



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



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

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

Option : Architecture, ville et patrimoine

*La contribution dans le développement de l'architecture
solaire passifs dans les haut plateaux
"Cas d'étude, Tébessa"*

Elaboré par :

+ Abaidia Saddam

+ Bacha Zouhair

Encadre par :

+ Mr. Atef Ahriz

Année universitaire : 2014/2015

Remerciements

*Nous remercions Allah de nous avoir donné la
volonté et le courage et les moyens pour achever ce
travail*

*Nous remercions mes professeurs qui ont participé à
notre formation tout au long du cycle.*

*Aux membres du jury qui ont accepté d'examiner ce
travail.*

*A toutes nos familles et à tous nos amis qui nous
ont soutenus tout au long des années de l'étude*

*Et bien sur à tous ceux qui ont contribué de
près ou de loin à la réalisation et
l'accomplissement de ce travail*

*En particulier nous à présenter mes sincères
et mes remerciements à notre encadreur*

Mr Ahriz Atef

-L'**ADEME** (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) est un établissement public à caractère industriel et commercial, fondé en 1991 et placé sous la tutelle des ministères de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Sa mission : aider à mettre en oeuvre les politiques publiques environnementales et énergétiques.

-**CERTU**- Le centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques est chargé de conduire des études dans le domaine des réseaux urbains, des transports, de l'urbanisme et des constructions publiques, pour le compte de l'État ou au bénéfice des collectivités locales, établissements publics ou entreprises chargés de missions de service public ou des professions en cause. Aussi est un service du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer

-**ECOREA** vous assiste dans la mise en œuvre de vos installations techniques et cela dès la conception. Nous vous apportons un savoir faire acquis depuis plus de 10 ans. Spécialiste pour vos salles blanches et installations CVC (CLIMATISATION VENTILATION CHAUFFAGE).

-Le **CITEPA** est une association loi 1901 sans but lucratif. Véritable référence en matière d'inventaire d'émissions, il produit, diffuse des données et des projections objectives sur la pollution atmosphérique et les gaz à effet de serre en France et à l'international.

-Le **CAUE** est une association départementale qui conseille, informe et sensibilise, les particuliers et les collectivités, dans les domaines de l'architecture, de l'urbanisme et de l'environnement.

-**Victor Olgyay** (September 1, 1910 Hungary, died 1970) Architect, city planner and pioneer of the bioclimatism.[1] He was professor of the School of Architecture and Urbanism of the University of Princeton until 1970 and a leading researcher in the investigation on the relation between architecture and energy. He also an author of various books where he emphasize in Bio-architecture and climate.

-L'architecte **André Ravéreau** Né en 1919, cumule aujourd'hui une œuvre construite et écrite qui est un manifeste en faveur d'une architecture « cohérente » et « située ». Il s'est beaucoup consacré à l'étude des architectures et cultures méditerranéennes, toujours dans le souci de comparer la pertinence du geste « savant » à celle du savoir-faire « vernaculaire ».

-**MIMI TJOYAS** Cette architecte diplômée depuis 1971 est particulièrement attachée à la notion d'habitat bioclimatique, orienté au sud, avec un grand apport de lumière naturelle. Elle conçoit des maisons individuelles, des maisons de retraite, des lycées lumineux, alimentés de

capteurs solaires pour la production d'eau chaude sanitaire, avec des matériaux recyclables. Elle emploie volontiers les briques mono-murs, le bois non traité pour ses maisons à ossature bois, la ouate de cellulose, la laine de mouton.

- **C O M V V**, l'agence a mis ses compétences rédactionnelles et graphiques au service de centaines de collectivités publiques, d'associations et d'entreprises. Elle est devenue incontournable en matière de création de panneaux d'expositions grands-formats.

SOMMAIRE

Introduction

I-Introduction générale	I
II-Problématique	II
III-Approche et structure	V
* <i>Références</i>	VI

Partie I : Partie théorique

Chapitre I : L'architecture bioclimatique

1-Introduction	1
2-Définition de l'architecture bioclimatique	1
3-Aperçu historique sur l'architecture bioclimatique	2
4-Les trois axes de la démarche bioclimatique	5
5-Le bioclimatique, ça coûte plus cher ?	7
6-Les principes de l'architecture bioclimatique	7
<i>6-1-Volet urbain</i>	7
<i>6-2-Volet architecturale</i>	10
<i>6-3-Volet technique</i>	11
7-Les systèmes bioclimatiques	14
<i>7-1- Le système solaire passive</i>	15
<i>7-2 - Le système solaire active</i>	15
<i>7-3 - Le système solaire hybride</i>	16
<i>7-4 - Le bâtiment à énergie positive</i>	17
<i>7-5 - Le bâtiment à basse énergie</i>	17
<i>7-6- Le bâtiment « zéro énergie »</i>	18
<i>7-7-Le bâtiment « intelligent »</i>	18
<i>7-8 - Le bâtiment « autonome »</i>	19
<i>7-9 - Le bâtiment « producteur d'énergie »</i>	19
<i>7-10- Le bâtiment « neutre en carbone »</i>	20
<i>7-11- Le bâtiment « vert », « durable », « soutenable » ou « écologique »</i>	20
<i>7-12 - « Zero Utility Cost House »</i>	21
<i>7-13 - Les Certificats Durables</i>	21
<i>7-13-1- La Haute Qualité Environnementale, (HQE), (France)</i>	21

7-13-2- BRE Environmental Assessment Method, (BREEAM), La méthode d'évaluation environnementale, (Great Britain)	22
7-13-3- Le Green Building Challenge (GBC)	22
7-13-4- La Matrice de l'Européen Green Building Forum, (BGBF).....	23
7-13-5- Leadership in Energy and Environmental Design, (LEED), (USA)	23
7-13-6- German Sustainable Building Certificate, (GeSBC)	23
7-13-7- MINERGIE ECO, (Switzerland)	24
7-13-8- Energy Performance Directive, La directive sur la Performance Energétique des bâtiments, (PEB)	24
8- Conclusion	25
<i>*Références</i>	<i>26</i>

Chapitre II : L'architecture solaire passif

1-Introduction	28
2-L'architecture solaire passif	28
2-1-Définition	28
2-2-Aperçu historique	28
2-3-Avantages et inconvénients de système solaire passif	29
2-3-1- <i>Les avantages</i>	<i>29</i>
2-3-2- <i>Les inconvénients</i>	<i>29</i>
2-4-Les principes de l'architecture solaire passif	29
2-4-1- <i>Volet urbain</i>	<i>30</i>
2-4-2- <i>Volet architecturale</i>	<i>34</i>
2-4-3- <i>Volet technique</i>	<i>35</i>
3- Conclusion	52
<i>*Références</i>	<i>53</i>

Partie II : Partie analytique

Chapitre III : Présentation du cas d'étude

1-Introduction	56
2- Situation et caractéristiques de la wilaya de Tébessa	56
2-1- La situation Géographique	56
2-2- Organisation Territoriale	57
2-3- Les caractéristiques de la wilaya de Tébessa	58
2-3-1- <i>Population</i>	<i>58</i>

2-3-2- <i>Le relief</i>	60
2-3-3- <i>Hydrographie</i>	60
2-3-4- <i>Le climat</i>	61
2-4- Infrastructure de Base	61
2-4-1- <i>Réseau routier</i>	61
2-4-2- <i>Réseau ferroviaire</i>	61
2-4-3- <i>Réseau Aéroportuaire</i>	61
2-4-4- <i>Ressources en Eau</i>	61
2-4-5- <i>Energie</i>	62
2-4-6- <i>Tourisme</i>	62
2-4-7- <i>Education et Formation</i>	62
2-4-8- <i>Infrastructures sanitaires</i>	63
2-4-9- <i>Les Ressources Naturelles</i>	63
2-5- Urbanisme	63
3 – Situation et caractéristiques de la commune de Tébessa	64
3-1- <i>Etude générale de climat</i>	66
3-1-1- <i>La température</i>	66
3-1-2- <i>L'humidité</i>	67
3-1-3- <i>Précipitation</i>	68
3-1-4- <i>Les vents</i>	69
4- Conclusion	70
* <i>Références</i>	70

Chapitre IV : Application

1-Introduction	71
2- Les principes de conception des bâtiments solaires passifs dans les climats chauds et secs:(les hauts plateaux en général et dans la ville de Tébessa spécifiquement)	71
2-1-Volet urbain	71
2-2-Volet architecturale	74
2-3-Volet technique	77
3- Conclusion	89

CONCLUSION GENERALE	90
BIBLIOGRAPHIE	93

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES GRAPHS

LISTE DES CARTES

LISTE DES PHOTOS

LISTE DES SCHEMAS

ANNEXES

Introduction

I-Introduction générale :

« Il est possible de construire des bâtiments économes en énergie en conservant le même degré de confort. Pour cela, des solutions simples et éprouvées peuvent, avec un peu d'innovation, être remises au goût de jour ».⁽¹⁾

L'architecture bioclimatique n'est pas un concept nouveau, mais une architecture normale depuis très longtemps, nos anciens déjà construisaient en tenant compte des données climatiques comme : le soleil, le vent, la pluie, la végétation, etc., et en composant avec la configuration du site de construction. Dans les constructions anciennes, les concepteurs ont utilisé des techniques architecturales simples à travers une perception intuitive des phénomènes naturels tel que : (le choix du site d'implantation, la forme compacte, la végétation, la maîtrise du vent, l'utilisation des matériaux locaux, l'orientation des ouvertures, la distribution des espaces intérieurs, etc.) pour rafraîchir ou réchauffer ses habitations et à obtenir le meilleur équilibre entre la construction, le climat environnant et le confort des personnes qui y vivent.

La crise pétrolière des années 70 fait sortir ces premières approches de la marginalité et donne naissance à l'architecture bioclimatique qui propose d'utiliser les ressources présentes en permanence dans la nature : température ambiante, soleil, vent, végétation, la lumière et la chaleur naturelle doivent être exploitées au maximum. L'objectif principal est de réduire la dépendance aux formes d'énergie non renouvelables représentées par les combustibles fossiles et l'énergie nucléaire. Les matériaux sont alors employés essentiellement en fonction de leurs caractéristiques thermiques. Elle consiste à trouver le meilleur équilibre entre un bâtiment, le climat environnant, et le confort de l'habitant.

La démarche bioclimatique vise à concevoir une architecture au coût énergétique le plus bas possible mais qui peut assurer le confort à ses habitants. Elle dépend de plusieurs paramètres tel que : le choix de site, l'implantation et l'orientation, la morphologie de bâtiment, la ventilation et la végétation, la distribution des espaces intérieurs et le choix des matériaux de construction, etc.

Dans l'architecture bioclimatique, il existe plusieurs solutions qui visent à réduire la consommation de toutes formes d'énergie fossiles, et le retour vers l'exploitation des énergies renouvelables qui caractérise par leur aspect inépuisable, parmi ces solutions on trouve : l'architecture solaire passive.

C'est une architecture qui profite au maximum des apports naturels du soleil par des techniques simples et une conception adéquate. Elle permet de diminuer sensiblement les

besoins de chauffage et de climatisation par le captage du rayonnement solaire puis le stockage de l'énergie dans les masses internes des bâtiments (murs, dalles, plafonds, etc.), et la distribution de cette énergie dans toutes les surfaces du bâtiment sans la nécessité d'utilisation de systèmes de chauffage ou de rafraîchissement actifs.

Dans le système solaire passif, la fenêtre est le capteur solaire le plus répandue qui permet de pénétrer le rayonnement solaire par son vitrage transparente et contribue également à la circulation de l'air chaud à l'intérieur de l'espace habitable.

La conception solaire passive doit respecter certaines règles essentielles le plus importantes: le choix de site, l'implantation du bâtiment, son orientation et sa volumétrie, la position des ouvertures, le choix des matériaux ainsi que la composition des murs.

L'architecture solaire passive à pour but de réduire au maximum la consommation énergétique d'un bâtiment. Elle touche plusieurs domaines qui on citer notamment le secteur habitat.

L'habitat solaire passif est un bâtiment dans lequel le chauffage et la climatisation sont assurés en tirant le meilleur parti du rayonnement solaire. La maîtrise de ce dernier permet d'offrir un confort optimal, à la fois en été et en hiver, en consommant le moins d'énergie possible qui est doit préférablement provenir de ressources naturelles et renouvelables.

Dans la conception de l'habitat solaire passive, il faut prendre en considération la forme du bâtiment, la construction doit donc être compacte possible pour minimiser les surfaces d'échanges des parois avec l'air extérieur et de favoriser la circulation de l'air intérieur de manière naturelle.

La performance d'une habitation solaire passive réside dans sa capacité à optimiser les quatre principes suivants : capter la chaleur du rayonnement solaire, l'emmagasiner à l'aide d'une masse thermique, la conserver par isolation et la redistribuer adéquatement.

II-Problématique :

L'homme cherche depuis longtemps à essayé de tirer parti du climat pour gagner du confort et économiser l'énergie dans son habitation. On trouve dans l'architecture vernaculaire des pays d'Afrique du Nord des techniques de construction ancestrales basées sur les énergies naturelles comme (le soleil, le vent, la pluie, la végétation, etc.) qui permettent aux bâtiments de répondre aux conditions climatiques. Les populations vivant sous climat aride ont appris à maîtriser ces conditions et à bâtir en fonction du climat, ils jouissent de conditions de vie confortable, grâce à la compréhension de leur milieu et à leur adaptation aux conditions de leur environnement.

La conception de l'habitat vernaculaire basé sur des paramètres architecturales bioclimatiques comme: le choix de site d'implantation, l'orientation par rapport au soleil, la compacité architecturale, les dimensions des ouvertures, la maîtrise de la ventilation naturelle et le choix des matériaux de construction, etc.

L'habitat vernaculaire est caractérisée par un plan compact orienté sur l'axe Nord-Sud, le volume habitable est constitué des espaces tampons encastrés dans le côté Nord de l'habitation et exposés aux vents froids. Elles se comportent comme une isolation thermique complémentaire et diminuent les pertes de chaleur en hiver. Les parois extérieures sont construites par des matériaux locaux comme la terre, la paille et la pierre qui sont connus par leurs performances thermiques et hygrométriques (absorption et désorption de la vapeur d'eau contenue dans l'ambiance et régulateur thermique) qui permettent de réguler les conditions d'ambiances intérieures (température et degré d'humidité), et assurer ainsi le confort des occupants. Donc, l'architecture vernaculaire est une des premières sources d'information dans l'adaptation des techniques passives.

La consommation de l'énergie est trouvable depuis longtemps ou l'homme à consommé une énergie d'origine naturelle : (l'énergie du soleil, du vent, de la pluie, de la végétation et l'énergie animale,...) jusqu'à la révolution industrielle. C'est durant cette période, marquée par des développements industriels plus énergivores notamment dans le domaine de la production de l'énergie fossile par leur disponibilité et leur bas prix. Mais l'exploitation excessive de ce type d'énergie cause des problèmes qui sont manifestes aujourd'hui comme le danger de pollution qui apparaît par l'émission du gaz carbonique dans l'atmosphère produisant le phénomène de l'effet de serre causant le réchauffement climatique ainsi que les déchets nucléaires. Toutes ses conséquences écologiques posent le problème de changement climatique qui est un impact négatif sur la santé de l'homme et l'environnement.

Devant l'influence de nouvelles techniques constructives et de nouveaux matériaux et éléments de construction, comme l'acier, les bétons, les éléments de parpaing et de briques en terre cuite et surtout les nouvelles conceptions , nous assistons aussi à la délaissment des techniques anciennes, du savoir-faire local et des matériaux locaux souvent respectueux de l'environnement. A tous ces phénomènes s'ajoute le recours à des modèles architecturaux souvent étrangers à la région et donc complètement inadaptés au contexte climatique, culturel, et social. L'absence de toutes ces considérations se traduit par des logements qui subissent des transformations avant même qu'ils ne soient habités. Celles-ci touchent aussi bien la réorganisation des espaces intérieurs que le rajout d'équipements ou d'éléments architecturaux de protection des nuisances extérieures (chaleur, bruit, etc.). Enfin, l'homme jusqu'à ce jours

cherche à augmenté les conditions de vie sains et confortable. Nos climats n'offrent pas de conditions suffisantes pour assurer le confort thermique toute l'année. Donc, il est nécessaire pour l'homme de corriger ses données par le chauffage ou la climatisation des bâtiments. L'objectif à poursuivre est d'obtenir la meilleure adéquation entre le climat, le bâtiment et le comportement de l'occupant. Mais l'utilisation de ses deux techniques pose le problème de consommation de l'énergie fossile. On trouve par exemple : D'après [Alain Liébard et André De Herde], « 87 % de la consommation énergétique mondiale viennent des combustibles fossiles : (pétrole 37%, charbon 27%, gaz 23%), leur combustion émet chaque année de plus de 22 milliards de tonnes de CO₂ dans l'atmosphère. Ainsi que, la production de l'électricité en Algérie est principalement basée sur les combustibles fossiles à une pourcentage de 99 % »⁽²⁾, on trouve aussi d'après SONEGAS⁽³⁾ de Tébessa: l'augmentation progressive de la consommation de l'énergie électrique et du gaz au cours des dix dernières années dans cette ville accompagné par une augmentation de la demande pour l'énergie non-renouvelable (l'électricité et le gaz) qui sont en voie de disparition.

La crise pétrolière des années 70, était une conséquence d'une décision politique, qui a permis de prendre conscience de la fragilité du système énergétique fondé sur le recours aux énergies fossiles épuisables. Les années 80 ont été celle de la prise de conscience de l'importance des conséquences des choix énergétiques sur l'environnement : pollutions atmosphériques dues aux émissions de gaz de combustion des énergies fossiles, conséquences régionales dues aux accidents nucléaire.

Ces événements orientés les chercheurs à focaliser leur expériences et compétences à la recherche de nouvelles solutions architecturales et techniques pour assurer les conditions du confort et réduire la consommation d'énergie.

Le contexte socio-économique et culturel de nos sociétés imposent un développement fondé sur des exigences environnementales et énergétiques du cadre bâti. Les dispositifs solaires passifs sont une réponse pertinente à l'intégration des contraintes et caractéristiques environnementales dans notre climat qui caractérise par leur aspect chaud et sec.

Nous pouvons synthétiser la démarche solaire passive par la volonté de capter, stocker et redistribuer l'énergie solaire. Et pour cela on ce demande :

- *Est ce que réellement le système solaire passif peuvent être une réponse aux besoins de confort dans le bâtiment ?*
- *Quels sont les techniques solaires passives qui contribués à résoudre le problème de l'inconfort dans l'habitat, et elles permettent aussi de réduire la consommation des*

énergies fossiles dans les hauts plateaux en général et spécialement à la ville de Tébessa qui caractérise par son climat chaud et sec ?

Pour répondre à la problématique posée dans notre travail de recherche, nous avons construit une série des hypothèses, l'essentiel c'est: le système solaire passif est une solution principale pour assurer un espace physique sain et confortable et quelques hypothèses secondaires qui présentent dans :

- L'utilisation des techniques solaires passives pour réduire la consommation d'énergie fossile tel que :
- Le mur capteur : pour capter l'énergie solaire.
- Les serres et les vérandas : qui offrent un espace tampon qui favorise le captage du rayonnement solaire, de la piéger et de la distribuer en hiver.
- Les capteurs à air en façade : qui permettent de capter l'air, le stockage puis le difusage.
- Les espaces tampons : qui permettent de chauffer les espaces exposés au Nord de l'habitation.
- Le puits canadien : pour préchauffer l'air froid en hiver et préaffraîchi l'air chaude en été.

Afin de confirmer ou infirmer ces hypothèses, nous avons créé un certain nombre des objectifs clairs comme suit :

- Arriver à une conception de construction adéquate avec le climat semi-aride de la ville de Tébessa.
- Travail sur l'achèvement d'un environnement intérieur qui offre une vie sain et confortable.
- La réduction de la consommation d'énergie non renouvelable.

III-Approche et structure :

Pour arriver à des résultats précises et répondre à ces objectifs, il est nécessaire de travaillé sur une méthode adéquate avec le thème de recherche. Donc, à partir de cette recherche nous avons choisi de s'orienter vers le choix de l'approche environnementale qui est s'inscrit dans la démarche bioclimatique et concerne l'analyse des aspects négatifs produits par les changements climatiques. Elle prête de l'attention pour la production d'un environnement extérieure sain et confortable et de concevoir un bâtiment dont le système utilisé est basé sur les énergies renouvelables.

Afin d'atteindre l'objectif ciblé par notre recherche et d'étudier tous les aspects touchés par cette dernière, nous avons structuré notre travail selon les étapes suivantes :

- Une introduction générale qui comprend l'objet de la recherche, la problématique, la question de départ, l'hypothèse, ainsi que la méthodologie d'approche.

- Une première partie est à caractère théorique : elle est constituée de deux chapitres : la première présente un état de l'art sur l'architecture bioclimatique et ses principes et le deuxième chapitre détaille le système solaire passif qui est un composant essentiel de l'architecture bioclimatique et l'objectif principal de cette recherche.

- Une deuxième partie est plus pratique. Elle est divisée en deux chapitres, la première chapitre présente le cas d'étude qui est la ville de Tébessa, elle donne des informations détaillées sur son implantation et particulièrement sur son climat. Et le deuxième chapitre est un résultat obtenu lors de la projection du système solaire passif sur le cas d'étude pour résoudre le problème qui pose dans la problématique.

Finalement, le mémoire sera clôturé par une conclusion générale qui dressera un principal résultat et recommandations et des propositions d'éventuelles perspectives futures de recherche.

Références:

^[1] - S. Courgey, J. P. Oliva, *la conception climatique*, Edition. Terre vivante, Paris 2006. [Certu – Juin 2007 - page 1], Ministère de l'écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables.

^[2] - Alain Liébard et André De Herde, *Livre : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques*, page 35b., observ, ER 2005.

^[3] - SONELGAZ, *La direction de distribution de l'électricité et du gaz de l'Est.[Tébessa]*.

Partie I :

Partie

théorique

Chapitre I :
L'Architecture
Bioclimatique

1-Introduction :

La conception bioclimatique consiste à mettre à profit les conditions climatiques favorables tout en se protégeant de celles qui sont indésirables, ceci afin d'obtenir le meilleur confort thermique. En période froide, une architecture bioclimatique favorise les apports de chaleur gratuits, diminue les pertes de chaleur et assure un renouvellement d'air suffisant. En période chaude, elle réduit les apports caloriques et favorise le rafraîchissement.

Une construction bioclimatique repose sur l'idée que l'édifice peut grâce à son environnement extérieur et en particulier le climat, diminuer les consommations d'énergie.

2-Définition de l'architecture bioclimatique :

« L'architecture bioclimatique rétablit l'architecture dans son rapport à l'homme ("l'occupant") et au climat (extérieur et intérieur "les ambiances.")¹ ».

L'architecture bioclimatique : Est une architecture qui profite au maximum des apports naturels du soleil par des aménagements simples et une conception adéquate. L'architecture bioclimatique permet de se protéger du froid, de capter la chaleur, de la stocker, de la distribuer et de se protéger des surchauffes. Elle apporte à la construction la garantie de profiter au maximum des apports solaires qui constituent une source d'énergie gratuite et inépuisable. C'est une architecture qui cherche un équilibre entre les conditions climatiques, l'habitat et le confort de l'occupant.

« L'architecture bioclimatique tente de tirer parti de ces énergies ambiantes disponibles sous forme de lumière et de chaleur : plus de lumière naturelle pour mieux relier l'homme à son environnement et réduire le coût de fonctionnement de l'éclairage artificiel ; plus de chaleur gratuite pour freiner les consommations en énergie marchande et limiter les atteintes à l'environnement ».²

La conception bioclimatique consiste à mettre à profit les conditions climatiques favorables tout en se protégeant de celles qui sont indésirables, ceci afin d'obtenir le meilleur confort thermique. En période froide, une architecture bioclimatique favorise les apports de chaleur gratuits, diminue les pertes de chaleur et assure un renouvellement d'air suffisant. En période chaude, elle réduit les apports caloriques et favorise le rafraîchissement.

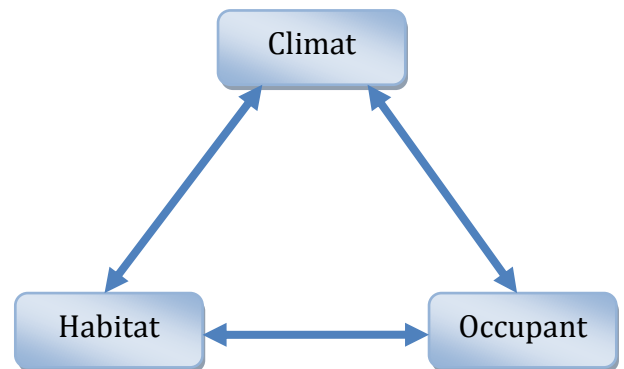


Schéma n° 01: Les relations entre les éléments de l'architecture bioclimatique, Source : Etablis par les auteurs

"La conception bioclimatique d'un bâtiment est une architecture qui tient compte du climat dans lequel l'édifice est construit pour subvenir aux besoins de confort des occupants".

[Mimi Tjoyas] ³

L'objectif de la conception bioclimatique était de concevoir des bâtiments adaptés au lieu, construits avec des matériaux naturels et locaux, capables d'apporter un confort de vie tout en réduisant le coût de construction et l'impact environnemental des constructions.

Pourquoi le bioclimatique ?

Construire avec le climat n'est pas nouveau, les constructeurs des bâtiments traditionnels ont toujours su, à travers une perception intuitive des phénomènes naturels..... ?. « *L'architecture n'est pas une recherche des formes pour l'œil, elle est avant tout recherche maximal avec le climat qui lui est permanent avec les conditions de vie qui elles changent constamment* ».

[ANDRE RAVEREAU] ⁴, sur l'architecture du M'Zab.

3-Aperçu historique sur l'architecture bioclimatique :

L'architecture bioclimatique ne date pas d'aujourd'hui, nos anciens déjà construisaient en tenant compte des données climatiques, comme le soleil, le vent, la végétation, la pluie, etc., et en composant avec la configuration du site de construction. Cette architecture que l'on considère aujourd'hui comme une nouveauté n'est que le prolongement du savoir faire de l'architecture vernaculaire basée sur des connaissances intuitives du milieu et du climat.



Photo n° 01

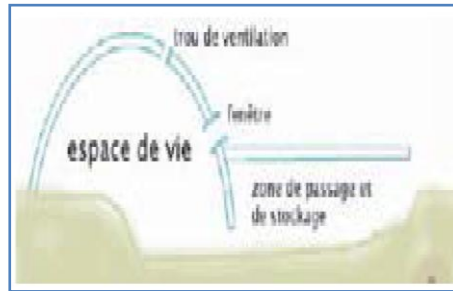


Photo n° 02

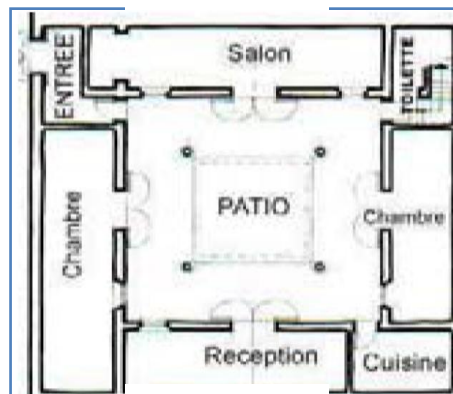


Photo n° 03

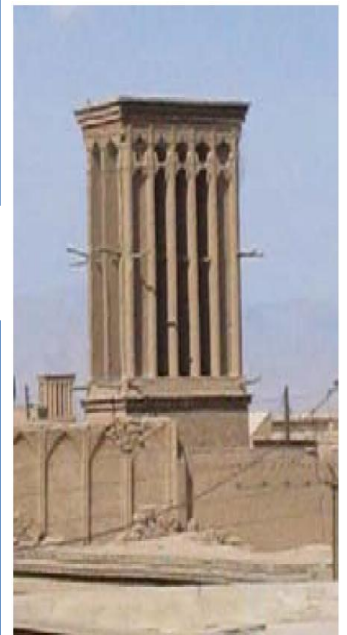


Photo n° 04

Photos n° 01, 02, 03,04: Développent le concept de l'architecture bioclimatique par le temps, Source: Atba –Stéphane Fuchs architecte et collaborateurs - novembre 2007.

Dans **les années soixante**, la remise en question de la société de consommation favorise l'émergence des problématiques écologiques et, surtout aux États-Unis, celle des auto-constructeurs qui, en construisant des habitations du typiques, recherchent un mode de vie autonome et plus proche de la nature. Parallèlement, apparaissent les premières études sur la relation entre l'architecture et le climat.

« Le concept de l'architecture bioclimatique s'est développé dans **les années 70**. Trois événements sont à la base de ce concept :

- Un nouveau courant architectural qui vise à rapprocher l'architecture traditionnelle et un certain élan de modernité.
- Le début d'une prise de conscience de l'environnement à une échelle globale »⁵.
- Les crises pétrolières des **années 70**, relance l'intérêt pour l'architecture bioclimatique et « une prise de conscience de l'énergie ».⁵



Photo n° 05



Photo n° 06

1960 - 1970

Photos n° 05, 06 : Création d'une nouvelle conception dans l'architecture bioclimatique, Source: Atba –Stéphane Fuchs architecte et collaborateurs - novembre 2007. L'architecture bioclimatique, conférence-débat du 14 novembre 2007.

Dans les **années 80**, une nouvelle conception de l'architecture bioclimatique se développa, considérant que l'habitat participait également à la santé de ses habitants. Les isolants traditionnels (polyuréthane, laines minérales, etc.) furent remplacés par des isolants sains (laines de chanvre, laine de mouton, etc.).



Ecoquartier Vauban – Fribourg - ALLEMAGNE

Photo n° 07



Ecoquartier BedZED – Beddington - ANGLETERRE

Photo n° 08

1960 - 1970

Photos n° 07, 08 : Présentation de la conception d'Eco-quartier, Source: Atba –Stéphane Fuchs architecte et collaborateurs - novembre 2007.

Cette démarche vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle, c'est-à-dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les effets pervers sur le milieu naturel et les coûts d'investissement et de fonctionnement. L'intérêt du bioclimatique va donc du plaisir d'habiter ou d'utiliser un espace à l'économie de la construction, ce qui en fait un élément fondamental de l'art de l'architecte. C'est une démarche qui intègre la dimension naturelle; il s'agit de prendre en

compte le climat, la nature du terrain, les matériaux naturels de proximité afin de construire une maison "durable".

On peut donc considérer que la démarche bioclimatique consiste à sublimer une contrainte pour en faire un élément moteur de la conception.

4-Les trois axes de la démarche bioclimatique :

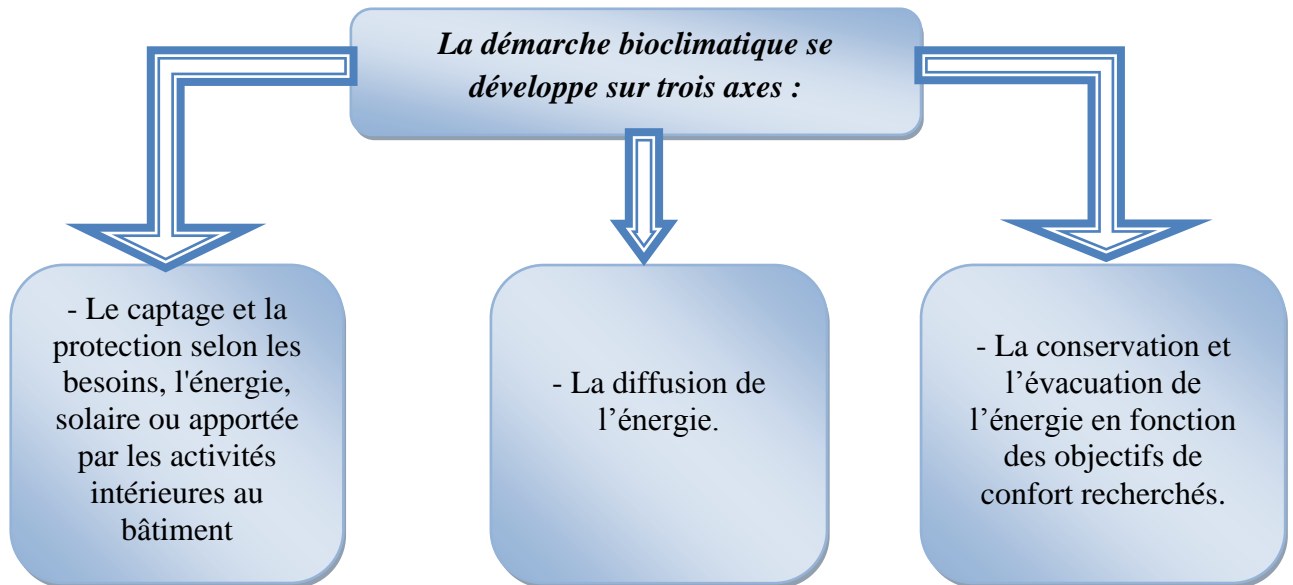


Schéma n° 02: Les trois axes de la démarche bioclimatique, Source: Etablis par les auteurs.

4-1-Le captage et la protection: Confort d'hiver:

Durant la saison fraîche, la maison bioclimatique capte la chaleur solaire. En hiver, sous nos latitudes, le soleil se lève au Sud-Est et se couche au Sud-Ouest. Il reste bas sur l'horizon, tout au long de la journée. Pour capter un maximum son rayonnement, les vitrages doivent être orientés au Sud.

Le verre laisse passer la lumière solaire et il absorbe la chaleur solaire sous forme d'infrarouge. Ainsi, il piège la chaleur solaire à l'intérieur de la maison, c'est ce que l'on appelle l'effet de serre.

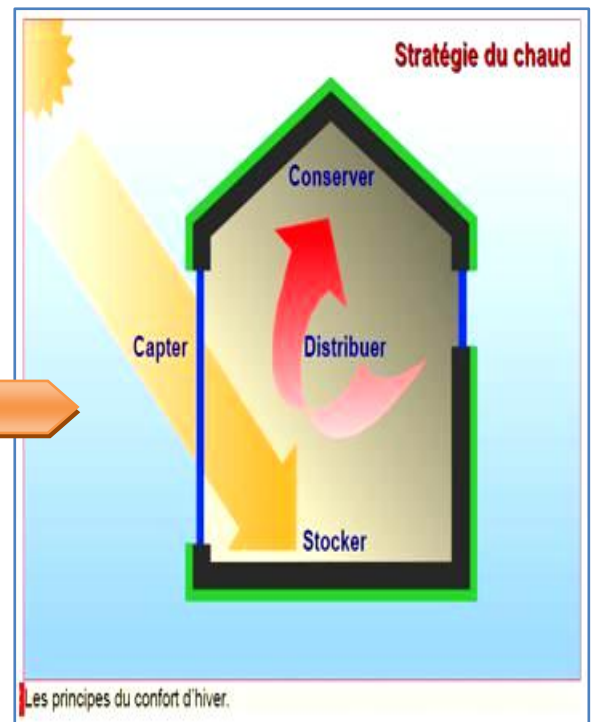


Schéma n° 03: Les principes du confort d'hiver, Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 31b].Alain Liébard et André De Herde, observ,ER 2005.

Confort d'été:

Durant la saison chaude, la maison bioclimatique doit se protéger des surchauffes. Sous nos latitudes, en été, le soleil se lève au Nord-Est et se couche au Nord-Ouest. Il est haut dans le ciel à midi. Pour éviter que le rayonnement solaire pénètre dans la maison, il va falloir camoufler les vitrages derrière des volets, des casquettes de toit calculées en conséquence, des pergolas végétales ou encore des brises soleil. Vous pouvez planter des arbres à feuilles caduques, qui ombrageront la façade Sud de la maison en été et laisseront passer les rayons du soleil en hiver.

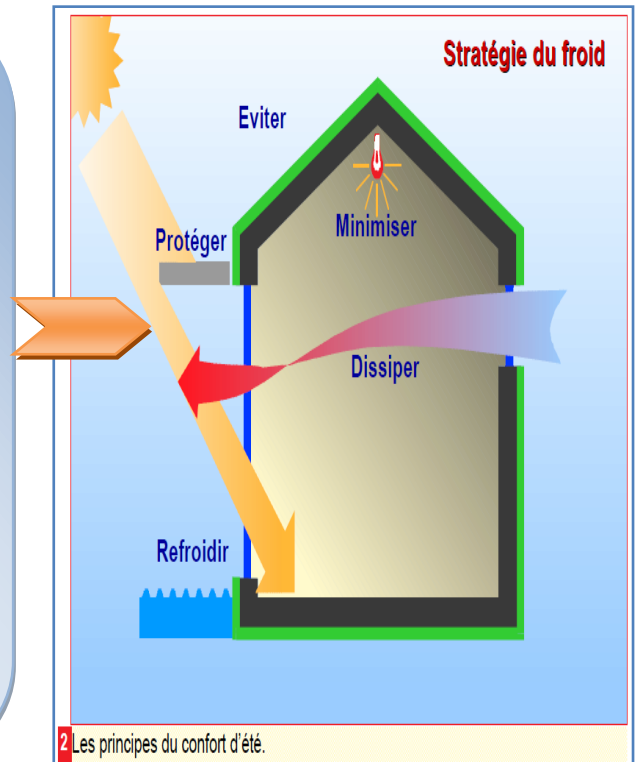


Schéma n° 04: Les principes du confort d'été, Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 32b].Alain Liébard et André De Herde, observ,ER 2005.

4-2- La diffusion de l'énergie :

Pour obtenir un confort agréable, la chaleur doit être distribuée dans toute la maison. La ventilation est indispensable particulièrement dans une maison bien isolée, on utilise des matériaux opaques, comme une dalle ou des murs peints d'une couleur sombre, car l'air doit être renouvelé et l'humidité doit être évacuée.

4-3- La conservation et l'évacuation de l'énergie:

En hiver, une fois captée et transformée, l'énergie solaire doit être conservée à l'intérieur de la construction. C'est la raison pour laquelle il faut isoler conséquemment les parois.

En été, la fraîcheur captée par une bonne ventilation qui doit être stockée durablement afin de limiter les surchauffes durant le jour.

5-Le bioclimatique, ça coûte plus cher ?

Une maison bioclimatique n'implique en principe aucun surcoût par rapport à une construction classique. Seule prime la réflexion amont qui conditionne le plan de votre future habitation et son adaptation au site choisi.

-« Oui : 8 à 10% de plus au départ.

-Non, car l'implantation et l'isolation sont optimisés :

*Le solaire peut produire jusqu'à 70% des besoins en eau chaude et en chauffage.

*L'eau de pluie, le recyclage des eaux grises peuvent fournir une grande partie des besoins de la maison.

*La qualité des systèmes et des matériaux utilisés donne une plus-value immédiate du bâtiment et que l'on conserve dans le temps puisqu'il vieillit bien.

*Au coût actuel de l'énergie, le supplément d'investissement s'amortit en 6 ans environ.

*Certains espaces peuvent être aménagés ou certains équipements peuvent être installés après la livraison au fur et à mesure de vos moyens. »⁶.

6-Les principes de l'architecture bioclimatique :

Pour concevoir un projet avec une forte adéquation entre la construction, le comportement des occupants et le climat, afin de réduire au maximum les besoins énergétiques non renouvelable. Il est donc nécessaire de passer par les étapes suivantes : La volée urbaine, la volée architecturale, et la volée technique.

6-1-Volet urbain:

**Le choix du terrain:*

Pour une bonne conception il est nécessaire de bien connaître le site et utiliser ses avantages.

Le choix du terrain est la première étape du projet. De ce choix découlent la localisation, l'orientation, l'aménagement, la valeur foncière et les charges d'entretien de la maison. La superficie, l'exposition au soleil et au vent, les accès, les servitudes et les règles d'urbanisme sont à connaître avant toute acquisition car ils peuvent engendrer des coûts supplémentaires.

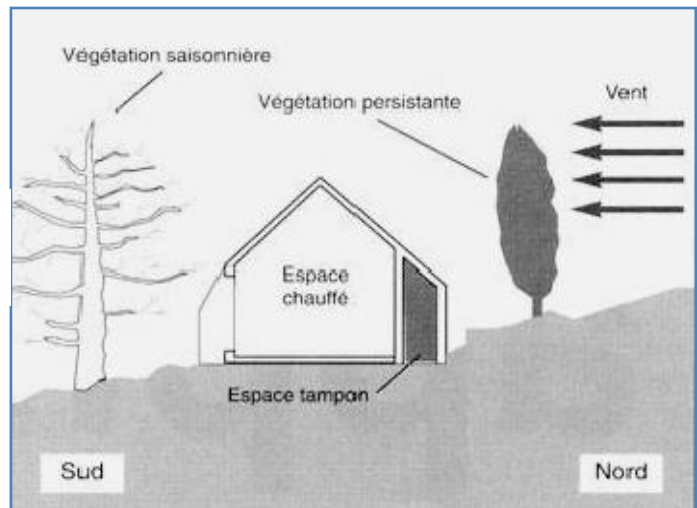
« Une partie du terrain doit être ensoleillée en permanence toute l'année : c'est à cet endroit que sera implantée la maison. L'orientation principale à privilégier est le Sud à + ou - 20° vers l'Est ou vers l'Ouest et l'accès automobile se fera de préférence par le Nord. Eviter les terrains en pente exposés au Nord et observer la végétation existante afin d'en tirer parti pour l'implantation future de la maison »⁷.

***L'implantation du bâtiment :**

« L'implantation judicieuse d'un édifice est la tâche la plus importante de l'architecte. Elle détermine l'éclairage, les apports solaires, les déperditions, les possibilités d'aération, etc. Mais aussi les qualités de l'habitat : communications, vues, rapports de voisinage, etc.»⁸.

Les caractéristiques suivantes doivent être particulièrement prises en compte : le relief (l'orientation de la pente conditionne fortement les paramètres du microclimat, etc.), le contexte urbain (la forme urbaine modifie l'ensoleillement disponible et la pression du vent sur les façades, etc.), le type de terrain (humidité, albédo du sol, etc.), la végétation (effets sur l'humidité et la réduction de la vitesse du vent, etc.) et la direction, la vitesse et la fréquence du vent, en tenant compte de leurs évolutions possibles dans le temps (développement urbain, croissance de la végétation, etc.).

Schéma n° 05: L'impact d'implantation du bâtiment, Source: Site Web



***L'orientation du bâtiment:**

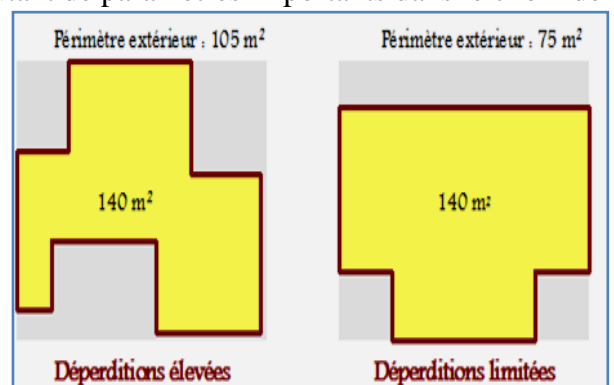
Le terrain doit permettre d'orienter le bâtiment de façon optimale pour qu'il puisse profiter des apports solaires. L'orientation selon l'axe Nord-Sud est préférable à l'axe Est-Ouest, elle est même indispensable.

« L'orientation d'un édifice répond à sa destination : les besoins en lumière naturelle, l'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour chauffer le bâtiment ou, au contraire, la nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffe, l'existence de vents pouvant refroidir le bâtiment en hiver ou le rafraîchir en été, sont autant de paramètres importants dans le choix de l'orientation »⁹.

***La morphologie du bâtiment:**

Dans l'architecture bioclimatique, l'architecte cherche à minimiser la surface de déperdition tout en maximisant l'enveloppe, ce qui se traduit par une faible compacité.

Schéma n° 06: La conséquence de morphologie du bâtiment, Source: Site Web



Donc, il est nécessaire de choisir la forme la plus compacte. En effet, plus la maison est compacte, plus la surface en contact avec l'extérieur est petite, plus les déperditions thermiques sont limitées, plus les consommations d'énergie sont faibles.

« Enfin plus le bâtiment sera compact (c'est à dire proche d'un cube ou d'une boule) plus ses performances thermiques seront améliorées, plus il sera économe en énergie. La compacité permet pour un même volume de réduire les surfaces déperditives. »¹⁰.

« Les conclusions de base proposées par « Olgay » pour la forme du bâtiment sont :

** Le bâtiment carré n'est pas une forme optimale où que l'on soit.*

** Toutes les formes allongées selon l'axe Nord-Sud fonctionnent hiver comme été avec une efficacité énergétique inférieure de celle du bâtiment carré.*

** L'optimum dans tous les cas est une forme allongée dans une direction voisine de l'axe Est-Ouest »¹¹.*

****La ventilation naturelle:***

La ventilation naturelle est un élément essentiel dans l'architecture bioclimatique qui nécessite un contrôle permanent et efficace, elle permet de renouveler l'air vicié par l'air frais et sain. Elle s'effectue par les différences de température et de pression entre l'intérieur et l'extérieur provoquant un tirage naturel. Ce système est plus efficace en hiver qu'en été car les différences de température et de pression sont plus importantes. Dans les climats chauds, la ventilation permet le refroidissement de la masse interne des bâtiments. Enfin, la ventilation naturelle utilise le phénomène de convection qui a un objectif de diffuser la chaleur de la journée durant les nuits d'hiver, la fraîcheur de la nuit durant les journées d'été.

« Il existe plusieurs types de ventilation naturelle :

-La ventilation mécanique contrôlée (VMC) : On distingue deux types de systèmes de ventilation mécanique contrôlée : La VMC simple flux, et la VMC double flux.

-La ventilation mécanique répartie (VMR) ».¹²

****La végétation:***

La végétation est un outil efficace pour la protection solaire et le contrôle du rayonnement, elle participe par son emplacement à la protection de l'espace résidentiel par l'implantation d'une paroi végétale (généralement des arbres à feuilles caduques) qui peut constituer un écran de préservation par leur apport d'ombrage et de fraîcheur contre les vents dominants d'hiver (Nord- Est), ainsi que les vents chauds d'été (Sud- Ouest).

6-2-Volet architecturale :

***La distribution des espaces intérieurs :**

« C'est la façade sud qui reçoit le maximum de rayonnement solaire en hiver, et les façades ouest et est ainsi que la toiture en été »¹³.

Les espaces intérieurs sont organisés en fonction de l'usage : (le type d'activité et le taux de fréquentation), et de leur besoins thermiques spécifiques. Pourtant, la perception de ces espaces présente également une très forte composante environnementale: (énergie, confort, santé, etc.).

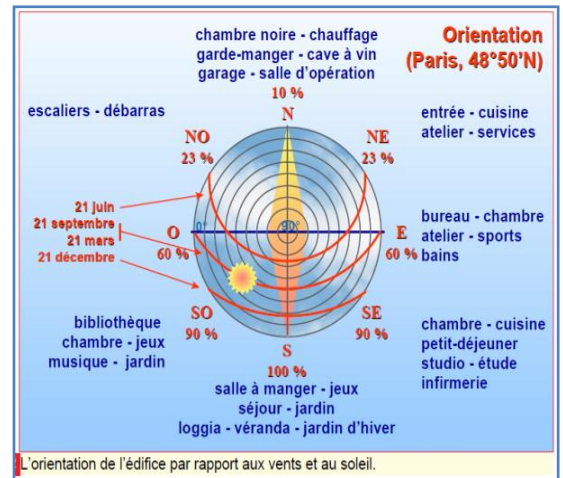


Schéma n° 07: L'orientation de l'édifice par rapport aux vents et au soleil, La répartition préférentielle des pièces, Source: [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. page 64] Alain Liébard et

On distingue deux catégories d'espaces : "les espaces de vie" et "les espaces tampons" qui comme leur nom l'indique servent de transition entre "les espaces chauffés" et "des espaces non chauffés" ou extérieurs. Les pièces qui sont peu utilisées devraient être placées du côté Nord du bâtiment. De plus, l'aménagement d'"espaces tampons" sur le côté Nord permet de contribuer directement aux économies d'énergie et de minimiser l'impact du froid pour le confort des occupants. Les espaces tampons peuvent être : (des escaliers, un garage, des couloirs, buanderie, cellier ou une salle de bains). Il est ainsi recommandé de placer les pièces de vie du côté Sud du bâtiment pour profiter au mieux de la lumière et de la chaleur. Les espaces de vie peuvent être : (Salon, salle à manger, cuisine, bureau). A l'Est et au Sud-est, les chambres profitent du soleil levant. A l'Ouest et au Sud-ouest, elles bénéficient du soleil couchant.

***L'orientation des ouvertures :**

Le Nord :

C'est la partie la plus froide. Donc, il est nécessaire de protéger et limiter les ouvertures afin de minimiser les déperditions thermiques du bâtiment. Une ouverture du côté Nord a l'avantage d'apporter une lumière diffuse qui offre de remarquable rendu de couleur et qui peut être très agréable.

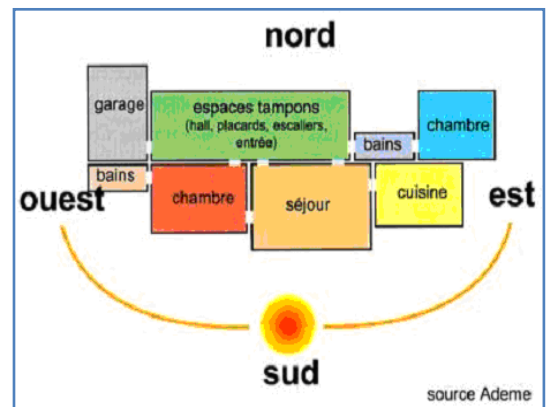


Schéma n° 08: L'orientation des ouvertures des pièces, Source : ADEME

Le Sud :

C'est la partie la plus intéressante du point de vue bioclimatique, parce qu'elle est plus facile à maîtriser : l'ensoleillement d'hiver est maximal et l'ensoleillement d'été est minimal, il est facile de se protéger par des masques horizontaux. Une ouverture du côté sud permet de capter un maximum de chaleur gratuite et de lumière et contribue donc au confort des habitants.

L'Est et l'Ouest :

Ces deux faces du bâtiment seront à étudier avec prudence et à bon escient, car elles correspondent à une incidence quasiment perpendiculaire du soleil occasionnant le plus souvent une gêne visuelle ou des " surchauffes ". Bénéficier du soleil levant et du soleil couchant n'offre donc pas que des avantages. Les ouvertures des côtés Est et Ouest doivent être bien protégées car elles occasionnent généralement des surchauffes et une gêne visuelle.

****L'éclairage naturel :***

La lumière naturelle est un facteur essentiel pour la bonne conception bioclimatique, car elle permet de réduire la consommation d'énergie électrique consacrée à l'éclairage. Pour assurer un éclairage suffisant et uniforme, il faut concevoir des ouvertures adéquates en nombre et position.

La quantité de lumière captée dans un local est dépendante de la nature et du type de paroi vitrée, de sa rugosité, de son épaisseur et de son état de propreté.

6-3-Volet technique :

****Le choix des matériaux de construction :***

Le choix des matériaux de construction est un élément essentiel de la conception bioclimatique, car les matériaux utilisés auront un impact sur le confort des occupants ; en captant la chaleur ou en préservant la fraîcheur et en évitant les sensations de « parois froides », les économies d'énergies ; grâce à leur capacité d'isolation, d'inertie etc. Et sur le bilan écologique global du bâtiment. Puisque la conception bioclimatique vise à minimiser l'impact du bâtiment sur son environnement, il est important d'utiliser des matériaux à faible impact sur leur environnement tant au niveau de leur fabrication que de leur destruction.

Les matériaux doivent donc répondre à quelques exigences telles que de permettre un stockage de chaleur, une excellente absorption des rayons lumineux ainsi qu'une absorption rapide et une bonne restitution de la chaleur.

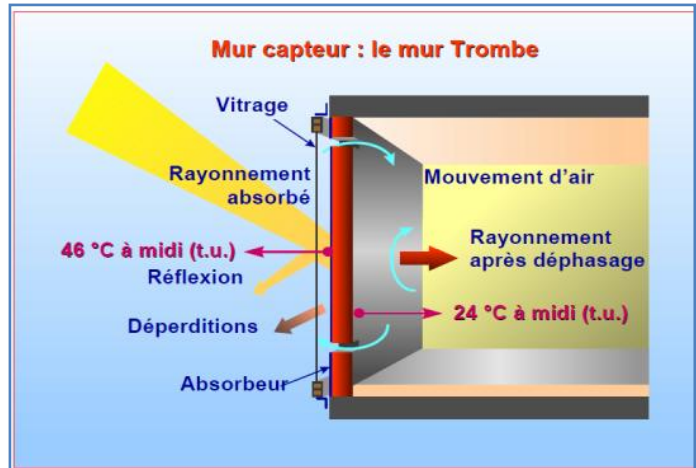
Les matériaux de construction se divisent en trois catégories:

- Les matériaux qui peuvent stocker la chaleur : sont la terre (adobe, pisé ou terre crue), la pierre, la brique, le béton. Ils ont de " l'inertie ". Pour exprimer leur potentiel, il faut les isoler par l'extérieur.
- Les isolants ralentissent les transferts de chaleur : Ce sont la laine de verre, la laine de roche, la fibre de bois, le polystyrène, la ouate de cellulose, la paille...
- D'autres isolent en même temps qu'ils stockent et éventuellement participent à la structure : la brique mono-mur, le béton cellulaire, le bois massif... » ¹⁴.

***Systèmes techniques :**

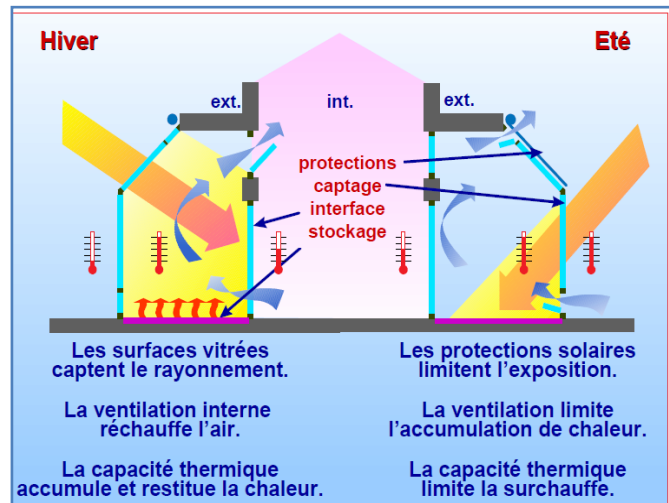
-Le mur capteur ou mur trombe :

Schéma n° 09: Le principe du mur capteur, Source:[Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 72b].Alain Liébard et André De Herde, observ,ER 2005.



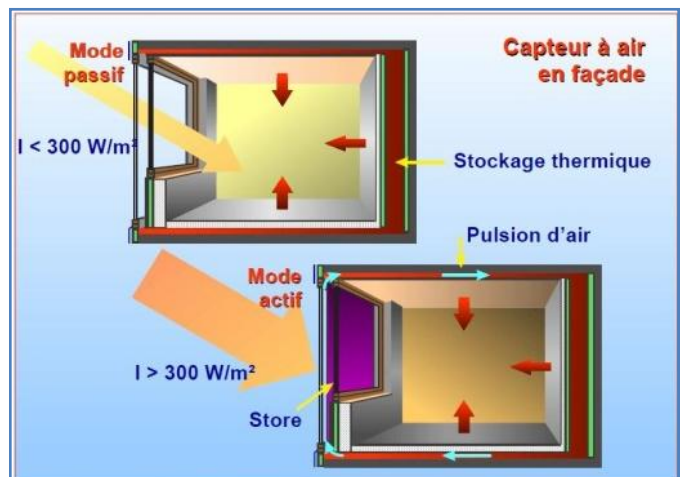
-Les serre et vérandas :

Schéma n° 10: Le principe de la serre, Source:[Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 70b].Alain Liébard et André De Herde, observ,ER 2005.



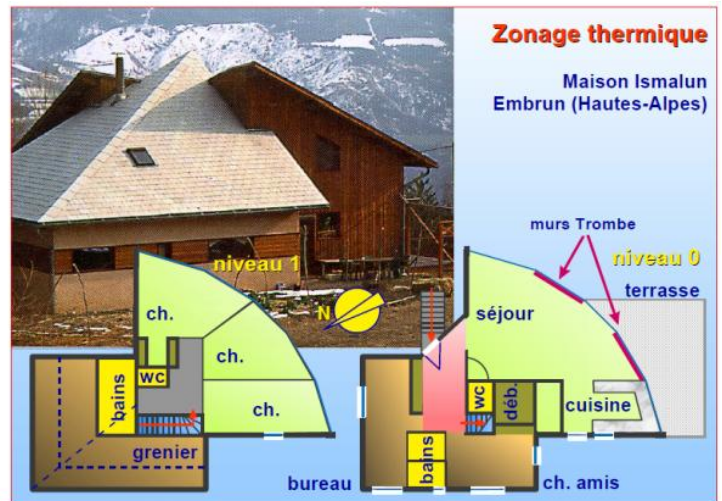
-Le capteur à air en façade :

Schéma 11: Mécanismes passif et actif du capteur - fenêtre. Source: [Alain Liébard et André De Herde, p: 73b].



-Les espaces tampons :

Schéma n° 12: Espaces tampons organisés par zonage, au Nord (arch. R. Marlin), Source:[Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 65b].Alain Liébard et André De Herde, observ, ER 2005.



2 Espaces tampons organisés par zonage, au nord (arch. R. Marlin).

- Le puits canadien :

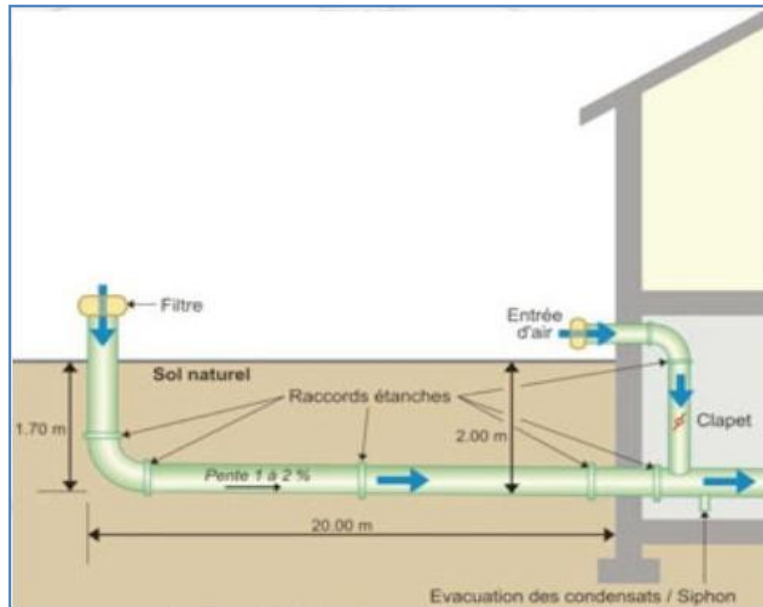


Schéma n° 13: Technique de puits canadien, Source : Concevoir une maison passive, Adeline Guerriat | Quincay | Le 28 novembre 2008. 1.

7-Les systèmes bioclimatiques :

Il existe plusieurs systèmes bioclimatiques :

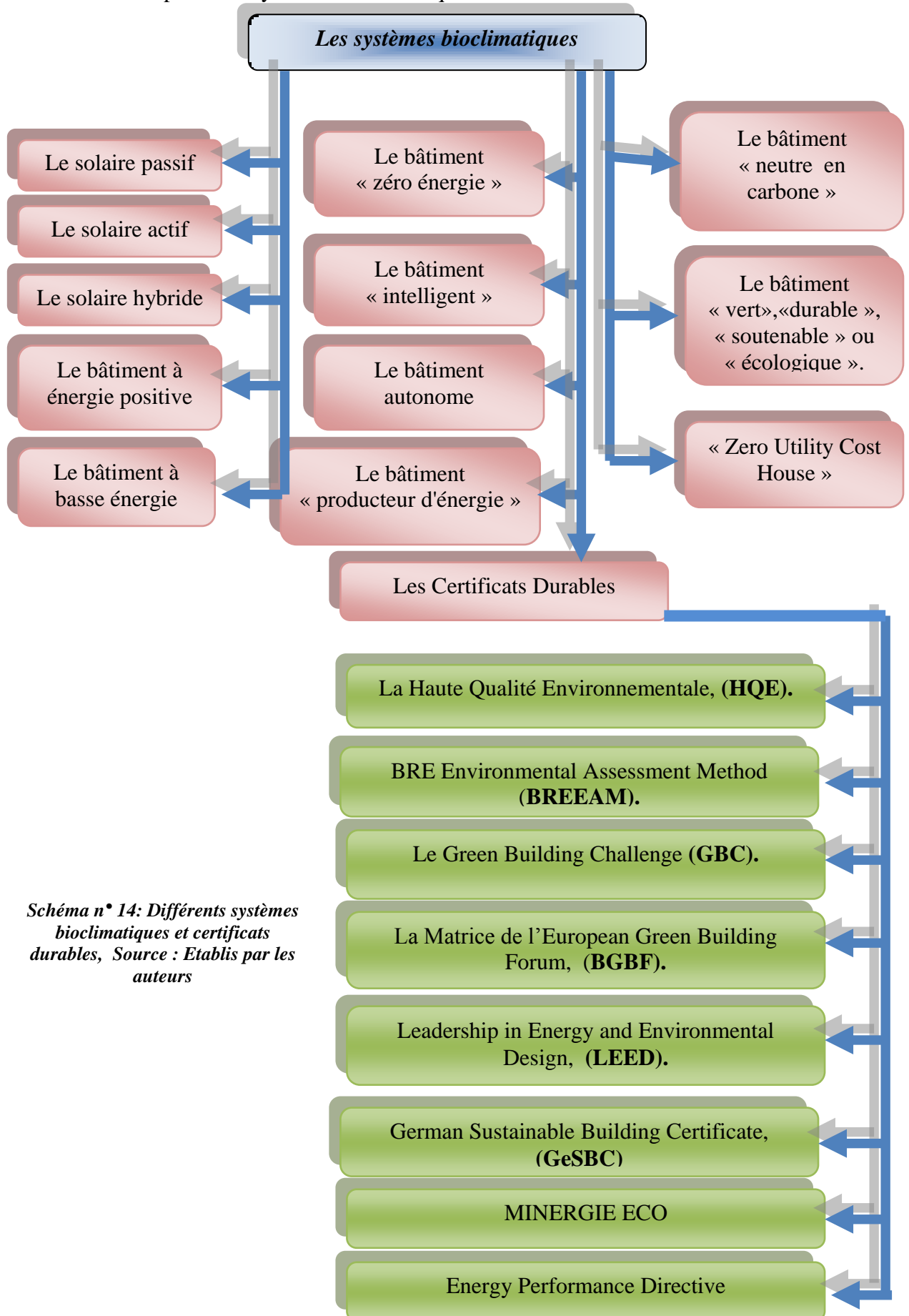


Schéma n° 14: Différents systèmes bioclimatiques et certificats durables, Source : Etablis par les auteurs

7-1- Le système solaire passive :

C'est un système qui repose sur les avantages naturelles du site et profite l'énergie du rayonnement solaire. Elle permet de capter et stocker l'énergie dans les parties massives internes du bâtiment (parois, dalles, plafonds, etc.), puis la distribution de cette énergie dans toutes les surfaces du bâtiment sans l'utilisation des composants actifs (pompes, ventilateurs, etc.).

Dans le système solaire passive, la fenêtre est le capteur solaire le plus répandue qui permet de pénétrer le rayonnement solaire par son vitrage transparente, ce qui apporte à la fois la lumière et la chaleur qui peut réduire la consommation d'énergie de chauffage.

Les systèmes passifs les plus répandus sont les fenêtres, les vérandas vitrées, les serres solaires, les capteurs d'air. [15,16, 17, 18,19]

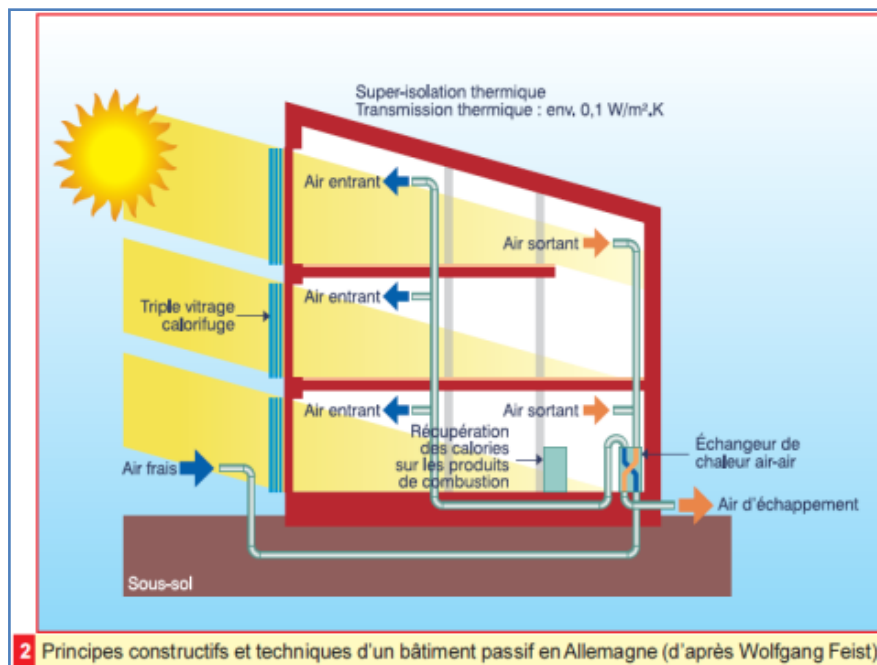


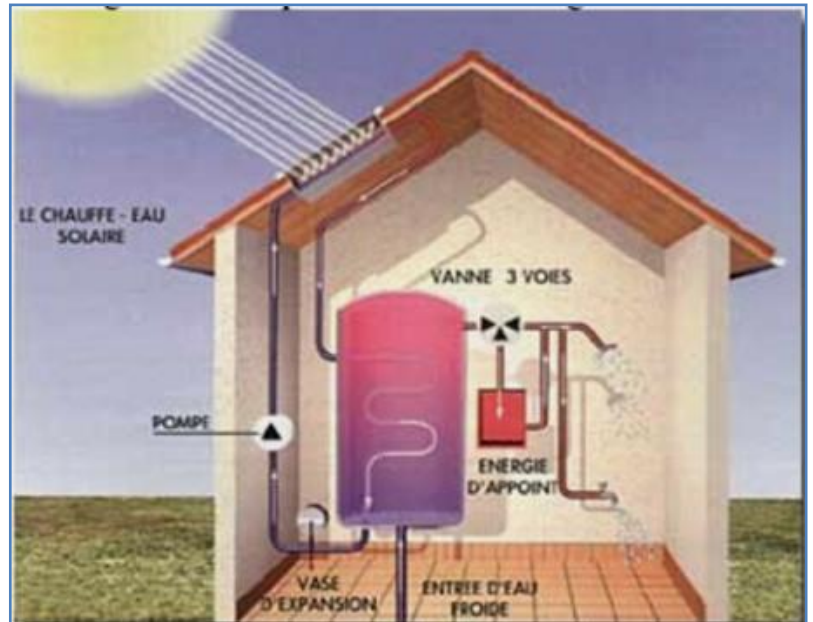
Schéma n° 15: Principes constructifs et techniques d'un bâtiment passif en Allemagne, Source : [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, p188b].Alain Liébard et André De Herde, observ,ER 2005.

7-2 - Le système solaire active :

C'est un système qui utilise les solutions techniques (les capteurs solaires thermiques, le plancher solaire direct, le chauffe-eau solaire) pour assurer un confort optimal. A partir de captage le rayonnement solaire et la transformation à une chaleur qui peut préchauffer l'air ou chauffer l'eau. L'air est utilisé pour le chauffage des espaces intérieurs et permet aussi de réduire la consommation énergétique des systèmes de ventilation de l'édifice. L'eau est utilisé

pour la production d'un fluide caloporteur à usage sanitaire, la cuisson, ou dans des applications industrielles comme le dessalement de l'eau de la mer, etc... [20, 21, 22,23, 24]

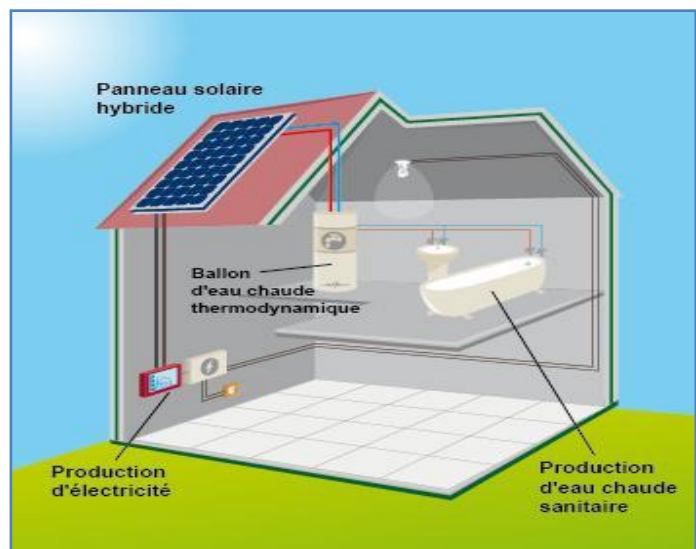
Schéma n° 16: Principes de système active, Source : Source: Site Web



7-3 - Le système solaire hybride :

Ce système est relativement complexe, coûteux et encombrant. Elle utilise deux manières différentes à la fois active et l'autre fois passive. Lorsque le rayonnement est faible, le capteur fonctionne comme une fenêtre ordinaire (gaine directe), et lorsque le rayonnement est plus intense, un store vénitien est abaissé dans la coulisse entre la fenêtre intérieure et la fenêtre extérieure et un ventilateur pulse l'air en circuit fermé du collecteur vers le stockage ou inversement. [20, 21, 25]

Schéma n° 17: Principes de système hybride, Source: Site Web



7-4 - Le bâtiment à énergie positive : (*en Allemand : Plusenergiehaus*)

C'est une expression Allemande désigne un bâtiment produit une énergie totale plus de qu'il n'en consomme, ce bâtiment est raccordé à un réseau de distribution d'électricité vers lequel il peut exporter le surplus de sa production électrique. [26, 27]

Photo n° 09: Exemple de bâtiment à énergie positive à Freiburg en Allemagne, Source : Site Web



7-5 - Le bâtiment à basse énergie: ou « basse consommation », (*en anglais: low energy house*):

C'est un expression Anglaise désigne un bâtiment à besoins énergétiques plus faibles que les bâtiments standards. On peut obtenir ce type de bâtiment performant par l'optimisation de l'isolation, la réduction des ponts thermiques et l'accroissement des apports passifs, etc. [28, 29]



Photo n° 10: Exemple d'une maison basse-énergie à Gembloux en Belgique, Source : Passeurs d'Énergie asbl.

7-6- Le bâtiment « zéro énergie » : ou « zéro net », (en Anglais : net zero energy house) :

C'est une expression Anglaise désigne un bâtiment dont sa production énergétique est équilibré avec sa consommation dans une année, son bilan énergétique net annuel et donc nul. Elle permet de combiner les besoins énergétiques faibles à des moyens de production d'énergie locaux. ^[30, 31]



Photo n° 11: Maison "zero energy", Source : Misawa homes dans Daniel Quenard, Vers des bâtiments à énergie positive (CSTB Grenoble, Département Enveloppes et Revêtements, présentation du 20/10/2005).

7-7- Le bâtiment « intelligent » : (en Anglais : intelligent building)

C'est une expression Anglaise désigne un bâtiment qui présente une forme "d'intelligence", par l'utilisation des systèmes informatiques contrôlable et des automates programmables pour améliorer de quelques fonctions modulables du bâtiment, telles que le chauffage, la ventilation, l'éclairage, la protection solaire et la sécurisation des accès. Enfin, l'objectif principal de ce type de bâtiment c'est l'amélioration du confort et la productivité des occupants à l'intérieur. ^[32]



Photo n° 12: Exemple d'un bâtiment intelligent, Source : Site Web

7-8 - Le bâtiment « autonome » :

Ce type de bâtiment est dite " autonome " parce qu'elle produite l'énergie ce qu'il consommé à partir de ressources locales avec l'usage de moyens de stockage d'énergie tel que les batteries d'accumulateurs, inertie thermique, etc., ainsi que le bilan d'énergie net de ce bâtiment est nul à tout instant. Elle est particulièrement adaptée aux sites isolés car il évite les coûts de raccordement aux divers réseaux. ^[33]

*Photo n° 13: Exemple d'une maison autonome,
Source: Site Web*



7-9 - Le bâtiment « producteur d'énergie » : (en Anglais : near zero energy house) :

C'est une expression Anglaise désigne un bâtiment qui ne spécifie ni au niveau de consommation, ni la nature de l'énergie produite, ni même la part de la consommation couverte par la production mais, elle dépend de moyens de production d'énergie locaux. L'expression "bâtiment producteur d'énergie" est parfois employée pour désigner un « bâtiment à énergie positive ». ^[34]



Photo n° 14: Exemple d'une maison producteur d'énergie, Source: Site Web

7-10- Le bâtiment « neutre en carbone » : « maison zéro carbone » ou « bâtiment à émission zéro », (en Anglais : *carbon neutral house* ou *low carbon house*) :

Cet expression désigne un bâtiment dont le fonctionnement n'induit aucune émission de CO₂ par l'utilisation de ressources énergétiques renouvelables et vise à réduire la participation du bâtiment à l'accroissement de l'effet de serre. Cette démarche est généralement associée à un mode de vie qui englobe les modes de déplacement ainsi que les modes de consommation des occupants du bâtiment. ^[35]

*Photo n° 15: La communauté BedZED, projet zéro carbone.
Source: Site Web*



7-11- Le bâtiment « vert », « durable », « soutenable » ou « écologique » : (en Anglais : *green building*)

Ces concepts dépassent très largement le cadre énergétique et ils soulignent aussi le faible impact du bâtiment sur l'environnement surtout par les matériaux mis en œuvre. ^[36, 37]

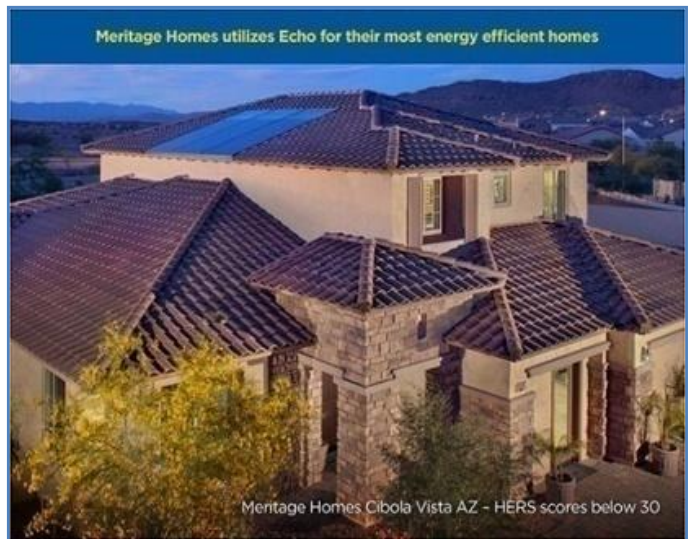


Photo n° 16: Exemple d'une maison écologique, Source: Site Web

7-12 - « Zero Utility Cost House »: « net zero annual energy bill » ou « zero energy affordable housing »

Cet expression est éeolue au Japon et aux Etats-Unis d'Amérique, qui désigne un bâtiment dont la facture énergétique est nulle, le bilan énergétique dépend de facteurs économiques tels que les prix des énergies ou les offres commerciales des fournisseurs. L'objectif de cette démarche vise à réduire la consommation et à l'usage de ressources énergétiques renouvelables gratuites. Cette approche est préférable dans l'habitat social à cause de sa coute le plus important dans le budget des occupants. ^[38].

*Photo n° 17: Example of zero utility cost house, Meritage Homes
Source : Site Web*



7-13 - Les Certificats Durables :

7-13-1- La Haute Qualité Environnementale, (HQE), (France) :

C'est un concept français apparu au début des années 90, et qui s'intègre dans une démarche globale de développement durable. Cette démarche s'appuie sur une grille d'évaluation comprenant 14 cibles regroupées en 4 grandes familles : éco-construction, éco-gestion, confort et santé. Ses objectifs principaux sont : la maîtrise des impacts des bâtiments sur l'environnement extérieur et la création d'un environnement intérieur sain et confortable. ^[39,40,41,42]



Schéma n° 18: Les trois piliers de développement durable, Source : Développement durable et architecture, [www.comvv.fr]

7-13-2- BRE Environmental Assessment Method, (BREEAM), La méthode d'évaluation environnementale, (Great Britain) :

C'est un processus d'évaluation créé en 1990 par le BRE (Building Research Establishment), cette dernière est un certificat d'assurance de la qualité pour l'évaluation de BREEAM.

Le BREEAM est constitué de méthodes et outils d'évaluation qui aide les concepteurs à comprendre et à réduire les impacts environnementaux : la gestion, santé et bien-être, l'énergie, le transport, l'eau, les matériaux, les déchets, la pollution, l'utilisation de terre et l'écologie. La grille de BREEAM est revue et corrigée dans toutes les années. Elle se base sur des travaux de recherches plus avancés et une large consultation des acteurs concernés.

[43,44,45]

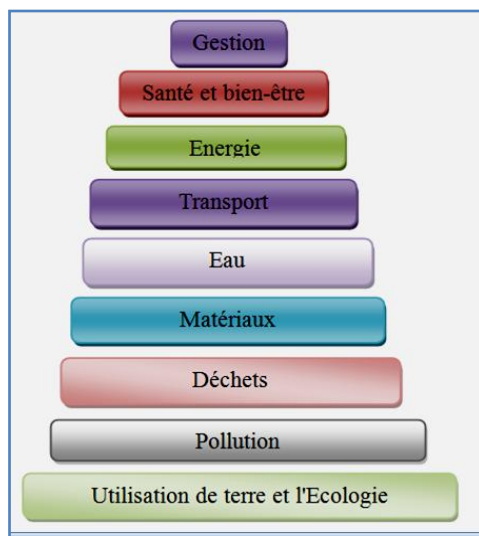
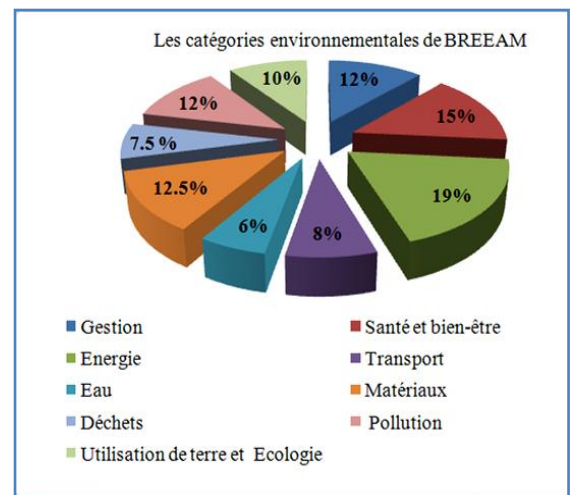


Schéma n° 19: Structure de BREEAM, Source : Etablis par les auteurs



Graphe n° 01: Les catégories environnementales de BREEAM, Source : Etablis par les auteurs

7-13-3- Le Green Building Challenge (GBC) :

Cette démarche se traduit sous la forme de 19 critères regroupés en 6 grandes familles qui tiennent compte de l'aspect extérieur et intérieur du bâtiment et de l'impact environnemental de la construction :

- La consommation des ressources: eaux, énergies, matériaux, sols.
- L'impact environnemental: déchets solides et liquides, émissions dans l'air.
- L'environnement intérieur: qualité de l'air, contrôle visuel, thermique, acoustique et contrôlabilité des systèmes.
- La longévité: la maintenance et l'adaptabilité.
- Le processus: les opérations de la conception à l'exécution.
- Les facteurs contextuels: localisation, accessibilité et environnement immédiat. [46]

7-13-4- La Matrice de l'Européen Green Building Forum, (BGBF) :

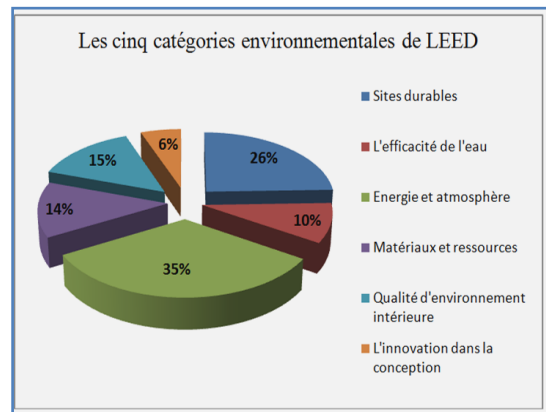
C'est une démarche Européenne pour objectif de mesurer les caractères durables sur des opérations de conception, la construction et la rénovation d'un bâtiment. Elle est venue en réponse à un besoin de développement des bâtiments et quartiers durables, en facilitant l'échange des informations et des expériences. [47]

7-13-5- Leadership in Energy and Environmental Design, (LEED), (USA) :

Il s'agit d'un système volontaire pour soutenir la conception des bâtiments verts, il guide les architectes, les ingénieurs et les concepteurs pour transformer l'environnement de construction en l'une de durabilité qui peut réduire l'impact négatif sur l'environnement et améliorer la conception insoutenable existant. Le système d'évaluation est organisée en cinq catégories environnementales : sites durables, l'efficacité de l'eau, énergie et atmosphère, matériaux et ressources, l'innovation dans la conception. [48]



Schéma n° 20: La structure de LEED, Source : Etablis par les auteurs



Graphe n° 02: Les cinq catégories environnementales de LEED, Source : Etablis par les auteurs

7-13-6- German Sustainable Building Certificate, (GeSBC):

Le certificat du bâtiment durable Allemande est créé par le conseil du bâtiment durable Allemande (DGNB) qui a été fondée en Juin 2007 en collaboration avec le ministère fédéral Allemand de transport, de la construction et de développement urbain. Elle est venue en réponse à un besoin de confort, la création des milieux de vie qui sont respectueux de l'environnement, des ressources économiques, la préservation de la santé, et la performance de leurs utilisateurs. [49]

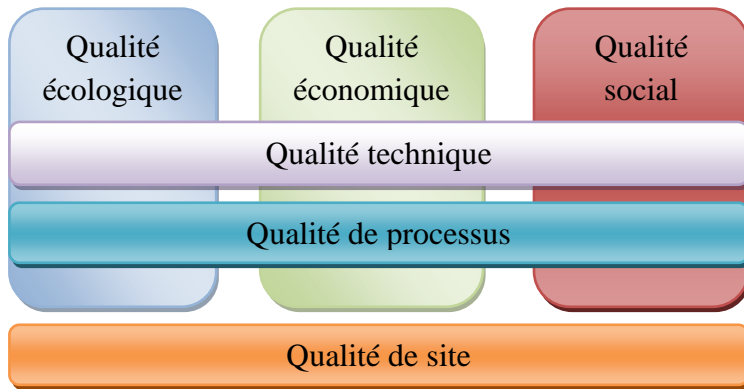
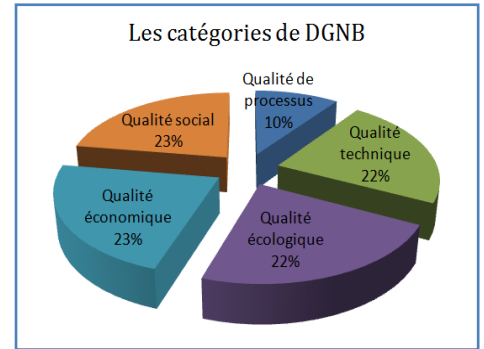


Schéma n° 21: La structure de DGNB, Source : Etablis par les auteurs

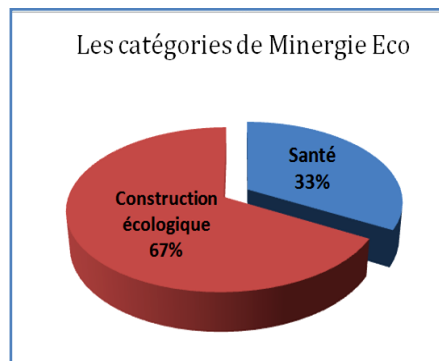


Graphe n° 03: Les catégories de DGNB, Source : Etablis par les auteurs

7-13-7- MINERGIE ECO, (Switzerland) :

Le Minergie est une marque de durabilité pour les bâtiments neufs et rénovés. Il est soutenu par la confédération Suisse et comprenant des architectes, des ingénieurs, des commerçants et des fabricants. Leur objectif est de qualifier les bâtiments qui ont obtenu la consommation d'énergie inférieure à la norme Minergie. Cette méthode se traduit sous la forme d'un programme qui utilise des critères d'évaluation pour les différents aspects de l'éclairage, bruit, la ventilation, les matériaux, fabrication et déconstruction.

Le complément standard ECO Minergie avec les catégories de la santé et de l'écologie. [50, 51]



Graphe n° 04: Les catégories de Minergie Eco, Source : Etablis par les auteurs

7-13-8- Energy Performance Directive, La directive sur la Performance Energétique des bâtiments, (PEB) :

Il s'agit d'un certificat de performance énergétique constituée par le conseil de l'Union Européenne et à été légalement obligatoire depuis 2007 à la suite du règlement d'économie d'énergie, qui un partie de la loi de construction de l'UE. Elle définit les valeurs maximales pour la demande d'énergie primaire qui dépend de type de l'utilisation de l'immeuble ainsi la perte de chaleur par transmission pour les bâtiments résidentiels et non résidentiels. [52]

8-Conclusion:

Pour un projet de construction ou de rénovation, la bioclimatique doit être pensée dès le début du projet et ne doit pas constituer une contrainte mais un plus pour se protéger du climat et profiter des ressources naturelles pour le réchauffement et l'éclairage des pièces. Il faut que le terrain se prête à une réalisation de ce type en fonction des caractéristiques topographiques, microclimatiques, hydrographiques et de la végétation. Une isolation performante et une bonne inertie sont préconisées pour que la maison soit réellement économe.

Références :

- ^[1] - Alain Liébard et André De Herde , [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques].Alain Liébard et André De Herde, observ' ER 2005. , page : 60b
- ^[2] - Ibid., p. 2a.
- ^[3] - [MIMI TJOYAS], -Architecte Française- « www.travaux.com ».
- ^[4] - [ANDRE RAVERAU], « Le M'Zab, une leçon d'architecture » .
- ^[5] - Emmanuel Alasoeur & Ludovic Biaunier , ECO LOTISSEMENT SAINT LEONARD, RIVARENNES, Architecture bioclimatique et matériaux. [Avril 2013], page:02
- ^[6] -http://www.arketypstudio.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=8:larchitecture_bioclimatique&catid=8&Itemid=104
- ^[7] – URCAUE, Guide-conseil I' Union Régionale, des Pays-de-la-Loire 312, avenue René Gasnier 49100Angers.[www.urcaue-paysdelaloire.com].
- ^[8] - Alain Liébard et André De Herde , Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques],, observ' ER 2005. , page : 63a
- ^[9] - Ibid., p. 64a.
- ^[10] – ADEME, Les grands principes de l'architecture bioclimatique, [INFO ENERGIE, RHONE ALPES.], www.infoenergie69.org.
- ^[11] - Victor Olgay,
- ^[12] - ADEME, Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. page:37, 38, 39.
- ^[13] - S. Courgey, J. P. Oliva, la conception climatique, Edition. Terre vivante, Paris 2006.
- ^[14] - URCAUE, Guide-conseil I' Union Régionale, des Pays-de-la-Loire 312, avenue René Gasnier 49100Angers.[www.urcaue-paysdelaloire.com].
- ^[15] - Ahmed Ali Ep et Ait Kadi Salima , Performances thermiques du matériau terre pour un habitat durable des régions arides et semi-arides ; Cas de Timimoune, Mémoire magistère, Université Mouloud Mammeri - Tizi-Ouzou, page: 40, 41.
- ^[16] - Mr : Kabouche Azouz , Architecture et efficacité énergétique des panneaux solaires, Mémoire magistère, Université Mentouri de Constantine, promotion : Juin 2012, page: 43.
- ^[17] - Alain Liébard et André De Herde , Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, observ'ER 2005. page: 61, 62.
- ^[18] - RUEELLE, François , Le standard « maison passive » en Belgique : potentialités et obstacles, Mémoire magistère, Université Libre de Bruxelles, promotion : 2007/2008, page: 24, 25.
- ^[19] - BENAMRA Mostefa Lamine , Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale, Mémoire magistère, Université Mohamed Khider - Biskra, promotion : Mai 2013. page: 48, 49.
- ^[20] - Ahmed Ali Ep, Ait Kadi Salima , Performances thermiques du matériau terre pour un habitat durable des régions arides et semi-arides ; Cas de Timimoune, Mémoire magistère, Université Mouloud Mammeri -Tizi-Ouzou, page: 41.
- ^[21] - Alain Liébard et André De Herde , Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, observ'ER 2005. page: 62.
- ^[22] -BENAMRA Mostefa Lamine , Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale, Mémoire magistère, Université Mohamed Khider - Biskra, promotion : Mai 2013. page: 50.
- ^[23] - C.A.U.E & ADEME, Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement de la Seine-Maritime, Intégration architecturale des équipements liés aux énergies renouvelables (solaire et bois) , de la Seine-Maritime, et de la Région Haute-Normandie, Septembre 2010. [caue@caue76.org - www.caue76.org]. page: 10.
- ^[24] - Talal SALEM, Intégration des composants solaires thermiques actifs dans la structure bâtie, Thèse doctorat, l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, [J]. 2007, page: 48, 49.
- ^[25] - BENAMRA Mostefa Lamine , Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale, Mémoire magistère, Université Mohamed Khider - Biskra, promotion : Mai 2013. page: 49.

- ^[26] - Kabouche Azouz, *Architecture et efficacité énergétique des panneaux solaires*, Mémoire magistère, Université Mentouri de Constantine, promotion : Juin 2012, page: 41, 42, 43.
- ^[27] - RUELLE et François , *Le standard « maison passive » en Belgique : potentialités et obstacles*, Mémoire magistère, Université Libre de Bruxelles, promotion : 2007/2008,page: 59.
- ^[28] - Kabouche Azouz, *Architecture et efficacité énergétique des panneaux solaires*, Mémoire magistère, Université Mentouri de Constantine, promotion : Juin 2012, page: 43.
- ^[29] - RUELLE et François , *Le standard « maison passive » en Belgique : potentialités et obstacles*, Mémoire magistère, Université Libre de Bruxelles, promotion : 2007/2008,page: 22, 23.
- ^[30] - Kabouche Azouz, *Architecture et efficacité énergétique des panneaux solaires*, Mémoire magistère, Université Mentouri de Constantine, promotion : Juin 2012, page: 43.
- ^[31] - RUELLE et François , *Le standard « maison passive » en Belgique : potentialités et obstacles*, Mémoire magistère, Université Libre de Bruxelles, promotion : 2007/2008,page: 56, 57,58.
- ^[32] - Kabouche Azouz, *Architecture et efficacité énergétique des panneaux solaires*, Mémoire magistère, Université Mentouri de Constantine, promotion : Juin 2012, page: 45.
- ^[33] - Ibid., p. 44.
- ^[34] - Ibid., p. 43.
- ^[35] - Ibid., p. 45.
- ^[36] - Ibid.
- ^[37] - RUELLE et François , *Le standard « maison passive » en Belgique : potentialités et obstacles*, Mémoire magistère, Université Libre de Bruxelles, promotion : 2007/2008, page: 16, 17,18,19.
- ^[38] - Kabouche Azouz, *Architecture et efficacité énergétique des panneaux solaires*, Mémoire magistère, Université Mentouri de Constantine, promotion : Juin 2012, page: 44.
- ^[39] - Alain Liébard et André De Herde , *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques*, observ'ER 2005. page : 186.
- ^[40] - ATEK Amina , « *Pour une réinterprétation du vernaculaire dans l'architecture durable cas de la casbah d'Alger* », Mémoire magistère, Université Mouloud Mammeri - Tizi-Ouzou, promotion: Septembre 2012, page: 43, 44.
- ^[41] - COMVV, *Guide: Développement durable et architecture. Comme, comvv*, [www.comvv.fr]. page : 7.
- ^[42] - Primaël Nouailles , *Eco-quartier, concept et réalisation*, Mémoire magistère, Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes, promotion: 2008, page: 29.
- ^[43] - Alain Liébard et André De Herde , *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques*, observ,ER 2005. page : 185.
- ^[44] - ATEK Amina , « *Pour une réinterprétation du vernaculaire dans l'architecture durable cas de la casbah d'Alger* », Mémoire magistère, Université Mouloud Mammeri - Tizi-Ouzou, promotion: Septembre 2012, page: 44.
- ^[45] - Michael Bauer, Peter Mosle and Michael Schwarz , *Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture*, Original German édition published by Callwey Verlag, Munich, 2007 , © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010, [info.green-building@dreso.com]. page: 17
- ^[46] - ATEK Amina , « *Pour une réinterprétation du vernaculaire dans l'architecture durable cas de la casbah d'Alger* », Mémoire magistère, Université Mouloud Mammeri - Tizi-Ouzou, promotion: Septembre 2012, page: 44,45
- ^[47] - Ibid., p. 45.
- ^[48] - Michael Bauer, Peter Mosle and Michael Schwarz , *Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture*, Original German édition published by Callwey Verlag, Munich, 2007 , © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010, [info.green-building@dreso.com]. page: 16
- ^[49] - Ibid., p. 18.
- ^[50] - Alain Liébard et André De Herde , *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques*, observ,ER 2005. page : 187.
- ^[51] - Michael Bauer, Peter Mosle and Michael Schwarz , *Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture*, Original German édition published by Callwey Verlag, Munich, 2007 , © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010, [info.green-building@dreso.com]. page: 18
- ^[52] - Ibid.

Chapitre II:
Le Système
Solaire Passif

1-Introduction:

Une maison sans système de chauffage, mais bien chauffée. Une maison solaire, mais sans panneaux solaires. Une maison conçue de telle manière qu'elle bénéficie au maximum des rayons du soleil, tout en s'en protégeant l'été.

Cette maison existe : c'est la maison solaire passive, C'est à la fois magique et très simple, pour aucun problème on peut faire appel à certains principes du solaire passif pour maximiser l'efficacité énergétique d'une demeure plus conventionnelle.

2-L'architecture solaire passif

2-1-Définition :

L'architecture solaire passif est une architecture qui vise à réduire les besoins de chauffage et de climatisation grâce à une conception adéquate du bâtiment. Les principes relativement simples de l'architecture solaire passif devraient être appliqués au plus grand nombre de constructions possible. Le seul fait d'orienter correctement une habitation et de positionner adéquatement ses fenêtres par rapport au parcours du soleil réduit sa consommation énergétique pour le chauffage et même pour la climatisation. [1, 2,3, 4, 5,6]

2-2-Aperçu historique :

Le concept de « maison passive » n'est pas nouveau, il a émergé au début des années 1990 grâce au Professeur Wolfgang Feist (Darmstadt) (Allemagne). avec son voyage d'étude en Suède et de sa rencontre avec le Prof. Bo Adamson (Université de Lund). La ville de Darmstadt manifesta son intérêt pour accueillir les premières maisons expérimentales et les quatre premiers logements furent habités en 1991. [7]

Les premières maisons solaires passifs, valorisant essentiellement les apports solaires par les vitrages, apparaissent aux USA dans les années 1930. Au cours des années 1960-1970, des dispositifs particuliers sont développés au laboratoire CNRS d'Odeillo (Pyrénées- Orientales), sous forme de capteurs à air intégrés en façade, puis de mur doublé d'un vitrage, avec lame d'air ventilée (brevet Trombe-Michel).

L'architecture solaire passif connaît un essor particulièrement intense à l'échelle internationale à partir du premier choc pétrolier, tant en recherche expérimentale, que par le nombre de réalisations. [8]



Photo n° 18: Premières maisons passives a Darmstadt Kranichstein. Source : Maison passive Passiefhuis, (Olivier Henz), Ecorce, ingénieur et consultance [www.maisonpassive.be] p: 04.

2-3-Avantages et inconvénients de système solaire passif :

2-3-1-Les avantages :

- Une maison sans pannes : Le système solaire passif n'utilise aucun appareil pouvant tomber en panne. La durée de vie du système sera aussi longue que celle de la maison.

- Des factures plus légères : Une maison unifamiliale classique consomme environ 20 000 kWh par an en chauffage. Par contre la maison de conception solaire passive en consomme jusqu'à 90% de moins.

- Un système peu coûteux : Comparativement aux autres systèmes de chauffage, les coûts du solaire passif sont minimes. Tout est dans le design de la maison et l'isolation ; on se passe d'équipements de chauffage coûteux.

- Un habitat hors gel : Si la maison passive avoir une très bonne isolation et une très bonne étanchéité, elle reste chaude même en cas d'absence, sans pour autant consommer d'énergie. Moins de risque que les conduites d'eau explosent pour cause de gel. ^[9, 10, 11,12]

2-3-2-Les inconvénients :

- Des problèmes de surchauffe : on doit savoir contrôler et maîtriser la quantité de chaleur captée pour éviter les surchauffes lors des périodes de la journée fortement ensoleillées.

- Les pièces orientées au nord sont peu éclairées : Dans une maison solaire passive, tout le vitrage concentre au Sud. Cependant une bonne répartition des pièces intérieures permettent de limiter ce problème. Donc, il est conseillé d'utiliser les fenêtres thermiquement performantes ou des isolants mobiles supplémentaires du côté intérieur du vitrage pour éviter les pertes thermiques pendant la nuit et pendant les périodes de moindre température externe.

- Construire passif en ville est difficile : Dans une aire urbaine de haute densité, ou le terrain est entouré par des bâtiments à haut hauteur. Ces derniers sont constituent un obstacle à l'utilisation du solaire passif pour fin de chauffage. Donc, il est difficile de trouver un terrain qui permette d'intégrer les notions d'orientation et d'ombrage.

- Bâtiment et végétation doivent s'adapter aux contraintes du solaire passif: L'orientation au Sud, la forme spécifique du bâtiment, l'utilisation des arbres feuillus et non conifères à coté Sud (les arbres de feuilles caduques par exemple), ainsi les règles du jeu sont précises. ^[9,12]

2-4-Les principes de l'architecture solaire passif:

La conception d'une maison solaire passive doit respecter certaines règles essentielles. La plus importante est le choix du terrain sur lequel sera construit le bâtiment. Vient alors le choix de son orientation et de sa forme.

2-4-1-Volet urbain:

-Le choix du terrain:

Le choix du terrain est la première étape essentielle pour l'implantation du projet. Il convient de choisir un lieu pour bénéficier au maximum des protections naturelles du vent froid et du soleil de l'été par le relief existant ou par la végétation existante, il faut connaître le régime des vents dominants, repérer le relief et la végétation, déterminer si des constructions proches peuvent faire de l'ombre à certaines heures. [13, 14,15]

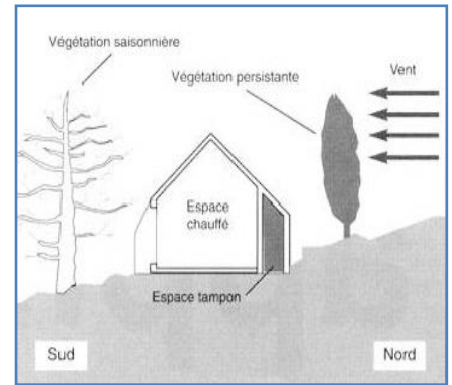


Schéma n° 22: Exemple d'analyse de site en fonction du climat.
 Source: *Architecture solaire et conception climatique des bâtiments.*(SOLAIR), p:02

-L'implantation du bâtiment :

C'est un des aspects les plus importants et il relève de la responsabilité du concepteur. En effet l'implantation de la maison va déterminer l'éclairage, les apports solaires passifs et les mouvements naturels de l'air. Le relief environnant, l'orientation des vents et la course annuelle du soleil sur le lieu seront autant d'éléments fondamentaux pour la réussite d'une implantation. [16, 17,18]

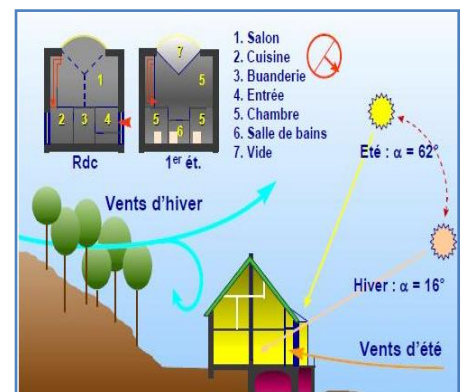


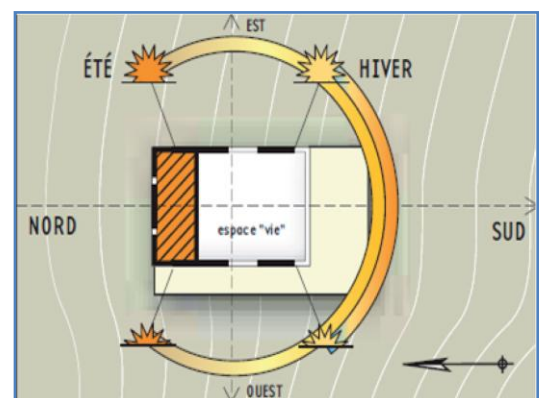
Schéma n° 23: L'implantation tient compte les éléments du site. Source: *Alain Liébard et André De Herde, p: 63b*].

-L'orientation du bâtiment :

Une maison bien orientée sur son terrain, par rapport aux vents dominants et au soleil, limitera les pertes et favorisera l'apport gratuit d'un grand nombre de calories. Lors de la conception du projet, on prévoira donc un maximum de surfaces vitrées orientées entre le sud-est et le sud-ouest et on veillera à ce que l'ombrage généré par l'environnement immédiat (arbres, immeubles voisins, ...) soit le plus faible. On capte ainsi l'énergie au sud et on évite les déperditions dues aux vents froids au nord. [19, 20, 21,22]

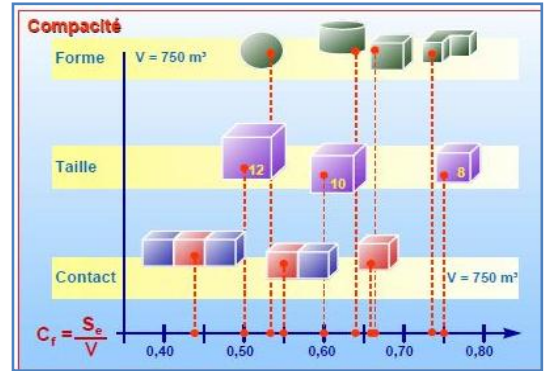
Schéma n° 24: L'orientation de l'édifice par rapport aux vents et au soleil.

Source: *Les maisons passives, l'avenir de la réalité,*[*l'Espace Info Énergie de Limousin Nature Environnement. CAUE Isère. p:04.*



-La morphologie du bâtiment :

La maison solaire passif sera de forme simple et compacte. Pour des raisons énergétiques, l'architecte cherchera à minimiser la surface de déperdition tout en maximisant le volume habitable, ce qui se traduit par une forte compacité.



Graphe n° 05 : La compacité varie selon la forme, la taille et la mode de contact des volumes construits. Source: Alain Liébard et André De Herde, p: 83b].

La notion de compacité se définit différemment. Les déperditions thermiques des bâtiments se font principalement par conduction thermique au niveau de l'enveloppe du bâtiment. [23, 24, 25,26]

-La ventilation naturelle : l' « effet cheminée ».

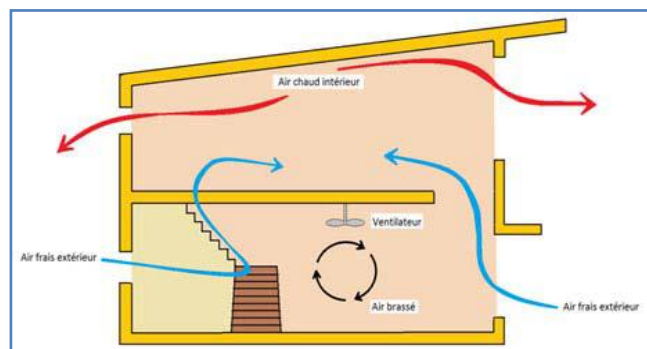
La ventilation naturelle est l'élément indispensable à la réussite de tout bon projet passif. Le principe est simple : faire en sorte qu'il n'y ait qu'une seule issue pour l'air vicié et qu'une seule entrée pour l'air neuf afin de favoriser entre ces deux flux les échanges thermiques. [31,29]

En effet, L'air chaud à stagner en haut et l'air froid en bas : c'est la stratification de l'air par la différence de température et de pression entre l'intérieur et l'extérieur provoquent un tirage naturel. Ce système est plus efficace en hiver qu'en été car les différences de température et de pression sont plus importantes.

Dans les maisons à plusieurs niveaux, on a intérêt, les nuits d'été, à ouvrir les fenêtres au rez-de-chaussée et au premier étage. L'air chaud aura tendance à monter et à sortir par les fenêtres du haut pendant que l'air froid rentrera par les fenêtres du bas. L'air frais va circuler dans l'ensemble du bâtiment. [27,30]

Le ventilateur récupérateur de chaleur est un incontournable des maisons passives. Le principe est très intéressant : l'air frais entrant dans la maison est chauffé par la chaleur de l'air vicié qui en sort. Le ventilateur récupérateur de peut renouveler tout l'air d'une maison en trois heures, sans que le confort thermique s'en ressente. Le tout a un coût énergétique très modéré.

Schéma n° 25: L'effet-cheminée ou la climatisation naturelle. Source: Solaire passif, La maison solaire passive de A à Z. [Eco-habitation. Canada],p16.



L'aération doit être générale et constante et la circulation de l'air doit se faire depuis des entrées situées dans les pièces principales jusqu'à des sorties dans les pièces de service (cuisine, salle de bains...). [27,30]

Il existe plusieurs systèmes de ventilation mécanique contrôlée qui permettent une circulation continue de l'air grâce à un ventilateur pilote par un moteur électrique. Qui sont : La VMC simple flux, et la VMC double flux. La VMC hygro-réglable :

❖ La Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) simple flux :

Pour la VMC simple flux, l'air neuf est capté au niveau des pièces de séjour et des chambres et l'air vicié est extrait au niveau des pièces de service (cuisine, salles d'eau...) grâce au groupe d'extraction. [29,28]

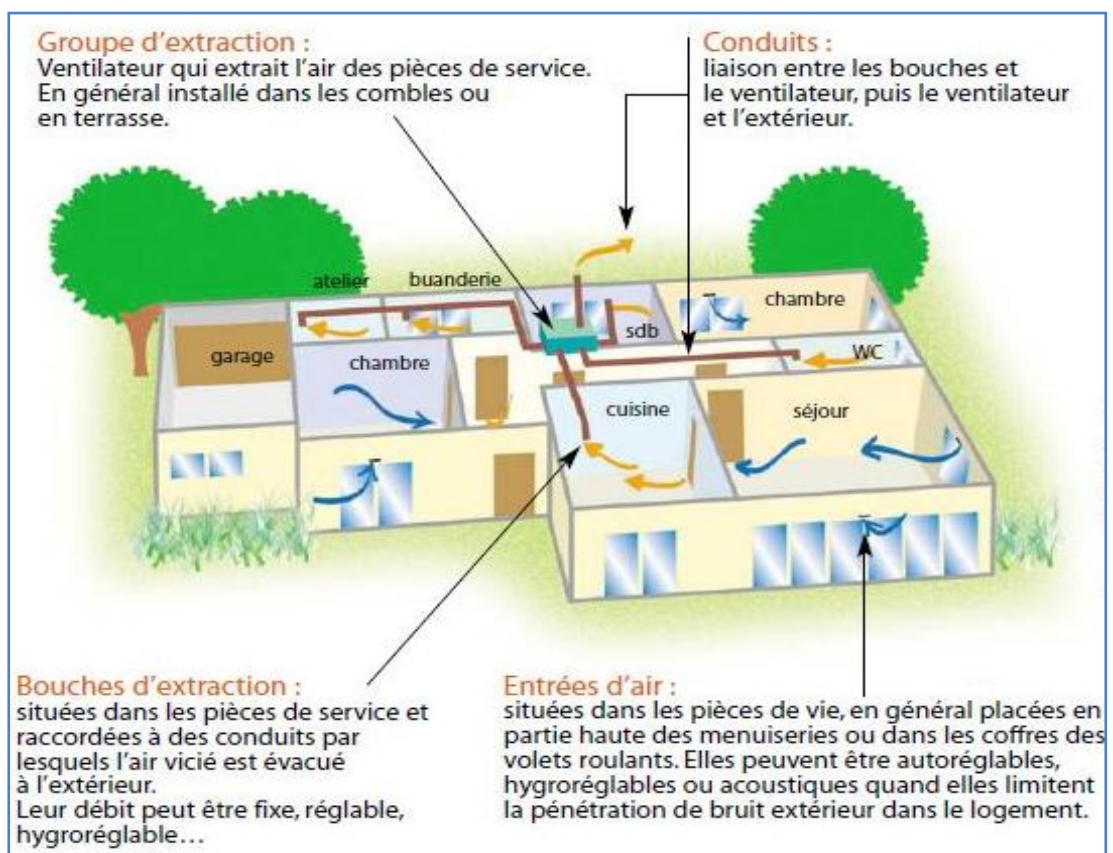


Schéma n° 26: Mécanisme de fonctionnement de la VMC simple flux. Source: Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. p: 38.

❖ La VMC double flux :

Ce système permet de récupérer de la chaleur sur l'extraction de l'air vicié. Le renouvellement d'air dans la construction passive est permanent et optimisé pour assurer le confort des occupants. Le débit est régulé, de manière à garantir à tout moment une excellente qualité de l'air intérieure. [29,28]

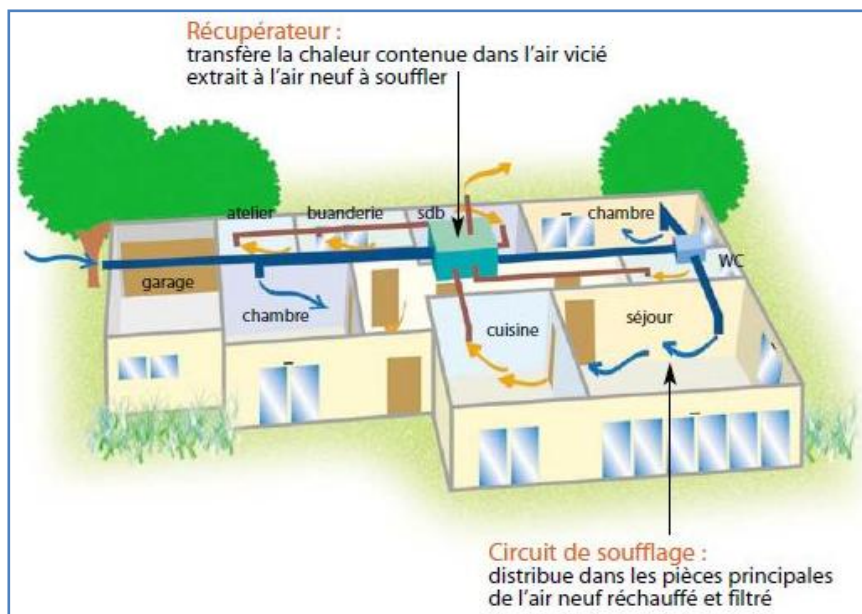


Schéma n° 27: Mécanisme de fonctionnement de la VMC double flux. Source: Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. p: 38.

❖ La ventilation hygroréglable:

L'air vicié est extrait dans les pièces d'eau par des bouches hygroréglable qui s'ouvrent en fonction de l'humidité ambiante, ou par des bouches minutées, avec une possibilité de gestion automatique des entrées d'air. [28,29]



Schéma n° 28: Mécanisme de fonctionnement de la VMC hygroréglable. Source: Présentation du label PASSIVHAUS. [Mémoire Formation QEB 09/10 – Dorothee Tochon Fremont & Sebastien Viret – Concept Passivhaus et étude de cas – ENSAL.], p:25.

✚ Pourquoi cette ventilation dite contrôlée

- Economies d'énergie par la récupération de chaleur.
- Le renouvellement régulier de l'air vicié sans l'inconvénient du bruit provenant de l'extérieur.
- Evacuation fiable de l'humidité, des odeurs et de l'air usé.
- Les filtres sont les seuls éléments qui nécessitent un entretien régulier.
- La possibilité d'installer des filtres qui retiennent le pollen se trouvant dans l'air pulsé.
- La distribution de chaleur peut également se faire par la ventilation et se substituer ainsi à votre système de chauffage classique.
- L'installation est dotée de silencieux. Donc, il n'y a aucun bruit perceptible. [30]

-La végétation :

La végétation participe à la protection solaire. Elle permet de stabiliser la température de l'air par rétention de l'eau dans ses feuilles et par évaporation de l'eau à leur surface. Elle apporte aussi un ombrage et créer un microclimat par évapotranspiration. Le choix de l'espèce est important car la qualité de l'ombre d'un arbre dépend de sa densité. [32,33]

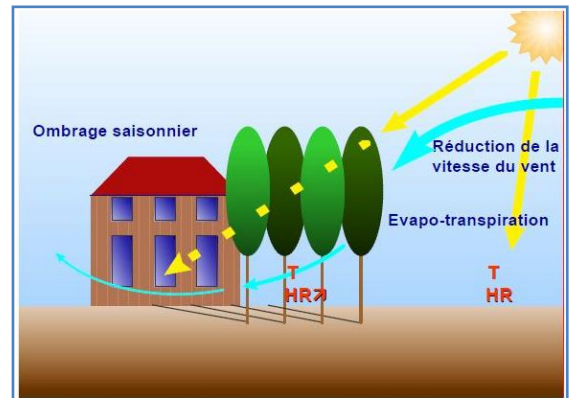


Schéma n° 29: La végétation se distingue des autres protections par son aspect saisonnier.
Source: Alain Liébard et André De Herde, p: 22b].

2-4-2-Volet architecturale :

-La distribution des espaces intérieurs : La disposition des pièces intérieures est l'un des grands principes de l'architecture solaire passive, elle est en fonction de leurs besoins thermiques spécifiques et la consommation de l'énergie, que se soit pour le chauffage ou pour l'éclairage.

- Au Nord : C'est la zone la plus froide. Donc, il est préférable d'implanter les pièces qui nécessitent peu de chauffage (les espaces tampons), comme les espaces de rangement, la buanderie, les garages, les placards, les couloirs.

- Au Sud : C'est la zone la plus intéressante dans la conception de maisons solaires passifs. Parce qu'elle reçoit le maximum de soleil et d'énergie. Donc, il est préférable de localiser les pièces qui nécessitent l'éclairage et le chauffage (les espaces de vie), comme le séjour, la salle à manger, la cuisine...

- A l'Est : Dans cette zone, il est préférable d'installer les pièces ayant besoin de chaleur le matin et la fraîcheur en fin de journée. Donc, on peut y implanter les chambres, salles de bains, vérandas, bureaux, ateliers et petit déjeuner...etc.

- A l'Ouest : C'est à l'inverse de la zone Est, C.-à-d, on profite du soleil du soir pour les pièces ayant besoin de fraîcheur le matin et de chaleur en fin de journée. Donc, on peut y implanter une salle de jeux, un bureau, la salle de bain... [34, 35, 36,37]

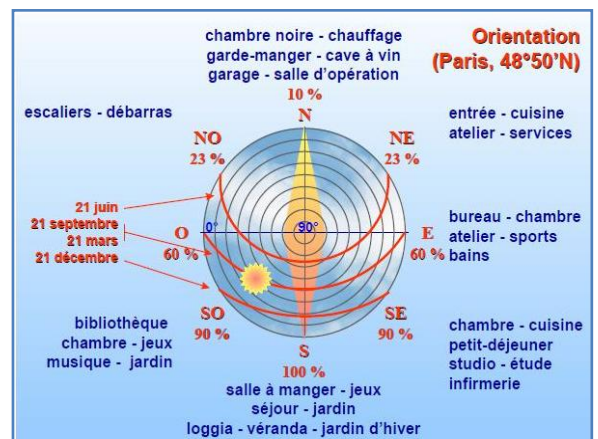


Schéma n° 30: L'orientation de l'édifice par rapport aux vents et au soleil.
Source: Alain Liébard et André De Herde, p: 64b.

-L'orientation des ouvertures :

Dans la conception solaire passif, l'orientation des ouvertures doivent être réfléchies avec prudence et à bon escient pour bénéficier au maximum des apports gratuits d'énergie solaire. On distingue 3 types d'emplacement des ouvertures qui sont :

- Coté Nord : L'installation des ouvertures doivent être moins possible, parce que le coté Nord ne reçoit pas des apports solaires que ce soit en été ou en hiver. Donc, elles restent toujours une source de déperditions thermiques. Les ouvertures du coté Nord doivent être utilisées uniquement à des fins d'éclairage et non de chauffage dans le cadre d'apports solaires passifs.

- Coté Sud : Les ouvertures en façade Sud doivent être en grand nombre et de grande taille ^[38,39] "une surface de vitrage représentant plus de 60 % de la surface totale des vitrages"^[40] afin de capter un maximum de chaleur et de luminosité en période froide. Le bilan énergétique de ces ouvertures étant toujours positif.

- Cotés Est et Ouest : Les ouvertures placées sur les façades Est et Ouest doivent être d'une surface modérée parce qu'elles causent plus de déperditions thermiques que d'apports solaires. Et elles ont un bilan énergétique déficitaire sur le cycle d'une journée. Il faut donc de les doter d'un double vitrage. ^[38,39]

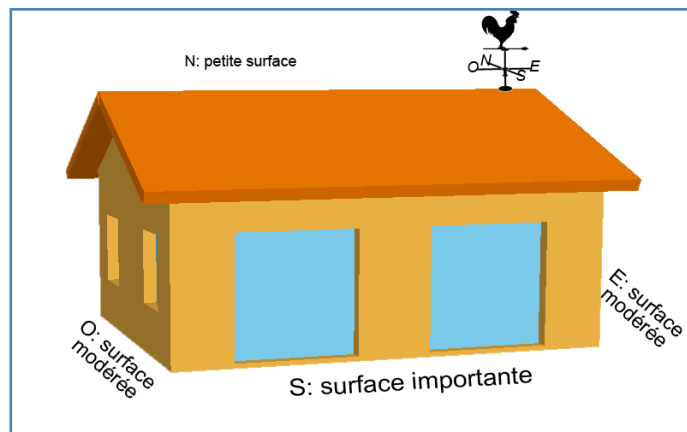


Schéma n° 31: Surface d'ouvertures en fonction des façades.
Source: Site Web

2-4-3-Volet technique :

-Le choix des matériaux de construction :

Tous les matériaux de construction ont des caractéristiques thermiques spécifiques qui peuvent être utilisées plus ou moins judicieusement. Pour cela le choix des matériaux est un

élément capital dans la conception de l'habitat solaire passif. "Car les matériaux composants d'un bâtiment ayant des impacts direct sur :

- La santé et le confort des occupants : par le captage de la chaleur et la préservation de la fraîcheur et éviter les sensations de parois froides.
- L'économie d'énergie : grâce à la bonne qualité d'isolation et la grande inertie des matériaux utilisées.
- Le bilan écologique total du bâtiment : Car les matériaux utilisées dans la conception solaire passif doivent avoir un faible impact sur l'environnement que ce soit au niveau de leur fabrication ou de leur destruction.

Pour garantir un environnement intérieur sain et confortable. Il faut conserver et stocker la chaleur captée par des parois à forte effusivité thermique". ^[41] Donc les matériaux qui répondent à cette exigence sont :

- Les bétons lourds et Le béton cellulaire.
- La paille et La chaux.
- La terre cuite et La terre crue.
- La brique mono-mur et la pierre.
- Eviter les revêtements intérieurs faits de matériaux à faible effusivité comme : Le bois, moquette et isolants. ^[42,43]

- Les matériaux de gros œuvre :

- ✚ Les matériaux traditionnels : (la brique creuse et le parpaing béton)

Les matériaux traditionnels comme le parpaing présentent des performances très moyennes pour le confort d'hiver et mauvaises pour le confort d'été en raison de leur mauvaise inertie. Ce sont des matériaux peu coûteux qui doivent être associés à d'importantes épaisseurs d'isolants. ^[44]

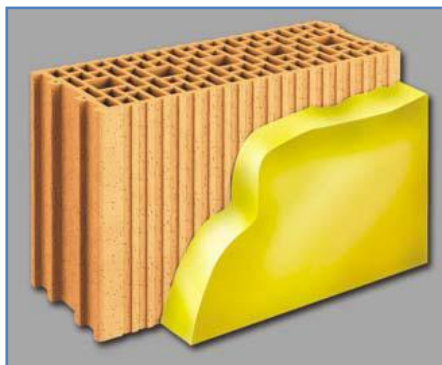


Schéma n° 32: La Brique creuse de 20cm + isolant. Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME], p:15.



Photo n° 19: Le Parpaing béton. Source : Site Web

✚ Les blocs à isolation répartie : (le béton cellulaire et les briques alvéoles)

Elles offrent des performances thermiques très intéressantes et un impact environnemental réduit par rapport aux matériaux traditionnels. On distingue le béton cellulaire et les briques alvéoles. Ils présentent une épaisseur plus importante que les matériaux traditionnels et offrent des performances thermiques supérieures.^[44]

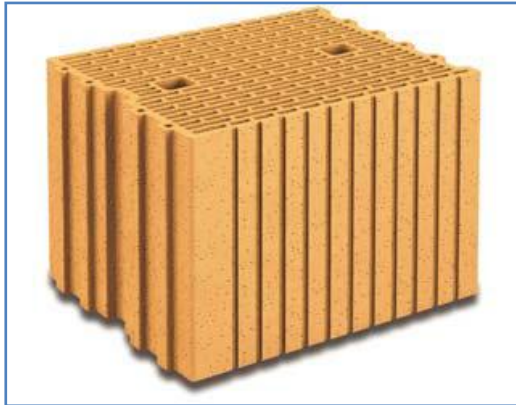


Schéma n° 33: La brique alvéole.
Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. p:16.



Photo n° 20: Le béton cellulaire.
Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. p:16.

✚ Le bois :

Le bois est un matériau écologique par excellence. Grâce à sa structure cellulaire particulière. C'est une ressource naturelle, local et saine, sa mise en place et sa fabrication ne nécessitent que peu d'énergie. De plus, il permet de réaliser un chantier rapide et à faibles nuisances. Il ajoute une touche esthétique indéniable et offre une ambiance agréable et chaleureuse.

Son impact environnemental est neutre en raison de son caractère renouvelable, de sa biodégradation et de sa capacité à fixer le gaz carbonique en excès dans l'atmosphère.^[44]



Photo n° 21: Transformation et modularité de bois en Usines.
Source : Site Web

✚ La terre crue :

La terre crue est un matériau écologique, grâce à ses caractéristiques thermiques spécifiques. C'est une ressource naturelle et locale qui offre une vie saine et confortable. C'est le matériau le plus utilisé pendant l'architecture vernaculaire jusqu'à aujourd'hui grâce à sa simplicité et sa fabrication qui ne consomme pas l'énergie et ne découle pas le temps. La terre crue utilisée dans la construction des murs extérieurs, des cloisons intérieures, des enduits intérieurs et extérieurs, remplissage des colombages, isolant thermique et acoustique. ^[44]



*Photo n° 22: Construire en terre crue.
Source : Site Web*

-Les matériaux d'isolation :

Une bonne isolation est nécessaire dans la conception d'une maison solaire passive. Elle permet de conserver la chaleur emmagasinée pendant la journée, en période chaude et permet aussi de conserver la fraîcheur emmagasinée pendant la nuit par une bonne ventilation. Pour avoir une maison saine, naturelle et écologique.

Les matériaux d'isolation sont de différentes natures : les isolants synthétiques, minéraux et végétaux. ^[44,45]

❖ Les isolants synthétiques :

***Le polystyrène:** on distingue deux types :

- ❖ Le polystyrène expansé : C'est un matériau imputrescible qui est obtenu à partir d'hydrocarbures expansés à la vapeur d'eau et au pentane ce qui lui confère une structure à pores ouverts. Il peut avoir un impact sur la santé par le dégagement des gaz toxiques. ^[44,45]
- ❖ Le polystyrène extrudé : C'est un matériau imputrescible mais instable aux solvants, au temps et à la chaleur. S'obtient de la même manière. Il est dégradé par les rongeurs et sa perméabilité à l'eau est nulle ce qui empêche les parois de respirer.

Il s'agit d'une ressource non renouvelable et il n'est pas recyclable. Sa production dégage du pentane et demande une grande quantité d'énergie. Il peut également avoir un impact sur la santé par le dégagement des gaz toxiques. [44,45]



*Photo n° 23: Le polystyrène extrudé.
Source : Guide de l'éco-construction,
Agence régionale de l'environnement
en Lorraine. [ADEME]. p:18.*



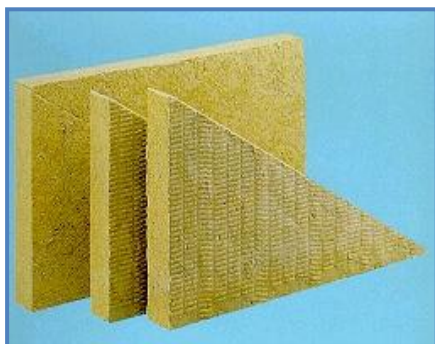
*Photo n° 24: Le polystyrène expansé.
Source : Guide de l'éco-construction,
Agence régionale de l'environnement
en Lorraine. [ADEME]. p:18.*

* **Le polyuréthane** : C'est un matériau qui représente d'une bonne qualité isolante. Il se trouve sous forme de panneaux nus et composites, d'éléments préfabriqués et moules spéciaux et de mousse. Il s'agit d'une ressource non renouvelable, demandant beaucoup d'énergie à la fabrication. Il n'est pas recyclable. Il peut également avoir un impact sur la santé par le dégagement des gaz toxiques. [44,45]

❖ Les isolants minéraux :

On distingue plusieurs types des isolants minéraux comme : les laines minérales, les laines roches, les perlites, les vermiculites.

- **Les laines minérales** : Deux types de laines minérales :
- **Les laines de verre** : Sont obtenues à partir de sable siliceux et de verre de récupération.
- **Les laines de roches** : Sont obtenues à partir de roches volcaniques comme le basalte. [44,45]



*Photo n° 25: Panneaux semi-rigides
de laine de roche.
Source : Site Web*



*Photo n° 26: Mise en place de
panneaux de laine de verre.
Source : Guide de l'éco-construction,
Agence régionale de l'environnement
en Lorraine. [ADEME]. p:19.*

Les deux matériaux se présentent sous forme de rouleaux et panneaux semi-rigides, en vrac, d'éléments préfabriqués et moules spéciaux pour tous les usages de la construction. Elles ont un bon comportement au feu et sont imputrescibles mais se tassent au cours du temps. Elles sont dégradables par les rongeurs. Elles sont perméables à l'eau mais perdent leurs performances thermiques à l'humidité.

C'est une ressource non renouvelable mais abondante. Elles demandent moins d'énergie à la fabrication. Mais, ils sont également difficilement recyclables. [44,45]

* **La perlite et la vermiculite**

- **La perlite** : est une roche volcanique siliceuse.

- **La vermiculite** : est une roche micacée fabriquée de la même manière.

Ce sont des matériaux perméables qui laissent la maison respirer. Elles sont des ressources non renouvelable mais abondante. Demandant moins d'énergie à la fabrication. Elles sont recyclables.

Les deux matériaux se trouvent sous forme de vrac, panneaux, mortiers et enduits pour isoler les combles, insufflé dans les parois, dans les bétons et les mortiers allèges. Concernant l'impact sanitaire, il n'y a pas de dégagement toxique en cours d'utilisation ou en cas d'incendie. [44,45]



*Photo n° 27: La perlite et la vermiculite.
Source : Site Web*

❖ Les isolants végétaux :

On distingue plusieurs types : le liège expansé, le chanvre et la laine de mouton.

* **Le bois feutré :**

Le bois feutré se présente sous la forme de panneaux mous, mi-durs et composites et peut être utilisé comme isolation complémentaire ou isolation principale. Ces panneaux sont perméables à la vapeur d'eau et sont inflammables. Le bois est une ressource renouvelable, locale et recyclable. Il n'y a pas de dégagement toxique. [44,45]

***La laine de cellulose :**

La cellulose est le résultat du recyclage du papier (journaux et coupes d'imprimerie). Il se trouve sous forme de vrac, des panneaux isolés texturés et les panneaux d'agencement. Ces derniers sont utilisés pour l'isolation phonique sous dalle. La cellulose est difficilement inflammable, perméable à l'eau, imputrescible et non consommable par les rongeurs.

La laine de cellulose présente une bonne qualité technique, écologique et coût très intéressant. Concernant l'impact sanitaire, il n'y a pas de dégagement toxique en cours d'utilisation. [44, 45, 46]



Photo n° 28: La laine de cellulose.
Source : ECO LOTISSEMENT SAINT LEONARD, RIVARENNES, Architecture bioclimatique et matériaux. [Emmanuel Alasseur / Ludovic Biaunier, Avril 2013]. p:15.

***Le liège expansé :**

C'est un matériau inflammable, imputrescible, inaltérable mais faiblement perméable à l'eau et attaqué par les rongeurs. Il existe sous forme de vrac pour l'isolation par déversement ou insufflation. C'est une ressource renouvelable. Sa fabrication nécessite peu d'énergie. Concernant l'impact sanitaire, le liège ne présente aucun effet nocif sur la santé mais les colles et vernis utilisés pour les panneaux composites peuvent renfermer des substances toxiques. [44, 45, 46]



Photo n° 29: Le Liège expansé.
Source : Site Web

***Le chanvre :**

Le chanvre est un matériau difficilement inflammable et perméable à l'eau. Il est imputrescible et présente une grande résistance mécanique. Il a l'avantage de ne pas attirer les insectes et les nuisibles en raison de l'absence d'albumine dans ses fibres. La laine de chanvre se présente sous forme de vrac, rouleaux ou en panneaux pour des utilisations traditionnelles. Il s'agit d'une ressource renouvelable et potentiellement abondante. De plus, il est réutilisable et compostable. Aucun effet nocif sur la santé n'est connu à ce jour et il ne dégage aucun gaz toxique en cas d'incendie. [44, 45]



Photo n° 30: Plantes de chanvre.
Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. page: 21.



Photo n° 31: Mise en place du chanvre. Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. page: 21.

***La laine de lin :**

La laine de lin est un matériau qui présente une bonne qualité isolante, elle est traitée par des sels minéraux, C'est une ressource renouvelable, réutilisable, qui demande relativement peu d'énergie à sa fabrication. Difficilement inflammable, perméable à l'eau et présente de très bonnes propriétés de résistance mécanique. Elle ne présente aucun risque pour la santé et ne dégage pas de gaz toxique en cas d'incendie. ^[44]



Photo n° 32: La laine de lin. Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. p: 21.

***La laine de coco :**

Les fibres de coco sont utilisées depuis une trentaine d'années en tant qu'isolant thermique. Elles offrent une grande résistance à l'humidité. Très réputées par leur élasticité et leur durabilité. ^[44]



Photo n° 33: La laine de coco. Source : Site Web

*** La laine de coton :**

C'est un matériau écologique qui se présente sous forme de rouleaux qui servent à isoler les planchers, les toitures et les combles ou en vrac comme isolant de remplissage manuel ou insufflé dans les planchers, les combles, les murs et dans les toitures en rampants. ^[44]



Photo n° 34: La laine de coton. Source : Site Web

❖ Les isolants animaux :

On distingue deux types : La laine de mouton et la plume

* **La laine de mouton :** C'est un isolant polyvalent conditionné sous forme de rouleaux ou en vrac. Ce produit serait plus sensible aux parasites et les mites. ^[44]

* **La Plume :** C'est un isolant thermique et acoustique, se présente sous forme de panneaux. Provenant essentiellement de plumes de canard. Ce produit caractérise par sa résilience (capacité à reprendre son volume après compression), sa perméabilité à la vapeur d'eau et sa capacité d'absorption. Il peut ainsi absorber jusqu'à 100% de son poids en eau sans altérer ses caractéristiques. ^[44]



*Photo n° 35: La laine de mouton.
Source : Guide de l'éco-construction,
Agence régionale de l'environnement
en Lorraine. [ADEME], p: 21.*



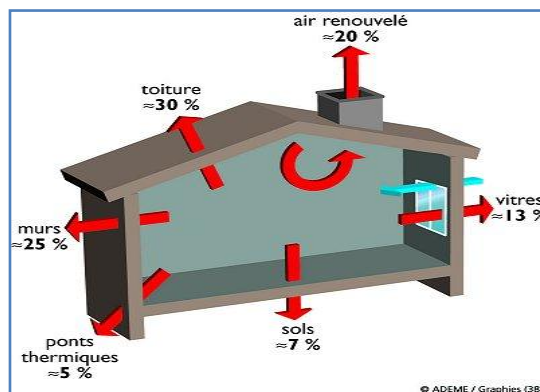
*Photo n° 36: La plume.
Source : www.habitat-ecologique.be.*

-L'isolation thermique dans une maison passive :

L'isolation thermique est un complément primordial au bon fonctionnement de la maison solaire passif. Elle permet de préserver le confort en réduisant les échanges thermiques avec l'ambiance extérieure : si celle-ci est froide, l'isolation garde la chaleur; si celle-ci est chaude ; l'isolation préserve la fraîcheur.

Les déperditions thermiques sont localisées au niveau du toit, des fenêtres, des murs, du sol et sont également dues au renouvellement d'air et aux ponts thermiques. Donc, il est utile de renforcer l'enveloppe du bâtiment pour limiter ces déperditions et avoir une enveloppe fortement isolée thermiquement et sans discontinuité. ^[47,48]

Schéma n° 34: Ensemble des déperditions thermiques d'une maison non isolée. Source: Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. p:10.

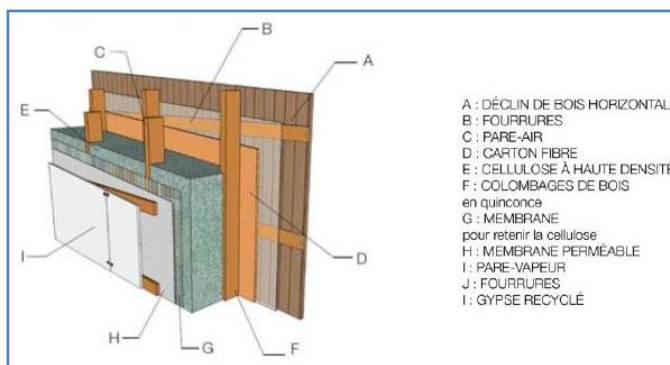


Dans une maison solaire passif : on distingue plusieurs types d'isolations différents :

✚ **L'isolation des murs** : L'isolation des murs réduit les pertes de chaleur qu'ils sont responsables d'environ 25% et permet d'augmenter la température intérieure des parois. L'isolant peut se placer de diverses manières dans un mur : à l'intérieur, des panneaux sont installés, alors que pour l'isolation extérieure, de préférence une laine minérale, recouvre le mur par l'extérieur afin d'éviter les ponts thermiques. [49,50]

Schéma n° 35: Un mur double ossature isolé à la cellulose (hyper isolation).

Source: Solaire passif, La maison solaire passive de A à Z. [Eco-habitation. Canada].page11.



✚ **L'isolation du toit** : Les déperditions thermiques les plus importantes sont localisées au niveau de la toiture (environ 30%) puisque l'air chaud, plus léger, monte et s'échappe par le toit. Donc, il est nécessaire de renforcer la toiture par des matériaux d'isolation qui caractérisent par une bonne qualité isolante. Deux types de solutions peuvent être utilisés pour cette opération : La toiture végétalisée qui permet d'améliorer l'isolation en été et en hiver, ainsi que une isolation sous toiture : les fibres minérales en rouleaux équipés d'un pare vapeur, les isolants en vrac, la laine de verre en vrac ou les isolants en panneaux. [49, 50,51]

✚ **L'isolation des vitrages** : Les vitrages représentent les points faibles de l'isolation thermique de la maison solaire passif, qui sont responsables d'environ 13% des déperditions de chaleur. Donc, il est donc primordial d'apposer une bonne isolation thermique pour limiter les déperditions thermiques comme le solution de double vitrage qu'il réduit l'effet de paroi froide, diminue les condensations et les lieux de déperditions thermiques et améliore l'isolation acoustique. [49,50]

✚ **L'isolation du sol (plancher)** : Les déperditions thermiques au niveau du plancher ne sont pas les plus importantes représentent 7% de la déperdition total du chaleur dans un maison passive. Leur isolation limite les sensations d'inconfort liées au phénomène de paroi froide. L'isolation est différente selon la position du plancher. Si le plancher est sur terre-plein On peut réaliser une isolation sous la dalle flottante avec des panneaux composites. Si le plancher est sur un vide-sanitaire ou un local non-chauffé (cave), il faut faire l'isolation par la périphérie des fondations de la construction : l'isolation verticale des murs des fondations par

l'extérieur jusqu'à un niveau situé au-dessus de celui du plancher réduit considérablement les ponts thermiques. [49,50]

-Les ponts thermiques :

Les ponts thermiques sont des points faibles de l'isolation thermique qui engendrent des pertes de chaleur et par conséquent, une augmentation des frais de chauffage. Ces points faibles se situent généralement aux jonctions de différents éléments de construction, c'est-à-dire aux endroits de jonction entre les différentes surfaces comme : (Pied de mur, pied de toiture, coin du parement, les raccordements des fenêtres et des balcons, ...). [52,53]

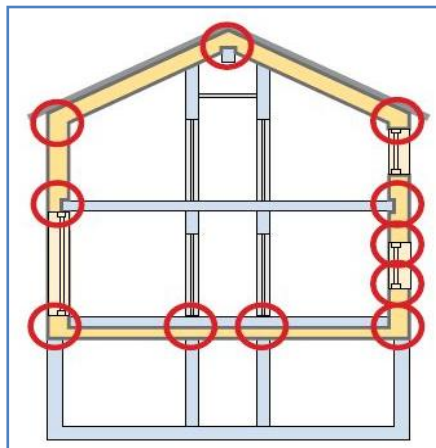


Schéma n° 36: Positions des ponts thermiques.
Source: *Construction passive, démarche active, la structure nationale pour le conseil en énergie.*
www.myenergy.lu.

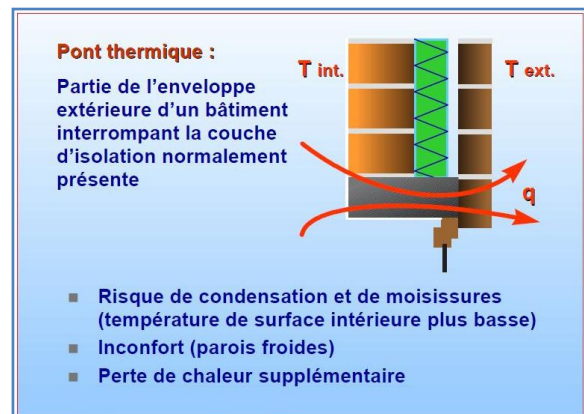


Schéma n° 37: Description et conséquences des ponts thermiques. Source: [Alain Liébard et André De Herde,, p: 85b].

-L'inertie thermique et le stockage d'énergie:

D'après Liébard et De Herde, [54] l'inertie thermique : C'est la capacité du bâtiment à stocker la chaleur reçue en journée pour la restituer pendant la nuit, lorsque la température extérieure s'est refroidie. avec un déphasage de quelques heures.

En hiver, cette qualité permet d'emmagasiner les apports solaires de la journée pour les restituer en soirée.

En été, elle permet de restituer la fraîcheur de la nuit écoulée pendant la journée.

Enfin, Une forte inertie joue le rôle d'un régulateur naturel du climat intérieur. Pour assurer cette fonction, il faut prévoir des éléments constitués de matériaux à forte inertie (béton, chape, mur maçonné, ...).

-Le stockage d'énergie:

Le travail combiné entre l'effet de serre qui piège la chaleur et l'inertie (stockage) est considéré comme la meilleure solution pour la réduction des besoins en énergie. On distingue deux types de stockage qui sont : Le stockage direct et le stockage indirect.

❖ Le stockage direct: est un processus par lequel le rayonnement solaire, irradiant un matériau, est partiellement absorbé par celui-ci, transformé en chaleur et accumulé en son sein.

❖ Le stockage indirect: Une paroi peut aussi s'échauffer en absorbant la chaleur rayonnée par d'autres parois ayant une température supérieure. De même, si l'air est plus chaud que la paroi, celle-ci peut gagner des calories par convection. ^[55,56]

-L'étanchéité à l'air :

Si l'enveloppe du bâtiment n'est pas hermétique, l'air froid extérieur pénétrera dans la maison et l'air chaud intérieur s'en échappera. Pour éviter ce problème, Il est nécessaire d'avoir la meilleure étanchéité possible pour limiter les déperditions par renouvellement d'air. L'application d'un pare air extérieur et d'un pare vapeur continu à l'intérieur contribue à diminuer les infiltrations. Ainsi la couche d'étanchéité doit être posée de manière continue afin d'éviter tout risque de ponts thermiques. ^[57,58]

Enfin, L'étanchéité à l'air est une condition essentielle pour la maison passive et doit être minutieusement planifiée et exécutée.

-Les apports internes et externes:

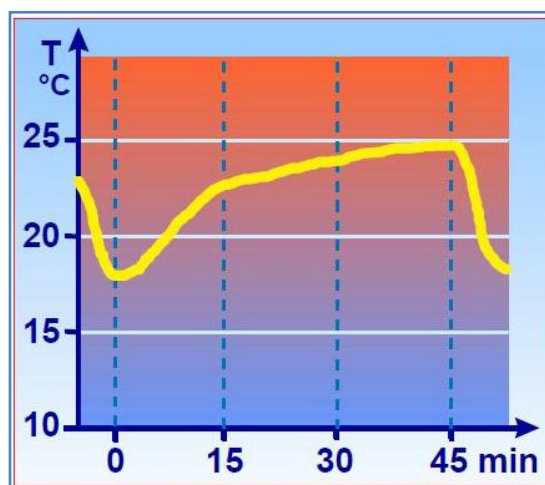
Dans une maison passive, l'impact des apports internes et externes est beaucoup plus important pour évaluer son bilan énergétique.

✚ Les apports internes :

Une partie des apports gratuits en chaleur dans un bâtiment provient de son, occupation. Par, l'utilisation de l'éclairage artificiel, de l'eau chaude sanitaire et des appareils électroménagers ainsi que la présence même des occupants. ^[59].

Principaux types de gains internes :

* **La présence humaine :** il s'agit d'une source d'augmentation de chaleur dans une maison passive par " l'effet de convection (35 %), rayonnement (35 %) et par évaporation (25%) "^[60].



Graphique n° 06 : Evaluation des températures due à la présence des occupants dans une salle de classe. Source: [Alain Liébard et André De Herde, p: 86b].

Selon les conditions de température de l'air, d'humidité relative et l'activité de l'individu.

***Les machines électriques :** Elles constituent des moteurs électriques permettent de dégager des quantités de chaleur qui dépendent de leur fonctionnement journalière. Les appareils à gaz aussi génèrent de la chaleur et produisent de l'humidité.

***L'éclairage artificiel :** Est un élément essentiel qui contribué à augmenter le bilan énergétique d'un bâtiment solaire passif. L'énergie rayonnée par un éclairage artificiel peut absorber par les parois ou les matériaux environnants. Ce qui peut conduire à une élévation excessive de la température et à une situation d'inconfort. ^[59,60,61].

✚ Les apports externes (Les apports solaires):

Dépendent avant tout de la latitude et du climat sous lequel est construite l'habitation. On distingue deux types d'apports solaires externes : directs et indirects.

***Les apports directs de chaleur :** Est la manière la plus simple et efficace pour chauffer la maison. Il consiste à laisser pénétrer le rayonnement solaire par de grandes fenêtres orientées au Sud. La chaleur sera ainsi piégée par le vitrage et ensuite conserver par un mur massif, afin de la restituer pendant la nuit. ^[59,60].

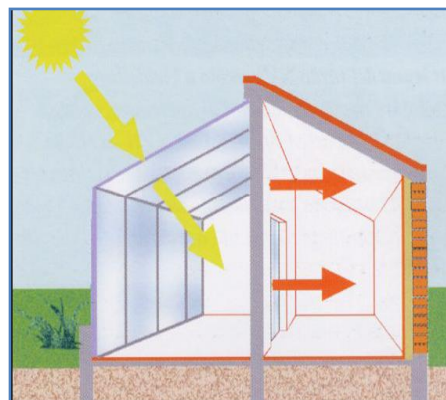


Schéma n° 38: Le principe de captage, conservation et la distribution pendant la nuit. Source: Guide de l'éco - construction.

***Les apports indirects de chaleur :** Est en général réalisé par une masse thermique interposée entre le soleil et l'espace intérieur à chauffer. Le mur Trombe est un bon exemple d'utilisation de ce procédé. ^[59,60].

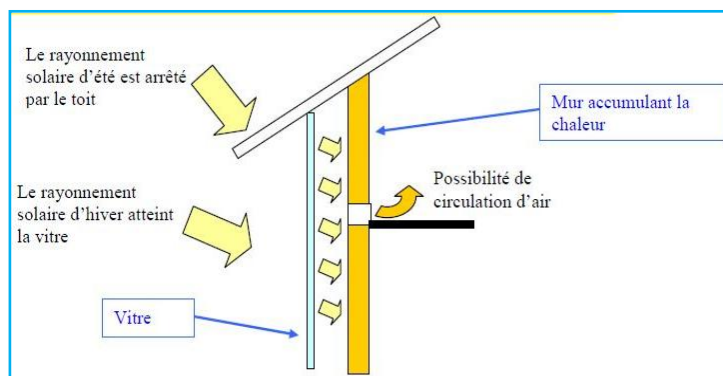


Schéma n° 39: Le principe de mur trombe. Source: Energie solaire, fiche technique. [ADEME].

- Les protections solaires:

Ce sont des éléments complémentaires indispensables pour protéger la maison du rayonnement solaire direct et limiter les surchauffes et l'éblouissement en période d'ensoleillement. Ces éléments de protections peuvent être fixes (auvent, avant toit, végétation, ...) ou mobiles (stores, volets, persiennes, ...). [62,63]

Il est nécessaire de calculer leurs dimensions en fonction de leur utilisation. Par exemple, un auvent orienté au sud doit laisser passer les rayons du soleil en hiver et les bloquer en été pour éviter les surchauffes. On distingue plusieurs types de protections solaires [63]

+ Les auvents horizontaux :

L'auvent horizontal est une avancée extérieure située au dessus de la fenêtre. Elle permet d'occulter les rayons du soleil d'été lorsqu'ils sont très inclinés. [62,63]

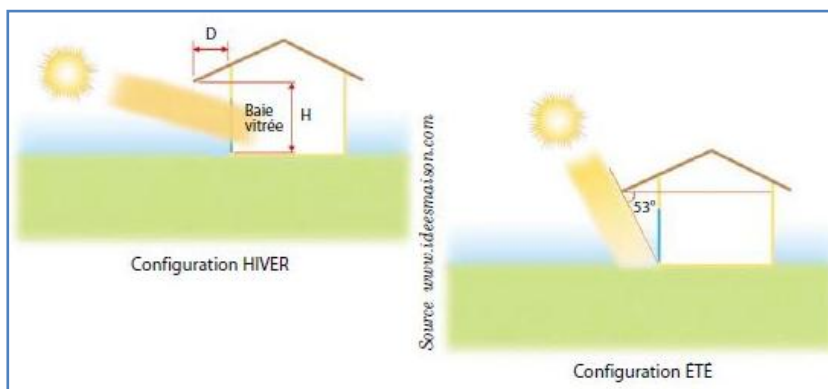


Schéma n° 40: dimensionnement des auvents en fonction de leurs utilisations.
Source: *Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. p:08.*

+ Les stores :

Le store est une protection solaire mobile. Il est plus utilisé. Il peut être vertical ou horizontal. L'avantage de ce procédé est la facilité d'adaptation à la position du soleil. Il doit être actionné manuellement à moins d'y installer un automatisme. [62,64]

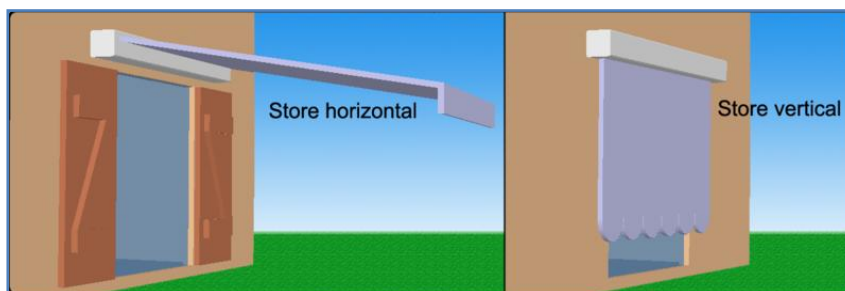


Schéma n° 41: Store horizontal et vertical.
Source: *Site Web*

✚ Treille naturelle :

La treille naturelle est une protection solaire réalisée grâce à des plantes grimpantes agrippées à un treillage. Généralement horizontale, la treille est disposée au dessus des baies vitrées situées plein Sud. Son principal avantage est que la végétation se développe en fonction des saisons, assurant de l'ombre en été, et laissant passer la lumière en hiver. [65]



Photo n° 37: La treille laisse passer la lumière en hiver et assure de l'ombre en été. Source: Site Web

✚ Brises soleil :

Une brise soleil, appelé aussi "casquette", il peut être horizontal ou vertical. Il doit orienter au sud pour laisser passer les rayons du soleil en hiver et les bloquer en été pour éviter les surchauffes. Il s'agit d'une avancée de toiture, d'un balcon, d'une « pergola » recouverte de végétaux grimpants ou d'un store fixe. [64,65]

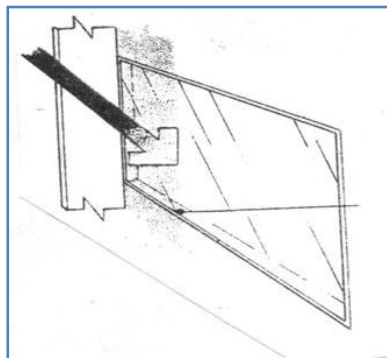


Schéma n° 42: Brise soleil vertical.
Source : Site Web



Photo n° 38: Brise soleil horizontale
Source: [Alain Liébard et André De Herde, p: 284b].



✚ Les végétations naturelles :

Une végétation judicieusement plantée aux abords de l'habitation peut constituer un excellent pare-soleil qui ombre en été par les arbres à feuilles persistantes et laisse passer le rayonnement solaire en hiver par des arbres aux feuilles caduques. [65]

Schéma n° 43: Principe de protection par végétation.
Source : Site Web

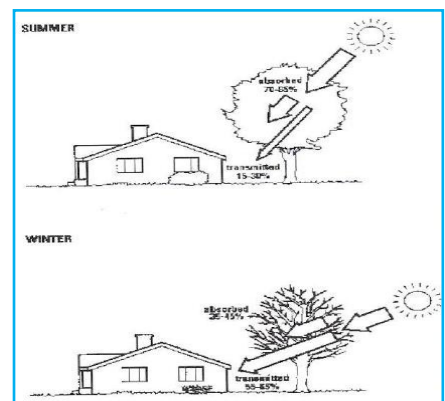


Photo n° 39: Protection solaire liée à l'environnement. Source: [Alain Liébard et André De Herde, p: 86b].



2-7- Outils techniques de l'architecture solaire passive :

2-7-1-Le mur capteur ou mur trombe :

Un mur capteur est un mur lourd, placé généralement en façade sud, en quelques centimètres derrière un vitrage performant. La paroi extérieure du mur considéré comme un capteur solaire, l'énergie captée par le vitrage transmis et absorbée par la masse du mur, la chaleur ne parvient à la surface interne qu'après un certain temps de déphasage et avec un certain amortissement. Ce déphasage dépend de l'épaisseur du mur et de la nature des matériaux. [66, 67, 68,69]

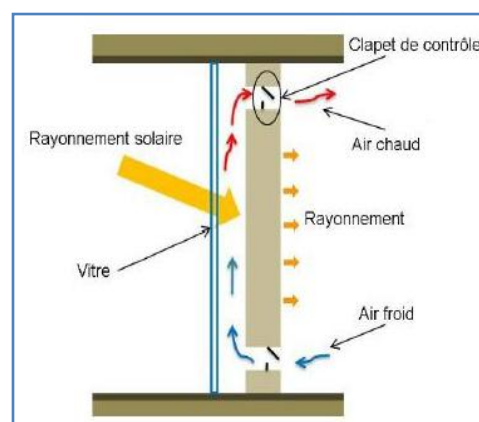


Schéma n° 44: Principe de fonctionnement de mur capteur. Source: l'énergie solaire, David Funk. [Sherbrooke, Québec, Canada, janvier 2010. p:16]

2-7-2- Les serre et vérandas :

Sont des éléments architecturaux très riches qui assurent une relation entre l'intérieur et l'extérieur. Elles doivent être orientées au sud pour éviter la surchauffe en été. Elles forment un espace tampon qui à pour fonction de capter la chaleur, de la piéger et de la distribuer en hiver. Elles participent aussi au confort d'hiver et réduisent les consommations d'énergie liées au chauffage. [70, 71, 72,73]

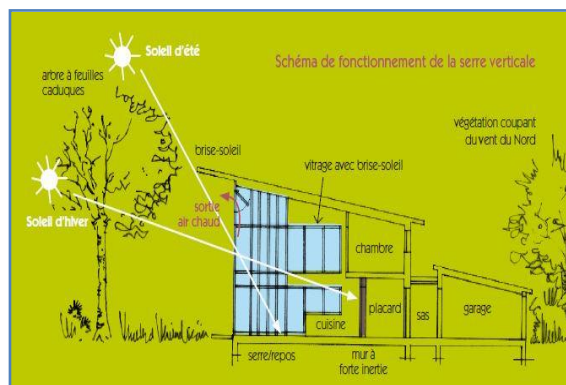


Schéma n° 45: Principe de fonctionnement de la serre. Source: Guide-conseil l' Union Régionale, URCAUE des Pays-de-la-Loire.[www.urcaue-paysdelaloire.com].

2-7-3-Les capteurs à air en façade :

C'est un système de chauffage hybride qui fonctionne par deux systèmes:

*Système passif : par le capteur fenêtre qui constitué de deux fenêtres distantes entre elles de 10 à 20 cm. Le transport de la chaleur assuré par l'air qui est circulé entre ces deux fenêtres est à un stock thermique généralement lit de gravier.

*Système actif : par la mise en place d'un collecteur (store absorbant par exemple) entre les deux fenêtres, puis un système de ventilation qui pulse l'air vers le stock thermique. [74,75]

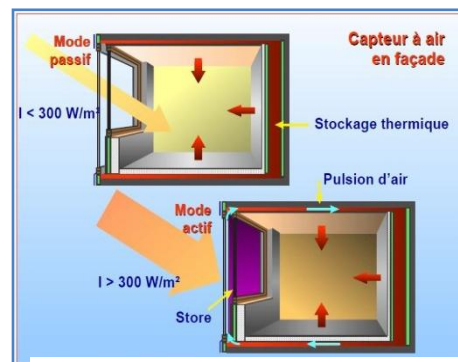


Schéma n° 46: Mécanismes passif et actif du capteur - fenêtre.

Source: [Alain Liébard et André De Herde, p: 73b].

2-7-4-Les espaces tampons :

Ce sont des espaces de service (garages, celliers, buanderie, etc...), situé au nord de l'habitation, exposés au vent et peu chauffés, peu ensoleillés. Elles permettent de créer des ambiances thermiques différentes. Elles se comportent aussi comme une isolation thermique complémentaire et diminuent les pertes de chaleur. [76,77]

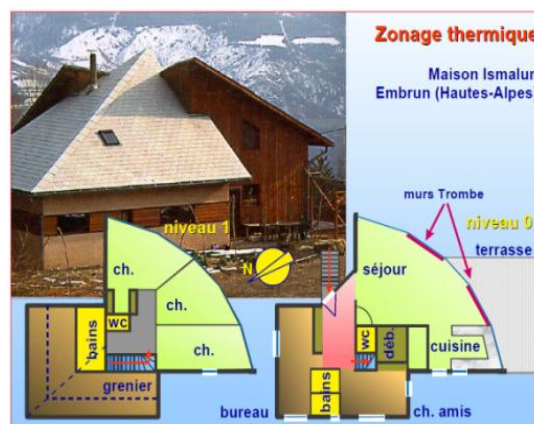


Schéma n° 47: Espaces tampons organisés par zonage, au nord. Source: [Alain Liébard et André De Herde, p: 65b].

2-7-5- Le puits canadien :

Le puits canadien ou puits provençal, ce système utilise l'inertie du sol pour préchauffer l'air froide en hiver et prérafraîchi l'air chaude en été, à partir de l'installation des tuyaux enterrés entre 1 et 2 mètres de profondeur. A cette profondeur la température du sol est constante pendant toutes l'année que celle de l'air extérieur. [78, 79,80]

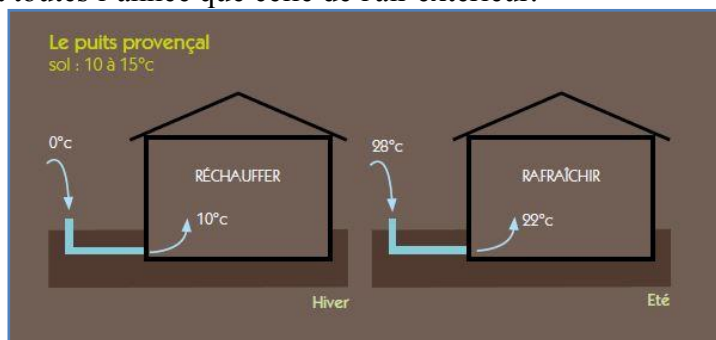


Schéma n° 48: Fonctionnement de puits canadien en été et en hiver.

Source: Guide-conseil I' Union Régionale, URCAUE des Pays-de-la-Loire. [www.urcaue-paysdelaloire.com].

2-7-6- Doubles peaux :

C'est un système d'accumulation de la chaleur. Il constitue de deux parties principales:

- * Une paroi extérieure totalement vitrée: permet de capter le rayonnement solaire.
- * Une paroi intérieure plus massive qui est composée de parois vitrées et de parois opaques joue un rôle d'accumulateur de la chaleur. [81,82]

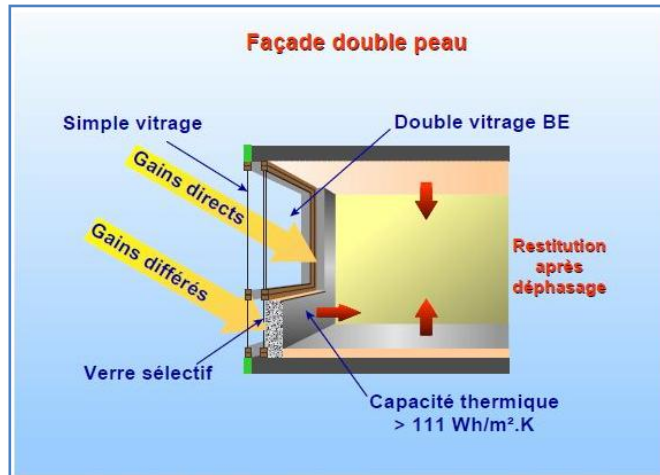


Schéma n° 49: Eléments d'une façade double peaux. Source: [Alain Liébard et André De Herde, p: 71b].

3-Conclusion :

L'habitat passif apporte une grande qualité de vie tant du point de vue sanitaire que du confort quelles que soient la saison et la zone géographique. Il allie les performances et les règles du bio climatisme associées à des méthodes constructives performantes sur tous les éléments du bâti. Son caractère environnemental est aujourd'hui le plus performant dans le monde de l'immobilier tant lors de la construction que du fonctionnement. Il peut encore être amélioré en choisissant des matériaux de construction et d'isolation bio sources, de l'électroménager et un éclairage efficace ainsi qu'une production d'eau chaude sanitaire solaire.

Références :

- ^[1] - *Eco-habitation. Solaire passif, La maison solaire passive de A à Z. [Canada].p: 02.*
- ^[2] - *David Funk , L'énergie solaire : circonstances et conditions d'exploitation au Québec, Centre universitaire de formation en environnement, Université de Sherbrooke, Québec,(Canada, janvier 2010). p: 61.*
- ^[3] – *CAUE, Les maisons passives, l'avenir de la réalité, [l'Espace Info Énergie de Limousin Nature Environnement]. Isère. p:04.*
- ^[4] - *Talal SALEM , Intégration des composants solaires thermiques actifs dans la structure bâtie, Thèse doctorat, L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Année 2007.p :46*
- ^[5] - *Alain Liébard et André De Herde, [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 61,62a]. observ,ER 2005.*
- ^[6] - [*www.maisonpassive.be*], *Olivier Henz , Maison passive Passiefhuis, Ecorce, ingénieur et consultance p: 02.*
- ^[7] - *Dorothee Tochon Fremont & Sebastien Viret , Présentation du label PASSIVHAUS, projet passif de maison individuelle, Mémoire Formation QEB 09/10 –Concept Passivhaus et étude de cas – ENSAL. p:11, 12, 13.*
- ^[8] - *Le solaire passif, global chance. petit mémento des énergies renouvelables.(fiche 21).*
- ^[9] - *Eco-habitation, Solaire passif, La maison solaire passive de A à Z. [Canada].p: 03, 04.*
- ^[10] - [*www.myenergy*], *lu Construction passive, démarche active. [myenergy, V3/2013, la structure nationale pour le conseil en énergie.]. p: 04, 05.*
- ^[11] – *CAUE, Les maisons passives, l'avenir de la réalité,[l'Espace Info Énergie de Limousin Nature Environnement]. p:09.*
- ^[12] - *Talal SALEM , Intégration des composants solaires thermiques actifs dans la structure bâtie, Thèse doctorat, L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Année 2007.p: 47.*
- ^[13] – *ADEME, Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. page:01.*
- ^[14] - *Agence Méditerranéenne de l'Environnement (AME) et l'Ordre des Architectes du Languedoc-Roussillon , Architecture solaire et conception climatique du bâtiment, p:01*
- ^[15] - *Emmanuel Alassoeur & Ludovic Biaunier , ECO LOTISSEMENT SAINT LEONARD, RIVARENNE, Architecture bioclimatique et matériaux. [Avril 2013]. p: 02.*
- ^[16] - *Ibid., p. 05,06.*
- ^[17] – *ECOREA, Principes de la construction Bioclimatique .*
- ^[18] - [*Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 63a*], *observ,ER 2005.*
- ^[19] - *Emmanuel Alassoeur & Ludovic Biaunier , ECO LOTISSEMENT SAINT LEONARD, RIVARENNE, Architecture bioclimatique et matériaux. [Avril 2013]. p: 06.*
- ^[20] – *ECOREA, Principes de la construction Bioclimatique .*
- ^[21] - *Agence Méditerranéenne de l'Environnement (AME) et l'Ordre des Architectes du Languedoc-Roussillon , Architecture solaire et conception climatique du bâtiment, p:02*
- ^[22] - *Alain Liébard et André De Herde , [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, observ, ER 2005. page 64*
- ^[23] - *Emmanuel Alassoeur & Ludovic Biaunier , ECO LOTISSEMENT SAINT LEONARD, RIVARENNE, Architecture bioclimatique et matériaux. [Avril 2013]. p: 06,07.*
- ^[24] – *ECOREA, Principes de la construction Bioclimatique .*
- ^[25] – *ADEME, Les grands principes de l'architecture bioclimatique, Info, Energie, RHONE ALPES [www.infoenergie69.org],*
- ^[26] - *Eco-habitation, Solaire passif, La maison solaire passive de A à Z. [Canada].p: 07.*
- ^[27] - *Ibid., p. 16.*
- ^[28] - *Dorothee Tochon Fremont & Sebastien Viret, Présentation du label PASSIVHAUS, projet passif de maison individuelle, Mémoire Formation QEB 09/10 – Concept Passivhaus et étude de cas – ENSAL. p:25, 26, 27.*

- ^[29] – ADEME, *Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine*. page:38.
- ^[30] – [www.myenergy.lu]. *Construction passive, démarche active*. [myenergy, V3/2013, la structure nationale pour le conseil en énergie. p: 10, 11.
- ^[31] – CAUE, *Les maisons passives, l'avenir de la réalité, [l'Espace Info Énergie de Limousin Nature Environnement].* . p:08.
- ^[32] – *Eco-habitation, Solaire passif, La maison solaire passive de A à Z. [Canada].*p: 17.
- ^[33] – Alain Liébard et André De Herde, [*Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 22a*]. observ,ER 2005.
- ^[34] – Emmanuel Alassoeur & Ludovic Biaunier, *ECO LOTISSEMENT SAINT LEONARD, RIVARENNES, Architecture bioclimatique et matériaux. [Avril 2013].* p: 07.
- ^[35] – ADEME, *Les grands principes de l'architecture bioclimatique, Info, Energie, RHONE ALPES [www.infoenergie69.org],*
- ^[36] – *Eco-habitation, Solaire passif, La maison solaire passive de A à Z. [Canada].*p: 09.
- ^[37] – C.A.U.E & ADEME *Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement de la Seine-Maritime, Intégration architecturale des équipements liés aux énergies renouvelables (solaire et bois) - septembre 2010, de la Seine-Maritime [caue@caue76.org - www.caue76.org].* p :07
- ^[38] – ECOREA, *Principes de la construction Bioclimatique .*
- ^[39] – ADEME, *Les grands principes de l'architecture bioclimatique, Info, Energie, RHONE ALPES [www.infoenergie69.org], .*
- ^[40] – *Eco-habitation, Solaire passif, La maison solaire passive de A à Z. [Canada].*p: 09.
- ^[41] – ADEME, *Les grands principes de l'architecture bioclimatique, Info, Energie, RHONE ALPES [www.infoenergie69.org],*
- ^[42] – ECOREA, *Principes de la construction Bioclimatique .*
- ^[43] – URCAUE, *Guide-conseil l' Union Régionale, des Pays-de-la-Loire 312, avenue René Gasnier 49100Angers. [www.urcaue-paysdelaloire.com].*
- ^[44] – *Ibid., p. 15,16,17,18,19,20,21.*
- ^[45] – Alain Liébard et André De Herde, [*Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 134a*]. observ,ER 2005.
- ^[46] – Emmanuel Alassoeur & Ludovic Biaunier, *ECO LOTISSEMENT SAINT LEONARD, RIVARENNES, Architecture bioclimatique et matériaux. [Avril 2013].* p: 07.
- ^[47] – ECOREA, *Principes de la construction Bioclimatique .*
- ^[48] – Thomas&Piron, *Partenaire de la construction de votre maison passive, la force d'un groupe PMP (Plate-forme maison passive) février 2011, [www.thomas-piron.eu].* p: 06.
- ^[49] – ADEME, *Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine*. page:11,12.
- ^[50] http://fr.solarpedia.net/wiki/index.php?title=L%27architecture_solaire_passive
- ^[51] – Alain Liébard et André De Herde, [*Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 172a*]. observ,ER 2005.
- ^[52] – *Ibid., p. 58a.*
- ^[53] – ADEME, *Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine*. page:14.
- ^[54] – Alain Liébard et André De Herde, [*Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 91a*]. observ,ER 2005.
- ^[55] – Agence Méditerranéenne de l'Environnement (AME) et l'Ordre des Architectes du Languedoc-Roussillon *Architecture solaire et conception climatique du bâtiment, p:05,06.*
- ^[56] – Programme SOLTHERM de la région Wallonne *formation à destination des architectes SOLTHERM – Formulaire de demande de prime pour un chauffe-eau solaire installé en 2004 Support écrit pour l'architecte, [Version Janvier 2004].* p: 38, 39,40.
- ^[57] – Thomas&Piron, *Partenaire de la construction de votre maison passive, la force d'un groupe PMP (Plate-forme maison passive) février 2011, [www.thomas-piron.eu].* p: 07.
- ^[58] – [www.myenergy.lu], *Construction passive, démarche active. myenergy, V3/2013, la structure nationale pour le conseil en énergie..* p: 08, 09.

- ^[59] - Programme SOLTHERM de la région Wallonne formation à destination des architectes, SOLTHERM – Formulaire de demande de prime pour un chauffe-eau solaire installé en 2004 Support écrit pour l'architecte, [Version Janvier 2004]. p: 36, 37,38.
- ^[60] - Alain Liébard et André De Herde, [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 86a]. observ,ER 2005.
- ^[61] Dorothee Tochon Fremont & Sebastien Viret , Présentation du label PASSIVHAUS, projet passif de maison individuelle, Mémoire Formation QEB 09/10 – Concept Passivhaus et étude de cas – ENSAL. p:37
- ^[62] – ADEME, Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. page:08.
- ^[63] - Thomas&Piron, Partenaire de la construction de votre maison passive, la force d'un groupe PMP (Plate-forme maison passive) février 2011, [www.thomas-piron.eu]. p: 09.
- ^[64] - Alain Liébard et André De Herde, [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 87,283,168a]. observ,ER 2005.
- ^[65] http://fr.solarpedia.net/index.php?title=L%27architecture_solaire_passive
- ^[66] - Alain Liébard et André De Herde, [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 72a]. observ,ER 2005.
- ^[67] - Agence Méditerranéenne de l'Environnement (AME) et l'Ordre des Architectes du Languedoc-Roussillon, Architecture solaire et conception climatique du bâtiment, réalisé par. p:09,10
- ^[68] - David Funk , L'énergie solaire : circonstances et conditions d'exploitation au Québec, Centre universitaire de formation en environnement, Université de Sherbrooke, Québec,(Canada, janvier 2010). p: 15,16.
- ^[69] - <http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/solaire-thermique>.
- ^[70] - Alain Liébard et André De Herde, [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 70a]. observ,ER 2005.
- ^[71] – ADEME, Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. page:07,08.
- ^[72] – URCAUE, Guide-conseil l' Union Régionale, des Pays-de-la-Loire 312, avenue René Gasnier 49100Angers. [www.urcaue-paysdelaloire.com].
- ^[73] - C.A.U.E & ADEME, Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement de la Seine-Maritime, Intégration architecturale des équipements liés aux énergies renouvelables (solaire et bois) - septembre 2010,. de la Seine-Maritime [caue@caue76.org - www.caue76.org]. p :08
- ^[74] - Alain Liébard et André De Herde, [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 73a]. observ,ER 2005.
- ^[75] - Agence Méditerranéenne de l'Environnement (AME) et l'Ordre des Architectes du Languedoc-Roussillon, Architecture solaire et conception climatique du bâtiment, réalisé par. p:10
- ^[76] - Alain Liébard et André De Herde, [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 65a]. observ,ER 2005.
- ^[77] - Agence Méditerranéenne de l'Environnement (AME) et l'Ordre des Architectes du Languedoc-Roussillon Architecture solaire et conception climatique du bâtiment, réalisé par. p:09
- ^[78] - Alain Liébard et André De Herde, [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 2a]. observ,ER 2005.
- ^[79] – ADEME, Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. page:40.
- ^[80] – URCAUE, Guide-conseil l' Union Régionale, des Pays-de-la-Loire 312, avenue René Gasnier 49100Angers. [www.urcaue-paysdelaloire.com].
- ^[81] - Alain Liébard et André De Herde, [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, page 71a]. observ,ER 2005.
- ^[82] - Talal SALEM , Intégration des composants solaires thermiques actifs dans la structure bâtie, Thèse doctorat, L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Année 2007.p :81, 82.

Partie II :
Partie
analytique

Chapitre III:
Présentation du
cas d'étude

1-Introduction :

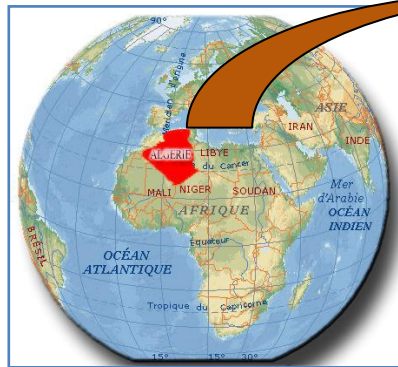
Tébessa fait partie des hauts plateaux. Elle occupe une situation géographique et stratégique qui constitue une zone de transit entre le nord et le sud de la région est du pays. Le climat de cette région est plus variable au niveau du quatre saisons, elle caractérise par son aspect froid en hiver et chaud en été. Elle appartient au domaine bioclimatique semi aride doux. A la faiblesse des précipitations en outre très irrégulières, s'ajoute une répartition saisonnière très variable caractérisée parfois par de violentes averses.

2- Situation et caractéristiques de la wilaya de Tébessa :

2-1- La situation Géographique :

Tébessa occupe une position stratégique à l'extrême Est de l'Algérie, c'est une ville carrefour à la frontière du désert et de la Tunisie, aboutissement de voies de circulation importantes et constitue un point de transit entre l'intérieur et l'extérieur du pays d'une part et entre le Tell et le Sahara d'autre part.

Tébessa couvre une aire de 13878 kilomètres carrés et se rattache naturellement d'une manière générale à la zone des Hauts plateaux et partiellement à l'immense étendue steppique du pays (1).



Carte no 01 : situation de l'Algérie, Source : Mr .Gherzouli Lazhar, 2007, p37



Carte no 02 : situation de Tébessa / l'Algérie, Source : Mr .Gherzouli Lazhar, 2007, p38



Carte no 03 : situation de Tébessa / à la région, Source : Mr .Gherzouli Lazhar, 2007, p38

La wilaya de Tébessa est limitée :

- ❖ Au Nord par la wilaya de Souk-Ahras
- ❖ Au Nord Ouest par la wilaya de Oum-El Bouaghi et de Khenchela
- ❖ A l'Est par la Tunisie (sur 300 kms de frontières)
- ❖ Au Sud par la wilaya d'El-Oued ⁽²⁾



Carte no 04 : Limites de la wilaya de Tébessa,
Source: Agence Nationale de Développement de
l'Investissement (ANDI)-2013

2-2- Organisation Territoriale :

La configuration territoriale et l'organisation administrative ont subi depuis 1974, date de promotion de Tébessa au rang de wilaya, des restructurations et des corrections successives, encadrées par douze (12) dairate, elle compte 28 communes dont dix (10) frontalières.

- ❖ 04 communes urbaines:

Tébessa – Bir el Ater – Cheria –
Ouenza

- ❖ 07 communes semi

urbaines : El Aouinet - El
Hammamet - El Kouif - Boukhadra
– Morsott - El Oglâ , El Ma Labiod

- ❖ 05 communes semi

Rurales : Bekkaria – Negurine – Bir
Mokadem – El Meridj – Oum Ali

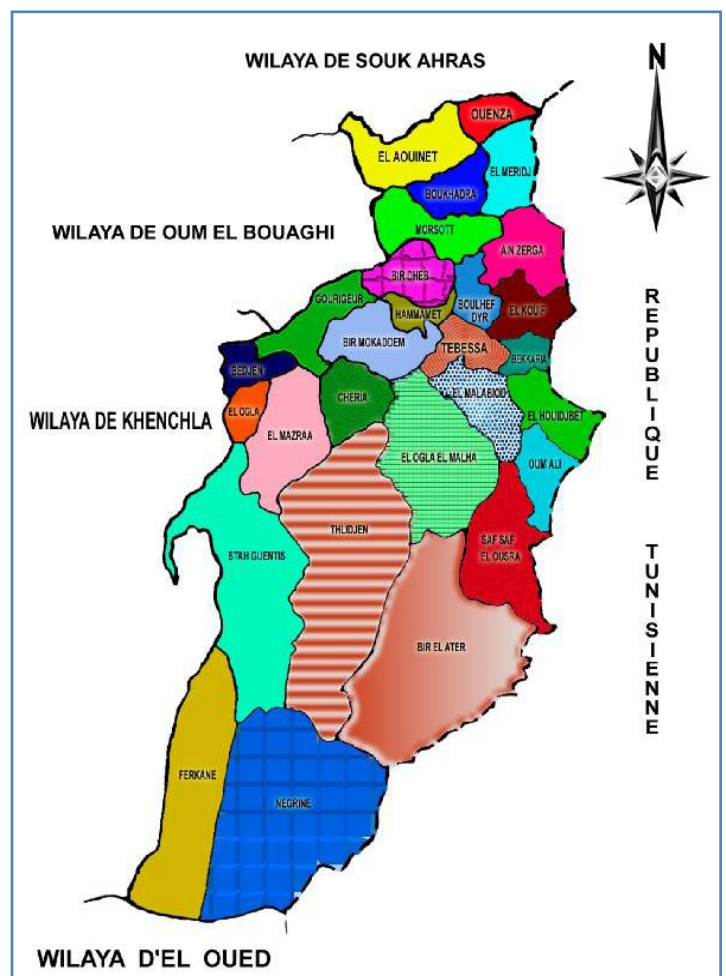
- ❖ 12 communes rurales: Stah

Guentis – El Mazraa – Bedjen –
thelidjan – Gourigueur – Farkane -
El Oglâ El Malha -

- ❖ Saf saf El Ousra - Boulhaf

Dyr - El houijbet - Bir D'heb - Ain
Zarga.

- ❖ Communes enclavées : néant. ⁽³⁾



Carte no 05 : Les communes de wilaya de Tébessa,
Source : Mr .Gherzouli Lazhar, 2007, p39

✚ **Daïra et nombre de communes**

DAIRA	COMMUNE	Superficie (KM ²)
TEBESSA	TEBESSA	184
EL KOUIF	EL KOUIF	257
	BEKARIAYA	152
	BOULHAF DIR	168
MORSOTT	MORSOTT	296
	BIR-DHEB	279
EL -MALABIOD	EL -MALABIOD	316
	HOUIDJEBET	286
EL AOUNET	EL AOUNET	411
	BOUKHADRA	213
OUENZA	OUENZA	124
	AIN ZERGA	296
	EL EMRIDJ	297
BIR-MOKKADEM	BIR-MOKKADEM	426
	HAMMAMET	88
	GOURIGUEUR	328
BIR EL ATER	BIR EL ATER	1.522
	EL OGLA EL MALHA	1.030
EL OGLA	EL OGLA	255
	EL MAZRAA	430
	BEDJENE	132
	STAH- GUENTIS	1.124
OUM-ALI	OUM-ALI	188
	SAF-SAF EL OUSRA	477
NEGRINE	NEGRINE	1.604
	FERKANE	903
CHERIA	CHERIA	267
	THILIDJENE	1.825

Tableau n° 01 : Daïra et nombre de communes, Source : l'Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière (ANIREF)-2013

2-3- Les caractéristiques de la wilaya de Tébessa :

2-3-1- Population :

- Evaluée à 648.703 habitants au RGPH 2008, la population totale De la wilaya est estimée au 31/12/2012 à 694 289 Hab, avec une Densité Moyenne de l'ordre de 50 Hab/ Km².
- La distribution du peuplement à travers le Territoire, régie par la conjugaison les facteurs physiques, Climatiques et socio économiques, laisse apparaitre trois (03) Zones de peuplement très Distinct.

- Zone à forte densité (150 Hab /Km²) située au nord et concerne 12 communes avec 60% de la population totale établie sur une superficie équivalente 19% du territoire.
- Zone à faible densité (32 Hab/ Km²) localisée au centre et regroupe 14 communes steppiques avec 37% de la population totale établie sur une superficie équivalente 62% de la superficie totale.
- Zone à très faible densité (04 Hab /Km²) représentée seulement par 02 communes sahariennes (Négrine et Ferkane) avec 1.7% seulement de la population établie sur 18.6% du territoire.
- Quant à la structure de la population selon le sexe, elle est dans l'ensemble équilibrée, tandis que la structure selon l'âge dégage une forte proportion de jeunes de moins de 25 ans (52%) ⁽⁴⁾.

LISTE DES INDICATEURS	Unité	Valeur
01 : DONNEES GENERALES		
Superficie	KM ²	13878
Nombre de daïras	Nbre	12
Nombre de Communes	Nbre	28
Nombre de d'antennes administratives	Nbre	62
Taux d'encadrement administratif	%	5.43
02 : DONNEES DEMOGRAPHIQUES		
Population Totale	Nbre	694289
Enfants de moins de 6 ans (6 ans non révolus)	Nbre	93651
Population de 6 à 15 ans	Nbre	167258
Population de 16 à 59 ans	Nbre	393731
Population 60 ans et plus	Nbre	39649
Population Urbaine	Nbre	524940
Population Rurale	Nbre	169349
Population active totale	Nbre	194891
Population occupée totale	Nbre	179989
Population en Chômage	Nbre	14902
Taux de Chômage	%	7.65
Densité	Hbts/Km ²	50
Taux d'urbanisation	%	70
Taille moyenne des ménages	Nbre	5
Taux d'accroissement annuel	%	1.7
Taux de Natalité	%	2.08
Taux de Mortalité	%	0.41
Taux de Nuptialité	%	0.99

Tableau n° 02 : Indicateurs annuels de la wilaya de Tébessa 2012
Source : Site Web

2-3-2- Le relief

Par sa situation géographique, la Wilaya de Tébessa chevauche sur des domaines physiques différents:

✚ Au Nord:

Le domaine Atlasique à structure plissée constitué par: Les Monts de Tébessa dont:

- ❖ Les Hauts plateaux qui offrent des paysages couverts d'une végétation steppique à base d'Alfa et d'Armoise (Plateau de Dermoun-Saf-Saf-El-Ouesra – Berzguen).
- ❖ Les Hautes plaines encaissées et encadrées par les reliefs décrits précédemment, ce sont les plaines de Tébessa, Morsott, Mchental, Bhiret-Larneb.

<i>Djebel Azmor</i>	<i>1500m</i>
<i>Djebel-Dyr</i>	<i>1472m</i>
<i>Djebel-Kmakem</i>	<i>1277m</i>
<i>Djebel-Onk</i>	<i>1358m</i>

Tableau n° 03 : Les hautes montagnes de la wilaya de Tébessa, Source : l'Agence Nationale de Développement de l'Investissement (ANDI)-2013

✚ Au Sud:

Le domaine saharien à structure tabulaire constitué par le Plateau saharien qui prend naissance au-delà de la flexure méridionale de L'Atlas saharien (Sud du Djebel –Onk, Djebel-Abiod) ⁽⁵⁾.

2-3-3- Hydrographie

- La wilaya de Tébessa, chevauche également sur deux grands systèmes hydrographiques.
- Le bassin versant de l'Oued Medjerdah, lui-même subdivisé en 04 sous bassin versants couvrant la partie Nord de Wilaya. L'écoulement y est exoréique assuré par une multitude de cours d'eau dont les plus importants sont: Oued Mellégué, Oued Chabro, Oued Serdiess, Oued Ksob, Oued El-Kebir. etc.
- Le bassin versant de l'Oued Melghir qui couvre la partie Sud de la wilaya. L'écoulement y est endoréique, il est drainé par Oued Cheria, Oued Helail, Oued Mechra, Oued Safsaf, Oued Gheznet, Oued Djarech, Oued serdiss, qui aboutissent et alimentent les zones d'épandages situées au sud ⁽⁶⁾.

2-3-4- Le climat

Cette région étant une zone de transition météorologique est considérée comme une zone agro-pastorale avec une présence d'un nombre important de phénomènes (gelée, grêle crue, vent violent).

La Wilaya de Tébessa se distingue par quatre (04) étages bioclimatiques.

* Le Sub- humide (400 à 500 mm/an) très peu étendu il couvre que quelques Ilots limités aux sommets de quelques reliefs (Djebel-Serdies et Djebel-Bouroumane)

* Le Semi-aride (300 à 400 mm/an) représenté par les sous étages frais et Froids couvre toute la partie Nord de la Wilaya.

* Le Sub-Aride (200 à 300 mm/an) couvre les plateaux steppiques de Oum-Ali – Saf-Saf-El-Ouesra – Thlidjene et Bir El-Ater.

* L'Aride ou saharien doux (-200 mm/an), commence et s'étend au-delà de L'Atlas saharien et couvre les plateaux de Negrine et Ferkane ⁽⁷⁾.

2-4- Infrastructure de Base :

2-4-1 Réseau routier

Le réseau routier de la wilaya répartie comme suit:

- ✚ Routes nationales : 565 Km
- ✚ Chemins de wilaya : 418 Km
- ✚ Chemins communaux : 1200 kms

2-4-2 Réseau ferroviaire

- ✚ 1 Ligne Tébessa-Annaba : transport de voyageurs, de phosphate et de minerai de fer
- ✚ 1 Ligne Tébessa- El Aouinet-Ain M'lila- Jijel

2-4-3 Réseau Aéroportuaire

Un aéroport national à Tébessa d'une capacité de 450.000 voyageurs/an.

2-4-4 Ressources en Eau

La wilaya de Tébessa dispose des ressources en eau notamment l'eau souterraine de capacité de stockage 104.000.000 m³. La proportion de l'approvisionnement en eau potable est 81%. La wilaya de Tébessa possède des ouvrages de stockage d'eau dont 159 réservoirs.

⇒ Alimentation en eau potable

□ □ Taux de raccordement au réseau AEP : 91%

⇒ Assainissement

□ □ Taux de raccordement au réseau d'assainissement : 91%

2-4-5 Energie

- Taux d'électrification urbain : 97%.
- Taux de couverture en gaz de ville : 53.6 %.



*Photo n° 40: Réseaux d'énergie,
Source : l'Agence Nationale de
Développement de
l'Investissement (ANDI)-2013*

2-4-6 Tourisme

La wilaya de Tébessa dispose de vingt (20) hôtels dont deux (02) classés avec une capacité d'hébergement de 1184 lits et 5 Agence de voyages.

2-4-7 Education et Formation

- **Enseignement primaire** : Compte 446 écoles primaires.
- **Enseignement Moyen** : Ce stade de l'enseignement compte 96 CEM.
- **Enseignement secondaire** : Compte actuellement 90 lycées.
- **Formation professionnelle** : En matière de formation professionnelle, la Wilaya dispose de 2 Institut National Supérieur de la Formation Professionnelle (INSFP) et de dix (10) établissements publics (CFPA) d'une capacité totale d'accueil de 3838 places de formation.
- **Enseignement supérieure**: L'université de Tébessa compte 6 facultés et un institut, qui accueille 30.400 étudiants en graduation.



Photo n° 41



Photo n° 42

*Photos n° 41, 42: Présentation les ateliers des formations professionnelles
Source : l'Agence Nationale de Développement de l'Investissement (ANDI)-2013*

2-4-8 Infrastructures sanitaires

Les structures de la santé sont comme 7 EPH et 1 ESH

38 Polyclinique et 114 salles de soins



Photo n° 43



Photo n° 44

Photos n° 43, 44: Présentation l'état de secteur sanitaire, Source : l'Agence Nationale de Développement de l'Investissement (ANDI)-2013

2-4-9 Les Ressources Naturelles :

- ✚ **L'agriculture:** La Wilaya dispose de 312.175 ha de terres agricoles (38% de la superficie totale) dont près de 14.225 ha en irrigué (soit 4,56% de la SAU) et de 171000 ha en exploitations forestières et enfin 280000 ha comme zones alfatières.

D'autre part la wilaya dispose d'un cheptel estimé à 875.000 têtes ovines et 152.000 têtes caprines.

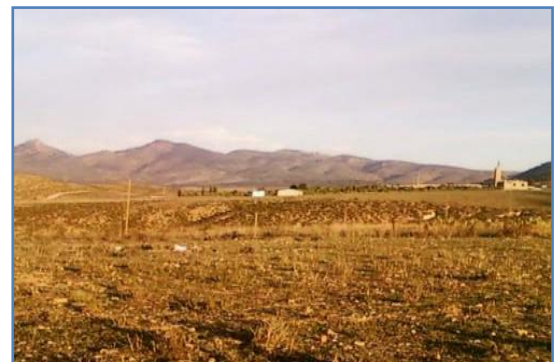


Photo n° 45 : L'agriculture dans wilaya de Tébessa, Source : l'Agence Nationale de Développement de l'Investissement (ANDI)-2013

- ✚ **L'hydraulique :** Les ressources souterraines de la wilaya atteignent 105,8 Hm³, Quant aux ressources mobilisées elles sont de 102,4 Hm³.
- ✚ **Les ressources minières :** La wilaya de Tébessa est considérée comme 1^{er} producteur de fer et de phosphate du pays; notamment aux mines de fer de Ouenza et Boukhadra et de phosphates de Djebel-Onk ⁽⁸⁾.

2-5- Urbanisme

La constitution de réserves foncières conséquentes et l'identification des sites accusant un déficit en VRD ainsi que leur couverture en études de requalification et d'amélioration urbaine, constituent incontestablement, les défis et les enjeux que la wilaya à relevés depuis le deuxième semestre de l'année 2011.

En effet, grâce à un travail de prospection et de coordination ainsi que la mise en œuvre des instruments d'urbanisme, la wilaya a pu mobiliser une superficie urbanisable de 2504,68 ha, pouvant recevoir à court, moyen et long terme, 89.000 logements avec l'ensemble des équipements d'accompagnement nécessaires. C'est ainsi qu'il a été créé 03 pôles urbains avec une offre foncière de 698 ha, dont 01, d'une superficie de 255 ha, au niveau du chef lieu et les 02 autres à sa périphérie.

Ces derniers sont susceptibles de recevoir 27.276 logements, dont 6000 sur 10.436 prévus sont déjà inscrits et localisés au niveau du chef lieu de wilaya.

Par ailleurs et dans le cadre des différents programmes d'amélioration urbaine, 134 sites sur 309 prévus ont été inscrits en étude. Pour le reste, des fiches techniques sont en cours d'élaboration pour leur transmission au Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme aux fins d'inscription ⁽⁹⁾.

3 – Situation et caractéristiques de la commune de Tébessa:

La commune de Tébessa est constituée à plus de 98% du chef lieu en terme de population, c'est pour cela que nous intégrons la présentation de l'agglomération avec celle de la commune. Elle constitue le chef lieu de la wilaya qui administre 28 communes ⁽¹⁰⁾. Mais nous trouvons quelque changement dans la ville de Tébessa par le temps présente dans le tableau suivant :

<i>Commune</i>	<i>Population au : 31/12/2012</i>	<i>Superficie Km²</i>	<i>Densité Hab/Km²</i>
<i>Tébessa</i>	<i>210866</i>	<i>184</i>	<i>1146</i>

*Tableau n° 04 : Répartition de la Population Totale et Densité par commune au 31/12/2012,
Source : Site Web*

Sa position géographique au centre de la wilaya est remarquable à tout point de vue : de sa proximité de la frontière et de sa situation sur un nœud important de voies de communication (nord-sud et est-ouest).

Elle est limitée :

- ❖ *au nord* : par la commune de Boulhef Dyr ;
- ❖ *au sud* : par la commune d'El Malabiod ;
- ❖ *à l'est* : par la commune de Bekkaria ;
- ❖ *à l'ouest* : par les communes de Bir Mokkaddem et El Hammamet.

Elle appartient au domaine bioclimatique semi aride doux. A la faiblesse des précipitations en outre très irrégulières, s'ajoute une répartition saisonnière très variable caractérisée parfois par de violentes averses.

Le réseau hydrographique qui sillonne la plaine de Tébessa s'étend entre les monts de Némamchas et ceux de Gouraya, il demeure peu dense et fonctionne autour de l'exutoire de l'oued EL-Kebir. De cette situation, résultent plusieurs contraintes dont l'irrégularité des cours d'eaux est liée surtout à l'importance des apports liquides surtout en période de crues.

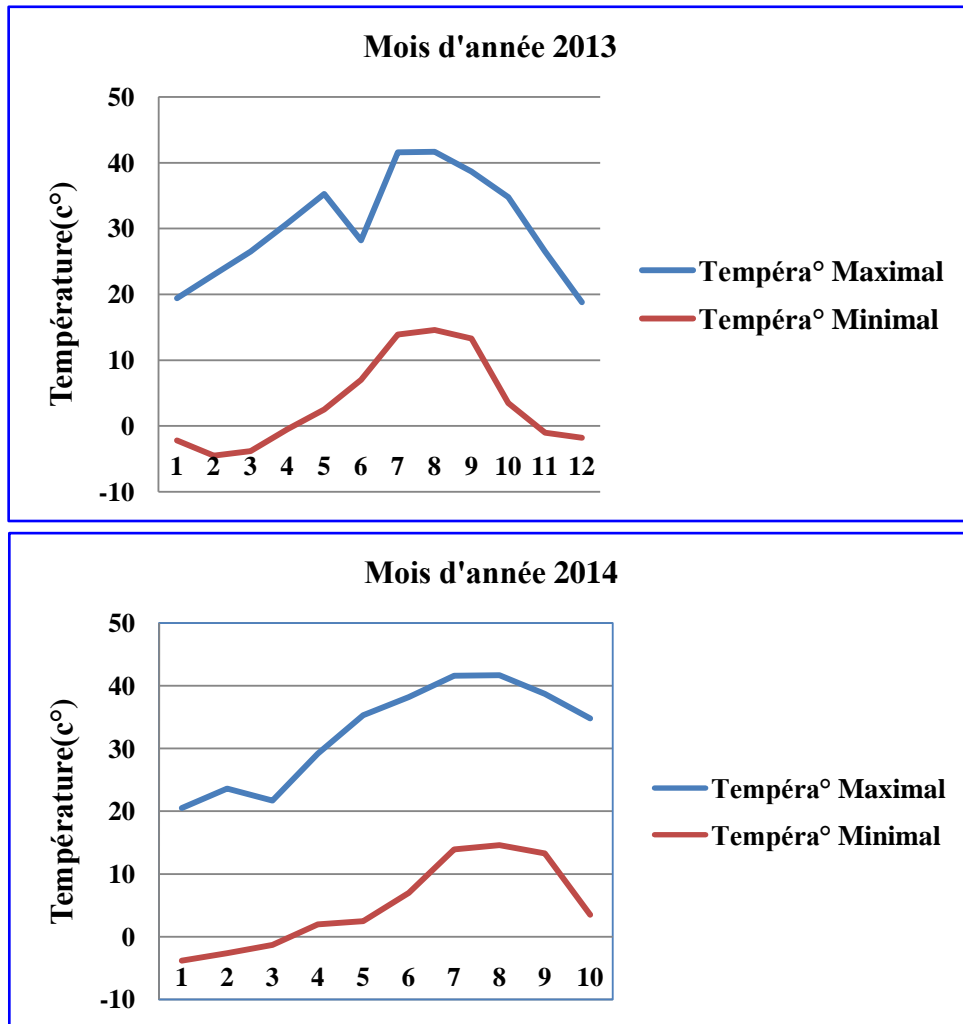
La commune de Tébessa est marquée par son pôle urbain – la ville – qui était organisée bien avant l'arrivée des carthaginois ou des romains, ce dont témoignent les industries acheuléennes, les gisements et les nombreux restes capsien de la région.

La ville est par ailleurs traversée dans le sens sud nord par les oueds de Zaarour, Rafana, Nagues et Segui. Ces conditions physiques sont en fait un obstacle à l'extension urbaine de la ville, ces oueds qui se déversent sur oued El-Kebir constituent les principaux drains de la ville et des djebels Doukane et Ozmor. Cette situation défavorable à l'extension de la ville est également renforcée par :

- Les potentialités agricoles de la plaine qu'il faudrait préserver et L'oued el kebir au nord.
- Les dépressions qui rendent difficiles les opérations de drainage au nord ouest.
- Les fortes pentes, la présence d'un massif forestier et d'un réseau dense de Talwegs au sud ⁽¹¹⁾.

3-1- Etude générale de climat

3-1-1- La température :

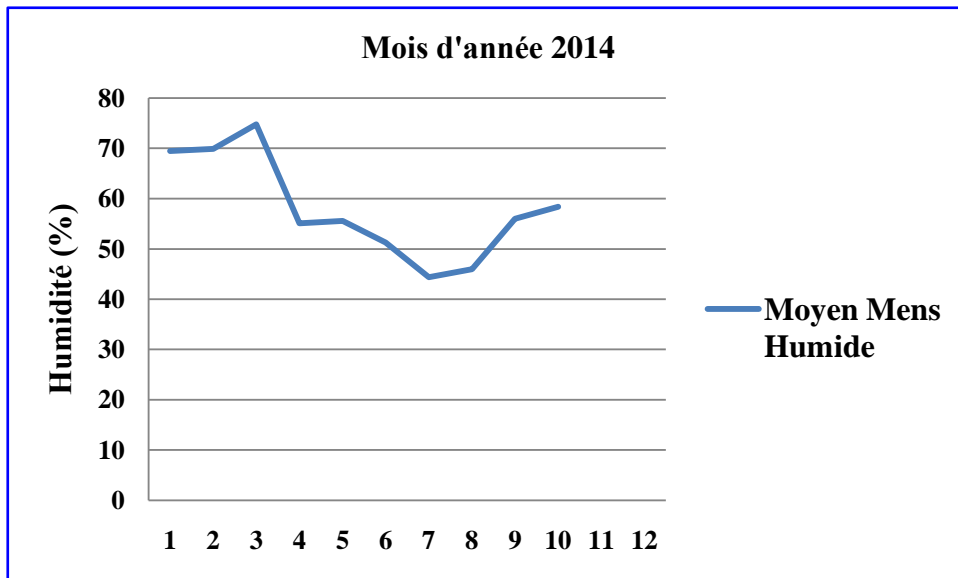
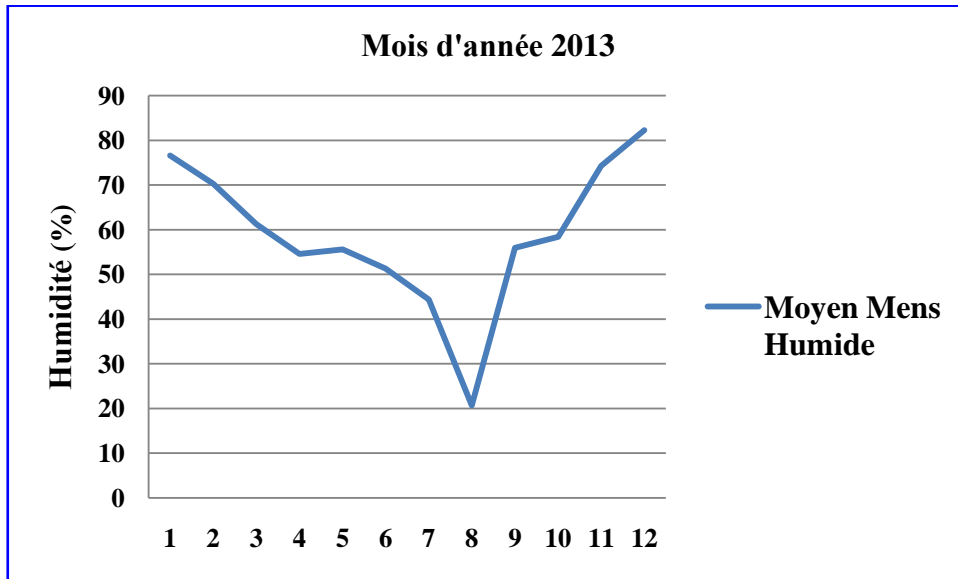


Graphe n° 07: L'évolution de la température pendant 2013-2014, Source : Station météorologique de l'aérodrome de Tébessa (2014)

* « Juillet » est le Mois le Plus Chaud avec une Moyenne Mensuel de (29,2°C)

* « Janvier » est le Mois le Plus Froid avec une Moyenne Mensuel de (4,10°C)

3-1-2- L'humidité :

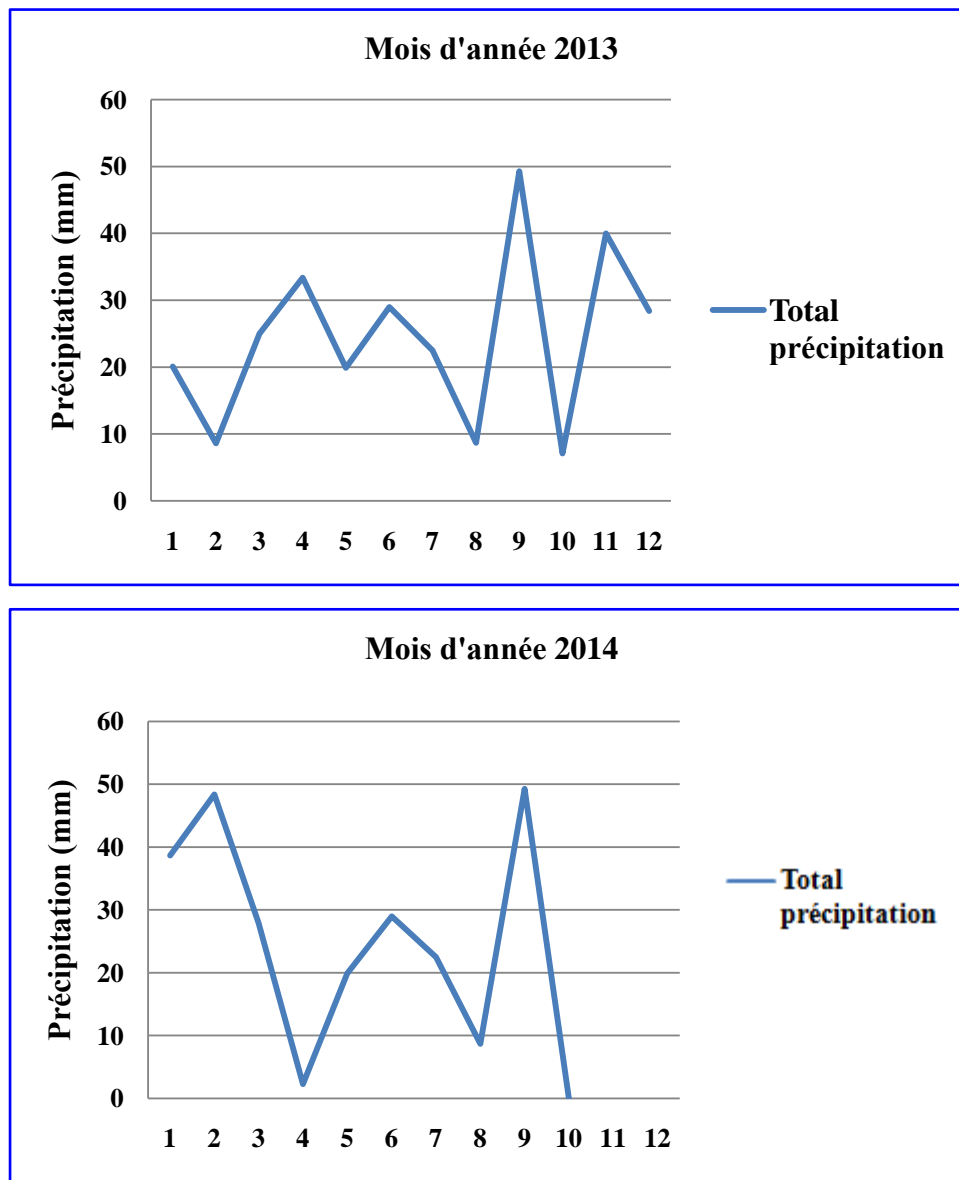


Graphe n° 08: L'évolution de l'humidité pendant 2013-2014, Source : Station météorologique de l'aérodrome de Tébessa (2014)

* « Novembre » étant le Mois le Plus Humide avec une Moyenne Mensuel de (70,1%)

* « Juillet » étant le Mois le Moins Humide avec une Moyenne Mensuel de (39%)

3-1-3- Précipitation :

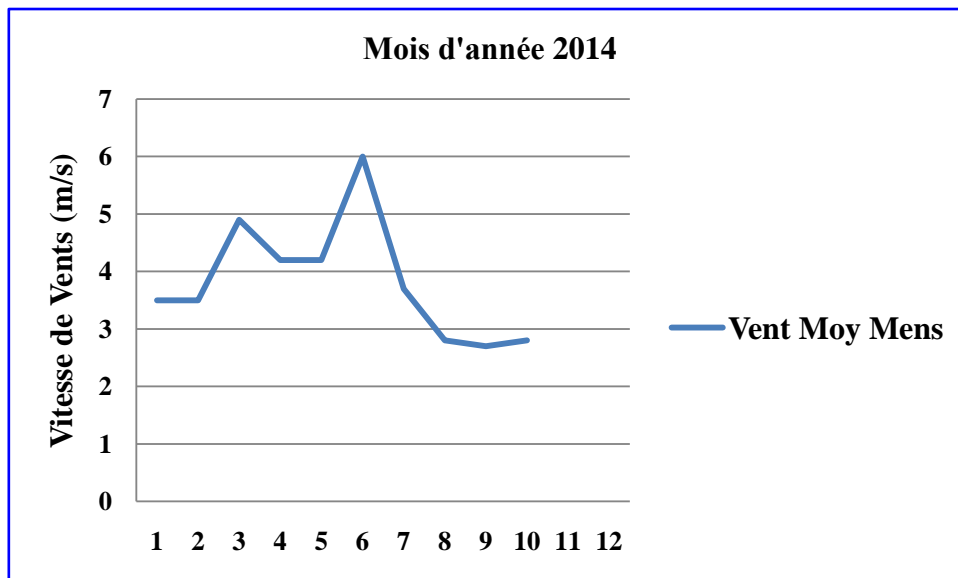
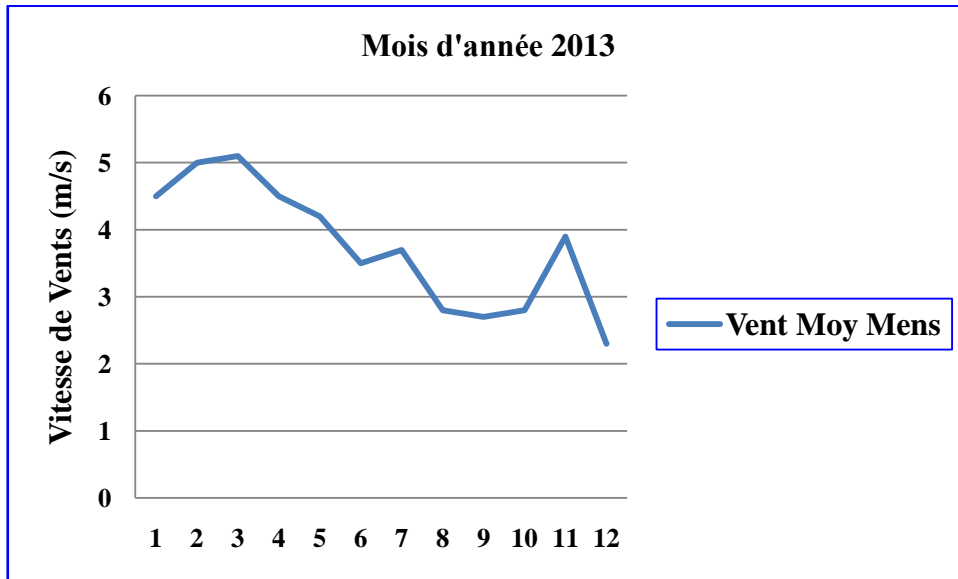


Graphe n° 09 : L'évolution de la précipitation pendant 2013-2014, Source : Station météorologique de l'aérodrome de Tébessa (2014)

* « Mars » est le Mois le Plus Pluvieux avec (45.09MM)

* « Juillet » est le Mois le Moins Pluvieux avec (12.33MM)

3-1-4- Les vents :



Graphe n° 10 : L'évolution des vents pendant 2013-2014, Source : Station météorologique de l'aérodrome de Tébessa (2014)

La Distribution du Champ de direction de vent est Saisonnière HIVER-ETE avec Prédominance :

- *en Direction « WNW » (Ouest-Nord-Ouest) de Novembre a Avril
- *et de « S » (SUD) plus significatif du Mai à Juillet
- *la Vitesse Maximal prédominante dans la classe (6 à 10m/s)

4-Conclusion:

Après cette étude détaillée sur la ville de Tébessa, ses caractéristiques et son climat nous sommes arrivés à plusieurs résultats :

- En ce qui concerne la température :

* Le mois le plus chaud est « Juillet » et le mois le plus froid est « Janvier ».

- Concernant l'humidité :

* Le mois le plus humide est « Novembre » et le mois le moins humide est « Juillet ».

- Concernant la Précipitation:

* Le mois le plus pluvieux est « Mars » et le mois le moins pluvieux « Juillet ».

- Concernant les vents:

* Les vents Ouest et Nord-Ouest de Novembre à Avril.

* Les vents de Sud plus significatifs du Mai à Juillet.

Références :

^[1]- Mr .Gherzouli Lazhar, *Mémoire Renouveau du centre ancien de la ville de Tébessa*, 2007, page 36.

^[2]- Ibid.

^[3]<http://www.wilayatebessa.dz/uploads/PRESENTATION%20DE%20LA%20WILAYA%20DE%20TEBESSA/PRESENTATION%20DE%20LA%20WILAYA%20DE%20TEBESSA.htm>

^[4] - Ibid.

^[5]-l'Agence Nationale de Développement de l'Investissement (ANDI)-2013

^[6]<http://www.wilayatebessa.dz/uploads/PRESENTATION%20DE%20LA%20WILAYA%20DE%20TEBESSA/PRESENTATION%20DE%20LA%20WILAYA%20DE%20TEBESSA.htm>

^[7]-l'Agence Nationale de Développement de l'Investissement (ANDI)-2013

^[8] - Ibid.

^[9]<http://www.wilayatebessa.dz/uploads/PRESENTATION%20DE%20LA%20WILAYA%20DE%20TEBESSA/PRESENTATION%20DE%20LA%20WILAYA%20DE%20TEBESSA.htm>

^[10]- Mr .Gherzouli Lazhar, *Mémoire Renouveau du centre ancien de la ville de Tébessa*, 2007, page 40.

^[11]- Ibid., p. 40,41.

Chapitre IV:
Application

1-Introduction:

Dans ce chapitre, nous appliquons certains principes obtenues à partir du deuxième chapitre sur les données climatiques caractérisant notre aire d'étude et finalement, nous sommes arrivés à des résultats détaillés qui peuvent vérifier la validité des hypothèses que nous avons présentés dans la problématique.

2-Les principes de conception des bâtiments solaires passifs dans les climats chauds et secs: les hauts plateaux en général et dans la ville de Tébessa spécifiquement

La conception d'une maison solaire passive dans les zones chaudes et secs doit respecter certaines règles essentielles. La plus importante est le choix du terrain sur lequel sera construit le bâtiment. Vient alors le choix de son orientation et de sa forme.

2-1-Volet urbain:

2-1-1-Le choix optimal du terrain :

Le choix du terrain dépend de plusieurs paramètres tels que :

- Choisir un lieu pour bénéficier au maximum des protections naturelles du vent froid et du soleil de l'été.
- Eviter les terrains en pente exposés au Nord.

-Ne pas choisir un site ombragé ou alors à proximité d'une zone où pourrait se construire un bâtiment projetant son ombre sur l'habitation.

-La superficie, les accès, les servitudes et les règles d'urbanisme sont à connaître avant toute acquisition car ils peuvent engendrer des coûts supplémentaires.

- Il faut connaître le régime des vents dominants, repérer le relief et la végétation, déterminer si des constructions proches peuvent faire de l'ombre à certaines heures.

2-1-2-Une bonne implantation sur le site :

Les bâtiments seront implantés de préférences dans les zones à bonne potentialité de:

Schéma n° 51: Exemple de choix du site d'implantation, Source: Principes de la construction Bioclimatique (ECOREA).

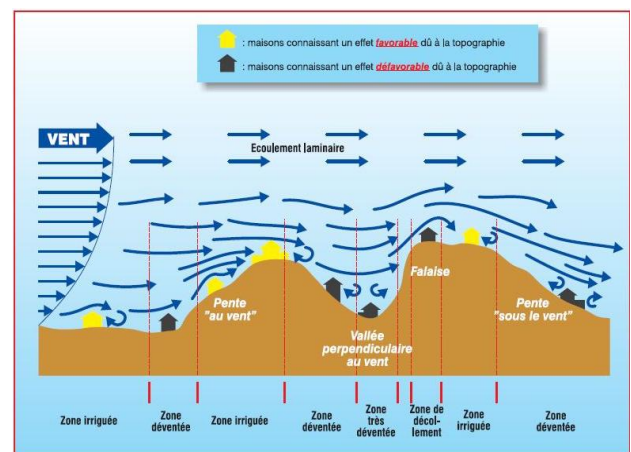
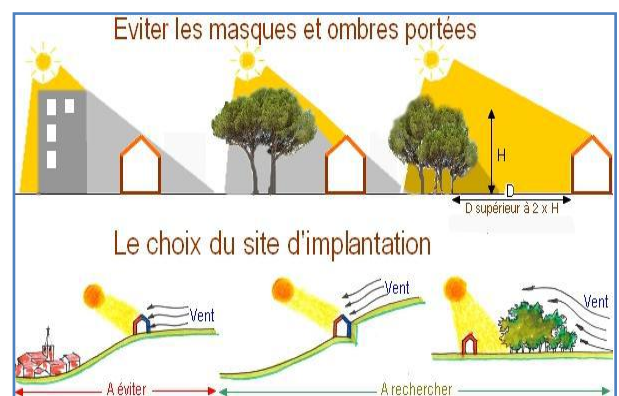


Schéma n° 50: Les zones favorables et défavorables pour la construction en fonction de la topographie et l'effet des vents. Source : [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, p:142b].Alain Liébard et André De Herde, observ,ER 2005].



- Une bonne utilisation de la topographie et la maîtrise de la ventilation naturelle.
- Assurer que le terrain n'est pas en zone inondable.
- Être proche des transports publics, du travail, des services publics, ...
- Règle fondamentale pour une maison solaire passive : trouver un emplacement bien ensoleillé.
- Vérifiez la composition du terrain et étudier le relief environnant.
- Il faut éviter l'implantation de la maison au sommet d'une colline ou d'une crête où elle sera systématiquement balayée par les vents, mais on choisira une implantation à flanc de coteau.
- Bénéficier ainsi de l'apport énergétique de la terre, qui jouera le rôle de manteau protecteur.
- L'implantation de la maison va déterminer l'éclairement, les apports solaires passifs et les mouvements naturels de l'air.
- Le relief environnant, l'orientation des vents et la course annuelle du soleil sur le lieu seront autant d'éléments fondamentaux pour la réussite d'une implantation.

2-1-3- Une bonne orientation:

- Une bonne orientation permet de profiter des apports solaires et de diminuer la facture de chauffage et de climatisation.
- L'orientation selon l'axe Est-Ouest est la meilleure orientation qui permet de profiter des apports solaires nécessaires pour diminuer les besoins de chauffage.

L'orientation d'un édifice dépend de plusieurs paramètres :

- Les besoins en lumière naturelle.
- L'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour chauffer le bâtiment ou, au contraire.
- La nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffe.
- L'existence de vents pouvant refroidir le bâtiment en hiver ou le rafraîchir en été.

2-1-4- Le choix de forme adéquat :

- La maison solaire passive sera de forme simple, compacte, fonctionnelle et s'adaptera aux conditions extérieures comme le vent ou l'ensoleillement, pour des raisons énergétiques :
- Limiter les surfaces de contacts avec l'extérieur des volumes à chauffer.

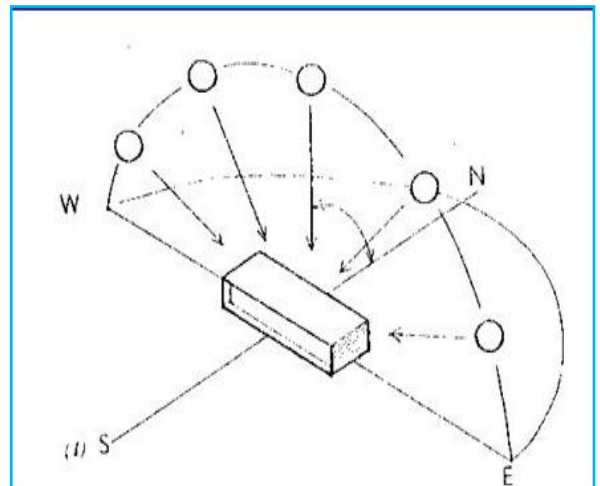


Schéma n° 52: La meilleure orientation sur l'axe Est - Ouest. Source: Site Web

- Limiter les déperditions énergétiques. Tout en maximisant les apports solaires gratuits en période froide.
- Optimise la répartition de la chaleur.
- La compacité permet pour un même volume de réduire les surfaces déperditives.
- Les éléments de prises au vent comme les balcons ou les décrochements sont à éviter. Car, ils constituent d'importants ponts thermiques et engendrent des déperditions thermiques importantes.
- Enfin plus le bâtiment sera compact (c'est à dire proche d'un cube ou d'une boule) plus ses performances thermiques seront améliorées, plus il sera économe en énergie.

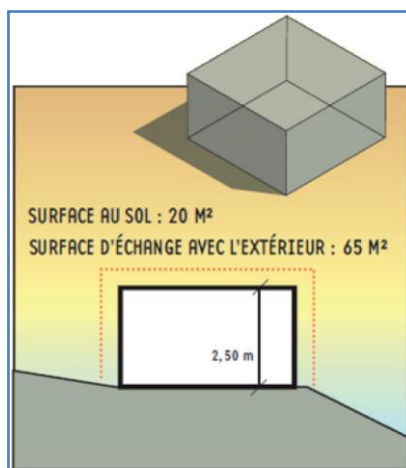


Schéma n° 53

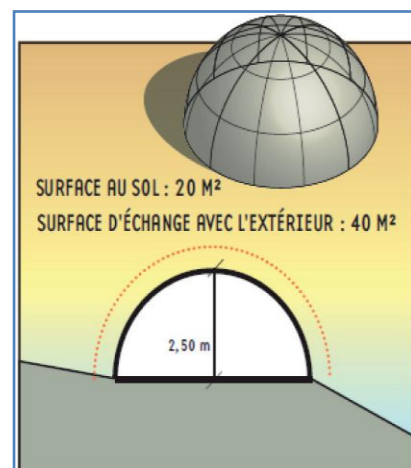


Schéma n° 54

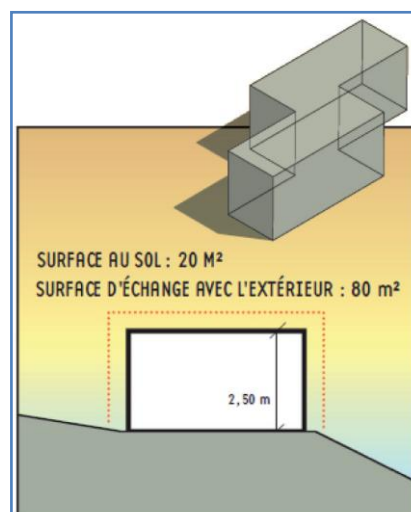


Schéma n° 55

Schéma n° 53, 54,55: Rapport de la surface d'échange avec l'extérieur à surface au sol constante en fonction de la conception architecturale des bâtiments.

Source : Les maisons passives, l'avenir de la réalité, l'Espace Info Énergie de Limousin Nature Environnement. CAUE Isère. p:06.

2-1-5-L'utilisation optimale de la végétation :

Comment choisir le type d'arbre ?

- **Au sud, à l'est et à l'ouest de la maison:** l'implantation des arbres feuillus: Les arbres à feuilles caduques offrent un ombrage saisonnier de la maison en été et laissent passer le rayonnement solaire en hiver. il faudrait que la distance entre la façade et les arbres à maturité soit d'une fois et demie à deux fois leur hauteur. S'ils sont situés plus loin, leur ombre ne cachera pas l'habitation en été, et ils ne protégeront pas du vent en hiver.

- **Au nord, l'implantation des conifères :** L'implantation des conifères dans la partie Nord de l'habitation est préférable pour la protection contre les vents hivernaux. Si cette procédure n'est pas possible, il faut placer les conifères dans l'axe des vents dominants.

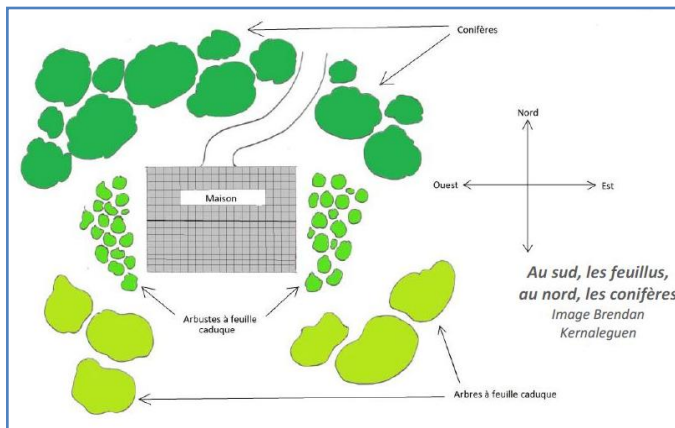


Schéma n° 56

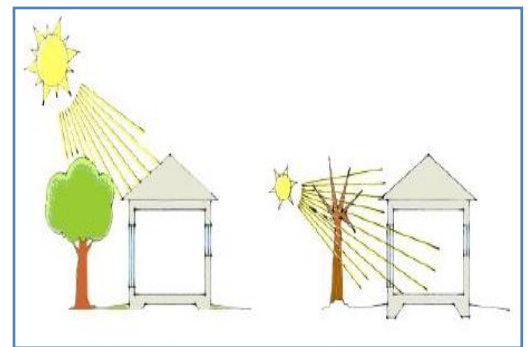


Schéma n° 57

Schéma 56 ,57 : La procédure d'implantation des arbres selon leurs valeurs.
Source: *Solaire passif, La maison solaire passive de A à Z. [Eco-habitation. Canada].p17.*

2-2-Volet architecturale :

2-2-1- Une bonne distribution des espaces intérieurs:

L'organisation des espaces intérieurs est l'un des grands principes de l'architecture solaire passive, elle dépend de plusieurs paramètres :

- Chaque pièce doit être orientée en fonction de l'utilisation à laquelle elle est destinée. (Le type d'activité et le taux de fréquentation).
- Leurs besoins thermiques spécifiques.
- La consommation de l'énergie, que se soit pour le chauffage ou pour l'éclairage. (Énergie, confort, santé, etc.).
- La durée, le moment et la manière dont ces pièces seront utilisées.

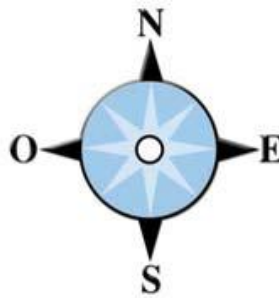
Donc, on utilise ces critères dans le choix des dispositions des différentes pièces :

-Au Nord: Il est préférable d'implanter les espaces tampons qui ont permis de contribuer directement aux économies d'énergie et de minimiser l'impact du froid pour le confort des occupants.

Espaces tampons : les espaces de rangement, garage, garde à manger, cave à vin, local de chauffage, la buanderie, les placards, les couloirs.

-A l'Ouest : Il est préférable d'installer les pièces ayant besoin de fraîcheur le matin et de chaleur en fin de journée.

Pièces préconisées : escaliers, débarras, chambre, salle de jeux, un bureau, la salle de bain...



-A l'Est : Il est préférable d'installer les pièces ayant besoin de chaleur le matin et la fraîcheur en fin de journée.

Pièces préconisées : les chambres, salles de bains, bureaux, ateliers et petit déjeuner...etc.

-Au Sud: Il est préférable d'implanter les pièces de vie pour profiter au mieux de la lumière et de la chaleur.

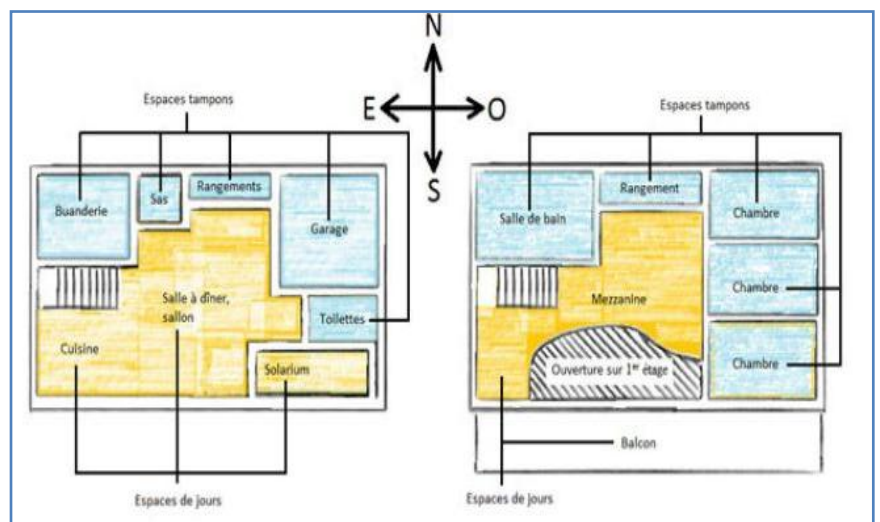
Pièces de vie : salle à manger, salle de séjour, jardin, jardin d'hiver, la cuisine...

- Une serre ou véranda placée au sud permet, tout en apportant de la chaleur en hiver, de créer un espace intermédiaire entre l'intérieur et l'extérieur.

Schéma n° 58: L'orientation des pièces selon l'usage.

Source Etablis par les auteurs

Schéma n° 59: La disposition des pièces joue un rôle essentiel.
Source : *Solaire passif, la maison solaire passive de A à Z.*[éco habitation, Canada.].



2-2-2- Une bonne orientation des ouvertures :

L'emplacement et l'orientation des ouvertures est une tâche plus importante dans la conception d'une maison solaire passive, parce que les ouvertures jouent un rôle essentiel dans les relations du bâtiment et de l'occupant avec son environnement.

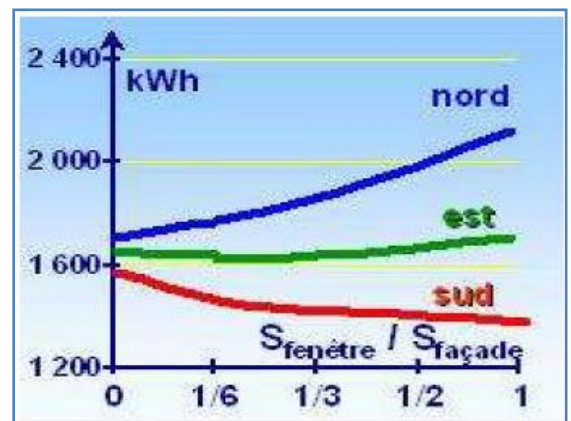
Les caractéristiques des ouvertures varient selon leurs orientations. On distingue 3 types d'emplacement des ouvertures qui sont :

Orientation	Caractéristiques	Rapport surface fenêtres sur surface plancher
<i>Nord</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Limiter les ouvertures afin de minimiser les déperditions thermiques du bâtiment. - Les ouvertures du côté Nord doivent être utilisées uniquement à des fins d'éclairage et non de chauffage dans le cadre d'apports solaires passifs. 	0 - 10 %
<i>Sud</i>	<ul style="list-style-type: none"> - l'ensoleillement d'hiver est maximal et l'ensoleillement d'été est minimal. - Les ouvertures en façade Sud doivent être en grand nombre et de grande taille pour capter un maximum de chaleur et de lumière en période froide. - Le bilan énergétique de ces ouvertures étant toujours positif. 	20 -35 %
<i>Est et Ouest</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Les ouvertures doivent être protégées avec une surface modérée parce qu'elles causent plus de déperditions thermiques et une gêne visuelle. - un bilan énergétique déficitaire sur le cycle d'une journée. - Bénéficier du soleil levant et du soleil couchant. - Il faut de les doter d'un double vitrage. 	10 - 25 %

Tableau n° 05 : Le rapport de surface fenêtre sur surface plancher en fonction de l'orientation.
Source : Auteurs. Architecture solaire et conception climatique des bâtiments, p:04.



Schéma n° 60: Une façade vitrée exposée au sud.
Source: Solaire passif, La maison solaire passive de A à Z. [Eco-habitation. Canada],p: 07.



Graphe n° 11 : La consommation d'énergie d'un local en fonction de l'orientation.
Source : mémoire : Architecture bioclimatique et solaires passifs. Mohamed BELMAAZIZ. Année 2011-2012.

2-2-3-L'utilisation des énergies renouvelables :

Lors de la conception d'une maison solaire passif, il faut penser a la fourniture d'énergie pour couvrir ses besoins en électricité, chauffage, eau chaude sanitaire, éclairage, etc. Parce que la maison passive consomme la majorité de son électricité pour les électroménagers et l'éclairage. Les énergies renouvelables constituent une solution parfait pour minimiser la consommation d'énergie (de chauffages, de climatisation, d'eau, d'électricité) tout en gardant le même confort. Parmi ses énergies : l'énergie solaire qui est une réponse propre, sur les besoins électriques dans une maison solaire passive.

2-3-Volet technique :

2-3-1-Le choix des matériaux de construction :

Les matériaux de construction sont choisies on fonction des critères suivants :

- Une bonne absorption des rayons lumineux.
- Un stockage de chaleur (grande inertie).
- Une rapidité d'absorption et de restitution de la chaleur.
- Une bonne qualité isolante.
- Disponibilité dans la région (matériaux locaux comme la pierre, le liège, le bois), sur respect de l'environnement et sur la consommation d'énergie.

Donc, les matériaux qui répondent à ces exigences sont :

- Les bétons lourds.

Les bétons lourds sont réalisés à partir de granulats très denses et utilisés pour leur haute densité dans la protection contre les radiations ou la réalisation de culées et de contrepoids. Et possèdent une masse volumique supérieure à 3000 kg/m³ contre 2300 kg/m³ pour un béton classique.

- La brique creuse.

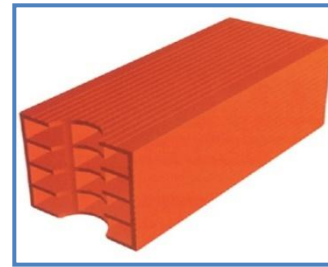
<i>Matériau</i>	<i>λ (W/m. K)</i>	<i>Epaisseur (cm)</i>	<i>R (m².K/W)</i>	<i>Temps de transfère</i>
Brique creuse	0.45	20	0.44	5.2

Tableau n° 06 : La comparaison entre la brique creuse et le parpaing béton, Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. p:15.

<i>Matériau:</i>	<i>Avantages:</i>	<i>Inconvénients:</i>
Brique creuse	-Meilleure isolation. -Matériaux naturel. -Perméable à la vapeur d'eau.	-Faible temps de transfert de la chaleur estivale.

Tableau n° 07 : Les avantages et les inconvénients de la brique creuse, Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. page:15.

Schéma n° 61: La Brique creuse.
Source: Site Web



-Le béton cellulaire

Le béton cellulaire offre des performances thermiques très intéressantes et un impact environnemental réduit par rapport aux matériaux traditionnels. Il présente une épaisseur plus importante que les matériaux traditionnels et offre des performances thermiques supérieures.

Matériau	λ (W/m. K)	Epaisseur (cm)	R (m ² .K/W)	Temps de transfère
Béton cellulaire	0.13	30	2.30	12.2

Tableau n° 08 : Les données techniques du béton cellulaire.
Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. p:16.

Caractéristiques	Béton cellulaire
Composition	-Chaux, ciment, sable, poudre d'aluminium.
Avantages	- Confort thermique. - Incombustible, ne produit pas de fumée ou de gaz toxique. - Perméable à la vapeur. - Ne contient pas d'éléments toxiques ou fibreux. - Inattaquable par les insectes et les rongeurs. - Durée de vie : 100 ans. - Recyclable à 100% comme remblai.
Inconvénients	- Isolation phonique légère pour les faibles épaisseurs. - Garde l'humidité, sèche mal.

Tableau n° 09 : Les principales caractéristiques du béton cellulaire.
Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. p:16.

- La terre crue.

La terre crue est un matériau écologique, grâce à ses caractéristiques thermiques spécifiques. C'est une ressource naturelle et locale qui offre une vie saine et confortable. La terre crue utilisée dans la construction des murs extérieurs, des cloisons intérieures, des enduits intérieurs et extérieurs, remplir des colombages, isolant thermique et acoustique.

-La chaux et la pierre.

Le calcaire est une pierre d'origine naturelle comportant des niveaux élevés de carbonates de calcium et/ou de magnésium. Le terme « chaux » désigne les produits dérivés du calcaire, notamment la chaux vive, la chaux éteinte et la chaux hydraulique. L'utilisation des produits à base de chaux et de calcaire remonte à la préhistoire

** Les matériaux d'isolation :*








<i>Isolant</i>	<i>Densité (kg/m³)</i>	<i>λ (W/m. K)</i>	<i>Photo</i>
Le polystyrène expansé.	20 à 30	0,039	
La laine de roche.	40	0.040	
Le laine de verre.	25	0.035	
La laine de cellulose.	35 à 45	0,035 à 0,040	
Le chanvre.	110	0,048	
La laine de coton.	50 à 75	0.039 à 0.042	
La laine de mouton.	20	0,032 à 0,040	

Tableau n° 10 : Les données techniques des matériaux d'isolation
 Source : Auteur, Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. p: 21.

2-3-2-L'isolation thermique particulièrement efficace :

Dans une maison solaire passive, une bonne isolation permet de diminuer les déperditions thermiques dues aux parois, toitures, planchers et vitrages.

Le choix de type d'isolation dépend de plusieurs paramètres :

- Une bonne perméabilité à l'air et à l'eau qui permet de régler l'humidité ambiante et assure une ventilation naturelle.
- Une forte densité et une bonne aptitude à accumuler la chaleur.
- Un faible coefficient de conductivité thermique pour limiter l'échange de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur.
- Durée de vie très long.
- Aucune nocivité sur la santé.

Dans une maison solaire passif, on trouve plusieurs types d'isolations :

*** L'isolation des murs :**

L'isolation des murs se fait de deux manières :

- L'isolation par l'intérieur : Se fait par un isolant réparti sur la surface extérieure du mur puis il est protégé des intempéries par un bardage ou un enduit.

- L'isolation par l'extérieur : Se fait généralement par une laine minérale qui recouvre le mur à l'extérieur pour supprimer les ponts thermiques qui peuvent représenter

Jusqu'à 10 % des pertes.

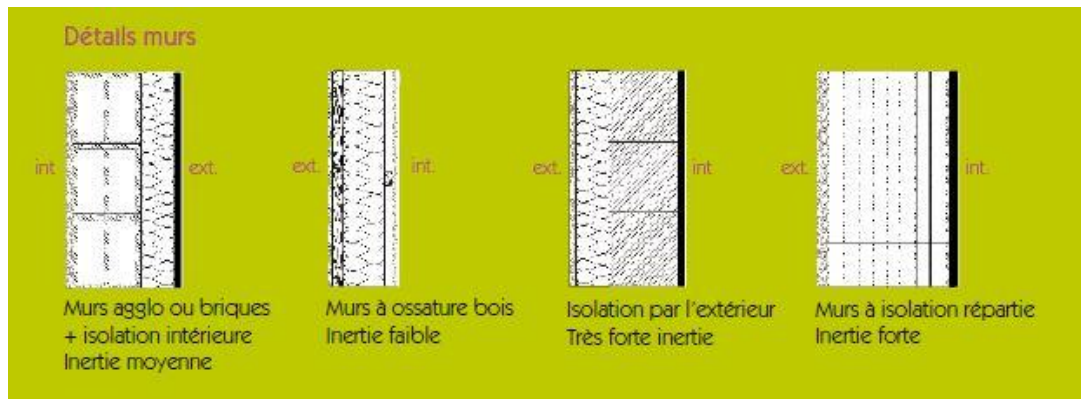


Schéma n° 62: Différents types d'Isolation du mur.

Source: Guide-conseil l' Union Régionale, URCAUE des Pays-de-la-Loire 312, avenue René Gasnier 49100Angers. [www.urcaue-paysdelaloire.com].

* **L'isolation du toit :**

C'est la source de la déperdition la plus intéressante. Donc, il est indispensable de le renforcer par des matériaux à haute qualité isolante. Cet renforcement se fait par deux méthodes différentes :

- La toiture végétalisée : la couverture végétale permet d'améliorer l'isolation en été et en hiver.

- L'isolation sous toiture : de préférence végétale (fibre de bois, chanvre...).

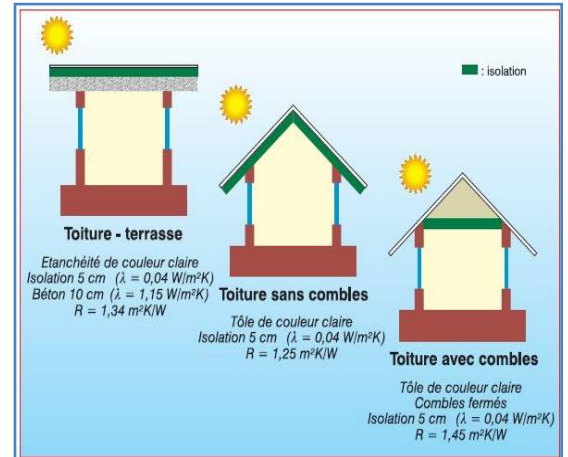


Schéma n° 63: Typologie des toitures isolées.
 Source: [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, p 172b].Alain Liébard et André De Herde, observ, ER 2005].

* **La pente du toit** doit être légèrement inclinée en direction des vents dominants pour limiter le refroidissement du toit en hiver. Le toit doit être de préférence de teinte claire, voir réfléchissant, pour ne pas favoriser les surchauffes d'été.



Schéma n° 64: La forme du toit de la maison passive.
 Source: Solaire passif, La maison solaire passive de A à Z. [Eco-habitation. Canada],p:08.

* **L'isolation des vitrages :**

Pour minimiser les déperditions thermiques à travers le vitrage et à travers les châssis des fenêtres. Il faut utiliser la solution de vitrage à haute performance d'une fois et isoler les châssis des fenêtres de l'autre fois afin de limiter les pertes énergétiques et supprimer le sensation de paroi froide.

Photo n° 46 : Double vitrage.
 Source: Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME], p:13.



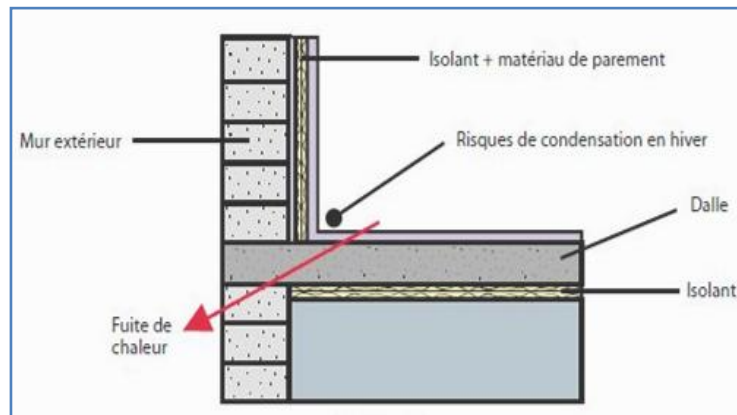
*Photo n° 47 : Triple vitrage avec isolation.
Source: Présentation des labels passivhaus. Mémoire Formation QEB 09/10 – Dorothee Tochon Fremont & Sebastien Viret – Concept Passivhaus et étude de cas – ENSAL. p:20.*



*** L'isolation du sol (plancher) :**

L'isolation des planchers permet de réduire les sensations d'inconfort liées au phénomène de paroi froide. On distingue deux manières d'isolations:

- Un isolation sous dalle flottante : Si le plancher est sur terre-plein.
- Une isolation par un plancher en dalles de béton cellulaire : Si le plancher est sur un vide sanitaire.

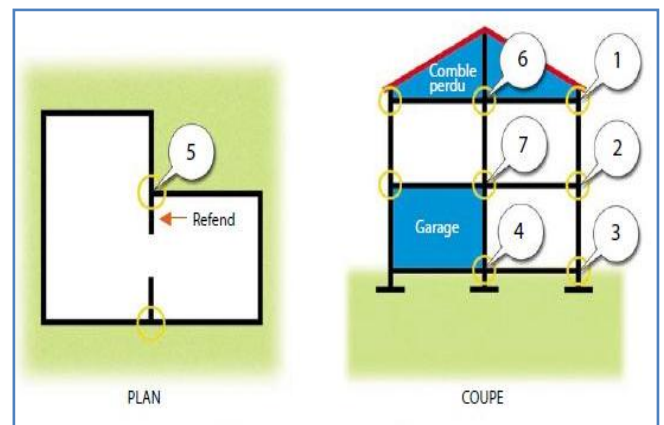


*Schéma n° 65: Isolation du sol.
Source: Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. p:14.*

2-3-3-La construction sans ponts thermiques:

La suppression des ponts thermiques permet de :

- Assurer une humidité constante et une température homogène.
- Eviter les risques d'humidité et de moisissures sur les murs intérieurs.
- Confort intérieur agréable et la durabilité du bâtiment.



*Schéma n° 66: Localisation des différents ponts thermiques.
Source: Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. p:14.*

Pour garantir ces caractéristiques. Il est nécessaire d'utiliser la technique de l'isolation par l'extérieur qui assure un enveloppe isolante ne présente pas de discontinuités.

2-3-4-L'enveloppe du bâtiment étanche à l'air :

Une enveloppe étanche à l'air permet de réduire les infiltrations, donc, elle utilise peu d'énergie. Enfin Cette couche doit être posée de manière continue afin d'éviter tout risque de ponts thermiques. L'étanchéité à l'air présente des avantages pour les bâtiments solaires passives tels que :

- Protection des matériaux de construction.
- Enveloppe fermée, donc économe en énergie.
- Isolation phonique améliorée.
- Absence de courants et d'infiltrations d'air.
- Augmentation de l'efficacité de la ventilation mécanique.

L'application d'un pare - air extérieur et d'un pare - vapeur continu à l'intérieur est la meilleure étanchéité possible pour limiter les déperditions par renouvellement d'air dans une maison solaire passive.

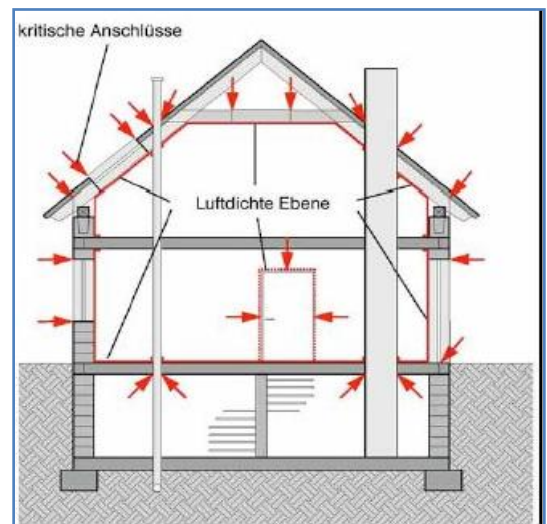


Schéma n° 67: Les zones d'étanchéité à l'air.
Source : Maison passive Passiefhuis, (Olivier Henz), Ecorce, ingénieur et consultance [www.maisonpassive.be] p:15

2-3-5-Minimiser les apports internes :

On trouve dans une maison solaire passive trois types d'apports internes qui sont :

- La présence de l'occupant : qui contribue à l'augmentation de la chaleur intérieure par son effet de convection, de rayonnement et d'évaporation qui ont un résultat des activités journalières.
- Les machines électriques : par leur fonctionnement quotidienne émettent une quantité importante de chaleur qui crée un problème de l'inconfort.
- L'éclairage artificiel : est une source d'une chaleur intérieure qui peut absorber par les matériaux à forte inertie thermique, donc une augmentation excessive de la température qui a une influence sur le confort intérieur de la maison passive.

Schéma n° 68: Les pertes thermiques du corps humain dépendent de 6 paramètres physiques.
Source:[Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, p 27b].Alain Liébard et André De Herde, observ, ER 2005].

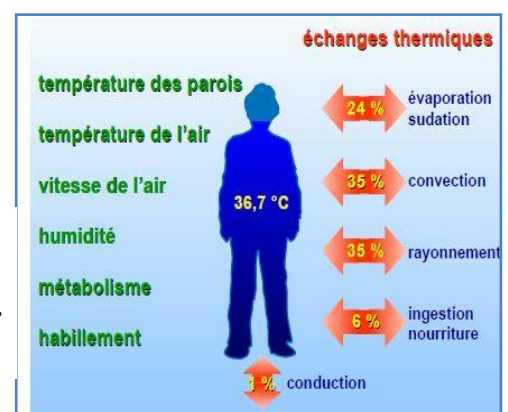
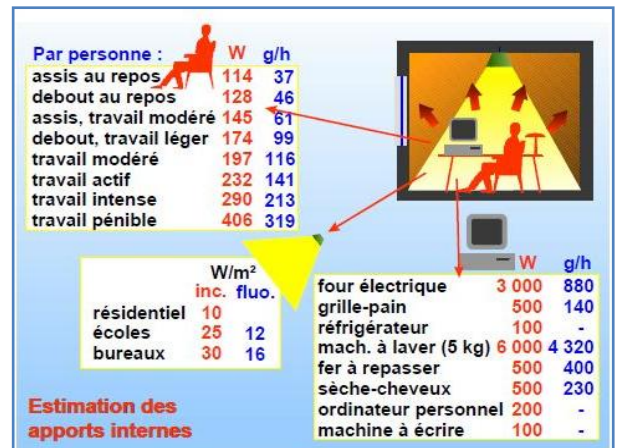


Schéma n° 69: Estimation des apports internes.
Source : [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, p 86b].Alain Liébard et André De Herde, observ, ER 2005].



2-3-6-Une protection solaire efficace de l'enveloppe du bâtiment :

Ce sont des éléments de protection contre le soleil et le vent. Elles divisées en deux types : protections solaires mobiles (stores extérieurs, volets, persiennes, ...). Et fixes (auvent, surplomb de la maçonnerie, arbres, ...).

- Les protections solaires mobiles : Ce sont des éléments de protections contre les rayonnements solaires l'avantage de ces types de protections est peut être adopté aux différents conditions climatique.

- Les stores et volets : Ce sont des éléments de protection solaire efficaces qui permet de limiter les surchauffes d'été. Elles constituent de système automatique de fermeture en cas de la haute température ou la nuit. C'est une habitude très courante dans les pays chauds.

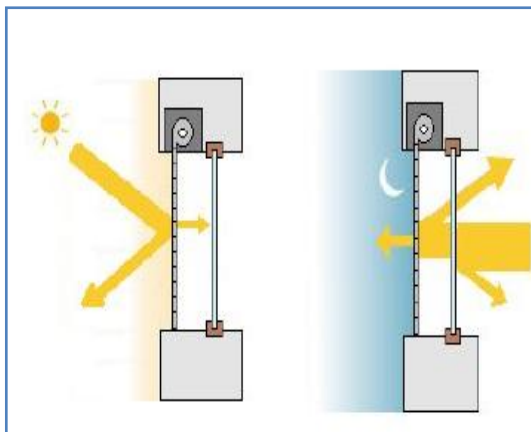


Schéma n° 70: Les volets ont pour effet de bloquer un trop grand apport solaire ou le froid.
Source: Solaire passif, La maison solaire passive de A à Z. [Eco-habitation. Canada].p:15.



Photo n° 48 : Les stores.
Source: :[Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, p 284b].Alain Liébard et André De Herde, observ, ER 2005].

* **Les brises soleil :**

Sont des installations fixes ayant pour le but de protéger les parois et les ouvertures des rayonnements solaires directs. Elles doivent orienter au Sud pour limite les surchauffes en été et laisse passer le rayonnement du soleil en hiver.



Schéma n° 71: Brise soleil horizontale.
Source : Site Web

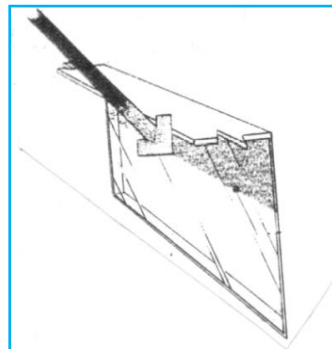


Photo n° 49 : Brise solaire.
Source: *Protection solaire et occultation, une gamme étendue et des éléments de décoration pour vos ouvertures.* [www.finstral.com]. p:11.

- Les protections solaires fixes : Ce sont des éléments architecturaux articulés dans les façades qui permettent de bloquer les rayonnements solaires diffusés directs ou réfléchis.

- Les auvents: Ce sont des protections solaires horizontales fixées au-dessus des fenêtres. Elles permettent de protéger les parois et les ouvertures du rayonnement solaire direct et de la pluie...

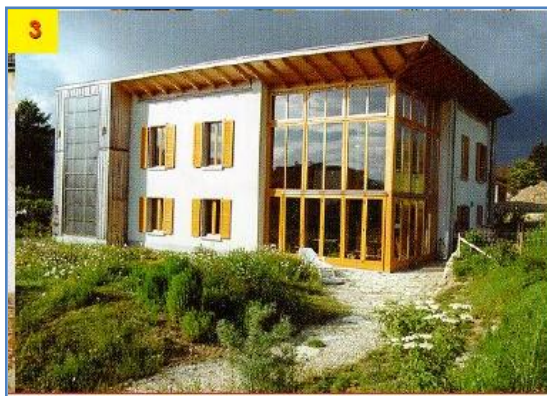


Photo n° 50 : Avant toit.
Source: [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, p 69b]. Alain Liébard et André De Herde, observ, ER 2005].

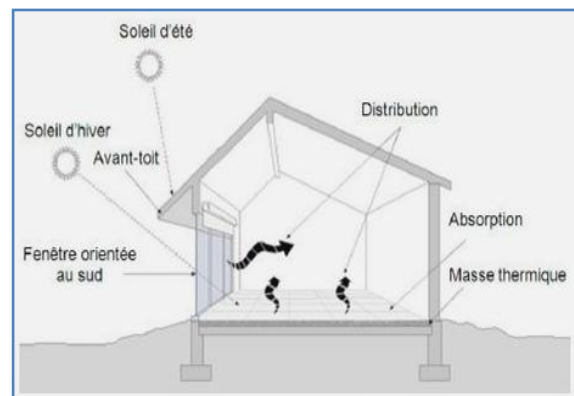


Schéma n° 72: Protection par l'auvent.
Source: *l'énergie solaire, une circonstance et conditions d'exploitation au Québec*, par David Funk. [Sherbrooke, Québec, Canada, janvier 2010.

* **Les végétations naturelles :**

La végétation est un outil efficace de protection solaire et de contrôle de rayonnement solaire. Elle permet de créer un microclimat par l'évapotranspiration. Le choix de type de végétation est important puisque la qualité de l'ombre d'un arbre dépend de sa densité.

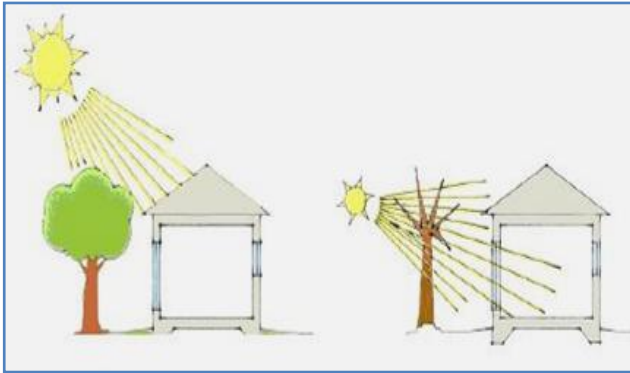


Schéma n° 73: Ombrage naturel.
 Source: *Solaire passif, La maison solaire passive de A à Z.* [Eco-habitation. Canada].p17.

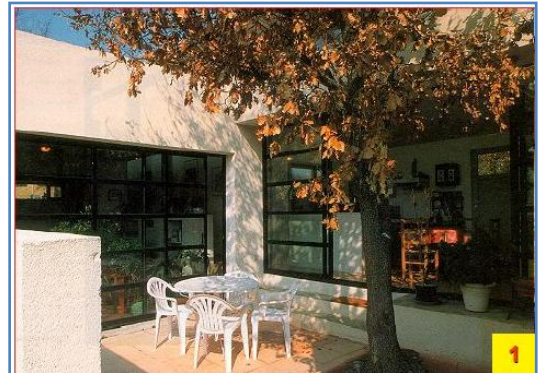


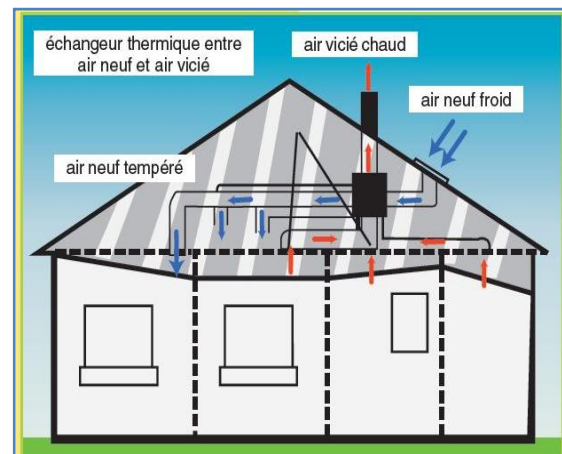
Photo n° 51 : Protection solaire par la végétation en France.
 Source: [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, p 69b].Alain Liébard et André De Herde, observ, ER 2005].

2-3-7- Une ventilation naturelle optimale :

La ventilation double flux : Est une donnée clé dans la conception solaire passive en climat chaud et sec. Puisqu'elle permet de récupérer les calories de l'air chaud évacué pour réchauffer l'air neuf à souffler par la procédure de l'extraction. Leur avantages se présentent dans :

- Régulation optimale de l'air : renouvellement et extraction.
- Filtration et Intégration dans l'habitat.
- Programmation selon les saisons, en particulier pour le rafraîchissement d'été.

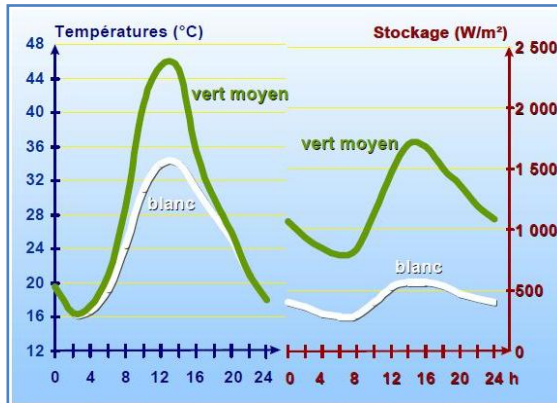
Schéma n° 74: Principe d'une VMC double flux. Source: *Les maisons passives, l'avenir de la réalité,* [l'Espace Info Énergie de Limousin Nature Environnement. CAUE Isère. p:08.



2-3-8- Une choix favorable de couleurs :

Le choix de couleurs est un élément essentiel dans la conception solaire passive. Parce que le type de couleur influe sur le captage de la chaleur, c-à d, Certaines couleurs des matériaux présentent une meilleure absorption de la chaleur. Pour la conserver.

Les parois qui sont directement exposées au soleil doivent être de couleur foncée.



Graph n° 12 : Variation de la couleur et de la température selon la couleur des parois.
Source : [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, p 50b]. Alain Liébard et André De Herde, observ, ER 2005].



Photo n° 52 : La couleur est un élément important des ambiances lumineuses.
Source : [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, p 50b]. Alain Liébard et André De Herde, observ, ER 2005].

2-3-9-L'utilisation des techniques solaires passifs :

*Le mur capteur ou mur trombe :

C'est un principe de chauffage utilise le phénomène d'une serre en réchauffant un mur surnommer du nom de leur «inventeur» français "Philippe Trombe". Son principe de fonctionnement est comme suit :

- Le rayonnement solaire arrive traverse une grande baie vitrée et est absorbé par un mur situé derrière la vitre.
- Le mur de grande capacité thermique peut restituer l'énergie dans la nuit.
- Des ouvertures peuvent également faire circuler l'air chaud produit entre la vitre et le mur.
- En général, le mur utilisé est côté Sud, une avancée du toit permet d'éviter le chauffage du mur en été.

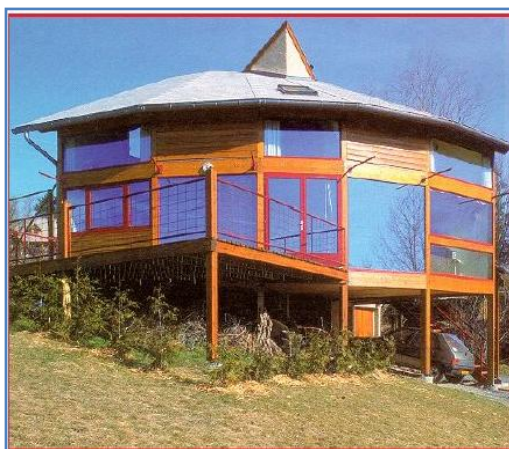


Photo n° 53: Deux murs capteurs sont intercalés entre les fenestres au Sud.
Source: [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, p 50b]. Alain Liébard et André De Herde, observ, ER 2005].

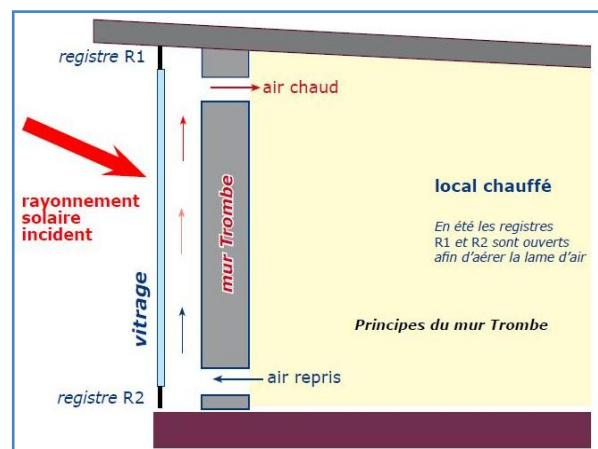
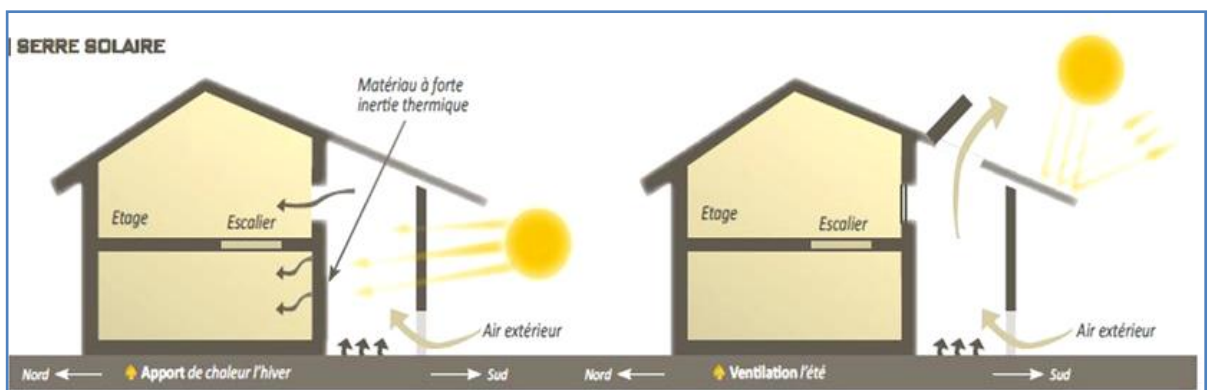


Schéma n° 75: Principe de fonctionnement d'un mur trombe.

Source: L'utilisation du solaire, Roger Cadiergue, [Mémo-Cad nB32.a ,p:03].

***Les serres et vérandas :**

- La serre est un dispositif solaire passif qui permet l'accumulation et la redistribution de l'énergie solaire sous forme de chaleur dans le bâtiment.
- Elle doit être encastrée dans le bâtiment et orientée au plein de Sud. Avec double hauteur, elle sera encore plus efficace.
- Les vitrages extérieurs doivent être doubles et les vitrages entre la serre et le logement simples.
- Les parois et le sol doivent être conçus avec des matériaux à forte inertie pour stocker l'énergie produite par la serre et restituer pendant la nuit.
- Les matériaux de construction doivent être en couleur foncée pour capter le mieux des rayonnements solaires d'hiver, puisque une serre bien pensée offre environ 25% des besoins en chauffage.
- Il est préférable d'implanter une végétation à feuilles caduques sur le côté Sud pour une protection solaire efficace. En plus de sa, la serre ajoutant une touche esthétique à la maison.



*Schéma n° 76: Principes de fonctionnement de la serre en été et en hiver.
Source: Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement de la
Seine-Maritime, [caue@caue76.org - www.caue76.org]. [ADEME].*

***Les espaces tampons :**

- Ces espaces jouent un rôle de protecteurs, situés au Nord.
- Ce sont des locaux de services (buanderie, garages, ateliers, celliers...), exposés aux vents froids.
- Elles sont des locaux peu chauffés et peu ensoleillés.
- Permettent de limiter les déperditions de chaleur en été et l'effet de surchauffe en hiver.
- Il est nécessaire de placer un isolant entre les espaces de vie et les espaces tampons.

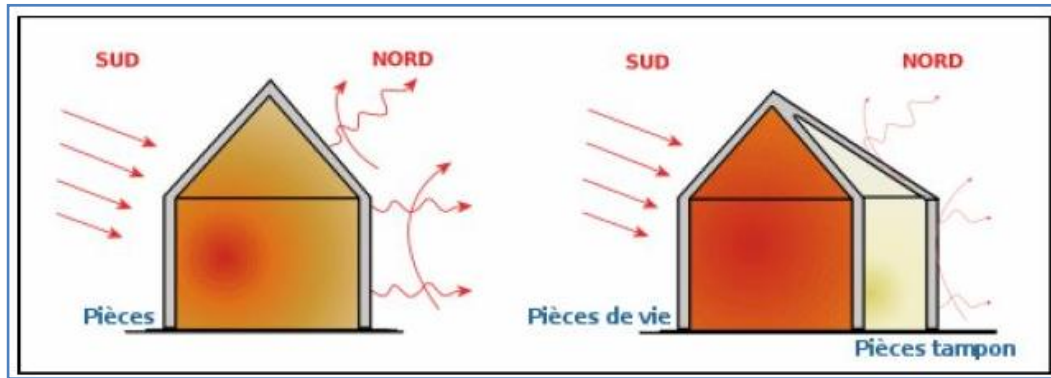


Schéma n° 77: La protection du froid par les espaces tampons.
 Source: *Présentation des labels passivhaus. Mémoire Formation QEB 09/10 – Dorothee Tochon Fremont & Sebastien Viret – Concept Passivhaus et étude de cas – ENSAL. p:36.*

*** Le puits canadien :**

Le puits canadien est un système géothermique avant tout. Il consiste à utiliser l'inertie thermique du sol de manière passive pour traiter l'air neuf de renouvellement d'air de la maison, des bureaux, de la construction...

Ce procédé consiste à refroidir l'air extérieur en le faisant passer à l'intérieur d'un circuit enterré dans le sol où la température est plus fraîche en été. Il peut également servir à réchauffer l'air extérieur pour le chauffage de l'habitation en hiver.



Photo n° 54 : Principes du puits canadien.
 Source: *Une maison passive à Eraville, Charente, [France, Octobre 2012.]*

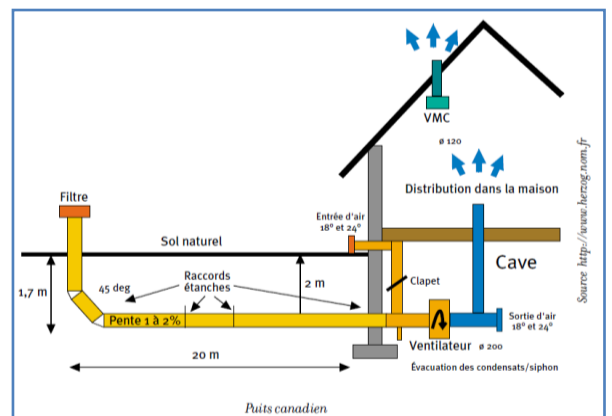


Schéma n° 78: Technique de puits canadien
 Source: *Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME].p:40.*

3-Conclusion :

Pour une conception réussit de l'architecture solaire passif dans une région qui caractérise par son climat chaud et sec, il est préférable pour le concepteur à utiliser les principes solaires passifs qui nous avons détaillée dans ce chapitre.

Conclusion générale (recommandations) :

Après cette étude détaillée sur l'architecture bioclimatique et précisément sur le système solaire passif, ses avantages et ses principes nous pensons que le passif constitue donc le meilleur outil à l'époque actuelle notamment dans un climat chaud et sec que la ville de Tébessa pour lutter contre le changement climatique et définir une construction à la fois sobre et efficace. Mais, l'application de ce système doit répondre à certains principes qui présentent dans les recommandations suivantes :

- Le concepteur doit bien connaître le site et utiliser ses avantages : protection naturelle aux vents froids et au soleil estival grâce à la topographie du terrain ou à la végétation, ensoleillement hivernal, masques solaires, les obstacles naturels (les reliefs environnants,...).
- Le bâtiment doit être allongé le long de l'axe Est-Ouest pour profiter d'une large façade d'ensoleillement donnant sur le Sud. Ainsi la bonne implantation permet de bénéficier des apports solaires gratuits et des mouvements naturels de l'air.
- L'orientation du bâtiment doit être choisie de manière à maximiser les apports solaires. Le sud est à cet égard la meilleure orientation : le soleil y est disponible toute la journée, toute l'année, et la variation de la hauteur solaire fait en sorte que les apports sont plus importants en hiver qu'en été et doit assurer au même temps une protection des ouvertures en été pour éviter les surchauffes.
- Les bâtiments solaires passifs doivent être de forme simple et compacte pour éviter les déperditions thermiques tout en maximisant les apports solaires gratuits en période froide. Donc, il faut éviter les éléments de prises au vent comme les balcons ou les décrochements pour un confort intérieur optimal.
- Il est conseillé de planter des arbres feuillus dans le côté sud (les arbres à feuilles caduques), qui offrent un ombrage saisonnier de la maison en été et laissent passer le rayonnement solaire en hiver. On doit concevoir des dépassements de toit ou des auvents afin de protéger la maison du risque de surchauffe. Mais, il est préférable d'implanter des conifères dans le côté Nord pour la protection contre les vents hivernaux.
- Pour un confort intérieur agréable et une consommation faible d'énergie, il est nécessaire de choisir la meilleure disposition des espaces intérieurs: les pièces à vivre (salle à manger, salle de séjour, jardin, jardin d'hiver, la cuisine...) sera placée au Sud. Les espaces de services (les espaces de rangement, garage, garde à manger, cave à vin, local de chauffage, la buanderie, les placards, les couloirs). Placée au Nord.
- Nous recommandons d'avoir une surface de vitrage orientée au sud représentant plus de

60 % de la surface totale des vitrages pour capter un maximum de chaleur et de lumière en période froide. Par contre, Les fenêtres placées sur les façades nord, Est et Ouest doivent être limitées afin de minimiser les déperditions thermiques du bâtiment.

- La maison passive consomme la majorité de son électricité pour les électroménagers et l'éclairage. Donc, l'énergie solaire constitue une meilleure solution pour diminuer la facture de consommation d'énergie que se soit (de chauffages, de climatisation, d'eau, d'électricité).
- Les parois intérieures de l'habitat solaire passif doivent être construites avec des matériaux lourds (brique, béton, adobe...) pour stocker la chaleur et atténuer les fluctuations de température (inertie thermique). Ces masses à haute capacité thermique seront disposées de manière à recevoir directement le rayonnement solaire.
- Les murs extérieurs, les planchers, les toitures et les vitrages doivent être bien isolés avec 20 à 40 centimètres d'isolation thermique. Afin de minimiser les déperditions thermiques au niveau de l'enveloppe du bâtiment.
- La maison solaire passif doit bénéficier d'une hyper - isolation.
- Les déperditions par les parois sont les principales sources de perte de chaleur dans les maisons passives. Ces pertes sont enregistrées au droit des parois, bien entendu, mais aussi et surtout, aux coins, aux bords, aux jonctions et aux articulations. Donc, lors de la mise en œuvre de l'enveloppe d'une maison passive, il faut prendre en considération tous ces endroits pour réduire les risques des ponts thermiques au point où ils seront si faibles qu'ils pourront être considérés comme négligeables.
- L'un des problèmes principaux conduisant à la perte de calories dans l'air intérieur d'un bâtiment est la présence de trous dans les parois. Ces trous entraînent des fuites importantes d'air de l'intérieur vers l'extérieur de la construction. Donc, pour résoudre ces problèmes, il faut que la maison solaire passif doit présenter une excellente étanchéité à l'air (pour se protéger de l'air venu de l'extérieur) et être munie d'un pare - vapeur (pour protéger les murs de l'humidité venue de l'intérieur).
- Lors de la conception d'une maison solaire passive, le concepteur doit prendre en considération l'impact des apports internes qui résultent du fait de consommation de l'électricité par les appareils électroménagers et par l'éclairage artificiel.
- La maison solaire passive doit avoir des éléments de protection solaire efficace et bien dimensionnés fixés au dessus des ouvertures, orientés au sud pour éviter les surchauffes en été et laissent passer le rayonnement du soleil en hiver.
- La végétation peut constituer un excellent pare-soleil qui ombre en été et laisse passer le rayonnement solaire en hiver par des arbres aux feuilles caduques.

- Dans un climat chaud et sec, il est conseillé d'utiliser la technique de ventilation double flux qui apporte continuellement un air sain et filtre provenant de l'extérieur. Cette technique offre une régulation permanente de l'air intérieur, une intégration parfaite avec l'habitat et une programmation selon les saisons particulièrement en été.
- La masse thermique du bâtiment solaire passive doit être conçue par une couleur foncée non brillant, ce qui permet une meilleure absorption de l'énergie solaire. La pose de moquette réduit la capacité d'absorption des planchers utilisés comme masse thermique.
- Pour garantir un espace intérieur sain et confortable dans un climat qui caractérise par leur aspect chaud en été et froid en hiver, nous recommandons d'utiliser quelques systèmes passives qui ne consomment pas d'énergie et respectueuses l'environnement qui sont :
 - Le mur capteur ou mur trombe.
 - Les serres et vérandas.
 - Les espaces tampons.
 - Le puits canadien.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**I- Ouvrages :**

- ADEME, *Les grands principes de l'architecture bioclimatique, Info, Energie, RHONE -- ALPES* [www.infoenergie69.org].
- Agence Méditerranéenne de l'Environnement (AME) et l'Ordre des Architectes du Languedoc-Roussillon, *Architecture solaire et conception climatique du bâtiment.*
- Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière (ANIREF)-2013
- Agence Nationale de Développement de l'Investissement (ANDI)-2013
- Agence régionale de l'environnement en Lorraine.[ADEME], *Guide de l'éco-construction.*
- URCAUE, *Guide-conseil I' Union Régionale, des Pays-de-la-Loire 312, avenue René Gasnier 49100Angers.* [www.urcaue-paysdelaloire.com].
- Alain Liébard et André De Herde, *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. observ, ER 2005.*
- CAUE, *Les maisons passives, l'avenir de la réalité, [l'Espace Info Énergie de Limousin Nature Environnement].*
- COMVV, *Guide: Développement durable et architecture.* [ww.comvv.fr].
- C.A.U.E & ADEME , *Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement de la Seine-Maritime, Intégration architecturale des équipements liés aux énergies renouvelables (solaire et bois) , C.A.U.E. de la Seine-Maritime, Avec la participation financière de l'ADEME et de la Région Haute-Normandie, Septembre 2010.* [caue@caue76.org]
- David Funk, *L'énergie solaire : circonstances et conditions d'exploitation au Québec, Centre universitaire de formation en environnement, Université de Sherbrooke, Québec,(Canada, janvier 2010).*
- Dorothee Tochon Fremont & Sebastien Viret, *Présentation du label PASSIVHAUS, projet passif de maison individuelle, Mémoire Formation QEB 09/10 – Concept Passivhaus et étude de cas – ENSAL*
- Eco-habitation, *Solaire passif, La maison solaire passive de A à Z.* [Canada].
- ECOREA, *Principes de la construction Bioclimatique.*
- Emmanuel Alasoeur & Ludovic Biaunier, *ECO LOTISSEMENT SAINT LEONARD, RIVARENNES, Architecture bioclimatique et matériaux.* [Avril 2013].
- Le solaire passif, *global chance. petit mémento des énergies renouvelables.(fiche 21).*
- Michael Bauer, Peter Mosle and Michael Schwarz , *Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture, Original German édition published by Callwey Verlag, Munich, 2007 , © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010,* [info.green-building@dreso.com].

-Programme SOLTHERM de la région Wallonne formation à destination des architectes SOLTHERM – Formulaire de demande de prime pour un chauffe-eau solaire installé en 2004 Support écrit pour l'architecte, [Version Janvier 2004].

-S. Courgey, J. P. Oliva, la conception climatique, Edition. Terre vivante, Paris 2006. [Certu – Juin 2007] , Ministère de l'écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables.

-SONELGAZ, La direction de distribution de l'électricité et du gaz de l'Est.[Tébessa].

-Thomas&Piron, Partenaire de la construction de votre maison passive, la force d'un groupe PMP (Plate-forme maison passive) février 2011, [www.thomas-piron.eu].

-www.myenergy.lu, Construction passive, démarche active. [myenergy, V3/2013, la structure nationale pour le conseil en énergie.].

2- Mémoires et thèses :

-Ahmed Ali Ep & Ait Kadi Salima, Performances thermiques du matériau terre pour un habitat durable des régions arides et semi-arides ; Cas de Timimoune, Mémoire magistère, Université Mouloud Mammeri -Tizi-Ouzou.

-ATEK Amina , « Pour une réinterprétation du vernaculaire dans l'architecture durable cas de la casbah d'Alger », Mémoire magistère, Université Mouloud Mammeri - Tizi-Ouzou, promotion: Septembre 2012.

-BENAMRA Mostefa Lamine, Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale, Mémoire magistère, Université Mohamed Khider - Biskra, promotion : Mai 2013.

-Gherzouli Lazhar, Renouveau du centre ancien de la ville de Tébessa, Mémoire magistère, 2007.

-Kabouche Azouz , Architecture et efficacité énergétique des panneaux solaires, Mémoire magistère, Université Mentouri de Constantine, promotion : Juin 2012.

-Primaël Nouailles , Eco-quartier, concept et réalisation, Mémoire magistère, Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes, promotion: 2008.

-RUELLE & François, Le standard « maison passive » en Belgique : potentialités et obstacles, Mémoire magistère, Université Libre de Bruxelles, promotion : 2007/2008.

-Talal SALEM , Intégration des composants solaires thermiques actifs dans la structure bâtie, Thèse doctorat, L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Année 2007.

3-Les sites de web :

- fr.showchina.org
- [G.I.E. bio-construction.com.](http://G.I.E.bio-construction.com)
- [greenlineblog.com.](http://greenlineblog.com)
- habitatsolaire47.fr
- <http://energiesolaire.wordpress.com/architecture-bioclimatique/>
- http://fr.solarpedia.net/wiki/index.php?title=L%27architecture_solaire_passive
- <http://www.ademe.fr/midi-pyrenees/a-2-04.html>
- http://www.arketypestudio.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=8:larchitecture_bioclimatique&catid=8&Itemid=104
- [http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/solaire-thermique.](http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/solaire-thermique)
- [http://www.polenergie.org/ressource/espace-ressource/ecoconstruction/constructionrenovation/larchitecture-bioclimatique/.](http://www.polenergie.org/ressource/espace-ressource/ecoconstruction/constructionrenovation/larchitecture-bioclimatique/)
- <http://www.wilayatebessa.dz/uploads/PRESENTATION%20DE%20LA%20WILAYA%20DE%20TEBESSA/PRESENTATION%20DE%20LA%20WILAYA%20DE%20TEBESSA.htm>
- www.caue76.org
- www.consol.ws
- www.ddmagazine.com
- [www.forumconstruire.com.](http://www.forumconstruire.com)
- www.fr.rockwool.be
- [www.habitat-ecologique.be.](http://www.habitat-ecologique.be)
- www.le-republicain.fr
- [www.maisonbrico.com.](http://www.maisonbrico.com)
- [www.mesmatériaux.com.](http://www.mesmatériaux.com)
- www.passiv.fr
- www.smartgrids-cre.fr

LISTE DES TABLEAUX

-Tableau n° 01 : Daïra et nombre de communes	58
-Tableau n° 02 : Indicateurs annuels de la wilaya de Tébessa 2012	59
-Tableau n° 03 : Les hautes montagnes de la wilaya de Tébessa	60
-Tableau n° 04 : Répartition de la Population Totale et Densité par commune au 31/12/2012..	
.....	64
-Tableau n° 05 : Le rapport de surface fenêtre sur surface plancher en fonction de	
l'orientation	76
-Tableau n° 06 : La comparaison entre la brique creuse et le parpaing béton	77
-Tableau n° 07 : Les avantages et les inconvénients de la brique creuse	77
-Tableau n° 08 : Les données techniques du béton cellulaire	78
-Tableau n° 09 : Les principales caractéristiques du béton cellulaire	78
-Tableau n° 10 : Les données techniques des matériaux d'isolation	79

LISTE DES GRAPHEs

-Graphe n° 01: Les catégories environnementales de BREEAM	22
-Graphe n° 02: Les cinq catégories environnementales de LEED	23
-Graphe n° 03: Les catégories de DGNB	24
-Graphe n° 04: Les catégories de Minergie Eco	24
-Graphe n° 05 : La compacité varie selon la forme, la taille et la mode de contact des	
volumes construits	31
-Graphe n° 06 : Evaluation des températures due à la présence des occupants dans une salle	
de classe	46
-Graphe n° 07 : L'évolution de la température pendant 2013-2014	66
-Graphe n° 08 : L'évolution de l'humidité pendant 2013-2014	67
-Graphe n° 09 : L'évolution de la précipitation pendant 2013-2014	68
-Graphe n° 10 : L'évolution des vents pendant 2013-2014	69
-Graphe n° 11 : La consommation d'énergie d'un local on fonction de l'orientation.....	
.....	76
-Graphe n° 12 : Variation de la couleur et de la température selon la couleur des parois.....	
.....	87

LISTE DES CARTES

-Carte n° 01 : situation de l'Algérie	56
-Carte n° 02 : situation de Tébessa / l'Algérie	56
-Carte n° 03 : situation de Tébessa / à la région	56
-Carte n° 04 : Limites de la wilaya de Tébessa	57
-Carte n° 05 : Les communes de wilaya de Tébessa	57

LISTE DES PHOTOS

-Photos n° 01, 02, 03,04: Développent le concept de l'architecture bioclimatique par le temps.....	3
-Photos n° 05, 06 : Création d'une nouvelle conception dans l'architecture bioclimatique.....	4
-Photos n° 07, 08: Présentation de la conception d'Eco-quartier	4
-Photo n° 09: Exemple de bâtiment à énergie positive à Freiburg en Allemagne	17
-Photo n° 10: Exemple d'une maison basse-énergie à Gembloux en Belgique	17
-Photo n° 11: Maison "zero energy"	18
-Photo n° 12: Exemple d'un bâtiment intelligent	18
-Photo n° 13: Exemple d'une maison autonome	19
-Photo n° 14: Exemple d'une maison producteur d'énergie	19
-Photo n° 15: La communauté BedZED, projet zéro carbone	20
-Photo n° 16: Exemple d'une maison écologique	20
-Photo n° 17: Exemple of zero utility cost house, Meritage Homes	21
-Photo n° 18: Premières maisons passives a Darmstadt Kranichstein	28
-Photo n° 19: Le Parpaing béton	36
-Photo n° 20: Le béton cellulaire	37
-Photo n° 21: Transformation et modularité de bois en Usines	37
-Photo n° 22: Construire en terre crue	38
-Photo n° 23: Le polystyrène extrudé	39
-Photo n° 24: Le polystyrène expansé	39
-Photo n° 25: Panneaux semi-rigides de laine de roche	39
-Photo n° 26: Mise en place de panneaux de laine de verre	39
-Photo n° 27: La perlite et la vermiculite	40

-Photo n° 28: La laine de cellulose	41
-Photo n° 29: Le Liège expansé	41
-Photo n° 30: Plants de chanvre	41
-Photo n° 31: Mise en place du chanvre	42
-Photo n° 32: La laine de lin	42
-Photo n° 33: La laine de coco	42
-Photo n° 34: La laine de coton	42
-Photo n° 35: La laine de mouton	43
-Photo n° 36: La plume	43
-Photo n° 37: La treille laisse passer la lumière en hiver et assure de l'ombre en été.....	49
.....	
-Photo n° 38: Brise soleil horizontale	49
-Photo n° 39: Protection solaire liée à l'environnement	50
-Photo n° 40: Réseaux d'énergie	62
-Photos n° 41, 42: Présentation les ateliers des formations professionnelles	56
-Photos n° 43, 44: Présentation l'état de secteur sanitaire	63
-Photo n° 45 : L'agriculture dans wilaya de Tébessa	63
-Photo n° 46: Double vitrage	81
-Photo n° 47 : Triple vitrage avec isolation	82
-Photo n° 48: Les stores	84
-Photo n° 49: Brise solaire	85
-Photo n° 50: Avant toit	85
-Photo n° 51 : Protection solaire par la végétation en France	86
-Photo n° 52 : La couleur est un élément important des ambiances lumineuses	87
-Photo n° 53: Deux murs capteurs sont intercalés entre les fenêtres au Sud	87
-Photo n° 54 : Principes du puits canadien	89

LISTE DES SCHEMAS

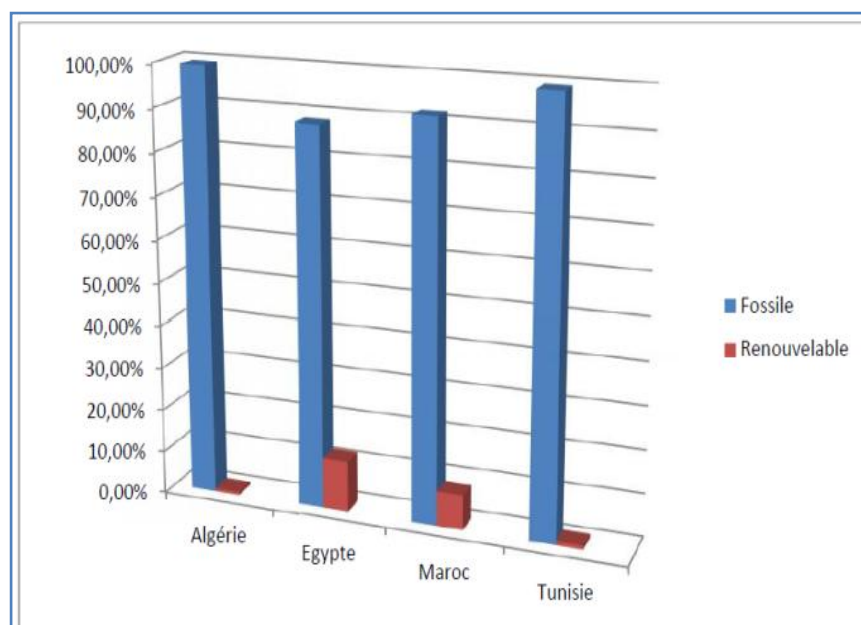
-Schéma n° 01: Les relations entre les éléments de l'architecture bioclimatique.....	1
-Schéma n° 02: Les trois axes de la démarche bioclimatique	5
-Schéma n° 03: Les principes du confort d'hiver	5
-Schéma n° 04: Les principes du confort d'été	6
-Schéma n° 05: L'impact d'implantation du bâtiment	8

-Schéma n° 06: La conséquence de morphologie du bâtiment	8
-Schéma n° 07: L'orientation de l'édifice par rapport aux vents et au soleil, La répartition préférentielle des pièces	10
-Schéma n° 08: L'orientation des ouvertures des pièces	10
-Schéma n° 09: Le principe du mur capteur	12
-Schéma n° 10: Le principe de la serre	12
-Schéma n° 11: Mécanismes passif et actif du capteur – fenêtre	12
-Schéma n° 12: Espaces tampons organisés par zonage, au Nord (arch. R. Marlin).....	13
-Schéma n° 13: Technique de puits canadien	13
-Schéma n° 14: Différents systèmes bioclimatiques et certificats durables	14
-Schéma n° 15: Principes constructifs et techniques d'un bâtiment passif en Allemagne	15
-Schéma n° 16: Principes de système active	16
-Schéma n° 17: Principes de système hybride	16
-Schéma n° 18: Les trois piliers de développement durable	21
-Schéma n° 19: Structure de BREEAM	22
-Schéma n° 20: La structure de LEED	23
-Schéma n° 21: La structure de DGNB	24
-Schéma n° 22: Exemple d'analyse de site en fonction du climat	30
-Schéma n° 23: L'implantation tient compte les éléments du site	30
-Schéma n° 24: L'orientation de l'édifice par rapport aux vents et au soleil	30
-Schéma n° 25: L'effet- cheminée ou la climatisation naturelle	31
-Schéma n° 26: Mécanisme de fonctionnement de la VMC simple flux	32
-Schéma n° 27: Mécanisme de fonctionnement de la VMC double flux	33
-Schéma n° 28: Mécanisme de fonctionnement de la VMC hygroréglable	33
-Schéma n° 29: La végétation se distingue des autres protections par son aspect saisonnier.....	34
-Schéma n° 30: L'orientation de l'édifice par rapport aux vents et au soleil	34
-Schéma n° 31: Surface d'ouvertures en fonction des façades	35
-Schéma n° 32: La Brique creuse de 20cm + isolant	36
-Schéma n° 33: La brique alveoli	37
-Schéma n° 34: Ensemble des déperditions thermiques d'une maison non isolée	43
-Schéma n° 35: Un mur double ossature isolé à la cellulose (hyper isolation)	44
-Schéma n° 36: Positions des ponts thermiques	45

-Schéma n° 37: Description et conséquences des ponts thermiques	45
-Schéma n° 38: Le principe de captage, conservation et la distribution pendant la nuit	47
-Schéma n° 39: Le principe de mur trombe	47
-Schéma n° 40: dimensionnement des auvents en fonction de leurs utilisations	48
-Schéma n° 41: Store horizontal et vertical	48
-Schéma n° 42: Brise soleil vertical	49
-Schéma n° 43: Principe de protection par végétation	44
-Schéma n° 44: Principe de fonctionnement de mur capteur	50
-Schéma n° 45: Principe de fonctionnement de la serre	50
-Schéma n° 46: Mécanismes passif et actif du capteur – fenêtre	51
-Schéma n° 47: Espaces tampons organisées par zonage, au nord	51
-Schéma n° 48: Fonctionnement de puits canadien en été et en hiver	51
-Schéma n° 49: Eléments d'une façade double peaux	52
-Schéma n° 50: Les zones favorables et défavorables pour la construction on fonction de la topographie et l'effet du vent	71
-Schéma n° 51: Exemple de choix du site d'implantation	71
-Schéma n° 52: La meilleure orientation sur l'axe Est – Ouest	72
-Schéma n° 53, 54,55: Rapport de la surface d'échange avec l'extérieur à surface au sol constante en fonction de la conception architecturale des bâtiments	73
-Schéma 56 ,57 : La procédure d'implantation des arbres selon leurs valeurs	74
-Schéma n° 58: L'orientation des pièces selon l'usage	71
-Schéma n° 59: La disposition des pièces joue un rôle essentiel	71
-Schéma n° 60: Une façade vitrée exposée au sud	76
-Schéma n° 61: La Brique creuse	78
-Schéma n° 62: Différents types d'Isolation du mur	80
-Schéma n° 63: Typologie des toitures isolées	81
-Schéma n° 64: La forme du toit de la maison passive	81
-Schéma n° 65: Isolation du sol	82
-Schéma n° 66: Localisation des différents ponts thermiques	82
-Schéma n° 67: Les zones d'étanchéité à l'air	83
-Schéma n° 68: Les pertes thermiques du corps humain dépendent de 6 paramètres physiques	83
-Schéma n° 69: Estimation des apports internes	84

-Schéma n° 70: Les volets ont pour effet de bloquer un trop grand apport solaire ou le froid.	84
-Schéma n° 71: Brise soleil horizontale	85
-Schéma n° 72: Protection par l'auvent	85
-Schéma n° 73: Ombrage naturel	86
-Schéma n° 74: Principe d'une VMC double flux	86
-Schéma n° 75: Principe de fonctionnement d'un mur trombe	87
-Schéma n° 76: Principes de fonctionnement de la serre en été et en hiver	88
-Schéma n° 77: La protection du froid par les espaces tampons	89
-Schéma n° 78: Technique de puits canadien	89

Les annexes:

Annexe I

Graph 1 : Part des énergies fossiles et renouvelables dans la production d'électricité dans les pays Arabes Nord-Africains

Source : Mémoire magistère: Architecture et efficacité énergétique des panneaux solaires, université Mentouri de Constantine, p 59.

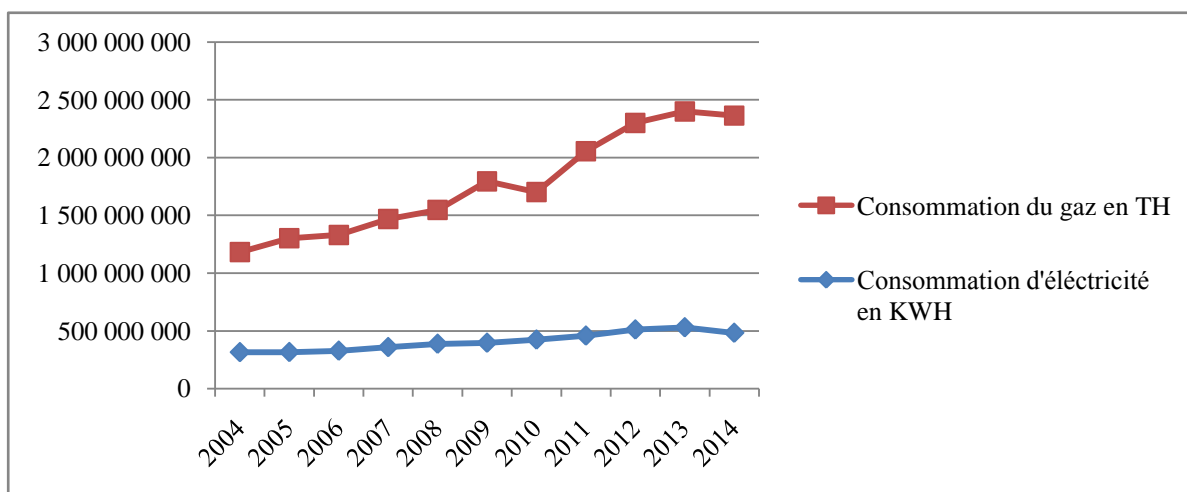
Annexe II

Les années	La consommation d'électricité en KWH (BT + MT)	La consommation du gaz en TH (BP + MP)
2004	315551467	866 409 558
2005	316486068	986 084 204
2006	328139217	1 002 848 000
2007	359296007	1 109 150 000
2008	388204002	1 158 533 274
2009	396960862	1 398 515 610
2010	424490969	1 278 001 088
2011	459106322	1 597 261 246
2012	512250233	1 789 095 789
2013	531347958	1 869 457 367
2014	483660295	1 881 300 280

Tableau 1 : La consommation électrique et gazière de 2004 à 2014 dans la ville de Tébessa.

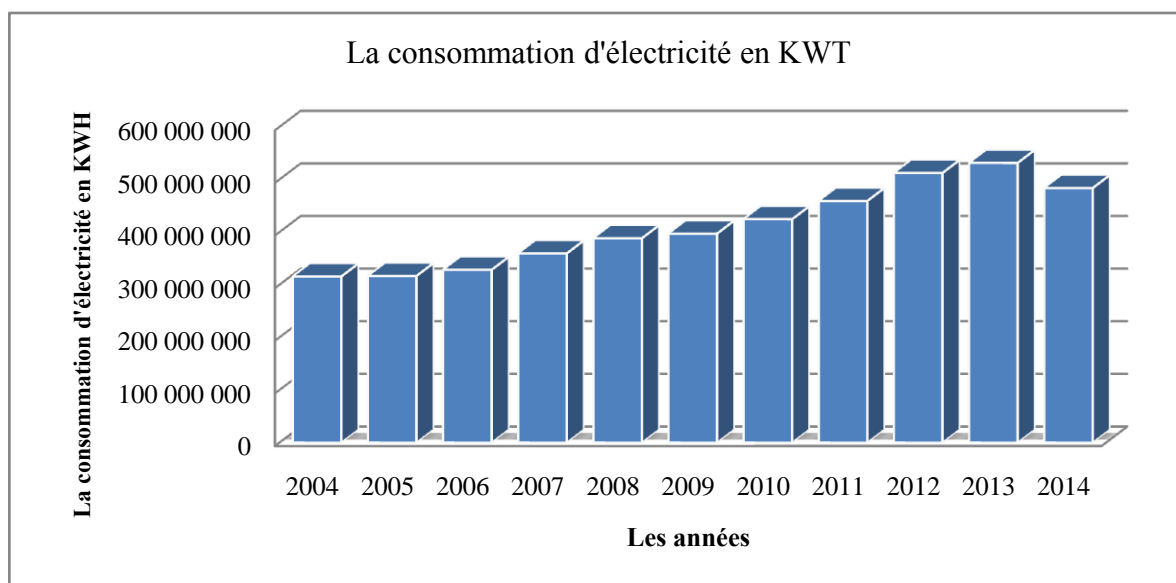
Source : La direction de distribution de l'électricité et du gaz de l'Est.[Tébessa].

Annexe III

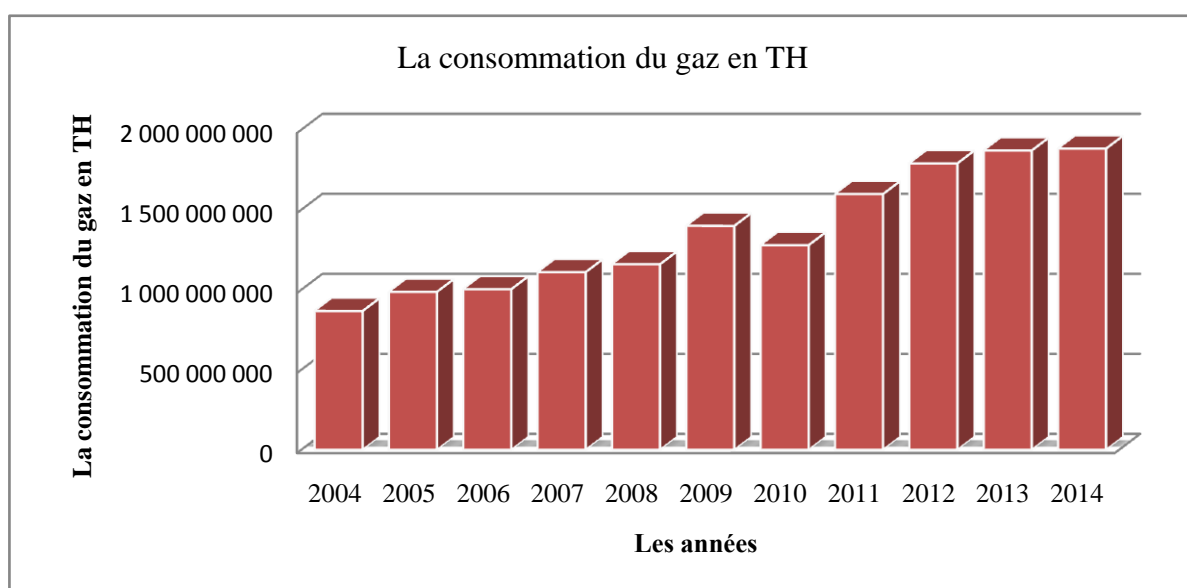


Graphe 2 : Evolution de la consommation électrique et gazière de 2004 à 2014 dans la ville de Tébessa.
 Source : Etablé par les auteurs d'après le tableau.

Annexe IV



Graphe 3 : Evolution de la consommation électrique de 2004 à 2014 dans la ville de Tébessa.
 Source : Etablé par les auteurs d'après le tableau.

Annexe V

*Graphe 4 : Evolution de la consommation gazière de 2004 à 2014 dans la ville de Tébessa.
Source : Etablé par les auteurs d'après le tableau.*

Annexe VI

Type de ventilation	Avantages	Inconvénients
<i>Ventilation naturelle</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Il n'existe pas un cout d'investissement. -Pas d'encombrement. 	<ul style="list-style-type: none"> -Le débit d'air n'est pas contrôlée. -Une grande perte d'énergie. -L'air entrant n'est pas filtrée. -Impossible de recirculation et filtration de l'air ambiant.
<i>VMC simple flux</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Permet de réguler le taux d'humidité ambiant du bâtiment. -Confort acoustique. -L'air entrant est filtrée. - Le cout. 	<ul style="list-style-type: none"> -Le bruit des bouches d'insufflation si mal conçues. -Il existe un courant d'air froid au niveau des ouvertures.
<i>VMC double flux</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Système de récupération de chaleur. -Confort acoustique. - Il n'existe pas un courant d'air froid. -L'air entrant est filtrée. -Préchauffage ou rafraichissement de l'air entrant. 	<ul style="list-style-type: none"> -Un cout plus élevé. -Le bruit des bouches d'insufflation si mal conçues.
<i>Ventilation hygroréglable</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Un système économe en énergie. -Le débit d'air est varié avec l'humidité. - Air acoustique qui diminuer les nuisances sonores extérieures. 	<ul style="list-style-type: none"> -Système couteux. -L'efficacité contre l'humidité et non contre les autres polluants.

*Tableau 2 : Comparaison entre les différents systèmes de ventilation.
Source : Etablé par les auteurs*

Annexe VII

<i>Matériau</i>	λ (W/m. K)	<i>Epaisseur (cm)</i>	R (m ² .K/W)	<i>Temps de transfère</i>
<i>Parpaing béton</i>	1.05	20	0.19	4.1
<i>Brique creuse</i>	0.45	20	0.44	5.2

*Tableau 3 : La comparaison entre la brique creuse et le parpaing béton,
Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine.
[ADEME]. p :15.*

Remarque :

*La brique creuse présente des meilleures performances que le parpaing.

*Les deux matériaux possèdent des temps de transfert faibles de la chaleur qui cause des problèmes de l'inconfort en été.

*Ils ont la même épaisseur.

Annexe VIII

<i>Matériau:</i>	<i>Avantages:</i>	<i>Inconvénients:</i>
<i>Parpaing béton</i>	<i>Très répandu</i>	<i>-Faible temps de transfert de la chaleur estivale.</i>
<i>Brique creuse</i>	<i>-Meilleure isolation que le parpaing. -Matériaux naturel. -Perméable à la vapeur d'eau.</i>	<i>-Faible temps de transfert de la chaleur estivale.</i>

*Tableau 4 : Les avantages et les inconvénients de la brique creuse et le parpaing béton,
Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine.
[ADEME]. p :15.*

Annexe IX

<i>Matériau</i>	λ (W/m. K)	<i>Epaisseur (cm)</i>	R (m ² .K/W)	<i>Temps de transfère</i>
<i>Brique alvéole</i>	0.149	30	2.01	15.6
<i>Béton cellulaire</i>	0.13	30	2.30	12.2

*Tableau 5 : Les données techniques de la brique alvéole et le béton cellulaire.
Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine.
[ADEME]. p:16.*

Annexe X

<i>Caractéristiques</i>	<i>Brique alvéole</i>	<i>Béton cellulaire</i>
Composition	Terre cuite sans solvant, ni fongicide et insecticide.	-Chaux, ciment, sable, poudre d'aluminium.
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Confort thermique. - Incombustible, ne génère aucune émanation toxique. - Perméable à la vapeur - Forte résistance mécanique. - Inaltérable. - Ne contient pas d'éléments toxiques ou fibreux. - Inattaquable par les insectes et les rongeurs. - Durée de vie : 100 ans. 	<ul style="list-style-type: none"> - Confort thermique. - Incombustible, ne produit pas de fumée ou de gaz toxique. - Perméable à la vapeur. - Ne contient pas d'éléments toxiques ou fibreux. - Inattaquable par les insectes et les rongeurs. - Durée de vie : 100 ans. - Recyclable à 100% comme remblai.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Forte demande énergétique à la fabrication. - Isolation phonique légère pour les faibles épaisseurs. 	<ul style="list-style-type: none"> - Isolation phonique légère pour les faibles épaisseurs. - Garde l'humidité, sèche mal.

Tableau 6 : Les principales caractéristiques de la brique alvéole et le béton cellulaire, Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. p:16.

Annexe XI

<i>Matériau:</i>	<i>Avantages:</i>	<i>Inconvénients:</i>
Le bois	<ul style="list-style-type: none"> - C'est un matériau sain. - Il engendre des économies de terrassement. - Il est très rigide ce qui permet de créer des ossatures autoporteuses. - Les murs des maisons en bois sont moins épais et font gagner de l'espace. - Le bois est biodégradable et sa mise en œuvre produit peu de déchets. - C'est un matériau chaleureux et confortable. - L'édification des maisons en bois est très rapide. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le confort acoustique des maisons en bois n'est pas très bon. - L'humidité est l'ennemi du bois, il doit être protégé pour éviter la prolifération de moisissure. - Certains traitements du bois peuvent s'avérer toxiques pour l'homme.

Tableau 7 : Les avantages et les inconvénients de bois,

Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine.

Annexe XII

Isolant	Densité (kg/m³)	λ (W/m. K)
Le polystyrène expansé	20 a 30	0,039
Le polystyrène extrudé	20 a 30	0,031
Le polyuréthane	40 kg/m ³ pour les panneaux 30 kg/m ³ pour les mousses	0,025 pour les panneaux 0,030 pour les mousses

Tableau 8: Les données techniques des isolants synthétiques,
Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. p:19.

Remarque : Le polystyrène extrudé a de meilleures performances thermiques mais sa cout plus cher que le polystyrène expansé.

Annexe XIII

Isolant	Densité (kg/m³)	λ (W/m. K)
Laine de verre	25	0.035
Laine de roche	40	0.040
Perlite	90	0.045 à 0.050
Vermiculite	75 à 130	0.060 à 0.080

Tableau 9: Les données techniques des isolants minéraux,
Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. page: 20.

Annexe IV

Isolant	Densité (kg/m³)	λ (W/m. K)
Bois feutré	160 pour panneaux mous.	0,042
	270 pour panneaux durs.	0,070
Laine de cellulose	35 a 45	0,035 a 0,040
Liège expansé	80 a 120	0,032 a 0,045
Chanvre	110	0,048
La laine de chanvre	25 pour rouleaux.	0,039
	30 a 35 pour panneaux.	0,037
	20 pour vrac et rouleaux.	
Laine de lin	30 a 35 pour panneaux semi rigides.	0,065 a 0,09
	400 a 500 pour panneaux Agglomère.	

Tableau 10: Les données techniques des isolants végétaux,
Source : Guide de l'éco-construction, Agence régionale de l'environnement en Lorraine. [ADEME]. p: 21.

+ Critères à respecter pour une maison passive:

Pour obtenir le certificat délivré par la plate-forme “Maisons passives”, il faut respecter les critères suivants sur base du calcul PHPP : (“Passive House Planning Package”)

I. Les besoins nets en énergie de chauffage doivent être inférieurs à 15 kWh/m² an

Les besoins nets en énergie de chauffage uniquement sont calculés par le logiciel et doivent impérativement être inférieurs à 15 kWh/m²an.

II. Une étanchéité à l'air performante qui se concrétise par un n50 inférieur à 0,6 au Blower Door Test.

Pour atteindre les niveaux de consommation repris ci-dessus, il est indispensable que la maison soit étanche à l'air pour éviter toutes fuites. Cette qualité peut être mesurée par un test d'étanchéité (Blower Door Test). Un résultat n50 inférieurs à 0.6 signifie que, lorsque l'on met le bâtiment en surpression de 50 Pascals, les fuites d'air ne permettent qu'un renouvellement d'air de 0.6 volume par heure.

III. Le pourcentage de surchauffe ne doit pas dépasser 5%

Le logiciel calcule à partir des données relatives aux vitrages, à l'orientation, aux ombrages, aux protections solaires, ... etc. le nombre d'heures par an pendant lesquelles la température à l'intérieur du bâtiment dépasse 25°.

IV. La consommation totale d'énergie primaire doit être inférieure à 120 kWh/m²an.

Le logiciel calcule la consommation d'énergie pour le chauffage mais aussi pour l'eau chaude sanitaire ainsi que tous les appareils qui équipent la maison dont, notamment, la centrale double flux, les calculateurs, les électroménagers, ...

Source : Partenaire de la construction de votre maison passive, Thomas&Piron, la force d'un groupe PMP (Plate-forme maison passive) février 2011, [www.thomas-piron.eu]. p: 02,03.

Résumé :

L'homme cherche depuis toujours à essayer de tirer parti du climat pour gagner du confort intérieur agréable en été et en hiver et économiser l'énergie dans son habitation. On trouve par exemple, dans l'architecture ancienne, les constructeurs sont utilisés des techniques de construction simples et efficaces basées sur l'exploitation des énergies naturelles renouvelables comme (le soleil, la pluie, les vents et les végétations), ces derniers offrent des conditions climatiques optimales et la disponibilité d'une vie saine et confortable.

L'ancien homme a également adopté dans la conception de son bâtiment certains critères de base pour bénéficier le maximum des apports solaires gratuits comme le choix de site d'implantation, la forme et l'orientation de volume par rapport au soleil et vents dominants, ainsi le choix idéal des matériaux de construction. Mais, avec les changements des conditions du climat causées par les activités de l'homme qui sont non respectueuses de l'environnement, les anciens bâtiments sont devenus inadaptés aux circonstances de la vie et ne fournissent pas toutes les conditions de confort pour ses occupants.

Ces problèmes ont conduit à des êtres humains pour rechercher d'autres solutions pour corriger les données climatiques et de fournir les meilleures conditions pour une vie saine. Parmi ces solutions on trouve les appareils de chauffage et de refroidissement. Mais l'utilisation de ces dispositifs résulte des problèmes de consommation d'énergie non renouvelable. Ces problèmes ont orientés les chercheurs dans le domaine du climat à la recherche des autres solutions pour assurer les conditions du confort et réduire la consommation d'énergie.

Cette recherche se base d'une part, sur l'étude de l'architecture bioclimatique : ses avantages, ses principes et ses composants et d'autre part, une étude détaillée d'un système composant de l'architecture bioclimatique qui est le système solaire passif et d'essayer de l'adapter au climat chaud et sec qui caractérise la ville de Tébessa.

Mots clés : Architecture bioclimatique - système solaire passif - confort - consommation d'énergie - climat chaud et sec - la ville de Tébessa.

ملخص:

يبحث الإنسان منذ القديم على استغلال عناصر المناخ لربح الراحة الداخلية المفضلة في الصيف والشتاء و اقتصاد الطاقة في بيته نجد على سبيل المثال بناء العمارة القديمة كانوا يستخدمون تقنيات بناء بسيطة و فعالة تتركز أساسا على استغلال الطاقات الطبيعية مثل (طاقة الشمس الرياح الأمطار و النباتات)، هذه الأخيرة تهدي شروط مناخية حسنة و توفر حياة صحية ومريحة . كما اعتمد الإنسان القديم في تصميم بنايته على بعض المعايير الأساسية للاستفادة إلى أقصى حد من الطاقة الشمسية مجانا كاختيار الموقع، شكل و اتجاه المبنى بالنسبة للشمس و الرياح السائدة وكذلك الاختيار الأمثل لمواد البناء، ولكن مع التغيرات في الظروف المناخية الناجمة عن الأنشطة البشرية التي لا تعد صديقة للبيئة، أصبحت المباني القديمة غير مناسبة لظروف الحياة ولا توفر جميع شروط الراحة لمستخدميها. هذه المشاكل أدت بالإنسان إلى البحث عن حلول أخرى لتصحيح المعطيات المناخية وتوفير أفضل الظروف لحياة صحية. من بين هذه الحلول نجد أجهزة التدفئة والتبريد. ولكن استخدام هذه الأجهزة انجر عنه مشاكل في استهلاك الطاقة غير المتجددة، هذا الأخير وجه العلماء و الباحثين في مجال المناخ إلى البحث عن حلول أخرى توفر شروط الراحة و تخفض من استهلاك الطاقة غير المتجددة. يتركز هذا البحث من جهة على دراسة العمارة البيومناخية : ايجابياتها، أساسياتها، و مكوناتها، و من جهة أخرى دراسة مفصلة لنظام مكون للعمارة البيومناخية الذي هو النظام الشمسي السلبي و محاولة تكيفه مع المناخ الساخن و الجاف الذي يميز مدينة تبسة .

الكلمات المفتاحية : عمارة بيومناخية - نظام شمسي سلبي - راحة - استهلاك الطاقة - مناخ ساخن و جاف - مدينة تبسة.