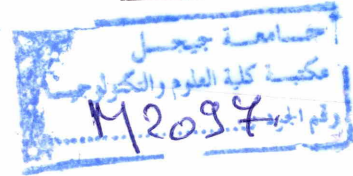


Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed Seddik Benyahia – Jijel
Faculté des Sciences et de la Technologie

Département d'Architecture et d'Urbanisme



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de :
MASTER ACADEMIQUE



Filière :
ARCHITECTURE

Spécialité :
ARCHITECTURE ET TECHNOLOGIE

Présenté par :
MIMOUNE Tarek
TOUATI Fayçal

THEME:

**L'orientation optimale des constructions individuelles
pour l'économie d'énergie**

Le 03/10/2015

Composition du Jury :

M^r.BOUTELLISS .T
M^r.BOURAOUI .R
M^r.NEDJAR .F

MA.A, Université de Jijel
MA.A, Université de Jijel
MA.A, Université de Jijel

Président du jury
Directeur de mémoire
Membre du jury

Toute notre gratitude, grâce et remerciement vont à dieu le tout puissant qui nous a donné la force, la patience, le courage et la volonté pour élaborer ce travail.

C'est avec une profonde reconnaissance et considération particulière que nous remercions notre encadrant **M^r BOURAOUI RIAD** pour la sollicitude avec laquelle il a suivi et guidé ce travail, pour son esprit d'encadrement, sa volonté et ses précieuses orientations combien bénéfique et instructives et que nous tenons remercier vivement pour tout ce qu'il nous a appris.

Nous remercions les membres de jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

Toute notre gratitude va à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.



Dédicace

Je dédie ce travail :

À mes chers et respectueux parents. Vraiment aucune dédicace ne saurait jamais exprimer mon attachement ; mon amour et mon affection, je vous offre ce modeste travail en témoignage de tous les sacrifices et l'immense tendresse dont vous m'avez toujours su me combler.

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et voir ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'assister à ne pas relâcher dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

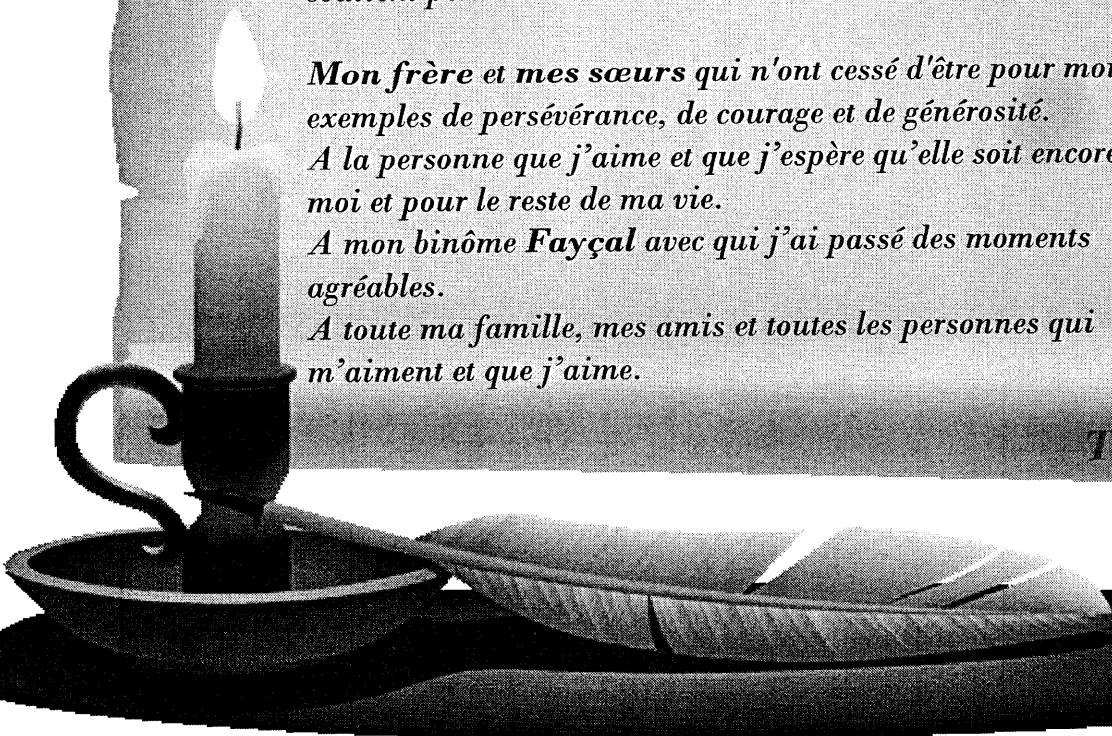
Mon frère et mes sœurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

A la personne que j'aime et que j'espère qu'elle soit encore avec moi et pour le reste de ma vie.

A mon binôme Fayçal avec qui j'ai passé des moments agréables.

A toute ma famille, mes amis et toutes les personnes qui m'aiment et que j'aime.

Tarek



Dédicace

Avec joie et plaisir, fierté et respect, je dédie ce mémoire :

Mes très chers parents, pour leur : amour, sacrifices, patiences, soutien moral et matériel depuis mon enfance jusqu'à ce jour.

A ma mère qui a cru en moi, qui m'a encouragé et m'a soutenu, qui a su être avec moi dans toutes les circonstances.

Merci maman pour ton écoute, ton soutien et ton amour inconditionnels, sans quoi, il m'aurait été difficile d'atteindre ce stade.

A mon père que je considère comme mon exemple, qui me donne la foi de continuer mon chemin. Qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie.

A mes deux frères qui ne cessent de m'encourager à achever ce travail. Je souhaite une très bonne continuation dans leurs éducation et leur vie personnelle tant que professionnelle.

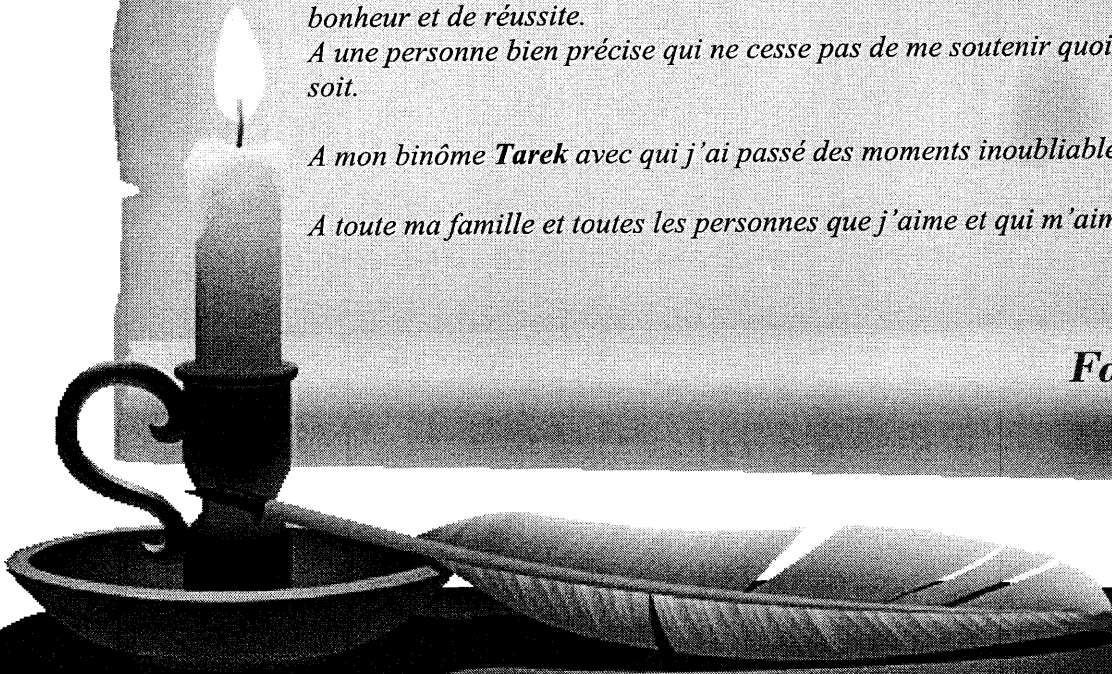
A la petite de la maison, ma sœur adorable qui m'a donnée de l'espoir pendant les pires moments de mon chemin, je te souhaite beaucoup de bonheur et de réussite.

A une personne bien précise qui ne cesse pas de me soutenir quoi qu'il soit.

A mon binôme Tarek avec qui j'ai passé des moments inoubliables.

A toute ma famille et toutes les personnes que j'aime et qui m'aiment.

Fayçal



Sommaire :

Introduction général :

1.Thème et sujet 1
2.Le contexte 1
3.Introduction 1
4.Problématique 2
5.objet d'étude..... 5
6.Objectifs de la recherche..... 5
7.Méthodologie 6
8.structure de mémoire..... 7

Chapitre01 :

1. Introduction 8
2. Éclairage naturel 8
3. Production de chaleur utile 11
 3.1 Le solaire thermique passif 11
 3.2 Le solaire thermique actif 14
4. Production d'électricité 16
5. Constats de l'intégration des systèmes solaires à l'architecture..... 18
6. Conclusion 24

Chapitre02 :

1.Introduction 26
2.Comment concevoir une Maison passive ? 26
 2-1-Orienter sa maison 27
 2-2-Un espace compact et fonctionnel 27
 2-3-Une isolation renforcée 28
 2-4-Un renouvellement d'air maîtrisé 28
3.Pourquoi construire passif ? 29
4.Quelles sont les démarches à entreprendre ? 30

5.Construire passif est-il beaucoup plus cher ?	30
6.Est-il possible de rénover passif ?	31
7.La maison passive est-elle forcément une maison d'architecte?	33
8.Peut-on ouvrir les fenêtres dans une Maison passive ?	33
9.Faut-il prévoir un chauffage d'appoint ?	33
10.Conclusion	34

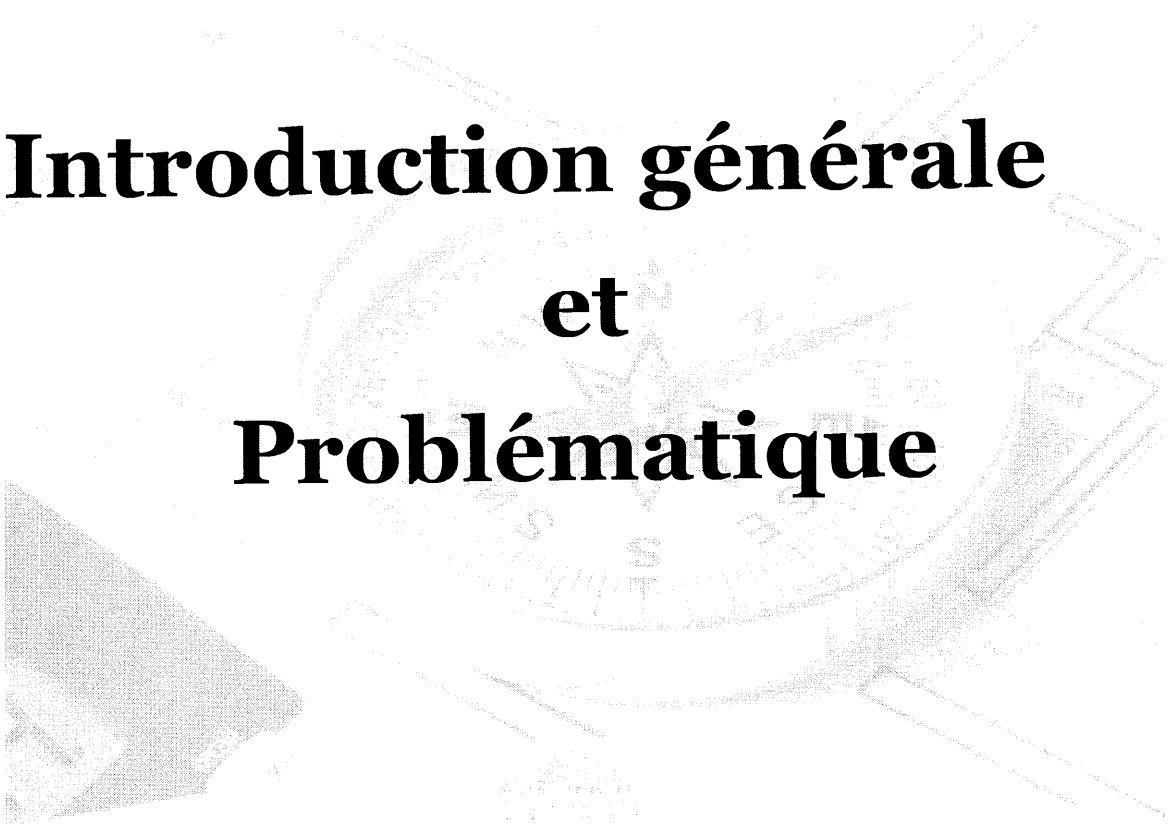
Chapitre03 :

1.Introduction	35
2.Définition	35
2.1.Les Classes d'orientations	37
2.2.Orientation d'une paroi verticale	40
2.3.La forme et l'orientation	40
2.4.Orientation et accès du soleil	41
2.5.Effets combinés du rayonnement solaire et des conditions de l'air ambiant	43
3.L'orientation optimale	44
3.1.Hiver saison de chauffe	44
3.2.Eté période de surchauffe	45
3.3.Détermination de l'orientation optimale	45
4.Effet de l'orientation des façades par rapport au soleil	47
4.1.Effet de l'orientation sur les températures de surfaces extérieure	47
4.2.Orientation, couleur et matériaux	48
4.3.Effets de l'orientation sur les températures intérieures	50
5.Effet de l'orientation des façades par rapport au vent	50
5.1.Effets de l'orientation des fenêtres sur les températures intérieures	51

Sommaire

5.2.Rapport Surface D'ouvertures/ Autres Surfaces Extérieures	52
5.3.Rapport Surface Exposée/ Autres Surfaces	52
5.4.Orientation et composition du plan intérieur d'un logement	52
5.5.Comportement de l'utilisateur	53
6.Techniques Passives De Contrôles Thermiques	53
6.1.L'ombrage Et Ensoleillement	54
6.1.1.Ombre urbaine	54
6.1.2.L'ombrage par éléments architecturaux	55
6.1.3.L'ombrage par éléments fragmentaires au niveau de l'enveloppe	57
7.Conclusion	60
<u>Chapitre04 :</u>	
1.Présentation du site	61
2.Historique	61
3.Topographie et implantation	62
4.Contexte urbain	62
5.Type de terrain	63
6.Végétation	63
7.Orientation	63
8.Tables de Mahoney	64
9.Utilisation des tables de Mahoney	65
<u>Conclusion et recommandations :</u>	
1.Recommandations.....	72
2.Conclusion.....	75

Introduction générale et Problématique



1. Thème et sujet :

Les économies d'énergies sont aujourd'hui, en Algérie à l'ordre du jour. Le Prix National d'Architecture 2014 décerné récemment en est l'illustration la plus évidente. En effet, le constat que l'on fait est que presque toutes les constructions qu'elles soient destinées aux équipements ou aux constructions individuelles présentent des orientations aléatoires qui ne prennent pas en compte les données climatiques et surtout le soleil comme élément fondamental d'une conception durable.

- ❖ Inconfort thermique
- ❖ Dégradation de la qualité des constructions

Partant de ce constat notre choix s'est porté naturellement sur L'ORIENTATION DES CONSTRUCTIONS pour d'une part essayer de diagnostiquer les problèmes auxquels font face ces mêmes constructions et d'autre part de proposer les solutions adéquates qui permettraient de pallier à ces problèmes.

2. Le contexte:

L'orientation aléatoire des constructions et de leurs ouvertures induisent des répercussions notables sur le confort intérieur des habitations et sur l'économie d'énergie.

La ville de Jijel, à l'image des autres villes d'Algérie, n'échappe pas à cette situation.

La presque totalité des constructions individuelles reste caractérisée par des conceptions et des implantations en totale inadéquation avec les données de l'environnement et surtout très mal-orientées.

3. Introduction :

Les problèmes énergétiques et d'environnement sont des contraintes du programme que l'architecte ou l'ingénieur doit gérer, au même titre que les autres paramètres du projet.

Les conditions économiques, politiques et écologiques nous amènent aujourd'hui à privilégier l'utilisation d'énergies renouvelables, principalement le rayonnement solaire pour le chauffage et l'éclairage des bâtiments.

Introduction générale et problématique

Cette part peut atteindre 30 à 40 %, sans prouesse technologique et pour un coût raisonnable, ce qui nécessite pour l'architecte, ou l'ingénieur, de connaître quelques principes de physique, quelques règles de dimensionnement, afin de pouvoir y associer des solutions formelles et techniques.

Le mémoire a donc pour objectif de transmettre les acquis de la recherche dans le domaine de la technique solaire passive aux architectes et ingénieurs, en adaptant cette démarche au rythme et à la logique du projet.

Ce mémoire est d'autant plus d'actualité qu'il est nécessaire pour l'architecte de satisfaire à de nouvelles normes, lois et règlements en matière d'énergie.

En outre, devant la sensibilisation aux problèmes d'environnement, de plus en plus d'entreprises, de collectivités, font expressément référence dans leurs programmes de construction à «l'écologie» et à l'utilisation d'énergie solaire renouvelable.

4. Problématique :

L'architecture BIOCLIMATIQUE insiste sur l'optimisation de la relation de l'habitation avec le climat en vue de créer des ambiances « confortables » par des moyens spécifiquement architecturaux ; Le but de l'architecture bioclimatique est d'exploiter les effets bénéfiques du climat (captage du soleil en hiver, ventilation en été) tout en offrant une protection contre les effets négatifs (trop de soleil en été, expositions aux vents dominants en hiver) , une conception consciente de l'énergie ; et qui place l'occupant et son confort au centre de ses préoccupations.

Une construction est dite bioclimatique ; quand sa conception architecturale vise à utiliser, les éléments favorables du climat et de l'environnement, en vue de la satisfaction des exigences du confort thermique.

Comment construire bio et climatique? l' idée fondamentale dans la conception d' un habitat bioclimatique est la relation retrouvée entre l' homme habitant et le climat .elle permet de réduire les besoins énergétiques et de créer un climat de bien être à l'intérieur des logements avec des températures agréables et une humidité contrôlée... les énergies renouvelables et en particulier l'énergie solaire sont à prendre en considération, l'influence du rayonnement solaire c'est-à-dire l'effet radiatif « sol air température » sur la température de

Introduction générale et problématique

l'air au voisinage de la paroi, et sur la température de la face exposée au soleil tient compte de plusieurs facteurs :

- Rayonnement solaire sur toute l'enveloppe du bâtiment
- Température de l'air suivant l'heure du jour et la position du soleil
- Orientation du bâtiment (par rapport au soleil et au vent)
- Caractéristiques des parois extérieures (masse thermique, couleur, état de surface des Matériaux, isolation...)
- Protection solaire de toutes ces parois
- Emplacement et taille des fenêtres.

L'architecture solaire n'est pas seulement un moyen de faire les économies d'énergie ou de remplacer une source d'énergie par une autre, elle est surtout l'art de construire en harmonie avec le climat, suivant les heures de la journée et les saisons. Elle est tout simplement, une architecture plus confortable et plus conviviale pour les habitants. L'ensoleillement du site est tout aussi important. En fonction du soleil, le bâtiment s'ouvrira sur l'extérieur ou s'en protégera. Sa régularité aura une influence sur la climatisation. L'évolution horaire du rayonnement donne des indications précieuses. Elle permet de connaître à quelle heure, et avec quelle intensité, le soleil apparaîtra sur une façade donnée.

L'architecture solaire va avoir une influence sur :

la disposition des pièces.

le nombre, la taille et l'orientation des fenêtres.

le choix des matériaux.

C'est une pratique à la fois respectueuse de l'environnement et rentable en termes d'économie d'énergie.

Est-ce que l'architecture solaire peut corriger les problèmes de l'habitat individuel en Algérie ?

Est-ce que cette démarche répond aux besoins des habitants surtout en matière de confort thermique ?

Introduction générale et problématique

L'architecture solaire ou bioclimatique est aujourd'hui sortie de l'anonymat. Divers prototypes de maisons solaires ont été réalisés à travers le monde depuis des années. Des maisons solaires ont été également commercialisées en France, aux Etats-Unis, en Australie, et au Japon. Le premier brevet de maison solaire du professeur Trombe (CNRS) date de 1956. Ces travaux ont permis de la faire connaître. Mais elles ont aussi permis d'observer, de faire des mesures et de dégager une nouvelle philosophie de la conception des maisons et de l'équilibre financier. L'Algérie dispose d'un gisement solaire important.

Le Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER) de notre pays s'intéresse à l'autonomie des maisons solaires en site isolé.

L'Unité de Recherche de Matériaux et Energies Renouvelables (URMER) de l'Université de Tlemcen s'est orientée récemment vers l'architecture solaire en vue d'une conception adaptée aux constructions des maisons photo-solaires.

Une maison devrait nous protéger du soleil, de la pluie, du vent et nous garder au chaud et à l'aise. Elle devrait également être solide et durable. De nombreux facteurs interagissent pour répondre à ces besoins, notamment, l'environnement extérieur, les installations techniques (chauffage, climatisation, ventilation), les occupants et l'enveloppe de cette habitation.

L'enveloppe, qui constitue l'enceinte de la maison nous protège de ces éléments, elle comprend :

- les fondations et le plancher du sous-sol
- les murs au-dessus du niveau du sol
- la toiture *f*
- les fenêtres et les portes.

On attend beaucoup de l'enveloppe : elle doit fournir un support structural aux murs et aux toits, empêcher la structure de se détériorer, permettre un éclairage naturel à l'intérieur et offrir une voie d'entrée et de sortie. En effet, l'enveloppe de la maison doit séparer l'environnement intérieur chaud et confortable du climat extérieur.

Pour protéger notre environnement intérieur, l'enveloppe doit contrôler le flux de chaleur, d'air et d'humidité de l'intérieur du bâtiment vers l'extérieur.

Introduction générale et problématique

Comment peut-on, à partir d'une architecture solaire, obtenir une maison à la fois économe en énergie et respectueuse de son environnement ?

L'implantation et l'assise du bâtiment vont d'abord dépendre des contraintes ou des opportunités du site (vues agréables, orientations profitables au apport solaire, vents dominants, pollutions sonores, olfactives...). En terme d'énergie, les point essentiels pour l'orientation seront la possibilité des capteurs solaires de favoriser un ensoleillement optimal des façades en hiver, de limiter les vitrages à l'ouest qui sont les plus problématiques vis-à-vis du confort d'été, de limiter les effets des vents d'hiver et de permettre une ouverture des fenêtres en été pour profiter de la fraîcheur du soir et de la nuit. Les protections solaires (notamment extérieures) sont un des moyens essentiels d'obtention du confort d'été. Y penser dès les premières étapes du projet permet de bien les intégrer dans l'architecture du bâtiment ou de la façade.

Comment obtenir une orientation optimale des constructions en fonction de leur implantation et des contraintes contextuelles ?

5. Objet d'étude :

La recherche que nous nous proposons de faire, aujourd'hui, traite la ville de JIJEL, en générale et un lotissement résidentiel (l'habitat individuelle) en particulier en tant que mode dominant de création des tissus urbains.

Elle concerne, d'abord la qualité de l'orientation de ce type d'habitat et ses effets sur le confort de l'habitant, la nécessité d'établir de nouvelle recommandation aptes à même améliorer l'environnement urbain d'un côté, et la quantité d'énergie utilisé d'un autre côté.

6. Objectifs de la recherche :

Afin de répondre à l'objectif du confort, le concepteur doit tenir compte de :

1. La bonne implantation des bâtiments qui prend en compte les apports énergétiques, (Rayonnement solaire et ses effets d'échauffement sur les murs et suivant l'orientation.)
2. La meilleure position par rapport au vent (problème de la ventilation en rapport avec la direction du vent et l'orientation de la façade.)

La prise en compte de ces deux facteurs peuvent aboutir à des exigences d'orientation, qui peuvent minimiser les dépenses d'énergie.

Introduction générale et problématique

En exploitant les paramètres du bâtiment, on peut réduire les consommations énergétiques et on peut assurer des ambiances intérieures confortables à savoir :

- L'orientation par rapport au soleil et au vent.
- La couleur et la nature des surfaces exposées de la paroi.
- la taille et la protection des fenêtres.

L'objectif consiste à tester le comportement thermique de l'habitat individuel situé à la ville de JIJEL vis-à-vis les conditions climatiques extérieures. Cela concerne l'étude de l'impact de l'orientation sur la température intérieure de l'habitat individuelle Dont le confort intérieur reste lié à l'environnement thermique qui s'établit entre le corps humain et l'environnement proche, qui dépend de nombreux critères : température de la paroi, température de l'air, déplacement de l'air, l'humidité

7. Méthodologie :

L'élaboration de ce mémoire est le résultat fini d'un ensemble de travaux et d'un effort d'équipe notamment basé sur ; de profondes recherches sur le Net, des consultations de livres et de thèses ainsi que des investigations sur le terrain. Pour mieux développer ce travail sans s'éloigner de notre thématique de recherche, nous avons adopté un programme riche basé sur une structure, englobant trois grandes approches nécessaires et divisé en chapitres distincts visant précisément notre sujet « L'orientation optimale et ses effets bénéfiques sur les constructions individuelles ».

Il se divisera en:

1. Approche thématique :

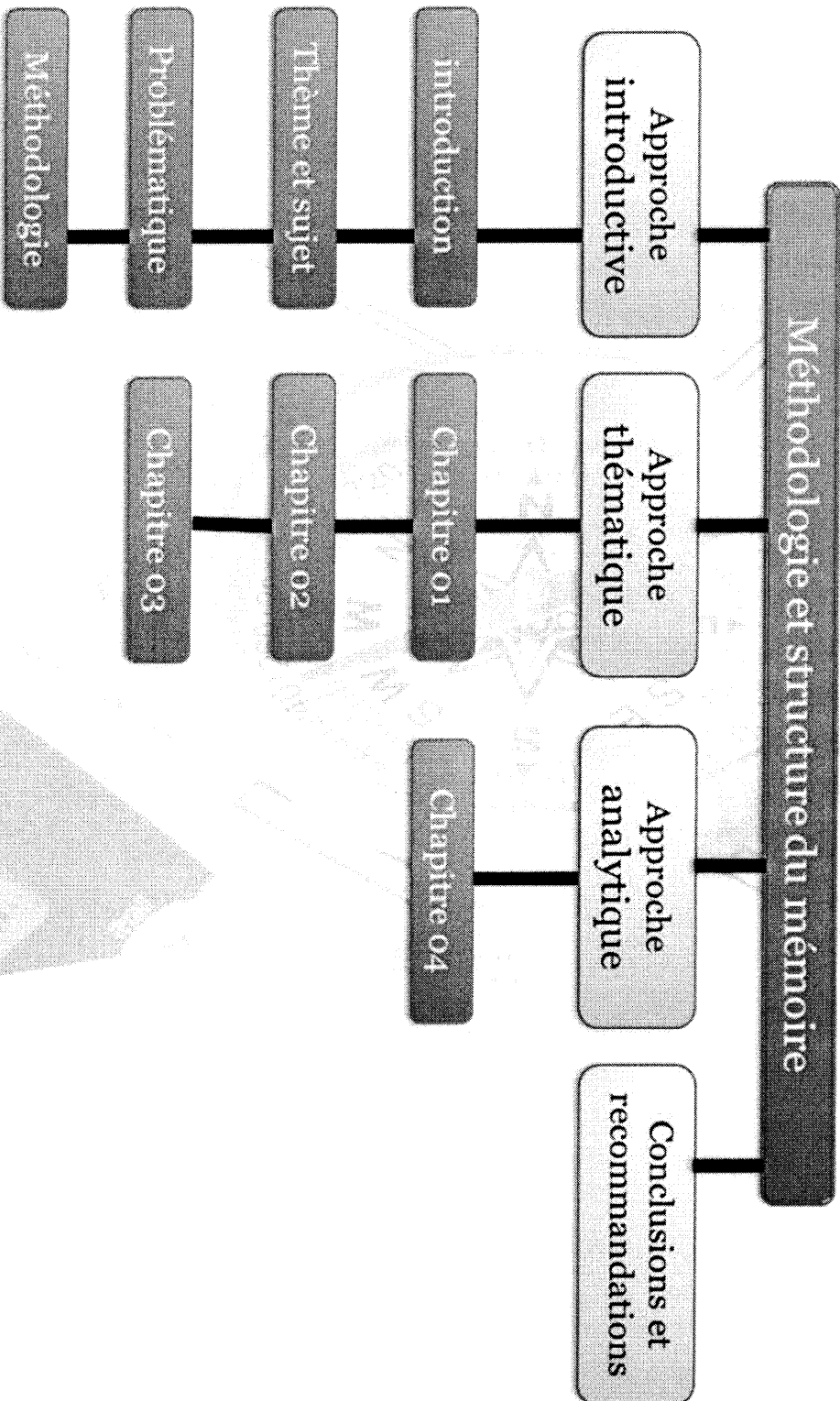
- i. Chapitre 01 : L'architecture solaire; une architecture novatrice ?
- ii. Chapitre 02 : L'habitat bioclimatique; un habitat économe en énergie
- iii. Chapitre 03 : Climat et confort; éléments fondamentaux de l'architecture solaire

2. Approche analytique :

- i. Chapitre 04 : L'orientation optimale; analyse et investigations

3. Conclusions et recommandations

8. Structure de mémoire :





Chapitre 01

1. Introduction :

L'architecture solaire de haute qualité est une architecture qui intègre au mieux l'exploitation de l'énergie solaire dans le bâtiment afin d'y accroître le confort des occupants ainsi que les performances environnementales (énergétiques, etc.), économique, social et des ambiances physiques architecturales (thermiques, visuelles, etc.) (Fernandez & Lavigne, 2009; Liebard, 2007). La qualité d'intégration architecturale dépend, entre autres, du contrôle et de la cohérence des systèmes solaires des points de vue fonctionnel, constructif et formel (esthétique) (Munari Probst et al., 2012). Pour y arriver, la variable solaire doit être manipulée avec soin lors de la conception d'un espace (Heschong, 1981) et doit être appréhendée comme un élément à part entière de la conception, au même titre que les différentes variables physiques, architecturales, urbanistiques et économiques. Andresen (2000) n'ajoute que la variable solaire doit faire partie des objectifs de conception et non seulement être liée aux objectifs de performance énergétique. Enfin, la variable solaire peut être intégrée architecturalement aux bâtiments pour différentes intentions, soit pour l'éclairage naturel, pour la production de chaleur utile et/ou pour la production d'électricité (figure 1-1).

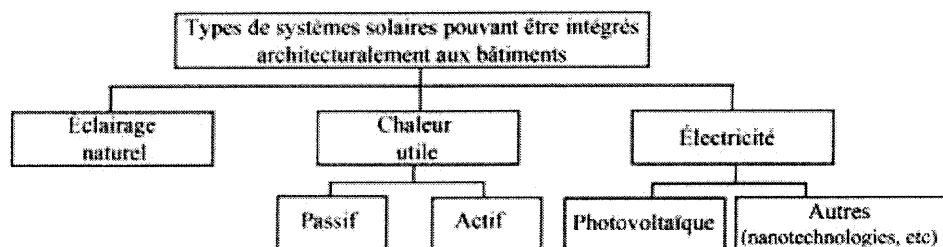


Figure 1-1 - Types de systèmes solaires classés selon différents besoins pour le bâtiment

2. Éclairage naturel :

L'éclairage naturel consiste à utiliser la lumière naturelle comme source lumineuse principale pour les occupants (figure 1-2). En plus de réduire la consommation énergétique de l'éclairage artificiel et de diminuer la densité de puissance installée (W/m²), les avantages de l'éclairage naturel sont nombreux. Il permet entre autres :

- de favoriser la santé et le bien-être des occupants (Osterhaus, 2005; Veitch, 2007);

- d'améliorer le confort des occupants, de stimuler le système visuel et circadien humain puisqu'« un confort trop stable peut être ennuyeux et que des variations sont parfois les bienvenues » (Roulet, 2004);
- d'influencer l'humeur, la motivation, la réponse biologique, la productivité et le stress (Boyce, 2003; Küller, 2002; Lucuik (2005); Marty et al, 2003; Menzies et Wherrett, 2005).

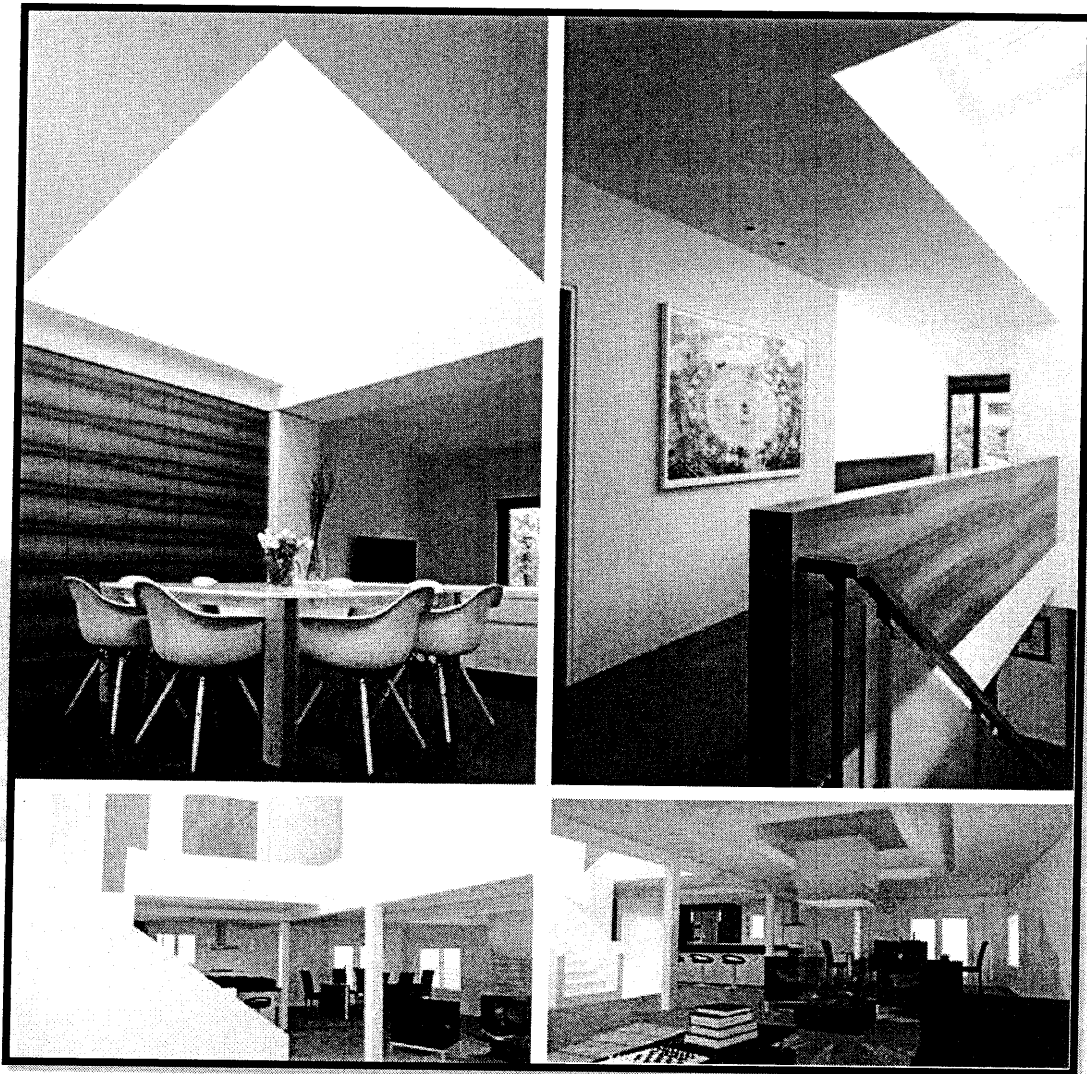


Figure 1-2 - Exemple d'éclairage naturel omniprésent pour les occupants (Haut : Altius Architecture Inc, Bas : Binette et Binette architectes)

Puisque l'éclairage naturel varie constamment, son utilisation constitue un réel défi pour l'architecte. Ce dernier doit notamment établir des stratégies pour limiter les risques

d'éblouissement, de réflexions indésirables sur les écrans d'ordinateur, etc. Selon Demers, (2003), les principes fondamentaux de l'éclairage naturel sont :

- le contexte (nature);
- le volume (accès);
- les ouvertures (modulation);
- les surfaces (matérialisation).

Le contexte comprend les caractéristiques climatiques du site selon le climat, la latitude, le type de ciels, la présence de neige et les obstructions externes. Le volume concerne la forme et la largeur du bâtiment pour y optimiser l'éclairage naturel. Les ouvertures doivent ensuite être modulées afin de privilégier la vue sur le ciel, en s'attardant à la forme, à la position et au pourcentage des ouvertures en façade (ratio d'opacité et de transparence). En ce qui a trait aux ouvertures, il importe de savoir que les occultations solaires contribuent efficacement à contrôler l'éclairage naturel et à éviter l'éblouissement (Littlefair, 1999). En effet, le phénomène de l'éblouissement pourrait diminuer la productivité de 15 à 21%, suite à une exposition trop intense de lumière susceptible de créer des contrastes lumineux inconfortables (Lucuik, 2005). Enfin, les surfaces concernent le choix des réflectances des matériaux utilisés afin d'optimiser les diffusions internes. La figure 1-3 présente un exemple de système d'éclairage naturel qui, en plus d'être alimenté par l'énergie solaire, est utilisé pour limiter le phénomène d'éblouissement (qui est bien important de contrôler car cette solution peut aussi engendrer des problèmes d'éblouissement puisque la lumière naturelle est redirigée vers l'œil des visiteurs). Le système comprend neuf ballons qui se déploient, si nécessaire, en fonction de la chaleur reçue. Le système permet donc de diffuser la lumière lorsque le soleil y est trop intense.

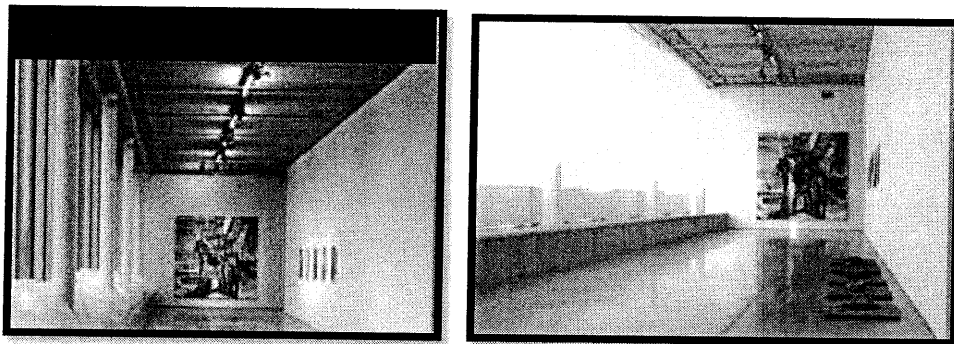


Figure 1-3 - Exemple de système d'éclairage naturel servant à occulter le soleil (Spridd architecte)

3. Production de chaleur utile :

Plusieurs systèmes solaires peuvent être intégrés architecturalement aux bâtiments pour produire de la chaleur utile. Ces systèmes peuvent être catégorisés en deux groupes distincts, soit passifs ou actifs (figure 1-4). Le solaire thermique passif ou "chauffage solaire passif" consiste à utiliser l'énergie solaire le plus simplement possible, sans avoir recours à une mécanique particulière, pour chauffer le bâtiment par "effet de serre". Le solaire thermique actif consiste à utiliser l'énergie solaire en ayant recours à des systèmes actifs (mécaniques) qui convertissent l'énergie solaire en énergie thermique pour produire de la chaleur utile. Le solaire thermique passif et actif demeurent des volets particulièrement importants pour les architectes, puisqu'ils sont directement liés à la conception architecturale et donc au travail qui les concerne en propre, notamment aux premières phases de conception.

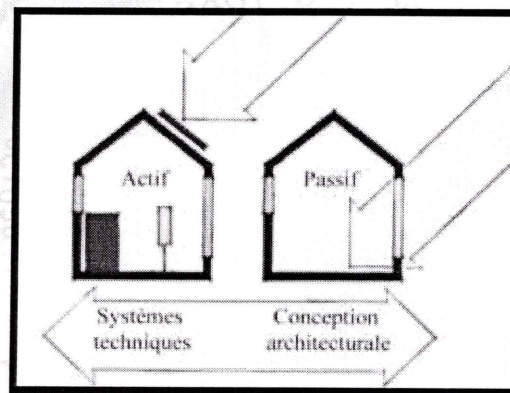


Figure 1-4 - Le solaire passif et actif (Reproduit et sous réserve de l'auteur : LIÉTARD et al., 1996)

3.1 Le solaire thermique passif :

Le solaire thermique passif ou chauffage solaire passif est l'utilisation des gains solaires passifs pour chauffer le bâtiment en saison froide. En plus de réduire la consommation énergétique du chauffage, les avantages du chauffage solaire passif sont nombreux. Selon Heschong (1981), il permet entre autres :

- d'améliorer la sensation de bien-être thermique;
- de créer un microclimat favorable;
- d'assurer une ambiance chaleureuse et confortable.



Toutefois, les gains solaires qui traversent la fenestration augmentent le risque de pertes de chaleur importantes lorsque les fenêtres sont surdimensionnées ou mal isolées, particulièrement pendant la nuit en hiver, et augmentent le risque de surchauffe en été. Pour contrer les pertes de chaleur, il existe, entre autres, les fenêtres à double et triple vitrage offrant des performances accrues. Pour contrer la surchauffe, il existe plusieurs solutions architecturales, comme les avancées de toit (avant-couvertures), les fenêtres en retrait, les marquises, l'intégration d'arbres à feuilles caduques, les occultations solaires, etc. Rheault et Bilgen (1987a, 1987b) ont d'ailleurs souligné que des occultations solaires à Montréal peuvent réduire les charges de chauffage entre 30% et 70 % et les charges de refroidissement jusqu'à 90%.

Le chauffage solaire passif s'opère naturellement grâce à trois modes de transfert d'énergie que sont la conduction, la convection et le rayonnement. Les quatre principes du chauffage solaire passif sont le captage, le stockage, la distribution et la conservation.

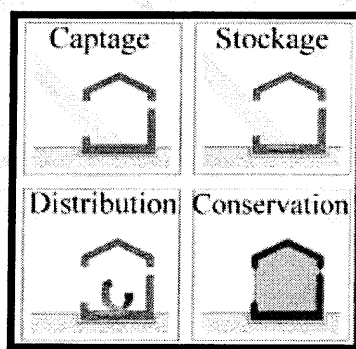


Figure 1-5 - Principes du chauffage solaire passif (Reproduit et sous réserve de l'auteur : Cofaigh et al., 1996)

Mazria (1981) présente trois façons de capter et stocker l'énergie solaire, soit directement, indirectement ou séparément (par le phénomène de thermo circulation). Le captage direct est la façon la plus simple et la plus efficace. Il implique essentiellement d'avoir une fenestration importante bien orientée (\pm sud) et une masse thermique suffisante à l'intérieur, alors que le captage indirect requiert d'avoir une masse thermique positionnée directement derrière la fenestration. Le mur capteur et le mur trombe sont des exemples de dispositifs qui mettent à profit la convection naturelle pour transférer et accumuler de la chaleur à l'intérieur des bâtiments. La figure 1-6 présente un exemple de mur trombe intégré

en façade sud, participant aux fortes exigences de Haute Qualité Environnementale (HQE) auxquelles le bâtiment devait répondre.

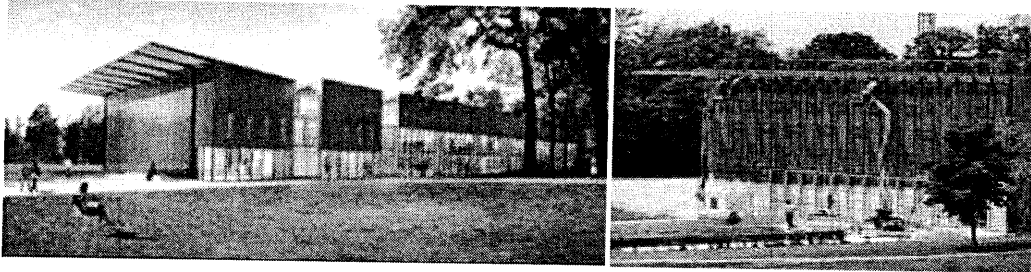


Figure 1-6 - Mur trombe de la bibliothèque des sciences de l'université de Versailles (Badia Berger architectes)

Le captage séparé se caractérise par un système de stockage qui fonctionne indépendamment du bâtiment, par exemple un capteur solaire qui transfère de l'eau chaude par une pression naturelle (un mouvement convectif d'ascendance thermique) vers un réservoir de stockage thermique qui se trouve au-dessus du capteur (Mazria, 1981).

Enfin, les deux composantes fondamentales du chauffage solaire passif sont les fenêtres et les matériaux de stockage. Le premier élément, soit la fenêtre, doit donc être choisie et positionnée consciencieusement afin de limiter les pertes thermiques, ce qui permet d'en augmenter leur superficie (exemple double vitrage à faible émissivité pour améliorer le rendement d'un mur trombe). La fenêtre doit être choisie selon les paramètres de performance suivants (McGowan) :

- la conductance thermique (valeur U);
- le coefficient de gains solaires (Solar heat Gain Coefficient, SHGC en Amérique et g en Europe);
- les surcharges dues au vent;
- la condensation;
- la couleur/l'esthétique;
- la transmission de la lumière visible;
- la résistance aux chocs;
- la résistance au feu.

Le deuxième élément, soit le matériau de stockage, sert à absorber, à stocker et à distribuer l'énergie solaire quand la température de l'air s'abaisse. Le matériau idéal est celui qui possède une masse thermique d'une capacité calorifique élevée, une conductance et une densité modérée ainsi qu'une émissivité élevée (Robertson et Athienitis, 2010). Pour illustrer cela, la figure 1-7 expose un système de chauffage solaire passif qui utilise l'enveloppe du bâtiment pour occulter les rayons solaires d'été, laissant pénétrer les rayons d'hiver à l'intérieur du bâtiment, lequel possède des éléments massifs de béton permettant de stocker l'énergie solaire afin de limiter la surchauffe et de redistribuer la chaleur après le coucher du soleil.

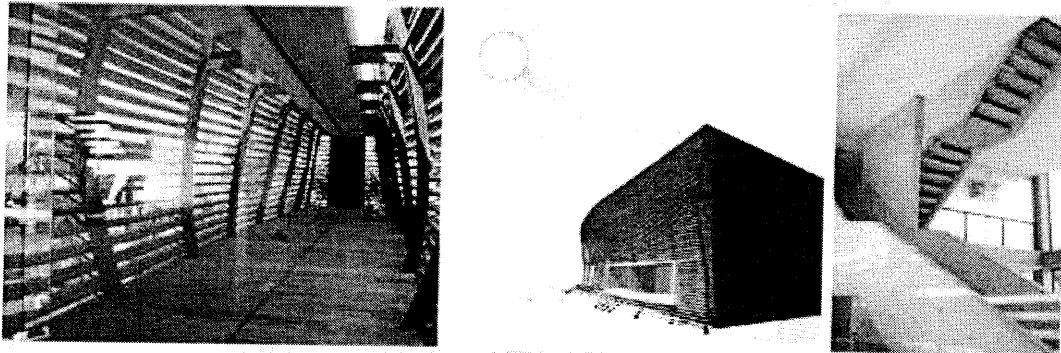


Figure1-7 - Exemple de chauffage solaire passif (Triptyque Architecture)

3.2 Le solaire thermique actif :

Le solaire thermique actif consiste à utiliser l'énergie solaire en ayant recours à des systèmes actifs (mécaniques) qui convertissent l'énergie solaire en énergie thermique pour produire de la chaleur (eau de piscine, eau chaude domestique, eau dans des procédés industriels, chauffage de l'air, etc.). Les systèmes thermiques actifs les plus courants sont les capteurs de polymères noirs (copolymères) pour l'eau de piscine, les panneaux solaires thermiques non vitrés, les panneaux thermiques vitrés, les panneaux à tubes sous vide et les murs solaires. Plusieurs autres systèmes solaires thermiques industrialisés existent sur le marché international (Wall, Munari Probst et al, 2009). Par exemple, la compagnie québécoise Solaris a récemment développé un système solaire thermique composé de plaquettes de polycarbonate, laissant passer la lumière naturelle en bloquant les rayons infrarouges, qui a permis d'économiser, pour une application à Québec, pas moins de 24 000 litres de propane par année (figure 1-8). De plus, il y a les concentrateurs solaires, tels que ceux utilisés à Hammar by Sjöstad, Stockholm.

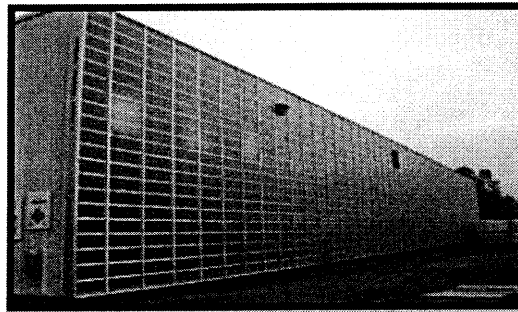


Figure 1-8 - Système solaire thermique à air LubiMD, Québec, Canada (Enerconcept Technologies et Solaris)

La prochaine section présente différents systèmes solaires thermiques disponibles sur le marché actuellement pour différents usages. L'usage influence directement le choix du type de systèmes solaires thermiques afin d'obtenir le meilleur rendement possible. En effet, le rendement du panneau solaire thermique dépend de la différence entre la température de l'absorbeur (qui convertit l'énergie du rayonnement solaire en chaleur) et la température ambiante extérieure (qui varie selon les saisons) (figure 1-9). Bref, les panneaux solaires thermiques sont plus efficaces quand la température ambiante extérieure égale la température de l'absorbeur, comme en saison chaude.

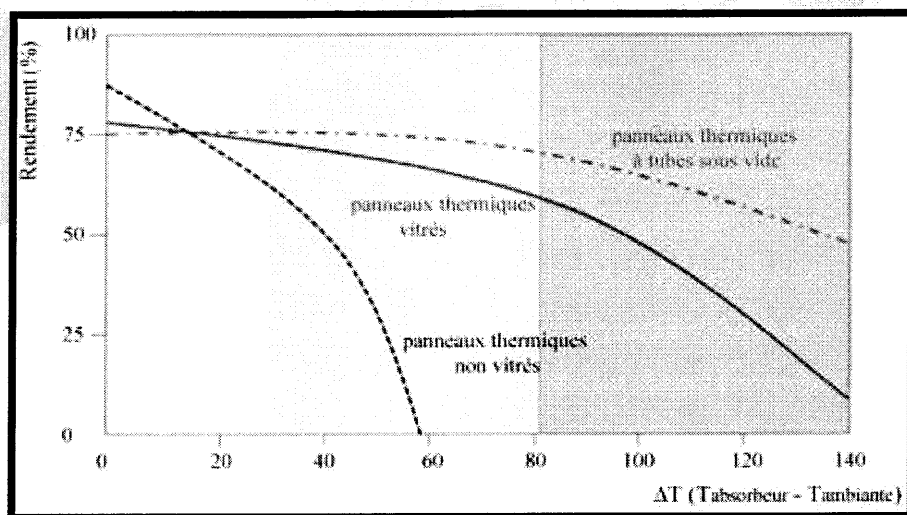


Figure 1-9 - Rendement de trois types de panneaux solaires thermiques (Reproduit et sous réserve de l'auteur : Munari Probst et al., 2012)

4. Production d'électricité :

Les systèmes solaires pour produire de l'électricité peuvent être intégrés aux bâtiments en ayant recours à des systèmes actifs (mécaniques), qui convertissent l'énergie solaire en énergie électrique par l'effet photovoltaïque. L'effet photovoltaïque, soit la conversion de la lumière en électricité, a été découvert par Becquerel en 1839. Il a conduit au développement de l'énergie photovoltaïque pour des applications spatiales vers 1950 et pour des applications terrestres vers 1970 et 1980 (lenergie-solaire.fr). Depuis les années 2000, la production totale de modules photovoltaïques a augmenté de manière très rapide, avec un taux de croissance annuel qui se situe entre 40 et 90% selon les pays (Jäger-Waldau, 2011).

Les systèmes solaires photovoltaïques qui existent sur le marché se distinguent selon trois catégories, soit 1) les cellules en silicium cristallin, 2) les cellules en silicium amorphe (première technologie à couche mince) et 3) les nanotechnologies, dont les systèmes à base de cellules organiques, polymères ou de fullerènes (INES, 2007). Certains d'entre eux, de la famille des polycarbazoles, ont été élaborés par la Chaire de recherche du Canada sur les polymères électroactifs et photoactifs de l'Université Laval (Leclerc, 2011), et d'autres, ont été industrialisés par la compagnie américaine Konarka (figure 1-10).

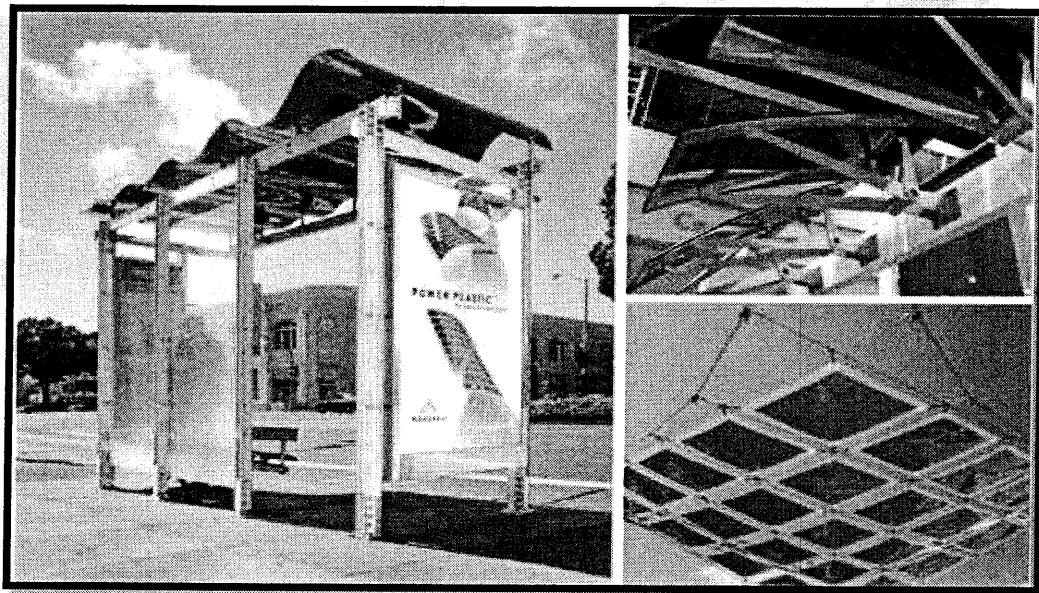


Figure 1-10 - Systèmes solaires photovoltaïques à bases de cellules organiques (Konarka, <http://www.konarka.com/>)

Les systèmes photovoltaïques les plus courants sont offerts en panneaux de silicium monocristallin, multicristallin et amorphe. Le panneau solaire photovoltaïque de silicium monocristallin est composé d'un seul cristal uniforme et son rendement est de 17 à 22%. Celui de silicium multicristallin est composé de plusieurs cristaux non uniformes et son rendement est de 11 à 17%. Celui de silicium amorphe exploite une surface composée de silicium hydrogéné ayant un rendement moyen entre 4 à 8%. et jusqu'à 13% pour une technologie amorphe de type "P-I-N" (UNI-SOLAR; Munari Probst et al., 2012). Les aspects importants à retenir avec la technologie photovoltaïque sont les suivants :

- la dimension, de l'ordre de 0.2 à 2 m² (dans lequel chaque cellule photovoltaïque varie entre 10 x 10 cm à 20 x 20 cm), d'une épaisseur d'environ 0.4 à 1 cm et un poids de 9 à 18 kg/m² (données moyennes pour la technologie de silicium cristallin);
- l'apparence, variée, qui peut être opaque, translucide, avec ou sans encadrement et sous différentes couleurs, motifs et textures;
- l'équipement, qui comprend un câblage assez restreint d'environ 0.8 à 1.5 cm de diamètre;
- le rendement, qui dépend de plusieurs facteurs dont la température des cellules et le type de technologie (figure 1-11). En effet, la chaleur interne à l'arrière des panneaux photovoltaïques réduit son rendement électrique pour chaque degré supérieur à la température d'émission prévue de 25°C (SolarWall®, 2011). La technologie doit donc être intégrée dans un assemblage qui prévient la surchauffe, comme il sera vu dans les systèmes hybrides de la prochaine section. Le rendement dépend aussi des facteurs suivants : réflexion du verre, déviation des tests de conditions standards, neige et saleté, ombrage, tolérance, perte de l'onduleur et perte du câblage et circuit.

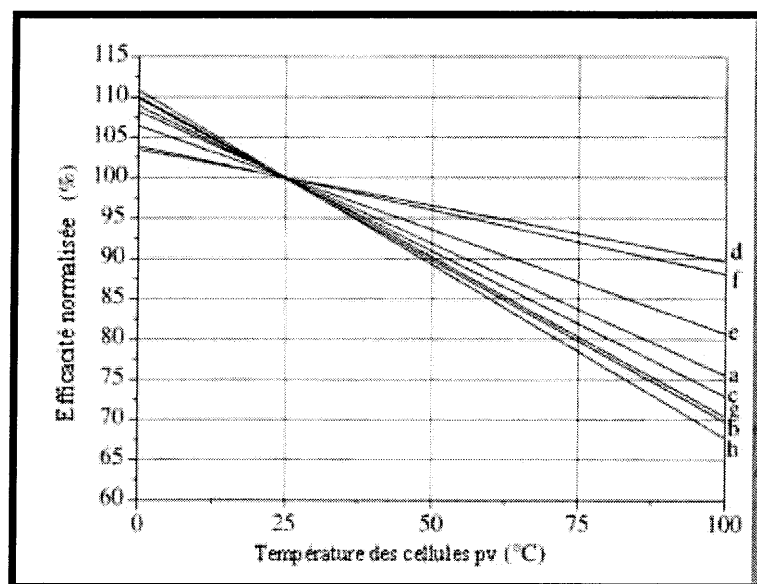


Figure 1-11 - L'effet de la température sur l'efficacité normalisée des systèmes solaires suivants : a) de silicium cristallin à haut rendement, b) de silicium monocristallin, c) de silicium multicristallin, d) de silicium amorphe, e) de type "Micromorph" tandem, f) composé de tellure de cadmium (CdTe), g)-h) à couche mince composé de cuivre, indium, gallium et sélénium (CIGS) (Reproduit et sous réserve de l'auteur : Munari Probst et al., 2012)

5. Constats de l'intégration des systèmes solaires à l'architecture :

Certes, le développement des systèmes solaires passifs et actifs est en constante évolution. Il devient de plus en plus attrayant de les intégrer aux bâtiments, d'autant plus que leur intégration est liée à la conception architecturale, donc relève de l'expertise de l'architecte.

En effet, la visibilité des systèmes solaires a un impact important sur l'apparence du bâtiment. Ils sont soit intégrés, indépendants, apparents ou cachés de l'enveloppe. Les possibilités d'intégration sont multiples, comme en fait foi la figure 1-12, se traduisant par exemple par : 1) une addition technique, 2) un élément à double fonction (un dispositif d'occultation de la lumière naturelle, un garde-corps, etc.), 3) une structure autoportante, 4) une surface partielle d'enveloppe, 5) une surface complète d'enveloppe (une façade, une toiture, etc.) ou 6) une géométrie optimisée pour le captage de l'énergie solaire. Les systèmes

solaires sont réputés intégrés quand ils deviennent des éléments de construction agencés avec inventivité selon la composition du bâtiment dans son ensemble, aux points de vue formel, spatial et matériel (Munari Probst et Roecker, 2007). Cette position est aussi corroborée par Hestnes (1999), qui a étudié de manière assez approfondie l'intégration architecturale de dix projets solaires européens réalisés en Autriche, en Allemagne, au Danemark, en Finlande et en Suisse. Comme d'autres, cette recherche suggère que l'intégration architecturale et la compatibilité des systèmes solaires sont des éléments qui garantissent le développement d'une architecture solaire de haute qualité. À ce sujet, Munari Probst et al. (2012) présentent un bon nombre de précédents et une gamme diversifiée de technologies solaires pouvant être intégrées aux projets dans la pratique de l'architecture. Les différentes technologies offrent donc de nouveaux matériaux de composition aux architectes, standardisés ou sur-mesure.

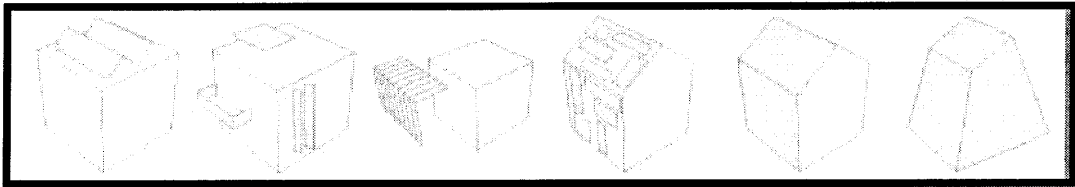


Figure 1-12 - Les possibilités d'intégration solaire architecturale (Munari Probst et al., 2012)

Les principaux avantages de l'intégration des systèmes solaires sont qu'ils peuvent remplacer des composantes élémentaires de la construction (matériaux extérieurs et intérieurs) et qu'ils peuvent améliorer les propriétés architecturales et esthétiques, voire l'intérêt de la composition formelle, la richesse des perceptions dans l'expérience et l'occupation des lieux, et rehausser la qualité du résultat obtenu pour l'effort investi. Suite à des recherches sur les bâtiments écologiques, Lucuik (2005) relève pour sa part les avantages suivants :

- des couts opérationnels moindres pendant la durée de vie du bâtiment;
- une protection contre les augmentations futures du prix de l'énergie;
- des primes d'assurances réduites;
- des gains de productivité;
- une valeur plus élevée des bâtiments et des meilleurs taux d'occupation;
- une augmentation des ventes au détail;
- une amélioration de l'image;

- diverses considérations externes comme des effets sur l'infrastructure, sur l'environnement et sur l'économie locale, et
- une reconnaissance internationale démontrant un intérêt clair et symbolique pour le développement durable.

À la lumière de ces faits, il paraît à propos de présenter quelques exemples d'architecture solaire de haute qualité qui intègrent des systèmes solaires passifs et actifs. Les trois projets qui suivent ont été jugés et admis par les experts de la Tâche 41 de l'AIE selon des critères d'intégration et de qualité architecturale en figurant parmi les mieux notés. La figure 1-13 montre un projet dont la volumétrie est conceptualisée afin d'intégrer un système solaire actif pour produire de l'électricité, utilisant la composition formelle pour exploiter l'énergie solaire efficacement sur une grande surface de l'enveloppe. L'esthétisme en est bonifié, tirant également profit d'une exploitation des caractéristiques du site pour mieux capter l'énergie du soleil.



Figure 1-13 - Habitation Imagine Rommen, Norvège (PUSHAK AS)

La figure 1-14 présente un projet qui se distingue cette fois par une double peau qui intègre un système solaire actif, photovoltaïque. Le projet manifeste avec franchise et audace plusieurs principes et moyens propres à la conception solaire, tels que des systèmes d'éclairage naturel, des systèmes de production de chaleur utile et un système de production d'électricité photovoltaïque. Par-dessus tout, le projet se distingue par un contrôle dynamique de l'énergie solaire qui se traduit par une composition vivante et colorée, étant à la fois une structure autoportante et une géométrie optimisée pour le captage solaire.

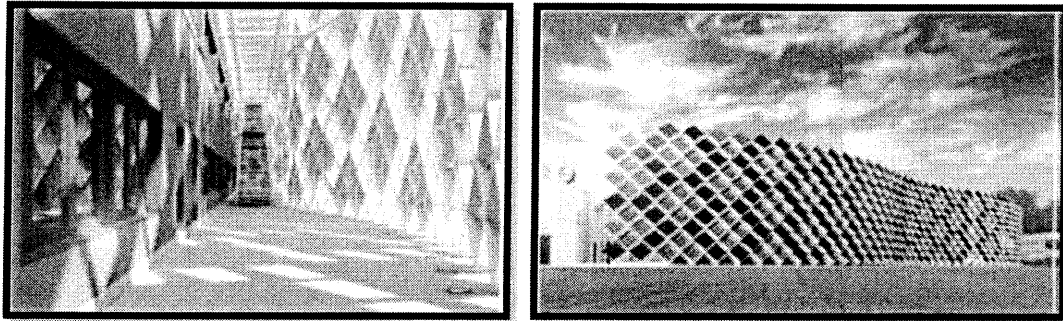


Figure 1-14 - Laboratoire d'énergie Xelios, Italie (Studio Marco Acerbis)

Troisièmement, la figure 1-15 présente un projet à l'allure technologique qui intègre plusieurs systèmes solaires épousant la forme du bâtiment et agissant comme des éléments à double fonction. Le système d'occultation solaire, composé de lamelles de verre incurvées, permet notamment d'éviter la surchauffe l'été, d'optimiser le chauffage solaire passif et de contrôler l'éclairage naturel. Le projet intègre également un système photovoltaïque dans le verre, qui anime et protège une grande surface vitrée contre la surchauffe d'été.

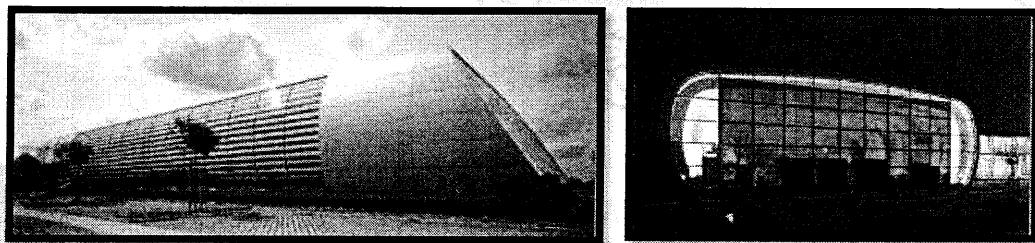
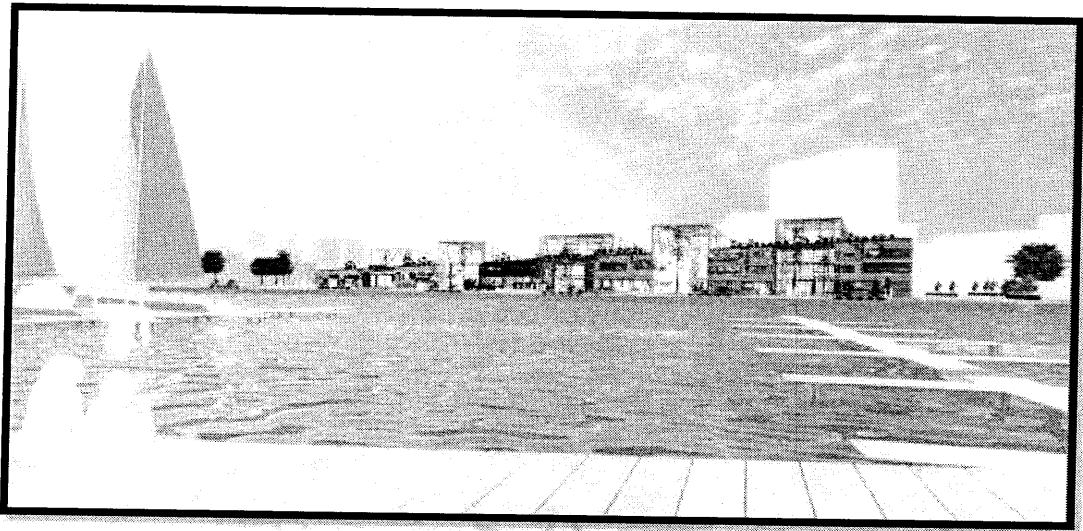


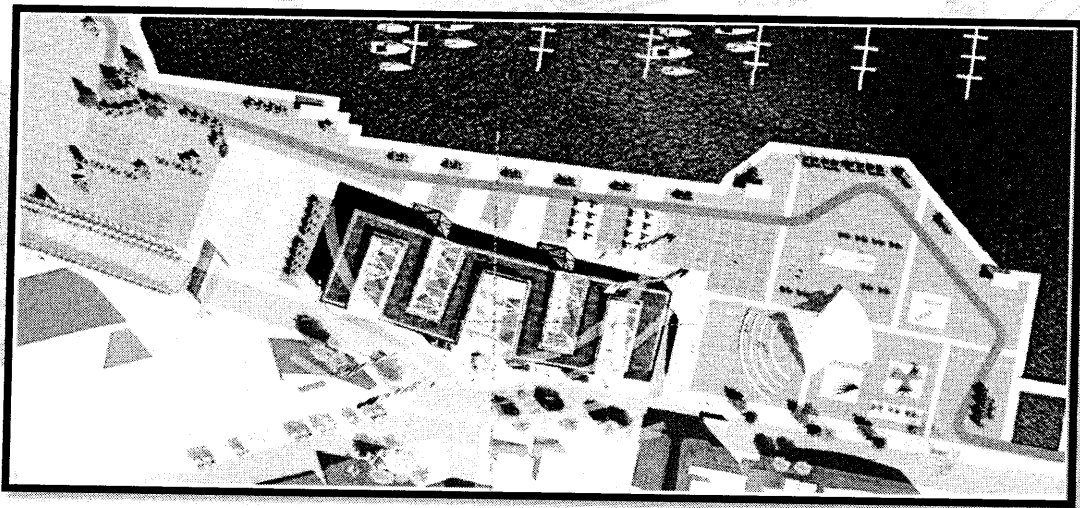
Figure 1-15 - Siège social Tobias Grau, Allemagne (BRT architecte)

Dans la même optique, un exemple d'architecture solaire, cette fois québécoise, est présenté dans les figures suivantes. Il s'agit d'une proposition pour un nouveau marché au Vieux-Port de Québec. Le concept prévoit des serres solaires semi-encastées dotées d'un toit photovoltaïque semi-transparent, intégrées à un bâtiment de bois muni d'un toit jardin communautaire. Les cellules solaires photovoltaïques régulent l'admission d'énergie solaire et de lumière naturelle dans les serres, produisant du coup des effets d'ombrage destinés à mettre en évidence les préoccupations de développement durable de la Ville de Québec. Les cellules solaires sont inclinées afin d'accroître la production électrique en été, au moment où le ciel et les conditions climatiques sont les plus favorables. La figure 1-16 présente une perspective d'ambiance qui montre la relation des serres solaires avec le bâtiment de bois, l'implantation du projet justifiée par la recherche d'efficacité dans l'exploitation de l'énergie solaire, ainsi

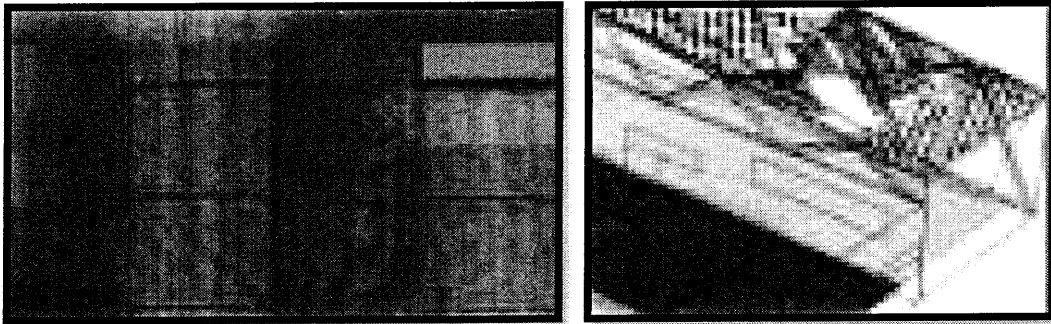
que deux analyses solaires qui ont permis de qualifier et de quantifier la diversité des ambiances lumineuses du projet. La figure 1-17 présente une coupe bioclimatique d'été et une perspective d'ambiances du même projet, réalisé par l'auteur dans le cadre du projet de fin d'études à l'École d'architecture.



Perspective d'ambiance

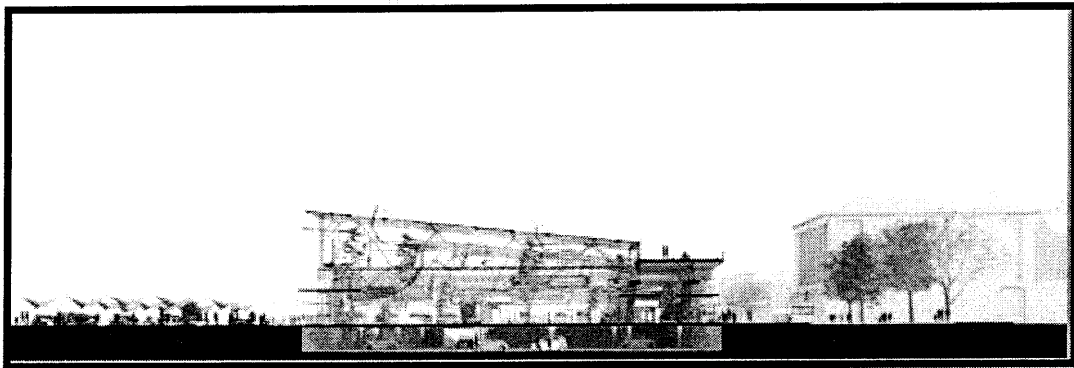


Implantation

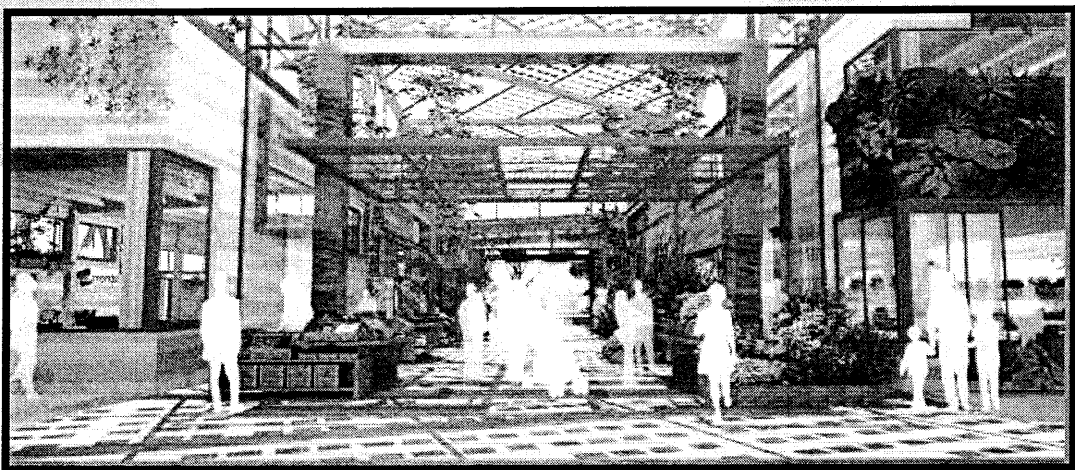


Analyses solaires

Figure 1-16 – Perspective d’ambiance, implantation et analyses solaires exploitant la diversité des ambiances lumineuses du bâtiment de bois et des serres solaires (Émilie Bouffard, 2012)



Coupe bioclimatique



Perspective d’ambiance

Figure 1-17 - Coupe bioclimatique et perspective d’ambiance exploitant le concept de serres solaires (Émilie Bouffard, 2012)

Afin de conclure cette section, il semble important de rappeler que les systèmes solaires passifs requièrent souvent un investissement minime et sont, selon Roulet (2004), « en tout cas nécessaires » et « préférables aux mesures actives ou techniques ». Toutefois, les systèmes actifs bien conçus sont aujourd'hui beaucoup mieux adaptés aux besoins des occupants qu'autrefois, notamment en termes d'énergie, s'accompagnant d'une isolation supplémentaire de l'enveloppe du bâtiment et d'une réduction notable de l'utilisation des énergies non-renouvelables dans plusieurs cas.

Certes, chaque système solaire possède sa particularité propre. Par exemple, pour la production de chauffage d'eau chaude, il s'agit d'un système qui doit être isolé et qui possède une limite de production selon les besoins du bâtiment et la capacité du bassin de stockage. Pour la production d'électricité, il s'agit d'un système qui doit être bien ventilé et qui, selon Munari Probst et al. (2012), peut être dimensionné selon la surface disponible ou encore selon le respect des critères architecturaux, ce qui offre une grande flexibilité puisque l'énergie en trop peut être redistribuée dans le réseau régional et remboursée sous forme de crédit selon la région. En outre, le prix pour la technologie photovoltaïque tend à diminuer d'une manière considérable. Le prix moyen pondéré des modules photovoltaïques est passé de 11,09\$ en 1999 à 3,31\$ en 2009 (Dignard-Bailey et Ayoub, 2010). Enfin, les systèmes actifs sont très dépendants des conditions locales (prix de l'électricité, subvention gouvernementale, etc.) et que l'intégration architecturale des systèmes solaires est d'autant plus remarquable quand la variable solaire est considérée en amont dans le processus de conception des architectes. Dans les pages qui suivent, il sera question du processus de conception, abordé de façon théorique.

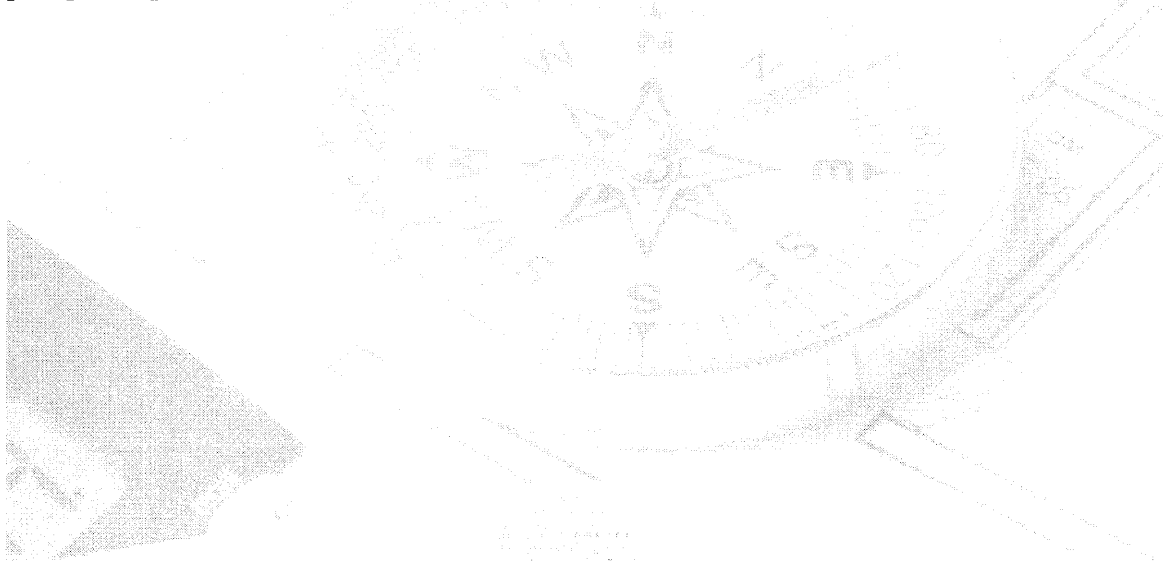
6. Conclusion :

L'**énergie solaire** est l'énergie renouvelable par excellence. Il est vrai que les grandes installations destinées à l'alimentation électrique commerciale connaissent quelques contraintes : la superficie nécessaire, le coût initial, etc. Cependant, l'**énergie solaire** pour les populations rurales est un synonyme de développement et de protection environnementale. Non seulement les **panneaux photovoltaïques** peuvent générer de l'électricité dans les contrées isolées, mais en plus, elle peut remplacer des **combustibles naturels** comme le charbon de bois pour la cuisson des plats. C'est la solution idéale pour les contrées sujettes à la désertification et/ou à la déforestation.

L'énergie solaire est une des 5 énergies renouvelables qui permet d'obtenir essentiellement de la chaleur et de l'électricité. Tout le long de ce chapitre nous avons vu qu'à l'aide des nouvelles technologies, les panneaux solaires photovoltaïques ou thermiques, on peut obtenir de la chaleur grâce aux réactions transformant la lumière en chaleur ainsi que de l'électricité mais aussi que les apports solaires passifs des bâtiments sont assez significatifs pour les gains d'énergie.

De plus, nous avons remarqué que l'on peut se chauffer dans une maison sans appareils mais seulement avec la lumière du soleil. En effet, selon la position de la maison et de l'orientation de ses espaces qu'ils soient intérieurs ou extérieurs on peut tirer de la chaleur grâce aux rayons du soleil.

L'énergie solaire peut contribuer donc au remplacement des énergies fossiles puisqu'elle présente des intérêts positifs aux niveaux écologique et social.





Chapitre 02

1. Introduction :

Une Maison passive est une habitation suffisamment bien conçue (orientation, implantation sur le terrain, taille et position des ouvertures...) pour pouvoir se passer de système de chauffage. Elle limite les pertes grâce à une isolation renforcée et à une étanchéité parfaite de ses parois à l'air. Le renouvellement de l'air maîtrisé par une Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) double flux est continu et permet de conserver jusqu'à 90 % des calories présentes dans la maison.

- Les calories proviennent des apports gratuits du soleil par les parois vitrées (solaire passif), des habitants, ainsi que de tous les appareils électriques qui dégradent en chaleur une partie de l'énergie électrique consommée dès lors qu'ils fonctionnent. A titre d'exemple, une personne au repos dégage près de 100 W.

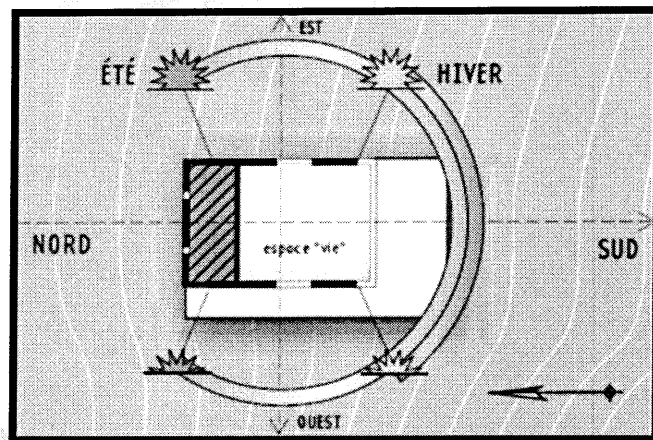


Figure 2-1-Organisation interne et orientation du bâtiment dans son environnement : des règles importantes à prendre en compte dès le départ. Source : CAUE Isère.

2. La conception d'une Maison passive :

Se passer de système de production de chauffage et vivre dans une maison étanche peut surprendre. Il faut combattre les idées reçues et aller au-delà des règles de la construction classique. Depuis plus de cinquante ans, l'isolation et le renouvellement de l'air n'ont pas été intégrés à la hauteur des enjeux sanitaires et environnementaux en termes de consommation d'espace et d'énergie dans l'urbanisme français.

2-1-Orienter sa maison :

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. Mais attention à la surchauffe l'été, en particulier au soleil couchant ! Des avancées de toit conséquentes pour briser les rayons du soleil d'été, des arbres à feuilles caduques au Sud, des stores extérieurs, peuvent être les clés de la réussite.

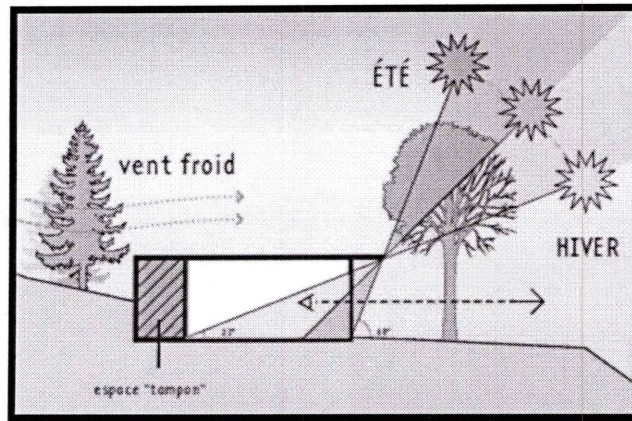


Figure 2-2-Règles de conception d'une Maison passive. Source : CAUE Isère.

2-2-Un espace compact et fonctionnel :

Le but est aussi de limiter les volumes à chauffer. Comme on le voit ci-dessous, à surface au sol égale, le volume à chauffer diminue en fonction de la forme de la maison. Optimiser le rapport entre la surface de peau externe (l'enveloppe) et le volume habitable n'empêche pas la réalisation de belles architectures.

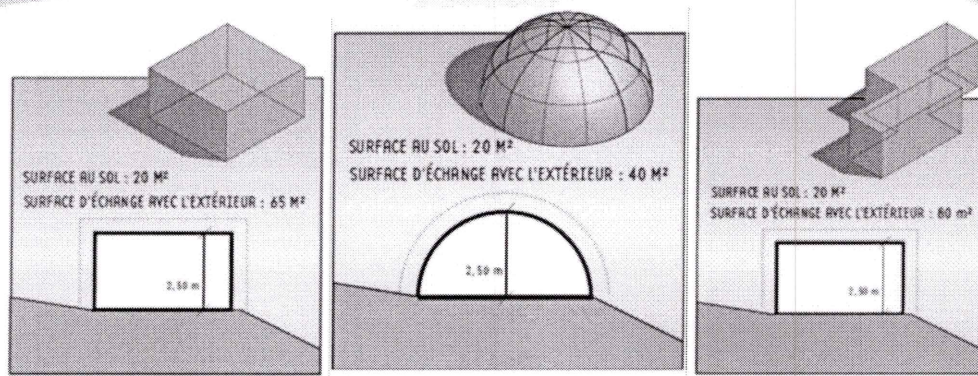
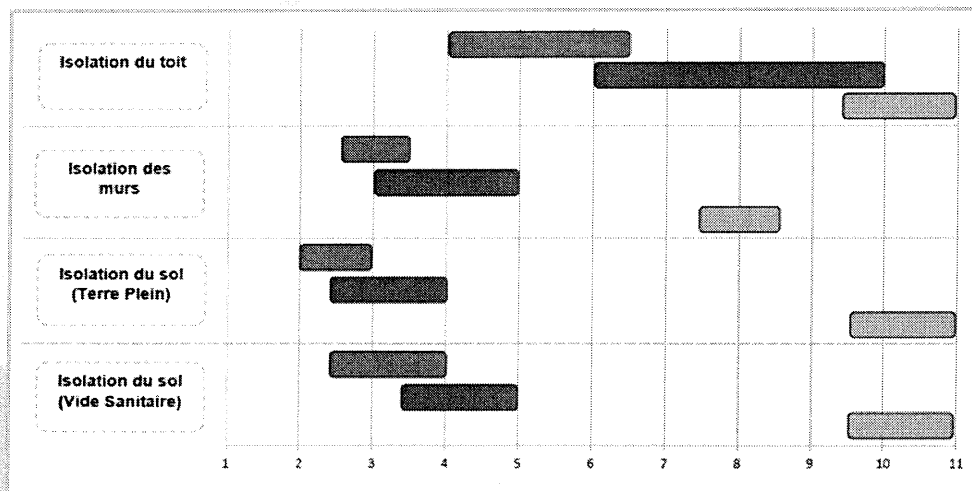





Figure 2-3 Rapport de la surface d'échange avec l'extérieur à surface au sol constante en fonction de la conception architecturale -des bâtiments. Source : CAUE Isère.

2-3-Une isolation renforcée :

Garder les calories à l'intérieur, voilà tout l'intérêt d'une bonne isolation. Outre la valeur de la Résistance thermique (R) des matériaux mis en œuvre, leur inertie, leur hygrométrie, ainsi que le déphasage sont des caractéristiques à prendre en compte afin de bénéficier d'une isolation efficace de tous les points de vue. L'isolation renforcée par l'extérieur en Maison passive limite également les ponts thermiques qui peuvent représenter jusqu'à 10 % des pertes.

Le tableau ci-dessous présente des fourchettes de valeurs de résistance thermique à mettre en œuvre suivant les différentes réglementations. Elles sont à pondérer en fonction de plusieurs paramètres comme la zone géographique.



 : Valeur moyenne de la résistance thermique «R» pour la réglementation thermique 2005 selon les postes
 : Valeur moyenne de la résistance thermique «R» pour la réglementation thermique 2012 selon les postes
 : Valeur moyenne de la résistance thermique «R» pour l'obtention du label Passif

2-4-Un renouvellement d'air maîtrisé :

La ventilation 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.

En effet, plutôt que de faire entrer de l'air neuf à la température de l'extérieur et de rejeter de l'air vicié en moyenne à 19°C, le but est de récupérer jusqu'à 90% de la chaleur qui, sans ce principe, serait perdue. Cela demande donc une étanchéité parfaite sur toutes les parois opaques ou vitrées afin d'offrir au système un rendement idéal et optimisé.

Outre les économies d'énergie, la VMC DF* limite également la pollution de l'air intérieur par un renouvellement continu de l'air vicié et un apport d'air neuf à volumes maîtrisés.

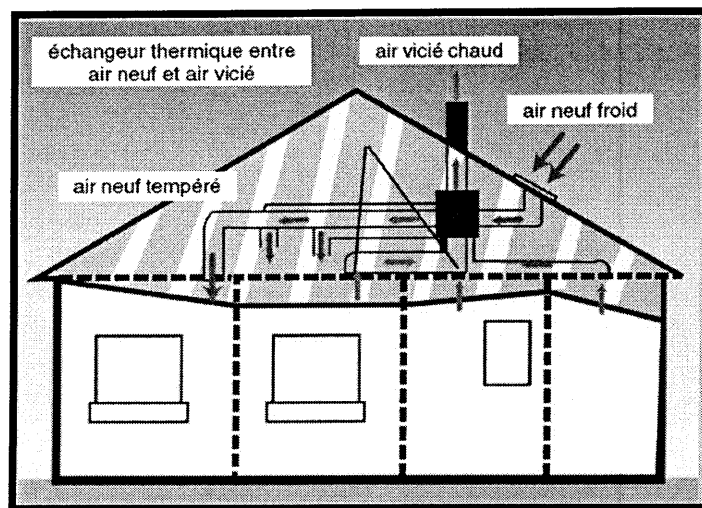


Figure 2-4-Principe d'une VMC double flux

3. Les causes de construire passif :

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.

- La seule consommation énergétique résiduelle et donc émettrice de gaz à effet de serre est l'électricité consommée par l'éclairage et les appareils électriques. Le passif

constitue donc le meilleur outil à l'heure actuelle pour lutter contre le changement climatique et définir une construction à la fois sobre et efficace.

4. Les démarches à entreprendre :

L'organisme qui certifie toutes les constructions passives en France est l'association «La Maison passive France». Elle a déjà décerné en France le fameux label Allemand PassivHaus, à près de 50 habitations.

- Il convient d'entreprendre la démarche de certification dès le départ afin de ne commettre aucune erreur lors de la conception et la réalisation du bâtiment. Les discussions entre le maître d'œuvre, l'éventuel architecte et l'organisme certificateur pourront vous amener à revoir certaines caractéristiques de votre projet afin qu'il corresponde aux objectifs du label. La certification est facturée environ 1 500 €. Elle n'est néanmoins pas obligatoire. Une étude thermique sur plans par le maître d'œuvre via le logiciel PHPP peut suffire.

5. Le prix de Construire passif :

La réponse ne peut pas être brute sans détailler le propos et donner un chiffre même approximatif serait une erreur tellement les critères à prendre en compte sont nombreux. Tout dépend du référentiel choisi.

En investissement pur, une Maison passive coûtera entre 10 % et 20 % de plus par rapport à une maison traditionnelle RT 2005 (à comparer avec les 7 % de surcoût moyen pour une maison BBC, nouvelle norme dès le 1er Janvier 2013 pour toute construction neuve).

Mais ce chiffre est largement compensé :

D'une part par l'absence d'investissement dans un système de chauffage (10 000 € minimum)

Et d'autre part par la quasi absence de charges de fonctionnement par la suite (facture énergétique réduite à l'électricité spécifique).

De plus, en avance sur son temps, une Maison passive pourra être valorisée plus facilement sur le marché de l'immobilier.

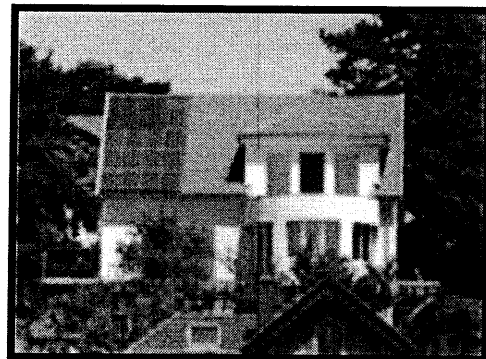
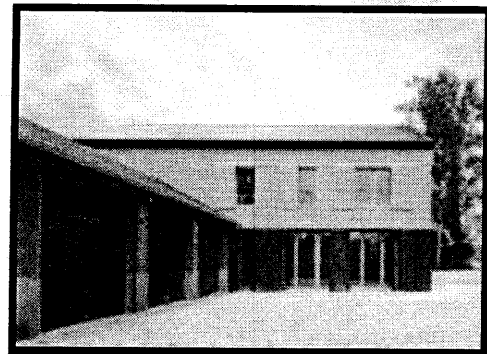


Figure 2-5-Maison passive

6. Rénover passif :

Oui ! Bien qu'il soit toujours un peu plus compliqué de partir d'un élément existant, cela est possible et les exemples se multiplient. De la même façon que dans le neuf, l'accent doit être mis sur une ventilation importante du logement en double flux, une étanchéification du bâti ainsi que sur une isolation des parois vitrées et opaques largement renforcée.

Avant/Après



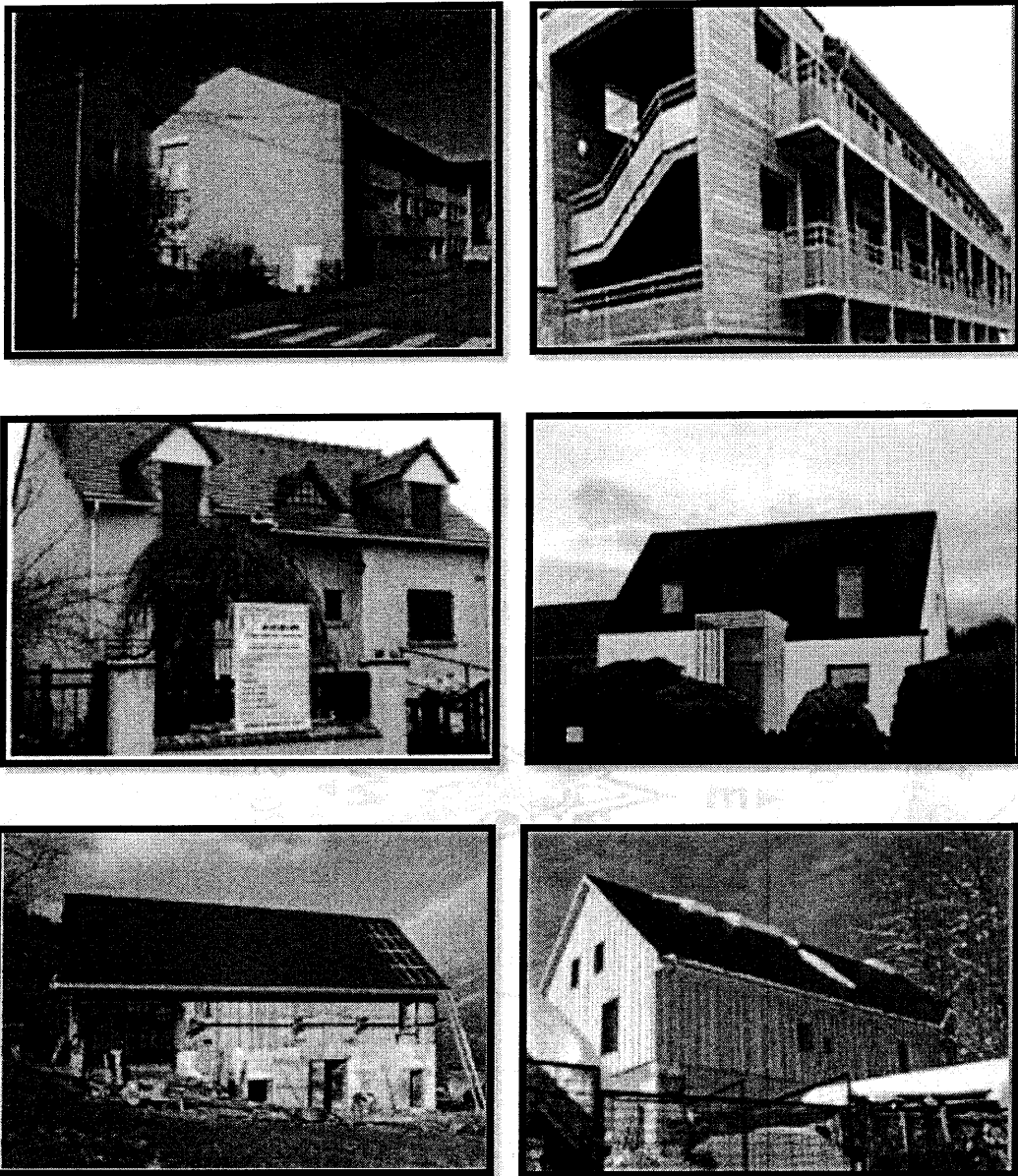


Figure 2-6-Quelques exemples Avant/Après de rénovations passives.

7. La maison passive et l'architecte :

Non. Les techniques, les matériaux et le comportement thermique d'une maison passive sont aujourd'hui bien connus. Même s'il peut être intéressant de faire appel à un bureau d'étude thermique ou à un architecte pour vérifier certains aspects, si l'on respecte certaines règles, une maison passive peut être auto-construite. Le principe initial reste la simplicité et la sobriété !

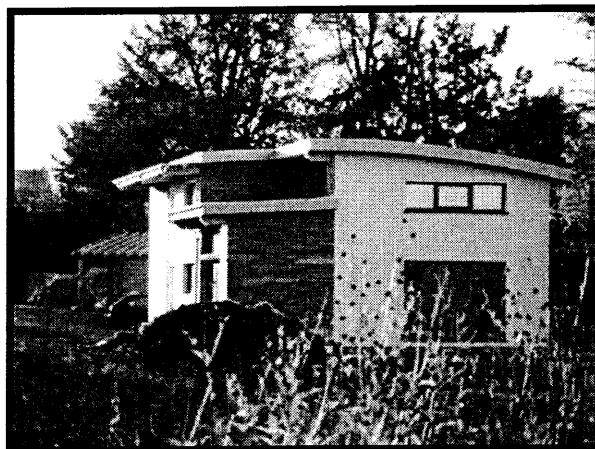


Figure 2-7-Maison passive simple et sobre

8. Les fenêtres dans une Maison passive :

En raison de l'importante étanchéité à l'air des Maisons passives, cette question récurrente prend tout son sens. Pour autant, y répondre par la négative reviendrait à mal comprendre le fonctionnement d'une Maison passive.

- La quasi-totalité du renouvellement de l'air intérieur dans une Maison passive est assuré par une Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) double flux. Il n'est donc pas nécessaire d'ouvrir les fenêtres. Mais rien ne vous empêche de le faire, en été par exemple ! Il faut simplement respecter certaines règles de bon sens comme éviter de les ouvrir trop longtemps l'hiver.

9. Le chauffage d'appoint :

Suivant la zone climatique, il peut s'avérer nécessaire de prévoir un petit chauffage d'appoint pour les périodes de grand froid. Il peut être de trois ordres :

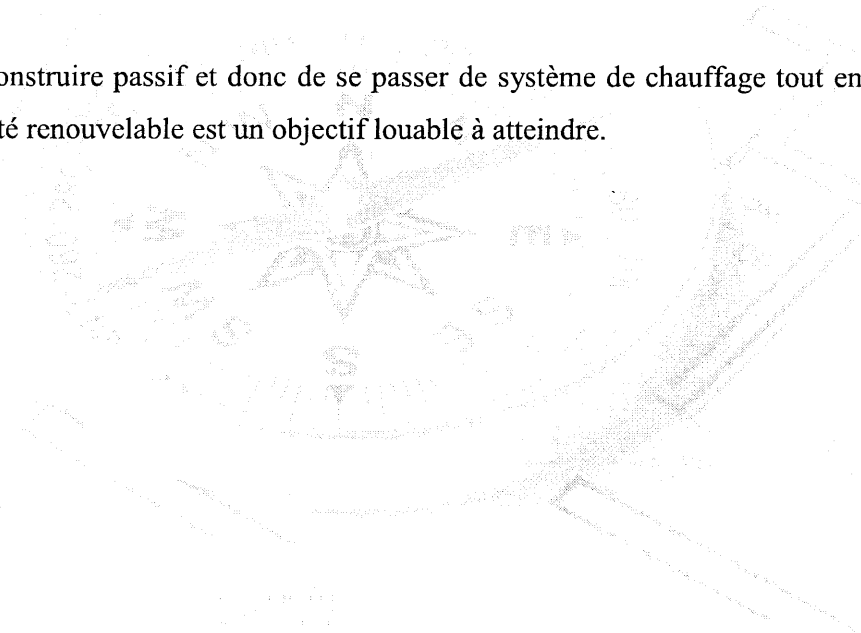
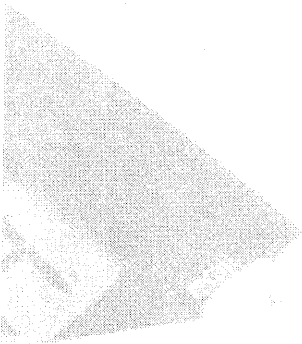
- Le convecteur électrique : attention, à cause de son mauvais rendement global, l'électricité impose de multiplier les consommations par 2,58 pour les calculs en énergie primaire. Il est donc délicat d'atteindre les critères passifs avec cette énergie.
- Le poêle à bois : attention, comme en maison BBC équipée d'une VMC double flux, il est important de prévoir une prise d'air extérieure hermétique pour le tirage du système. Cela permet de prévenir tout problème sur les débits d'air neuf et ainsi de conserver un environnement sain dans la maison.

- La Pompe A Chaleur (PAC) : il est le système le plus régulièrement mis en place dans les maisons passives. Une PAC air/air couplée à la VMC DF réchauffe l'air en sortie de caisson d'échange entre air neuf et air vicié et permet ainsi d'insuffler dans les pièces à vivre un air à 19°C quelle que soit la température extérieure.

10. Conclusion :

La maison passive peut être un aboutissement en soi. La consommation d'électricité spécifique résiduelle (éclairage, électroménager...) peut néanmoins être «compensée» par une production d'électricité renouvelable (solaire photovoltaïque, éolien). Cette production peut même dépasser la consommation, on parle alors de maison à énergie positive. Tout dépend de la volonté de chacun, consommation d'électricité réduite, autonomie ou producteur d'électricité.

L'obligation de construire passif et donc de se passer de système de chauffage tout en produisant de l'électricité renouvelable est un objectif louable à atteindre.





Chapitre 03

1. Introduction :

Les études précédentes ont démontré que les effets de l'orientation sur le climat intérieur des pièces étaient déterminés par une combinaison de nombreux facteurs relatifs à la conception et la réalisation des bâtiments. Lorsqu'on a affaire à un bâtiment sur plan, le facteur d'orientation est appréciable dans ces effets non pas au bâtiment d'ensemble, mais à ses différentes pièces.

Le choix d'une orientation est soumis d'après GIVONI, 1978 à de nombreuses considérations, cependant la position de la façade par rapport au soleil et au vent affecte l'ambiance intérieure.

Cet aspect est l'objectif de ce chapitre.

L'architecture dispose d'un ensemble de solutions qui permettent d'atteindre cet objectif.

Le choix des matériaux, la disposition des locaux, les percements, l'orientation et la modénature des façades, les fermetures et l'aménagement des espaces adjacents sont les points importants pour la réalisation d'un maintien naturel d'ambiances thermiques intérieures confortables ou proches du confort.

Une revue générale sur les techniques passives de contrôle de l'ensoleillement, déjà employées dans l'architecture traditionnelle et contemporaine est nécessaire. Ces techniques peuvent apporter des réponses, à prendre en compte dans l'amélioration des conditions de confort intérieure.

2. Définition :

L'orientation d'un bâtiment est la direction vers laquelle sont tournées ses façades. C'est-à-dire la direction perpendiculaire à l'axe des blocs.

L'orientation se rapporte à l'angle d'azimut d'une surface à Nord vrai relatif, la direction générale dans laquelle une surface fait face. Tandis que l'orientation réelle est habituellement donnée en degrés du nord (à partir de l'orientation nord), elles peuvent également être données en général des directions telles que (N) du Nord, (S) du Sud, (NE) du Nord Est, (O) de l'Ouest comme c'est montré dans la (figure 3-1)

L'orientation est la disposition d'un bâtiment ou d'un aménagement urbain par rapport aux éléments d'un site ou au point cardinal (BRUNET et AL, 1992 p.163)

L'orientation d'un logement est désignée par celle de sa face principale, c'est-à-dire en générale celle qui comporte la plus grande surface de vitrage. Le choix de l'orientation d'après GIVONI. B (1980) est soumis à de nombreuses considérations, telles que :

- La vue
- La position par rapport aux voies
- La topographie du site
- La position des sources des nuisances et la nature du climat (facteurs climatiques ;
- Les radiations solaires et le vent.

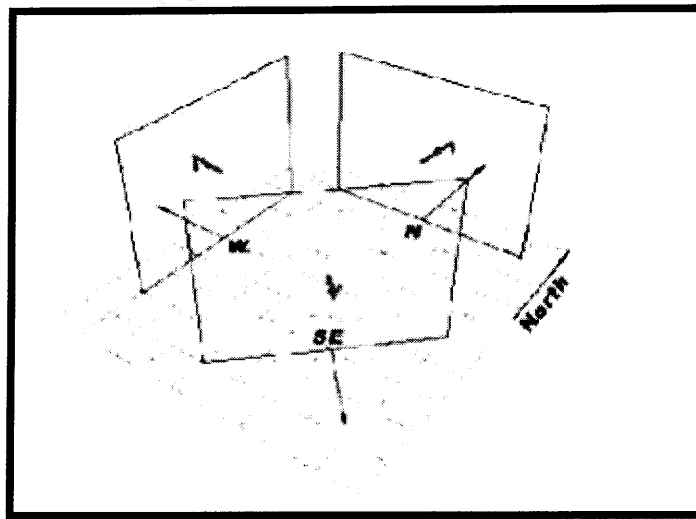


Figure 3-1: Exemple de surfaces pour différentes orientations à partir du Nord
Source: Image created using ECOTECH v4. Source: squl

L'orientation des façades et des baies par rapport au soleil et au vent dominant (Brunet et Al, 1992. p.192) et l'ensoleillement est la qualité de l'exposition au soleil. Conduit à choisir une disposition en fonction de données climatiques.

2.1. Les Classes d'orientations :

Dans le climat méditerranéen, où le soleil est souvent présent dans le ciel, c'est l'orientation qui définit la quantité d'énergie solaire incidente sur une paroi verticale, et cette quantité d'énergie est la principale cause de l'exigence de protection solaire.

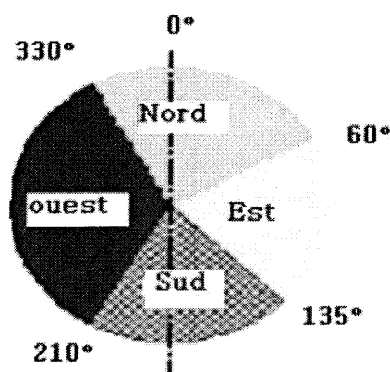
Selon une étude menée par le groupe ABC de Marseille et à partir des deux critères:

- Quantité d'énergie solaire incidente sur la paroi,
- Concomitance des moments où l'énergie incidente et la température d'air sont maximales,

Il est possible de répartir les orientations sur un cercle en quatre classes: NORD, EST, SUD et OUEST, comme le montre la figure (3- 2):

Figure 3- 2 : Classes d'orientations pour le climat méditerranéen en été.

Source : groupe ABC, [Internet], 2005



La définition de la classe "Ouest" est très large à cause des hautes températures de l'après-midi.

En été, l'orientation la plus défavorable est l'Ouest, car ici le moment où l'énergie solaire incidente est la plus forte correspond à celui où la température extérieure est la plus élevée.

L'orientation Est reçoit la même quantité d'énergie, mais pendant la matinée, lorsque la température d'air est plus basse. L'orientation Sud, elle, reçoit moins d'énergie. Enfin, l'orientation Nord est celle qui est la mieux protégée contre le rayonnement solaire.

L'orientation d'une façade, est par convention, repérée par la trace sur plan horizontale qui lui est perpendiculaire. A partir de la direction du Nord géographique est appelée azimut ; La direction du Nord à l'azimut zéro ou 380°. L'azimut du soleil est mesuré par l'angle que fait la projection de sa direction sur le plan horizontal.

D'après les normes du CSTB, 1986 (figure 3-3) on peut distinguer trois orientations principales : Est-sud, Ouest et Nord ;

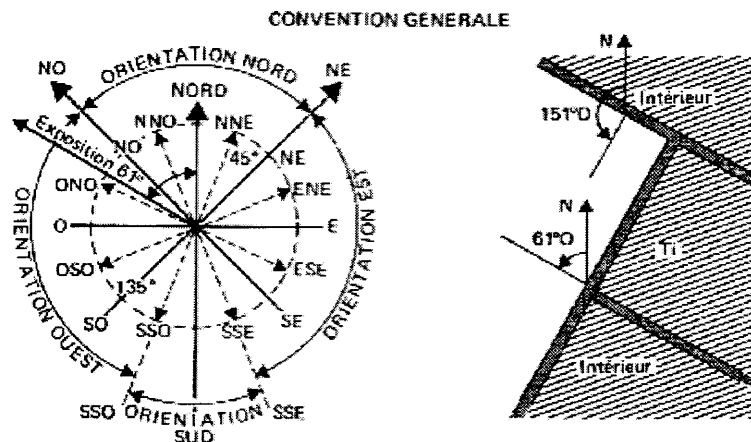


Figure 3- 3 : Convention générale d'orientation. Source : CSTB, 1986

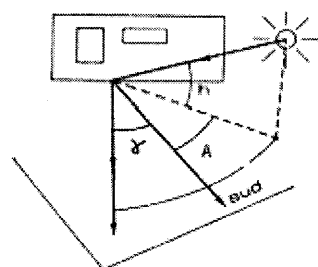
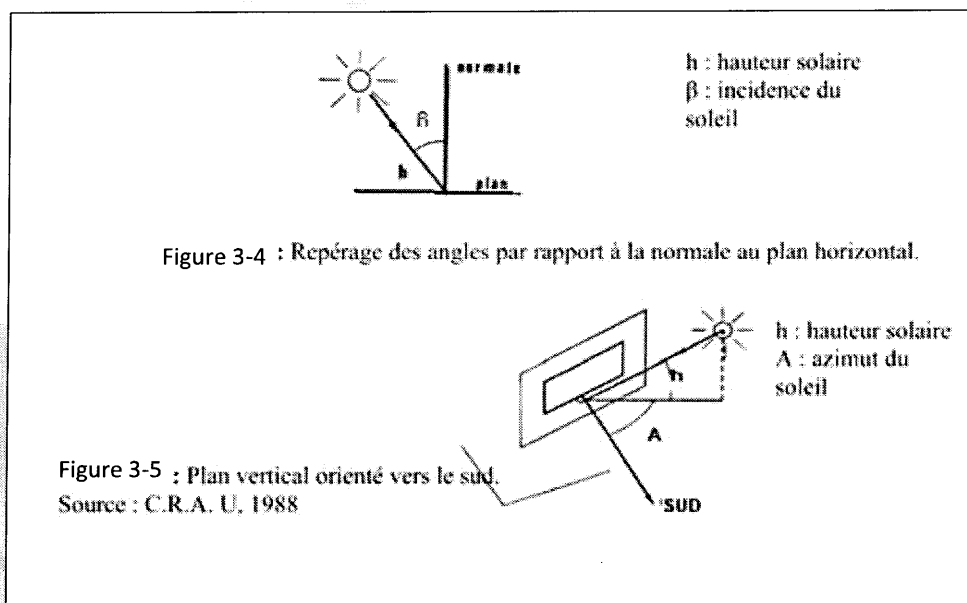


Figure 3-6 : Plan vertical d'orientation quelconque.

Source : C.R.A.U, 1988 p.40

2.2. Orientation d'une paroi verticale :

L'azimut de la paroi verticale suivant l'orientation est déterminée suivant le tableau (3-1), l'azimut égale à 0° pour l'orientation Sud, elle est négative à l'Est et positif à l'ouest

Orientation	Azimut (degrés)	Orientation	Azimut (degrés)
N	-180	N	180
NNE	-157.5	NNO	157.5
NE	-135	NO	135
ENE	-112.5	ONO	112.5
E	-90	O	90
ESE	-65.5	OSO	65.5
SE	-45	SO	45
SSE	-22.5	SSO	22.5

Tableau 3-1 : Azimut de la paroi verticale suivant l'orientation.
Source : C.N.E.R.I.B, 1998.

2.3. La forme et l'orientation :

Du point de vue de la consommation d'énergie, la forme optimale pour une construction est celle qui permet un minimum de gains solaires en été et un maximum gain solaire en hiver (voir figure 3-8). A ce titre il faut souligner les performances thermiques indéniables que représente la construction de forme compacte (elle présente un volume donné, un ratio de surface à volume réduit) et donc un minimum d'échange thermique. Les déperditions thermiques du logement se font par le renouvellement d'air et par l'enveloppe. Une forme "compacte" est plus économe en énergie qu'une forme "éclatée", puisque les déperditions sont proportionnelles à la surface d'échange entre l'intérieur chauffé et l'extérieur froid.

Le "coefficient de forme" est le rapport entre la surface de l'enveloppe et le volume habitable.

$$Cf = Se / V \dots\dots\dots[1]$$

où: Se - surface de l'enveloppe

V - volume habitable

Cf- coefficient de forme

Dans son livre « design with climat » (1967), OLGAY décrit une approche air soleil en rapport avec l'orientation dans laquelle une différence autant de 3°C dans température de l'air dans un bâtiment entre la plus mauvaise et meilleure orientation.

L'allure générale d'un bâtiment, doit être pensé de manière à faciliter la pénétration du rayonnement solaire à l'intérieur de la construction pendant l'hiver et l'éviter pendant l'été. Une forme optimale est, donc celle qui perd le minimum de chaleur pendant la saison de chauffe et en gagnant le minimum pendant la saison de surchauffe.

Les recommandations énoncées par V. OLGAY, dans son livre « design with climat » et qui résume les trois principes suivants :

- Le carré n'est pas la forme optimale quelle que soit la localisation de la construction.
- Toutes les formes allongées dans la direction Nord-sud sont moins efficaces que la forme carrée, aussi bien en hiver qu'en été.
- Il existe une forme optimale générale donnant les meilleurs résultats dans chaque cas, et pour tous les climats, c'est la forme allongée dans la direction EST-OUEST.

2.4. Orientation et accès du soleil :

La quantité de rayonnement indirect tombant sur une surface est presque indépendante de l'orientation extérieure tandis que le rayonnement direct (figure 3-7) dépend fortement de l'orientation.

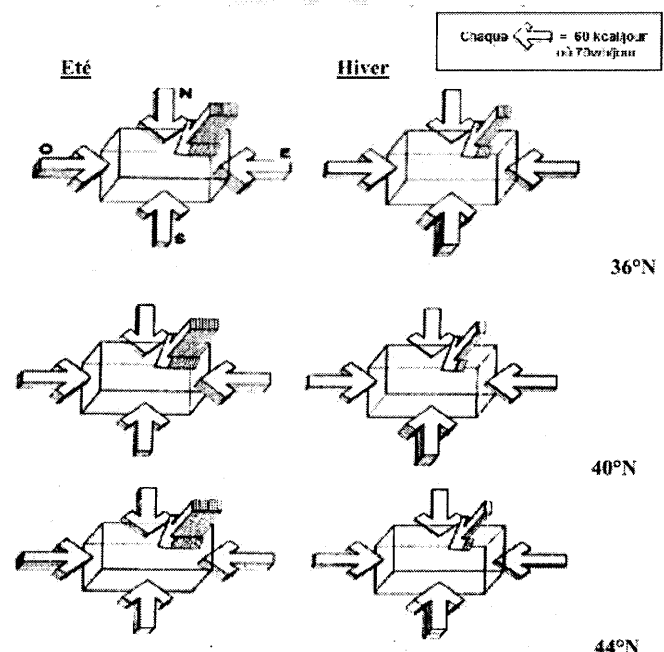


Figure 3-7: Intensité Du Rayonnement Solaire Sous Différentes Latitudes. Source : MAZRIA, ed, 1981.

MAZRIA a déduit que :

- Les intensités du rayonnement solaire reçu sur chaque paroi de la construction qui concrétise les conclusions D'OLGYAY.V 1963 ; ou la construction qui s'étirant le long d'un axe Est-ouest exposera sa plus grande façade au sud, face aux apports thermiques maximum pendant les mois d'hiver et ses façades les plus réduites EST et OUEST aux apports solaires maximums en été, lorsque la chaleur n'est pas souhaitée pour toutes les latitudes tempérées de l'hémisphère Nord (32° à 56°)
- La façade sud d'un bâtiment reçoit en hiver, près de trois fois plus le soleil que les façades. EST et OUEST
- Ces proportions s'inversent en été, et la façade sud reçoit alors beaucoup moins de soleil que les façades, EST et OUEST ainsi que la toiture
- La façade NORD, reçoit très peu de rayonnement qu'elle que soit la saison

Pour cela, l'exposition sud est donc idéale pour l'hémisphère Nord.

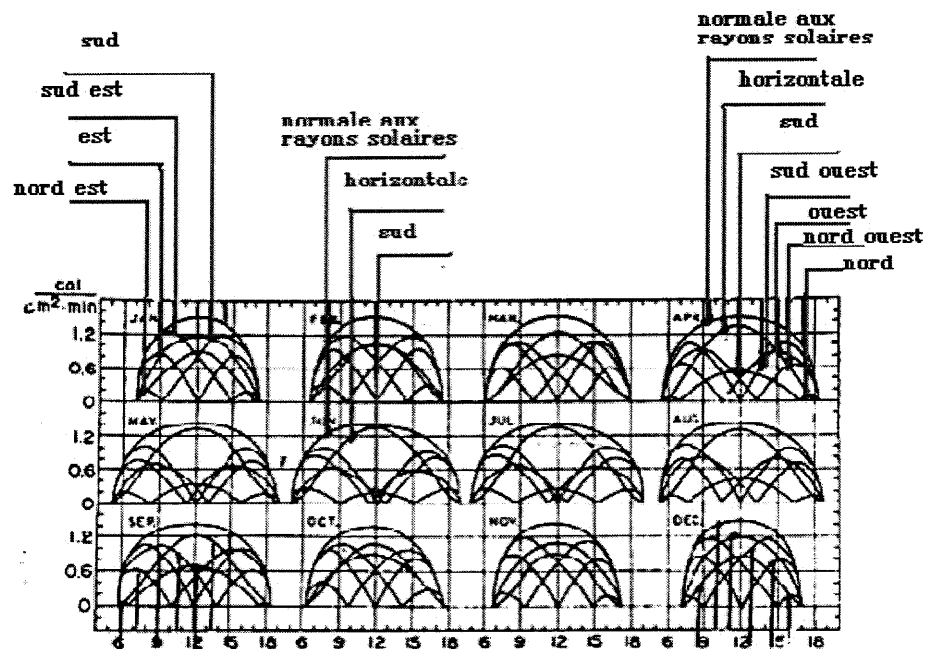


Figure 3-8 : Variation de l'intensité solaire reçue des surfaces de différentes orientations. Source : GIVONI, B, 1978.orientations. Source : GIVONI, B, 1978.

On peut déduire du graphe (figure 3-8) que :

1- Un mur SUD reçoit le rayonnement direct en décembre qu'en juin.

2- Un mur NORD ne reçoit le rayonnement direct qu'entre le 21 mars et le 21 septembre.

3- La surface horizontale reçoit le rayonnement le plus intense en été mais entre novembre et janvier elle reçoit moins qu'un mur sud, sud-est et sud-ouest.

2.5. Effets combinés du rayonnement solaire et des conditions de l'air ambiant :

L'effet air sol (effet radiatif) d'après WRIGHT. D, 1978 c'est-à-dire l'influence du rayonnement solaire sur la température de l'air au voisinage de la paroi isolée, et sur la température de la face exposée au soleil, ce calcul tient compte de plusieurs facteurs :

- Rayonnement solaire sur toute l'enveloppe du bâtiment.
- Température extérieure de l'air suivant l'heure du jour et la position du soleil
- Orientation du bâtiment
- Caractéristique de la paroi extérieure (masse thermique, conductibilité, couleur, état de la surface
- Protection solaire de toutes ces parois
- Emplacement des fenêtres.

La température air soleil comprend trois températures :

1- celle de l'air extérieur

2- la fraction de rayonnement solaire absorbée par la surface

3- l'expression de l'échange de chaleur radiante de grande longueur d'onde avec l'environnement

D'après GIVONI la température air soleil est relative à la surface d'un élément de construction donnée par la formule suivante :

$$T_{sa} = T_a + \frac{aI}{h_e} + \frac{(T_r - T_a)}{h_r} \dots\dots\dots [2]$$

$$T_{sa} = T_a + \alpha \frac{I}{h_e} \text{ (formule simplifiée) } \dots\dots\dots [3]$$

3. L'orientation optimale :

3.1. Hiver saison de chauffe :

L'orientation privilégiée est celle qui reçoit le plus fort ensoleillement. La figure (3-9) présente dans le cas d'un logement à double orientation la réduction de l'ensemble des apports solaires lorsque la façade principale devient sud-est (ou sud-ouest), ou Ouest, et nord. D'après les études faites sur la région Provence alpes côte d'azur en 1988 que jusqu'à 45° vers l'est ou l'ouest, la perte est limitée à 15% des apports. Ainsi que l'augmentation des besoins du logement, dépend directement de la surface des vitrages.

Les recherches du CSTB, ont déterminé les valeurs du rapport existant entre les apports calorifiques dus au rayonnement et ceux due à la température externe. Les rapports s'établissent (tableau 3-2) comme suit :

N	NE	E	SO	S	SE	O	NO	Horizontal
13%	31%	44%	36%	21%	36%	44%	37%	96%

Tableau 3-2 : Rapport calorifique des apports de rayonnement et de la température

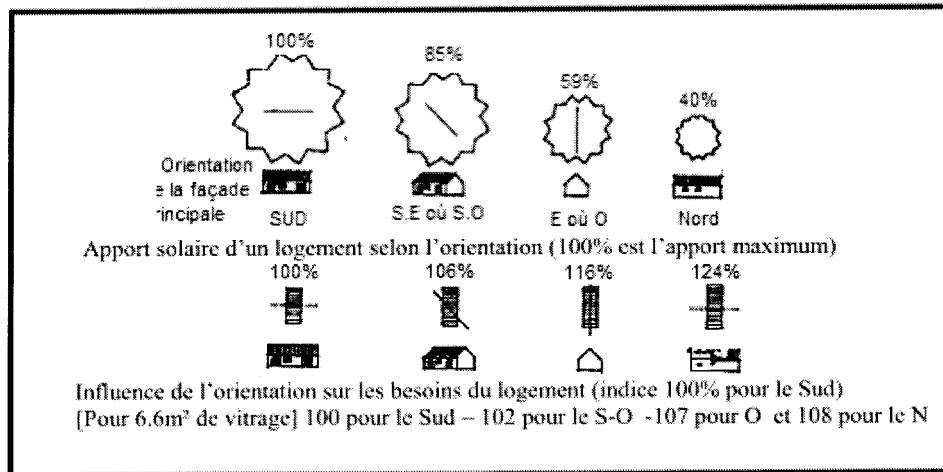


Figure 3-9 : Influence de l'orientation sur les besoins du logement. Source : G.R.P.A.C.A, 1988.

3.2. Été période de surchauffe :

L'orientation privilégiée est celle qui reçoit le plus faible ensoleillement. Les apports solaires dans ce cas accusent une augmentation sensible.

Pour un logement peu vitré sans occultation (6.6m² de la façade principale), orienté à 45° ou 90° vers l'Est ou l'ouest, la température moyenne dépasse d'un peu plus de

1°C celle du même logement orienté plein sud. Et les températures maximales sont majorées de 2°C lorsque l'exposition est Ouest.

Comme il faut noter que même la course apparente du soleil est symétrique, il n'en est pas de même de la courbe journalière de températures. Il en résulte que les apports par l'Ouest sont plus gênants que ceux parvenant par l'est.

3.3. Détermination de l'orientation optimale :

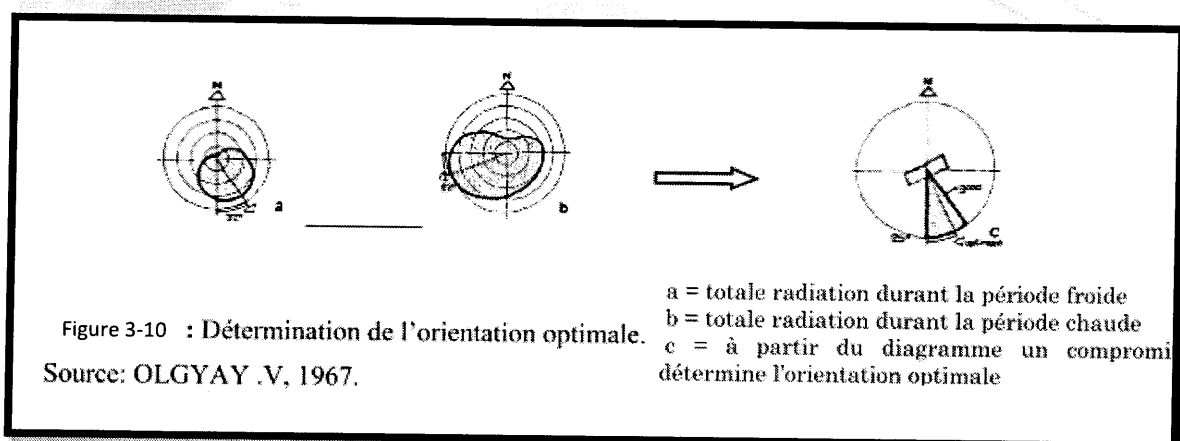
Pour déterminer l'orientation optimale (figure 3-10), on peut suivre la méthode de V.

Olgyay, 1967:

En traçant les directions du gain radiant maximum pendant les mois chauds (a) et les mois frais(b), il est possible de déterminer l'orientation optimale(c) pour n'importe quel endroit donné.

Il est peu probable que les deux directions soient perpendiculaires entre elles, un certain compromis doit être fait afin de réaliser la distribution la plus satisfaisante des reçus totaux de la chaleur en toutes les saisons. Il est difficile de généraliser, mais pendant que les murs faisant face d'est et ouest reçoivent les intensités les plus élevées du rayonnement qu'ils devraient normalement être maintenus aussi réduits que possible

Les ouvertures, s'ils doivent être employés dans ces orientations, il faut qu'elles soient aussi petites que possible. le côté ouest, qui reçoit son rayonnement maximum pendant la partie la plus chaude du jour, peut être particulièrement gênant



La (figure 3-11) montre pour la ville de Constantine que les radiations solaires qui tombent sur une paroi selon les deux périodes (sous chauffe et de surchauffe) où on peut estimer que l'orientation optimale qui reçoit le maximum des radiations en hiver et minimum en été est l'orientation sud

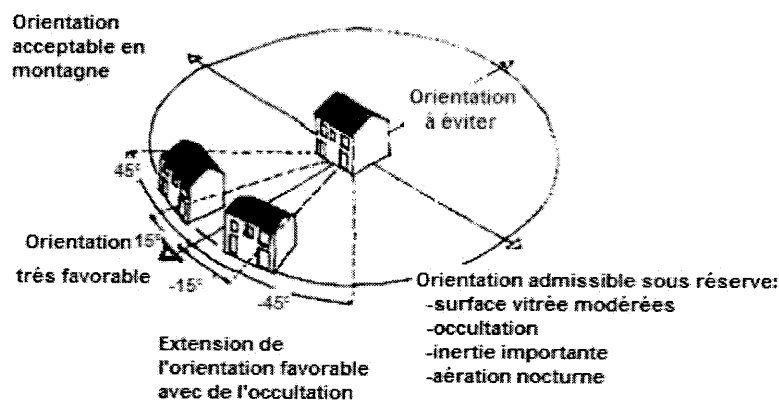
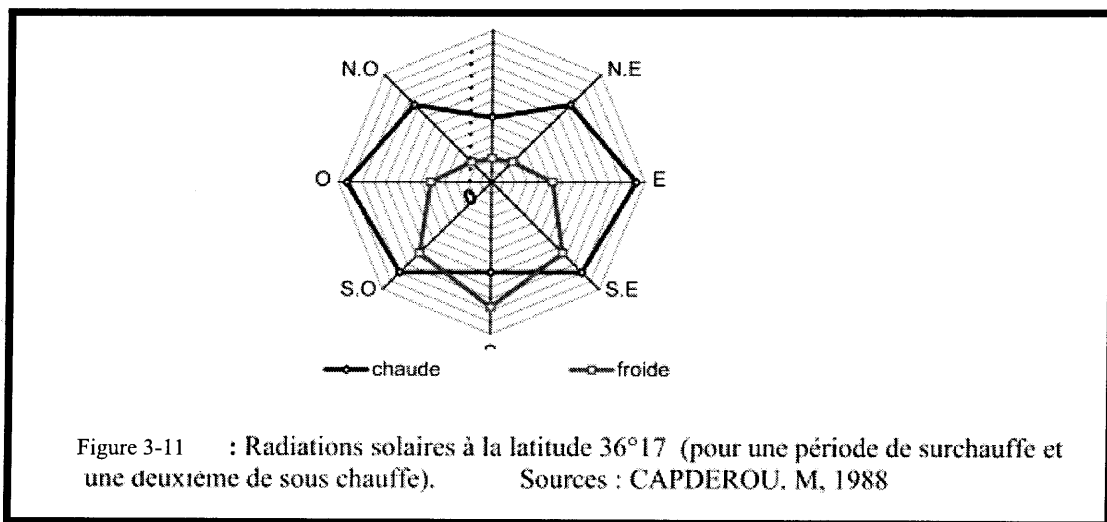


Figure 3-12 : Orientation de la façade principale d'un logement PACA.

Les théories récentes préfèrent l'orientation sud, cette orientation bénéficie des radiations intenses en hiver et des radiations minimales ou basses en été. (Henri Wright ; Ludwing Hiberseimer ; Gaetano Vinaccia; Jean.Lebrouton (1945), Augustin Rey, J.Pdoux Et C.Bardet) ont démontré par leurs calculs que cette orientation reste la plus favorable quel que soit la latitude.

4. Effet de l'orientation des façades par rapport au soleil :

4.1. Effet de l'orientation sur les températures de surfaces extérieures :

La température de la surface externe (d'après GIVONI.B, 1978) a des grands effets sur :

- les conditions thermiques intérieures,
- La dilatation et la contraction de l'élément de la construction.

La température de la surface extérieure dépend de :

- 1- La température de l'air ambiant. « Indépendant de l'orientation »
- 2- L'incidence du rayonnement solaire.

4.2. Orientation, couleur et matériaux :

Parmi les parois verticales, ce sont les parois Est et Ouest qui reçoivent les ensoleillements les plus importants en été.

Leur échauffement au-dessus de la température de l'air résulte de l'absorption d'une part plus ou moins importante de l'énergie solaire incidente, donc principalement de la couleur et de l'orientation.

D'après une différence de 23° dans les surfaces peintes en gris sous diverses orientations, tandis que pour les murs peints en blanc la différence était inférieure de l'ordre de 3°. Ce qui explique que l'effet thermique de l'orientation fait référence à la couleur externe (facteur d'absorption)

D'après (GIVONI, 1978) l'impact de la couleur sur les températures de surface, où la couleur claire est meilleure quelle que soit l'orientation. Par contre pour une couleur grise ; on remarque une différence de températures suivant l'orientation.

Des formules empiriques qui permettent de prévoir la température externe de murs et toits et de faible masse :

Pour une surface horizontale :

$$T_s = T_a + a_l / |4 - 5 \dots \dots \dots [5]$$

Pour une surface verticale :

$$T_s = T_a + a_l / |4 - 2 \dots \dots \dots [6]$$

T_a = température de l'air extérieur

a = facteur d'absorption de la surface dépend de la couleur

I = intensité du rayonnement incident

Les (figures 3-13) et la (figure 3-14) montrent que les températures de surfaces externes des murs orientés dans différentes orientations et de différentes couleurs d'une zone semi-aride du NEGEV en Israël d'après GIVONI

Ce qui explique que plus que le coefficient d'absorptivité est grand plus que la température de surface est plus important. Pour cela il faut éviter les couleurs foncées sur les parois soumises à un fort ensoleillement d'été, en particulier lorsqu'il s'agit de la paroi Ouest ou horizontale la figure (3-15) donne les couleurs suivant l'orientation d'après G.R.P.A.C.A.

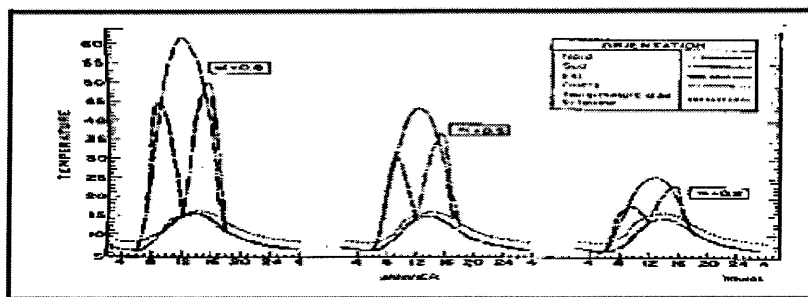


Figure 3-13 : Températures de surfaces externes calculées pour janvier sur des murs de différentes orientations et couleurs externes. Source : B.GIVONI, 1978

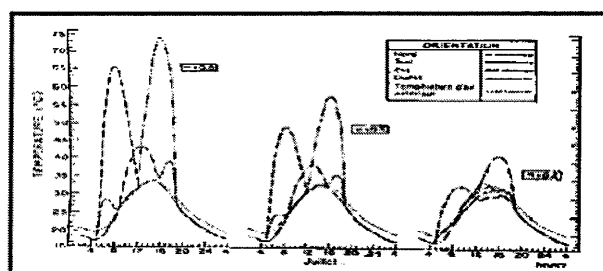


Figure 3-14 : Températures de surface externe calculées pour juillet sur des murs de différentes orientations et couleurs externe.

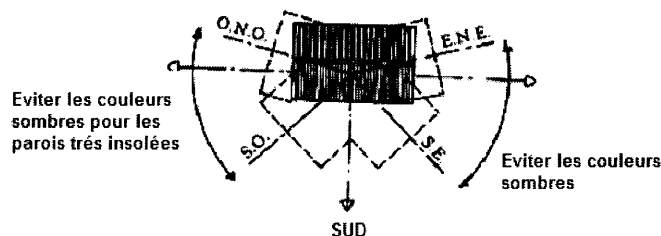


Figure 3-15 : L'orientation et la couleur. Source : G.R.P.A.C.A, 1988.

4.3. Effets de l'orientation sur les températures intérieures :

L'importance de l'effet thermique de l'orientation des murs sur l'ambiance intérieure dépend :

- De la conception,
- Des caractéristiques de la construction.

Les températures suivent le régime de l'air extérieur et offre peu de variation avec l'orientation dans le cas d'une surface de faible absorption. Et les températures surfaciques intérieures pour les différentes orientations sont à peu près les mêmes veulent dire indépendante de l'orientation (Elle dépend de la capacité calorifique de la structure et par la résistance thermique des matériaux constituant le bâtiment) ; Donc elle est très peu affectée par l'orientation.(GIVONI,B, 1978- E.GREGORY. McPHERSON, 1980 11)

Si l'extérieur des murs est sombre, le régime de la température varie en fonction de l'irradiation, solaire de la surface, qui est déterminé par son orientation.

L'importance de l'élévation de la température au-dessus du niveau ambiant dépend de la direction du vent.

L'influence de l'orientation sur les températures externe affecte le flux de chaleur à travers le mur, et les températures de surface interne. (B. GIVONI, 1978) constate que lorsque la couleur est grise, la différence de température entre murs d'orientations et d'épaisseur différente était plus marquée pour les murs minces (de 10cm) avec un écart de 4.5°C, l'augmentation de l'épaisseur modérait sensiblement ces variations de températures ou l'intervalle des températures était de 2.5°C

5. Effet de l'orientation des façades par rapport au vent :

La direction du vent à un impact direct sur les conditions d'ambiance intérieure, et la position de la façade joue un rôle important pour le refroidissement et la ventilation interne.

La position des façades et des ouvertures par rapport aux vents dominant n'est pas indifférente ; distinguer entre les vents forts et les brises ; Les premières constituent une nuisance la seconde peut contribuer à la ventilation naturelle d'été.

Les orientations peuvent donc être choisies suivant le besoin climatique de la région.

Les parois exposées au vent porteur de pluie doivent être spécialement protégées, tandis que celles exposées aux brises peuvent être plus largement ouvertes (Izard.J.L et Guyot.A, 1979)

5.1. Effets de l'orientation des fenêtres sur les températures intérieures:

L'effet de l'orientation des fenêtres sur les températures intérieures est largement conditionné par :

- La ventilation naturelle.
- Le degré des protections solaires.

Lorsque l'occultation n'est pas efficace le rayonnement solaire pénètre directement par la fenêtre et chauffe l'intérieur. Les températures sont alors très influencées par l'orientation des fenêtres.

Les vitrages d'une habitation sont responsables d'une importante source de déperditions thermiques « 10 fois moins isolante qu'un mur » mais ils peuvent être le point de passage d'importants apports solaires, l'hiver comme l'été.

La (figure 3-16) montre l'effet de l'incidence du vent sur la température intérieure, (GIVONI, 1978- HARRIS J. SOBIN, 1981) ont démontré qu'une légère amélioration en vents obliques, spécialement dans le cas d'une ouverture de forme horizontale

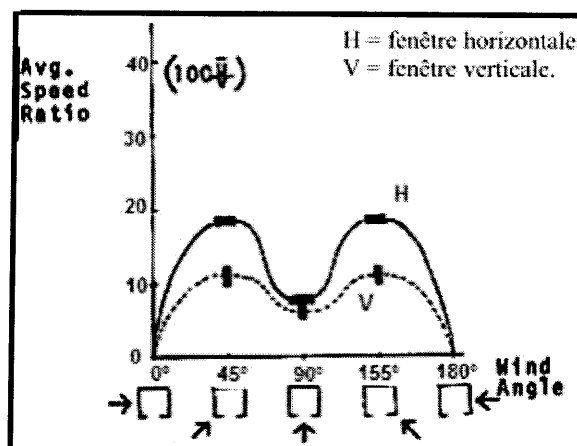


Figure 3-16 : Effet de la direction du vent sur la distribution de l'air à l'intérieur des chambres. Source : HARRIS J. SOBIN, 1981

5.2. Rapport Surface D'ouvertures/ Autres Surfaces Extérieures:

On considère que plus le rapport surface d'ouverture par rapport à la surface extérieure diminue, tout en veillant à la ventilation, plus la performance thermique globale de l'édifice augmente.

5.3. Rapport Surface Exposée/ Autres Surfaces :

Plus la forme présente des surfaces exposées au froid ou à la chaleur plus la balance thermique devient négative (les échanges de la chaleur sera plus grand).

5.4. Orientation et composition du plan intérieur d'un logement :

L'élaboration de zoning climatique (figure 3-17) permet suivant le type d'activité et les besoins de fréquentation de l'espace, de disposer les espaces suivant les besoins énergétiques, suivant que l'espace est chauffé, chauffant ou tampon, cela permet de réduire les besoins calorifiques et frigorifiques des bâtiments et d'en augmenter le confort

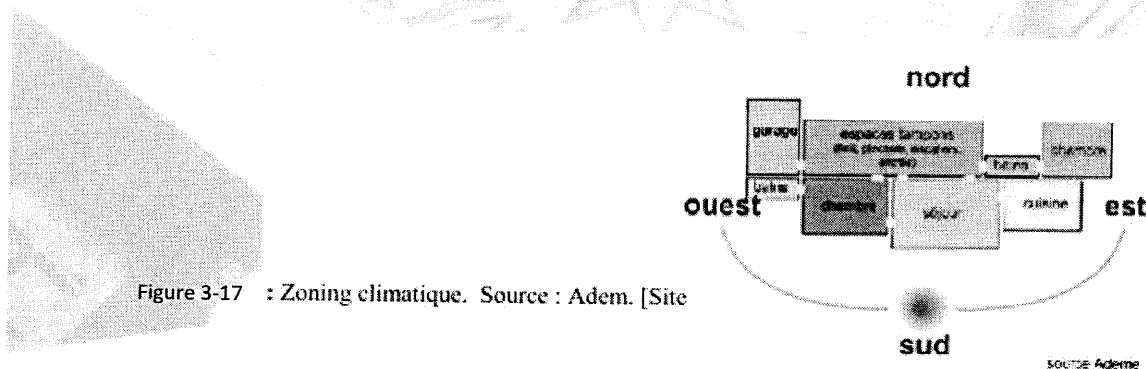


Figure 3-17 : Zoning climatique. Source : Adem. [Site]

- **Des ambiances thermiques adaptées aux activités dans la maison:**

Felix Mabroutin arrive à des conclusions suivantes :

1. Pour un bon séjour (chaud en hiver, fraîche en été) les façades principales de la construction doivent faire face au sud.
2. Les façades face au sud-est et sud-ouest offre les avantages de régularité d'insolation, mais elles sont froides en hiver et chaude en été que les façades face au sud.

- **Des espaces tampons pour protéger la maison du froid et du vent :**

Des espaces tampons aménagés en locaux non chauffés (sas d'entrée, garage, cellier,...) et adossés au Nord et à l'Est de l'habitation la protègent du froid et du vent. Ils se comportent comme une isolation thermique et diminuent les pertes de chaleur. Un grenier non aménagé peut aussi remplir cette fonction. Pour bien jouer leur rôle, les espaces tampons doivent être séparés des locaux habités par l'isolation de l'habitation.

5.5. Comportement de l'utilisateur :

L'influence du comportement de l'utilisateur est essentielle aussi bien sur le bilan d'hiver que sur le confort d'été. Les enjeux thermiques sont liés directement au comportement de l'usager. La pratique de la manipulation des ouvertures, la fermeture ou l'ouverture influe sur le degré du confort intérieur.

La construction doit être conçue pour fonctionner avec le climat de toute l'année, l'intervention de l'usager peut être requise pour la manipulation et le réglage d'éléments mobiles tels que volets et stores (BENNADJI.A, 1999)

Des résultats de recherches montrent d'après (Abdou.S, 2003) que les conditions climatiques intérieures peuvent être tolérables et la sensation du confort n'est pas liée uniquement à la réponse physique du bâtiment mais aussi à l'acclimatation des occupants.

6. Techniques Passives De Contrôles Thermiques :

Pour s'abriter de certains effets de la nature, l'homme, et depuis la résolution des contraintes primordiales de vie lui permettant de rechercher un confort appréciable, c'est donné la peine d'innover par des solutions pouvant l'abriter des conditions climatiques quelque fois sévères.

Les enseignements de l'architecture traditionnelle n'ont pas cessé d'émerveiller en quête de solutions aux problèmes.

La mise à l'ombre des fenêtres résulte de l'étude géométrique de la position du soleil par rapport aux façades.

A travers des recherches (A.DOURI, 1976) a trouvé que la température des parois internes était très élevée par rapport à la température interne de l'air lorsque ces parois n'étaient pas protégées contre la radiation solaire, et il démontre par-là que l'ombrage de paroi

contre la radiation solaire est essentiel dans la diminution de la température de surfaces interne des parois externes de l'enveloppe.

6.1. L'ombrage Et Ensoleillement :

Plusieurs chercheurs dans le domaine d'architecture en milieu chaud précisent que toute stratégie bioclimatique doit essentiellement se baser sur les conditions d'été pendant la période de surchauffe [GIVONI, 1980.] « Le thème de l'ombre est familier pour tout architecte, mais il est une idée directrice pour les architectes modelant avec le soleil. »

En saison d'été, le soleil est source de malaise ; Divers éléments utilisés pour ombrager l'enveloppe architecturale, si les murs des façades se portent ombre mutuellement ou bien grâce à l'implantation d'arbre, d'autres moyens sont éventuellement utilisés pour se protéger du rayonnement solaire.

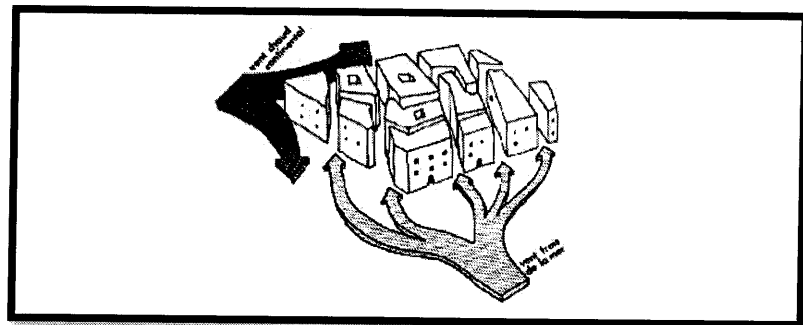
Offrir de l'ombre c'est limiter les radiations solaires sur les surfaces extérieures de l'habitat, pour réduire les apports solaires :

6.1.1. Ombre urbaine :

« La forme urbaine, l'étroitesse des rues et la hauteur des constructions assurent un ombrage mutuel des façades. Selon l'orientation, il peut également intercepter les rayons solaires bénéfiques en période froide. Il faudra également souligner que ces rapports entre largeur des rues et hauteur des constructions sont des stratégies utilisées aussi pour protéger les espaces extérieurs ainsi que les bâtisses contre les vents chauds d'été et ceux froids de l'hiver »

Généralement le tissu urbain dans l'architecture traditionnelle est dense et compact qui a un effet primordial de protection de rayonnement solaire d'été, et il est protégé contre les vents froids. Ses rues sont étroites longues et tortueuses, qui permet l'ombrages des passages le long de la journée et présente une certaine fraîcheur

Figure 3-18: Organisation et Orientations des rues pour canaliser l'air frais.
Source : IZARD.J.L & GUYOT.A, 1979.



La protection contre les vents chauds et la recherche des brises fraîches confère à la ville une organisation et une orientation des rues qui canalisent l'air frais (figure 3-18). La réduction des surfaces extérieures exposées au soleil ; l'ombrage des circulations extérieures. Ou il a été constaté qu'une différence de températures allant jusqu'à 5°C peut exister entre la température d'un espace ouvert et un site à densité moyenne où forte. Comme il a été démontré que le prospect de la rue dans un tissu traditionnel de la ville d'El Oued, offre un microclimat plus agréable qu'en tissu contemporain.

Un prospect de type « vis-à-vis » peu intercepter le rayonnement solaire de la fin de journée pour les expositions Ouest (figure 3-19) ou la transmission à l'Est ou à l'Ouest est de 0.52 d'après IZARD.199

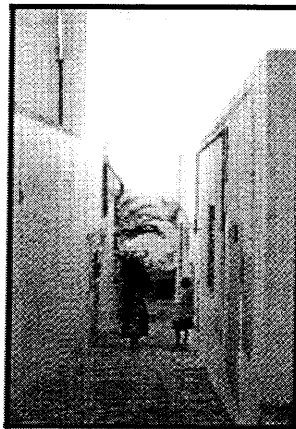


Figure 3-19: Masque de type « vis-à-vis » recommandé surtout pour les orientations EST et OUEST ou la protection des façades contre les radiations solaires est maximale. Source : IZARD. J.L, 1993.

Aussi on constate que la réduction des surfaces d'exposition extérieures (particulièrement les parois horizontales) implique la diminution de surfaces d'échange entre l'intérieures et l'extérieures, et donc participe au confort d'été intérieur des logements.

6.1.2. L'ombrage par éléments architecturaux :

Les parois de l'enveloppe constituent la « peau » de la construction, c'est à travers elle qu'une partie non négligeable de l'échange thermique se produit. La protection de celle-ci s'avère indispensable. On peut réduire les apports thermiques d'origine solaire par deux techniques différentes qu'on peut associer ; elles consistent à mettre la baie vitrée à l'ombre par des dispositifs architecturaux, où utiliser des moyens de protection tels que stores et vitrages spéciaux.

1- Eléments de façades :

Sur les façades se sont plutôt les décrochements qui assurent l'ombre. En forme de balcon ou moucharabieh, d'autre région utilise des décrochements en lamelles horizontales et cela dans le but d'ombrager les façades, Comme c'est montré dans la (figure 3-20), un exemple de l'architecture traditionnelle du Yémen.

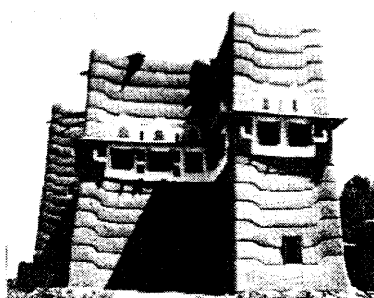


Figure 3-20 : Exemple dans l'architecture traditionnelle du Yémen. Source : IZARD.J.L, 1993. Efficacité de la protection solaire par les éléments de la façade (décrochement en lamelle horizontale, pour l'ombre de la façade).

2- Ombre et végétation :

Le recours à la végétation comme réponse à la recherche de l'ombre est une technique traditionnelle. La végétation procure de l'ombre mais aussi elle produit une humidité qui favorise le rafraîchissement de l'air. La végétation à feuille caduque est recommandée pour les climats semi- arides où la radiation solaire est appréciée en hiver ; ce type de végétation perd son feuillage l'hiver qui laisse les radiations solaires pénétrer à l'intérieur et apporte une sensation de fraîcheur durant l'été chaud et sec par humidification.

La (figure 3-21) montre une réponse traditionnelle pour la protection des rayons solaires par la végétation



Figure 3-21 : Réponse vernaculaire à la protection solaire avec un effet d'auvent « la treille » Source : IZARD.J.L, 1993.

6.1.3. L'ombrage par éléments fragmentaires au niveau de l'enveloppe :

1. La couleur : la couleur blanche réfléchit les rayons solaires, qui sont peu absorbés par les parois. La chaux est une surface sélective froide qui a un facteur d'émission infrarouge de 90% et un facteur d'absorption solaire de 12%, cette technique de contrôle climatique est bien répondeuse dans les zones où l'intensité des radiations est forte.

Les enduits blancs à base de chaux dont on badigeonnait les murs permettaient de réfléchir les rayons solaires et évitent un échauffement excessif.

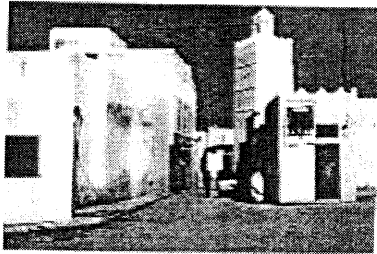


Figure 3-22 : Exemple de Kairouan (Tunisie), réponse au fort rayonnement solaire par l'utilisation extrême de la chaux blanche en enduit extérieur. (La couleur blanche des murs a pour effet d'éviter leur échauffement en réfléchissant le rayonnement reçu et de rendre leur bilan thermique « négatif »)

Source : - [IZARD.J. et GUYOT, 1979]

Figure 3-23 : Les façades blanches pour les climats chauds l'été.

La fondation MIRO à Barcelone.



2- Les éléments saillants : on distingue :

- Les brises soleil « éléments qui constituent en des encorbellements horizontaux ou verticaux pouvant être de simples éléments linéaires ou entièrement volumiques »
- Les claustras « ce sont des parois non opaques perforées dont l'objectif est d'ombrager des surfaces verticales, ainsi que le tamisage de la lumière elle est souvent placée en saillie par rapport à la façade »

- Les percements « comme les loggias ou terrasses de grandes dimensions ou des fenêtres»

b- Les écrans solaires :

1. Occultation fixe : sont utilisées pour ombrager les ouvertures et ceci essentiellement pour les périodes de surchauffe (en auvent (figure3-24), en flanc)

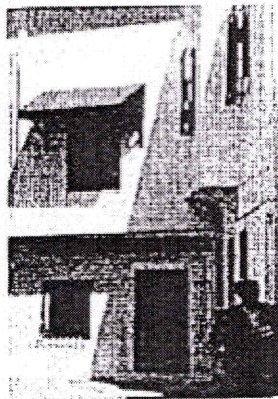


Figure 3-24: Occultation fixe par auvent « exemple de la Tunisie »

Source : BENNADJI.A, 1999.



2. Appareillage et crépissage une texture rigoureuse, telle qu'un appareillage en pierre ou en brique (figure3-25) ou simplement un enduit tyrolien, apporte un ombrage additif au fond , traditionnellement, une technique de crépissage très intéressante fut utilisée pour ombrager au maximum le fond de façade. « Le crépissage étant constitué de boules semi-sphériques étalées avec la main sur le mur ; chacune ombrage sa moitié et porte une ombre sur la boule en dessous ou d'un côté selon l'orientation de la façade et la course du soleil »

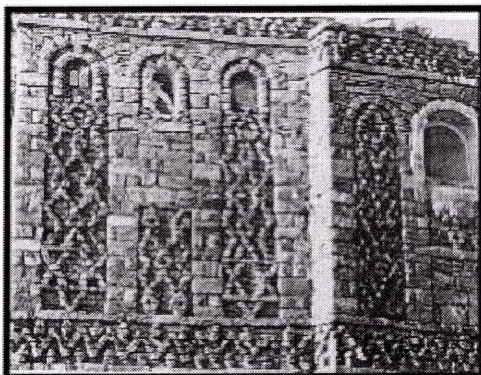


Figure 3-25: Appareillage de briques sur façades, Yémen.

Source : ABDOU.S, 2003.

La mise à l'ombre des fenêtres résulte de l'étude géométrique de la position du soleil par rapport aux façades. Une façade SUD sera facile à protéger à l'aide d'un auvent, balcons ou pare-soleil horizontaux. En effet le soleil est haut sur l'horizon durant la saison chaude et une avancée horizontale égale à 0.7 fois la hauteur de baie est suffisante pour obtenir la mise à l'ombre.

Une façade EST ou OUEST est, par contre, difficile à protéger par des parts soleil fixes. Aux heures d'ensoleillement de ses façades le soleil est relativement bas sur l'horizon et tourne constamment de sorte que les dispositifs horizontaux devraient avoir une avancée prohibitive.

Plusieurs solutions architecturales contemporaines son réaliser pour protéger ces ouvertures du rayonnement soleil voir exemples (figure3-26) traitant la protection des différentes façades suivant leurs orientations.

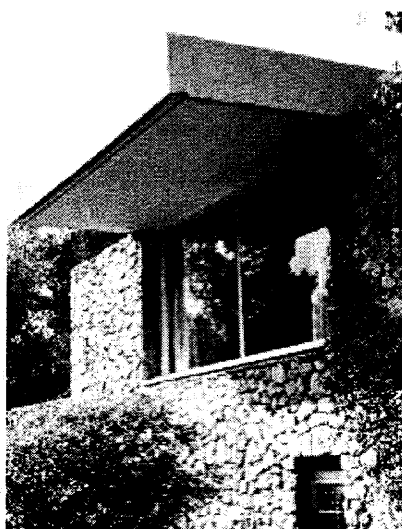


Figure 3-26 : La protection solaire (auvent bien dimensionné en orientation SUD), l'inertie thermique (appareillage de pierre), et la ventilation (grande baie coulissante) sont des éléments passifs pour le contrôle solaire réunis sur cette réalisation de JOSE-LUIS.

3. volumes saillants importants comme les encorbellements (figure3-27), leurs tailles et leurs saillies, en dehors de la parcelle, apportent un ombrage maximal à la façade

La projection de l'ombre concerne le relief sur la façade, les décrochements (moucharabieh, auvents ...) et le débord de toitures. Aussi l'inclinaison des façades. Comme c'est montré par les réalisations de le CORBUSIER dans la maison de jeune de Firminy où il adopte une inclinaison des façades ouvertes supérieure à 90°, et qui agit directement sur l'énergie incidente sans masque.

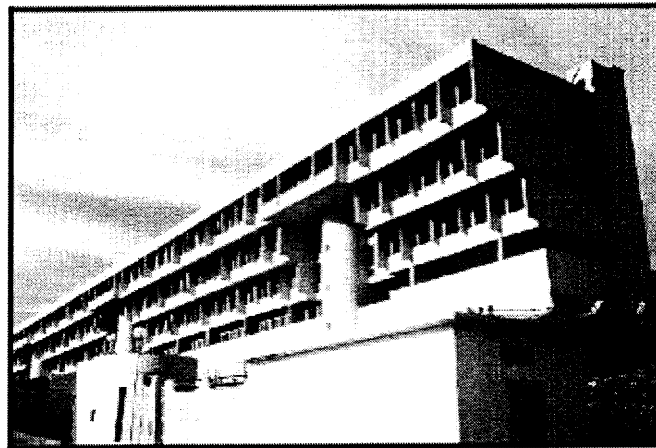


Figure 3-27 : Exemple d'effet d'auvent ; les étages en encorbellement de la cité des étudiants de l'université de Constantine, par KENZO TANGE Source : IZARD.J.L, 1993.

4. Les occultations mobiles : Servent généralement à ombrager temporairement les ouvertures, comme les persiennes (figure 3-28), rideaux...



Figure 3-28 : Des persiennes utilisées dans les régions méditerranéennes pour le contrôle solaire et la ventilation.

Sources : IZARD. J.L, 1993.

On peut encore rafraîchir l'air en plaçant des jarres pleines d'eau à la sortie des conduits ou un rideau humide à la porte, (voir fig. 3-31)

c- les ouvertures:

Généralement dans les maisons traditionnelles dans les climats chauds les ouvertures sont petites et placées très haut dans le mur, sont conçues de telle façon que l'usager peut voir l'extérieur sans être vu l'exemple du « Moucharabieh » sorte de lattis de bois qui permet une bonne aération sans avoir à souffrir d'une élévation excessive de la température par rayonnement ou convection. Le moucharabieh (figure 3-29) et (figure 3-30) permet de soustraire du regard tout en voyant l'extérieure. Permette une bonne ventilation sans élévation excessive de la température, le bois ne s'échauffe pas au soleil on le trouve surtout dans les pays du moyen orient (Turques, Iran., Syrie, Irak et en Afrique du Nord)

Dans nos climats sec et chaud, Les ouvertures sont tournées vers l'extérieur et elles sont en nombres réduits, de taille et de dimensions petites, sont souvent orientées vers les directions des vents frais (brise) afin de permettre la ventilation durant les soirées.

Le vent est un facteur très important de confort, l'air chaud ayant tendance à s'élever, son remplacement par l'air frais peut créer un courant d'air ; Obtenue par un traitement ingénieux de la fenêtre ; cette dernière est constituée par une ouverture de petite dimension, une autre située à une hauteur élevée ou très basse sert à l'évacuation de l'air chaud et la pénétration de l'air frais.

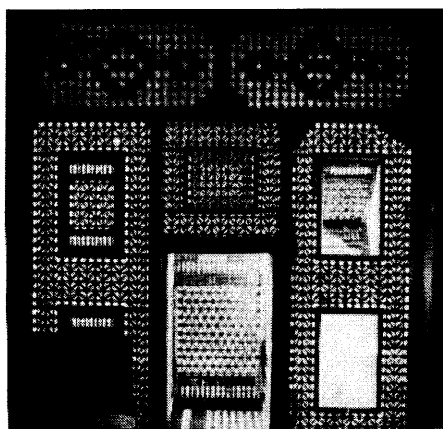


Figure 3-30 : Type de moucharabieh d'une maison du Caire (EGYPTE) Source : ALAIN LIEBARD & ANBDRE DE HERDE, 2003.

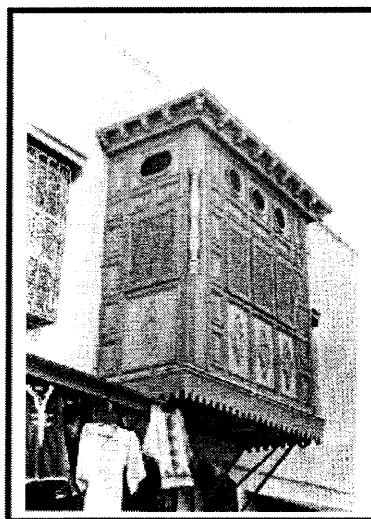


Figure 3-29 : Exemple de moucharabieh à Carthage en Tunisie. Source : IZARD. J.L, GUYOT. A, 1979

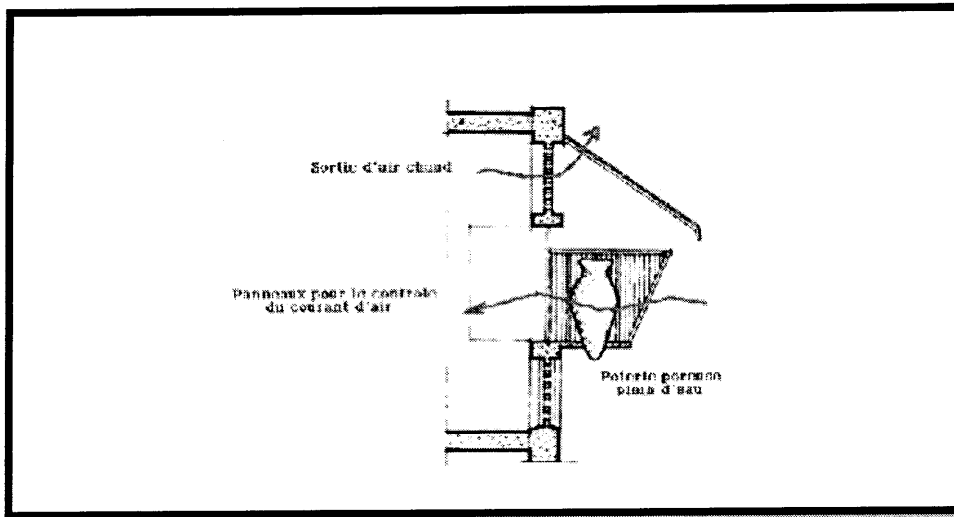


Figure 3-31 : Principe d'aération d'une fenêtre composée, principe de la jarre d'eau.

Source : C.R.A.U, 1988

7. Conclusion :

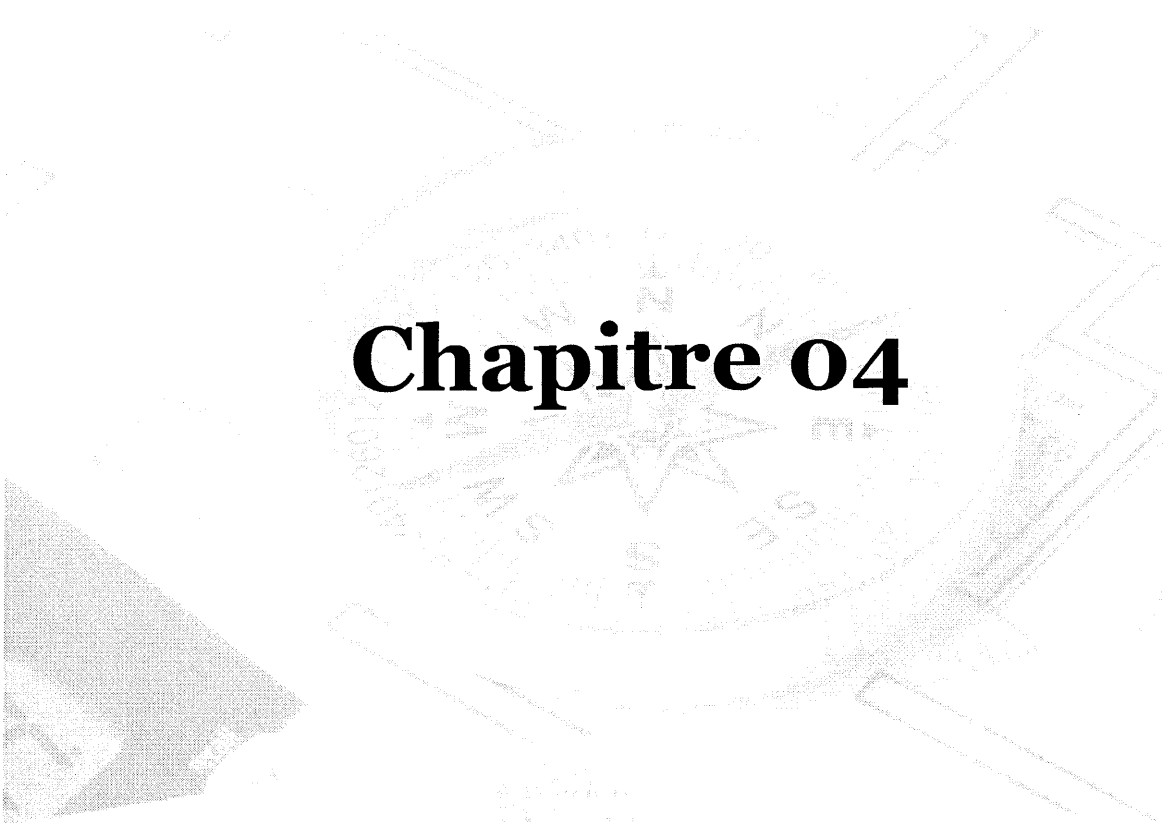
Le choix de l'orientation est soumis à de nombreuses considérations, elle affecte l'ambiance intérieure par deux facteurs climatiques ; le rayonnement solaire et le problème de la ventilation.

Il est possible pour ajuster la conception d'un bâtiment, de modifier les effets de l'orientation à la fois sur les conditions de ventilation et de température.

Avec des murs convenablement localisés et de couleur externe claire, et avec des ouvertures efficacement occultées suivant les exigences de l'orientation, les différenciations dans les températures intérieures selon l'orientation sont négligeables (GIVONI.B, 1978) et (E.GREGORY McPHERSON, 1992)

Suite à cela le prochain chapitre fera l'objet d'une étude expérimentale sur un modèle de bâtiment contemporain pour tester l'impact de l'orientation sur la température intérieure ainsi que le confort thermique résultant.

En conclusion , il est donc nécessaire de procéder à une étude expérimentale sur un modèle de bâtiment contemporain pour tester l'impact de l'orientation sur la température intérieure ainsi que le confort thermique résultant afin de confirmer ou d'infirmer ces résultats. C'est l'objet du prochain chapitre.



Chapitre 04



1. Présentation du site:

Le site de notre étude se situe dans l'agglomération chefs-lieux de Jijel, au Sud-est par rapport au centre-ville ; il appartient au POS 07 et est considéré comme un site semi urbain qui est riche des vues panoramique sur la mer méditerranéenne ; il a une grande importance car il contient des équipements touristiques et balnéaires avec un aspect architectural colonial.

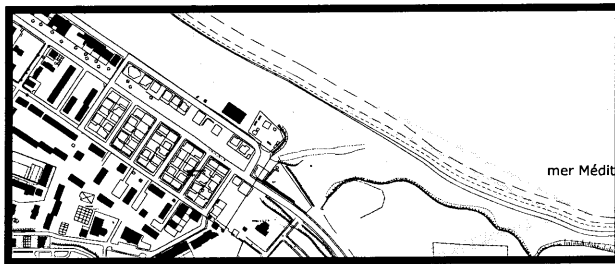


Figure 4-1 : vue en plan



Figure 4-2 : vue panoramique

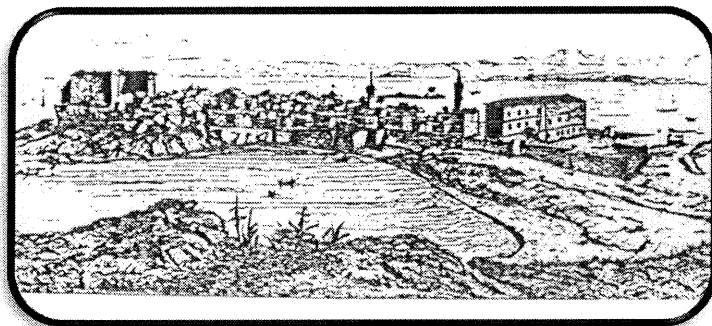
2. Historique:

Dans l'évolution historique de la ville, étant donné que la ville a été reconstruite après le terrible tremblement de terre de 1856 ; le premier plan de la ville avait été établi par les colons de l'occupation française avec des nouveaux principes urbanistiques dont le site de la nouvelle ville s'étendait sur une forme triangulaire épousant celle de la plaine, en continuant l'occupation du site, la partie Sud Est comprenant le littoral Est constitué les premières extensions, ajoutons à cela quelques constructions à usage d'habitat individuel sous forme d'îlots en face du sommet du triangle qui forme le début de l'extension et d'habitat collectif de type HLM et tout en donnant une grande importance à la bande longeant la plage.

Après l'indépendance, le site a connu de forts moments de densification en habitat collectif et notamment en habitat individuel sous forme de lotissements de petite et grande taille de par sa situation touristique et sa morphologie favorable à la construction.

Figure 4-3 : ancienne vue de la ville de Jijel

Source : DJIDJELI AU CŒUR DES BABORS (jijel1844)



3. Topographie et implantation :

La pente presque nulle du site, expose le lotissement à de fortes radiations solaires particulièrement en été, d'autant plus qu'aucun obstacle naturel ou physique ne vienne obstruer la course du soleil au cours de toute l'année. Ces radiations sont bienvenues l'hiver et participent au réchauffement des ambiances refroidies par les vents du nord très fréquents pendant cette période.

L'inexistence de tout relief environnant et la hauteur uniforme des habitations (R+2 dans leur majorité) exposent fortement le site aux vents froids de l'hiver de secteur Nord/Nord-Ouest qui s'infiltrent le long des rues bordant les îlots rectangulaires surtout la partie située en face de la mer où les vents soufflent avec un flux maximal. La proximité de la mer constitue en toute saison un inconvénient réel avec des taux d'humidité relative élevés d'une moyenne annuelle de 70% particulièrement en saison estivale au cours des après-midi.

L'implantation du lotissement sur ce terrain plat l'a exposé depuis toujours lors des épisodes orageux à de réelles inondations à cause principalement de l'imperméabilisation du terrain par les surfaces bétonnées ou goudronnées.

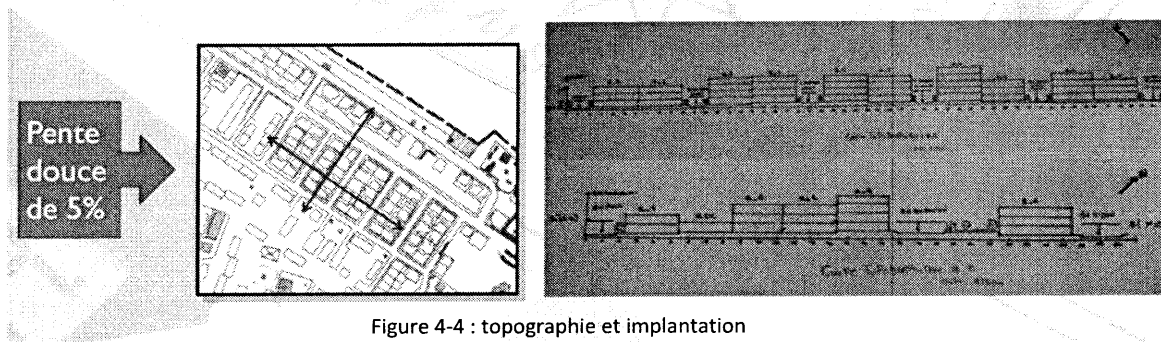


Figure 4-4 : topographie et implantation

4. Contexte urbain :

Tous les lots formant le lotissement étant construits et achevés, avec une densité des tissus assez élevée et une forme urbaine uniforme (îlots rectangulaires) qui diminuent considérablement l'ensoleillement disponible. L'étroitesse des rues de desserte et la hauteur des bâtisses (12 mètres et plus) rendent difficile l'accès du soleil particulièrement pendant l'hiver. Cette configuration des tissus et l'orientation générale du site (axe Nord-ouest/Sud-est) augmentent par ailleurs la pression des vents du Nord sur les façades exposées.

L'îlot situé en face de la mer est mieux loti en matière d'ensoleillement et de ventilation naturelle que les cinq îlots restants grâce à une large ouverture qui le borde du côté Sud-ouest. (Ancien chemin de fer aujourd'hui espace vert).

5. Type de terrain :

Le terrain est connu pour avoir abrité avant son urbanisation un marécage, plusieurs puits et des terres agricoles, ce qui explique la stagnation des eaux et les inondations au cours de l'hiver ainsi que l'humidité qui s'en dégage apparente sur les soubassements des constructions.

Actuellement, la nature du sol, caractérisée par des surfaces bétonnées ou goudronnées et par l'inexistence d'espaces nus, augmente considérablement l'absorption et la réflexion diffuse des rayons solaires, particulièrement pendant l'été où l'éclairement est alors démultiplié.

6. Végétation :

Le lotissement est moyennement couvert par la végétation que l'on rencontre essentiellement à l'intérieur des parcelles sous forme de jardins de plantes exotiques et d'arbres fruitiers. L'élément minéral l'emporte sur l'élément vert. Les quelques arbres qui existent n'arrivent pas à fournir l'ombre nécessaire pour juguler l'intensité des rayonnements solaires de l'été. L'absence de couverture végétale et de plantations au niveau du front de mer et l'absence de zones d'ombre (effet de masque) associé aux couleurs sombres de quelques façades augmente, en été, la réflexion des rayons solaires et défavorise l'évapotranspiration. En hiver, cette absence de plantations expose l'îlot du front de mer aux rafales des vents froids du nord.

7. Orientation :

En terme de besoins en lumière et de rayonnement solaire, l'orientation générale du lotissement et la densité des tissus (en forme de damier) favorise les habitations situées sur le côté Sud-est des îlots mais défavorise celles orientées vers le Nord-ouest. Ces dernières, au nombre de 25 habitations, présentent le double handicap d'être mal orientées et d'avoir une disposition des espaces intérieurs arbitraire : la majorité des pièces principales (séjour et chambres) sont orientées vers le Nord-ouest ne bénéficiant pas, ainsi, d'éclairement suffisant et de radiations solaires bienvenues pendant l'hiver.

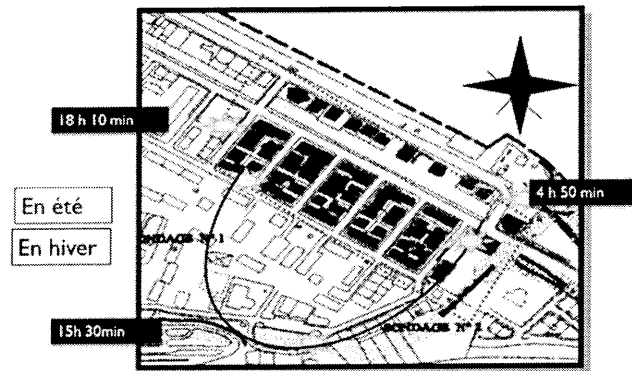


Figure 4-5 : L'orientation

8. Tables de Mahoney :

Les tables de Mahoney sont une série de tables de référence d'architecture utilisées comme guide pour obtenir des bâtiments au design adapté aux conditions climatiques. Elles tirent leur nom de l'architecte Carl Mahoney qui les a créées avec John Martin Evans et Otto Königsberger. Elles ont été publiées pour la première fois en 1969 par le département des affaires économiques et sociales des Nations Unies.

Les tables utilisent des données climatiques faciles à obtenir et des calculs simples aboutissent aux lignes directrices. Ainsi elles ne donnent que des indications qualitatives mais évitent la complexité de modélisations telles que la simulation thermique dynamique.

Il y a six tables. Quatre sont utilisées pour entrer les données climatiques :

1. Températures : moyennes mensuelles des températures maximales et minimales ;
2. Humidité, précipitations et vent ;
3. Comparaison des limites de confort et du climat ;
4. Indicateurs : par combinaison des données des tables précédentes, classification de l'humidité ou de l'aridité pour chaque mois.

Les deux autres tables indiquent les recommandations architecturales à respecter telles que l'orientation du bâtiment, la position, la dimension ou l'exposition des ouvertures.

9. Utilisation des tables de Mahoney :

Les tables de Mahoney peuvent être reparties en deux ensembles : les tables diagnostic et les tables recommandations.

i. Diagnostic

1. Noter dans la table 1 les températures moyennes mensuelles maximales et minimales. Dans les cases de droite reporter la plus grande valeur des maximales et la plus petite valeur des minimales enregistrés dans l'année. En additionnant ces deux valeurs et en divisant par 2, on obtient la température moyenne annuelle TAM. La différence des deux valeurs extrêmes représente l'écart moyen annuel de la température EAT.
2. Indiquer sur la table suivante les humidités relatives. Déterminer, selon les critères indiqués sur le tableau, le groupe des humidités auquel correspond chacun de mois. Compléter le tableau en inscrivant le niveau des précipitations ainsi que les deux directions les plus fréquentes du vent.
3. La table 3 donne un diagnostic du climat en fonction de la valeur de TAM et du groupe d'humidité, déterminer la zone de confort diurne ainsi que les températures mensuelles maximales dans les trois premières lignes du tableau. Dans les trois lignes suivantes recopier les températures minimales mensuelles ainsi que les bornes de la zone de confort nocturne. Comparer les températures ambiantes avec les températures de confort durant la journée et durant la nuit. Indiquer dans les deux dernières lignes du tableau si la température ambiante (diurne et nocturne) est supérieure ou inférieure aux températures de confort. Indiquer cela par les indices

F (froid) pour les températures ambiantes inférieures aux températures de confort, par C (chaud), les valeurs supérieures et inférieures, les températures ambiantes qui sont dans les limites des températures de confort.

ii. Recommandations

Les différents remèdes à apporter dépendront des indices d'humidité ou d'aridité attribuée pour chaque mois. C'est ce que montre la table 4.

Les différentes dispositions architecturales et constructives sont ensuite déterminées en fonction des contraintes thermiques diagnostiquées précédemment. Ces dispositions sont classées comme suit : plan de masse, espacement des constructions, orientation, mouvement d'air, ouvertures murs, toitures...

1. Tableau 1 :

- Données astronomiques de la ville de JIJEL :

Localité	JIJEL – ALGERIE – Station Météo : Aéroport Ferhat ABBAS		
Longitude	05° 45° EST		
Latitude	36° 48° NORD		
Altitude	2.00 mètres		

- Température de l'air (C°) :

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Moyenne mensuelle maximale	16.1	16.6	18.0	19.8	22.8	27.1	29.9	31.3	28.6	25.4	20.3	17.3
Moyenne mensuelle minimale	06.4	06.3	07.6	08.7	11.9	15.2	17.8	19.1	17.4	14.2	10.2	07.4
Différence mensuelle température	09.7	10.3	10.4	11.1	10.9	11.9	12.1	12.2	11.2	11.2	10.1	09.9

- Humidité relative (%) :

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Moyenne mensuelle maximale	87.0	88.0	85.3	88.8	89.6	89.5	88.6	87.8	88.4	85.8	87.5	86.7
Moyenne mensuelle minimale	55.3	57.3	58.3	57.8	63.0	63.6	61.0	66.3	63.0	60.3	56.7	56.5
Moyenne mensuelle	71.2	72.7	71.8	73.3	76.3	76.6	74.8	77.1	75.7	73.0	72.1	71.6
Groupe d'humidité	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

N.B : pour le groupe d'humidité =Groupe1 : HR <30%

Groupe2 : HR 30/50%

Groupe3 : HR 50/70%

Groupe4 : HR >70%

- Précipitation (mm) :

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Hauteur moyenne d'eau	141	105	82	81	50	14	43	10	72	85	149	194

Total annuel= 984

- Vitesse et direction des vents (m/s) :

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Vitesse moyenne mensuelle	3.29	3.46	4.10	2.77	2.55	2.16	2.08	2.00	2.12	2.58	2.86	3.28
Vent dominant	S/SW	N/NW	N/NW	N/NW	N/NW	N	N/NE	N/NE	N	N/NW	N/NW	S/SW

- Tableau des limites de confort :

Limite de confort		Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Groupe d'humidité	1	26/34	17/25	23/32	14/23	21/30	12/21
	2	25/31	17/24	22/30	14/22	20/27	12/20
	3	23/29	17/23	21/28	14/21	19/26	12/19
	4	22/27	17/21	20/25	14/20	18/24	12/18
AMT > 20°C			AMT = 15 / 20°C			AMT < 15°C	

N.B : suivant le tableau des températures :

La température moyenne mensuelle maximale la plus élevée est : 31.3°C (1)

La température moyenne mensuelle minimale la plus basse est : 06.3°C (2)

Conformément au tableau précédent des limites de confort ; la température moyenne annuelle AMT est égale à (1) + (2) = 18.8°C

La variation annuelle AMR est égale à (1) – (2) = 25.0°C

2. Tableau 2 :

- Diagnostic de MAHONEY (température °C) :

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Moyenne mensuelle maximale	16.1	16.6	18.0	19.8	22.8	27.1	29.9	31.3	28.6	25.4	20.3	17.3
Confort du jour	haut	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	bas	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Moyenne mensuelle minimale	06.4	06.3	07.6	08.7	11.9	15.2	17.8	19.1	17.4	14.2	10.2	07.4
Confort de la nuit	haut	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	bas	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14

Inconfort thermique	Jour	C	C	C	C	O	H	H	H	H	H	O	C
	NUIT	C	C	C	C	C	O	O	O	O	O	C	C

NB : C=Cold ; O=Confort ; H=Hot

- Définition des indicateurs :

Définition de l'indicateur	Nom de l'indicateur	Inconfort thermique		Hauteur des précipitations	Groupe d'humidité	Différence mensuelle de T°
		Jour	Nuit			
Mouvement d'air essentiel	H1	H	--	--	4	--
		H	--	--	2/3	<10C°
Mouvement d'air désirable	H2	O	--	--	4	--
Protection contre la pluie nécessaire	H3	--	--	>200mm	--	--
Capacité thermique nécessaire	A1	--	--	--	1/3	--
Sommeil extérieur désirable	A2	--	H	--	½	--
		H	O	--	½	>10C°
Protection contre le froid	A3	C	--	--	--	--

- Calcul des indicateurs :

Totaux	indicateur	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
5	H1						*	*	*	*	*		
2	H2					*						*	
0	H3												
0	A1												
0	A2												
5	A3	*	*	*	*								*

1. **Tableau 3 :**

- Recommandations générales :

Indicateurs totaux retenus					
H1	H2	H3	A1	A2	A3
5	2	0	0	0	5

i. Plan de masse

			0-10					Orientation Nord et Sud (le long de l'axe Est-Ouest)
			11-12		5-12	X	1	
					0-4		2	Plan compact avec cour intérieure

ii. Espace :

11-12							3	Espaces ouverts pour la pénétration de la brise
2-10						X	4	IDEM(3) mais avec protection contre la chaleur et le vent
0-1							5	Volume compact

iii. Mouvement d'air (ventilation):

3-12						X	6	Provision permanente du mouvement d'air
			0-5				7	Provision temporaire du mouvement d'air
1-2			6-12				8	
0	2-12						8	Mouvement non indispensable
	0-1							

iv. Ouvertures:

			0-1		0		9	Ouvertures larges : 40 à 80%	
			11-12		0-1		10	Ouvertures très petites : 10 à 20%	
Toutes autres conditions							X	11	Ouvertures moyennes : 20 à 40%

v. Murs:

			0-2			X	12	Murs minces avec time-lag court
			3-12				13	Murs intérieurs et extérieurs épais

vi. Planchers terrasse:

			0-5			X	14	Planchers minces et étanches
			6-12				15	Plancher épais (8heures et plus de time-lag)

vii. Sommeil extérieur :

				2-12			16	Espace extérieur recommandé pour le sommeil
--	--	--	--	------	--	--	----	---

viii. Protection contre la pluie:

		3-12					17	Protection nécessaire contre les fortes pluies
--	--	------	--	--	--	--	----	--

• Recommandations détaillées :

Indicateurs totaux retenus					
H1	H2	H3	A1	A2	A3
5	2	0	0	0	5

i. Taille des ouvertures :

					0		1	Ouvertures larges : 40 à 80%
			0-1		1-12		2	Ouvertures moyennes : 25 à 40%
			2-5			X		
			6-10				3	Ouvertures petites : 15 à 25%
			11-12		0-3		4	Ouvertures très petites : 10 à 20%
					4-12		5	Ouvertures moyennes : 25 à 40%

ii. Positions des ouvertures:

3-12								
1-2			0-5			X	6	Au niveau des murs Nord et Sud
			6-12				7	Idem(6) avec plus des ouvertures au niveau des murs de séparation intérieurs
0	2-12							

iii. Protection des ouvertures:

					0-2		8	Exclure l'exposition solaire directe
		2-12					9	Prévoir une protection contre la pluie

iv. Murs et planchers:

			0-2			X	10	Minces/capacité thermique basse
			3-12				11	Epais/au-dessus de 8 heures de time-lag

v. Planchers terrasses:

10-12			0-2				12	Minces, surfaces réfléchives, cavité
			3-12					
			0-5			X	13	Minces et très étanches
0-9			6-12				14	Lourds, au-dessus de 8 heures de time-lag

vi. Dispositions extérieures:

				1-12			15	Espace extérieur pour le sommeil
		1-12					16	Drainage adéquat des eaux pluviales

3. Commentaires et interprétations :

La méthode de Mahoney s'articule autour de l'établissement de tableaux qui compilent en un premier temps les données climatiques du lieu considéré et donne en un deuxième temps les différentes prescriptions à appliquer pour arriver à des ambiances confortables.

Pour Jijel, tous les mois sont affectés au groupe 4 d'humidité avec une variation très minime de la différence de température mensuelle, tournant autour de 11 C. Les températures correspondant aux limites de confort varient entre 20 et 25 C pour le jour et 14 et 20 C pour la nuit. Le confort thermique de jour est rencontré pendant les mois de Mai et de Novembre. L'inconfort thermique de jour se répartit en deux tranches, l'une froide s'étalant de Décembre à Avril, l'autre chaude correspondant aux mois de Juin, Juillet, Août, Septembre et Octobre. Le confort thermique de nuit, est rencontré pendant les mois s'étalant de Juin à Octobre. L'inconfort thermique de nuit, dû au froid, s'étale de Novembre à Mai.

En analysant à la fois les trois facteurs (inconfort thermique, différence de température mensuelle et groupe d'humidité) grâce au tableau d'indicateurs, on aboutit à déterminer pour chaque mois des recommandations au sens large (recommandations préliminaires par indicateur) :

- ❖ Mouvement d'air essentiel de Juin à Octobre.
- ❖ Mouvement d'air désirable au cours des mois de Mai et Novembre.
- ❖ Protection contre le froid obligatoire de Décembre à Avril.

Grâce aux totaux des indicateurs retenus dans la première phase, on peut élargir les recommandations préliminaires en donnant des spécifications recommandables résumées ainsi :

- Une orientation Nord/Sud souhaitable, le long de l'axe Est/Ouest.
- Une conception des espaces ouverte pour la pénétration de la brise avec l'utilisation d'une protection contre la chaleur et les vents froids.

- Une provision permanente du mouvement d'air c'est-à-dire une ventilation efficace au cours de l'été pour prévenir la moiteur de la peau.
- L'utilisation d'ouvertures moyennes de 20 à 40% (pour la ventilation en été et les apports solaires en hiver).
- Les murs doivent être de faible épaisseur (avec time lag ou temps de latence court).
- Les planchers et les terrasses doivent être minces et étanches.

Ces recommandations générales peuvent être plus poussées. Elles sont détaillées ainsi :

- Dimensions des ouvertures : 20 à 40% de la surface des murs.
- Position des ouvertures : Façade Nord et Sud.
- Les murs et les planchers minces avec faible capacité thermique.
- Les planchers terrasses minces et très étanches.

En définitive, ces recommandations, à la fois riches et abondantes, nous renvoient aux deux problèmes prépondérants qui existent dans un climat méditerranéen maritime et qui sont l'humidité très élevés particulièrement au cours de l'été et le sous échauffement de l'hiver et du printemps. Les solutions à ces problèmes de confort thermique consistent à l'évidence, en une ventilation naturelle adéquate et efficace pour se prémunir du sur échauffement estival et en la protection obligatoire des bâtiments contre le froid hivernal par l'utilisation d'un système passif de chauffage grâce à une orientation optimale.



**Conclusion
et
Recommandations**

• **Recommandations :**

- Nos résultats ont montré que l'implantation, l'orientation et le dimensionnement jouent un rôle important dans l'optimisation des performances écono-énergétiques des maisons solaires.
- Ceci nous permet d'être renseignés sur l'utilité de l'orientation et le respect du dimensionnement du vitrage à utiliser sur la façade de la maison en fonction de son orientation : Sud, Est et Ouest.
- Au cas où des surchauffes seront constatées, il est toujours possible d'utiliser le système d'occultation, pour le toit il serait judicieux d'employer le système d'étanchéité.
- Pour considérer la performance thermique des habitations du lotissement, il est nécessaire de connaître tous les facteurs de l'environnement physique qui influencent le confort thermique. Le rayonnement solaire constitue, entre autres, le paramètre le plus important, c'est pourquoi, une attention particulière a été donnée à la protection contre les radiations en été et le froid en hiver en fonction de l'orientation.
- Orienter le plan de masse du lotissement selon un axe Nord/Sud.
- Analyser la course annuelle du soleil sur le lieu du lotissement.
- Prêter attention à l'orientation vis-à-vis des vents dominants et des vents locaux (différents l'hiver que l'été).
- Localiser le relief et la végétation environnante en vue de prévoir les zones d'ombres qui sont susceptibles de constituer des écrans à l'ensoleillement des habitations.
- Éviter les terrains en pente avec un versant orienté au Nord. Les implantations les plus exposées aux vents sont les sommets de versant, les plateaux et les couloirs de vallée parallèle au vent. Celles qui sont abritées sont les pieds de versant, les fonds de cuvette et les couloirs de vallée perpendiculaire au vent.
- Déterminer si les habitations proches peuvent se faire de l'ombre à certaines heures en privilégiant des écartements qui ne contrarient pas l'ensoleillement d'hiver.
- Chercher à offrir peu de prise aux vents froids et à bien capter lumière et soleil en privilégiant les orientations les plus ensoleillées.
- Chercher à protéger les habitations par le relief du terrain (naturel ou artificiel), des brise-vent végétaux, ou par des annexes bâties.

Conclusion et recommandations

- Veiller à l'implantation des essences végétales à feuillages persistants pour protéger les habitations des vents dominants en hiver (plantations de haies) et à feuillage caduque pour canaliser les brises et limiter l'exposition aux rayonnements en été.
- Réduire au maximum les surfaces asphaltées et sombres en multipliant les aires gazonnées et les plants d'eau qui en absorbant le rayonnement solaire contribuent à réduire la température de l'air.
- Procéder à une étude détaillée des masques environnementaux (relief, végétations ou construction existantes et projetées) à l'aide des diagrammes solaires car elle va déterminer la quantité d'éclairement disponible et orienter d'éventuels changements à apporter dès la conception de l'esquisse du projet.
- Intégrer la dimension paysagère dans les aménagements en conservant l'identité des lieux.
- L'essentiel de l'activité climatique extérieure est directement ou indirectement liée aux rayons solaires. Pour optimiser les apports solaires en hiver et s'en protéger l'été, les habitations des lotissements doivent impérativement suivre les recommandations suivantes :
 - Orienter les habitations Nord/Sud selon un axe Est/Ouest car l'ensoleillement des pièces orientées au sud, est le plus facile à maîtriser. Il faut avoir la surface sud la plus grande possible. L'ouest et l'est n'apportent rien en hiver et sont la cause des surchauffes en été, ces deux parois doivent donc être les plus petits possibles. Le nord aura le minimum de fenêtres parce qu'elles ne captent ni énergie, ni lumière.
 - Opter pour des formes simples et des volumes compacts car plus le volume est compact et moins il y aura de surfaces exposées aux intempéries, et donc aux déperditions et plus la forme est simple et moins il y aura de turbulences créées par le vent qui génèrent elles aussi des déperditions de chaleur importantes. La forme la plus efficace est un rectangle légèrement allongé est-ouest. Le volume devrait également tendre à réduire la taille de la façade nord de la maison, soit en faisant descendre le toit plus bas, soit en enterrant une partie des pièces au nord. La toiture devrait prendre en compte deux paramètres : la pluviométrie et les vents dominants. Sa position et sa pente devraient être optimisées pour diminuer les nuisances du vent tout en protégeant efficacement de la pluie. L'idéal est une toiture à faible pente, végétalisée.
- Disposer au maximum les pièces à vivre au sud (salon, cuisine, chambres), les chambres seront de préférence orientées au sud ou à l'est, afin de profiter du lever du

Conclusion et recommandations

soleil et d'éviter des surchauffes en fin d'après-midi pouvant perturber le sommeil des usagers au cours de l'été. Elles garderont ainsi leur fraîcheur en fin de journée. Les espaces peu ou non chauffés (entrée, atelier, garage) seront plutôt disposés à l'ouest ou au nord et auront un rôle passif de protection. Si le vent est souvent violent, un sas d'entrée sera nécessaire pour éviter que l'air froid ne pénètre dans la maison. Les espaces tampons (placards, rangements, etc.) pourront être placés sur la façade nord. On veillera à limiter dans la cuisine les apports solaires sur les vitrages sud-ouest, souvent générateurs de surchauffe. 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. Suffisamment grande pour pouvoir y prendre des repas, elle sera accessible depuis le séjour, la cuisine et les chambres. Les serres, vérandas ou jardin d'hiver sont des espaces tampons entre les pièces proprement dites et le climat extérieur. Ces espaces sont à la fois protecteurs et créateurs de volumes thermiques différenciés.

- Orienter judicieusement les ouvertures pour permettre une meilleure gestion de la chaleur et de la lumière. Le Nord aura le minimum de fenêtres parce qu'elles ne captent ni énergie, ni lumière. Les fenêtres étant des points faibles au niveau thermique, toute fenêtre positionnée au nord va faire augmenter les déperditions et rester malgré tout très sombre. L'Est et l'Ouest auront des vitrages, mais il faudra impérativement pouvoir les occulter dans la saison chaude pour éviter les surchauffes. Le Sud aura le maximum de vitrages, pour capter le maximum de chaleur.
- Capturer la chaleur des rayons solaires pour le confort en hiver, la garder dans des matériaux à fort volant thermique (choisir des matériaux de construction performants avec une bonne inertie et de l'isolation (minéraux, pierres, briques, béton de chanvre, etc.), la conserver par l'isolation (vitrage isolant peu émissifs) et la distribuer dans toute la maison. On peut remarquer ici, que la capacité thermique d'une paroi n'a d'utilité que si elle se trouve du côté intérieur de la maison et qu'elle soit isolée des conditions climatiques extérieures. On saura donc judicieusement construire des parois dont l'isolant sépare la capacité thermique (brique à l'intérieur) de la paroi extérieure (bardages ou parement de façade à densité légère) qui réclame beaucoup moins de capacité thermique.
- Protéger les habitations des rayonnements solaires, pour le confort en été, par une toiture isolante et des occultations horizontales et verticales. Le choix du type de protection solaire doit s'adapter à l'orientation des parois opaques et des ouvertures.

Conclusion et recommandations

Pour le cas de Jijel, les valeurs minimales requises pour différentes orientations et nécessaires pour limiter les surchauffes d'été sans compromettre les apports hivernaux sont données par la simulation. Néanmoins, il est important de signaler que s'il est facile de gérer les irradiations au Sud, les dimensions des occultations verticales et horizontales à l'Est et à l'Ouest sont beaucoup plus importantes d'où la nécessité de les adapter en les conjuguant avec d'autres dispositifs complémentaires (Ecrans verts, protections mobiles extérieures, stores, rideaux etc.). Une couverture végétale d'arbres ou de plantes grimpantes en isolation extérieure est un surplus idéal (Faire pousser des végétaux sur les murs pour les protéger et rafraîchir l'habitation).

- **Conclusion générale:**

Les résultats montrent que le climat peut être un élément déterminant dans l'architecture. Le contrôle des facteurs orientation par rapport aux rayonnements solaires, le vent et l'ombrage participent au comportement thermique des espaces intérieurs, et à la création d'ambiance confortable.

Les résultats de l'investigation montrent l'importance du degré d'exposition de la paroi verticale sur l'augmentation ou la diminution de la température intérieure. Et que l'ombre joue un rôle prépondérant dans la création du confort à l'intérieur pendant la période d'été. Donc l'ambiance intérieure de chaque séjour dépend étroitement de l'effet de l'orientation.

Le séjour orienté sud est plus appréciable que les autres orientations surtout en été, à cause de l'effet de l'ombre porté sur cette façade et la direction de la bise d'été. Le séjour orienté sud-ouest présente des températures plus élevées par son orientation qui bénéficie des apports solaires directs les plus importantes surtout l'après-midi et qui coïncide avec les hautes températures de l'air extérieur, ainsi que l'effet du vent chaud qui fait augmenter la pénétration de l'air chaud par infiltration.

Cependant en hiver la température de l'air intérieure dépend surtout de l'effet de refroidissement et de déperditions dues à l'exposition au vent dominant. Pour cela le facteur vent reste indésirable durant les périodes froides, et que la température intérieure reste gouvernée par l'interaction de plusieurs facteurs tels que l'orientation, la taille de l'ouverture et sa protection, la couleur externe et la ventilation.

Conclusion et recommandations

Ainsi, nous parachevons, notre travail de recherche sur l'un des facteurs fondamentaux de la conception architecturale et urbanistique qui est L'ORIENTATION.

Cela nous permettra d'aborder notre projet de fin d'étude sur des bases solides.



Liste des figures :

Chapitre 01 :

Figure 1-1 - Types de systèmes solaires classés selon différents besoins pour le bâtiment.

Figure 1-2 - Exemple d'éclairage naturel omniprésent pour les occupants (Haut : Altius Architecture Inc, Bas : Binette et Binette architectes).

Figure 1-3 - Exemple de système d'éclairage naturel servant à occulter le soleil (Spridd architecte).

Figure 1-4 - Le solaire passif et actif (Reproduit et sous réserve de l'auteur : LIÉTARD et al., 1996).

Figure 1-5 - Principes du chauffage solaire passif (Reproduit et sous réserve de l'auteur : Cofaigh et al., 1996).

Figure 1-6 - Mur trombe de la bibliothèque des sciences de l'université de Versailles (Badia Berger architectes).

Figure 1-7 - Exemple de chauffage solaire passif (Triptyque Architecture).

Figure 1-8 - Système solaire thermique à air LubiMD, Québec, Canada (Enerconcept Technologies et Solaris).

Figure 1-9 - Rendement de trois types de panneaux solaires thermiques (Reproduit et sous réserve de l'auteur : Munari Probst et al., 2012).

Figure 1-10 - Systèmes solaires photovoltaïques à bases de cellules organiques (Konarka, <http://www.konarka.com/>).

Figure 1-11 - L'effet de la température sur l'efficacité normalisée des systèmes solaires suivants : a) de silicium cristallin à haut rendement, b) de silicium monocristallin, c) de silicium multicristallin, d) de silicium amorphe, e) de type "Micromorph" tandem, f) composé de tellure de cadmium (CdTe), g)-h) à couche mince composé de cuivre, indium, gallium et sélénium (CIGS) (Reproduit et sous réserve de l'auteur : Munari Probst et al., 2012).

Figure 1-12 - Les possibilités d'intégration solaire architecturale (Munari Probst et al., 2012).

Figure 1-13 - Habitation Imagine Rommen, Norvège (PUSHAK AS).

Liste des figures et tableaux

Figure 1-14 - Laboratoire d'énergie Xelios, Italie (Studio Marco Acerbis).

Figure 1-15 - Siège social Tobias Grau, Allemagne (BRT architecte).

Figure 1-16 – Perspective d'ambiance, implantation et analyses solaires exploitant la diversité des ambiances lumineuses du bâtiment de bois et des serres solaires (Émilie Bouffard, 2012).

Figure 1-17 - Coupe bioclimatique et perspective d'ambiance exploitant le concept de serres solaires (Émilie Bouffard, 2012).

Chapitre 02 :

Figure 2-1-Organisation interne et orientation du bâtiment dans son environnement : des règles importantes à prendre en compte dès le départ. Source : CAUE Isère.

Figure 2-2-Règles de conception d'une Maison passive. Source : CAUE Isère.

Figure 2-3-Rapport de la surface d'échange avec l'extérieur à surface au sol constante en fonction de la conception architecturale -des bâtiments. Source : CAUE Isère.

Figure 2-4-Principe d'une VMC double flux.

Figure 2-5-Maison passive.

Figure 2-6-Quelques exemples Avant/Après de rénovations passives.

Figure 2-7-Maison passive simple et sobre.

Chapitre 03 :

Figure 3-1: Exemple de surfaces pour différentes orientations à partir du Nord

Figure 3- 2 : Classes d'orientations pour le climat méditerranéen en été

Figure 3- 3 : Convention générale d'orientation. Source : CSTB, 1986

Figure 3-4 : Repérage des angles par rapport à la normale au plan horizontal.

Figure 3-5 : Plan vertical orienté vers le sud.

Figure 3-6 : Plan vertical d'orientation quelconque.

Figure 3-7: Intensité Du Rayonnement Solaire Sous Différentes Latitudes. Source : MAZRIA. ed, 1981.

Liste des figures et tableaux

Figure 3-8 : Variation de l'intensité solaire reçus des surfaces de différentes orientations.

Source : GIVONI. B, 1978.orientations. Source : GIVONI. B, 1978.

Figure 3-9 : Influence de l'orientation sur les besoins du logement. Source : G.R.P.A.C.A, 1988.

Figure 3-10 : Détermination de l'orientation optimale.

Source: OLGAYAY .V, 1967.

Figure 3-11 : Radiations solaires à la latitude $36^{\circ}17'$ (pour une période de surchauffe et une deuxième de sous chauffe)

Figure 3-12 : Orientation de la façade principale d'un logement PACA.

Figure 3-13 : Températures de surfaces externes calculées pour janvier sur des murs de différentes orientations et couleurs externes. Source : B.GIVONI, 1978

Figure 3-14 : Températures de surface externe calculées pour juillet sur des murs de différentes orientations et couleurs externe.

Figure 3-15 : L'orientation et la couleur.

Figure 3-16 : Effet de la direction du vent sur la distribution de l'air a l'intérieur des chambres. Source : HARRIS J. SOBIN, 1981

Figure 3-17 : Zoning climatique. Source : Adem. [Site Internet]

Figure 3-18: Organisation et Orientations des rues pour canaliser l'air frais.

Figure 3-19: Masque de type « vis-à-vis » recommandé surtout pour les orientations EST et OUEST ou la protection des façades contre les radiations solaires est maximale. Source : IZARD. J.L, 1993.

Figure 3-20 : Exemple dans l'architecture traditionnelle du Yémen. Source : IZARD.J.L, 1993. Efficacité de la protection solaire par les éléments de la façade (décrochement en lamelle horizontale, pour l'ombre de la façade).

Figure 3-21 : Réponse vernaculaire à la protection solaire avec un effet d'auvent « la treille » Source : IZARD.J.L, 1993.

Liste des figures et tableaux

Figure 3-22 : Exemple de Kairouan (Tunisie), réponse au fort rayonnement solaire par l'utilisation extrême de la chaux blanche en enduit extérieur. (La couleur blanche des murs a pour effet d'éviter leur échauffement en réfléchissant le rayonnement reçu et de rendre leur bilan thermique « négatif »)

Figure 3-23 : Les façades blanches pour les climats chauds l'été. La fondation MIRO à Barcelone.

Figure 3-24: Occultation fixe par auvent « exemple de la Tunisie »

Figure 3-25:Appareillage de briques sur façades, Yémen. Source : ABDOU.S, 2003.

Figure 3-26 : La protection solaire (auvent bien dimensionné en orientation SUD), l'inertie thermique (appareillage de pierre), et la ventilation (grande baie coulissante) sont des éléments passifs pour le contrôle solaire réunis sur cette réalisation de JOSE-LUIS.

Figure 3-27 : Exemple d'effet d'auvent ; les étages en encorbellement de la cité des étudiants de l'université de Constantine, par KENZO TANGE Source : IZARD.J.L, 1993.

Figure 3-28 : Des persiennes utilisées dans les régions méditerranéennes pour le contrôle solaire et la ventilation.

Figure 3-29 : Exemple de moucharabihs à Carthage en Tunisie. Source : IZARD. J.L, GUYOT.A, 1979

Figure 3-30 : Type de moucharabihs d'une maison du Caire (EGYPTE) Source : ALAIN LIEBARD & ANBDRE DE HERDE, 2003.

Figure 3-31 : Principe d'aération d'une fenêtre composée, principe de la jarre d'eau. Source : C.R.A.U, 1988

Chapitre 04 :

Figure 4-1 : vue en plan

Figure 4-2 : vue panoramique

Figure 4-3 : ancienne vue de la ville de Jijel

Figure 4-4 : topographie et implantation

Figure 4-5 : L'orientation

Liste des tableaux :

Tableau 3-1 : Azimut de la paroi verticale suivant l'orientation.

Tableau 3-2 : Rapport calorifique des apports de rayonnement et de la température externe sur



Références Bibliographiques :

- **Bouffard . E** , (2013). *Conception de bâtiments solaires : méthodes et outils des architectes dans les phases initiales de conception*. Université de LAVAL, Québec, Canada. 153p.
 - Bouvier .F**, (1981). *Soleil et architecture*. In Technique de l'ingénieur, volume C6, Paris, 65p.
 - CAPDEROU .M**, (1987). *Atlas solaire de l'Algérie*. (3 tomes, 5 volumes) Edition : OPU, Alger. 1750p.
 - DEMERS .C et POTVIN .A** , (2004), *Le chauffage solaire passif comme stratégie bioclimatique*, Esquisses, Ordre des Architectes du Québec, volume 15, numéro.
 - Fernandez .P et Lavigne .P** , (2009). *Concevoir des bâtiments bioclimatiques : fondements & méthodes*. Paris: Moniteur.
 - GIVONI .B**, (1978). *L'homme, l'architecture et le climat*, Traduction de J.L IZARD. Editions le moniteur, Paris, 460p.
 - HOUPERT .S** , (2003). *Approche inverse pour la résolution de contraintes solaires et visuelles dans le projet architectural et urbain*. Thèse de doctorat en architecture soutenue à l'Ecole d'Architecture de Nantes. 354p.
 - LEANDRO .M** , (2001). *Bioclimatique architecture*. [En ligne] disponible sur <http://www.geocities.com>. (Consulté le 25/03/2006).
 - LIEBARD .A et DEHERDE .A** , (2003). *Guide de l'architecture bioclimatique*. Tome3. Edition : Larnet, Paris, 202p.
 - Liebard .A, Ménard .J.-P et Piro .P** , (2007). *Le grand livre de l'habitat solaire : 110 réalisations en France : le développement durable à la portée de tous*. Paris, France: Observ'ER : Le Moniteur.
 - Liétard .A et al** , (1996), *Guide de l'architecture bioclimatique –Connaitre les bases et Construire avec le climat*, Programme ALTENER, Comité d'action pour le solaire, Presses des Imprimeries de Champagne, Chaumont.
 - LUGEZ .J** , (1995). *Exigence et performance. Connaissance de base, traité de physique de bâtiment*. Tome 1. CSTB – Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Paris, 135p.
-

Bibliographie

- Mazria .E** , (1981). *Le guide de l'énergie solaire passive*, Éditions Parenthèses ed. Munari
- Probst .C. M, Roecker .C, Frontini .F, Scognamiglio .A, Farkas .K, Maturi .L, et al. (2012). *SOLAR ENERGY SYSTEMS IN ARCHITECTURE integration criteria and guidelines* (No. Report T.41.A.2), <http://www.iea-shc.org/> (janvier 2013).
- MILES DANBY** the design of building in hot-dry climates and the internal environment. University de Newcastle- upon- Tynrre, 1973.
- MINISTRE DE L'HABITAT**, (1993). *Recommandations architecturales*. Editions ENAG, ALGER, 134p.
- NICOLAS .F, TRAINEL .J.P et VAIJE .M** , (1978). *La face cachée du soleil*. Editions : Librairie alternative, paris, 73p.
- OLGAY .V et OLGAY .A** , (1957). *Solar Control and Shading Devices*. Editions: Princeton University Press, 156p.
- Robertson .K et Athienitis .A** , (2010). *L'énergie solaire pour les bâtiments: Société canadienne d'hypothèques et de logement*.
- Schittich .C** , (2003). *Solar architecture : strategies, visions, concepts*. München, Basel; Boston: Edition Detail; Birkhäuser.
- WRIGHT .D** , (1979). *Soleil, Nature, Architecture*. Editions: Parenthèses, Roquevaire, 246p.
- Bellara (Née Louafi) .S** , (2005). *Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective (Cas de la nouvelle ville Ali Mendjeli Constantine)*. Mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère en architecture. Université MENTOURI de Constantine. 260p.
- **Bouffard . E** , (2013). *Conception de bâtiments solaires : méthodes et outils des architectes dans les phases initiales de conception*. Université de LAVAL, Québec, Canada. 153p.
- BOURAOUI .R** , (2006). *Stratégies pour des lotissements environnementaux en Algérie CAS DE JIJEL*).Mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère en architecture. Université de Jijel, 333p.
- A. E. R Sud** , (2011). *Avenir Énergies Renouvelables*. 2011, <http://www.aersud-energies-renouvelables.com/> (juillet 2012) .
-

Bibliographie

- Andresen .I** , (2000). *A Multi-Criteria Decision-Making Method for Solar Building Design*. Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Architecture, Planning and Fine Arts.
- DEMERS .C** , (2003) *L'éclairage naturel : stratégies et outils d'aide à la conception*, Forum des architectes, Ordres des architectes. Séminaire à l'intention de professionnels, 13 juin, Québec.
- Eric Durand** - Habitat Solaire et Maîtrise de l' Energie- Revue Système Solaire N° 17/18 – oct .- nov. 1986 p.10.
- **J.M TOUSSAINT**, De l'habitat bioclimatique -in Massif des vogues revue n° 10 ;2004 page.30.
- CDER** , Centre de développement des Energies Renouvelables (2005). [En ligne] disponible sur <http://www.cder.dz>. (Consulté le 22/04/2006).
- GROUPE ABC**, (2002). *Formes et dimensions d'une protection solaire en fonction de l'orientation*. [Enligne] disponible sur <http://www.marseille.archi.fr/~abc/Textes/ProtecSolWeb.PDF>.
- <http://www.cbd-126F-Influence de l'orientation sur les parements exterieur.htm>.
- LE BIOCLIMATISME** , (2005). [En ligne] disponible sur <http://www.domus-materiaux.fr/dossier: maison-bioclimatique.html> (Consulté le 24/01/2006).
- MAISONS SOLAIRES**, (2001). [En ligne] disponible en allemand sur <http://www.50-solarsiedlungen.de>. (Consulté le 06/06/2006).
- RNcan** , (2012a). La communauté à énergie solaire Drake Landing, Ressources Naturelles Canada,<http://canmetenergie.rnca.gc.ca/batiments>
communautes/communautes/publications/2445 (septembre 2012)
- VILLA SOLEIL** , (2003). [En ligne] disponible sur www.villa-soleil.com/ (Consulté le 17/06/2006).
-

Summary:

Heat in winter, coolness in summer... these are the elements of comfort for the well being of the individual. But, the use of heating and cooling energy is expensive. For this, bioclimatic architecture attempts to meet the demands of comfort of the inhabitants by pulling passively the best elements of "climate". Consequently, "building with the climate" can considerably reduce the expenses for heating and electricity. The economic crisis has raised the issue of saving energy in all construction. For this, taking into consideration the climate aspect depends on the respect of site factors that may be useful: orientation, sunlight, protection against the bad weather, prevailing winds.

This research focuses on the internal thermal quality of contemporary building according to the different orientations. It aims to assess the impact of orientation on the temperature of the interior space and seek the optimal orientation. The orientation of a facade is the key parameter of visual interactions, thermal, and acoustic; however, at the thermal level, this is reflected by the available sunlight, wind pressure, and humidity of the air;

By exploiting the building parameters, we can reduce energy consumption and we can ensure comfortable indoor environments including:

- Orientation according to the sun and wind.
- The color and nature of the exposed surfaces of the wall.
- The size and protection of the opening.

A study is carried out on the site of the beach - Jijel- to compare and find the relationship between climatic elements and orientation. An investigation on the field followed by an application of the method of MAHONEY is undertaken to evaluate and find the best orientation for this type of climate. The results show that the climate can be a determinant element in architecture; the control of factors of orientation according to solar radiation, wind and shading involved in the thermal behavior of the interior spaces, and in comfortable atmosphere creation.

Taking into account the orientation criterion makes the building design more thermally efficient and more economical energy.

Keywords: sun and solar architecture, energy, orientation, thermal and hygrothermal comfort.

ملخص:

دافنة في الشتاء، بارد في الصيف ... هي عناصر الراحة لرفاهية الفرد. ولكن استخدام التدفئة والتبريد مكلف من ناحية الطاقة. لهذا الهندسة البيو مناخية جاءت محاولة تلبية متطلبات الراحة للسكان كونها تأخذ بعين الاعتبار علاقة العمران بعناصر المناخ التي تسمح بتقليص معتبر لهذه النفقات. لذلك "البناء مع المناخ" يمكن أن يقلل بشكل كبير نفقات التدفئة والكهرباء. وقد أثارت الأزمة الاقتصادية مسألة توفير الطاقة في كل بناء. لهذا، والنظر في الجانب المناخي، يعتمد على احترام بعض العوامل التي قد تكون مفيدة: التوجه، وضوء الشمس، والحماية من الطقس، والرياح السائدة.

ويركز هذا البحث على نوعية الحرارة الداخلية لمبنى عصري وفقاً للتوجهات مختلفة. ويهدف إلى تقييم أثر التوجه على درجة حرارة المساحة الداخلية والسعي للحصول على التوجيه الأمثل لاسيما توجه الواجهة هو المعلم الرئيسية للتفاعلات البصرية، والعزل الحراري والصوتي؛ ومع ذلك، يعكس المستوى الحراري هذا في ضوء الشمس المتاحة، وضغط الرياح والرطوبة من الهواء؛

ان استعمال معايير البناء يمكن التقليل من استعمال فعال للطاقة كما يسمح بالمقابل ضمان الراحة الداخلية من :

- التوجيه بالنسبة للشمس و الرياح
- طبيعة و لون المساحة المعرضة
- حجم النوافذ و حمايتها

وأجريت دراسة على موقع الشاطئ بجيجل للمقارنة وإيجاد العلاقة بين العناصر المناخية والتوجه. التحقيق على أرض يعقبه تطبيق طريقة ماهوني لتقييم وإيجاد أفضل أنواع الاتجاه لهذا النوع من المناخ أظهرت النتائج أن المناخ يمكن أن يكون عنصراً أساسياً في الهندسة المعمارية. العوامل المتكاملة التوجه تتعلق بالإشعاع الشمسي والرياح والتظليل المشاركة في السلوك الحراري للمساحات الداخلية، وخلق جو مريح.

مع الأخذ بعين الاعتبار المعيار الذي ينطوي على تصميم مبنى أكثر كفاءة و طاقة حرارية أكثر اقتصاداً.

الكلمات المفتاحية:

-الشمس والعمارة الشمسية - طاقة - توجيه - الراحة الحرارية والرطوبة الحرارية

Résumé :

Chaleur en hiver, fraîcheur en été... sont les éléments du confort pour le bien être de l'individu. Mais l'utilisation du chauffage et de la climatisation coûte cher en énergie. A cet effet l'architecture bioclimatique tente de répondre aux exigences du confort des habitants en tirant passivement le meilleur parti des éléments du "climat". Par conséquent "Construire avec le climat" permet de réduire considérablement les dépenses en chauffage et en énergie électrique. La crise économique a soulevé la problématique de l'économie d'énergie dans toute construction. Pour cela, la prise en considération de l'aspect climatique, dépend du respect des facteurs du site qui peuvent être utiles : orientation, ensoleillement, protection contre les intempéries, vents dominants.

La présente recherche s'intéresse à la qualité thermique intérieure du bâtiment contemporain suivant les différentes orientations. Elle a pour objectif d'apprécier l'impact de l'orientation sur la température de l'espace intérieur et de rechercher l'orientation optimale. L'orientation d'une façade est le paramètre clé des interactions visuelles, thermique et acoustique; cependant au niveau thermique cela, se traduit par l'ensoleillement disponible, la pression du vent et l'humidité de l'air ;

En exploitant les paramètres du bâtiment, on peut réduire les consommations énergétiques et on peut assurer des ambiances intérieures confortables à savoir :

- L'orientation par rapport au soleil et au vent.
- La couleur et la nature des surfaces exposées de la paroi.
- la taille et la protection de l'ouverture.

Une étude est effectuée sur le site de la plage –JIJEL- afin de comparer et de chercher la relation entre les éléments du climat et l'orientation. Une investigation sur terrain suivie par une application de la méthode de MAHONEY est entreprise pour évaluer et trouver la meilleure orientation pour ce type de climat. Les résultats montrent que le climat peut être un élément déterminant dans l'architecture. Le contrôle des facteurs orientation par rapport aux rayonnements solaires, le vent et l'ombrage participent au comportement thermique des espaces intérieurs, et à la création d'ambiance confortable.

La prise en compte du critère orientation fait participer le bâtiment à une conception plus performante thermiquement et plus économe énergétiquement.

- Mots clefs: Soleil et architecture solaire, Energie, orientation, Confort thermique et hygrothermique.
-