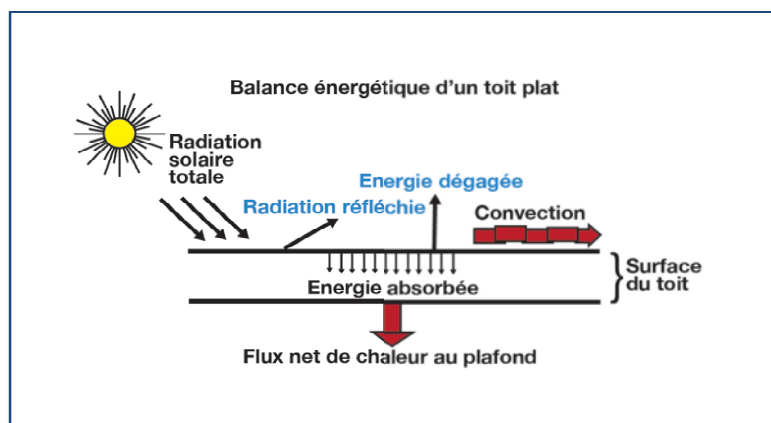


Figure27 : Isolation des toits plats par l'intérieur : source [énergie](#)

Il est possible d'isoler un toit plat par l'intérieur dans le cas où une isolation externe présenterait trop de difficultés. L'isolant est posé au-dessus d'un pare-vapeur et éventuellement d'un faux-plafond.

Isolation interne d'un toit plat avec intégration au-dessus d'un faux plafond

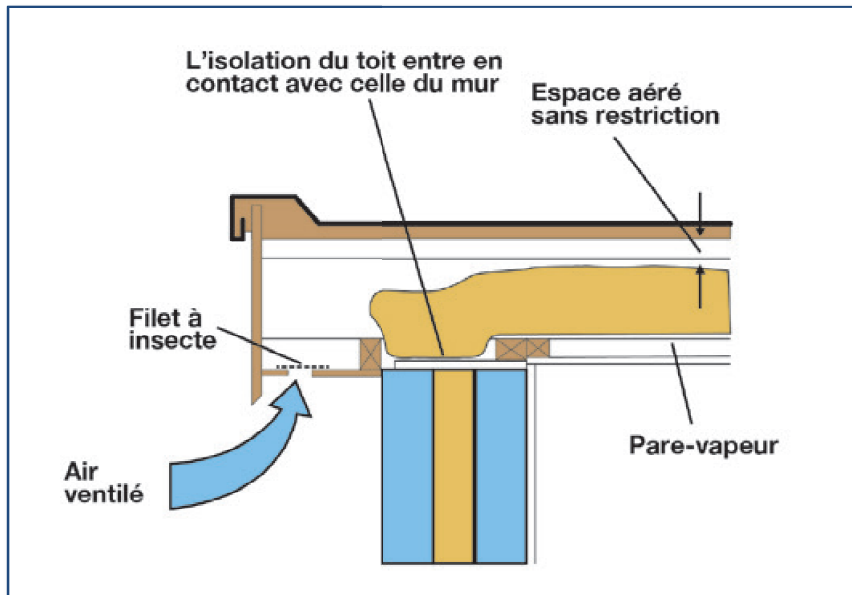


Figure 28 : Isolation interne d'un toit plat avec intégration au-dessus d'un faux plafond source [énergie](#)

III. Isolation des Murs par extérieurs

Les murs extérieurs peuvent également être un vecteur important d'apport de chaleur et de charges frigorifiques, particulièrement s'ils sont directement exposés aux radiations solaires. La résistance thermique des murs peut néanmoins être améliorée en utilisant l'une ou plusieurs des méthodes suivantes :

- accroître leurs coefficients de réflexion (couleurs claires) ;
- diminuer leurs valeurs U ;
- protéger les parois contre les radiations via des techniques d'ombrage.

Une attention particulière devra être apportée aux façades Est et Ouest en régions tropicales. Des méthodes de protection simples (peinture blanche, végétation, surplomb) peuvent en revanche s'avérer suffisantes pour les murs orientés Nord et Sud.

IV. Isolation des murs par l'intérieur

Les techniques d'isolation des murs par l'intérieur sont nombreuses, avec en particulier des systèmes à plâtre et à contre-cloison maçonnée.

L'isolant (généralement sous forme de panneaux) est appliqué directement sur l'intérieur du mur, soit en étant collé, soit posé sur lattage.

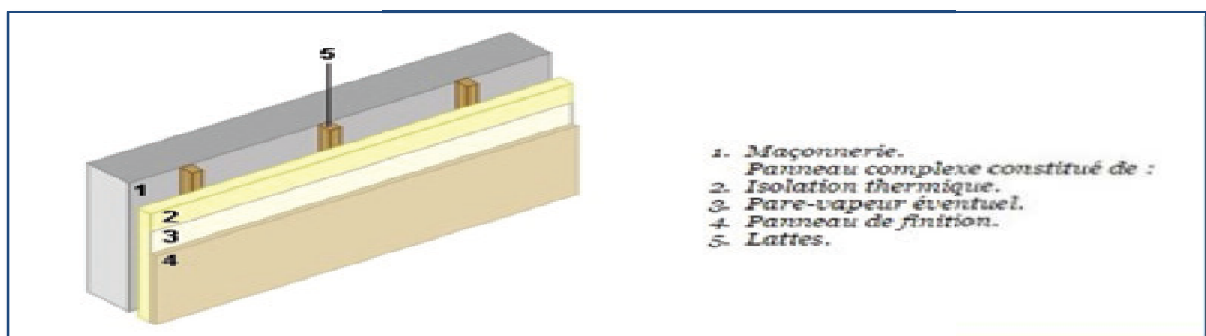


Figure 29 Panneaux isolants posés sur lattage source [énergie](#)

Dans une isolation à contre-cloison maçonnée, une paroi supplémentaire (terre cuite, béton, plâtre) est ajoutée au-dessus de l'isolant (polystyrène, laine de verre), renforçant ainsi l'efficacité du système et remplissant également une fonction d'esthétisme.

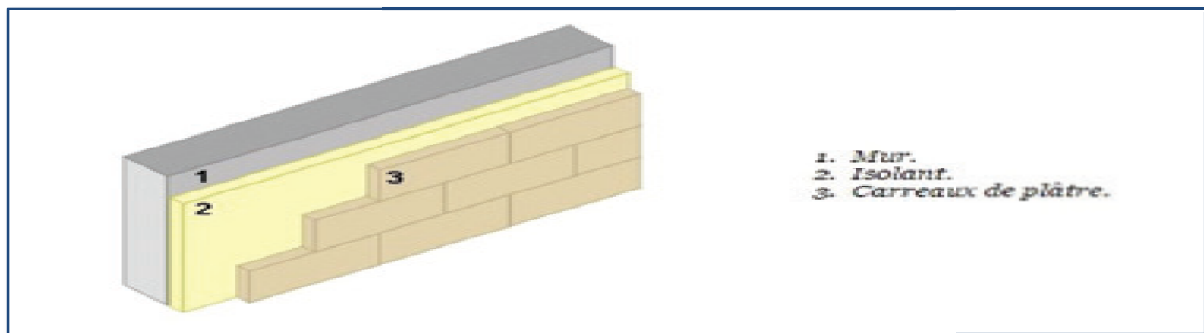


Figure 30: Isolation derrière contre cloison maçonnée source [énergie](#)

Si l'installation est relativement aisée, ce type d'isolation présente le désavantage de réduire le volume des locaux ainsi que d'accroître les risques de condensation et de ponts thermiques. Ces ponts thermiques sont provoqués par une rupture de l'isolation et peuvent conduire à des apports de chaleur et donc des charges frigorifiques plus importantes qu'avec une isolation similaire appliquée à l'extérieur.

V. Les matériaux isolant :

1. L'Enduit : Un isolant, composé d'un mortier de granulés (polystyrène expansé, perlite) et d'un liant (ciment), est ici directement placé sur la partie extérieure du mur à l'aide d'une couche d'accrochage.

Les performances de l'enduit restent néanmoins inférieures à des isolants classiques et une couche assez épaisse est donc nécessaire afin d'obtenir de bons résultats.

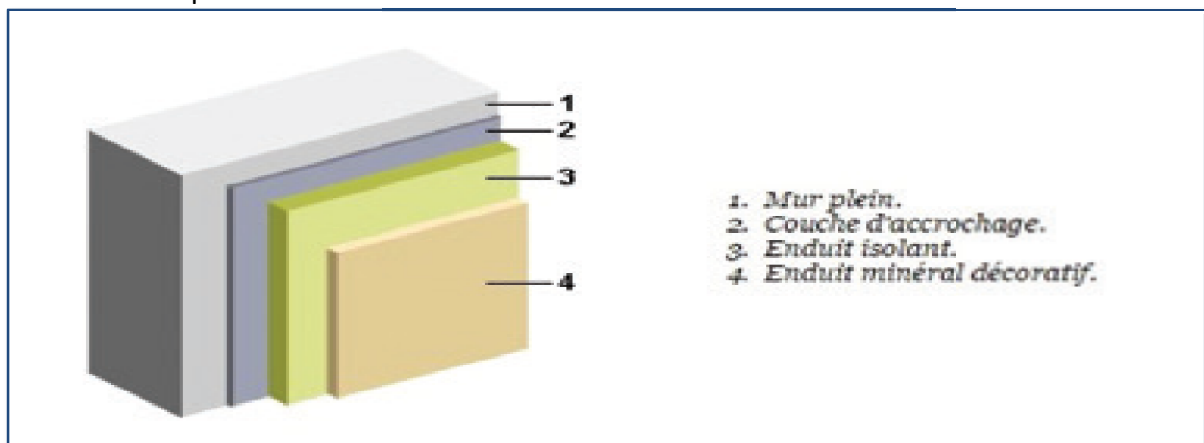


Figure 31: Enduit isolant source [énergie](#)

2. Panneaux isolants revêtus d'un enduit :

Système le plus courant, il est composé d'un panneau d'isolation (polystyrène expansé, laine de roche, fibre de bois) collé ou fixé aux murs et recouvert d'un enduit de finition qui assure sa protection et remplit également des fonctions esthétiques. Ce système peut également être accompagné d'une structure au sein de laquelle est disposé l'isolant, servant également de support à l'armature de l'enduit.

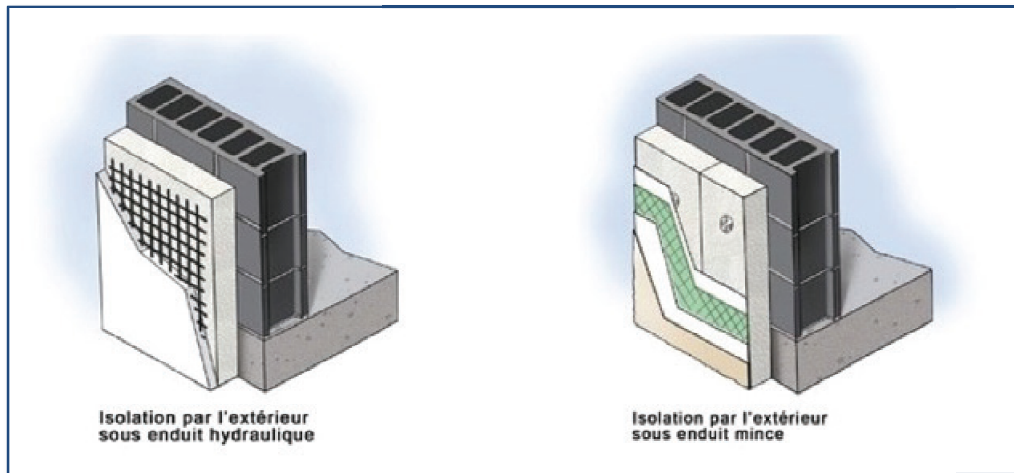


Figure32 : Panneaux isolants sous enduit source énergie

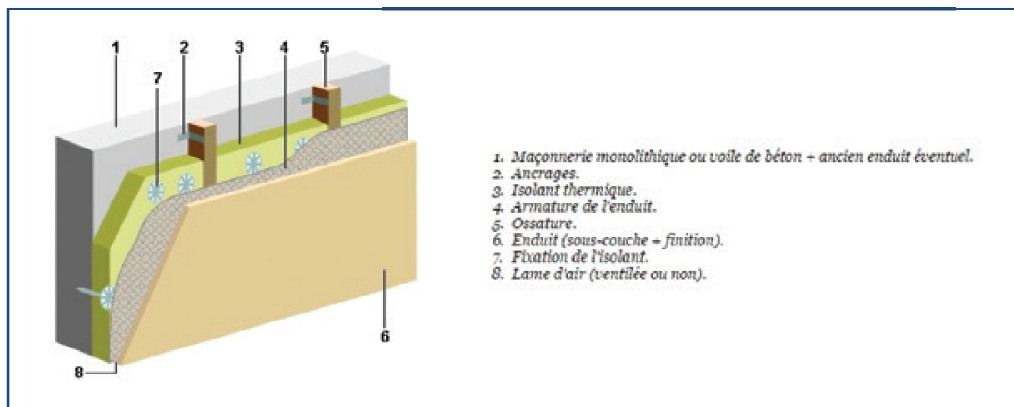


Figure33 :Panneaux avec structure de support source énergie

L'enduit peut par ailleurs être remplacé par un bardage (avec une lame de ventilation pour accroître l'efficacité) fait, par exemple, d'ardoise, de revêtement en bois ou de lames métalliques.

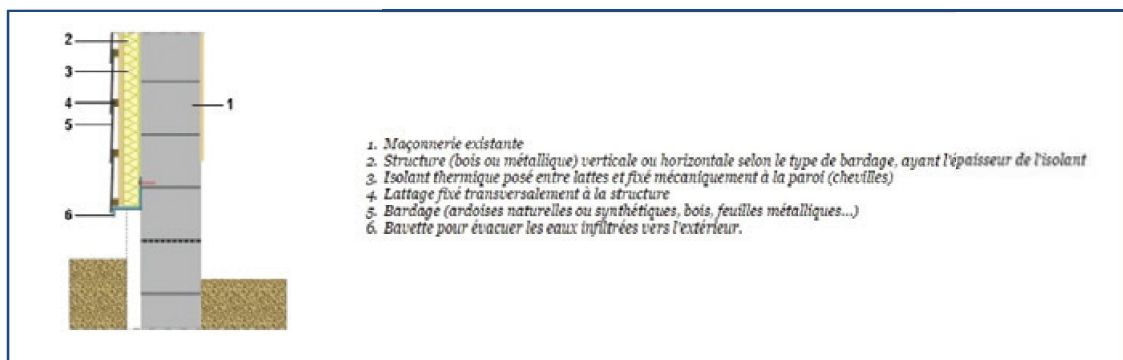


Figure34 : Isolation avec bardage source énergie +

3 .Autres systèmes disponibles

- Isolants préfabriqués :

Les panneaux sont préfabriqués et composés d'une âme isolante et d'un revêtement. Ils sont ensuite fixés sur le mur de façon mécanique

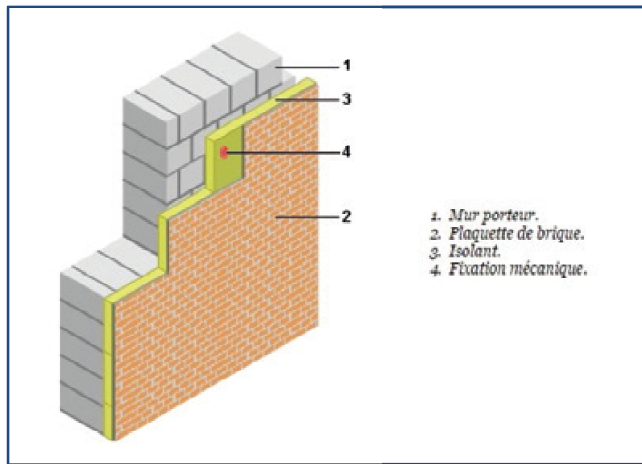


Figure 35: Éléments isolants préfabriqués

Comparée à l'isolation interne, l'isolation par l'extérieur limite les problèmes liés à la condensation et aux ponts thermiques, mais présente un risque de dégradation de l'esthétique du bâtiment.

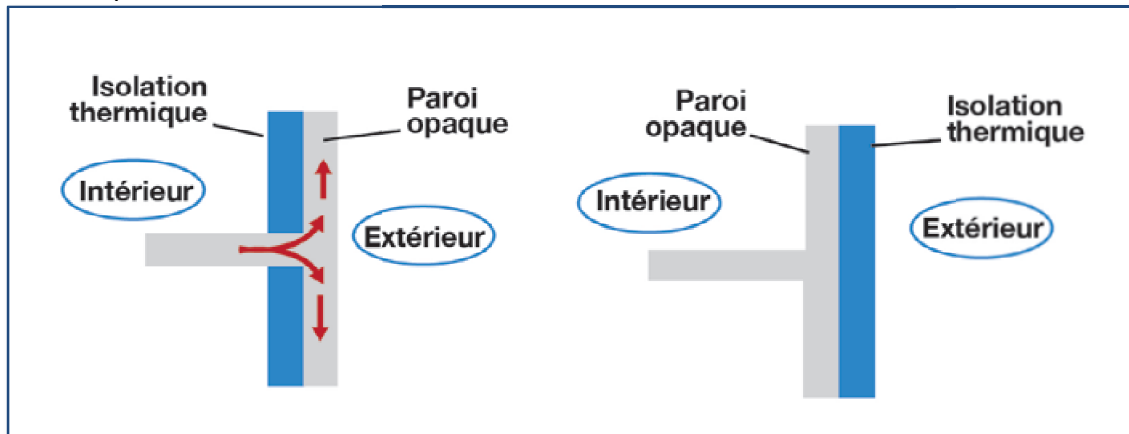


Figure36: Absence de ponts thermiques avec isolation extérieure (droite), comparée à l'isolation intérieure

4. Isolation par injection

Cette méthode consiste à injecter à l'aide d'un pistolet une mousse d'isolant polyuréthane pur, ou perles de polystyrène expansé). Dans la cavité au travers de petits orifices percés sur la partie externe du mur. La mousse se gélifie rapidement et les orifices sont ensuite refermés.

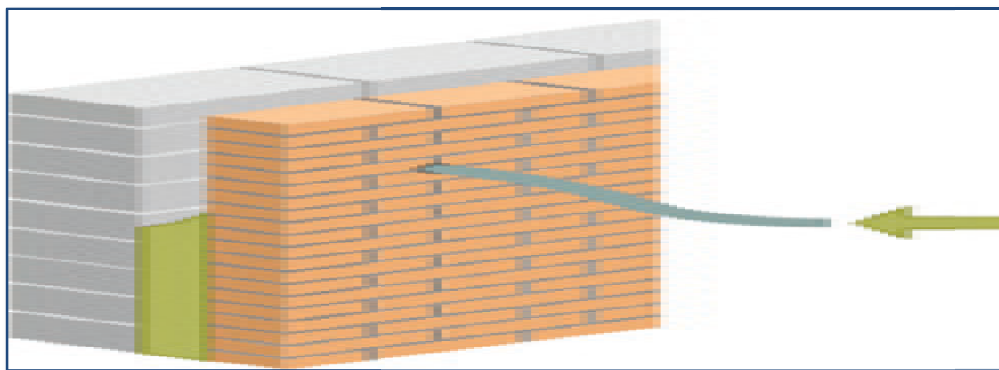


Figure37 : Isolation par injection

VI. Fenêtres et ouvertures :

De tous les matériaux constituant les parois, les vitrages présentent généralement les plus forts coefficients de conductivité et peuvent donc être à l'origine d'apports de chaleurs élevés. Trois méthodes générales permettent de réduire ces échanges thermiques :

- systèmes d'atténuation des radiations,
- vitrages plus performants.
- films de protection.

Tout comme les murs, les surfaces vitrées exposées Est et Ouest devront faire l'objet d'une attention particulière, avec une valeur de conductivité maximum (k) de $3 \text{ W/m}^2\text{K}$.¹¹

• Ajout de protection contre les radiations :

L'installation de mécanismes d'ombrage est un moyen effectif et peu coûteux de protéger les fenêtres contre les radiations solaires mais également de réduire les risques d'inconfort visuel. Ils peuvent être externes (volet, plateau réfléchissant, végétation, ou internes (rideaux, store).

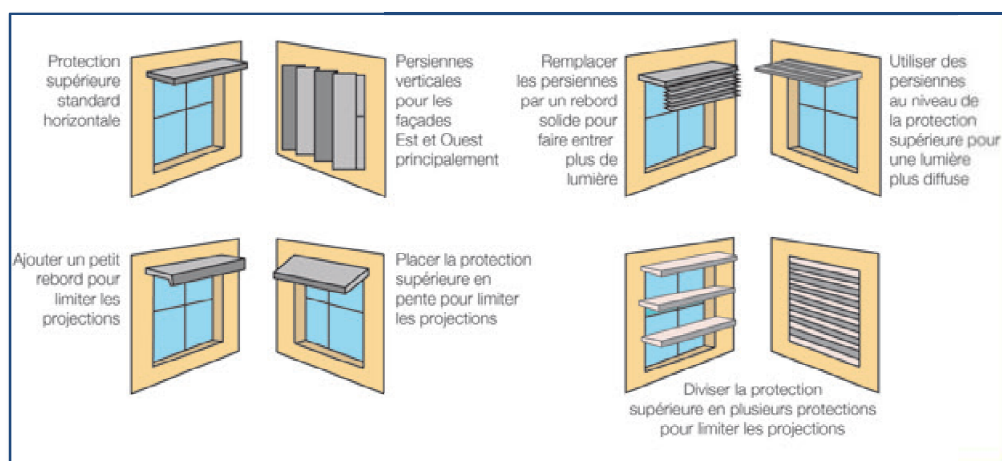


Figure38 : Méthodes d'ombrage

Pour rappel :

- les surplombs seront peu utiles pour les vitrages exposés Est et Ouest ;
- les protections extérieures sont généralement les plus efficaces ;

- l'utilisation de protections doit être modérée en fonction des objectifs de ventilation et d'éclairage naturels ainsi que des coûts et bénéfices escomptés tout au long du cycle de vie du bâtiment ;
- la végétation peut également être un moyen efficace de protéger les vitrages.

- **Les Films protecteurs :**

Utiliser des films protecteurs peut être une solution économique et simple pour réduire les apports thermiques et limiter les risques d'éblouissement,

Au final, le choix du mode de protection des fenêtres devra se faire en fonction de l'impact évalué sur les charges frigorifiques mais également des effets sur le confort visuel des occupants. Les bâtiments disposant de l'air conditionné devront généralement opter pour un changement des vitrages (double ou triple) combiné à un système de protection contre les radiations directes, afin de limiter les échanges thermiques avec l'extérieur. Les autres pourront éventuellement se contenter d'une simple protection contre les radiations solaires, notamment sur les façades exposées Nord et Sud.

Conclusion du chapitre

Nous avons pu voir dans ce chapitre que La réussite d'une isolation thermique repose sur l'isolation de l'ensemble de l'enveloppe de bâtiment isolation des murs, des combles et des sols (si envisageable : vide sanitaire accessible, plancher sur local non chauffé), par la mise en œuvre d'isolants performants , certifiés et d'une résistance thermique suffisante , d'une étanchéité à l'air_pour moins de déperditions thermiques du bâti, et d'une ventilation maîtrisée pour un air neuf et sain et évacuer les excédents de vapeur d'eau.

La qualité de pose est le quatrième critère qui peut faire la différence au niveau des performances du bâtiment. Elle est donc capitale pour la réalisation d'un bâtiment à basse consommation d'énergie, La qualité d'exécution est primordiale pour éviter les ponts thermiques et les failles dans l'étanchéité à l'air, sources d'inconfort et de déperditions thermiques.

Il est également intéressant de considérer la possibilité de l'isolation par l'extérieur qui offre de grands avantages en termes de simplicité technique et de performance par rapport aux ponts thermiques.

Chapitre 4 :Analyse de Projet

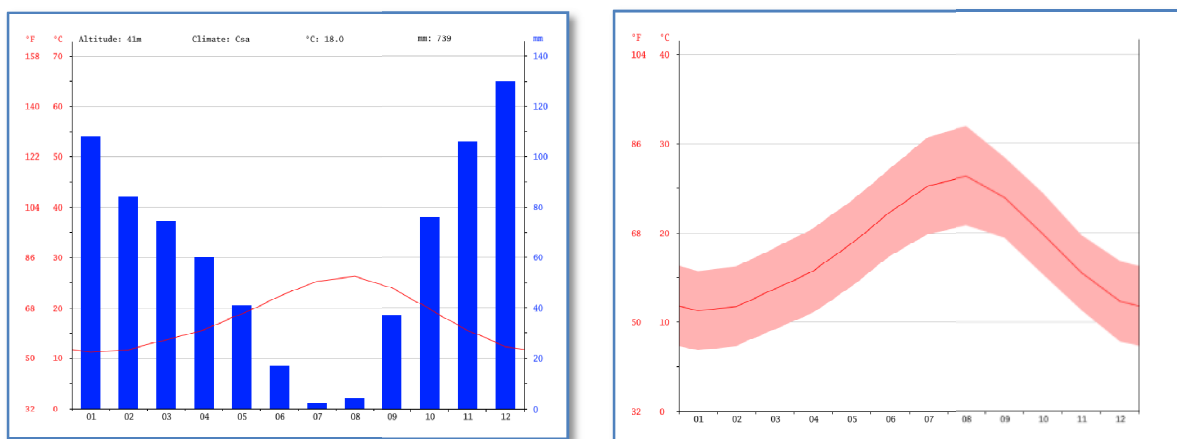
I.Etude technique

Objectif de ce chapitre, vise à fournir les éléments pertinents qui permettront de choisir les meilleures solutions techniques afin d'**optimiser l'efficacité énergétique du futur bâtiment** tout en préservant le niveau et la qualité du service rendu et du confort d'usage; et ce au meilleur coût global

1. Analyse climatique de la ville Boumerdès

Le climat de Boumerdès est chaud et tempéré. En hiver, les pluies sont bien plus importantes à Boumerdès qu'elles ne le sont en été. Selon la classification de Koppen-Geiger, le climat est de type Csa.

Boumerdès affiche une température annuelle moyenne de 18.0 °C. Sur l'année, la précipitation moyenne est de 739 mm. Entre le plus sec et le plus humide des mois, Figure



1 : La courbe de température ((Source CDER) figure2 : Le diagramme climatique

l'amplitude des précipitations est de 128 mm. Entre la température la plus basse et la plus élevée de l'année, la différence est de 15.1 °C. 26.3 °C font du mois d'Aout le plus chaud de l'année. Le mois le plus froid de l'année est celui de Janvier avec une température moyenne de 11.2 °C. Entre le plus sec et le plus humide des mois, l'amplitude des précipitations est de 128 mm. Entre la température la plus basse et la plus élevée de l'année, la différence est de 15.1 °C

1.a) Irradiation de rayonnement

Le tableau ci-dessous représente les différentes variantes d'irradiation de rayonnement solaire durant toute une année.

Site: Boumerdes

Situation: Boumerdes

Latitude : 36,9023

Azimet: Inclinaison:180°

Dégagée astronomique0

Légende:

H_Gh: Irradiation du rayonnement global horizontal

H_Dh: Irradiation du rayonnement diffus horizontal

H_Bn: Irradiation du rayonnement direct normal

Ta: Temp. de l'air

Rayonnement en [kWh/m²]

Température en [°C]

Ta: Seulement 3 station(s) pour l'interpolation

Mois	H_Gh	H_Dh	H_Bn	Ta
Janv	65	36	71	6,8
Fév	85	44	84	8,1
Mars	128	59	123	9,8
avr	161	71	139	12,3
mai	197	81	170	16,6
juin	205	83	175	21,8
Juill	227	73	221	26,0
Août	193	67	189	25,6
Sept.	153	57	157	21,3
oct	108	54	102	16,0
nov	72	37	83	10,7
Dècem	66	32	89	7,3
Année	1657	692	1604	15,2

Tableau 1 : Irradiation de rayonnement source CDER

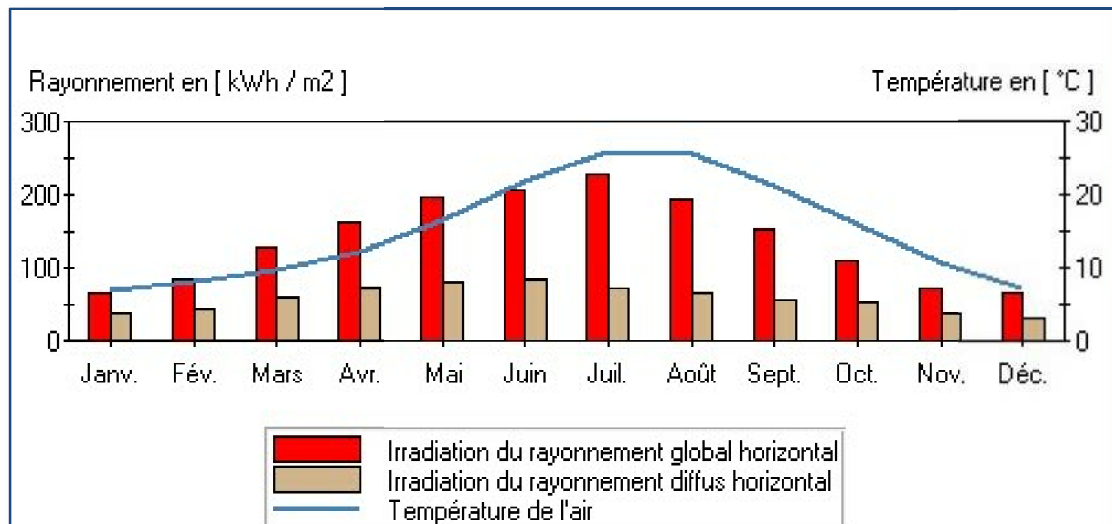


Figure3:irradiation du rayonnement global et diffus.(source CDER)

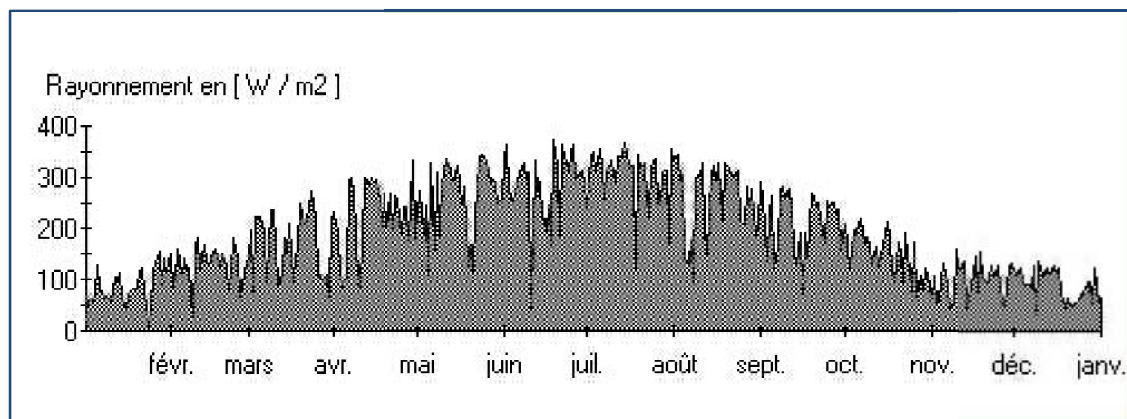


Figure 4 : Moyennes journ. du rayonnement global (source CDER)

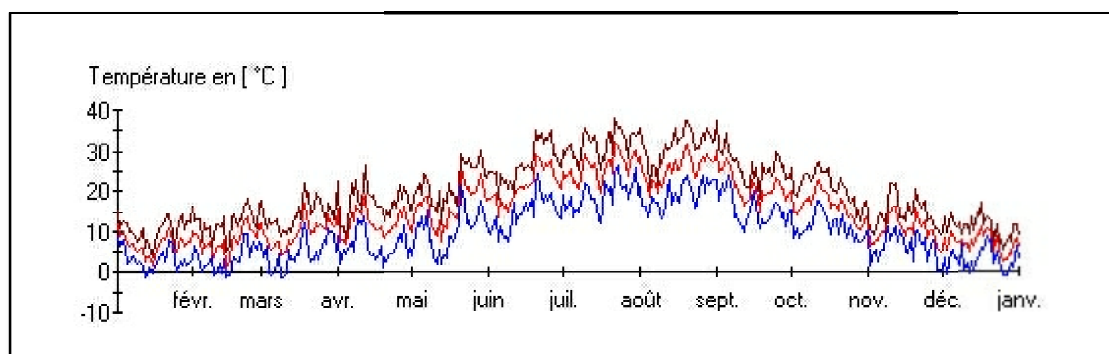


Figure5: Valeurs journ. de la température (moyenne, min. et max.) (Source CDER)

Le climat est tempéré ce qui favorise une structure à cours, Pour cela nous avons opté pour un bâtiment à hauteur moyenne pour la protection contre les vents, aussi une grande masse pour assurer une bonne inertie thermique. La mitoyenneté est limitée ce qui favorise la ventilation naturelle.

1. Les vents dominant

Les vents dominant dans la région sont de coté nord ouest

Ils ont un impacte sur les performances énergétiques et le confort des bâtiments, ainsi que sur le confort des espaces extérieurs. L'aménagement prévu pour le projet, la forme sphérique du bâtiment et l'existence d'un auvent et la barre des locaux du coté nord et nord est permet de diminuer le gêne mécanique pour les piétons (vents dominant, turbulences,).

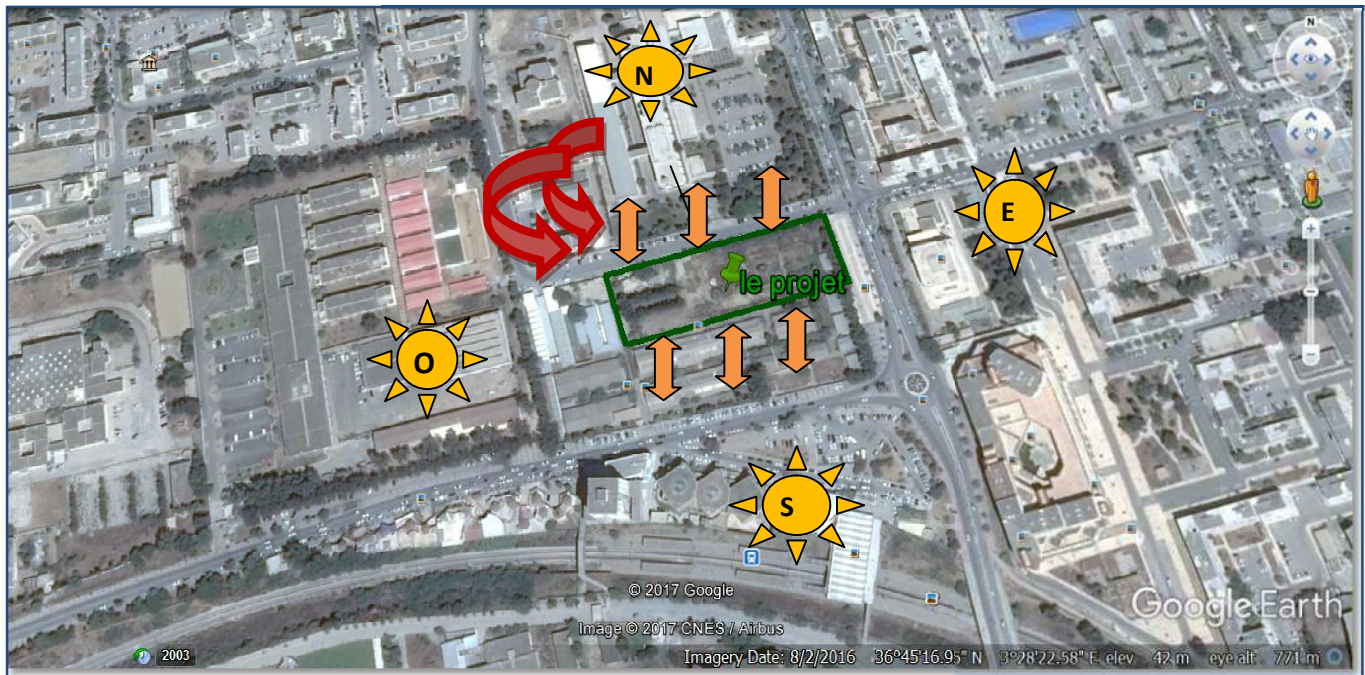


Figure6 : Caractéristique de terrain

2. Orientation

Il est important de se souvenir que la pire orientation du point de vue du confort d'été est l'Ouest. En effet le soleil est alors rasant, et pénètre très facilement à travers les vitrages, et ce après que le bureau a déjà subi la montée en température de toute la journée.

L'allongement de bâtiment selon l'axe Est Ouest permet une bonne orientation en architecture bioclimatique.

Son orientation Nord sud permet de mieux maitriser les effets de soleil (protection en été et apport de chaleur en hiver), Aussi de donner l'opportunité de disposer les différents locaux en fonction de leurs usages et de leurs comportement thermique propres ,les locaux techniques sont orientés au nord faisant office de tampon thermiques en hiver et plus facile à rafraichir en été, la majorité des espaces de bureaux sont orientés au sud et les autres espaces non souvent fréquenté comme (les salles de réunions, archives, conférences etc.... ,au nord.

2. La lumière naturelle :



Figure 7 : la lumière naturelle

La lumière naturelle, directe ou diffuse, a évidemment un impact sur les performances énergétiques et le niveau de confort des bâtiments ainsi que sur le niveau de confort des espaces extérieurs :

Les façades vitrées en grande autonomie lumineuse entraînant une réduction des consommations en éclairage artificiel.

Ce concept permet une meilleure qualité de vie et de travail : qualité de lumière, ambiance, équilibre ombre/soleil, perception de l'ambiance extérieure.

Un accès maximal des façades au soleil direct en hiver donc, pour une façade sud un rapport H/W compris, au mieux entre 0.4 et 0.5. (H=hauteur de bâtiment=la distance entre les blocs.

3. La ventilation naturelle

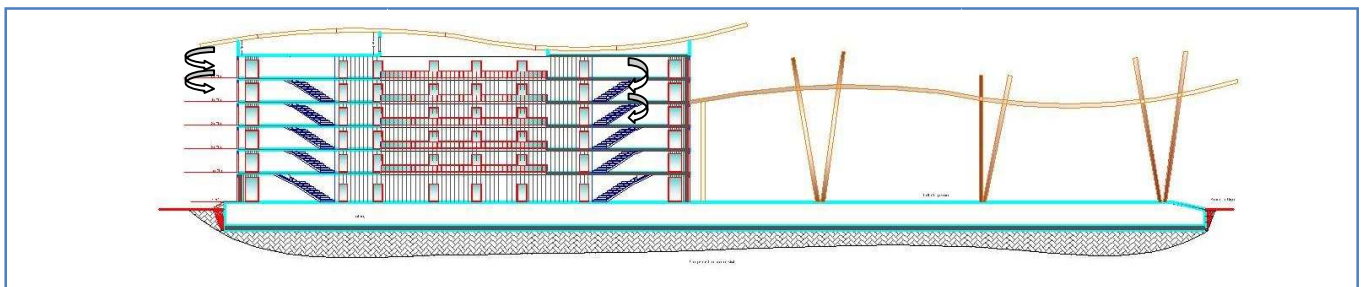


Figure8: Introduction de l'air dans le projet

Dans la conception de projet, la ventilation naturelle, est très présente. L'air se déplace grâce aux différences de pression dues au vent qui existent entre les façades du bâtiment et grâce à la différence de masse volumique en fonction de sa température. La circulation de l'air est donc totalement naturelle.

Des aménagements d'air (grilles réglables, vasistas) sont disposées en façade pour les locaux dits "propres" (bureaux, salles de réunions, ...). Des ouvertures sanitaires (détalonnage des portes ou grilles) permettent le passage de l'air vers les locaux dits "humides" ou "viciés"

(Sanitaires, cuisine, ...). Dans ces derniers l'air est évacué grâce à des conduits verticaux débouchant en toiture. Lorsque l'ambiance extérieure (bruit et pollution limités) le permet, la solution la plus simple à mettre en œuvre est le système simple flux avec extraction sanitaire.

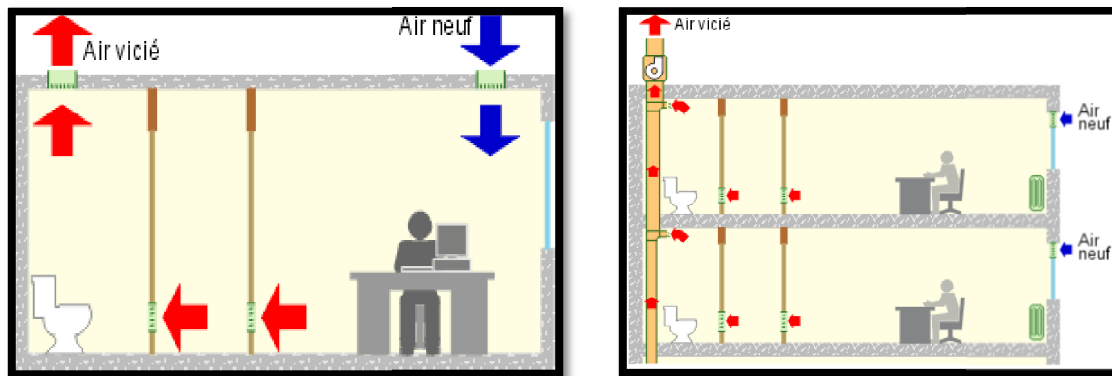


Figure9: L'introduction d'air neuf dans les bureaux, le transfert des volumes d'air introduits via les circulations, l'évacuation vers l'extérieur de l'air vicié dans les locaux sanitaires

a) **Caractéristiques architecturales :**

b) **Implantation :**

Se situe en plein centre ville de Boumerdès, un terrain appartenant à la commune, il occupe une position stratégique sur un terrain d'assiette de 7000 m². Il est situé à l'intersection de l'avenue ALN et le boulevard de 1er novembre ; axes principaux de la ville et support de centralité-

Le terrain se situe à proximité des deux places centrales de la ville. (La gare ferroviaire, et le centre commerciale).

L'emplacement optimal de l'assiette placerait le bâtiment dans une zone déjà urbanisée et occupée par un tissu social varié, avec des infrastructures privilégiant les transports propres (piétons, cyclistes) et peu polluants (transports en commun).

Le projet exploite les caractéristiques morphologiques du terrain en les croisant aux données exigées par le Plan d'occupation de sol.

Le terrain est issu d'un îlot rectangle au centre ville de Boumerdès, il présente les caractéristiques suivantes :

- Surface globale de l'assiette : **7000 m²**
- Coefficient d'emprise au sol (CES) : **0,52**

- Coefficient d'occupation du sol : **COS : 1,5**
- Gabarit autorisé : **R+5.**
- Centre commerciale **R+3**

Le projet constitue un point de repère, tout en s'harmonisant avec son environnement, Il reflète l'image de l'activité et l'institution qu'il représente en toute sobriété.

La référence architecturale est bien entendue dans le projet, la forme du bâtiment est inspirée d'un noyau d'énergie.

c) **Accessibilité.**

L'accessibilité du bâtiment prend en charge quatre(04) niveaux d'accès :

- L'accès de public : réservé au grand public
- L'accès de service : réservé au personnel de siège.
- L'accès mécanique sous sol : réservé aux visiteurs de siège, aux personnels, et aux marchandises des locaux commerciaux.
- L'accès vers les locaux commerciaux : réservé aux publics

4. **Les Entités organisationnelles :**

Le projet présente une bonne organisation fonctionnelle et hiérarchisée permettant d'évoluer dans l'espace de façon fluide et sécurisée nécessaire à un établissement public.

Le schéma fonctionnel fait ressortir Quatre (04) entités :

- 1Entité administrative et comptabilité.
- 2Entité accueil.
- 3Entité service.
- 4Entité technique.

Entité administration et comptabilité

Activité principale de siège, dédié aux personnels de siège, elle est dédiée à toute la gestion de bâtiment ; il abrite le bureau de maire secrétariat générale, Elle comprend les bureaux de comptabilité, et toutes les activités administratives.

La superficie de l'entité administrative sur (5niveaux) :8286m²

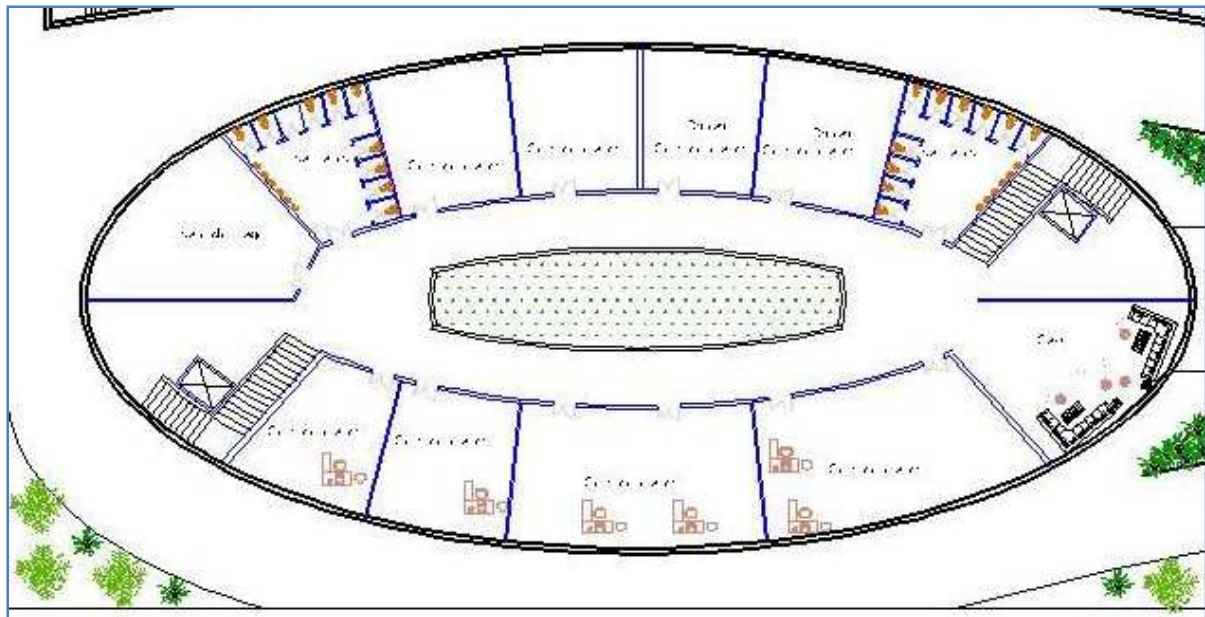


Figure 10 Plan étage courant des bureaux

1. Entité accueil :

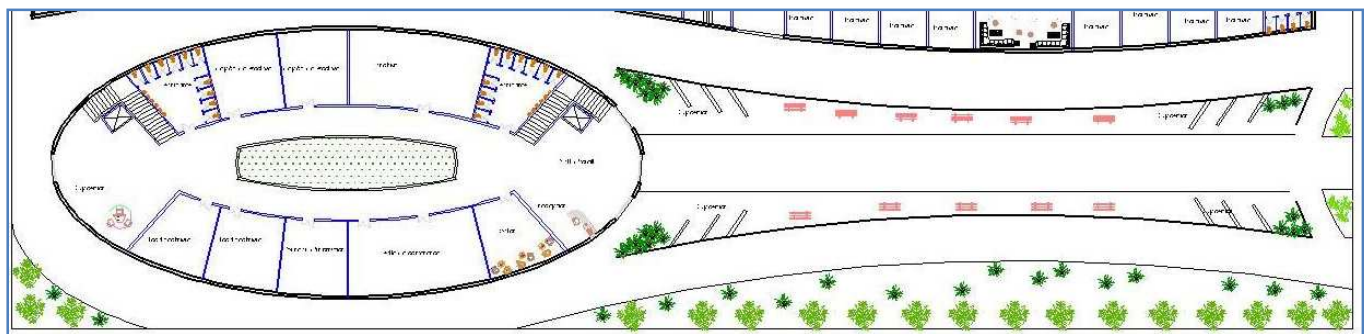


Figure 11 Plan de rez de chaussé (entité accueil)

Elle englobera toutes les opérations de réception, orientation et information Elle est destinée à tous visiteurs de siège.

Il est à noter que cette entité a une étroite relation avec L'ensemble des entités ; Cette entité sera prévue au niveau de RDC afin de limiter les déplacements des citoyens.

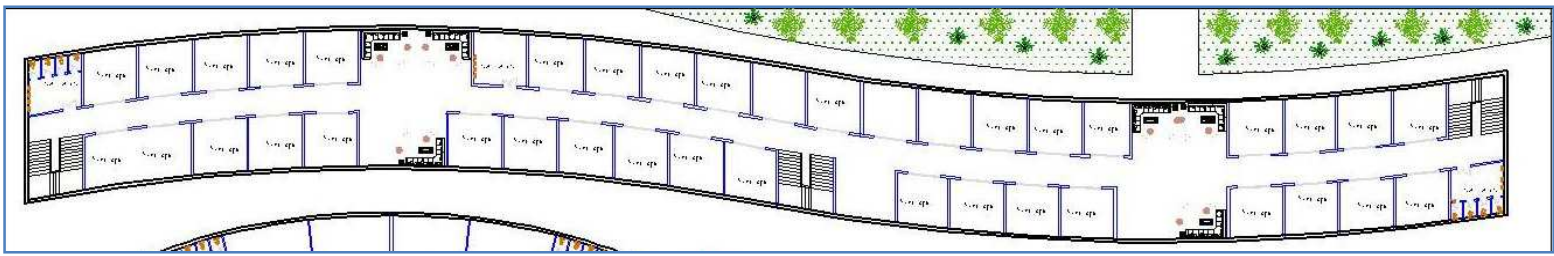


Figure11 Le plan étage courant de centre commercial

2. Entité service :

Destinée à tous les citoyens qui visitent le centre commercial, Il comportera : Les locaux commerciaux, Les restaurants. Les cafétérias.

La superficie de cette entité 3niveaux est de 4600M sur

3. Entité technique :

Cette zone comprendra l'ensemble des locaux techniques nécessaires au bon fonctionnement et à la sécurité du bâtiment. Cette zone est strictement réservée au personnel technique de siège communal. Elle comportera les espaces suivants :

- Local informatique (serveurs +armoire de brassage)
- Chaufferie.
- Groupe électrogène et inverseur.
- Poste de transformation électrique
- Poste central de sécurité et salle de gestion technique
- Bâche à eau et local de surpression (eau potable, et réserves anti-incendie).
- Local climatisation.
- Sanitaires avec vestiaires et douche.

Parking sous sol : englobe plus de 200place, composé de 2niveaux.

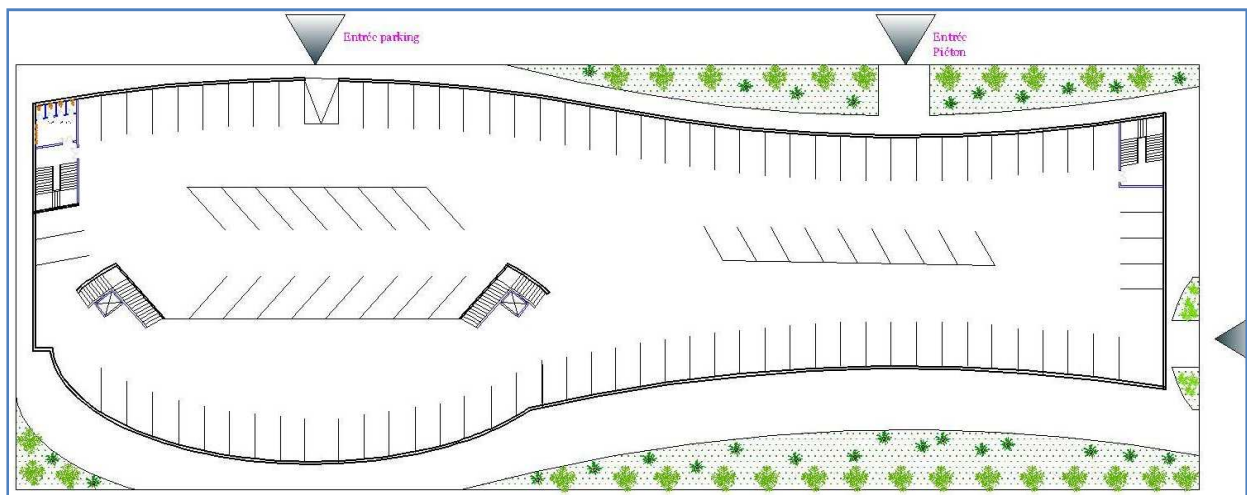


Figure12: Plan de parking sous sol

La superficie de parking sur 2niveau 4600m²

Le Choix Constructifs :

La structure étudiée est une structure qui est composée de poteaux/poutres. L'enveloppe est constituée comme suit :

- les murs extérieurs sont des parois doubles en briques creuses avec lame d'air;
- la toiture est une dalle à corps creux;
- le plancher bas sur terre plein est une dalle en béton;

Le double vitrage utilisé est d'une épaisseur de 8mm, d'une conductance hors résistances superficielles égale à 5 W/m²K, avec une lame d'air d'épaisseur 10mm cadre en pvc.

5. Maçonneries – Enduits :

Produits en terre cuite : Les briques employées sera exclusivement de type brique creuse :

$$\lambda = 0.48 \text{ (w /m. } ^\circ\text{c)}.$$

Les scellements : Les scellements de toutes natures devront être exécutés proprement et avec soins de manière à ne laisser aucun vide à l'intérieur (bourrage avec des morceaux de bois interdit) Ils seront étanches et ne présenteront aucune bavure à l'extérieur Tous les scellements seront exécutés au mortier de ciment.

La Maçonnerie : Les murs extérieurs seront réalisés en double cloison étanche dite « iso thermique» avec un vide d'air intermédiaire de dimensions conformes aux plans d'exécution. L'ensemble étant lourdé au mortier de ciment.

Les cloisons intérieures seront exécutées en briques creuses de 10 cm suivant les plans de distribution du plan. Isolées avec de polystyrène expansé d'une conductivité thermique égal à 0,04 W/w.-c.

Mise en œuvre : L'isolant incorporé entre le mur et la cloison est en polystyrène expansé de type : $\lambda = 0.044 \text{ (w /m. } ^\circ\text{c)}$. Les murs extérieurs recevront un enduit au mortier de ciment avec une finition en enduit tyrolien. Seront exécutés dans les cages d'escalier des panneaux de briques de verre posées au mortier de ciment avec horizontaux et verticaux armés y compris le masticage des feuillures ; ces panneaux assurant l'éclairage naturel des cages d'escaliers.

Pour l'Isolation des murs par l'extérieur(ITE) : L'isolant est disposé à l'extérieur de la paroi. L'isolant utilisé est constitué de panneaux de laine minérale semi-rigide non hydrophiles. L'isolant ne comprend pas de pare- vapeur, il est fixé mécaniquement ou par collage au mur. Le système comprend une lame d'air ventilé d'épaisseur minimale de 20 mm, entre l'isolant et la sous face du parement. Toutes les parois en contact avec l'extérieur et le sol sont isolées et les éventuels locaux non chauffés afin de limiter au maximum les pertes thermiques par transmission.

Les enduits : Toutes les cloisons intérieures de tous les locaux recevront un enduit au mortier de ciment sur une hauteur de 1.10 m, il en sera de même pour les salles d'eaux, les cages d'escalier et les locaux techniques Tous les plafonds recevront un enduit au plâtre à

l'exception des plafonds des salles d'eaux, des cages d'escaliers, ainsi que des locaux humides qui seront au mortier de ciment.

Enduits intérieurs : L'épaisseur totale de l'enduit sera de 0,02m minimum, d'une résistance de 0,06 m².°C/W .Il sera prévu des gorges simples pour tous les plafonds.

Toiture: La toiture est en dalle de compression, le couronnement sera fait du polystyrène armé en treillis soudé de 2mm revêtu avec un béton, dosé à 350kg/m³et un adjuvant.

Les revêtements: Revêtement en carreaux granito 25 x 25 pour l'ensemble du bloc posés à bain de mortier sur lit de sable. Les marches et contre marches seront en dalles de granito de largeurs et épaisseur suivant l'escalier. Revêtements en faïence pour locaux humides (cuisine, SDB, WC) sur une hauteur de 1,60m

6. Les façades :

1. Gestion des protections solaires : les caractéristiques des vitrages sont composés de deux feuilles de verre maintenance à distance par un cadre ; l'épaisseur de ce dernier est de 8mm, au sein de la lame d'air, un matériau dessicatif est inséré (gel de silice) Ce type de vitrage utilisé répond à des préoccupations contradictoires :

- profiter des apports solaires en hiver et les limiter en été ;
- limiter le facteur solaire tout en profitant de l'éclairage naturel.

Ces objectifs peuvent difficilement être atteints uniquement grâce aux caractéristiques du

vitrage. Pour cela Les protections extérieures doivent être privilégiées car leur efficacité énergétique est nettement plus importante que celle des protections intérieures qui servent essentiellement à gérer l'éblouissement lumineux.

Une solution technique performante a été prévu du point de vue technique et acceptable par les utilisateurs consiste à automatiser le fonctionnement des protections en période d'occupation du bâtiment et en fonction de conditions extérieures de manière à ne pas détériorer les mécanismes (en cas de fort vent, par exemple). Durant la période d'occupation, l'utilisateur reste maître de ces installations. La commande de ces automatismes peut se faire par la même télécommande que celle qui permet de gérer le système de chauffage et de climatisation et les commandes d'éclairage.



Figure 13: vue aérienne sur projet

La transmission lumineuse du vitrage est élevée afin de profiter pleinement de l'éclairage naturel.



Figure 14 façade nord de projet



Figure 15 façades sud de projet

1. **L'ambiance extérieure** : La cour extérieure recouverte d'une verrière et agrémentée de plusieurs arbres sert d'espace de communication et de détente, ossature recouverte en panneaux photovoltaïque confère à cet espace une note à la fois avenante et raffinée.

La fontaine crée un rapport ludique et symbolique avec l'eau, il favorise la diversité biologique mais aussi il modifié le microclimat dans l'espace environnant réduisant en été la température de l'air extérieur par évaporation pendant le



Figure 16 Ambiance extérieure

Le photovoltaïque: Une installation photovoltaïque est prévu, comprend plusieurs modules PV qui Transforment la lumière solaires électricité.

La puissances des panneaux solaires n'est pas encore déterminé, l'étude est en cours.



Figure17 les panneaux solaires

2. Utilisation d'équipements performants :

1. Gestion et efficacité de l'éclairage :

Pour le choix des équipements d'éclairage, nous abordons essentiellement aux choix des lampes, et prendre en considération les principes plus larges de conception d'une installation d'éclairage artificiel tels que, les leds, les détections de présence, l'installation de lampes peu énergivores de type (fluocompactes).

Ce type de luminaires sont efficaces, équipés de lampes économiques. Il oriente Correctement la lumière, éventuellement au moyen de réflecteurs et diffuseurs
Ce type de lumière est caractérisé par Son ballast qui est économe.

	Puissance installé	Durée de fonctionnement (h/an)	Consommation (kWh/m².an)
Solution standard	20-30	1200	24-36
Solution performante	5-10	850	4,2-8,5
Economies (%)	50-83%	30%	65-88%

Tableau 2 Economies envisageables grâce à la mise en œuvre d'équipements performants pour l'éclairage des bureaux

2. Ecrans plats : La technologie LCD (écran plat) permet de rendre un service équivalent à la technologie cathodique pour une consommation très inférieure grâce à la mise en place des solutions préconisées dans les paragraphes précédents.

Le tableau suivant indique les économies envisageables pour le poste informatique

		Puissance unitaire appelée en marche (W)	Durée de fonctionnement (h/an)	Consommation (kWh/ an)
Solutions standard	Ecran	50-100	3300	165-330
	Unité centrale	50	4000	200
	Ecran + unité centrale	15-25	1400	50
Solution performante	Ordinateur portable	15-25	1400	50
Economies (%)		75-90%	58-65%	86-91%

Tableau 3 Economies envisageables grâce à la mise en œuvre de solutions performantes pour le poste informatique

3. Calcul thermique pour un bâtiment de référence :

Malgré l'existence de plusieurs logiciels de calcul thermique utilisés dans d'autres pays dans le monde ces deniers ne répondent pas exactement aux prescriptions de la réglementation nationale dans la mesure où les méthodes de calculs et les bases de données utilisées sont, dans certains cas, différentes.

Pour cela et a fin de faciliter l'utilisation et l'application de la réglementation algérienne, l'équipe du CDER a développé une application baptisée RETA – Réglementation Thermique Algérienne dont la page d'accueil est présentée dans la figure ci dessous. Cette application

est un logiciel libre d'accès qui se présente sous forme d'interface graphique accessible via l'adresse web (reta.cder.dz). L'application présente à l'utilisateur une interface ergonomique et facile d'utilisation lui permettant de décrire les différents composants d'un bâtiment et d'effectuer les calculs thermiques nécessaires afin de vérifier la conformité du projet vis-à-vis de la réglementation thermique (DTR C3-2 et DTR C3-4)

Le premier DTR est relatif à la période d'hiver, alors que le deuxième concerne la période d'été.

- **Vérification d'hiver (DTR C3-2)**

Ce DTR concerne la période d'hiver. Il stipule que les déperditions calorifiques par transmission à travers les parois calculées pour la période d'hiver doivent être inférieures à une valeur de référence.

$$DT \leq 1.05 \text{ Dréf}$$

Vérification d'été (DTR C3-4)

Ce deuxième DTR est réservé à la période d'été et mentionne que les apports de chaleurs à travers les parois (opaques et vitrées) calculés à 15h du mois de juillet (considéré comme le mois le plus chaud de l'année) doivent être inférieurs à une limite appelée « Apport de Référence ».

$$APO (15 \text{ h}) + AV (15 \text{ h}) \leq 1.05 \text{ .Aréf}$$

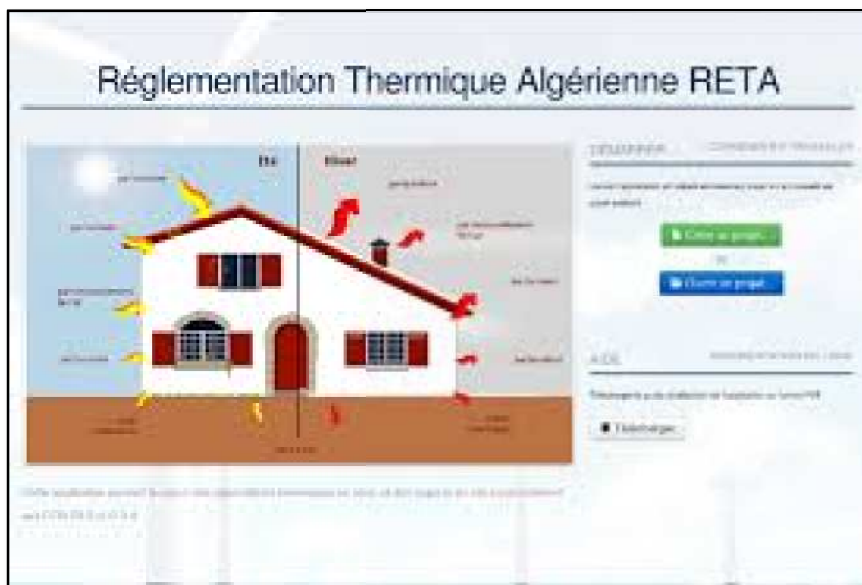


Figure18 Page d'accueil de l'application RETA(source CDER)

L'application RETA(Réglementation Thermique Algérienne). Permet de décrire les différents composants d'un bâtiment et d'effectuer les calculs thermiques nécessaires afin de vérifier la conformité d'un projet de construction vis-à-vis de la réglementation thermique.

L'application offre aussi la possibilité de dimensionner un système de chauffage conformément aux exigences de confort thermique intérieur.

Comme tout logiciel, l'application RETA sert à éviter à l'utilisateur un calcul fastidieux pouvant engendrer à la fois des erreurs de calcul et une perte de temps.

L'entité principale de RETA est le projet. Il détaille les données de base communes à toutes les autres entités. Il s'agit principalement des données géographiques : altitude, latitude, etc.

Une fois le projet définit, la deuxième étape sera de créer les volumes thermiques conformément aux définitions du DTR. À chaque enveloppe ou volume thermique il faut alors définir les parois qui le composent de façon à créer un espace fermé

Une fois les données introduites, Le rapport affiche une synthèse des différentes valeurs et les résultats de la vérification réglementaire.

Synthèse des enveloppes

Nom de l'enveloppe	Usage	Conformité Hiver C-3.2	Conformité Été C-3.4
bloc administratif de siège communal Boumerdes	bureaux	Conforme	Conforme
centre commerciale Boumerdes	vente	Conforme	Conforme

Figure 19 résultats de la conformité au DTR selon RETA

Après l'introduction des données relatives et la vérification réglementaire des résultats selon le DTR C 3-2 et C 3-4, le bâtiment s'avère conforme aux deux DTR comme le montre La figures

La simulation avec l'application RETA nous a permis aussi de calculer la puissance de l'éclairage et celle de la climatisation

Puissance de climatisation

Nombre d'occupants	Puissance d'éclairage	Autres puissances dégagées	Puissance de Climatisation
800,00	75,00	50,00	378,1 kW

Figure 20 puissance de climatisation de siège communal selon RETA

Renouveaulement et infiltration d'air en hiver

QS	QV	DR	QVinf
3 020,00 m3/h	12 047,52 m3/h	5 122,96 W/°C	17 400,00 m3/h - Orientation: S

Renouveaulement et infiltration d'air en été

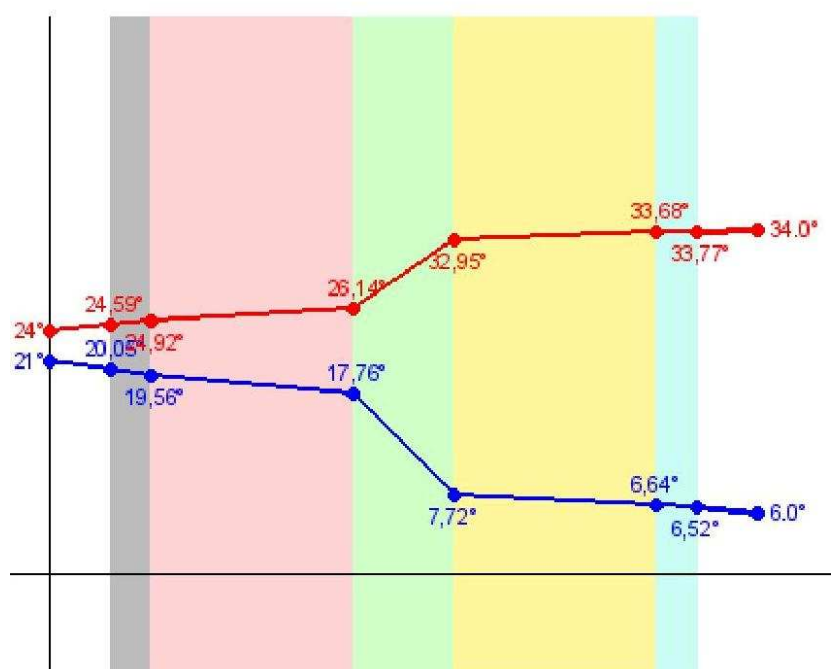
QVan	ARENs	AINFs	ARENI	AINFI	Renouvellement d'air total
12 047,52 m3/h	38 552,06 W	55 680,00 W	50 025,76 W	72 251,24 W	216 509,06 W

Figure 21 Renouveaulement et infiltration d'air en été et en hiver pour le siege communale

Cette application détermine aussi le confort d'été et celui d'hiver et ceux-ci par rapport aux types de matériaux et isolants utilisés La figure 18 démontre que s'il fait 34° à l'intérieur fera 24° en été Et en hiver s'il fait 6° à l'extérieur il fera 21° à l'intérieur

Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21,00 °C	24,00 °C
Température de surface intérieure	20,05 °C	24,59 °C

Figure 22 le profil de température de siege communale selon RETA

Ce confort dépend bien de la nature des matériaux utilisés et leurs conductivité thermique

Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Mortier de ciment	1,40 W/m. °C	0,02 m	0,01 m ² . °C/W
Brique pleine	0,80 W/m. °C	0,10 m	0,13 m ² . °C/W
Polystyrène expansé	0,04 W/m. °C	0,05 m	1,16 m ² . °C/W
Brique creuse	0,48 W/m. °C	0,10 m	0,21 m ² . °C/W
Plâtre courant d'enduit intérieur	0,35 W/m. °C	0,02 m	0,06 m ² . °C/W
Total		0,29 m	1,57 m ² . °C/W

Figure 23 composition de la paroi de l'extérieur vers l'intérieur

Conclusion Générale

En inscrivant dans la démarche de l'efficacité énergétique La commune a eu pour ambition de concevoir un bâtiment durable et énergétiquement efficace peut recueillir jusqu'au 500 employés dans un site unique et remarquable en plein centre ville de Boumerdes

La réduction des besoins en énergie pour la construction et le fonctionnement du bâtiment, ainsi qu'une utilisation importante que possible de renouvelable fut dès lors des principes préoccupations de la commune Concevoir un bâtiment durable au sens où il doit mettre sur le même plan un excellent confort d'utilisation, pour les occupant et une esthétique ambitieuse pour tous le territoire.de la commune.

Nous pouvons dire que d'après cette étude et par la réalisation de ce projet en efficacité énergétique la commune peut arriver à atteindre ces objectifs (réduire sa facture énergétique, le confort des occupants l'isolation et le cycle de vie de bâtiment,etc)

Pour cela l'état et à travers la loi n°99-09 du 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie doit imposer l'exigence d'intégrer les notions de l'efficacité énergétique dans l'élaboration des cahiers de charges de projet de construction.

Pour simuler le comportement de ces bâtiments et exploiter les résultats expérimentaux, Un logiciel de calcul thermique baptisé CTBAT (calcul thermique dans le bâtiment) spécifique à l'Algérie. Ce logiciel a été développé afin de faciliter aux différents concepteurs intervenant dans un projet immobilier l'intégration des exigences de la réglementation thermique algérienne (DTR C3-2 et C3-4.) Associé à la plateforme de CDER et ainsi permettre d'avoir une grande liberté dans les simulations ainsi qu'un niveau de précision adaptable en fonction de ce qui est recherché

Références bibliographiques

1. **Frank Hovorka, Guy Jover, Richard Frank**, « l'efficacité énergétique du bâtiment «optimiser les performances énergétique le confort et la valeur des bâtiments tertiaires et industriels »(2015)
2. « **Jean Hetzel** »Bâtiment HQE^R et développement durable, dans la perspective du Grenelle de l'environnement (3eme édition©2010),
3. Le plan d'action d'énergies durable de la commune de Boumerdes © TRANSITIONS / ENERGIES DEMAIN 2015.
4. **APRU** « Pour une construction Eco-énergétique en Algérie »juillet 2015.
5. Code des collectivités locales Loi n° 11-10 du 20 Rajab 1432 correspondant au 22 juin 2011 relative à la commune.
6. **LIEBARD A. et DEHERDE A. (1996-2004)**, "Traité d'urbanisme et d'architecture bioclimatique concevoir, édifier et aménager avec le développement durable ".Architecture et Climat.
7. **Ernest NEUFEURT** Les éléments des projets de construction 8^{eme}Edition. ©Dunod,paris,2002
8. **Guy Loison** L'isolation thermique septembre 2000.
9. **ADEME** « Gestion énergétique dans les bâtiments publics » Guide méthodologique.
10. **Olive .G** « synthèse d'expérimentation de bâtiment à haute qualité environnementale en vue de maitrise d'ouvrage public. »Rapport final de l'association HQE.1998
11. Guides sur l'efficacité dans le bâtiment à partir de site**www.gimelec.fr**
12. (DTR C3-2) Document Technique Règlementaire C 3-2, Réglementation thermique des bâtiments d'habitation-Règles de calcul des déperditions calorifiques CNERIB ALGERIE
13. (DTR.C 3-4) Document Technique Règlementaire C 3-4, Climatisation Règles de calcul des apports calorifiques des bâtiments CNERIB ALGERIE
14. **KHARCHI R., Aït Messaoudène N., Belhamel M., Hamid A.**, Etude Expérimentale du Comportement Thermique d'un Plancher Solaire Direct, Revue des Energies Renouvelables : Journées de Thermique,
15. **SABONNADIÈRE J.C.**, Nouvelles technologies de l'énergie tome1: Les énergies renouvelables, Lavoisier, 2006.
16. **STAMBOULI A.B.**, Promotion of renewable energies in Algeria: strategies and perspectives, Renew Sustain Energ Rev,2011
17. **BOUFFARD É.** Conception de bâtiments solaires: méthodes et outils des architectes dans les phases initiales de conception, Dissertation doctorale Université Laval, Canada, 2013.
18. **Eric van poelvoorde** une politique durable de l'énergie au niveau communal outils pour un développement durable
19. **Elsa Richard** L'adaptation au changement climatique nouveau critère de développement durable des territoires.
20. **Alexandre borde, haitham journi** « le recours au marché dans les politiques de lutte contre le changement climatique » 2007.
21. **Alexandre Asselineau, Anne Cromarias**, entreprise et territoire, architectes conjoints d'un développement local durable.
22. **DALI K., (2006)**, « Améliorer la compétitivité des entreprises», La Lettre, Bulletin trimestriel de l'APRUE N° 9-Avril 2006, , (Algérie).

23. **BLANDIN P., (2009)**, « Former des acteurs du développement durable – Les défis relevés par le Pôle Développement Durable des Chaires UNESCO en France » Commission nationale française pour l'UNESCO (France).
24. **Gingras I., (2004)** « Des bâtiments écologiques pour la santé : l'avantage LEED » –Bulletin d'information technique Bâtir en santé, N°11, 2004, (Canada)
25. **CLODIC S., (2009)**, « Inciter à améliorer l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment à l'aide de la finance carbone», Thèse professionnelle du Mastère Spécialisé en Ingénierie et Gestion de l'Environnement, Ecole des Ponts Paris Tech, (France).
26. **LAVILLE E., (2011)**, « Pour une consommation durable », Centre d'analyse stratégique, Rapports et documents janvier 2011, (France).
27. **OCDE, (2007)** «Politiques de l'environnement : quelles combinaisons d'instruments ?», Editions OCDE
28. **SST, (2006)**, « L'efficacité énergétique des bâtiments- contexte européen, politique allemande, initiatives françaises», (Allemagne).
29. **Robertho Gonzaloe.Karl J.Habermann**”Architecture et efficacité énergétique « principe de construction et de conception.
30. **MAZARI MOHAMED** Mémoire de magister sur le thème « Etude et évaluation thermique des bâtiments public »Septembre 2012.
31. **BOUAMAMA WAHIBA** thèse de magister sur le thème « au sujet de la politique d'efficacité énergétique en Algérie : approche systémiques pour un développement durable » Mars 2013
32. **NEFISSA BELKACEM** thèse de doctorat sur le thème « Contribution à l'évaluation des performances énergétiques et environnementales d'un habitat individuel bioclimatique ».
33. **BOURSAS Abderrahmane** thèse de magister sur le thème « étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation a l'aide d'un logiciel de simulation. » 2012-2013
34. **Sila filfli** thèse de doctorat « optimisation bâtiment/système pour minimiser les consommations dues a la climatisation » le 04 décembre 2006.
35. **Samuel Courgey et Jean Pierre Oliva**, La conception Bioclimatique, Ed. Terre vivante.
36. **Jan Horst Keppler**, « L'Union européenne et sa politique énergétique », Politique étrangère automne 2007, p. 529-543
37. **Emmanuel et Laurent Gallay** «Les solutions d'efficacité énergétique dans le batiment tertiaire et industriel »

WEBOGRAPHIE

www.construction21.dz	Mai 2017
www.aprue.org.dz	Avril 2017
www.ademe.fr	Mai 2017
www.areneidf.org	Avril 2017
www.cler.org	Juillet 2017
www.raee.org	Juillet 2017
www.envirobat-med.net	Juin 2017
www.ces med.com	Avril 2017
www.premier-ministre.gov.dz	Avril 2017
www.energieplus-lesite.be.	Juillet 2017
www.guidebatimentdurable.brussels.	Juillet 2017
www.blog-gestion-de-projet.com	Aout 2017
www.questions-de-societe.org/energie	. Aout 2017

Liste des tableaux

Chapitre3

Tableau1 : Le type d'isolant et son mode d'application

Tableau2 : La structure de bâtiment et son choix d'isolant

Tableau 1 : Informations générales sur Boumerdès

Chapitre 4 :

Tableau 1 : Information générales sur Boumerdè

Tableau 2 : Irradiation de rayonnement

Tableau 3 : Entités de projet

Tableau4: Synthèse des échanges thermiques de projet en hiver

Tableau 5: Synthèse des échanges thermiques en été

Liste des figures

Chapitre2/

Figure1 / système de ventilation naturelle.

Figure 2/ Le projet ECOFFICE

Figure3/plan d'Implantation

Chapitre3/

Figure1 : laine de roche

Figure2 laine de verre

figure 3: perlite expansée

Figure4 : verre cellulaire

figure:5 laine de chanvre

figure 6: panneau de liège expansé

figure 7: laine d'herbe

figure 8: cellulose

Figure 9: cellulose en vrac

Figure10 : panneau à base de cellulose et de lin

Figure11 : noix de coco

figure 12: chènevotte de chanvre

figure13 : laine de chanvre

Figure14 : perlite

Figure15: vermiculite

Figure16 : exemple de mise en œuvre

Figure17 : Isolant en liège.

Figure18 : pont thermique

Figure19 répartition des déperditions par les parois

Figure20 : Relevé d'étanchéité sur cadre métallique rempli d'isolant.

Figure 21: Détail du coffre de volet roulant et le mur,

Figure22: Isolation entre chevrons et fermettes

Figure : 23 Isolation par l'extérieur

Figure 24: Isolation des combles sur plancher léger

Figure 25: Isolation sur plancher lourd

Figure26 : isolation avec combles ventilé

Figure27 : Isolation des toits plats par l'intérieur :

Figure28 : Isolation interne d'un toit plat avec intégration au-dessus d'un faux plafond

Figure 29 Panneaux isolants posés sur lattage

Figure 30: Isolation derrière contre cloison maçonnée

Figure 31: Enduit isolant

Figure32 : Panneaux isolants sous enduit

Figure33 : Panneaux avec structure de support

Figure34 : Isolation avec bardage

Figure 35: Éléments isolants préfabriqués

Figure36 : Absence de ponts thermiques avec isolation extérieure (droite), comparée à l'isolation intérieure

Figure37 : Isolation par injection

Figure38 : Méthodes d'ombrage

CHAPITRE4

Figure1.La carte de commune de Boumerdes source google Maps

Figure2 l'émission de GES sur les différents secteurs

Figure 3 Emissions de GES par secteur et énergie à Boumerdes

Figure 4 : La courbe de température figure5 : Le diagramme climatique de Boumerdes

Figure6:irradiation du rayonnement global et diffus.

Figure 7 : Moyennes journ. du rayonnement global

Figure8: Valeurs journ. de la température (moyenne, min. et max.)

Figure9: plan de situation

Figure10: vue sur le projet

Figure11 : L'introduction d'air neuf dans les bureaux, le transfert des volumes d'air introduits via les circulations, l'évacuation vers l'extérieur de l'air vicié dans les locaux sanitaires

Figure 12: Grille intégrée entre le vitrage et la menuiserie

Figure 13 : la grille intégrée dans le projet

Figure14: Introduction de l'air dans le projet

Figure 15: ouvertures des façades

Figure16 vue sur la cour extérieur

Figure 17les panneaux solaire photovoltaïque

Figure18: Plan sous sol

Figure19 :Plan de rez de chaussé

Figure20 : Plan de 1^{er} étage

Figure21 : Plan de 2eme étage

Figure22 : Plan de 3eme étage

Figure23 : Plan de 4eme étage

Figure24 : Plan de 5eme étage

Figure25 : la coupe de bloc administratif

Figure26 : façade sud

Figure28: façade nord

Figure29 :vue d'ensemble

Figure30 :vue sur l'entrée principale au bloc

GLOSSAIRE

Économie d'énergie: Les économies d'énergie, dont font partie les Comportements de sobriété énergétique et d'efficacité énergétique, sont des actions menées afin de limiter la consommation d'énergie ou d'éviter les pertes sur l'énergie produite.

ADEME: Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

Apports internes: Emission de calories dans l'habitat par les habitants ou leurs activités (machines, éclairage...etc

Apports solaire passifs: Consiste à utiliser l'énergie solaire pour l'éclairage naturel le chauffage des locaux. L'énergie lumineuse du soleil qui pénètre à l'intérieur des pièces par les fenêtres est absorbée par les murs, les planchers et les meubles, puis libérée sous forme de chaleur. Des baies vitrées ainsi que la thermo-circulation permettent de faire diminuer la consommation en d'autres énergies.

Béton: Mélange d'eau, de sable, de ciment, de graviers et d'adjuvants largement utilisé dans la construction pour couler des dalles ou fabriquer des poutrelles des blocs...Un mur en béton banché est réalisé en coulant du béton entre deux panneaux de coffrage.

mix énergétique: définit la répartition des différentes sources d'énergie primaire utilisées pour produire différents types d'énergie. La part de chaque source d'énergie primaire est exprimée en pourcentage.

Capacité thermique: C'est la capacité du matériau à emmagasiner la chaleur par rapport à son poids. Elle caractérise la quantité d'énergie à apporter à 1 kg de matériau pour élever sa température de 1°C.

CDER: Centre de Développement des Energies Renouvelables

Conductivité thermique: la propriété d'un matériau à transmettre la chaleur par conduction. Elle correspond au flux de chaleur qui traverse en un matériau d'une surface de 1m² et de 1m d'épaisseur pour un écart de température de 1°C entre les 2 faces de cette paroi.

CO2: Gaz carbonique. Lors d'une combustion le Carbone (C) contenu dans les hydrocarbures ou le charbon se combine avec l'oxygène de l'air (O₂) pour donner du gaz carbonique. Le CO₂ est un des principaux responsables de l'effet de serre.

Cycle de vie: Le cycle de vie d'un bâtiment est une décomposition en phases de l'intégralité de la vie d'une construction, de sa conception à sa démolition. La fin d'un cycle de vie signifie en général le commencement d'un nouveau cycle de vie. On distingue cinq phases: conception, construction, exploitation, rénovation, destruction.

Densité: Il s'agit de la masse du matériau par unité de volume.

Déperditions thermiques: Les déperditions thermiques désignent les quantités d'énergie qui s'échappent involontairement d'un bâtiment. Ces déperditions se manifestent par une perte de chaleur lorsqu'il fait froid et une perte de fraîcheur lorsqu'il fait chaud.

Diffusivité thermique: C'est la vitesse à laquelle la chaleur se propage par conduction dans un corps. Elle dépend de la capacité du matériau à conduire la chaleur (sa conductivité thermique) et de sa capacité à stocker la chaleur (capacité thermique). Elle est exprimée en mètre carré par seconde (m^2/s).

Énergie finale: Énergie finale regroupe toutes les énergies (gaz, électricité, chauffage urbain...) consommées par l'utilisateur final (particulier, entreprise, collectivité).

Énergie fossile: Le terme d'énergie fossile désigne une énergie obtenue à partir de combustibles fossiles. Un combustible fossile désigne un combustible produit à partir de la fossilisation des végétaux vivants: pétrole, gaz naturel et charbon. Ces combustibles sont présents en quantité limitée et non renouvelables à l'échelle de temps humaine. Ils représentent un stock de carbone à l'état solide enfoui dans la croûte terrestre.

Énergie grise: C'est la quantité d'énergie nécessaire à la production et à la fabrication des produits. Un bilan d'énergie grise additionne l'énergie dépensée du début à la fin du cycle de vie d'un produit: sa conception, l'extraction et le transport des matières premières nécessaires, de la transformation de ces matières premières et la fabrication du produit, de sa commercialisation, de son usage et de son recyclage.

Énergie primaire: Énergie directement puisée dans la nature: pétrole brut, gaz naturel, charbon, rayonnement solaire, biomasse, énergie du vent, énergie hydraulique, fusion de l'uranium.

Énergie renouvelable: Une énergie renouvelable est une énergie renouvelée ou régénérée naturellement. Les énergies renouvelables sont issues de phénomènes naturels, réguliers ou constants. Les énergies renouvelables sont nombreuses: hydroélectricité, éolienne, solaire, géothermie. La lune est à l'origine de l'énergie marémotrice.

Façade double peau: C'est une façade constituée d'une paroi extérieure entièrement vitrée et d'une paroi intérieure plus massive. Cette dernière est composée de parois vitrées et de parois opaques capables d'accumuler la chaleur.

Gaz à effet de serre: Les gaz à effet de serre (GES) sont des composants gazeux qui contribuent par leurs propriétés physiques à l'effet de serre en empêchant le rayonnement solaire de s'échapper de l'atmosphère (ex: CO_2 , méthane...). L'augmentation de leur concentration dans l'atmosphère terrestre est un des principaux facteurs à l'origine du réchauffement climatique.

Inertie thermique: L'inertie thermique d'un bâtiment est sa capacité à stocker de la chaleur dans ses murs, ses planchers, etc. Plus l'inertie d'un bâtiment n'est forte; plus il se réchauffe et se refroidit lentement. L'inertie des matériaux d'une maison améliore significativement son confort, et peut générer de l'économie en consommation d'énergie, surtout en demi-saison.

ITE: L'isolation thermique extérieure est un procédé d'isolation qui positionne l'isolant coté extérieur à la structure porteuse comme un "manteau thermique" enveloppant le bâtiment. Ce système présente l'avantage d'éliminer la plupart des ponts thermiques à l'exception de ceux relatifs aux balcons. Elle renforce également l'inertie thermique intérieure du bâtiment.

Matériaux classique: C'est des matériaux tels que le parpaing, les briques pleines et les briques creuses. Leur pouvoir isolant est faible. Ils doivent donc obligatoirement être associés à une isolation renforcée, afin d'obtenir un bâtiment bien isolé.

Ponts thermiques: Ce sont des points de jonction du bâtiment où il y a une rupture totale ou partielle de l'isolation.

Solaire thermique: L'énergie solaire thermique consiste à utiliser la chaleur du rayonnement solaire.

RETA : La réglementation thermique algérienne permet de décrire les différents composants d'un bâtiment et d'effectuer les calculs thermiques nécessaires afin de vérifier la conformité d'un projet de construction vis-à-vis de la réglementation thermique.

Ventilation nocturne: Connue beaucoup plus sous son nom en anglais "Night cooling", qui se réfère à l'opération de la ventilation naturelle (sans recours aux systèmes mécaniques) pendant la nuit afin de purger l'excès de chaleur accumulé pendant la journée et de refroidir la structure du bâtiment. Un bâtiment avec une masse thermique optimale, qui peut être exposée à la ventilation nocturne, peut réduire les températures diurnes maximales de 2 à 3°C en utilisant cette stratégie.

Le confort thermique : est défini comme "un état de satisfaction du corps vis-à-vis de l'environnement thermique".

Le facteur solaire : Le facteur solaire d'une paroi est le rapport entre l'énergie due au rayonnement solaire transmise et l'énergie reçue par la paroi.