



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



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

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

**Option : Architecture et Environnement**

Etude comparative entre l'architecture  
vernaculaire et l'architecture bioclimatique

Elaboré par :

Zaidi Ibtissem

Encadre par :

Dr.Manssouri Sadek

Année universitaire 2014/2015

# REMERCIEMENT

*Au terme de ce travail étant le fruit de cinq ans d'étude universitaire  
Je remercie dieu de m'avoir donné l'énergie, la patience, ainsi que la  
volante pour arriver à ce que je suis.*

*Je remercie mon encadreur monsieur*

*\* Mansouri Essadek\* pour son aide et sa patience avec lequel il a  
bien voulu travailler avec moi et me guider à la réalisation de ce  
mémoire.*

*Je remercie également tous les membres du jury pour avoir évalué mon  
modeste travail ainsi que l'ensemble des enseignants de l'institut  
d'architecture pour leurs efforts pendant les années d'études*

*Et aussi toute ma famille pour l'affection et la patience qu'elle m'a  
accordée depuis le début de mes études et en particulier mes parents.*

*Enfin, j'adresse mon remerciement les plus profonds à tous ceux qui  
ont contribué de proche ou de loin à ce modeste travail.*

## DEDICASE

*Je dédie ce modeste travail particulièrement à mes chers parents, qui ont consacré leur existence à bâtir la mienne, pour leur amour, patience et soucis de tendresse et d'affection pour tout ce qui ils ont fait pour que je puisse arriver à ce stade.*

*A ma mère, qui m'a encouragé pendant toutes mes études et qui sans elle ma réussite n'aura pas eu lieu.*

*Zu'elle trouve ici mon amour et mon affection.*

*A mon père, qui est toujours disponible pour moi, et prêt à m'aider, je lui confirme mon amour et mon profond respect.*

*A ma chère sœur : Ilhem. A mon chère frère : Walid .*

*A mes chères grands-parents : Rabia et Bachir*

*A mes chères tantes : Khedidja, Latifa, Najet, Hadia et son mari Mohamed, Asma et son mari Ismail.*

*A mes oncles : Mohamed Tayeb et sa femme Karima, Ismail et sa femme Linda.*

*A mon cousin Ali et mes cousines : Ikrem et Wided.*

*A mes amies : Imene, Amina, Abd el Djalel, Abd Malek (Foufou), Ikrem et afifa pour l'aide moral et psychologique qu'ils m'ont apporté.*

*A mes chères voisine Hanen, Dalila, Afef.*

*A toutes et tous mes amis de la promotion.*

*A tous ceux que j'ai connus au cours de mon cursus.*

*Ybtissem Zaidi*

# SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Sommaire

## CHAPITRE INTRODUCTIF

Introduction générale .....	I
1. Problématique générale .....	II
3. Hypothèses .....	IV
4. Objectifs .....	V
5. Eléments méthodologiques .....	VI
5.1 Support théorique à la méthodologie .....	VI
5.2 Démarche .....	VI
5.3 Structure du mémoire de recherche .....	VII
<b>I. CHAPITRE 01 .....</b>	
Introduction.....	01
1 L'architecture vernaculaire : définition .....	02
2-L'historique et types de l'architecture vernaculaire.....	03
2-1-Les habitats troglodytes_.....	03
2-2-Bâtir en terrain inhospitalier_.....	04
2-3-Maisons végétales_.....	06
3-Matériaux et techniques de construction.....	07
4-Dispositifs architecturaux de l'habitat vernaculaire méditerranéen_.....	08
4-1«Le moucharabieh » dispositif d'ouverture bioclimatique_.....	08
4-2-Le Malkef, ou les capteurs à vent_.....	09

4-3-Les tours à vent_.....	10
5-Eléments climatiques de l'architecture vernaculaire_.....	11
5-1-Réactions type pour un climat chaud-sec .....	13
5-2-Le refroidissement par l'air_.....	18
5-3-Réactions pour un climat chaud-humide_.....	18
5-4-Réactions pour un climat froid-humide_.....	22
5-5-Zone froide et sèche_ .....	23
Conclusion.....	26
<b>II. CHAPITRE 02 .....</b>	
Introduction .....	27
1-Architecture bioclimatique_ .....	28
1-1-La « green » architecture_ .....	28
1-2-Ecoconstruction_.....	28
1-3-Eco-habitat_.....	29
1-4-Bioclimatique_.....	29
2-L'historique de l'architecture bioclimatique_ .....	29
2-1-L'architecture bioclimatique : 1960-70_.....	29
2-2-L'architecture bioclimatique 1970.....	30
3-L'architecture et le confort thermique .....	31
3-1 Relation : Architecture-Climat.....	31
3-2-Le confort thermique et l'analyse bioclimatique .....	32
3-2-1-Le confort thermique .....	32
3-2-1-1-Les outils d'évaluation du confort thermique.....	33
3-3-Les facteurs influant le confort thermique.....	36

<b>3-3-1-La démarche bioclimatique .....</b>	<b>36</b>
<b>3-3-1-1-Principes de bases de l'architecture bioclimatique.....</b>	<b>37</b>
<b>3-3-1-2-Les systèmes bioclimatiques.....</b>	<b>38</b>
<b>A-Le solaire passif.....</b>	<b>38</b>
<b>B-Le solaire actif .....</b>	<b>39</b>
<b>C-Le solaire hybride.....</b>	<b>39</b>
<b>3-3-1-3-La conception bioclimatique.....</b>	<b>40</b>
<b>3-3-1-4- Les options d'ensemble.....</b>	<b>40</b>
<b>3-3-1-5-La ventilation naturelle.....</b>	<b>42</b>
<b>3-3-1-6-La recherche du confort thermique.....</b>	<b>42</b>
<b>A- Le confort d'hiver .....</b>	<b>44</b>
<b>B -Le confort d'été.....</b>	<b>44</b>
<b>3-3-1-7-Les principes de l'inertie thermique.....</b>	<b>44</b>
<b>3-3-3-Les dispositifs de protections solaires.....</b>	<b>47</b>
<b>3-3-4-L'isolation thermique.....</b>	<b>48</b>
<b>3-3-4-1-Caractéristiques des matériaux d'isolation thermique.....</b>	<b>49</b>
<b>A-La résistance thermique.....</b>	<b>49</b>
<b>B- La conductivité thermique.....</b>	<b>50</b>
<b>3-3-4-2- Les matériaux isolants.....</b>	<b>50</b>
<b>A-Les isolants fibreux_.....</b>	<b>50</b>
<b>B-Les isolants cellulaires.....</b>	<b>50</b>
<b>conclusion .....</b>	<b>51</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>52</b>
<b>1-Etude comparative entre l'architecture vernaculaire et l'architecture bioclimatique.....</b>	<b>53</b>

<b>2-Exemples d'architecture adaptant des techniques bioclimatiques vernaculaires.....</b>	<b>55</b>
<b>3-L'apport du vernaculaire dans l'architecture contemporaine.....</b>	<b>56</b>
<b>3-1-La tour 30 St Mary Axe.....</b>	<b>56</b>
<b>3-2- La Tour hyper green.....</b>	<b>58</b>
<b>3-3-Exemple d'immeuble administratif contemporain inspiré des tours à vent.....</b>	<b>60</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>62</b>
<b>Conclusion général.....</b>	<b>63</b>

**Tableau des illustrations**

**Reference bibliographique**

**Sites d'internet**

**Résumé**

**ملخص**

## **Introduction générale**

La prise de conscience environnementaliste qui émerge aujourd'hui est le signe que nous redécouvrons notre extrême dépendance écologique envers notre planète.

En effet, les rapports que l'homme a entretenus avec l'environnement n'ont cessé de se complexifier au cours du temps et les règles de vies collectives qu'il a établies ont toujours eu des conséquences sur celui-ci.

L'architecture représente une part importante de ces activités et l'histoire montre que c'est la maîtrise des techniques de construction et la connaissance du milieu qui permet de concilier les impératifs des sociétés avec le respect de l'environnement, afin de préparer leurs évolutions. En effet il est donc crucial pour préparer cette évolution de l'anticiper, d'engager une réflexion prospective de la part de tous les acteurs directs ou indirects des concepteurs de l'espace,

Notre volonté de concevoir une architecture qui s'ajuste aux modes de vie ne doit pas faire du secteur du bâtiment un consommateur irraisonné de ressources naturelles. Il est aujourd'hui, à la fois, gros consommateur de ressources naturelles et d'énergie et une source importante de rejets de déchets majoritairement non recyclables. A la quantité vient s'ajouter la diversité des matières premières et des procédés hasardeux utilisés par l'industrie du bâtiment pour fabriquer nos matériaux de construction.

Le vernaculaire, inspiré de l'habitat traditionnel, est dans l'air du temps. L'idée : prendre en compte le climat, la géographie, les matériaux locaux pour construire des bâtiments



## **Problématique**

Du nord au sud, de l'est à l'ouest l'Algérie se caractérise par une très large variété climatique du désertique chaud et sec pour la majeure partie du sud jusqu'au méditerranéen doux et tempéré sur la bande du littoral. C'est ainsi que l'architecture vernaculaire locale s'est adaptée et acclimatée à ces différentes conditions.

Des travaux de recherche sur le zonage du territoire national ont été réalisés par le Centre Scientifique et Technique du bâtiment (C.S.T.B.), le groupe de l'Office National de la Météorologie (O.N.M.) et le Centre Climatologique National (C.C.N.). Ces différentes zones climatiques sont représentées sur la figure VI.1167 et se présentent comme suit 168 :

- Quatre zones et une sous zone climatique au Nord ;
- Trois zones climatiques au sud.

La bioclimatique, l'approche environnementale font partie des démarches qui fondent l'architecture durable, réflexion émanant de l'idée du développement durable qui se fonde sur une notion d'écodéveloppement, c'est-à-dire sur un développement qui vise à améliorer le niveau de vie de l'homme, sans compromettre l'environnement naturel, sans en épuiser les ressources.

Notre problématique consiste en la mise en valeur d'un enseignement que nous pouvons acquérir du langage vernaculaire dans la pratique architecturale, tout en mettant en relief les liens existants entre les gestes traditionnels et les gestes d'aujourd'hui, et cela en axant notre réflexion sur les significations possibles d'un regard contemporain sur l'architecture vernaculaire et l'intégration de celui-ci au projet d'architecture. En effet, nous avons pris conscience de la nécessité des enjeux qui ne nous apparaissaient pas cruciaux il y a peu d'années encore.

L'architecture vernaculaire s'inscrit dans cette démarche et elle pourrait participer à atteindre cet objectif puisqu'elle présente nombreux avantages à la fois environnementaux, sociaux et économiques ...

Cette étude vise l'exploration de nouvelles stratégies inspirées des techniques vernaculaires de construction afin de les adapter à l'architecture d'aujourd'hui. Elle se focalisera sur l'aspect thermique lié à l'énergétique du bâtiment

**Est-ce qu'il y a une relation entre l'architecture vernaculaire et l'architecture bioclimatique ?**

**Est-il un aspect bioclimatique dans l'habitat vernaculaire ?**

**Dans quelle mesure peut-on transposer les techniques bioclimatiques vernaculaires dans l'architecture d'aujourd'hui pour répondre aux exigences réglementaires de la consommation d'énergie ?**

## **Hypothèses**

- La réinterprétation des principes bioclimatiques alliés à une architecture en terre qui s'intègre à son environnement peut participer fortement à l'amélioration des performances thermique de l'habitat et par conséquent au confort des habitants.
- Les performances thermiques du matériau terre justifient pleinement l'emploi de ce matériau pour assurer le confort thermique des occupants.
- Les solutions architecturales vernaculaires apportées en termes de confort thermique sont multiples.
- Les techniques vernaculaires pourraient constituer des exemples de référence et des sources d'inspiration dans la recherche d'économie d'énergie.
- Des techniques vernaculaires pourraient s'adapter à l'architecture contemporaine.

## **Objectifs**

- 1-Analyser des exemples de procédés bioclimatiques vernaculaires destinés à apporter des solutions, dans leur aspect thermique.
- 2- Etude comparative entre des procédés vernaculaires bioclimatiques et des dispositifs utilisant des technologies modernes.
- 3- Analyser des projets architecturaux contemporains qui intègrent des procédés de construction inspirés des constructions vernaculaires.
- 4-développer les connaissances et les concepts nécessaires à l’appréhension d’une architecture bioclimatique

## **Eléments méthodologiques**

### **1 Support théorique à la méthodologie**

Une approche théorique nous semble nécessaire pour saisir la définition de l'architecture dans la mise en exergue d'un ensemble de concepts que nous aborderons dans ce travail de recherche tels que l'architecture vernaculaire, l'architecture bioclimatique.

Pour étayer cela nous nous sommes basés sur une recherche bibliographique, de réalisations et de projets récents qui ont cherché à concilier architecture, homme et environnement.

Nous faisons référence à titre d'exemple à :

Frank Lloyd Wright<sup>9</sup> promoteur d'une architecture "organique" inspirée des traditions japonaises et adaptée à des conditions climatiques spécifiques.

L'architecte égyptien Hassan Fathy<sup>10</sup>, et son rêve qui l'amena à "Construire avec le peuple" ; et à réactiver des pratiques ancestrales de savoir-vivre et de savoir-construire.

Amos Rapoport et son approche anthropologique de la maison

### **2. Démarche**

Pour la construction de la démarche de cette recherche, la contribution de nos activités pédagogiques a été déterminante, dans la mesure où nous poursuivons, et cela depuis quelques années, la même problématique énoncée ci-dessus, en essayant de combler le vide de l'enseignement de l'architecture sur les aspects environnementaux.

Notre souci est, cependant, de conceptualiser les apports des études d'architecture bioclimatique par rapport à la problématique.

De ce fait nous avons utilisé les techniques d'investigations pédagogiques à savoir :

2. Les méthodes de relevés pour actualiser le support matériel de cette recherche constitué de cartes topographiques et de plans à différentes échelles et à différentes époques.
3. Etude comparative
4. Lecture, interprétation, comparaison, de la structure, des tissus urbains et du bâti comme démarche méthodologique.

Toute cette investigation se fait avec une rigueur méthodologique et référentielle

### **3 Structure du mémoire de recherche**

Après avoir défini et délimité notre sujet de recherche en précisant la problématique, les hypothèses et les objectifs ainsi que le pourquoi du choix du site d'investigation nous avons structuré le travail de recherche autour de trois chapitres.

#### **Chapitre I : L'ARCHITECTURE VERNACULAIRE**

Est un essai de définition de l'architecture vernaculaire, et historiques et types de cette architecture. Les éléments climatiques.

#### **Chapitre II : L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE**

Concerne le confort thermique qui est assuré par une conception architecturale bioclimatique de départ et les performances thermiques des matériaux

#### **Chapitre III : ETUDE COMPARATIVES**

Consiste à expliquer la rupture architecture contemporaine et l'architecture traditionnelle par l'occultation du site et du savoir-faire ancestral par le mouvement moderne.

# CHAPITRE INTRODUCTIF

## **Introduction générale**

La prise de conscience environnementaliste qui émerge aujourd'hui est le signe que nous redécouvrons notre extrême dépendance écologique envers notre planète.

En effet, les rapports que l'homme a entretenus avec l'environnement n'ont cessé de se complexifier au cours du temps et les règles de vies collectives qu'il a établies ont toujours eu des conséquences sur celui-ci.

L'architecture représente une part importante de ces activités et l'histoire montre que c'est la maîtrise des techniques de construction et la connaissance du milieu qui permet de concilier les impératifs des sociétés avec le respect de l'environnement, afin de préparer leurs évolutions. En effet il est donc crucial pour préparer cette évolution de l'anticiper, d'engager une réflexion prospective de la part de tous les acteurs directs ou indirects des concepteurs de l'espace,

Notre volonté de concevoir une architecture qui s'ajuste aux modes de vie ne doit pas faire du secteur du bâtiment un consommateur irraisonné de ressources naturelles. Il est aujourd'hui, à la fois, gros consommateur de ressources naturelles et d'énergie et une source importante de rejets de déchets majoritairement non recyclables. A la quantité vient s'ajouter la diversité des matières premières et des procédés hasardeux utilisés par l'industrie du bâtiment pour fabriquer nos matériaux de construction.



## **Problématique**

Du nord au sud, de l'est à l'ouest l'Algérie se caractérise par une très large variété climatique du désertique chaud et sec pour la majeure partie du sud jusqu'au méditerranéen doux et tempéré sur la bande du littoral. C'est ainsi que l'architecture vernaculaire locale s'est adaptée et acclimatée à ces différentes conditions.

Des travaux de recherche sur le zonage du territoire national ont été réalisés par le Centre Scientifique et Technique du bâtiment (C.S.T.B.), le groupe de l'Office National de la Météorologie (O.N.M.) et le Centre Climatologique National (C.C.N.). Ces différentes zones climatiques sont représentées sur la figure VI.1167 et se présentent comme suit 168 :

- Quatre zones et une sous zone climatique au Nord ;
- Trois zones climatiques au sud.

La bioclimatique, l'approche environnementale font partie des démarches qui fondent l'architecture durable, réflexion émanant de l'idée du développement durable qui se fonde sur une notion d'écodéveloppement, c'est-à-dire sur un développement qui vise à améliorer le niveau de vie de l'homme, sans compromettre l'environnement naturel, sans en épuiser les ressources.

Notre problématique consiste en la mise en valeur d'un enseignement que nous pouvons acquérir du langage vernaculaire dans la pratique architecturale, tout en mettant en relief les liens existants entre les gestes traditionnels et les gestes d'aujourd'hui, et cela en axant notre réflexion sur les significations possibles d'un regard contemporain sur l'architecture vernaculaire et l'intégration de celui-ci au projet d'architecture. En effet, nous avons pris conscience de la nécessité des enjeux qui ne nous apparaissaient pas cruciaux il y a peu d'années encore.

L'architecture vernaculaire s'inscrit dans cette démarche et elle pourrait participer à atteindre cet objectif puisqu'elle présente nombreux avantages à la fois environnementaux, sociaux et économiques ...

Cette étude vise l'exploration de nouvelles stratégies inspirées des techniques vernaculaires de construction afin de les adapter à l'architecture d'aujourd'hui. Elle se focalisera sur l'aspect thermique lié à l'énergétique du bâtiment

**Est-ce qu'il y a une relation entre l'architecture vernaculaire et l'architecture bioclimatique ?**

**Est-il un aspect bioclimatique dans l'habitat vernaculaire ?**

**Dans quelle mesure peut-on transposer les techniques bioclimatiques vernaculaires dans l'architecture d'aujourd'hui pour répondre aux exigences réglementaires de la consommation d'énergie ?**

## **Hypothèses**

- La réinterprétation des principes bioclimatiques alliés à une architecture en terre qui s'intègre à son environnement peut participer fortement à l'amélioration des performances thermique de l'habitat et par conséquent au confort des habitants.
- Les performances thermiques du matériau terre justifient pleinement l'emploi de ce matériau pour assurer le confort thermique des occupants.
- Les solutions architecturales vernaculaires apportées en termes de confort thermique sont multiples.
- Les techniques vernaculaires pourraient constituer des exemples de référence et des sources d'inspiration dans la recherche d'économie d'énergie.
- Des techniques vernaculaires pourraient s'adapter à l'architecture contemporaine.

## **Objectifs**

- 1- Analyser des exemples de procédés bioclimatiques vernaculaires destinés à apporter des solutions, dans leur aspect thermique.
- 2- Etude comparative entre des procédés vernaculaires bioclimatiques et des dispositifs utilisant des technologies modernes.
- 3- Analyser des projets architecturaux contemporains qui intègrent des procédés de construction inspirés des constructions vernaculaires.
- 4- développer les connaissances et les concepts nécessaires à l'appréhension d'une architecture bioclimatique

## **Eléments méthodologiques**

### **1 Support théorique à la méthodologie**

Une approche théorique nous semble nécessaire pour saisir la définition de l'architecture dans la mise en exergue d'un ensemble de concepts que nous aborderons dans ce travail de recherche tels que l'architecture vernaculaire, l'architecture bioclimatique.

Pour étayer cela nous nous sommes basés sur une recherche bibliographique, de réalisations et de projets récents qui ont cherché à concilier architecture, homme et environnement.

Nous faisons référence à titre d'exemple à :

Frank Lloyd Wright<sup>9</sup> promoteur d'une architecture "organique" inspirée des traditions japonaises et adaptée à des conditions climatiques spécifiques.

L'architecte égyptien Hassan Fathy<sup>10</sup>, et son rêve qui l'amena à "Construire avec le peuple" ; et à réactiver des pratiques ancestrales de savoir-vivre et de savoir-construire.

Amos Rapoport et son approche anthropologique de la maison

### **2. Démarche**

Pour la construction de la démarche de cette recherche, la contribution de nos activités pédagogiques a été déterminante, dans la mesure où nous poursuivons, et cela depuis quelques années, la même problématique énoncée ci-dessus, en essayant de combler le vide de l'enseignement de l'architecture sur les aspects environnementaux.

Notre souci est, cependant, de conceptualiser les apports des études d'architecture bioclimatique par rapport à la problématique.

De ce fait nous avons utilisé les techniques d'investigations pédagogiques à savoir :

2. Les méthodes de relevés pour actualiser le support matériel de cette recherche constitué de cartes topographiques et de plans à différentes échelles et à différentes époques.
3. Etude comparative
4. Lecture, interprétation, comparaison, de la structure, des tissus urbains et du bâti comme démarche méthodologique.

Toute cette investigation se fait avec une rigueur méthodologique et référentielle

### **3 Structure du mémoire de recherche**

Après avoir défini et délimité notre sujet de recherche en précisant la problématique, les hypothèses et les objectifs ainsi que le pourquoi du choix du site d'investigation nous avons structuré le travail de recherche autour de trois chapitres.

#### **Chapitre I : L'ARCHITECTURE VERNACULAIRE**

Est un essai de définition de l'architecture vernaculaire, et historiques et types de cette architecture. Les éléments climatiques.

#### **Chapitre II : L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE**

Concerne le confort thermique qui est assuré par une conception architecturale bioclimatique de départ et les performances thermiques des matériaux

#### **Chapitre III : ETUDE COMPARATIVES**

Consiste à expliquer la rupture architecture contemporaine et l'architecture traditionnelle par l'occultation du site et du savoir-faire ancestral par le mouvement moderne.

# CHAPITRE II

## **Introduction**

Nous aborderons ce chapitre par un essai de définition d'un ensemble de concepts qui constituent le corpus théorique de notre recherche, afin de mettre en exergue l'architecture vernaculaire qui focalise les préoccupations des architectes contemporains, et qui constitue un terrain d'entente entre architecture et environnement.

La connaissance constructive dans l'architecture vernaculaire est souvent véhiculée par les traditions locales. Elle poursuit le mode habituel de construction qui se suffisait des descriptions orales pour être transmise.

« L'architecture vernaculaire représente un des derniers témoins tangibles de la société qui l'a produit. Elle porte en elle un art de construire qui avait eu son prestige et son secret. C'est une tradition vivante et qui marque une continuité entre le présent et le passé »<sup>1</sup>

Nous définirons donc l'architecture vernaculaire, puis l'historique et types de cette architecture, qui apparaît comme un concept galvaudé mais qui constitue l'avenir des sociétés.

Nous expliciterons ensuite les différents matériaux et technique de construction, ainsi, nous allons à travers trois Dispositifs architecturaux de l'habitat vernaculaire méditerranéen, connaître leur Eléments climatiques dans l'architecture vernaculaire que nous analyserons dans ce chapitre.

---

<sup>1</sup>H. Fathy. De l'implicite en architecture, Op Cit



## **1- L'architecture vernaculaire : définition**

L'homme a de tout temps conçu ses habitations en faisant référence à divers facteurs qui les modifient ou déterminent, et ces derniers sont liés à deux entités "l'homme" et "l'environnement".

En effet, l'homme évolue dans un environnement composé d'une multitude de facteurs dépendants les uns des autres. Cette symbiose a été définie par Amos Rapoport comme étant composée : « du climat, du site, des matériaux et du paysage »<sup>2</sup>. Il en résulte une architecture qui entre en adéquation avec son environnement, qui révèle, aujourd'hui encore, une extraordinaire richesse.

Il est urgent de signaler que cette architecture disparaît lentement, où les techniques de construction étaient transmises de génération en génération.

« La construction vernaculaire est le moyen traditionnel et naturel par lequel les communautés créent leur habitat. C'est un processus en évolution nécessitant des changements et une adaptation constante en réponse aux contraintes sociales et environnementales. Partout dans le monde, l'uniformisation économique, culturelle et architecturale menace la survie de cette tradition »<sup>3</sup>. L'adjectif vernaculaire tire son origine du mot latin, vernaculus qui signifie selon le dictionnaire historique de la langue française ce qui est « relatif aux esclaves nés dans la maison » et au figuré « qui est du pays, indigène »<sup>4</sup>.

Ainsi, nous constatons que ce qui est vernaculaire est avant tout lié à un lieu, à un endroit et à un environnement.

Amos Rapoport, s'intéresse à l'architecture domestique dans le but de comprendre la relation de l'homme à son milieu. Il affirme que « la demeure est un objet d'étude privilégié puisqu'elle constitue un genre qui persiste naturellement dans l'histoire et qu'elle démontre une immense flexibilité »<sup>5</sup>. Il souligne que, « étant donné un certain climat, la possibilité de se procurer certains matériaux, les contraintes et les moyens d'un certain niveau technique, ce qui décide

---

<sup>2</sup> Rapoport A. op cit P 08

<sup>3</sup> Vernaculaire moderne ? Vers une compréhension de la notion d'architecture vernaculaire et de ses liens avec la modernité architecturale, mémoire présenté par Marie France Bisson pour la maîtrise en étude des arts à l'université du Québec à Montréal aout 2007 P06

<sup>4</sup> Rey Alain « vernaculaire », in Dictionnaire historique de la langue française, v3, Paris, dictionnaire Le robert 2004, p4035

<sup>5</sup> Rapoport A op cit p45

finalement de la forme d'une habitation et modèle les espaces et leurs relations, c'est la vision qu'un peuple a de la vie »<sup>6</sup>.

## **2-L'historique et types de l'architecture vernaculaire**

Les grottes ont été le premier habitat de l'espèce humaine, comme en témoignent les plus anciennes traces domestiques laissées par nos lointains ancêtres.

Dans bien des régions du globe, cet habitat subsiste encore. Il a été modifié, amélioré, embelli et rendu plus confortable grâce à l'emploi de matériaux et de techniques plus modernes.

Certains reliefs montagneux ou accidentés le rendent encore nécessaire, surtout lorsque les terres cultivables sont rares et qu'il importe de ne pas les occuper par des constructions, ou que certains risques (tels séismes ou inondations) pourraient menacer les habitations élevées sur des terrains de plaine

### **2-1-Les habitats troglodytes**

Dans l'étrange relief volcanique de la **Cappadoce (Turquie)**, les habitants ont non pas construit mais sculpté des habitations dans la lave des concrétions volcaniques. Chacune a son propre plan qui tient compte de la forme et du volume offert par la montagne. Cela suppose une très précise représentation mentale du volume disponible, où terrasses, escaliers, loggias, planchers et jusqu'au mobilier, ont été taillés dans la roche et comme dessiné en négatif. Une architecture soustractive...



Figure 1 Cappadoce (Turquie)



figure 2 Cappadoce

source : Marc Dozier - Uchisar Cappadoce Turquie

source : Les belles petites maisons © Grégory Suchey

Les habitants des hautes vallées du Nûristan (Afghanistan) ont édifié des villages entiers en terrasses. Ce sont des maisons semi-troglodytes, elles utilisent les creux naturels de la roche pour y ancrer des structures en bois et augmenter la surface habitable tout en réduisant

<sup>6</sup> Ibid. p52

L'importance du porte-à-faux. L'avantage de cette technique est une résistance exceptionnelle aux fréquents séismes, tout en présentant au soleil le plus de surface possible grâce à un étagement des façades.



Figure 3 :Afghanistan, Kamdesh village, eastern Nuristan  
source : PAROON, May 28, 2013:



figure 4 :Afghanistan, Kamdesh village, eastern Nuristan  
source : PAROON, May 28, 2013

## **2-2-Bâtir en terrain inhospitalier**

L'**igloo** des esquimaux de l'**Arctique** est construit d'une spirale continue de blocs de neige compactée dont le rayon et la taille diminuent progressivement vers le haut, formant ainsi un voûte naturelle. Les blocs sont découpés avec une scie en ivoire fabriquée dans une corne de morse. Pour l'entrée, un petit tunnel, en blocs de neige lui aussi, est accolé un peu plus bas que le sol de l'habitation, ce qui permet de piéger l'air chaud (plus léger) à l'intérieur<sup>7</sup>.



Figure 5 : igloo arctique  
source : Nationalmuseet Eskimoiske Skatkamre



figure 6 : Community of igloos  
source : Charles Francis Hall's Arctic Researches

<sup>7</sup> Vous avez dit «architecture vernaculaire»? p4

Une des fonctions de la maison est de créer à l'intérieur une température acceptable qui vienne tempérer les excès du climat. Les hommes nés dans des déserts aux climats extrêmes <sup>8</sup>(Inuits, Touaregs, etc.) ont développé des particularités physiologiques propres à résister à ces conditions. Cette résistance représente une dépense d'énergie : la maison doit permettre sa reconstitution.

Dans ces régions, les populations ont toujours trouvé le moyen de construire avec la matière même du désert. La glace par exemple s'avère être un matériau isolant, restant à zéro degré quand l'air est à -40°C. De même, la terre dans les déserts chauds où il peut faire jusqu'à 55 °C, la nature semble offrir à l'homme le mal et son remède sous la forme d'une même matière.



Figure 7 : vallée de m'zab

source : Point Afrique lance Ghardaïa en Algérie

Dans la vallée du **M'Zab**, (**Algérie**), les **Ibadites** ont construit voici un millénaire des cités entièrement en terre qui ont atteint un compromis parfait entre adaptation au climat, adéquation à la structure familiale et religieuse, et merveilleuse esthétique (ces villages ont d'ailleurs été classés par l'UNESCO au Patrimoine de l'humanité).

La maison mozabite est à patio intérieur, sur lequel les pièces ouvrent par un système d'arches appuyées sur des piliers qui soutiennent les toits en terrasse. On y accède par une unique ouverture étroite et basse (on se baisse pour entrer) qui permet de contenir l'air frais. Les façades sont enduites de plâtres teintés en tonalités pastel.

Les maisons du M'Zab ont inspiré bien des architectes contemporains.

---

<sup>8</sup> Vous avez dit «architecture vernaculaire»? p6

La très ancienne technique de construction en **adobe** (mot d'origine arabe) a été étudiée dans les années 1950 par le grand architecte égyptien Hassan Fathy qui a montré l'intérêt toujours actuel de cette technique dans les conditions désertiques à risques sismiques.

Elle est aussi connue dans les déserts du **Mexique** et du **Nouveau Mexique (USA)**, où elle est de longue date pratiquée par les indiens **Pueblos**.

La terre, mélangée de paille, est compactée dans des caissons rectangulaires et séchée au soleil.

On utilise ensuite ces blocs de différentes tailles pour monter les murs et les voûtes porteuses de toits en terrasse. Pour maintenir de la fraîcheur à l'intérieur, pas d'escaliers mais des échelles pour accéder aux terrasses, et de petites ouvertures.

### 2-3-Maisons végétales

Typiques des climats tropicaux ou équatoriaux humides, les maisons végétales se ressemblent d'un bout de la planète à l'autre, en Asie, Afrique et Amérique du sud.

Des structures en poteaux de bois sont solidement enfoncées dans le sol selon un plan qui traduit une préférence culturelle pour telle ou telle forme (carré, cercle, rectangle...).

Sur cette armature sont étendus des toits à forte pente, faits d'un treillis tressé avec les végétaux disponibles, assemblés à l'aide de lanières également végétales, tandis que les murs, en général non porteurs, seront de branches, de paille, de feuilles plus ou moins mélangés à de la terre.

Le choix des matériaux montre une connaissance approfondie de leur résistance aux différents risques de vieillissement (insectes, champignons, humidité...) : c'est une utilisation optimale des ressources disponibles avec un environnement donné dans lequel on ne saurait faire mieux.

Ce sont le plus souvent des habitats groupés et l'organisation spatiale des agglomérations est toujours représentative des relations sociales qui ont cours<sup>9</sup>

En **Colombie**, les **Tucanos** ont élaboré une grande et magnifique maison communautaire dont la disposition, l'agencement et le décor célèbrent le mythe de l'anaconda, le dieu-serpent

---

<sup>9</sup> Vous avez dit «architecture vernaculaire»? p9

considéré comme l'ancêtre de tous les Tucanos. Les espaces intérieurs sont divisés en parties femelles et mâles, suivant l'activité qu'on y exerce

Au sud-ouest du **Kenya**, la case ronde des **Kipsigis**, allie une grande élégance à une apparente simplicité.

Aujourd'hui, ils continuent à la construire telle qu'elle était déjà il y a des centaines d'années, signe qu'elle a atteint la perfection. Un cercle de poteaux fourchus est planté en terre, on y fixe les chevrons portant l'épaisse toiture de hautes herbes de la savane. Huit cents pièces de bois sont utilisées pour une grande habitation. Le mur extérieur circulaire, en retrait, est fait d'un mélange de terre et de paillis richement décoré.

Les Kipsigis ont une centaine de mots pour désigner les différents éléments de leur maison : gain de temps lors de la construction, précision et transmission du savoir sont ainsi assurés.

À **Sumatra, Indonésie**, les **Batak** ont inventé une maison collective sur pilotis, au toit à très forte pente, couvert de feuilles de cocotier et s'avancant en cornes à ses deux extrémités. La charpente s'orne de toutes sortes de personnages sculptés qui ont pour fonction de repousser les mauvais esprits

### **3-Matériaux et techniques de construction**

Dans l'architecture traditionnelle, le choix des matériaux est local et naturel, et le système constructif va être celui transmis de génération en génération, un savoir-faire hérité. Dans ce cas de médina, le matériau est la brique pleine utilisée en chainages horizontaux répétitifs, et les murs sont en moellons hourdés<sup>10</sup>. Voir figure N° 8

---

<sup>10</sup> Atif .S, op cit, p 116



Figure 8 Détail d'un mur à moellons, Source Atif.S

Les façades sont recouvertes d'un enduit de terre et de chaux, les façades intérieures par contre, sont plus précieusement travaillées, revêtues de plâtre et de céramique

#### **4-Dispositifs architecturaux de l'habitat vernaculaire méditerranéen**

Pour lutter contre les caractérisations du climat méditerranéen, à savoir de diminuer le taux d'humidité (besoin de renouvellement d'air), ainsi que de se protéger du phénomène « soleil pluie » (création d'ombre abri), des éléments traditionnels des villes anciennes sont créés, appelés dispositifs architecturaux qui proposeront des solutions vernaculaires, parmi lesquels nous allons choisir certains exemples à analyser

Tout d'abord, nous allons donner des descriptions formelles de ces éléments, puis nous exposerons leur fonction en traitant les deux phénomènes du climat, le vent et le soleil. Enfin nous présenterons leur rôle en exposant leurs matériaux, leurs dimensions et leur localisation géographique

##### **4-1«Le moucharabieh » dispositif d'ouverture bioclimatique**

Cet élément est répandu dans l'architecture vernaculaire des pays méditerranéens, il consiste en un grillage en bois précieux par sa décoration et les parois ouvragées de petits éléments de

bois tourné, une sorte de dentelle de bois, laquelle permet une meilleure vue soit de la longueur de la rue, soit de sa largeur<sup>11</sup>.

Le « Moucharabieh » est un dispositif d'ouverture intéressant voir figure.9, il permet ventilation naturelle de l'espace intérieur, dans la mesure où le panneau extérieur, généralement en bois, est poreux. Le dispositif est complété par une série de jarres en terre poreuses face à la fenêtre, ce qui permettra de rafraîchir le flux d'air grâce à l'évaporation de l'eau de celles-ci<sup>12</sup>. L'air extérieur pénétrant par le bas de l'ouverture se réchauffera, puis sera évacué par le haut de cette même ouverture.

La conception du bâtiment dépendra de la stratégie de ventilation. L'organisation des espaces intérieurs dépend du positionnement des dispositifs de ventilation naturelle.

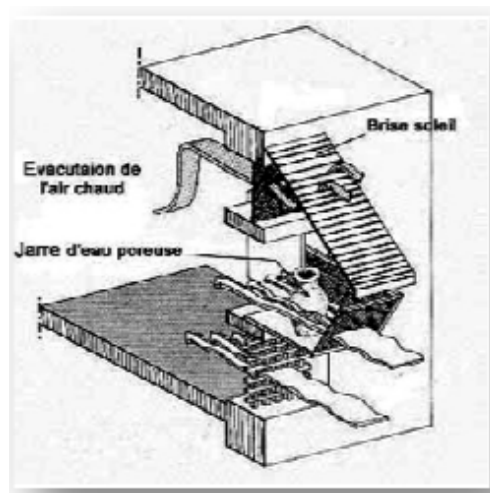


Figure 9 : Exemple sur le fonctionnement Le moucharabieh

source: J.L.Izard, Archi bio.

#### **4-2-Le Malkef, ou les capteurs à vent**

Le malkef est un dispositif de rafraîchissement d'air dans l'habitat traditionnel. C'est un conduit vertical qui permet l'amenée l'air, situé en haut de la toiture du bâtiment voir figure

Durant la journée (lorsque la température intérieure est inférieure à la température extérieure), l'acheminement de l'air extérieur avec une température plus élevée au travers du conduit de cheminée permet le rafraîchissement de l'air par l'enveloppe du bâtiment<sup>13</sup>, L'air intérieur se

<sup>11</sup> POUR UNE REINTERPRETATION DU VERNACULAIRE DANS L'ARCHITECTURE DURABLE CAS DE LA CASBAH D'ALGER mémoire de magister atek amina

<sup>12</sup> Izard, op cit, p 102

<sup>13</sup> A. Liebard, Traité d'architecture et d'urbanisme climatiques, ed le moniteur,2004,p175



réchauffant est évacué par les fenêtres, Durant la nuit, si la température de l'air extérieur est basse, le sens des écoulements d'air est inversé. L'air frais pénètre dans les espaces intérieurs par les fenêtres et est évacué par la cheminée, Souvent, nous observerons au sein même d'un bâtiment ancien une combinaison des différents dispositifs. Lorsque l'air extérieur est plus chaud, la ventilation repose sur le tirage thermique qui favorise l'extraction de l'air par le patio au centre du bâtiment.

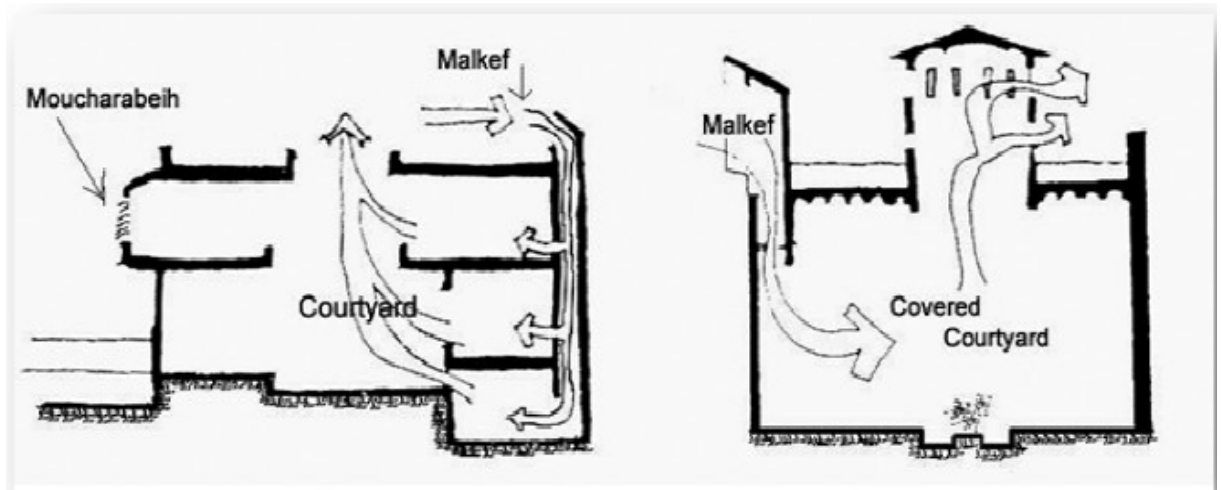


Figure 10. Intégration des systèmes de ventilation naturelle dans l'architecture traditionnelle arabe

source : Architectural scientific journal n°4,1988

### 4-3-Les tours à vent

Un autre exemple de cheminée d'air est la tour à vent. Elle est utilisée depuis l'antiquité en Egypte. Elle est orientée vers le nord, avec parfois une ouverture supplémentaire vers l'ouest.

Les tours à vent sont de sections plus réduites que celles des "Malkafs" et représentent un modèle architectural très courant. Voir figure 10.

La cheminée d'air consiste en une ouverture munie d'un conduit en bois, en métal ou en brique, incliné à 45 degrés vers le vent dominant. Cette ouverture reçoit le vent qui s'engouffre dans le conduit, expulsant l'air chaud accumulé dans le patio, traversé auparavant les pièces avoisinantes<sup>14</sup>

Le fonctionnement des tours à vent est basé sur l'utilisation de dépressions entre l'intérieur et l'extérieur des maisons. En plus, l'air extérieur capté par les tours est plus frais et moins

<sup>14</sup> M. Bencherif Chaouche, La Micro-urbanisation et la ville-oasis; une alternative à l'équilibre des zones arides pour une ville saharienne durable Cas du Bas- Sahara, 2007, université de Constantine, page 173

chargé de poussières que l'air au niveau du sol. Fréquentes en Irak et Iran, elles sont appelées « bagdir ou batinj »<sup>15</sup>; ce type de dispositif n'existe pas à la casbah d'Alger.

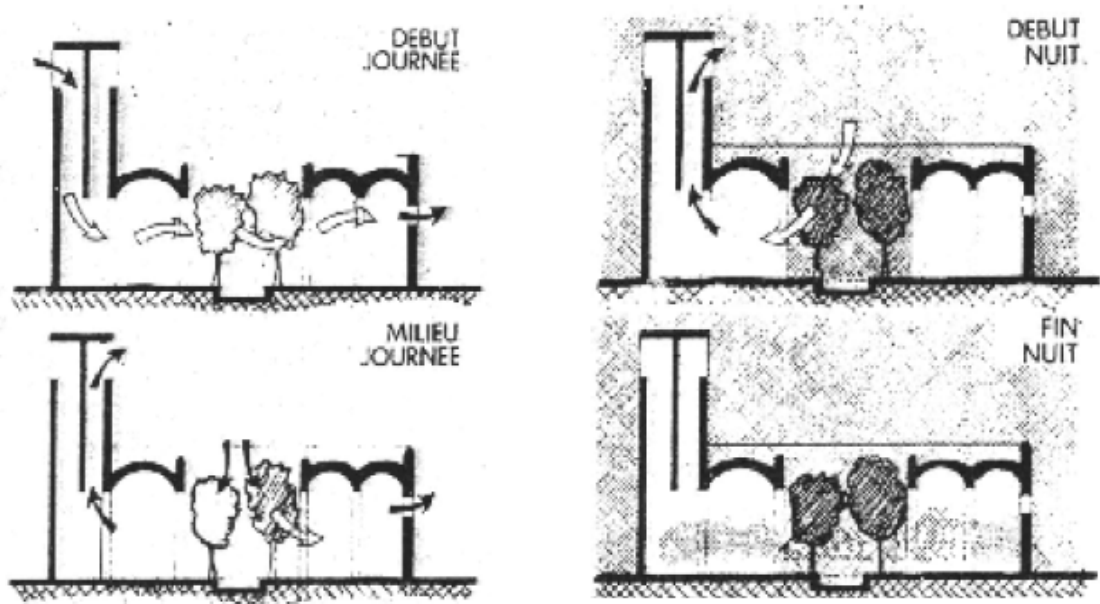


Figure 11 : Différentes orientations des capteurs à vent,  
Source : M. Bencherif. La micro-urbanisation et la ville oasis

## **5-Éléments climatiques de l'architecture vernaculaire**

Rappelons succinctement que l'environnement nature ça dépend des coordonnées géographiques du lieu - longitude, latitude et altitude - de sa morphologie, de la nature du sol et du sous-sol. Il est déterminé également par la course solaire, par les cycles journaliers et saisonniers. L'ensemble des conditions atmosphériques fait intervenir trois facteurs climatiques essentiels :

- Le rayonnement solaire et les températures.
- L'humidité de l'air et les précipitations.
- L'intensité, la direction et la fréquence des vents.

La recherche du confort habitable relatif reste une constante qui se retrouve dans toutes les constructions humaines. On ajoutera que celle-ci est évidemment différente pour un Pygmée de la forêt tropicale ou un Tibétain d'Himalaya, aussi parce qu'ils sont de longue date déjà physiologiquement "acclimatés" par leur métabolisme et leur fond de se vêtir.

<sup>15</sup> Ibid page173

Cependant le diagramme de confort, formule par Victor Olgyay dans les années cinquante, température en abscisse et humidité en ordonne, définit les valeurs limites au-delà desquelles la moyenne des individus en général se sent mal à l'aise<sup>16</sup>.

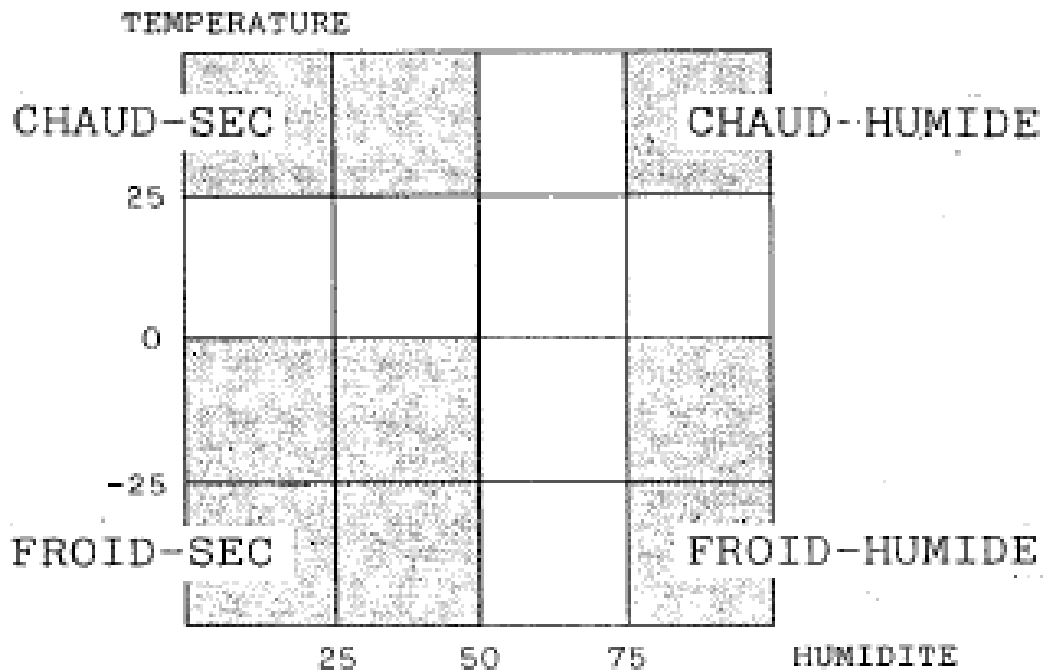


Figure 12 Diagramme de confort pour les régions tropicales Confort diagramme for tropical régions

Les quatre extrémités de ce diagramme définissent des climats caractéristiques extrêmes : chaud-sec, chaud-humide, froid-sec et froid-humide. Les vents dominants agissent généralement comme médiateurs des deux premiers ou rendent encore plus difficiles plus supporter les deux derniers.

Rares sont les régions du globe où règne un seul de ces climats tout au long de l'année ; plutôt le trouve-t-on combiné à une ou plusieurs saisons tempères.

Venons-en à une plusieurs d'exemples d'architecture vernaculaire en rapport avec les différents climats (Aubry, 1965-92). Les exemples sont procédés de tableaux résumant à la fois les facteurs climatiques et les solutions spatiales et techniques des constructions vernaculaires qui se rapportent au climat en question.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Arch. & Comport. / Arch. & Behav., Vol. 10, no 1, p. 27

<sup>17</sup> Arch. & Comport. / Arch. & Behav., Vol. 10, no 1, p. 28

**5-1-Réactions type pour un climat chaud-sec**

Facteur climatique Champ d'application	Ensoleillement	Température de l'air	Humidité relative	Mouvement d'air	précipitation
Implantation groupement	-orientation N/S -recherche de l'ombre - Troglodytisme et nomadisme	-orientation N/S -recherche de l'ombre - Troglodytisme et nomadisme	Recherche de source naturelle ou artificielle	Masque anti poussière	
forme	-forme compact -voute et coupole -toit plat	-Forme compact -voute et coupole -toit plat			
Partition spatiale	-Puits de lumière -espace de transition	-Puits de lumière -espace de transition	Patio et court intérieur avec végétation		
Enveloppe horizontale matérialisations	-capacité d'accumuler la chaleur -couleur clair	-capacité d'accumuler la chaleur -couleur clair		Offices d'aspiration d'air chaud	
Enveloppe verticale matérialisations	-petit ouverture -matériaux massifs	-petit ouverture -matériaux massifs		- Recherche des brises nocturne	
Dispositif particulier	Mouchrabieh claustra		Humidificateur (chadar. Chadouf)	Cheminée de ventilation badgir (malkaf)	

La diversité des espaces intérieurs des habitations des vieux quartiers de Bagdad tend à diminuer la température à l'intérieur du bâtiment. Le sirdab (cave) maintient la température ambiante à environ 30°C et augmente l'humidité à 60-70%, tandis qu'à l'extérieur, il fait 50°C à l'ombre et 15% d'humidité. L'iwan (espace ouvert sur le patio), le talar (espace semblable borde d'une colonnade) et la tarma (galerie) sont occupés à tour de rôle pendant la journée. Les shanashils et ursi (treillis en bois ouvrage) placés sur les ouvertures tamisent la lumière et préservent l'intimité. Les badgirs (tours à vent) captent les brises au-dessus des terrasses, aèrent et rafraichissent l'atmosphère à l'intérieur, en utilisant les phénomènes physiques tels que les pressions et dépressions à l'intérieur du volume. Le captage d'air peut être amélioré par les espaces largement ouverts situés dans la partie basse de l'habitation ou par les canaux profonds menant aux ouvertures pratiquées dans le sol des pièces. Les habitants se déplacent fréquemment dans la maison : ils se trouvent dans les sirdab et hosh (patio) quand ils recherchent la fraîcheur dans les talar et tarma quand ils veulent se réchauffer<sup>18</sup>.

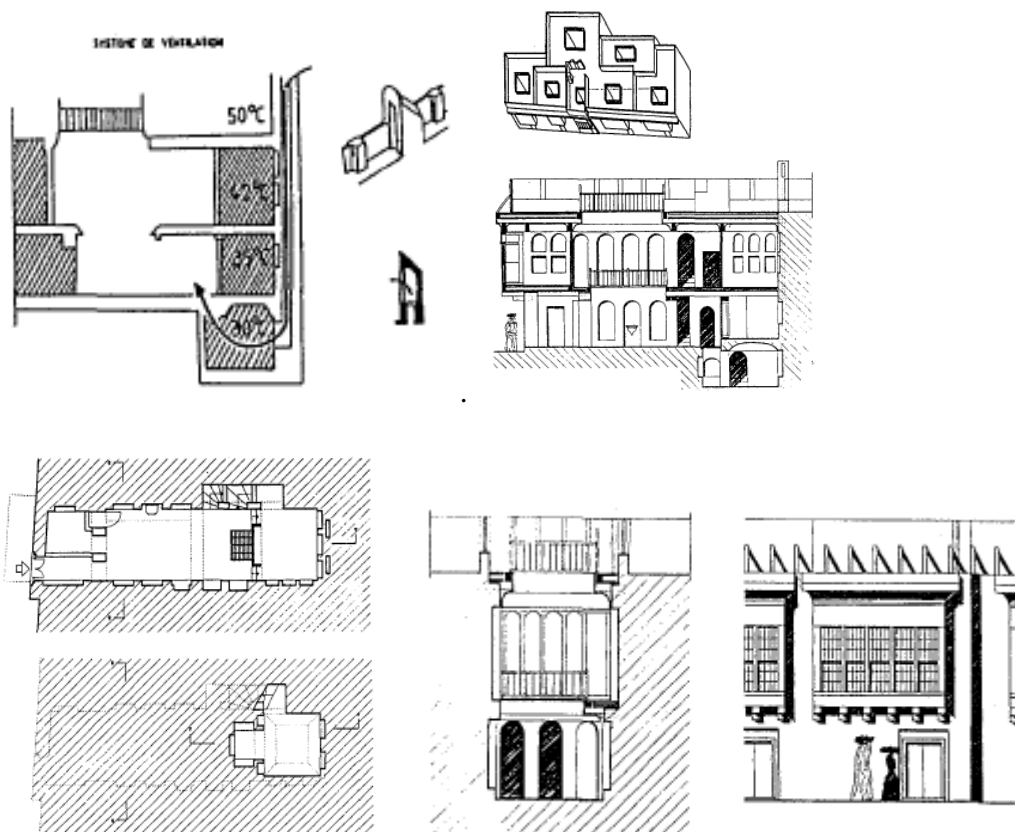


Figure 13 Habitation 72, rue 12, bloc 419, quartier de Kadhimiyeh, Bagdad, Iraq

<sup>18</sup> Arch. & Comport. / Arch. & Behav., Vol. 10, no 1, p. 29

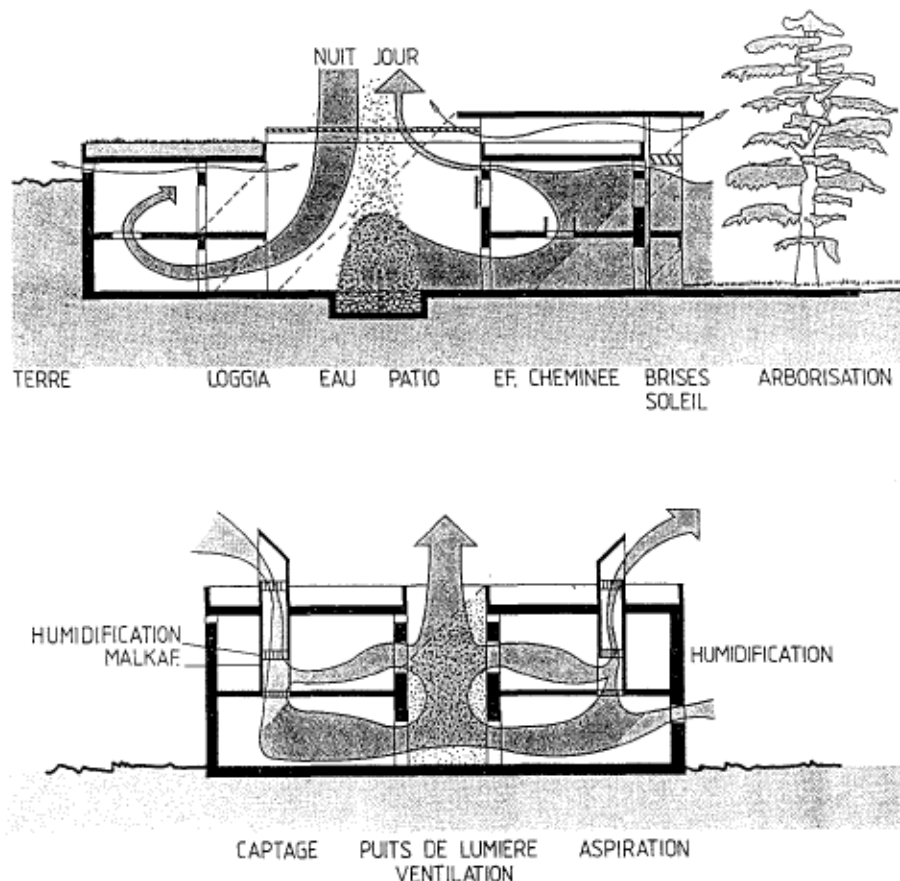


Figure 14 Schéma de fonctionnement climatique d'un patio

Il y a plusieurs types de cours intérieures. Elle peut être un simple puits d'aération comme par exemple chebeg de M'Zab, voir un lanterneau (ga'a cairote), ou se multiplier comme dans un haveli indien. En tant que puits, sa fonction principale peut être le recueillement de l'eau ; en tant qu'espace majeur, il devient l'espace de lumière, d'eau et de végétation (impluvium et atrium).

Dans le patio, considéré comme régulateur climatique, on peut favoriser la végétation et l'eau qui refroidissent cette cour par évaporation, empêchant la poussière de se lever, et qui font de l'ombre. L'air frais de la nuit peut être retenu parce qu'il est plus lourd que l'air chaud des alentours. Plus le patio est petit (pas plus large que la hauteur du bâtiment), plus il y aura d'ombre et la mare d'air frais y restera et pourra ventiler les pièces adjacentes pendant la nuit ; aussi le patio recouvert par de la végétation ou par des éléments légers (toiles ou résille de bois) qui laissent circuler l'air tout en créant une ombre très confortable. Cette solution est souvent utilisée pour couvrir les rues commerçantes des casbahs<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Arch. & Comport. / Arch. & Behav., Vol. 10, no 1, p. 30

## 5-2-Le refroidissement par l'air

La ventilation des habitations prend une importance toujours particulière dans les pays chauds et son rôle consiste principalement à rafraîchir la température. Les climats chauds et secs se caractérisent par de fortes amplitudes journalières, allant jusqu'à 25° dans les régions désertiques. Les constructions traditionnelles des régions arides se caractérisent par une enveloppe à forte inertie thermique qu'il est indiqué de ventiler fortement surtout pendant la nuit, quand la température est relativement basse. La circulation d'air peut être active par la disposition des ouvertures et leur grandeur. En principe les ouvertures doivent se trouver en face l'une de l'autre et celle par où l'air pénètre doit être plus petite que celle de sortie.

Les anciennes maisons mésopotamiennes possédaient des *capteurs d'air*, sorte de canal chemine appelé *bagdir*, qui conduit les brises d'air directement dans le bas des pièces ventilées. La prise d'air peut être pratiquée dans une ou plusieurs directions.

Ainsi, chacune des quatre faces d'un conduit de forme carrée est pourvue d'orifices, posés en diagonale. L'orifice du canal est muni d'un volet qu'il suffit d'ouvrir pour obtenir un courant d'air. Le rafraîchissement peut être très accentué en humidifiant l'air au moyen de jarres poreuses placées dans le canal et de bassins d'eau situés en contrebas. Des charbons de bois humides posés sur une grille, filtrent et rafraîchissent également l'air qui entre en bas de la pièce



Figure 15 Bagdir avec humidificateur coupole

Orifice d'aération au sommet d'une coupole

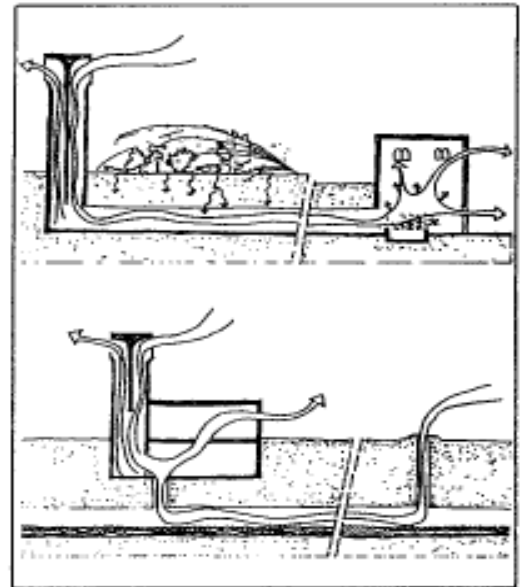
L'air frais traverse le bâtiment et s'échappe par les portes et fenêtres. Quand la température de l'air entre dans le capteur, elle rejoint celle de l'air ambiant, le courant descendant s'arrête et le capteur recommence à fonctionner comme une cheminée, par aspiration ou dépression<sup>20</sup>.

<sup>20</sup> Arch. & Comport. / Arch. & Behav., Vol. 10, no 1, p. 31

Un orifice d'aération au sommet d'une coupole se pratique dans les régions poussiéreuses.

La vitesse du courant d'air extérieur est augmentée en passant au-dessus de la surface courbe de la coupole. La différence de la pression entre l'extérieur et l'intérieur aspire l'air chaud accumulé au sommet de la voûte. Le bassin dans la pièce refroidit l'air par effet d'évaporation.

Figure 16 Capteur d'air éloigné de la maison (50 m), traversant un tunnel humidifié depuis le sol



Capteur d'air combine avec une rivière souterraine

Ce capteur d'air peut être éloigné de la maison s'il est relié avec le sous-sol par un tunnel et la végétation implante sur le sol au-dessus du tunnel. Quand on arrose la terre, l'eau s'infiltré jusqu'au tunnel, qui est ainsi rafraîchi par humidification. Une fontaine à la sortie du tunnel, au sous-sol de la maison, apporte un rafraîchissement supplémentaire. On peut signaler deux variantes de ce système de captage d'air et d'humidification naturelle.

**Variante A :** Lorsque les canaux d'amène d'air sont reliés par une rivière souterraine, un conduit vertical relie une rivière souterraine avec le sol, un autre avec le sous-sol de la maison. Le capteur d'air est **B** proximité. L'air du conduit rafraîchi par le passage au-dessus de la rivière est aspiré par le courant venant du capteur. Le capteur fonctionne aussi comme une cheminée dans le sens inverse.

**Variante B :** Lorsque les canaux d'amène d'air sont reliés **B** une caverne souterraine où la température et l'humidité sont constantes toute l'année (10-12°C) (voir les *covoli* utilisés par Palladio)<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> Arch. & Comport. / Arch. & Behav., Vol. 10, no 1, p. 32



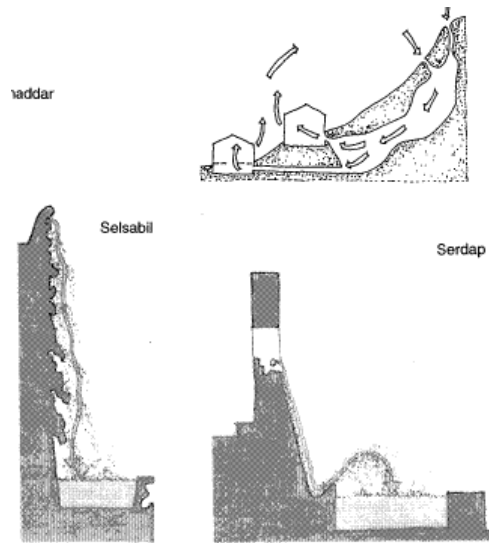


Figure 17 Le refroidissement par l'eau

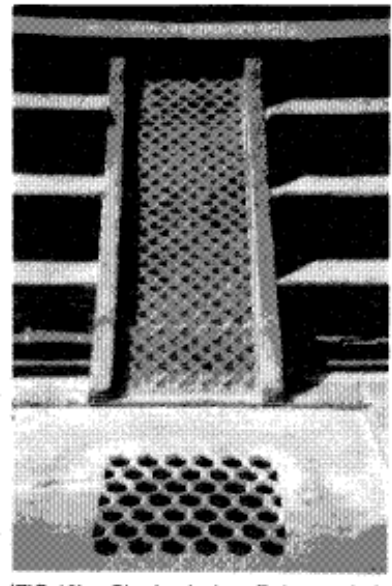


figure18 Chadar Amber, Rajasthan, Inde

Pour augmenter le refroidissement de la température par évaporation de l'eau, dans les jardins, les patios, les halls publics ou dans les maisons de notables, on utilise souvent des fontaines avec des petits jets d'eau, des cascades artificielles ou des plans inclinés taillés dans la pierre, ou l'eau ruisselle en formant de fines gouttelettes.

### **5-3-Réactions pour un climat chaud-humide**

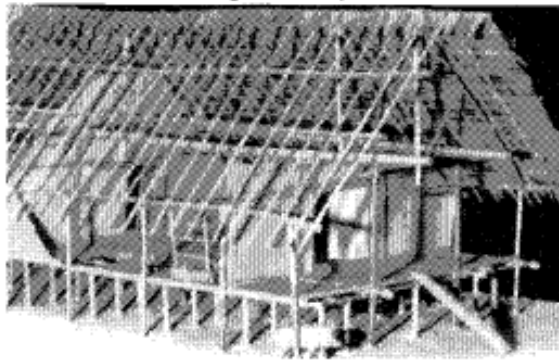
Plusieurs variantes sont à distinguer par rapport à ce climat :

- à humidité stagnante (Forst tropicale)
- à humidité et mouvements d'air permanents ou alternatifs acc6lCrant l'évaporation et permettant le rayonnement solaire direct (savane africaine).
- à saisons humides et sèches alternes (mousson indienne).

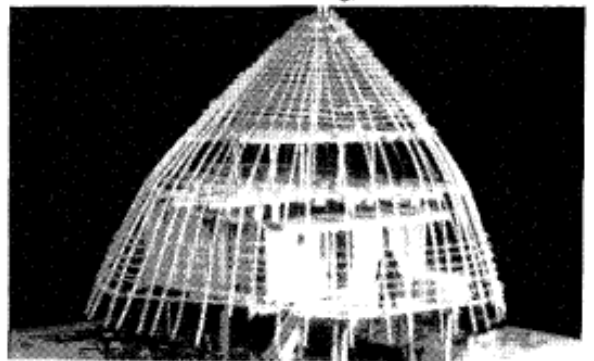
Caractérisés par une forte pluviométrie, petites amplitudes thermiques journalières et saisonnières et une grande humidité d'air, ces climats sont inconfortables ici cause de l'association de l'humidité et de la chaleur, même si les températures ne sont pas très élevées. Les mouvements d'air permettent au corps humain de perdre la chaleur par évaporation.

Les constructions sont créées pour permettre une bonne ventilation à travers les parois. La toiture légère avec l'avant-toit et la couverture végétale sont les éléments dominants et acquièrent des formes très diversifiées.

Facteur climatique	Ensoleillement	Température de l'air	Humidité relative	Mouvement d'air	précipitation
<b>Champ</b> <b>Implantation</b> <b>groupement</b>	-orientation N/S -groupement dispersé		clair	-Recherche de la ventilation transversale - dosage des mouvements d'air	
<b>forme</b>	-allongée -compact avec effet de cheminée -surélevée		-allongée -compact avec effet de cheminée	-allongée -compact avec effet de cheminée	
<b>Partition spatiale</b>	-zones de transition -espaces large et haut			- une seule pièce en profondeur du bâtiment ou dispositif particulier	Zone de transition
<b>Enveloppe horizontale</b> <b>matérialisations</b>	-effet de parasol -matériaux isolant	- faible conduction thermique Double enveloppe		Toiture qui respire	-effet de parapluie -résistance de précipitation
<b>Enveloppe verticale</b> <b>matérialisations</b>	-a clair vole -matériaux léger	-- faible conduction thermique Matériaux léger	-permettent la ventilation transversale -résistance à la pourriture et moisissure	permettent la ventilation transversale -panneaux amovible	-résistance de précipitation
<b>Dispositif particulier</b>	Brise soleil			Moustiquaire	



Uma à Malleppet, Siberut, Indonésie  
Uma in Malleppet, Siberut, Indonesia



Maloca, Colombie

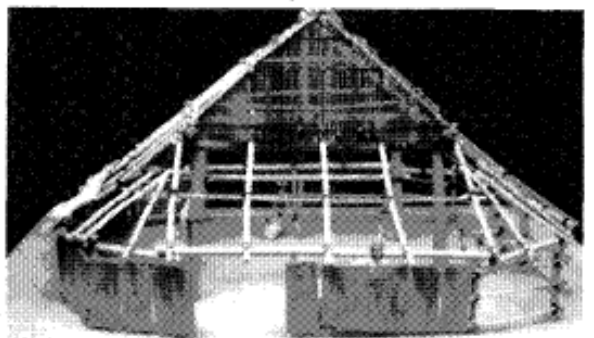


Figure 19 Yanoama, Haut Orenoque

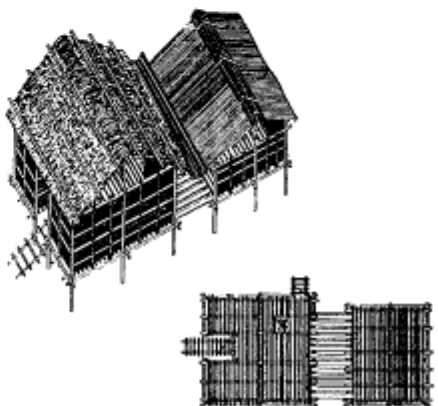
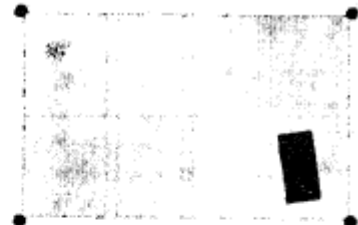
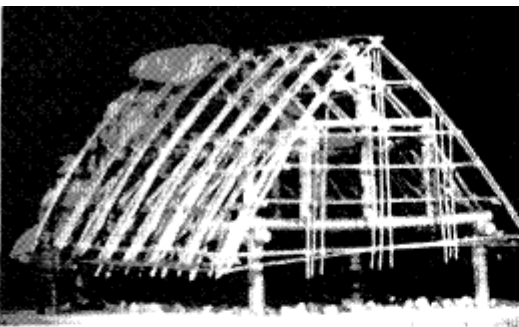


Figure 20 Habitation birmane Burmese dwelling Habitation des Orang Asli dans les montagnes de Malaisie

Dans les zones tropicales et subtropicales *et* dominante humide, le degré d'inconfort est caractérisé en premier lieu par l'association température-humidité relative de l'air, comportant le plus souvent peu de variations saisonnières et journalières.

L'absence de mouvements d'air naturels ne peut qu'aggraver l'ambiance moite de l'atmosphère au rayonnement diffus. La moindre brise doit pouvoir être captée ou encore créée par l'effet de cheminée. La régularité journalière des pluies qui tombent verticalement en absence de vents font de la toiture végétale pose sur une ossature de bois sans cloisonnements, un espace "habitable" minimum où se mélangent hommes, animaux, victuailles, chacun à sa place ou sous abris séparés. Un drainage périphérique creusé dans le sol ou une légère surélévation de la partie habitable en pierre ou terre battue, limite l'espace "intérieur". Nattes au sol, hamacs suspendus à la charpente, les nourritures et les habits sont fréquents. Lorsque les brises de mer se font sentir, ce type de toiture - anti pluvial - est relativement confortable et peut être complété par des paravents et des nattes suspendus.

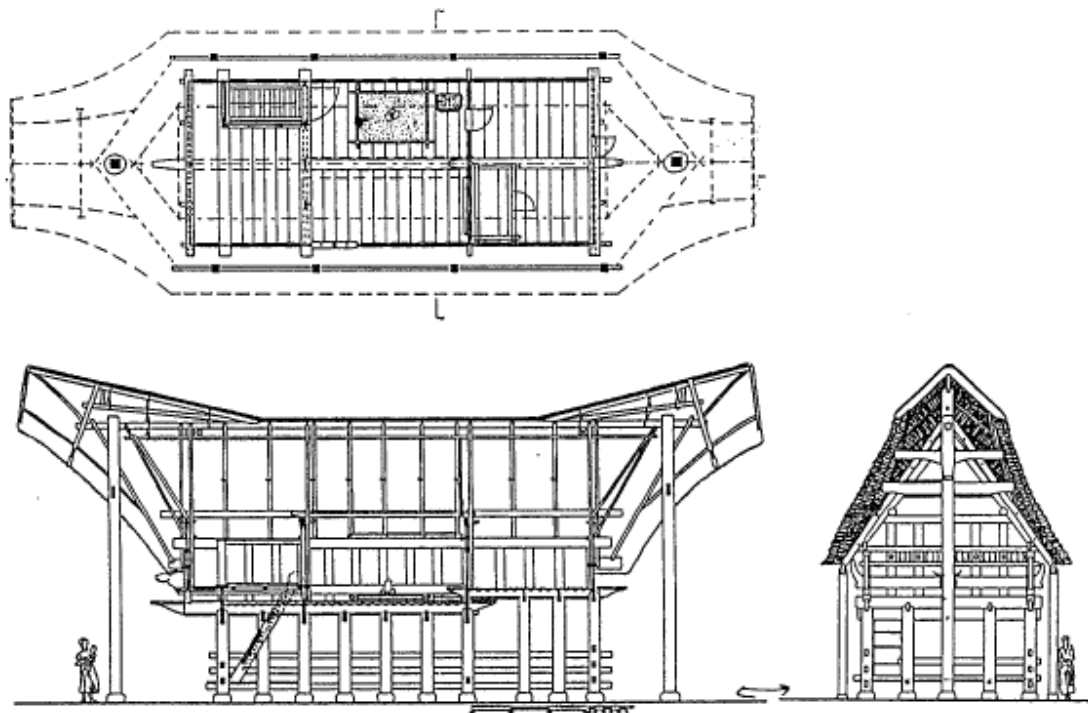


Figure 21 Sa'dan Toraja, Sulawesi, Indonésie

Lorsque les pluies sont abondantes, le sol spongieux, ou lorsqu'il y a des risques d'éclaboussures, l'espace habitable se dégage du sol soit sur un terre-plein ou plus souvent sur pilotis de hauteurs variables. Ce plancher habitable isole physiquement et visuellement. Il facilite également la ventilation par dessous et crée un espace de service réservé généralement aux bêtes et débris.

**5-4-Réactions pour un climat froid-humide**

Facteur climatique Champ d'application	Ensoleillement	Température de l'air	Humidité relative	Mouvement d'air	précipitation
Implantation groupement	-orientation N/S -évite ombre			-masque naturel ou artificiel recherche	
forme		Volume réduit		-volume réduit	
Partition spatial	-zones intermédiaire			Zone de transition	
Enveloppe horizontale matérialisations	-résistance thermique et capacité calorifique importante -petit ouverture	Prévention du pont thermique	Résistance a la condensation		Étanche -protection de l'enveloppe verticale
Enveloppe verticale matérialisations	-résistance thermique et capacité calorifique importante	Prévention du pont thermique	Résistance a la condensation		-étanche
Dispositif particulier		Chauffage fixe et chauffage portatif	Humidité relative diminuée a la réchauffement		

**5-5-Zone froide et sèche**

Facteur climatique Champ d'application	Ensoleillement	Température de l'air	Humidité relative	Mouvement d'air	précipitation
Implantation groupement	-orientation N/S -évite ombre	Troglodytisme et semi Troglodytisme		-masque naturel ou artificiel recherché	
forme		Volume réduit		-volume réduit --masque naturel ou artificiel recherché	
Partition spatiale	-zones intermédiaire	Nomadisme saisonnier hiver et recherche de chaleur		Zone de transition recherchée	
Enveloppe horizontale matérialisations	-résistance thermique et capacité calorifique importante			Toiture plate ou en légère pente	
Enveloppe verticale matérialisations	-petit ouverture - résistance thermique et capacité calorifique importante occultation des ouvertures pendant la nuit			Occlusion nocturne des ouvertures	-protection de la façade exposée
Dispositif particulier		Chauffage fixe et chauffage portatif			

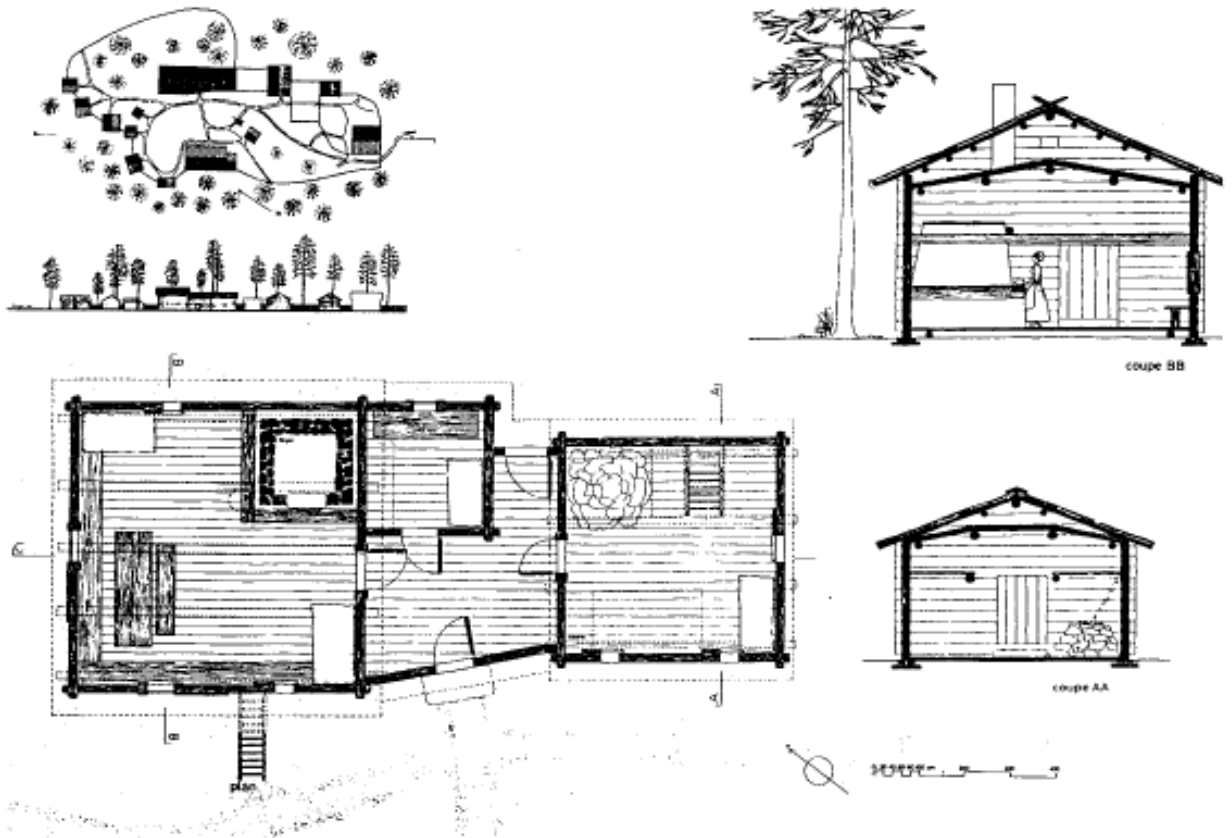


Figure 22 Yvaskyla en Hame, Finlande

La maison traditionnelle finlandaise est construite d'une succession de pièces juxtaposées de dimensions variables, inscrite dans un rectangle plus ou moins allongé (Moley, 1984). Construite entièrement en madriers avec des joints calfeutrés de mousse, de crinière de renne ou d'étaupe. Le bois de pin lui confère une assez bonne isolation thermique. La grande pièce traversant à peu près carrée de 6-7 mètres est le lieu principal d'activité et de réunion de toute la famille pendant la saison froide (- 40"). L'élément principal à partir duquel tout est organisé est le foyer, grand massif de pierres puis de briques. A l'origine, sans canal de cheminée, il était comme un four dont la masse chauffée rayonne la chaleur et permet la cuisson et l'éclairage. C'est également l'ancêtre du sauna. La gueule du four laisse sortir la fumée par la porte du hall d'entrée située à proximité. Après l'introduction du canal de cheminée du foyer, cette orientation est simplement retournée de 90°, mais le massif est complété par une cheminée sur l'angle, permettant la cuisine sur potence et d'une niche pour le réserve de bois et son séchage. Cette situation quasi immuable affecte l'organisation de tout l'espace qui est accentuée encore par superposition de poutres traversantes autour du massif (Jako-Orsi). Dans l'angle opposé au foyer, on trouve la table à manger. Dans les deux autres angles, les lits pour

l'hiver. Les poutres servent de support pour le double toit intérieur lourd bombe ou pentu, revêtu de terre. C'est une protection contre l'incendie et forme en même temps une isolation supplémentaire bienvenue. Les poutres servent de support pour des séchoirs et réserves de toutes sortes. Le plus souvent, le quadrillage de poutres dans deux directions divise spatialement tout l'espace en huit zones, plus la zone centrale. chacune a une vocation particulière, lit, table ou rangement. Ainsi les trois zones face au four comprennent le bahut à marmite, le vaisselier, une petite trappe d'accès à une réserve en sous-sol, un lit d'hiver et le "coin des femmes" et ses divers travaux, etc. (Moley, 1984). Notons encore que le plancher est surélevé par la présence d'un vide sanitaire isolant<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> Arch. & Comport. / Arch. & Behav., Vol. 10, no 1, p. 37



## **Conclusion**

L'architecture vernaculaire fait preuve, quelle que soit la période et le lieu de construction, d'une approche intuitive des notions de confort climatique et respect du lieu.

Elle représente tout un savoir-faire acquis grâce à une expérience séculaire, transmise de génération en génération.

Les hommes des anciennes civilisations ont respecté leur environnement avant de s'installer, ils se sont identifiés à lui et se sont par la suite orientés en son sein.

Les rudes conditions climatiques, la rareté des matériaux, et parfois la topographie difficile du site ont conduit les anciens à acquérir et perfectionner un savoir-faire, des gestes subtils et adaptés aux conditions, en imaginant des dispositifs architecturaux répondant à leurs besoins et aspirations, qu'ils soient d'ordre culturels, sociaux ou environnementaux.

Ces gestes vernaculaires vont modeler et induire la réflexion en termes de leçons et références à l'architecture contemporaine durable.

# CHAPITRE I

## **Introduction**

Le confort thermique est défini comme un état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son environnement, cela a poussé l'homme à se protéger des rigueurs du climat en créant à l'intérieur de son habitat les conditions d'un relatif confort.

L'idée de base est de donner à une construction l'orientation et la forme les mieux aptes à la faire bénéficier des variations saisonnières du soleil, en position et en intensité, et à pouvoir répondre, grâce à lui, aux besoins de chauffage, de climatisation, de ventilation et d'éclairage.

Laisser le soleil pénétrer à l'intérieur pour y stocker sa chaleur permet d'élever la température ambiante en hiver et en voilant son rayonnement par un écran en été, permet la ventilation, en somme, c'est la façon la plus simple de faire la régulation thermique en cachant ou en exposant. Tirer le meilleur parti de l'ensoleillement s'obtient en jouant sur les caractéristiques énumérées ci-dessus, lesquelles relèvent de la géométrie, de la nature des matériaux utilisés et des protections fixes ou mobile<sup>1</sup>.

Ce chapitre montre la relation entre l'architecture et le climat. On commencera par la présentation du confort thermique, ses paramètres et les outils de son évaluation, par la suite on parlera des facteurs pouvant améliorer ce dernier.

En premier lieu la démarche bioclimatique : ses principes, ses systèmes de conception et les stratégies bioclimatique qui rentrent en jeu dans l'amélioration du confort. Par la suite nous aborderons l'aspect isolation thermique, les caractéristiques des matériaux isolant et les différents types d'isolants. Sans oublier le volet inertie thermique, à travers la chaleur spécifique des matériaux utilisés.

---

<sup>1</sup> I. Hurpy, la climatisation de l'habitat par cheminée solaire et le système du « Melkaf » solaire, cahier AFADES, énergies nouvelles, Ed. n°5, P. 105-110

## **1-Architecture bioclimatique**

Quand on parle d'écologie en architecture, plusieurs termes, notions et thèmes peuvent être évoqués. Parmi eux nous avons sélectionnés :

- Ecologique
- Bioclimatique (Passivhaus)
- Durable
- Bâtiment à énergie positive
- Bâtiment autonome
- Bâtiment à basse consommation (BBC)
- Ecoconstruction
- Eco- habitat
- Habita passif

### **1-1-La « green » architecture**

Durable ou architecture écologique : est un mode de conception et de réalisation ayant pour préoccupation de concevoir une architecture respectueuse de l'environnement et de l'écologie. On peut distinguer plusieurs orientations : le choix des matériaux, de dispositif pour favoriser les économies d'énergie en réduisant les besoins énergétiques, choix des méthodes d'apports énergétiques, le choix d'un cadre de vie .Le but primordial de l'architecture durable est l'efficacité énergétique de la totalité du cycle de vie du bâtiment. Les architectes utilisent de nombreuses techniques différentes pour réduire les besoins énergétiques de bâtiments, et ils augmentent leur capacité à capturer ou générer leur propre énergie<sup>2</sup>.

**1-2-Ecoconstruction** : Ou construction durable est la création ou la restauration, l'innovation ou la réhabilitation d'un bâtiment en lui permettant de respect au mieux l'écologie à chaque étape de la construction et plus tard, de son utilisation (chauffage, consommation d'énergie, rejet des divers flux). Ces constructions utilisent des matériaux de construction et d'isolation écologiques tel que la pierre, la brique de terre crue, chanvre et paille, fibre de bois, de laine...

---

<sup>2</sup>Cours Master Pro 2012-2013 Beaux-Arts de Tunis - ©Belkhamza sarah

**1-3-Eco-habitat** : « un bâtiment bioclimatique basse énergie, utilisant exclusivement des matériaux écologiques choisis selon le climat régional. »

**1-4-Bioclimatique** : « Une discipline de l'architecture qui tire le meilleur parti des conditions d'un site et de son environnement, pour une architecture naturellement la plus confortable pour ses utilisateurs ». La conception bioclimatique a pour objectif d'obtenir des conditions de vie, confort d'ambiance, d'adéquats et agréables (températures, taux d'humidité, insalubrité, luminosité, etc..) de manière la plus naturelle possible, en utilisant avant tout des moyens architecturaux, les énergies renouvelables disponibles sur le site (énergie solaire, géothermique, éolienne, et plus rarement l'eau), et en utilisant le moins possibles les moyens techniques mécanisés et le moins d'énergies extérieures au sites. »

Elle regroupe différentes appellations d'architectures ou de constructions spécialisées tel que : Solaire (captage d'énergie) + Passivhaus (respect de certains principes bioclimatiques).

## **2-L'historique de l'architecture bioclimatique**

### **2-1-L'architecture bioclimatique : 1960-70**

L'approche bioclimatique n'est pas nouvelle, elle s'inspire des maisons et habitats vernaculaires (voir votre cours sur l'habitat vernaculaire).

Dans la période qui a suivi la seconde guerre mondiale, l'expansion économique des pays industrialisés à généraliser peu à peu l'emploi d'installations techniques chargées d'assurer le confort des usagers en été comme hiver.

- ✓ **1960** – David Wright habitat organique profitant des apports solaires gratuits.
- ✓ **1970** – Prix croissant du gaz naturel et du pétrole a suscité une première crise de conscience de la finitude de ressources naturelles (pollution) refus des gaspillages ou des énergies fossiles<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Cours Master Pro 2012-2013 Beaux-Arts de Tunis - ©Belkhamsa sarah

## **2-2-L'architecture bioclimatique 1970**

L'approche bioclimatique a été tout d'abord très intuitive sans des outils réels de conception ou de mise en œuvre. Elle a tout de même évolué vers une série de grille d'évaluation importante (HBC, HPE).

- ✓ **1990** Première grille destinées à évaluer "objectivement" les caractéristiques environnementales du bâtiment.
- ✓ Green building Tool en Amérique du Nord
- ✓ Breeam au Royaume-Uni,
- ✓ Dbca aux Pays-Bas,
- ✓ Klimaaktivhaus en Autriche.
- ✓ Minergie en Suisse ([www.minergie.ch](http://www.minergie.ch))
- ✓ Habitat passif en Allemagne et en Autriche ([www.passiv.de](http://www.passiv.de)).
- ✓ Règlementation pour les classements de bâtiment ANME (TUNISIE)

## **➤ 'L'architecture bioclimatique' 1992**

Sommet au Brésil, engagement en faveur du développement durable. Nombre de pays ont accélérés le processus menant à la généralisation de la démarche environnementale dans tous les secteurs économiques.

- Isolation renforcée de l'enveloppe
- développement de techniques liées aux énergies renouvelable.
- Participation et insertion sociale (habitat écologique), participation sociale : « Institut Californien Carl Earth »
- Exp : Honduras l'association Eco-tec.

Le minimalisme architectural, reflet d'une décroissance conviviale, propriété donné à des matériaux recyclables<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Cours Master Pro 2012-2013 Beaux-Arts de Tunis - ©Belkhamsa sarah

### **3-L'architecture et le confort thermique**

#### **3-1 Relation : Architecture-Climat**

De tous temps, l'homme a essayé de tirer parti du climat pour gagner du confort et économiser l'énergie dans son habitation. Aujourd'hui, des règles d'adaptation à l'environnement, à l'architecture et aux climats permettent d'allier une tradition millénaire et des techniques de pointe.

De nos jours, les exigences du confort augmentent et se multiplient de plus en plus et les concepteurs semblent avoir négligé la fonction d'adapter le bâtiment au climat et à la maîtrise de l'environnement intérieur et extérieur. Ils ont confié le soin à la technologie de créer un environnement artificiel.

En considérant l'architecture dans une recherche d'intelligence, celle-ci doit créer elle-même, par son enveloppe (forme, matériaux, répartition des ouvertures) et ses structures intérieures, un microclimat confortable. L'architecture doit être étudiée en fonction du climat<sup>5</sup> et s'adapter à son environnement le plus proche, en utilisant les matériaux locaux et de recyclage capables d'améliorer non seulement le confort thermique mais également l'environnement.

Aujourd'hui, il faut réorganiser la relation entre l'architecture et son milieu, sous l'angle de la double responsabilité ; par rapport au milieu actuel et par rapport à celui des générations futures. En d'autre terme, on doit adapter le bâtiment au climat et au mode de vie des futurs habitants, car un mauvais choix peut coûter très cher à long terme sur le plan énergétique.

Dans les pays à climat chaud, aujourd'hui encore, le constat des conditions d'inconfort extrême que l'on rencontre dans les bâtiments est sévère : les conséquences néfastes pour les occupants sont nombreuses.

Pour cela, des concepts nouveaux dans le vocabulaire architectural tel que : « Architecture bioclimatique », « solaire passive », « architecture climatique » où une conception consciente de l'énergie, bâtiment à énergie zéro et à énergie positif a pris en considération les mécanismes du confort et l'économie d'énergie<sup>6</sup> insistent sur la relation de l'habitation au

---

<sup>5</sup> Lavigne Pierre, Architecture climatique une contribution au développement durable Tome1 : bases physiques, EDISUD 1994, P. 13

<sup>6</sup> G. Alexandroff et J.M, Architecture et climat soleil et énergies naturelles dans l'habitat; édition architectures Berger-Levrault, Paris1982, P. 216.

climat en vue de créer des ambiances « confortables » par des moyens spécifiquement architecturaux.

### **3-2-Le confort thermique et l'analyse bioclimatique**

#### **3-2-1-Le confort thermique**

Le confort thermique est la sensation d'équilibre et de contentement exprimé par l'individu envers les conditions thermiques. ASHRAE<sup>7</sup> le définit : *“Thermal Comfort is that condition of mind that expresses satisfaction with the thermal environment”*. Selon la norme ISO 10551<sup>8</sup>, l'homme perçoit et interprète son état thermique en fonction de ses préférences individuelles. Il porte un jugement qui peut être, perceptif, évaluatif ou préférentiel. Donc le confort thermique ne se résume pas à des paramètres physiques, mais il fait aussi intervenir des données subjectives.

Le confort thermique est le résultat d'un enchaînement successif de plusieurs phénomènes qui relèvent de différentes disciplines. En génie climatique, il s'agit de déterminer les effets du climat extérieur sur le bâtiment pour le dimensionnement des équipements. Les thermiciens font des études poussées pour connaître les champs de température et l'indice de confort.

Tandis qu'en thermo-physiologie, on étudie d'avantage les effets de l'environnement thermique intérieur sur le corps humain pour le calcul des grandeurs thermo-physiologiques.

En fin en psycho-sociologie, on s'intéresse à l'évaluation du climat intérieur par l'être humain grâce à l'interprétation en termes d'acclimatation qui est la composante subjective<sup>9</sup>.

---

<sup>7</sup>ASHRAE: American Society of Heating Refrigerating and Air conditioning Engineers

<sup>8</sup>ISO 10551 (International Standard Organization) : Evaluation de l'influence des ambiances thermiques à l'aide d'échelle de jugements subjectifs

<sup>9</sup>Thelier. F et al, Les outils d'évaluation du confort thermique, Journée SFT/ CSTB, 04/02/2003, Nantes.



### 3-2-1-1-Les outils d'évaluation du confort thermique

Diverses recherches ont été menées pour connaître les limites du confort thermique sous forme d'indices et diagrammes bioclimatiques. Débutant en 1923 par l'établissement de la température effective 'ET index

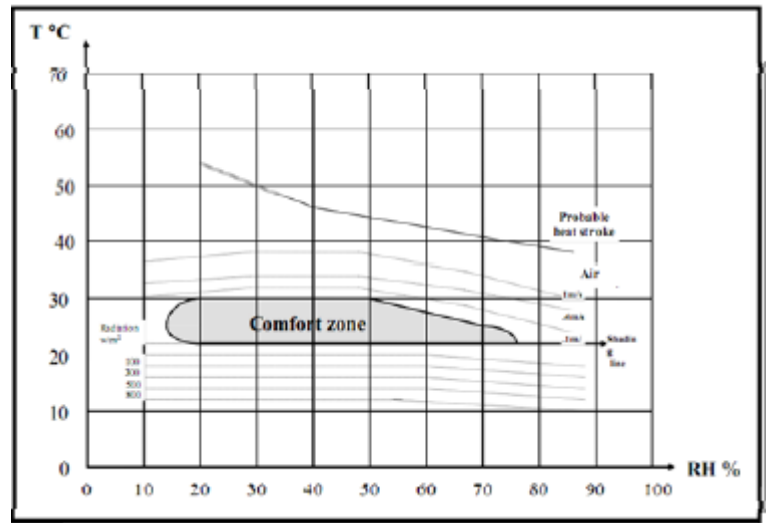


Figure 23 : Diagramme bioclimatique d'Olgay, source : Olgay,1953

Par F. Houghton et C. Yaglou<sup>10</sup>. Cet indice indique la sensation thermique après une exposition aux paramètres climatiques. En 1953 le premier « diagramme bioclimatique » a été proposé par V. Olgay, avec la vitesse de l'air nécessaire pour établir le confort en relation avec l'humidité et le refroidissement par évaporation Figure 23. Par la suite ASHRAE a présenté une zone de confort d'été et d'hiver sous forme de température effective. L'outil est resté en application jusqu'à 1961 où d'autres recherches en 1970 ont abouti à la détermination de la température neutre par M. Humphrey, dont la formule est :

$$T_n = 11.9 + 0.534 T_0$$

Où:

$T_n$  : température neutre en °C et  $T_0$  : température extérieure moyenne du mois en question en °C.

A l'encontre de la méthode d'Olgay qui est plutôt recommandée pour assurer le confort extérieur en climat chaud et humide, B. Givoni a établi un diagramme psychrométrique où il exprime les techniques et les dispositifs architecturaux à utiliser pour établir le confort intérieur Figure 24.

<sup>10</sup> D. Medjelakh, Impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment, Cas de l'habitation de l'époque coloniale à Guelma, Mémoire de magistère, université de Constantine, 2006

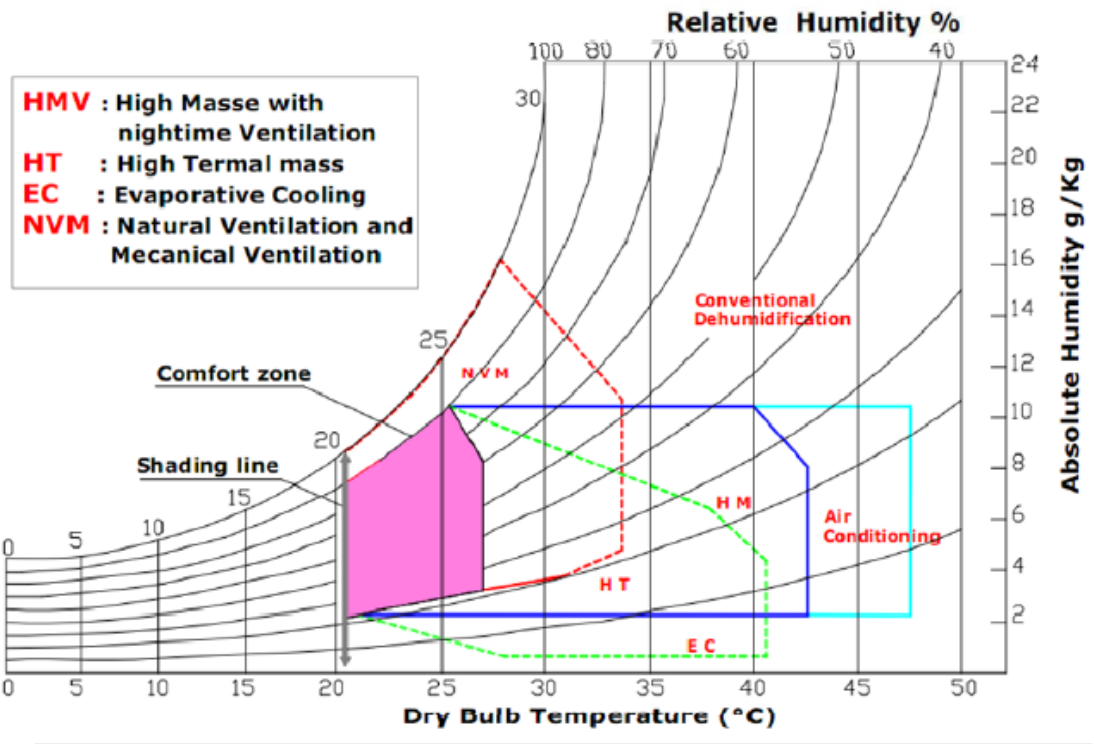


Figure 24: Diagramme bioclimatique de Givoni (source: Givoni 1978)

Or, les diagrammes et les outils proposés jusqu'ici ont été critiqués en 1980 par Evans et Szokolay, à cause du problème soulevé l'incohérence entre les résultats du confort thermique calculé et le confort réel perçu par les sujets.

En 1981, Auliciems est arrivé à déterminer une nouvelle formule de la température neutre, en révisant celle de M. Humphrey, dont la formule est :

$$T_n = 17.6 + 0.31 T_0$$

En 1983, Koenigsberger et al ont élaboré la méthode dite « Forward Analysis » ou analyse préalable. Basée sur les tables de Mahoney pour l'établissement des principes de conception avec une analyse climatique préalable<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Koenigsberger et al, Climatic design, London, New York: Ed LONGMAN 1974, P. 306.

1984, la norme internationale ISO 7730<sup>12</sup>, a suggéré d'estimer les ambiances thermiques modérées utilisées en habitat et le travail dans les bâtiments à l'aide de deux indices.

Le premier PPD<sup>13</sup>, fournit un avis statique moyen d'appréciation du confort de l'ambiance. Le second PMV<sup>14</sup>, indique le nombre de divergents Figure 25.

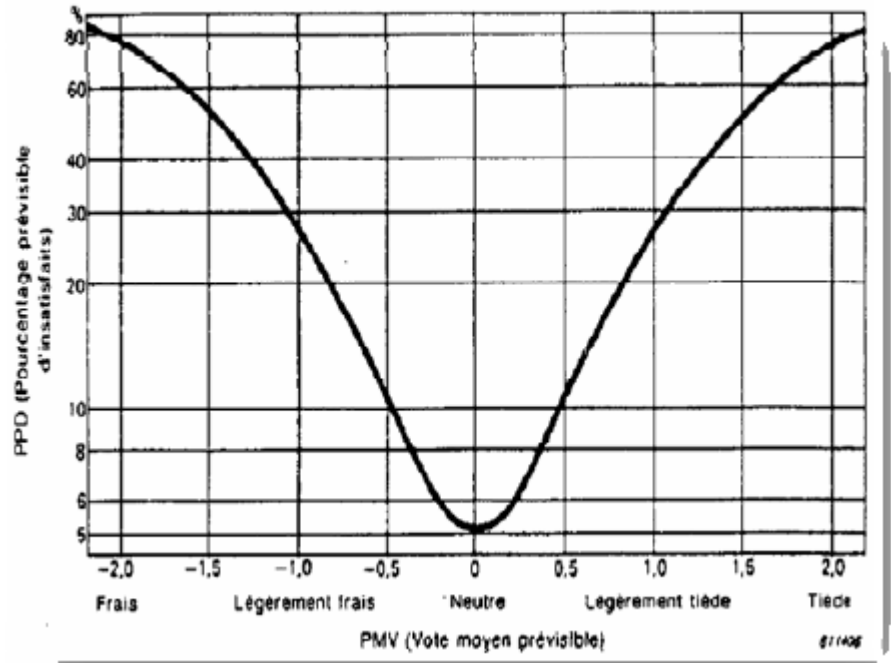


Figure 25: PMV-PPD (source: Norme SN EN ISO 7730)

L'indice PMV-PPD a été développé à partir du calcul d'un bilan thermique simplifié du corps humain dans un état proche du confort et de relations empiriques établies grâce à une grande base de données expérimentales de Fanger en 1970.

<sup>12</sup> ISO 7730: Ambiances thermiques modérées- Détermination des indices PMV et PPD et spécification des conditions de confort thermique. Zone de confort:  $-0,5 < PMV < +0,5$  moins de 10 % d'insatisfaits

<sup>13</sup> PPD: Predicted Percentage Dissatisfied (vote moyen prévisible)

<sup>14</sup> PMV: Predicted Mean Vote

La norme ISO 7730 a déterminé ainsi la température opérative en fonction des conditions climatiques, l'habillement et l'activité du sujet Figure 26.

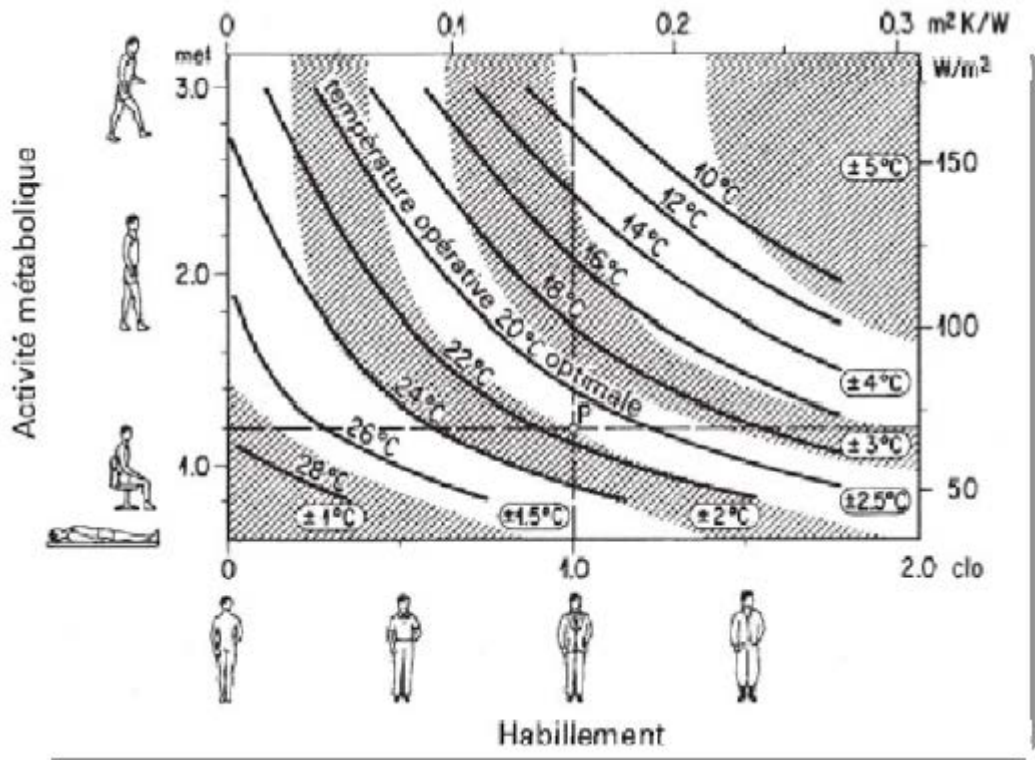


Figure 26 : Température opérative optimale en fonction de l'activité et de l'habillement,  
(Source : Norme SN EN ISO 7730)

### 3-3-Les facteurs influant le confort thermique

#### 3-3-1-La démarche bioclimatique

Nos climats n'offrent pas de conditions suffisantes pour assurer le confort thermique toute l'année, il est nécessaire de corriger ses données par le chauffage ou la climatisation des bâtiments. L'objectif à poursuivre est donc d'obtenir la meilleure adéquation entre le climat, le bâtiment et le comportement de l'occupant<sup>15</sup>.

Redécouverte au début des années 70, l'architecture bioclimatique recherche une synthèse harmonieuse entre la destination du bâtiment, le confort de l'occupant et le respect de l'environnement. Elle permet de réduire les besoins énergétiques et de créer un climat de bien être dans les pièces avec des températures agréables, une humidité contrôlée et un éclairage naturel abondant.

<sup>15</sup> A. Liébard A. De Herde : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Ed. Le Moniteur, Paris 2005.

En effet, une architecture bioclimatique tire le meilleur parti du rayonnement solaire et de la circulation naturelle de l'air. Il s'agit de trouver l'équilibre idéal entre l'habitat, le mode de vie des occupants et le climat local, afin de rapprocher au maximum ses occupants des conditions de confort. Sous les climats arides, les variations de l'ensoleillement, du vent et des températures nécessite une mise en oeuvre de diverses stratégies adaptées aux différentes saisons. En hiver, il importe de profiter des apports solaires et de se protéger du froid, en été par contre, il faut se préserver du soleil. L'habitat bioclimatique s'accorde enfin aux rythmes naturels en tirant le meilleur parti possible de la lumière naturelle (stratégie de l'éclairage naturel)<sup>16</sup>.

En 1999, ces objectifs environnementaux étaient plutôt avant-gardistes. Aujourd'hui, «bâtir durable» est une tendance forte, tant auprès des particuliers que des entreprises. La conception architecturale bioclimatique s'inscrit dans la problématique contemporaine liée à l'aménagement harmonieux du territoire et à la préservation du milieu naturel. Cette démarche, partie prenante du développement durable, optimise le confort des habitants, réduit les risques pour leur santé et minimise l'impact du bâti sur l'environnement<sup>17</sup>. Parler d'architecture bioclimatique, au-delà des questions d'économie d'énergie et de protection de l'environnement c'est avant tout se référer au bien-être des habitants.

### **3-3-1-1-Principes de bases de l'architecture bioclimatique<sup>18</sup>**

S'inscrivant dans une démarche de développement durable, l'architecture bioclimatique se base sur les principes suivants :

- Minimiser les pertes énergétiques en s'adaptant au climat environnant :

1. Compacité du volume
2. Isolation thermique performante pour conserver la chaleur
3. Réduction des ouvrants et surfaces vitrées sur les façades exposées au froid ou aux intempéries.

- Privilégier les apports thermiques naturels et gratuits en hiver :

1. Ouvertures et vitrages sur les façades exposées au soleil

---

<sup>16</sup> Ibid.

<sup>17</sup> Liebard. A et De Herde. A, Guide de l'architecture bioclimatique ; Tome4 ; Cours fondamental : Construire avec le développement durable, 2002

<sup>18</sup> Karima. Benhalilou : Impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment cas du climat semi-aride, mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère option bioclimatique, 2008

2. Stockage de la chaleur dans la maçonnerie lourde
3. Installations solaires pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

- Privilégier les apports de lumière naturelle :

1. Intégration d'éléments transparents bien positionnés

2. Choix des couleurs

- Privilégier le rafraîchissement naturel en été

1. Protections solaires fixes, mobiles ou naturels (avancées de toiture, végétation,...)

2. Ventilation

3. Inertie thermique appropriée

==> Une construction bioclimatique n'a pas besoin ou peut de système de climatisation et de chauffage

### **3-3-1-2-Les systèmes bioclimatiques**

#### **A-Le solaire passif**

Concevoir le bâtiment pour qu'il profite naturellement des atouts d'un site et de l'énergie du rayonnement solaire. La conception solaire passive n'a de sens que si l'enveloppe du bâtiment est performante<sup>19</sup>, elle doit pouvoir être bien conçue pour conserver l'énergie en faisant intervenir plusieurs paramètres :

- Garantir un niveau d'isolation thermique convenable et éviter les ponts thermique ;
- Eviter les infiltrations en ayant une enveloppe étanche ;

---

<sup>19</sup> A. Liébard A. De Herde, *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, concevoir, édifier et aménager avec le développement durable*, Ed. Le Moniteur, Paris 2005.

- Maximiser les apports solaires en choisissant l'orientation du bâtiment, et en travaillant sur les hauteurs angulaires du soleil pour le laisser pénétrer le plus profondément au cœur du bâtiment, les cours intérieurs, l'éclairage zénithal, etc. inversement pour éviter la surchauffe il faut limiter la surface des baies vitrées sur certaines orientations, utiliser un ombrage structurel de façade, et ventiler la maison ;
- Construire avec des matériaux stocker de chaleur et atténuer la fluctuation de températures. Ses masses seront disposées de manière à recevoir directement le rayonnement solaire.

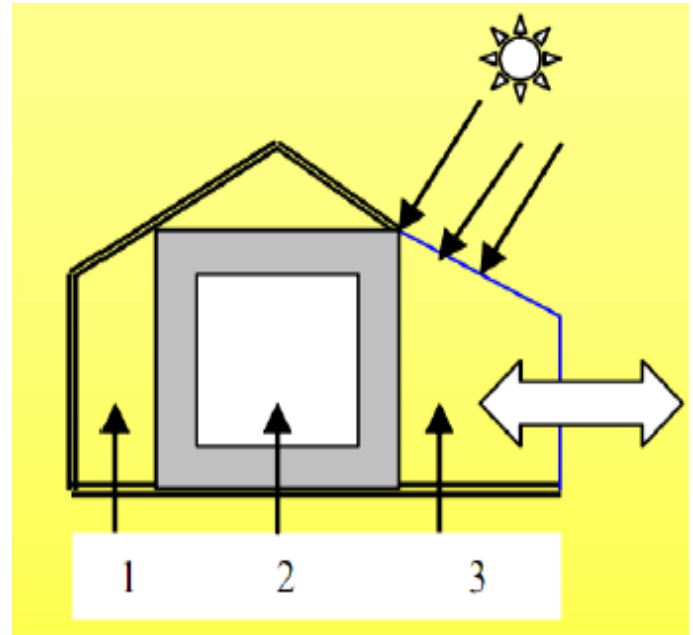


Figure 27: Le système solaire passif, (Source A. Lièbard A. De Herde)

- 1) les volumes tampons au nord protègent l'espace central des déperditions thermiques, et du vent froid d'hiver ;
- 2) l'espace central, compact et à forte inertie reçoit la chaleur captée (transmission par conduction et convection) ;
- 3) les volumes vitrés au sud captent le soleil pendant la saison froide (vérandas, serres et jardins d'hiver).

### **B-Le solaire actif**

L'énergie solaire est captée par un panneau solaire soit en toiture soit en façade. Cette énergie chauffe un fluide caloporteur (air, eau) qui la transfère à un stock. Cela nécessite une dépense d'énergie (électrique) qui représente une fraction de l'énergie captée. Parmi les systèmes actifs : le chauffe-eau solaire, le plancher solaire direct et les capteurs solaires.

### **C-Le solaire hybride**

Ces systèmes ont un fonctionnement tantôt passif tantôt actif, parmi eux le collecteur fenêtre qui lorsque le rayonnement est faible se comporte comme une fenêtre ordinaire (gains directs) et lorsque c'est le contraire, un store vénitien est abaissé dans la coulisse entre la fenêtre

interne et externe et un ventilateur pulse l'aire en circuit fermé du collecteur vers le stock et inversement. Ses systèmes sont relativement complexes, encombrants et coûteux.

### **3-3-1-3-La conception bioclimatique**

#### **3-3-1-4- Les options d'ensemble**

##### **• L'implantation**

L'implantation judicieuse d'un édifice est la tâche la plus importante de l'architecte. Elle détermine l'éclairage, les apports solaires, les déperditions, les possibilités d'aération, etc. Mais aussi les qualités de l'habitat : communications, vues, rapports de voisinage, etc.<sup>20</sup>.

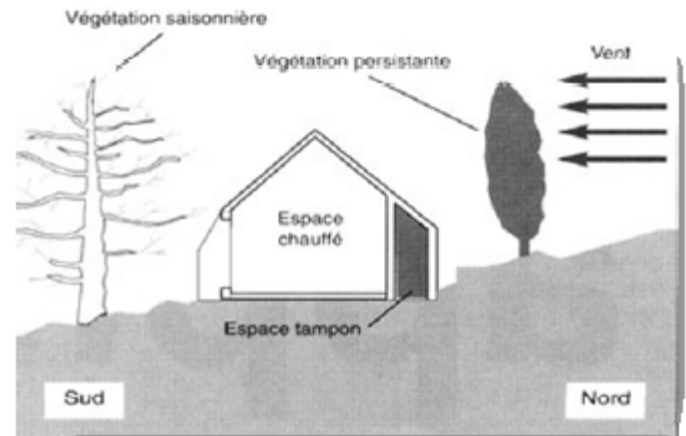


Figure 28: Une bonne implantation de la maison, (source : A. Merzeg)

Les objectifs d'une bonne implantation sont :

Le bâtiment doit être situé de façon à réduire les consommations d'énergie relatives à l'éclairage artificiel et au refroidissement mécanique, et à contrôler l'accès à l'énergie solaire pour l'éclairage naturel ;

Réduction et contrôle du rayonnement solaire ;

Amélioration de la ventilation naturelle et du refroidissement naturel des surfaces externes du bâtiment.

##### **• L'orientation**

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

<sup>20</sup> A. Liébard A. De Herde, *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, concevoir, édifier et aménager avec le développement durable*, Ed. Le Moniteur, Paris 2005



Parfois agréable l'été, le vent est toujours source d'inconfort l'hiver. Par conséquent, protéger les façades des vents froids est toujours souhaitable, voire prioritaire, pour minimiser la consommation de chauffage.

Le soleil intervient pour dispenser lumière et chaleur. Une orientation adaptée aux contraintes du bâtiment permet ainsi de réduire les consommations de chauffage et d'éclairage. On constate une sensible diminution des besoins de chauffage pour une orientation sud, alors qu'il ne cesse d'augmenter pour une orientation Nord.

Les pièces orientées au Nord bénéficient toute l'année d'une lumière égale et du rayonnement solaire diffus. Pendant l'été, elles peuvent souffrir d'un rayonnement direct au petit matin et en soirée car le soleil est bas et ses rayons provoquent un éblouissement difficile à contrôler.

Les pièces orientées à l'Est bénéficient du soleil le matin mais la lumière est difficile à maîtriser car les rayons sont bas sur l'horizon. L'exposition solaire y est faible en hiver mais, en été, elle est supérieure à l'orientation Sud, ce qui est peu intéressant.

Les pièces orientées à l'Ouest présentent des caractéristiques identiques : possibilité d'inconfort visuel par éblouissement et surexposition en été. De plus, en été, ces pièces étant exposées à un rayonnement solaire intense qui s'additionne aux températures déjà élevées en fin de journée, il devient difficile de contrôler les surchauffes.

Les pièces orientées au Sud bénéficient d'une lumière plus facile à contrôler et d'un ensoleillement maximal en hiver et minimal en été. En effet, en hiver, le soleil bas ( $\pm 17^\circ$ ) pénètre profondément dans la maison tandis qu'en été, la hauteur solaire est plus élevée ( $\pm 60^\circ$ ) et la pénétration du soleil est donc moins profonde. Le sud est l'orientation qui permet le meilleur contrôle passif de l'ensoleillement. Les apports solaires sur une surface verticale (fenêtre) sont également nettement inférieurs au Sud car ils sont diminués par un facteur égal au cosinus de l'angle d'incidence.

### **• La forme**

L'effet de la forme du bâtiment sur son comportement thermique est grandement fonction du degré d'exposition de l'enveloppe à la température extérieure et au vent. Les conclusions de base proposées par « Olgay » pour la forme du bâtiment sont :

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

Toutes les formes allongées selon l'axe nord-sud fonctionnent hiver comme été avec une efficacité énergétique inférieure à celle du bâtiment carré ;

L'optimum dans tous les cas est une forme allongée dans une direction voisine de l'axe est-ouest.

On constate une évolution constante de la forme des bâtiments quand on se déplace des climats froids vers les climats chauds et arides. Des études sur des formes carrées, oblongues de divers types et sur l'orientation des bâtiments dans la plupart des régions climatiques montrent qu'il existe quelques formes standard pour minimiser les transferts thermiques. Ces formes sont un équilibre entre la saison froide où les gains solaires peuvent être utiles et la saison chaude où ils doivent être évités.

### **3-3-1-5-La ventilation naturelle**

La ventilation naturelle permet de renouveler l'air vicié par de l'air frais et sain, elle participe aussi au confort thermique du corps en lui prélevant de la chaleur, par évaporation de sueur.

Enfin, la ventilation permet le refroidissement de la masse interne des bâtiments dans certaines conditions de climat chaud. Elle permet d'évacuer la chaleur cumulée pendant la journée afin d'atténuer l'inconfort lors des périodes chaudes de l'année.

La ventilation naturelle est principalement utilisée pour le contrôle de la qualité de l'air intérieur et aussi pour fournir le confort thermique en été<sup>21</sup>. Enfin, en paraphrasant A. Liebard,

la ventilation naturelle est provoquée par une différence de température ou de pression entre les façades d'un bâtiment<sup>22</sup>.

### **3-3-1-6-La recherche du confort thermique**

Le confort thermique est défini comme un état de contentement et d'équilibre de l'homme vis-à-vis de l'environnement thermique. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son environnement<sup>23</sup>. Il est fonction de 6 paramètres physiques<sup>24</sup> :

a. Le métabolisme, qui est la production de chaleur interne du corps humain ;

---

<sup>21</sup> Medjelekh D, Impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment, 2006, p 93

<sup>22</sup> A.Liebard, Traité d'architecture et d'urbanisme climatiques, ed le moniteur, 2004, p 135

<sup>23</sup> A.Liebard, Traité d'architecture et d'urbanisme climatiques, ed le moniteur, 2004, p 30

<sup>24</sup> Ibid, page30

- b. L'habillement, qui va représenter une résistance thermique aux échanges de chaleur entre l'environnement et la surface de la peau ;
- c. La température ambiante de l'air ;
- d. La température de surface des parois ;
- e. L'humidité de l'air ;
- f. La vitesse de l'air.

Différents auteurs ont travaillé sur la question du confort thermique, où différents outils d'évaluation ont vu le jour<sup>25</sup>.

Parmi elles, la méthode OLGAYAY, la méthode GIVONI. Concernant la méthode Olgyay, elle consiste à dire que le confort thermique doit être estimé en tenant compte de la température de l'air, de l'humidité et de la vitesse de l'air<sup>26</sup>.

Cette dernière est plutôt recommandée pour assurer le confort extérieur en climat chaud et humide, voir figure 29.

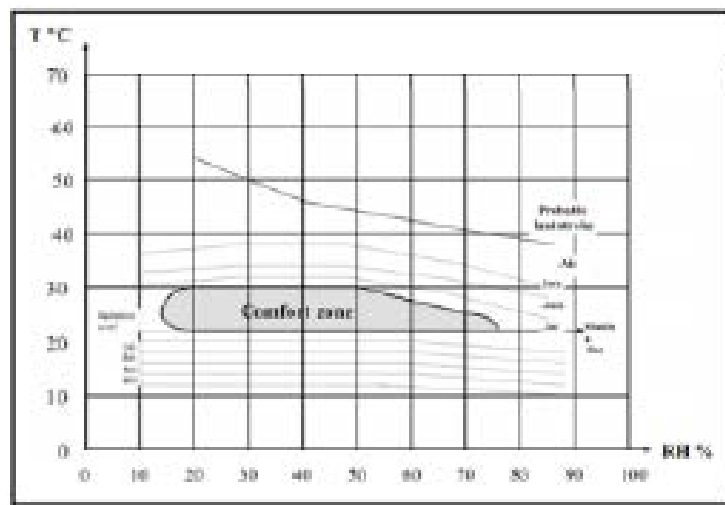


Figure 29 diagrammes bioclimatiques d'Olgyay, Source : Medjlekh, 200

La méthode Givoni a mis au point un diagramme psychométrique figure 30, où il exprime les techniques à prévoir pour assurer un confort intérieur.

<sup>25</sup> Izard, Archi bio, ed parenthèses, 1979, p12

<sup>26</sup> Ibid p12

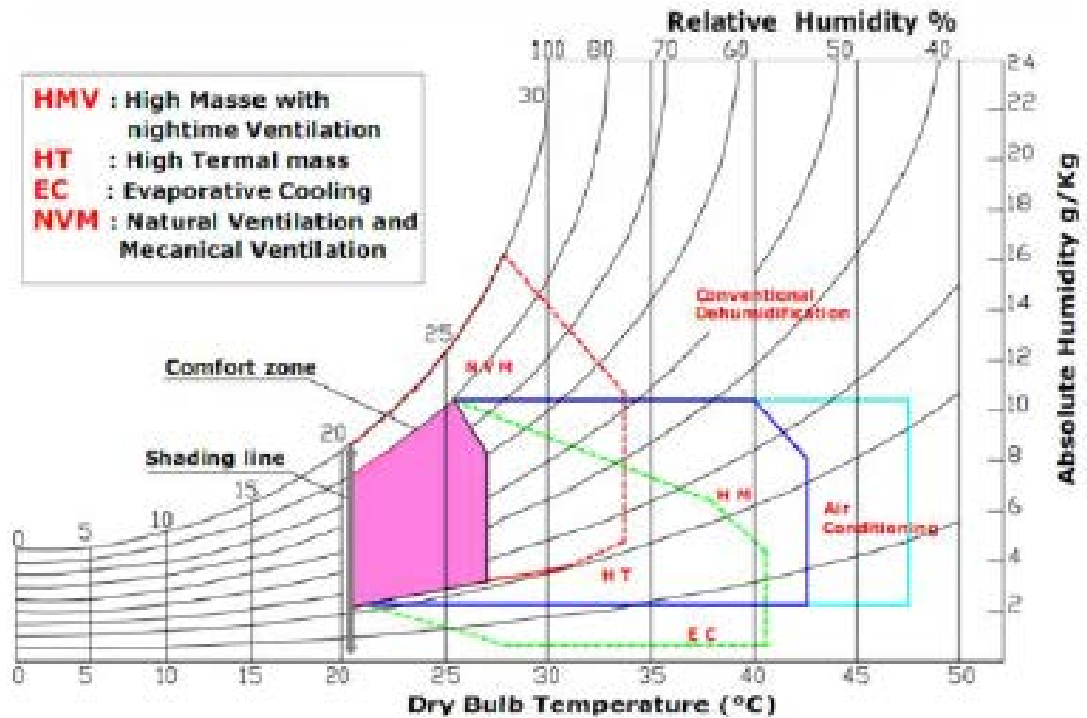


Figure 30 Diagramme bioclimatique de Givoni,

Source : Givoni. Baruch, L'homme, l'architecture et le climat.

### A- Le confort d'hiver

Au confort d'hiver répond la stratégie du chaud : c'est-à-dire **capter** la chaleur du rayonnement solaire souvent par effet de serre, la **stocker** dans la masse d'un matériau à forte inertie thermique et surtout la **conserver** par l'isolation thermique (utilisation des matériaux isolants thermiques) et enfin la **distribuer** dans l'habitat tout en la régulant<sup>27</sup>.

### B- Le confort d'été

Au confort d'été répond la stratégie du froid c'est-à-dire se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, minimiser les apports internes, dissiper la chaleur en excès souvent par ventilation naturelle ou artificielle<sup>28</sup>.

### 3-3-1-7-Les principes de l'inertie thermique

L'inertie thermique d'un matériau est le pouvoir de ce dernier à stabiliser les oscillations de la température figure 31, elle est appréciée par la chaleur spécifique du matériau qui représente la quantité de chaleur nécessaire pour augmenter la température de 1°C d'un kilogramme de

<sup>27</sup> A.Liebard, Traité d'architecture et d'urbanisme climatiques, éd. le moniteur, 2004, page 31

<sup>28</sup> Ibid, page 32

ce dernier ( $J/kg \text{ } ^\circ C$ ). Elle est de  $4185 J/kg \text{ } ^\circ C$ , de  $2300 J/kg \text{ } ^\circ C$  environ pour le bois et de  $400 J/kg \text{ } ^\circ C$  pour l'acier. Ces différentes valeurs montrent bien que l'acier ne peut en aucun cas stabiliser les oscillations thermiques, vue sa chaleur spécifique très réduite, le contraire est vrai pour le bois c'est pour cela qu'on parle de la douceur de ce dernier

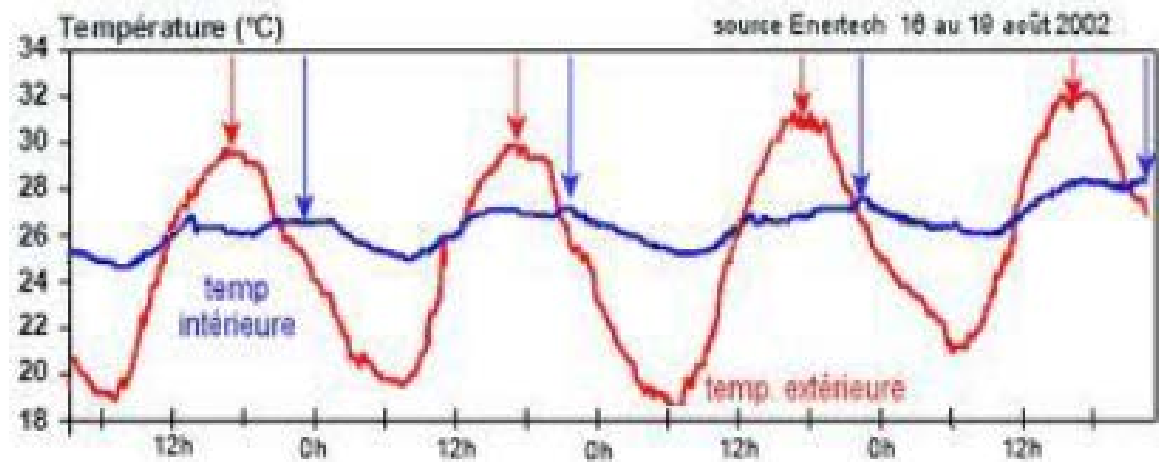


Figure 31 Rôle de l'inertie thermique comme stabilisatrice des températures intérieures,  
source :Enertech 16 au 19 août 2002

L'inertie selon Quillet, est la « propriété qu'ont les corps de ne pouvoir modifier d'eux-mêmes l'état de mouvement ou de repos dans lequel ils se trouvent »<sup>29</sup>.

D'après A. Liebard, l'inertie thermique d'un bâtiment mesure sa capacité à stocker en chaleur, à en différer la restitution et à atténuer l'effet des surchauffes dues aux apports solaires.<sup>30</sup> Il ajoute aussi que « l'inertie thermique d'un matériau mesure sa capacité à accumuler de la chaleur et à en différer la restitution après un certain temps ».<sup>31</sup>

« La science de la construction traditionnelle correspond à une connaissance exacte et raisonnée, fondée sur l'expérimentation du comportement en œuvre des matériaux de construction..., exclusivement expérimentale et qui s'est développée sans aucune théorisation mathématique. Son caractère scientifique est parfois occulté à nos yeux »<sup>32</sup>.

Nous illustrerons dans le prochain chapitre, par le biais d'exemples troglodytiques et l'exemple de l'igloo, et nous confirmerons que l'inertie thermique de l'enveloppe est un paramètre essentiel pour le maintien du confort intérieur.

<sup>29</sup> Quillet de Vigan. Jean, Dicrobat dictionnaire général de bâtiment, Paris: Edition Arcature 2003

<sup>30</sup> A.Liebard, Traité d'architecture et d'urbanisme climatiques, éd. le moniteur, 2004, p 91

<sup>31</sup> Ibid, p 133

<sup>32</sup> Coignet. J, Réhabilitation : arts de bâtir traditionnel connaissances et techniques, Aix-En-Provence: Ed edisud, 1987, p 21

### • Organisation générale de la maison

Voici l'organisation générale de la maison bioclimatique :

Au sud, les pièces de vie consacrées aux activités de jour : salon, salle à manger, cuisine, bureau. Ces pièces doivent posséder de grandes ouvertures vitrées vers le sud pour mieux capter le rayonnement solaire l'hiver;

A l'est et au sud-est, les chambres profitent du soleil levant. A l'ouest et au sud-ouest, elles bénéficient du soleil couchant ;

Au nord, les espaces de service et de circulation qui n'ont pas besoin de beaucoup de lumière : escaliers, halls, WC, salles de bain, buanderie, débarras, garage. Ces pièces ne doivent pas posséder de trop grandes ouvertures pour éviter de se refroidir au contact des vents froids du nord. Ainsi, ces pièces appelées espaces-tampons protègent le reste de la maison d'une perte d'énergie thermique.

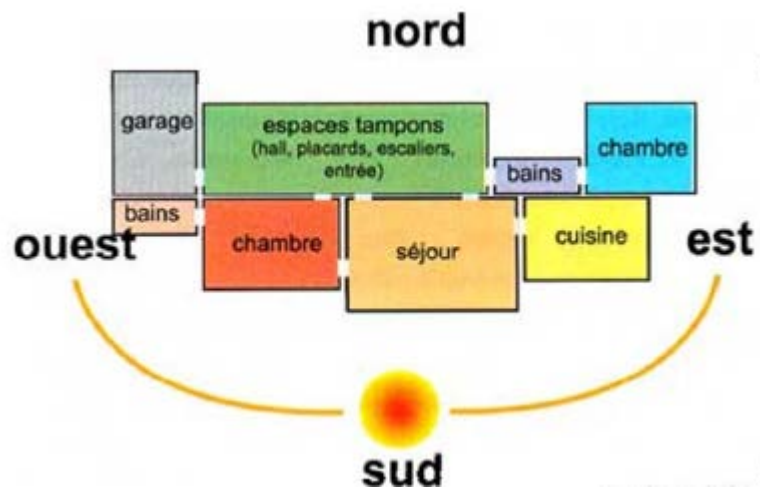


Figure 32 : Une orientation préférentielle des pièces de la maison (source : ADEME)

### • Le choix des couleurs

Des sols et des murs sombres absorbent mieux l'énergie de la journée. Ce principe associé aux matériaux adéquats donne des performances optimales au niveau du stockage de chaleur.<sup>33</sup>

<sup>33</sup> Thème: Performances thermiques du matériau terre pour un habitat durable des régions arides et semiarides : cas de Timimoune mémoire de magister AIT KADI Salima

### **3-1-3-Les dispositifs de protections solaires**

On appelle protection solaire tout corps empêchant le rayonnement solaire d'atteindre une surface qu'on souhaite ne pas voir ensoleillée, dans le but de :

- Réduire les surchauffes dues au rayonnement solaire. Si l'on identifie un problème de surchauffe, il faudra préférer un système de protection solaire extérieure, qui bloque le rayonnement avant production de l'effet de serre ;
- Améliorer l'isolation en augmentant le pouvoir isolant des fenêtres. Cette propriété sera principalement recherchée durant les nuits d'hiver. Certaines protections intérieures peuvent réduire les déperditions thermiques des fenêtres de 25 % à 40 % ;
- Contrôler l'éblouissement. Un ensoleillement excessif peut rendre tout travail impossible. Ce phénomène est aussi important pour des fenêtres orientées au sud durant la saison chaude que lorsque le soleil est bas sur l'horizon : le matin, pour les fenêtres orientées à l'est, le soir, pour les fenêtres orientées à l'ouest, ou encore au sud en hiver. De même, dans les locaux orientés au nord, la vision directe d'un ciel trop lumineux peut devenir gênante et nécessiter une protection. La luminosité peut être contrôlée par un système de protection installé indifféremment à l'extérieur ou à l'intérieur.

Les protections solaires peuvent être intégrées à l'architecture : structurales (porche, véranda, brise-soleil) ou appliquées (stores, persiennes, volets). Elles peuvent également être fixes ou mobiles (Louvres), intérieures ou extérieures, verticales (principalement pour l'est et l'ouest) ou horizontales.

Elles peuvent également être liées à l'environnement : la végétation à feuilles caduques procure un ombrage naturel saisonnier. On recherchera des essences avec peu de branchages, pour avoir un ombrage minimum en hiver, mais avec un feuillage dense pour la raison inverse, en été. En ville, les bâtiments voisins constituent un masque important au rayonnement solaire. Le relief peut aussi devenir un élément essentiel de l'accessibilité du rayonnement solaire sur un bâtiment. En effet, si un bâtiment se trouve sur un terrain en pente, exposé au nord, celui-ci risque de ne jamais recevoir de rayonnement solaire en hiver.<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> Thème: Performances thermiques du matériau terre pour un habitat durable des régions arides et semi-arides : cas de Timimoune mémoire de magister AIT KADI Salima



Figure 33: Volets suspendu permettant de moduler l'ensoleillement (Source A. Lièbard A. De Herde)



Figure 34: Volet coulissant permettant de tamiser la lumière (Source A. Lièbard A. De Herde)



Figure 35: Avant toit protégeant des rayonnements du soleil (Source A. Lièbard A. De Herde).



Figure 36: Protection solaire par la végétation (Source A. Lièbard A. De Herde)

### **3-3-4-L'isolation thermique**

L'isolation thermique est la propriété que possède un matériau de construction pour diminuer le transfert de chaleur entre deux ambiances. Elle a pour but de protéger les bâtiments et leurs occupants contre les effets de variations de températures et des conditions atmosphériques ainsi que de l'humidité<sup>35</sup>. Généralement, ces matériaux, dits isolants thermiques d'origine minérale, végétale, organique ou hétérogène.<sup>36</sup>

<sup>35</sup> A. Bonhomme. Isolation thermique des bâtiments. 4e édition mise à jour et augmentée. Ed. du Moniteur, Paris 1979, P. 24.

<sup>36</sup> Thème: Performances thermiques du matériau terre pour un habitat durable des régions arides et semi-arides : cas de Timimoune mémoire de magister AIT KADI Salima



L'isolation thermique permet à la fois de réduire les consommations d'énergie de chauffage et/ou de climatisation et d'accroître le confort thermique. D'après la norme française NF P 75-101, l'appellation "isolant thermique" dans le bâtiment est réservée aux produits dont la résistance thermique est au moins égale à  $0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ , et dont le rapport de l'épaisseur par sa résistance thermique (conductivité thermique  $\lambda$ ) est au plus égal à  $0,065 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$ <sup>37</sup>. La Figure 37 présente en pourcentages indicatifs les pertes de chaleur d'une maison traditionnelle non isolée.

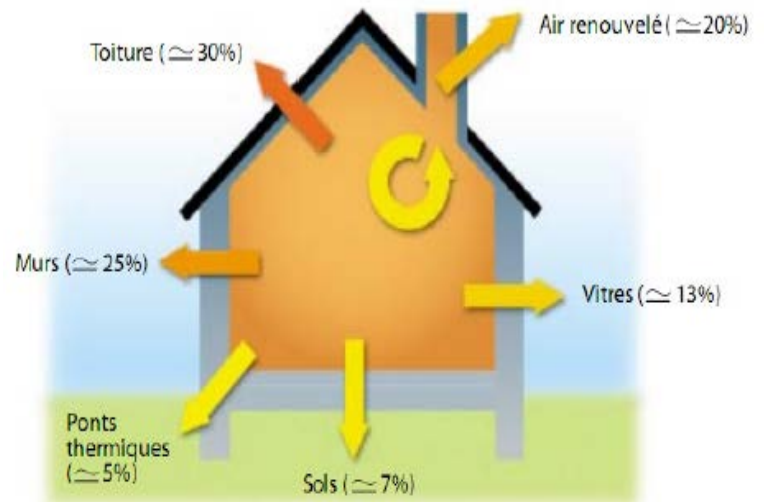


Figure 37: Ensemble des déperditions thermiques d'une maison non isolée, (source ADEME Graphies).

### 3-3-4-1- Caractéristiques des matériaux d'isolation thermique

#### A-La résistance thermique

La résistance thermique  $R$  mesure combien un matériau «résiste» à la perte de chaleur, plus  $R$  est élevée, mieux c'est<sup>38</sup>. La résistance thermique  $R$  ( $\text{m}^2 \text{ K} / \text{W}$ ) est le rapport de l'épaisseur du matériau  $e$  (en mètre) sur sa conductivité thermique  $\lambda$  (en  $\text{W}/\text{m} \cdot ^\circ \text{C}$ ) :

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Plus la résistance thermique est grande est plus le matériau s'opposera au passage de la chaleur. Elle est d'autant plus grande que l'épaisseur «  $e$  » est grande et que la conductivité thermique «  $\lambda$  » est faible.

<sup>37</sup> A. Merzeg. La réhabilitation thermique de l'habitat contemporain en Algérie, Mémoire de Magistère, UMMTO, 2010

<sup>38</sup> P. G. Bellin. L'habitat bio-économique. Ed. Eyrolles. Paris 2008, P. 20.

## **B- La conductivité thermique**

C'est le flux de chaleur, par mètre carré, traversant un matériau d'un mètre d'épaisseur pour une différence de température de un degré entre les deux faces. Elle s'exprime en watts par mètre et par degré Celsius (W/m. °C). C'est une donnée intrinsèque à chaque matériau, qui caractérise donc uniquement ses performances isolantes. Le coefficient  $\lambda$  (lambda) d'un matériau caractérise sa capacité à transmettre la chaleur par conduction, plus  $\lambda$  est grand, plus le matériau est conducteur de chaleur. Plus  $\lambda$  est petit, plus le matériau est isolant thermiquement<sup>39</sup>.

### **3-3-4-2- Les matériaux isolants**

Il existe plusieurs types d'isolants thermiques, dont le critère de classification suivant la norme française NF P 75-101, repose sur la structure de leur matrice solide et la nature chimique de la substance qui la constitue. Nous retiendrons à cet effet les types d'isolants suivants<sup>40</sup> :

#### **A-Les isolants fibreux**

Nous distinguons dans cette catégorie, les isolants fibreux minéraux manufacturés à partir de matières amorphes fondues tel que le basalte, le verre, la silice vitreuse. Les principaux représentants sont les laines minérales et les isolants en fibres céramiques. Les isolants fibreux organiques, par contre, sont d'origine naturelle, comme la laine de bois, la laine animale ou manufacturés à partir de matières plastiques comme les fibres de polyester.

#### **B-Les isolants cellulaires**

Ce sont les matériaux poreux à matrice solide contenant des cellules fermées, ouvertes ou partiellement ouvertes, contenant de l'air ou un autre gaz ayant servi à l'expansion du matériau initial. Parmi les isolants cellulaires d'origine minérale, on retrouve le béton cellulaire léger et le verre cellulaire. Parmi les isolants cellulaires organiques manufacturé-t-on compte le polystyrène expansé et extrudé, le polyuréthane, le polychlorure de vinyle, la mousse phénolique et les mousses souples d'élastomère

---

<sup>39</sup> F. Jadoul, La Terre est notre maison, Construire, rénover, habiter en respectant l'Homme et l'environnement, Ed. Luc Pire, Bruxelles 2002, P. 50

<sup>40</sup> C. Langlais et S. Klarsfeld, Isolation thermique à température ambiante, Techniques de l'ingénieur, Document n° C 3 371. France.

### **Conclusion**

Les exigences constructives favorisent le surdimensionnement des équipements de contrôle et de régulation des ambiances thermiques (systèmes de chauffage, de rafraîchissement et de climatisation).

L'enveloppe est, naturellement, le lieu privilégié des relations entre espaces intérieurs et extérieurs. Il s'agit, alors, de gérer simultanément le rôle que joue la paroi du bâtiment, et celui qu'elle assure comme élément de contrôle des échanges intérieurs/extérieurs. Par conséquent, ce qui est à retenir de ce chapitre, est que beaucoup de facteurs peuvent affecter l'environnement intérieur, tels que les sources de chaleur et d'humidité intérieures et extérieures, la conception thermique de la structure, l'effet d'autres bâtiments, l'élément végétal, etc. dont il faut prendre en considération.

# CHAPITRE III

## **Introduction**

Ce chapitre montre l'étude comparative entre l'architecture vernaculaire et l'architecture bioclimatique, cette comparaison va être basée sur les éléments climatiques.

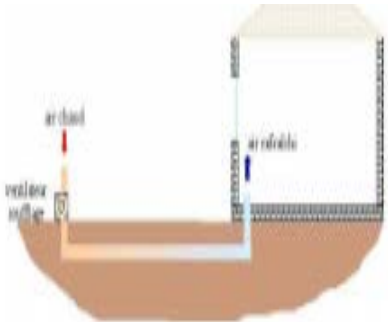

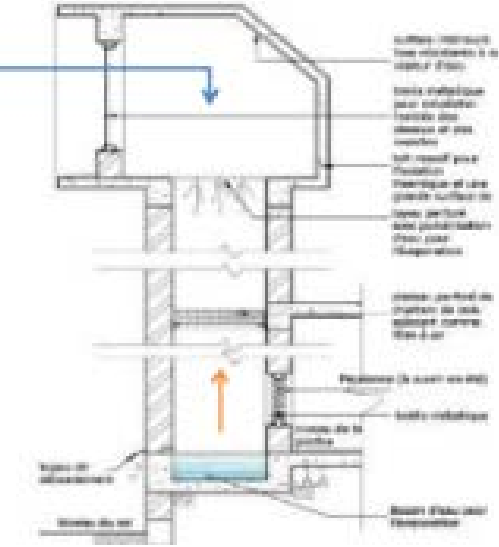
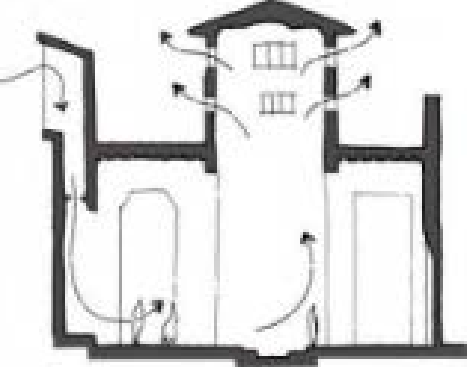
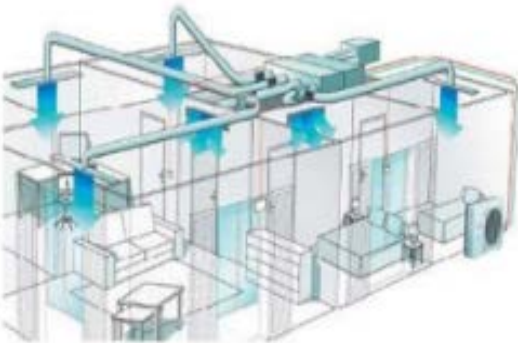
Analyser des exemples de procédés bioclimatiques vernaculaires destinés à apporter des solutions, dans leur aspect thermique.

Etude comparative entre des procédés vernaculaires bioclimatiques et des dispositifs utilisant des technologies modernes.

Analyser des projets architecturaux contemporains qui intègrent des procédés de construction inspirés des constructions vernaculaires.

**1-Etude comparative entre l'architecture vernaculaire et l'architecture bioclimatique**

<p><b>La technique Climatique</b></p>	<p><b>Exemples de procédés Architecture vernaculaire</b></p>	<p><b>Exemples de procédés Architecture bioclimatique</b></p>
<p><b>Ventilation naturelle</b></p>	<p>1- le patio ( ventilation naturelle, régulation de l'air)</p> <p>2- la coupole ( ventilation naturel et rafraichissement de l'air )</p>	<p>1- ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux</p>

	 <p>4- Technique du puits canadien ( ventilation naturelle)</p>	 <p>3- ventilation mécanique contrôlée (VMC) double flux</p>
<p>Climatisation</p>	  <p>3- La tour des vents ( Climatisation naturelle )</p>	 <p>2- Système de climatisation</p>

## **2-Exemples d'architecture adaptant des techniques bioclimatiques vernaculaires**

1-Sabgath studio, construction inspirée de la coupole vernaculaire. (Ahmedabad, Inde) Année 1979.



2- Habitat collectif écologique inspiré des tours des vents: Quartier Bedzed à Beddington (Royaume-Uni). Année 2007



3- Construction contemporaine, bâtiment public et immeuble de bureaux intégrant une ventilation naturelle grâce au puit canadien : Maison de la région Alsace ( France ). Année 2005.





### **3-L'apport du vernaculaire dans l'architecture contemporaine**

La réflexion contemporaine se base sur la prise en charge de l'environnement et son rapport direct à l'homme, elle cherche à minimiser l'éparpillement qui est consommateur d'énergie, et donc à préserver les grands espaces pour conserver la biodiversité. Ainsi, la typologie de la tour s'avère être un exemple subtil de forme urbaine contemporaine, qui va réduire les circulations du fait de son plan, et qui pourra concentrer plusieurs activités sur un même site.

Parmi ces exemples, nous allons observer de plus près, deux exemples de tours, dites écologiques.

#### **3-1-La tour 30 St Mary Axe**

Une des conceptions de tour de Norman Foster est la tour 30 St Mary Axe, appelée aussi communément la SWISS RE<sup>1</sup>.

Nous avons voulu présenter cet exemple de tour durable pour illustrer comment minimisé l'énergie à travers un cas d'étude qui grâce à l'ingéniosité de la superposition judicieuse des plans des différents niveaux, avec une rotation en spirale, va créer des sortes de petits atriums donnant en façade, ce qui assurera une ventilation naturelle de tous les espaces, c'est-à-dire sans avoir recours à des systèmes techniques.

La tour est située dans le quartier de la City à Londres. Voir figure 38



Figure 38: La 30 st Marie Axe Norman Foster Londres,

Source: Norman Foster, [www.lankaart.org/article-35281124.html](http://www.lankaart.org/article-35281124.html).

Norman Foster, architecte concepteur du projet, dira avoir développé « une architecture écologique, la première du genre à Londres, qui, sans doute, par son indiscutable qualité, sera

---

<sup>1</sup> [www.fosterandpartners.com/projects](http://www.fosterandpartners.com/projects)

une référence dans la génération émergente des immeubles de grande hauteur»<sup>2</sup>. La rotation du plan en spirale montre le décalage des niveaux et les découpages triangulaires qui permettent la création de petits atriums ou puits de lumière. Ces derniers filtreront la lumière naturelle, ce qui contribuera à une meilleure qualité d'ambiance et minimisera les besoins en énergie. Voir figure 39

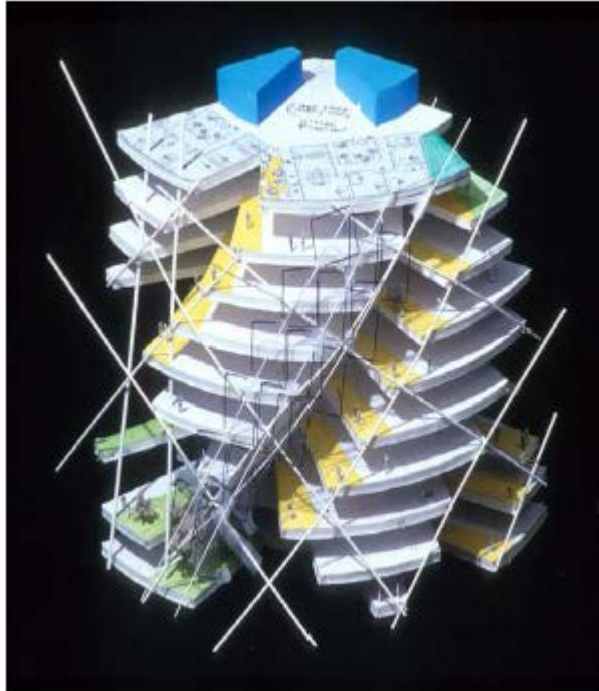


Figure 39 Maquette montrant le décalage des niveaux,  
Source : Architecture Steel Stahl Acier 21, swiss Ré

Par ailleurs, la forme aérodynamique contribue à favoriser une meilleure ventilation, et sa forme fuselée à la base va améliorer les conditions environnementales de la place publique où la tour est implantée, en lui conférant un bon niveau d'ensoleillement<sup>3</sup>. Pour cela, des essais de simulation d'une maquette numérique ont été réalisés. Voir figure 40.

<sup>2</sup> Revue géographique de l'est, reconversion et patrimoine au royaume uni vol. 48 / 1-2 (2008)

<sup>3</sup> Revue Architecture Steel Stahl Acier 21, swiss Ré, N°50, p 6

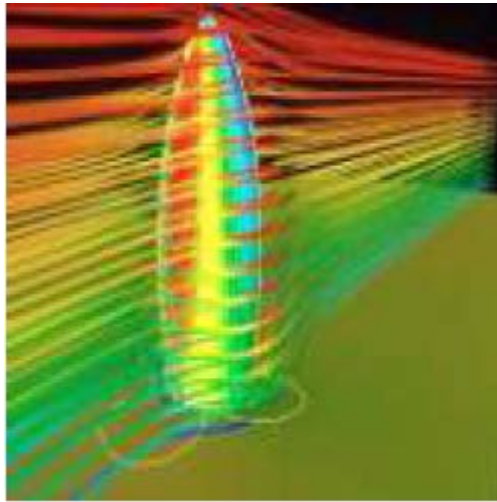


Figure 40 : Simulation d'un essai en soufflerie à partir d'une maquette numérique,  
Source : Architecture Steel Stahl Acier 21

Dans le même ordre d'idée de réduction et d'économie d'énergie, d'autres tours écologiques ont vu le jour ces dernières années, certifiées par le contrôle HQE .Puis la réflexion a poussé plus loin. D'après Dicksons Despommier,<sup>4</sup> en tenant compte de l'augmentation de la population terrestre d'ici 50ans de plus de huit milliards, l'homme est venu à imaginer une agriculture étagée et en hauteur, toujours pour un souci de manque de place. Ainsi est née la notion de fermes verticales, ou farmscrapers, qui consiste en la conception de tour étagée, alternant habitat et parcelles agricoles. Aujourd'hui, ce concept est à l'état utopique .Parmi ces exemples, la tour hypergreen en est un exemple de réflexion.

### **3-2- La Tour hyper green**

Cette dernière est imaginée par l'architecte Jacques Ferrier<sup>5</sup>, elle englobe aussi bien les activités commerciales, administratives, de l'habitat, des espaces verts, des activités de loisirs et des parkings. Voir figure 41.

---

<sup>4</sup> [www.verticalfarm.com](http://www.verticalfarm.com)

<sup>5</sup>Jacques Ferrier est un architecte français. En faveur d'une « architecture pour une société durable », Jacques Ferrier oeuvre pour des projets novateurs, écologiques et responsables vis-à-vis des enjeux urbains[www.batiactu.com](http://www.batiactu.com)



Figure 41: Tour hyper green Jacques Ferrier,

Source: Paroles d'architecte16/17/18/19 [www.betons-lemagazine.fr](http://www.betons-lemagazine.fr)

Par ailleurs, pour parfaire la donnée environnementale, l'architecte imagine une utilisation de matériaux recyclables et ultra résistants.

Enfin, Le concept de « ferme verticale »<sup>6</sup>, va plus loin en imagination, jusqu'à intégrer une agriculture étagée et en plein centre urbain. Voir figure 42.



Figure 42 : la tour vivante, projet de SOA Architectes,

Source : <http://www.soa-architectes.fr> - <http://www.eco-tower.fr>

---

<sup>6</sup> La tour vivante, projet de SOA Architectes, source : <http://www.soa-architectes.fr> - <http://www.eco-tower.fr>

Cette analyse de ces différentes tours nous montrent comment la réflexion s'établit jusqu'à réfléchir à des propositions utopiques aujourd'hui, mais qui sont le socle de l'architecture contemporaine durable, dans sa définition et dans sa projection.

### **3-3-Exemple d'immeuble administratif contemporain inspiré des tours à vent**

Pour revenir à des exemples de projets réalisés, toujours inspirés de dispositifs de l'architecture vernaculaire, nous porterons notre regard sur un exemple de bâtiment contemporain de bureaux administratifs, dont la ventilation est naturelle est établie par l'action de cheminées ressortant sur la toiture, lesquelles vont jouer le rôle des tours à vent du moyen orient<sup>7</sup>. « le bagdir »<sup>8</sup>. voir figure 43.



Figure 43 bâtiments administratifs contemporains, Source : S. Salah, Vers une primauté de l'architecture, Transformation de l'existant et enjeux environnementaux

<sup>7</sup> S. Salah, Vers une primauté de l'architecture, Transformation de l'existant et enjeux environnementaux, Ensal qeb 2010 p 66

<sup>8</sup> Un bagdir ou « tour du vent » est un élément traditionnel d'architecture perse utilisé depuis des siècles pour créer une ventilation naturelle dans les bâtiments. Le bagdir a été si efficace dans l'architecture iranienne qu'il a été utilisé depuis très longtemps comme élément réfrigérant. De nombreux réservoirs d'eau traditionnels ont été bâtis couplés à des capteurs de vent, permettant ainsi de stocker l'eau à des températures extrêmement fraîches pendant les mois d'été, Source <http://fr.wikipedia.org/wiki/Badgir>

Le principe des tours à vent est le captage des vents dominants. Une fois captés, ils rafraichissent et humidifient l'air chaud depuis le sous-sol et passant par-dessus des bassins, de ce fait, la température de l'air est abaissée<sup>9</sup>.

Cet exemple constitue une source d'inspiration pour l'architecture contemporaine d'aujourd'hui. Voir figure 44

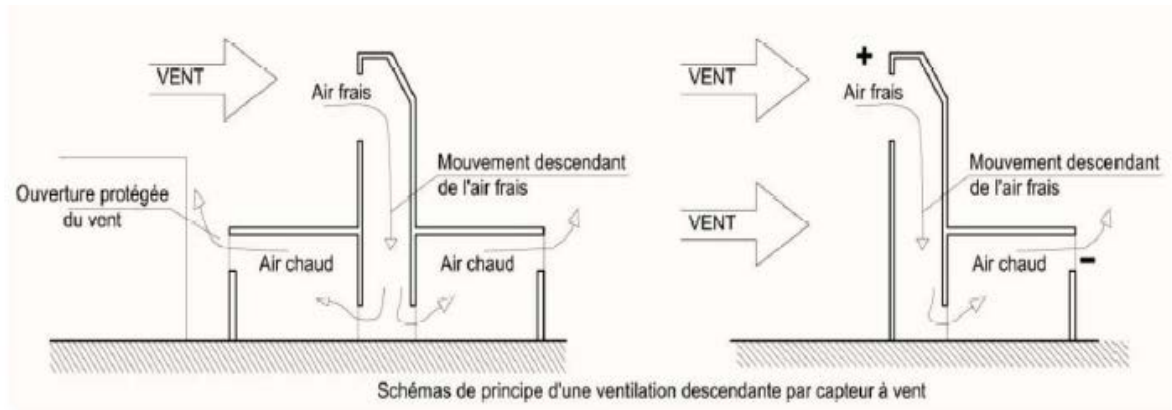


Figure 44 : schéma de principe de capteurs à vent.

Source .Sylvie Solvet, Le confort d'été dans l'architecture vernaculaire et ses applications dans l'architecture contemporaine mémoire de fin de stage session 2010-2011

<sup>9</sup> S. Salah, op cit, p 66

## **Conclusion**

Ce parcours bibliographique, pour une contribution à la définition de l'architecture durable par rapport au savoir-faire et la tradition vernaculaire nous a permis de mettre en évidence certains éléments méthodologiques :

L'architecture vernaculaire fait preuve, quelle que soit la période et le lieu de construction, d'une approche intuitive des notions de confort climatique et respect du lieu.

Elle représente tout un savoir-faire acquis grâce à une expérience séculaire, transmise de génération en génération.

La reconnaissance des valeurs et des spécificités culturelles que recèle, l'igloo ou la médina pour ne citer que ces deux cas, mais également des valeurs d'une civilisation millénaire qui possède encore un savoir-faire parfaitement en phase avec les normes de développement durable.

Les hommes des anciennes civilisations ont respecté leur environnement avant de s'installer, ils se sont identifiés à lui et se sont par la suite orientés en son sein.

Les rudes conditions climatiques, la rareté des matériaux, et parfois la topographie difficile du site ont conduit les anciens à acquérir et perfectionner un savoir-faire, des gestes subtils et adaptés aux conditions, en imaginant des dispositifs architecturaux répondant à leurs besoins et aspirations, qu'ils soient d'ordre culturels, sociaux ou environnementaux.

Ces gestes vernaculaires vont modeler et induire la réflexion en termes de leçons et références à l'architecture contemporaine durable.

Cependant, actuellement le problème est de préserver ce savoir faire qui existe et qui peut être transféré et croisé avec d'autres expériences pour développer une bio architecture ou une architecture durable.

Ainsi, pour illustrer ces dires, nous avons analysé plusieurs exemples d'architecture contemporaine durable, lesquels se sont inspirés de ce savoir-faire vernaculaire. Un exemple de réinterprétation des tours à vent pour une meilleure ventilation naturelle est évoqué, ainsi que la conception de tours, qu'elles soient écologiques ou de structure en spirale permettant une ventilation naturelle et un éclairage naturel, ou certifiées HQE.

## Conclusion général

L'architecture bioclimatique que l'on considère aujourd'hui comme une nouveauté n'est que le prolongement du savoir-faire de l'architecture vernaculaire basée sur des connaissances intuitives du milieu et du climat.

Les fondements de cette architecture vernaculaire répondent au souci de l'homme de se protéger contre les rigueurs climatiques ou de se défendre contre les animaux sauvages.

En effet il n'existe pas d'architecture vernaculaire anti-climatique, l'analyse montre au contraire que les différents éléments climatiques y sont toujours pris en considération.

Expression de la symbiose de l'habitant constructeur avec son milieu, l'architecture vernaculaire est le résultat de la longue accumulation d'un savoir-faire transmis par la tradition orale.

La disparition des bases sociales qui sous-tendaient cette approche de l'architecture a finalement dissipé ce savoir-faire.

Le spectacle des signes de l'architecture vernaculaire dans les réalisations contemporaines ne saurait masquer le vide créé par la disparition de ce processus vivant.

De nos jours avec les progrès et le développement technologique, l'homme a su acquérir un certain confort avec différents types de chauffage et de climatisation. Mais malheureusement cette foi inébranlable, sans aucun esprit critique dans les apports du progrès des sciences et des techniques dans l'habitat a induit de graves conséquences sur la nature et sur la santé des hommes.

Le non prise en compte des conséquences sur le milieu naturel de la construction et de l'urbanisation a conduit à la destruction de beaucoup de zones humides et d'espaces naturels rares, créant ainsi les conditions qui aggravent les conséquences des catastrophes naturelles et le mal vivre, laissant aux futures générations le soin d'en payer les conséquences. Suite à la crise énergétique de 1973, il y'a eu prise de conscience du problème énergétique et on a commencé à interpréter le savoir-faire antérieur comme bien enrichissant avec des outils scientifiques.

La multiplication des ruptures écologiques et une meilleure connaissance des phénomènes qui régissent la biosphère rendent aujourd'hui nécessaire et possible la



réhabilitation d'une approche architecturale qui ne soit pas anti écologique et ne rompt donc pas avec le milieu, cela signifie :

1) Fonder la conception architecturale sur les données climatiques et comprendre par là même que, source de tous les phénomènes bioclimatiques, le soleil est le seul réservoir inépuisable d'énergie.

2) Mettre en évidence le caractère limité de toutes les autres ressources (matériaux, énergies fossiles...)

3) Considérer l'acte architecturant et l'objet architecturé comme des facteurs du site qui peuvent être utiles : Orientation, pente du terrain, ensoleillement, protection contre les intempéries, vents dominants qui enrichissent le milieu, le structurent, dans le sens large d'une amélioration des conditions d'habitabilité.

## 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 utile : 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.

Et tous ses facteurs sont disponibles dans l'architecture vernaculaire

L'architecture bioclimatique que l'on considère aujourd'hui comme une nouveauté n'est que le prolongement du savoir-faire de l'architecture vernaculaire basée sur des connaissances intuitives du milieu et du climat.

**Mots clés : architecture vernaculaire-architecture bioclimatique-climat-température-la terre-traditionnel-confort thermique.**

## TABLEAU DES ILLUSTRATIONS

### CHAPITRE1

<b>Figure 1</b> : 1 Cappadoce Turquie.....	3
<b>Figure 2</b> : Cappadoce Turquie.....	3
<b>Figure 3</b> : Afghanistan, Kamdesh village, eastern Nuristan .....	4
<b>Figure 4</b> : Afghanistan, Kamdesh village, eastern Nuristan .....	4
<b>Figure 5</b> : igloo arctique.....	4
<b>Figure 6</b> : Community of igloos.....	4
<b>Figure 7</b> : vallée de m'zab .....	5
<b>Figure 8</b> : Détail d'un mur à moellons,.....	8
<b>Figure 9</b> : Exemple sur le fonctionnement Le moucharabieh.....	9
<b>Figure 10</b> : Intégration des systèmes de ventilation naturelle dans l'architecture traditionnelle arabe.....	10
<b>Figure 11</b> : Différentes orientations des capteurs à vent.....	11
<b>Figure 12</b> : Diagramme de confort pour les régions tropicale Confort diagramme for tropical régions.....	12
<b>Figure 13</b> : Habitation 72, rue 12, bloc 419, quartier de Kadhimiyeh, Baghdad, Iraq.....	14
<b>Figure 14</b> : Schéma de fonctionnement climatique d'un patio .....	15
<b>Figure 15</b> : Badgiravec humidificateur coupole .....	16
<b>Figure 16</b> : Capteur d'air éloigné de la maison (50 m), traversant un tunnel humidifié depuis le sol.....	17
<b>Figure 17</b> : Le refroidissement par l'eau.....	18
<b>Figure 18</b> : ChadarAmber, Rajasthan, Inde.....	18
<b>Figure 19</b> : Yanoama, Haut Orenoque.....	20
<b>Figure 20</b> : Habitation birmane Burmese dwelling Habitation des Orang Asli dans les montagnes de Malaisie.....	20
<b>Figure 21</b> : Sa'dan Toraja, Sulawesi, Indonesie.....	21
<b>Figure 22</b> : Yvaskyla en Hame, Finlande .....	24

### CHAPITRE2

<b>Figure 23</b> : Diagramme bioclimatique d'Olgay,.....	33
<b>Figure 24</b> : Diagramme bioclimatique de Givoni,.....	34
<b>Figure 25</b> : PMV-PPD (source: Norme SN EN ISO 7730).....	35
<b>Figure 26</b> : Température opérative optimale en fonction de l'activité et de l'habillement .....	34

<b>Figure 27</b> : Le système solaire passif,.....	39
<b>Figure 28</b> : Une bonne implantation de la maison.. ..	40
<b>Figure 29</b> : diagrammes bioclimatiques d’Olgyay.....	43
<b>Figure 30</b> : Diagramme bioclimatique de Givoni.....	44
<b>Figure 31</b> : Rôle de l’inertie thermique comme stabilisatrice des températures intérieures,..	45
<b>Figure 32</b> : Une orientation préférentielle des pièces de la maison,.....	46
<b>Figure 33</b> : Volets suspendu permettant de moduler l'ensoleillemen.....	48
<b>Figure 34</b> : Volet coulissant permettant de tamiser la lumière.....	48
<b>Figure 35</b> : Avant toit protégeant des rayonnements du soleil .....	48
<b>Figure 36</b> : Protection solaire par la Végétation.....	48
<b>Figure 37</b> : Ensemble des déperditions thermiques d'une maison non isolée.....	49
<b><u>CHAPITRE3</u></b>	
<b>Figure 38</b> : La 30 st Marie Axe Norman Foster Londres,.....	56
<b>Figure 39</b> : Maquette montrant le décalage des niveaux.....	57
<b>Figure 40</b> : Simulation d’un essai en soufflerie à partir d’une maquette numérique .....	58
<b>Figure 41</b> : Tour hyper green Jacques Ferrier .....	59
<b>Figure 42</b> : la tour vivante, projet de SOA Architectes .....	59
<b>Figure 43</b> : bâtiments administratifs contemporains .....	60
<b>Figure 44</b> : schéma de principe de capteurs à vent .....	61

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. <sup>1</sup> Rapoport A. op cit P 08
2. <sup>1</sup> Vernaculaire moderne ? Vers une compréhension de la notion d'architecture vernaculaire et de ses liens avec la modernité architecturale, mémoire présenté par Marie France Bisson pour la maîtrise en étude des arts à l'université du Québec à Montréal aout 2007 P06
3. <sup>1</sup> Rey Alain « vernaculaire », in Dictionnaire historique de la langue française, v3, Paris, dictionnaire Le robert 2004, p4035
4. <sup>1</sup> Rapoport A op cit p45
5. <sup>1</sup> Ibid. p52
6. Vous avez dit «architecture vernaculaire»? p4
7. <sup>1</sup> Atif .S, op cit, p 116
8. POUR UNE REINTERPRETATION DU VERNACULAIRE DANS L'ARCHITECTURE DURABLE CAS DE LA CASBAH D'ALGER mémoire de magister atek amina
9. Izard, op cit, p 102
10. A. Liebard, Traité d'architecture et d'urbanisme climatiques, ed le moniteur,2004,p175
11. M. Bencherif Chaouche, La Micro-urbanisation et la ville-oasis; une alternative à l'équilibre des zones arides pour une ville saharienne durable Cas du Bas- Sahara, 2007, université de Constantine, page 173
12. Arch. & Comport. / Arch. & Behav., Vol. 10, no 1, p. 27
13. I. Hurpy, la climatisation de l'habitat par cheminée solaire et le système du « Melkaf » solaire, cahier AFADES, énergies nouvelles, Ed. n°5, P. 105-110
14. Cours Master Pro 2012-2013 Beaux-Arts de Tunis - ©Belkhamza sarah
15. Lavigne Pierre, Architecture climatique une contribution au développement durable Tome1 : bases physiques, EDISUD
16. 1994, P. 13
17. G. Alexandroff et J .M, Architecture et climat soleil et énergies naturelles dans l'habitat; édition architectures Berger-
18. Levraut, Paris1982, P. 216
19. ASHRAE: American Society of Heating Refrigerating and Air conditionnig Engineers
20. ISO 10551 (International Standard Organization) : Evaluation de l'influence des ambiances thermiques à l'aide d'échelle de jugements subjectifs
21. Thelier. F et al, Les outils d'évaluation du confort thermique, Journée SFT/ CSTB, 04/02/2003, Nantes
22. D. Medjelekh, Impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment,
23. Cas de l'habitation de l'époque coloniale à Guelma, Mémoire de magistère, université de Constantine, 2006
24. Koenigsberger et al, Climatic design, London, New York: Ed LONGMAN 1974, P. 306
25. ISO 7730: Ambiances thermiques modérées- Détermination des indices PMV et PPD et spécification des conditions de
26. confort thermique. Zone de confort:  $-0,5 < PMV < +0,5$  moins de 10 % d'insatisfaits
27. <sup>1</sup> A. Liébard A. De Herde : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Ed. Le Moniteur, Paris 2005

28. Liebard. A et De Herde. A, Guide de l'architecture bioclimatique ; Tome4 ; Cours fondamental : Construire avec le développement durable, 2002
29. Karima. Benhalilou : Impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment cas du climat semi-aride, mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère option bioclimatique, 2008
30. Medjelekh D, Impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment,
31. 2006, p 93
32. A.Liebard, Traité d'architecture et d'urbanisme climatiques, ed le moniteur, 2004, p 135
33. Izard, Archi bio, ed parenthèses, 1979, p12
34. Quillet de Vigan. Jean, Dicrobat dictionnaire général de bâtiment, Paris: Edition Arcature 2003
35. A.Liebard, Traité d'architecture et d'urbanisme climatiques, éd. le moniteur, 2004, p 91
36. Ibid, p 133
37. Coignet. J, Réhabilitation : arts de bâtir traditionnel connaissances et techniques, Aix-En-Provence: Ed edisud, 1987, p 21
38. Thème: Performances thermiques du matériau terre pour un habitat durable des régions arides et semiarides : cas de Timimoune mémoire de magister AIT KADI Salima
39. A. Bonhomme. Isolation thermique des bâtiments. 4e édition mise à jour et augmentée. Ed. du Moniteur, Paris 1979, P. 24
40. A. Merzeg. La réhabilitation thermique de l'habitat contemporain en Algérie, Mémoire de Magistère, UMMTO, 2010
41. P. G. Bellin. L'habitat bio-économique. Ed. Eyrolles. Pris 2008, P. 20
42. F. Jadoul, La Terre est notre maison, Construire, rénover, habiter en respectant l'Homme et l'environnement, Ed. Luc Pire,
43. Bruxelles 2002, P. 50
44. C. Langlais et S. Klarsfeld, Isolation thermique à température ambiante, Techniques de l'ingénieur, Document n° C 3 371.
45. France.
46. Revue géographique de l'est, reconversion et patrimoine au royaume uni vol. 48 / 1-2 (2008)
47. Revue Architecture Steel Stahl Acier 21, swiss Ré, N°50, p 6
48. Jacques Ferrier est un architecte français. En faveur d'une « architecture pour une société durable », Jacques Ferrier oeuvre
49. pour des projets novateurs, écologiques et responsables vis-à-vis des enjeux urbainswww.batiactu.com
50. S. Salah, Vers une primauté de l'architecture, Transformation de l'existant et enjeux environnementaux, Ensal qeb 2010 p66

## **SITES INTERNET**

1. <http://learning-from-vernacular.epfl.ch>
2. [www.apres-developpement.org](http://www.apres-developpement.org)
3. [http://www.doc.mmu.ac.uk/aric/eae/french/Sustainability/Older/Sustainability\\_Introduction.html](http://www.doc.mmu.ac.uk/aric/eae/french/Sustainability/Older/Sustainability_Introduction.html)
4. <http://www.planetecologie.org/>
5. [www.simplicitevolontaire.org](http://www.simplicitevolontaire.org)
6. [www.agora21.org](http://www.agora21.org)
7. <http://www.icomos.org/>
8. [http://www.ordevanarchitecten.be/fr/form\\_stagiaires/descriptif.htm](http://www.ordevanarchitecten.be/fr/form_stagiaires/descriptif.htm)
9. <http://www.vincentkonate.com/03ESP/CinqArchitectes,UnEspritDuTemps.pdf>
10. <http://www.habiter-autrement.org>
11. <http://www.soa-architectes.fr> - <http://www.eco-tower.fr>
12. [www.verticalfarm.com](http://www.verticalfarm.com)
13. [www.fosterandpartners.com/projects](http://www.fosterandpartners.com/projects)
14. [Fr.Wikipedia.org/wiki/Peter\\_Eisenmann](http://fr.Wikipedia.org/wiki/Peter_Eisenmann)

## ملخص:

تعتبر الحرارة في الشتاء والبرودة في الصيف ... عوامل راحة الفرد، لكن استعمال المدفئة والمكيفات الهوائية مكلفة من ناحية الطاقة. و لقد جاءت الهندسة البيومناخية ( بيو كلياتيك ) للاستجابة لمتطلبات هذه الراحة كونها تأخذ بعين الاعتبار علاقة العمران بعناصر المناخ التي تسمح بتقليل معتبر لمثل هذه النفقات.

إن الأزمة الاقتصادية أبرزت إشكالية اقتصاد الطاقة في كل عملية بناء. لأجل ذلك لابد من الأخذ في الحسبان الجانب المناخي علي اعتباره يسمح باحترام عوامل الموقع والذي يمكن أن يكون ذوي منفعة من ناحية التوجيه و الشمس والحماية ضد الرياح.

إن موضوع دراستنا يهتم بنوعية الحرارة داخل المنزل الحضري وفق مختلف الاتجاهات؛ لأن ذلك يسمح بإبراز أثر التوجيه علي درجة حرارة الفضاء الداخلي وفق مختلف الاتجاهات ومن ثمة البحث عن التوجيه الأمثل، لا سيما أن اتجاه الواجهة عامل هام للتداخل المرئي و الصوتي والحراري؛ هذا الأخير يترجم بالشمس و ضغط الرياح و كذلك رطوبة الهواء.

إن استعمال معايير البناية يمكن التقليل من استعمال فعال للطاقة كما يسمح بالمقابل ضمان الراحة الداخلية من:

- التوجيه بالنسبة للشمس والرياح
- طبيعة ولون المساحة المعرضة
- حجم النوافذ وحمايتها

وكل هذا العوامل متاحة في مجال العمارة العامية

العمارة المناخية البيولوجية التي تعتبر اليوم بمثابة الجديدة ليست سوى استمرار لخبرة العمارة العامية قائمة على المعرفة بديهية البيئة والمناخ.

## كلمات البحث

العمارة العامية-العمارة المناخية- العمارة البيولوجية- المناخ- درجة الحرارة - الراحة الحرارية -الأرض- التقليدية