



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



Université Laarbi 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**

Thème :

**L'amélioration de l'efficacité énergétique  
par l'intégration de la serre bioclimatique  
Le cas d'habitat à Tébessa**

Elaboré par :  
DAOUADI Khadija

Encadré par :  
Mme : LACHEHEB Sarah

**Soutenu devant le jury**

01- Mr AHRIZ Atef  
02- Mr TADJINE Brahim

Année universitaire 2016/2017

***« Certes, il y'a des travaux pénibles;  
mais la joie de la réussite n'a-t-elle  
pas à compenser nos douleurs ? »***

Jean de la bruyère

## Dédicace

*"A ma très chère mère Ounadi Houria Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond Amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorde santé, longue vie et bonheur.*

*A Mon chère père Rachid, ma sœur Amna et mon frère Rafik qui m'ont toujours soutenu dans mes études*

*A ma chère sœur Meriem et son marie*

*Malgré la distante vous êtes toujours dans mon cœur. Je vous remercie pour votre hospitalité sans égal et votre affection si sincère.*

*A mon cousin Hichem pour son aide*

*A Tous mes enseignants chacun avec son nom, A Tout ma famille sans exception A mes collègues et surtout mes chers amis En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble.*

*Je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur."*

## **Remerciement :**

*Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude à la directrice de ce mémoire, Mme Lachheb Sara, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.*

*Je tiens également à remercier les membres du jury pour leur présence lors de ma soutenance et le temps qu'ils ont passé à consulter mon mémoire : Mr Ahriz. Atef & Mr Tajine. Ibrahim.*

*A tous mes enseignants qui m'ont initié aux valeurs authentiques, en signe d'un profond respect et d'un profond amour !!!*

*Pour finir, je tiens à remercier mes amis de promo qui ont teinté ces deux années de Master d'une franche et belle camaraderie et avec qui je partage de très bons souvenirs.*

*Merci à tous !!*



<b>Introduction</b> .....	I
<b>Chapitre I : la démarche bioclimatique</b> .....	1
Introduction : .....	1
1. L'architecture bioclimatique de nos anciens : .....	1
1.1 Les pionniers : l'architecture solaire et bioclimatique : .....	3
1.2 Le rapport entre architecte et environnement : .....	3
2. Une approche environnementale : .....	5
2.1 Utiliser le climat plutôt que le combattre : .....	6
2.2 Evaluation environnemental .....	7
3. Fondements de la démarche bioclimatique : .....	9
3.1 Équilibre des contraintes .....	9
3.2 Quatre paramètres fondamentaux .....	10
3.2.1 Implantation du bâtiment .....	11
3.2.2 Morphologie du bâtiment .....	11
3.2.3 Matériaux de construction .....	12
3.2.4 Distribution des espaces intérieurs .....	12
3.2.5 Dispositifs architecturaux .....	13
Conclusion : .....	14
<b>Chapitre II : la serre bioclimatique</b> .....	15
Introduction : .....	15
1. Fonctionnement global de la planète : .....	15
1.1 Soleil, climat et effet de serre : .....	16
1.1.1 Les conditions climatiques : .....	17
1.1.2 La température ressentie : .....	18
1.1.3 L'hygrométrie : .....	19
1.1.4 La pluie : .....	19
1.1.5 Le vent : .....	19
1.1.6 Le rayonnement thermique : .....	20
1.1.7 L'activité humaine : .....	20
2. Serre, vérandas, oriels ou bow-windows ? .....	21

2.1 Serre :	21
2.2 Véranda :	21
2.3 Oriel :	21
3. Les serres bioclimatiques :	21
3.1 Principe de fonctionnement :	22
3.2 Performance d'une serre :	24
3.3 Typologie et dimensionnement des serres :	25
3.3.1 L'orientation :	25
3.3.2 L'inclinaison du vitrage et le profil de la serre :	26
3.3.3 Typologie des serres selon la zone géographique :	26
3.3.4 l'Intégration de la serre à l'espace habité :	27
3.3.5 Le dimensionnement des serres :	28
3.4 Relation entre la serre et l'extérieur :	29
3.4.1 Choix des surfaces captrice :	29
3.4.2 Choix de la structure et les menuiseries d'une serre :	29
3.5 Isolation de la serre :	30
3.6 Conception des parois mitoyennes :	30
3.7 Distribution de la chaleur vers l'espace intérieur :	32
3.8 Isolations mobiles :	32
3.9 Serre et ventilation :	33
3.9.1 Principe de ventilation :	34
<b>Chapitre III : la recherche antérieure :</b>	<b>35</b>
Introduction :	35
1 Cas des serres dans un bâtiment neuf :	35
1.1 Habitat individuelle :	35
1.1.1 Exemple de démarche scientifique de conception d'une habitation individuel avec serre :	37
1.2 Habitats collectifs :	37
1.2.1 Exemple de démarche scientifique de conception d'un logement collectif avec serre :	39
2. Cas des serres dans un bâtiment en réhabilitation :	40
2.1 Des logements individuels réhabilités avec serre :	40

2.2 des logements collectifs réhabilité avec serre : .....	41
3. Les méthodes du travail : .....	42
3.1 La méthode analytique : .....	42
3.2 La méthode comparative : .....	42
3.3 la méthode expérimentale avec simulation thermique dynamique : .....	42
3.3.1 Exemples des logiciels de simulation thermique dynamique : .....	44
<b>Chapitre IV : présentation du cas d'étude</b> .....	<b>47</b>
Introduction : .....	47
1. Présentation de la ville de Tébessa : .....	47
1.1 Situation géographique : .....	47
1.2 Climatologie de la région .....	48
1.2.1 Température : .....	48
1.2.2 Précipitations .....	49
1.2.3 L'humidité : .....	49
1.2.4 Les vents .....	50
2. Description de l'objet d'étude : .....	51
3. Les critères du choix du model : .....	51
4. Création du model : .....	54
4.1 Critère du choix des caractéristiques de la serre bioclimatique (les variables dépendantes) : .....	55
4.2 L'inclinaison du vitrage et le profil de la serre : .....	55
4.3 Choix du type du mur mitoyenne : .....	55
4.4 Le dimensionnement de la serre bioclimatique : .....	56
4.5 L'isolation du vitrage extérieur de la serre : .....	56
4.6 Le type de vitrage (variable) : .....	57
Conclusion : .....	58
<b>Chapitre V- Simulation thermique et lecture des résultats</b> : .....	<b>59</b>
Introduction : .....	59
1. Description de la simulation : .....	59
2. Méthodologie de la simulation : .....	59
3. Analyse de la zone d'étude : .....	59



4. La simulation :	61
4.1 Scénario 1 :	61
4.2 Scénario 2 :	61
4.3 Scénario 3 :	62
4.4 Scénario 04 :	62
La comparaison entre les résultats du scénario 1 vs 3 et 2 vs 4 :	63
4.5 Scénario 5 :	63
La comparaison entre les résultats du scénario 2 et les résultats du scénario 5 :	63
Conclusion :	64
<b>Conclusion générale :</b>	<b>65</b>
<b>Annexes:</b>	<b>68</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>72</b>
<b>Liste des figures :</b>	<b>72</b>
<b>Résumé :</b>	<b>76</b>
<b>Résumé en Anglais</b>	<b>77</b>

## **Introduction**

Notre monde moderne ne pourrait être vécu sans énergie, mais sa consommation non contrôlée cause des conséquences évidentes, autant socio qu'économique et environnemental. Alors la bonne maîtrise doit être le moteur de notre planète.

Depuis la fin des années soixante, l'humanité a pris conscience qu'elle vivait dans un monde fini aux ressources limitées. Et Selon l'Organisation des Nations Unies la consommation d'énergie ne correspond pas à la répartition de la population sur la terre.

A travers ces deux aspects, celui des ressources finies et celui des risques liés à une démographie incontrôlée, surtout dans les pays les plus pauvres, c'est la gestion globale de la planète et de ses écosystèmes que l'homme doit les mettre en œuvre.

La question énergétique, c'est le domaine de la société technologique. Sa production et la maîtrise de sa consommation est plus complexe qu'elle apparaît. Malgré des hauts et des bas dans les volontés politiques et surtout des variations considérables d'un pays à l'autre, la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'ONU pouvait, dans son rapport intitulé -Notre avenir à tous-, dit rapport Brundtland, en 1988, propose que les nations adoptent officiellement la notion de développement durable définit comme suit : « Le développement durable est un développement social, économique et politique, qui répond aux besoins présents, sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leur propre développement. » Cette notion fait apparaître la nécessité, tout à fait nouvelle dans son affirmation internationale officielle, d'une double solidarité : solidarité entre tous les peuples de la planète et entre les générations. Chaque acteur de chaque secteur de la vie économique se trouve donc confronté à la responsabilité qui lui incombe dans la gestion globale des ressources et de l'environnement.<sup>1</sup>

Chacun en convient, depuis un demi-siècle, nous construisons n'importe comment d'un point de vue énergétique. Depuis la première crise énergétique de 1973, la seule réponse trouvée aux gouffres à énergie que sont les bâtiments ont été le toujours plus : toujours plus de technologie, de dépense, de pétrole, de gaspillage, de pollution, et toujours plus de réglementations bridant l'innovation à force de vouloir trouver une solution par une voie sans issue. (Dutreix Armand, 2010, p14) Le concepteur devrait donc continuer à assurer l'abri et le confort de l'utilisateur mais devrait également faire en sorte que l'impact du bâtiment sur l'environnement soit minimisé. A la suite du mouvement des auto-constructeurs américains des années soixante qui, dans la mouvance des mouvements hippies et écologistes, a posé les jalons

d'une réflexion dans ce sens, l'essor de l'architecture « solaire » puis « bioclimatique » permettait à la fois de théoriser et concrétiser cette réflexion dans la production normale du cadre bâti. C'est ainsi que, revenant à son sens premier (le terme bioclimatique fait référence à une partie de l'écologie qui étudie plus particulièrement les relations entre les êtres vivants et le climat), nous pouvons définir l'architecture bioclimatique comme suit : « *cette expression vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle, c'est-à-dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les effets pervers sur le milieu naturel et les coûts d'investissement et de fonctionnement. L'intérêt du bioclimatique va donc du plaisir d'habiter ou d'utiliser un espace à l'économie de la construction ce qui en fait un élément fondamental de l'art de l'architecte.* » (Fernandez.P et Lavinge.P, 2009, p21)

L'évolution des idées et du concept de développement durable durant les années quatre-vingt conduits à une notion encore plus globalisante faisant intervenir en outre les liens avec la santé et la gestion des différentes étapes de la vie du bâtiment (chantier, déconstruction). On parle alors de « bâtiment » à haute qualité environnementale. Dans ce contexte élargi, les aspects énergétiques plus spécifiquement liés à « l'architecture bioclimatique » restent centraux.

Au niveau de la gestion des ressources, les études à l'échelle du globe montrent que la consommation énergétique du secteur résidentiel et tertiaire se situe actuellement selon les pays aux alentours de 30 à 40% de la consommation totale. Cette consommation forte inégalement répartie dans le monde faisant largement appel aux combustibles fossiles, qui sont des ressources non renouvelables (les scénarios optimistes prévoient l'épuisement des ressources en pétrole et en gaz à la fin du XXI<sup>e</sup> siècle). Donc on comprend la nécessité de réduire les besoins au minimum et c'est que notre étude a pour objectif de le faire.

On pourrait citer de nombreux autres facteurs. Sans aller plus loin, on voit aisément que construire des bâtiments à bas profil énergétique doit permettre d'économiser une énergie qui devient précieuse et de réduire les émissions de polluants – ce qui va effectivement dans le sens du développement durable. (Fernandez.P et Lavinge.P, 2009, p22)

En effet, l'appréhension des questions énergétiques doit aujourd'hui tenir compte d'une approche plus globale, visant l'intégration de la démarche climatique dans un développement durable. Cependant, sur le plan Algérien, le secteur énergétique se caractérise par une progression soutenue du marché du gaz naturel, avec une consommation appelé à jouer dans les années à venir un rôle croissant notamment pour la production de d'électricité, Et

spécifiquement au niveau de Tébessa où notre recherche sera faite :

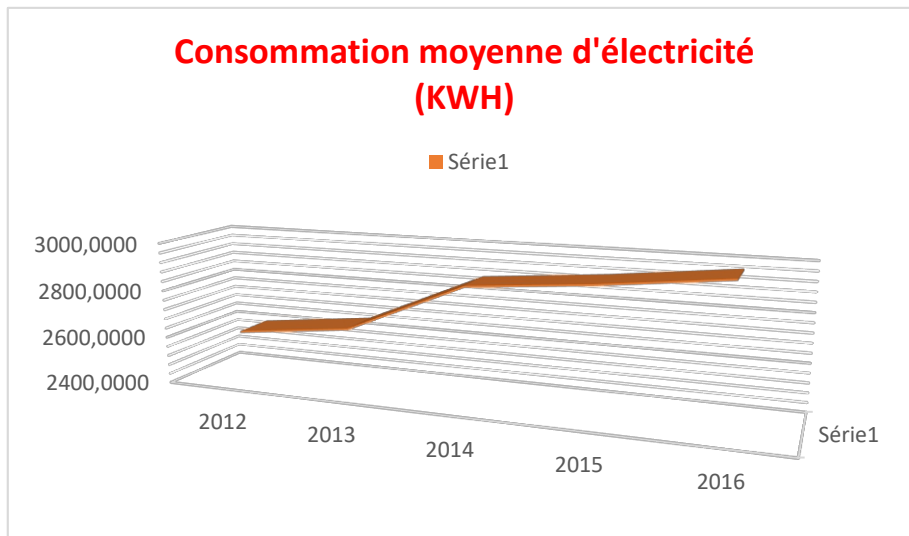


Figure.01: la consommation moyenne d'électricité, Sonelgaz 2016 ; Auteur

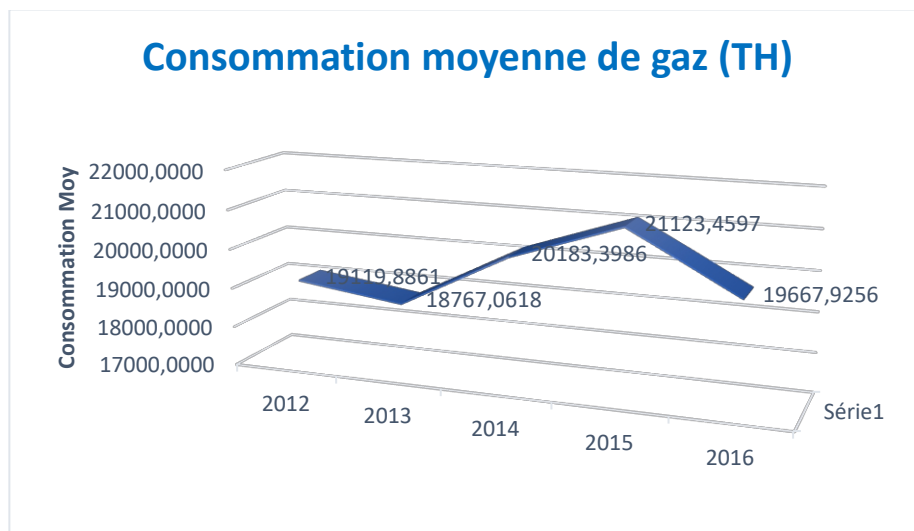


Figure. 02: La consommation moyenne de gaz, Sonelgaz 2015 ; Auteur

Il est également légitime de s'interroger aujourd'hui sur les résultats en termes de production architecturale. En effet les limites avérées des modes actuels de développement (crises écologique, financière, économique, sociétale...) doivent nous inciter à reconsidérer en profondeur les objectifs de notre recherche, par conséquent les modèles de production du cadre bâti. De ces faits, la présente problématique que nous étayons au cours de l'élaboration de cette recherche, porte un regard plutôt quantitatif que qualitatif visant à l'intégration des préoccupations environnementales, à l'échelle du projet architectural qui doit nécessairement fortement influencer les habitudes des métiers de la conception. Tout en ayant comme objectifs de s'écarter d'une recherche pas seulement focalisée sur l'optimisation des performances énergétique pour aller dans le sens d'une approche multicritère mais aussi chercher une solution conceptuelle visant un résultat pour améliorer un cadre de vie qu'il est désormais nécessaire de

rendre durable. C'est pourquoi notre étude tente de répondre à ces deux questions :

Comment améliorer l'efficacité énergétique d'un bâtiment collectif par une solution bioclimatique ?

Si la solution est l'intégration de la serre bioclimatique dans les logements collectif, alors est-elle utile dans le climat semi-aride dans la région de Tébessa ?

Une solution bioclimatique a pour objectif d'améliorer le confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle à l'échelle du bâtiment. Elle ne se résume pas à la juxtaposition de techniques pour satisfaire les exigences réglementaires seulement, mais elle cherche à intégrer judicieusement les dispositifs architecturaux dès la conception, tout en adaptant le projet à son environnement. Sachant que la consommation énergétique minimale possible, en particulier c'est en captant le maximum d'énergie solaire par les ouvertures d'hiver, alors une solution comme intégration de la serre bioclimatique dans un bâtiment qui peut répondre à nos exigences posées pour notre recherche est une option intéressante.

Pour rendre possible le contrôle systématique du maximum de sources de variations potentielles, Ayant comme objectif d'établir un rapport de causalité, il serait opportun d'avoir recours à l'approche expérimentale qui va consister à créer une situation particulière et permettre de tester une hypothèse causale concernant la mesure d'un phénomène précis (lavigne, 2009) (variable dépendante) En fonction de la manipulation (la variation) d'un ou plusieurs facteurs (variable indépendante).

L'objectif de l'expérimentation est la comparaison entre groupes équivalents de participants. Si Le montage expérimental est bien conçu, seule la variation des modalités des variables indépendantes manipulées va permettre d'expliquer les différences observées entre les groupes au niveau de la ou des mesures (c'est Pourquoi il est possible de tester des relations de causalité grâce à cette méthode).

La méthode d'expérimentation proposée utilise la modélisation avec la simulation thermique dynamique comme outil de recherche scientifique par le logiciel ECOTECH Analysis 2011. La simulation thermique dynamique (STD) est une étape importante pour réussir des bâtiments économes et confortables, aussi bien dans la construction que dans la rénovation.

Un bâtiment à faible consommation d'énergie ne se comporte pas comme une

construction traditionnelle. Des phénomènes auparavant négligeables dans les bâtiments à fort besoins de chauffage deviennent prépondérants (ponts thermiques, apports solaires et internes, étanchéité du bâtiment, etc.). De plus, les surchauffes estivales, conséquences de l'isolation importante, sont un élément indispensable à prendre en compte pour le confort et la maîtrise des consommations d'énergie.

Une modélisation fine du comportement du bâtiment est alors nécessaire pour quantifier à l'avance les impacts de la conception architecturale au regard des besoins de chauffage et du confort. C'est là l'intérêt de la STD qui, contrairement à une simulation statique, prend en compte l'inertie des matériaux, les apports externes et internes, etc.

Cet outil permet de tester différentes solutions techniques à la recherche de l'optimum entre performances et investissements.

La conception de la serre devra permettre de minimiser les pertes énergétiques et maîtriser les apports, elle pourra être envisagée comme modulaire afin de ne pas limiter le champ d'expérimentation à venir.

# Partie I : Partie théorique

## **Chapitre I : la démarche bioclimatique**

### **Introduction :**

Pour mieux aborder les approches multicritères en conception bioclimatique, la compréhension des phénomènes physiques de base liés au climat est essentielle à la bonne gestion d'un projet d'architecture. Dans le présent chapitre nous faisons d'abord un petit retour aux prédécesseurs et à l'architecture bioclimatique du passé. Ensuite, nous allons voir la relation entre l'architecte et l'environnement et le climat et l'architecture. Ensuite, nous abordons les fondements de la démarche bioclimatique et finalement nous présentons les dispositifs architecturaux. (Auteur)

### **1. L'architecture bioclimatique de nos anciens :**

Avec une rupture vis-à-vis de la nature, l'homme se sent forcer souvent dans la modernité.

Abandonner l'environnement, glorifier la technologie, refuser ce qui est ancien, oublier la simplicité et l'humilité, mépriser la mémoire architecturale collective de l'humanité sont malheureusement ses lignes de conduite.

La responsabilité primordiale de la problématique climatique et la raréfaction des énergies fossiles nous amènent à reconsidérer notre façon de juger de ce qui est réellement moderne. L'architecture bioclimatique fait partie de ces sujets considérés récemment encore comme archaïques, mais lorsque qu'on la touche de près, elle nous montre sa complexité et nous renvoie à notre propre archaïsme vis-à-vis de certaines évidence, admises par nos prédécesseurs, et que nous avons aujourd'hui du mal à comprendre nous-mêmes sous le point de vue de la technologie toute puissante et de la « science sans conscience »<sup>1</sup>. (Dutreix. A, 2010, p18)

Mais bien sûr, les anciens ont adapté l'architecture bioclimatique comme Monsieur Jourdain, avec leur capacité, sans calculs scientifiques, juste en utilisant le bon sens commun : en hiver, il fait froid, on cherche le soleil, en été, il fait chaud, on tente de s'en protéger. Regardant les constructions traditionnelles soigneusement, elles sont quasiment toutes construites dans le respect de ces bases simples et de quelques autres, pas compliquées à comprendre. Mais cette méthode traditionnelle s'effectue dans la synergie bioclimatique.<sup>2</sup>

---

1 On peut prendre comme exemple la bombe nucléaire, découverte scientifique, qui a pourtant fait beaucoup de victimes.

2 La coopération entre les différentes conditions bioclimatique (climat, environnement,



(Dutreix. A, 2010, p18) Vitruve au premier siècle avant J.C., s'exprime la sagesse populaire que l'on trouve également dans l'architecture du lieu dite vernaculaire ou « sans architecte ». Pour Vitruve, le lieu du projet est d'abord un espace naturel, déterminé et reconnu par sa salubrité et en amont de l'édification du projet. la condition principale d'avoir un édifice sain et alors une ville saine est de soumettre à la condition climatique de ce lieu, à savoir le soleil, l'air et le vent. (Vitruve, 1684 , chapitre IV. P.16-17.)

Figure 3 : Capielle à Saint-Chinian,  
Livre du Bioclimatisme et performances énergétiques  
des bâtiments 2006 ; Claire Cornu



Ainsi, le souci lié à la première fonction du bâtiment, qui consiste à abriter des rigueurs du concepteur, et du climat, qui est de favoriser dans le bâtiment les ambiances les plus aptes à la pratique de l'activité qui y est prévue, c'est pourquoi Vitruve aux tenants du régionalisme<sup>3</sup> en passant par Viollet-le-Duc, est affirmée la nécessité d'une bonne implantation du bâtiment dans son site et d'une organisation spatiale adaptée.

C'est pourquoi pour les premières conceptions d'architecture solaire cette architecture du lieu a beaucoup servi de modèle. Cependant, il faut faire attention à ce que la valeur affective des vieilles pierres ne cache pas le fait que nos anciens pouvaient aussi commettre des erreurs et que ces bâtiments ne sont pas toujours adaptés au mode de vie actuel. (Fernandez.P et

---

le soleil, le vent...) (Source Auteur)

<sup>3</sup> Concept stylistique à la définition assez floue, le régionalisme constitue, dans la conscience identitaire du XXe siècle, une alternative à l'idéologie dominante de la modernité. Il peut se baser et s'évaluer de l'architecture vernaculaire. (Loyer.F, Toulier.B, 2001 – p16)

Lavinge.P, 2009, p26)

### **1.1 Les pionniers : l'architecture solaire et bioclimatique :**

Dans les années soixante, la remise en question l'émergence des problématiques écologiques favorisé par la société de consommation et, surtout aux États-Unis, celle des autos constructrices qui, recherchent un mode de vie autonome et plus proche de la nature, en construisant des habitations du typique. Parallèlement, les premières études sur la relation entre l'architecture et le climat apparaissent. Le choc pétrolier de 1973-74 fait sortir ces premières approches de la marginalité et donne naissance à l'architecture bioclimatique, solaire passive, solaire active selon le cas, et à un foisonnement de réalisations et d'essais. L'objectif fondamental pour la dépendance aux formes d'énergie non renouvelables représentées par les combustibles fossiles et l'énergie nucléaire est de les réduire, si non les supprimé. Les matériaux sont alors employés essentiellement en fonction de leurs caractéristiques thermiques. Cette production foisonnante des années soixante-dix donnera une image relativement négative de l'architecture solaire, la faisant plutôt apparaître comme une vision partielle donc partiale de l'architecture donnant un poids hégémonique<sup>4</sup> aux contraintes énergétiques contrairement des autres qualités architecturales ou urbaines du projet. Si ces expériences multiples peuvent permettre parfois des innovations intéressantes, elles produisent souvent des contre-exemples flagrants tant au niveau de l'habitabilité, d'une soi-disant économie d'énergie, que de l'architecture elle-même. Leur grande diversité a néanmoins permis un certain nombre d'expériences et modifié d'une façon tangible les relations sociales, au moins dans les pays industrialisés. Démarche et méthodes La compréhension des phénomènes physiques de base liés au climat est essentielle à la bonne gestion d'un projet d'architecture. Cependant, celle-ci ne doit pas être considérée sous un angle exclusivement technique, très réducteur. Dans la position de l'architecte, elle doit au contraire être abordée telle qu'elle est définie dans le concept d' « architecture bioclimatique » ou, plus simplement, d'« architecture climatique », en prenant cette appellation dans son acception la plus large qu'on va voir plut art. (Fernandez.P et Lavinge.P, 2009, p26)

### **1.2 Le rapport entre architecte et environnement :**

Le mot environnement apparue qu'au début des années soixante. A l'échelle de la terre en parle d'écosphère, en faisant rappelle à de multiple discipline scientifique, comme la géographie, la biologie, la chimie, la physique, la climatologie... par l'écologie qui est

---

<sup>4</sup> Une domination économique, politique et sociale.

étymologiquement vient du grec oikos (maison, habitat) et logos (science) ; C'est donc littéralement la science de la maison, de l'habitat. Le terme fut introduit en 1866 par le biologiste allemand Ernst Haeckel, comme l'étude de la relation entre les êtres vivants et leur milieu. (Fernandez.P et Lavinge.P, 2009, p25)

L'environnement est une notion complexe, il s'agit d'un anglicisme signifiant milieu, dans son utilisation courante, fait toujours référence à l'homme. Entre autres définitions, le Groupe interministériel d'évaluation de l'environnement en 1976, la considère comme « l'ensemble des facteurs susceptibles de concerner chacun d'entre nous dans ses relations avec la collectivité humaine et les milieux collectifs naturels », dans ce contexte, l'architecture ne peut ignorer son environnement. Effectivement, le travail d'un architecte l'oblige de gérer trois grands domaines qui relèvent de l'environnement tel que défini ci-avant : l'espace, les ressources et les conditions de vie.

En effet, l'espace, les ressources et les conditions de vie sont les trois grands domaines que l'architecte doit gérer dans son activité, qui relèvent de l'environnement tel que définit ci-avant.

Parmi les rôles les plus couramment réservés et reconnus à l'architecte est la gestion de l'espace : il doit prendre en considération le sol sur lequel il ancrera le bâtiment, et le climat, en cherchant à utiliser les bienfaits tout en maîtrisant ses contraintes. Cet espace, sur lequel il s'appuie et qu'il modèle, est avant tout le milieu biophysique des écologues ou encore le biotope<sup>5</sup>.

Dans la gestion des ressources en matières et énergie, le secteur de la construction est un gros consommateur, demande de les économiser au maximum et de faire appel, en priorité, à celles qui sont renouvelables ou au moins recyclables, et alors produisant moins de déchets et de pollutions.

Par derrière, dans la gestion des conditions de vie, le rôle du bâtiment n'est pas seulement l'abri mais aussi permettre à ses occupants d'exercer leurs activités dans les meilleures conditions physiques et sociales possibles. Alors, il s'agit d'assurer un confort satisfaisant, d'éviter les manifestations pathologiques dues au bâtiment et de faciliter les relations sociales en son sein. Le centre scientifique et technique du bâtiment a classé l'ensemble des impacts du bâtiment sur son environnement extérieur et intérieur à partir d'une

---

<sup>5</sup> Le biotope représente l'ensemble des éléments non vivants d'un écosystème : le sol et ses constituants, l'air, l'humidité, la température, la lumière, les éléments chimiques (encyclopédie Larousse)

étude détaillée : Pour l'environnement extérieur, il les décrit aux trois échelles générales approprié pour une approche environnementale correcte, soit :

- L'échelle globale ou planétaire, liée aux phénomènes atmosphériques globaux et à la gestion mondialisée des ressources ;
- L'échelle régionale, qui concerne la zone géographique et souvent climatique
- L'échelle locale, relative au bâtiment, à sa parcelle d'implantation et à son environnement proche.

Concernant l'environnement intérieur, il s'agit des impacts sur l'utilisateur, sur sa sensation de confort ou d'inconfort d'une part et, d'autre part, le risque d'attraper des maladies possibles provoquées par le bâtiment lui-même. (Fernandez.P et Lavinge.P, 2009, p31, 32)

## **2. Une approche environnementale :**

Après avoir parlé d'objectif essentiel d'une construction après qu'il soit l'abri, qui est le confort humain, nous allons faire un second détour par le climat. Une maison bioclimatique alsacienne ne le sera plus en Provence et une construction autrichienne ou allemande le sera encore moins. Un label de qualité énergétique suisse, ou même parisien, traduit et appliqué sans réfléchir, peut devenir un gage de non-qualité en région méditerranéenne.

En Algérie, un site de construction subit quatre saisons bien différenciées, avec un régime de pluie variable selon la région. L'ensoleillement est globalement important qui varie du nord au sud et de l'est à l'ouest. (Auteur) On le voit, les paramètres varient beaucoup selon la région, la latitude et l'altitude, ce qui empêche la manière de construire qui devra s'adapter à chaque situation, comme nous allons peu à peu le préciser. En générale, les hivers sont quand même trop froids pour assurer un confort équivalent dans un bâtiment à celui de la grotte, sans apporter une importante source d'énergie complémentaire, et les étés trop chauds pour nous enfermer dans une boîte étanche, si elle n'est pas rafraîchie. (Dutreix. A, 2010, p20)

Donc, il nous faut de répondre à cette contradiction : exploiter une source extérieure d'énergie en hiver et nous en protéger en été, sans négliger de maintenir une hygrométrie constante, dans une ambiance sans déplacement d'air en hiver mais correctement ventilée en été, tout en assurant un rayonnement thermique confortable, homogène et adapté à la saison. (Dutreix. A, 2010, p21)

## 2.1 Utiliser le climat plutôt que le combattre :

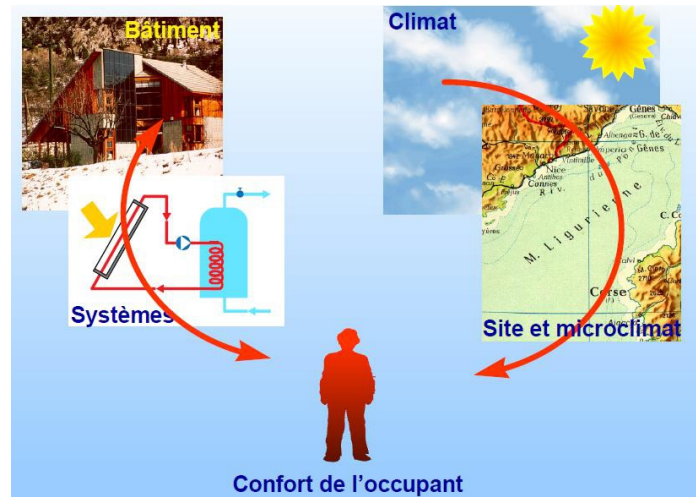


Figure 4: l'architecture bioclimatique place l'occupant au centre de ces préoccupations, Livre traité d'architecture bioclimatique 2005

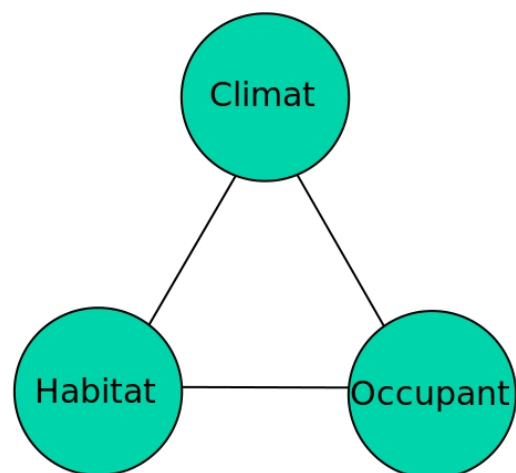
Utiliser l'environnement, c'est donc le climat, implique d'abord de ne pas le considérer comme néfaste à l'homme, mais comme une source potentielle de son bien-être. Alors c'est essentiel ensuite d'apprendre à reconnaître ses spécificités, sans chercher à normaliser, à copier aveuglement et sans comprendre ce que fait le voisin. (Dutreix. A, 2010, p20)

Ainsi chaque lieu à un climat défini par la température. Avec des paramètres variables au cours d'un cycle annuel et du cycle jour-nuit : le rayonnement solaire, l'humidité et le vent.

Du point de vue du confort thermique, le climat peut être agréable ou désagréable selon les saisons ou les horaires. Pour augmenter les exigences de bien-être dans un édifice construit pour abriter ses occupants, il faut donner importance aux fonctions spécifiés parmi d'autre, celle de créer un microclimat plus confortable que le climat ambiant : parfois, plus froid, ou plus sec ou bien plus chaud.

Pourtant, depuis des décennies, de nombreux architectes semblent l'oublier en confiant à la seule technique qui est le microclimat artificiel : des chauffages et des climatisations sont

Figure 5: les principes du bioclimatique,  
<http://www.maison-bioclimatique.info/bioclimatisme>, 2014 ;  
Emmanuel Boutet



souvent installés sans qu'il soit tenu compte des paramètres climatiques.

Cependant, les méfaits d'un grand vitrage froid trop proche d'un lieu de repos ne pourront être réparés avec aucun système simple de chauffage ; aucune climatisation ne permet de corriger correctement un effet de paroi chaude exposée au soleil. De plus, chauffage et climatisation nécessitent un investissement, un entretien et des dépenses d'énergie et produisent une pollution devenue alarmante. En effet, la pollution par le gaz carbonique qui crée un effet de serre atmosphérique est causée par la consommation de l'énergie pour produire de la chaleur ou du froid. Par ailleurs, le climatiseur thermodynamique risque des rejets de chlorofluocarbure (CFC) qui participent à la rupture de la couche d'ozone, ou de gaz de remplacement dont on ne connaît peut-être pas encore tous les inconvénients.

Il est donc important de remettre en question des habitudes qui, de toute façon, ne peuvent se généraliser à toutes les populations du globe, pourtant en droit de souhaiter un confort décent. Il est par ailleurs saisissant de constater que, privés des moyens artificiels, certains édifices produisent une situation plus inconfortable que celle obtenue à l'extérieur sous un arbre !

On est donc en droit d'attendre de l'architecture qu'elle crée, par les caractéristiques de son enveloppe et de ses structures intérieures, c'est-à-dire « passivement », chaque fois qu'un microclimat confortable est possible. Lorsque les dispositifs architecturaux sont insuffisants pour obtenir les conditions de confort, ils doivent toutefois assurer des investissements et des consommations énergétiques minimaux. (Fernandez.P et Lavinge.P, 2009, p,28)

## **2.2 Evaluation environnemental**

Cette fois, si on prend en compte la problématique environnementale réellement dans la conception, ça sera un exercice complexe qui peut recevoir des réponses multiples en fonction de la hiérarchie des préoccupations.

En ajoutant que la façon identique n'est jamais la façon que toutes les exigences environnementales peuvent être traitées avec. Certaines peuvent même être contradictoires, surtout si elles sont abordées non scientifiquement, par exemple : dans l'ignorance de tous les phénomènes en jeu, et sans les dispositifs adéquats, dans l'hiver, favoriser le captage solaire énergétique mais la lumière peut causer des surchauffes estivales et un éblouissement, alors un inconfort visuel, sans compter l'utilisation du verre qui est un matériau énergivore et cher.

Tout le problème réside dans la façon d'impulser cette prise en compte et d'évaluer les résultats, ce qui est le rôle de l'évaluation environnementale, qui doit être rigoureuse. Mais le

vouloir faire des maîtres d'ouvrage ne peut suffire seul sans un contexte politique favorable.

La plupart des pays industrialisés ont mis en place des réglementations spécifiques (notamment pour la thermique et l'acoustique) ou pris des mesures législatives pouvant rentrer dans un cadre plus général (eau, déchets, etc.), mais certains vont plus loin en incitant, souvent financièrement, à la mise au point de méthodes d'aide (à la décision, à la conception, à l'évaluation), à la délivrance de certifications ou de labels, en subventionnant des équipements.

Un seul paramètre que ces actions peuvent viser. L'énergie, qui reste un enjeu majeur, est souvent mise en avant. Ainsi, actuellement, Le standard « Maison passive », d'origine allemande, vise une consommation de 20%, ce qui permet même, grâce à l'utilisation notamment de capteurs photovoltaïques, de concevoir des bâtiments « à énergie positive » qui produisent plus d'énergie (thermique + électrique) qu'ils n'en consomment. En Suisse, le label « Minergie » vise une consommation globale égale à 35% de celle d'un bâtiment conventionnel et l'utilisation renforcée des énergies renouvelables.

D'autres méthodes comme par exemple des méthodes BREAMM (Grande-Bretagne, la première utilisée), LEED (États-Unis, Canada), DCBA (Hollande), Green Building Tools (développée par l'association Green Building Challenge qui regroupe 14 pays). En France, la « démarche HQE® » visent à plus d'exhaustivité avec des méthodes multicritères qui peuvent être utilisées au-delà des frontières de leur pays d'origine.

Définition de la démarche bioclimatique :

Olgay a utilisé le terme « bioclimatique » pour la première fois en 1953 pour définir l'architecture qui répond à son environnement climatique en vue de réaliser le confort pour les occupants grâce à des décisions de conception appropriées (Evans. J. M. Delft University, 2007)

Mais pour Pierre Fernandez et Pierre Lavigne Le terme bioclimatique renvoi à une partie de l'écologie qui étudie plus précisément les relations entre les êtres vivants et le climat. En architecture, cette expression vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle, c'est-à-dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les effets pervers sur le milieu naturel et les coûts d'investissement et de fonctionnement. L'intérêt du bioclimatique ce qui en fait un élément fondamental de l'art de l'architecte, qui va donc du plaisir d'habiter ou d'utiliser un espace à l'économie de la construction, ce qui en fait un élément fondamental de l'art de l'architecte. (Fernandez.P et Lavigne.P, 2009, p,27)



Figure 6: Le bâtiment répond au climat pour assurer le meilleur confort de l'occupant, livre traité d'architecture bioclimatique,2009 ; arch. Y Célaïr

### **3. Fondements de la démarche bioclimatique :**

#### **3.1 Équilibre des contraintes**

L'étude des relations entre l'extérieur et l'intérieur d'un bâtiment n'est pas la seule intervention de l'architecte. La morphologie de la construction « intime » est elle-même impliquée. Cependant, il s'agit bien de trouver un équilibre satisfaisant entre les différentes contraintes et pas de sacrifier la qualité architecturale au profit de la seule contrainte climatique mais bien D'ailleurs, les architectes qui adoptent une démarche bioclimatique dans le suivi de leurs projets voient dans leur approche un moyen d'exprimer une philosophie des relations entre nature et architecture, et ne revendiquent en aucun cas la recherche de l'optimisation d'un critère P28

Comme le rappellent C. Parent et J. Robert, c'est une plus longue tradition pour l'architecture de dialoguer avec la nature et sa composante climatique que directement avec



l'énergie. Que ce soit la contribution de Frank Lloyd Wright au mouvement moderne, celle d'Alvar Aalto ou encore celle de Le Corbusier, elles doivent toutes des notions, parfois essentielles, au rapport architecture/nature et, à travers ce rapport, aux lois de la thermique. C'est ainsi que des concepts comme l'échange, le captage, l'inertie, etc. ont investi le projet architectural à travers des thèmes, plus ou moins techniques, plus familiers pour les architectes comme l'épaisseur, la matérialité, la transition, dont le traitement est étroitement lié à la maîtrise des ambiances architecturales.

Lorsque ces thèmes et la dimension technique qu'ils impliquent font l'objet de la recherche d'un compromis satisfaisant, la contrainte peut devenir source d'inspiration et générer ou s'intégrer à un véritable vocabulaire de composition architecturale. Si l'on veut procéder à l'intégration cohérente de la composante climatique, il est donc essentiel de considérer celle-ci dans le rapport qu'elle entretient avec les divers paramètres de conception.

(Fernandez.P et Lavinge.P, 2009, p,28)

### **3.2 Quatre paramètres fondamentaux**

Les différents modes de transferts thermiques conditionnant la performance énergétique et le confort thermique d'un bâtiment sont la radiation, la conduction, la convection et, éventuellement et dans une moindre mesure, le changement de phase. Ceux-ci mettent en jeu des facteurs déterminants dans la conception des édifices comme la conductance d'une enveloppe, le captage ou la protection du rayonnement solaire, le contrôle des inerties et la gestion de la ventilation.

Comme nous venons de le souligner, la création de dispositifs de contrôle des ambiances considérant ces facteurs isolément conduit nécessairement à un échec sur le plan de leur intégration à la démarche globale de projet. Il est donc nécessaire de les considérer dans le cadre des paramètres de conception sensibles à la composante énergétique.

Nous proposons d'étayer notre propos sur la décomposition en quatre paramètres de conception fondamentaux qui, dans une relation de dialogue avec leurs divers enjeux, conditionnent la qualité des ambiances comme Fernandez & Lavinge ont fait : l'implantation et la morphologie du bâtiment, les matériaux utilisés et la distribution des espaces intérieurs.

(Fernandez.P et Lavinge.P, 2009, p,29)

### 3.2.1 Implantation du bâtiment

Le site est l'environnement proche d'un bâtiment, un contexte urbain par exemple, influent sur le type de construction. L'architecte soucieux d'une insertion réussie cherche en effet à exploiter le potentiel du site, à contourner ses contraintes défavorables et à accorder les ambiances dans et hors de son bâtiment au microclimat du lieu. Pour ce faire, il procède à la collecte de l'information par une analyse du site et à une estimation des interactions entre le projet et le site, selon le filtre de concepts architecturaux caractérisant l'implantation. Notons l'importance de la prise en compte des particularités du site dans la qualité future du confort interne d'un projet. La bonne appréciation de ces contraintes se révélera déterminante dans sa capacité à approcher naturellement le confort et à moindre coût.

Les caractéristiques suivantes doivent être particulièrement prises en compte : le relief (l'orientation de la pente conditionne fortement les paramètres du microclimat, etc.), le contexte urbain (la forme urbaine modifie l'ensoleillement disponible et la pression du vent sur les façades, etc.), le type de terrain (humidité, albédo du sol, etc.), la végétation (effets sur l'humidité et la réduction de la vitesse du vent, etc.) et la direction, la vitesse et la fréquence du vent, en tenant compte de leurs évolutions possibles dans le temps (développement urbain, croissance de la végétation, etc.) (Fernandez.P et Lavinge.P, 2009, p,29)

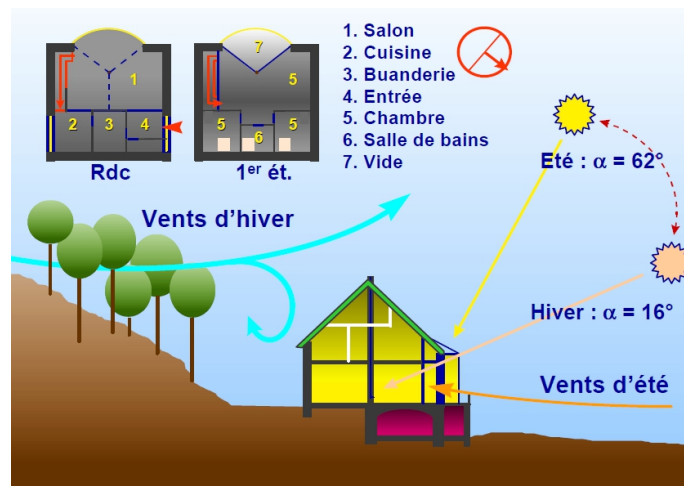


Figure 7 : implantation tant compte du relief, des vents locaux, de l'ensoleillement, etc., Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique,2005

### 3.2.2 Morphologie du bâtiment

Le modèle conceptuel de l'architecte s'appuie souvent sur un processus de synthèse de la forme, qui lui permet de passer rapidement d'une appréciation du site à une idée de la forme globale d'un bâtiment, intégrant les contraintes du programme dans des esquisses. Le discours sur la forme du bâtiment avec toutes ses composantes : géométrique, topologique, fonctionnelle, structurelle, esthétique, énergétique, environnementale, est donc au centre du discours

architectural.

Par ailleurs, bien que l'impact énergétique de la forme architecturale puisse devenir sous certains climats moins primordiaux à partir du moment où un bâtiment est bien isolé, les répercussions de la forme sur le coût global de la construction ne peuvent être négligés. (Fernandez.P et Lavinge.P, 2009, p,29-30)

### **3.2.3 Matériaux de construction**

Le discours architectural sur les matériaux a toujours intégré une réflexion sur la qualité des ambiances dans un projet, notamment en ce qui concerne l'architecture vernaculaire qui s'est toujours employée à utiliser des matériaux locaux adaptés aux conditions climatiques : par exemple, dans le sud-ouest de la France, l'utilisation de terre crue sur les façades exposées au soleil et de terre cuite sur celles exposées aux pluies et aux vents dominants.

La composante climatique n'est pas absente du débat sur l'architecture moderne. En effet, même si l'association d'un matériau comme le béton armé et du mur rideau permet le plan libre et rend obsolètes la disposition des pièces et l'orientation des percements, le bâtiment se veut paradoxalement largement ouvert sur l'environnement naturel, dans un souci principal de qualité visuelle.

Au-delà des produits manufacturés utilisés dans l'architecture aujourd'hui (verre, métal, isolant thermique), la recherche de matériaux sûrs, bon marché, à faible contenu énergétique et à faible impact environnemental aboutit souvent à l'utilisation des matériaux locaux (bois, pierre, terre, etc.), L'architecte est donc souvent conduit à analyser les matériaux utilisés dans les bâtiments existants et leur mise en œuvre, même si c'est pour procéder à leur réinterprétation dans le contexte nouveau du projet considéré. (Fernandez.P et Lavinge.P, 2009, p30)

### **3.2.4 Distribution des espaces intérieurs**

La distribution des espaces intérieurs assure une fonction liée de façon évidente aux usages et aux rituels du bâtiment. Pourtant, la perception de ces espaces présente également une très forte composante environnementale (énergie, confort, santé, etc.).

La qualité du confort est particulièrement sensible pour des dispositifs ouverts (augmentation des surfaces vitrées déprédatives et de captage de certains halls, espaces d'attente, etc. ou encore loggias et vérandas dans l'habitat) mais concerne tous les espaces à travers leurs caractéristiques principales, à savoir leur taille et leur forme.

Les grandes hauteurs sous plafond créent souvent une ambiance froide, subjective mais parfois en partie justifiée par le phénomène de stratification, alors que des espaces compacts et de taille réduite sont souvent ressentis comme chaleureux...

La taille et la disposition des ouvrants jouent aussi un rôle d'autant plus critique que la conception du bâtiment est passive : en climat froid tempéré, larges ouvertures bien orientées afin de bénéficier directement du rayonnement solaire mais gestion sensible du confort d'été et du confort visuel ; en climat chaud, ouvertures de surface plus faible mais disposées pour favoriser une bonne ventilation.

D'autres caractéristiques, comme la couleur ou l'ameublement, ont des impacts psychologiques certains sur la perception thermique d'un local (couleurs chaudes, matières froides, etc.), sa qualité d'éclairage naturel (équilibre des luminances, niveau de réflexion des parois, indice de rendu des couleurs naturelles, etc.). Par ailleurs, associer le confort thermique à un espace est consolidé par le rituel d'occupation des lieux à un moment donné et selon un mode spécifique d'utilisation. (Fernandez.P et Lavinge.P, 2009, p,30)

### 3.2.5 Dispositifs architecturaux

Le dialogue entre les paramètres d'une construction et leur sensibilité climatique génère des dispositifs architecturaux dont le juste équilibre entre leur performance et leur participation à la composition trouvent leur pertinence. En effet, contrairement aux dispositifs techniques, dont leur appellation est leur seule fonction et sont souvent plaqués sur l'architecture, nous nommons dispositifs architecturaux de contrôle des ambiances, qui renferment également une valeur d'usage et une valeur esthétique, au-delà de leur valeur technique, et font à ce titre parti intégrante de l'architecture.

Face à certains points de vue, certains pensent que la distinction entre dispositifs techniques et dispositifs architecturaux ne se fait pas nécessairement par la nature du dispositif

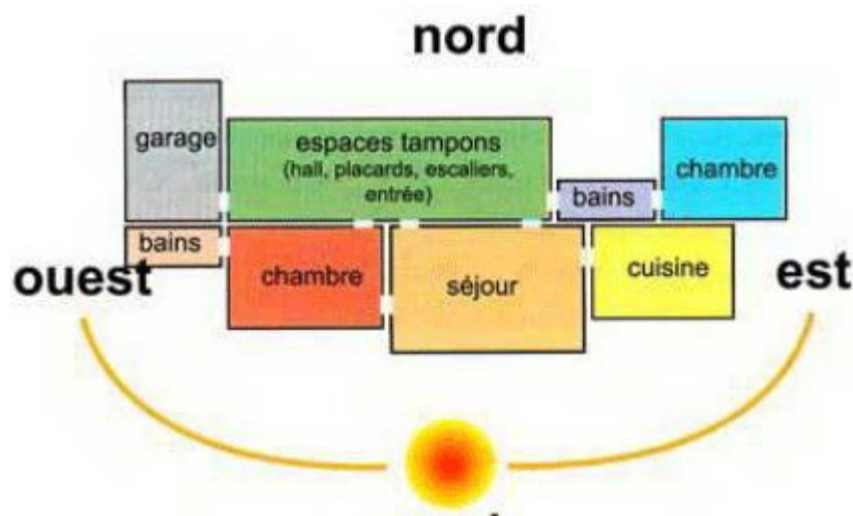


Figure 8:Exemple de disposition des espaces intérieurs d'une habitation, [http://conseils.xpair.com/actualite\\_experts/concevoir-durablement-bioclimatisme.htm2015](http://conseils.xpair.com/actualite_experts/concevoir-durablement-bioclimatisme.htm2015) ; Bernard Sesolis.

mais plutôt par l'intégration du dispositif au processus global de conception. Comme par

exemple selon leur intégration, des guide vent ou des brise soleil peuvent prendre l'allure de dispositifs techniques ou de dispositifs architecturaux. Entre architecte et thermicien, ce d'ébat est souvent une source de conflit, le premier ayant à gérer les interactions entre la contrainte technique et les autres paramètres du projet, le second étant soucieux de la performance du dispositif. Donc, seule une collaboration dans les phases amont du projet peut permettre d'obtenir un compromis satisfaisant, contrairement aux pratiques habituelles. En réalité la participation de l'ingénieur dans les phases initiales du projet permet à l'architecte de réellement garder la maîtrise de son architecture, malgré cela semble paradoxale à certains architectes. (Fernandez.P et Lavinge.P, 2009, p,28-39)

### **Conclusion :**

Dans ce chapitre, on a mis en évidence l'évolution de la démarche bioclimatique et des questions énergétiques vers la problématique environnementale, on a vu l'intégration des connaissances dans les savoir-faire architecturaux en considérant le champ le plus large de l'environnement et comment l'architecture est devenue écologique, verte et environnementale dans une approche plus globale. Pour cette raison, il nous semble primordial de viser d'étudier les relations entre l'extérieur et l'intérieur afin d'assurer l'objectif de la conception bioclimatique.

## Chapitre II : la serre bioclimatique

**Introduction :** un habitat bioclimatique est un espace conçu autour du « projet de vie » de ses habitants. Tout en respectant les multiples fonctionnalités du bâtiment, la composante thermique de ce projet sera déterminante dans la conception des espaces qui se fera en fonction de l'ambiance thermique souhaité et en tirant parti au mieux de toutes les caractéristiques du lieu sur lequel elle s'implante pour capter et gérer les éléments positifs du climat et se protéger de ses éléments négative, en optimisant la forme architecturale en fonction des rôles thermiques différenciés de l'enveloppe et en utilisant des organes bioclimatique spécifique comme les murs capteurs ou les serre bioclimatiques qui sont notre objectif a visé dans ce chapitre, mais on va le commencer par aborder le fonctionnement de la planète afin de connaitre le principe d'une serre et son fonctionnement entre l'extérieur et l'habitat. (Auteur)

### 1. Fonctionnement global de la planète :

Notre planète Terre est une boule de matière en fusion dans l'espace, dont on peut négliger l'effet thermique du magma est, couche atmosphérique comprise, en équilibre thermique : elle reçoit de la chaleur du soleil et la perd dans le vide qui l'entoure en prenant, en première approximation, une température d'équilibre telle que la chaleur reçue est égale à la chaleur perdue.

Plus précisément, on observe que :

- Le rayonnement solaire reçu annuellement dépend de la latitude, pour des raisons purement géométriques (l'équateur en reçoit le maximum et les pôles le minimum) ;
- Le rayonnement solaire est en fonction de la saison, pour des raisons géométriques également ;
- Le rayonnement reçu n'atteint que partiellement le sol, selon la nébulosité du lieu ;
- Des échanges de chaleur ont lieu entre différentes régions du globe par les déplacements d'air, plus ou moins chaud ou froid, que sont les vents ;
- Selon les lieux, l'air est plus ou moins humide, en particulier en fonction des déplacements d'eau assurés par les vents ;
- La température de l'air décroît avec l'altitude. (Fernandez.P et Lavinge.P, 2009, p,32)

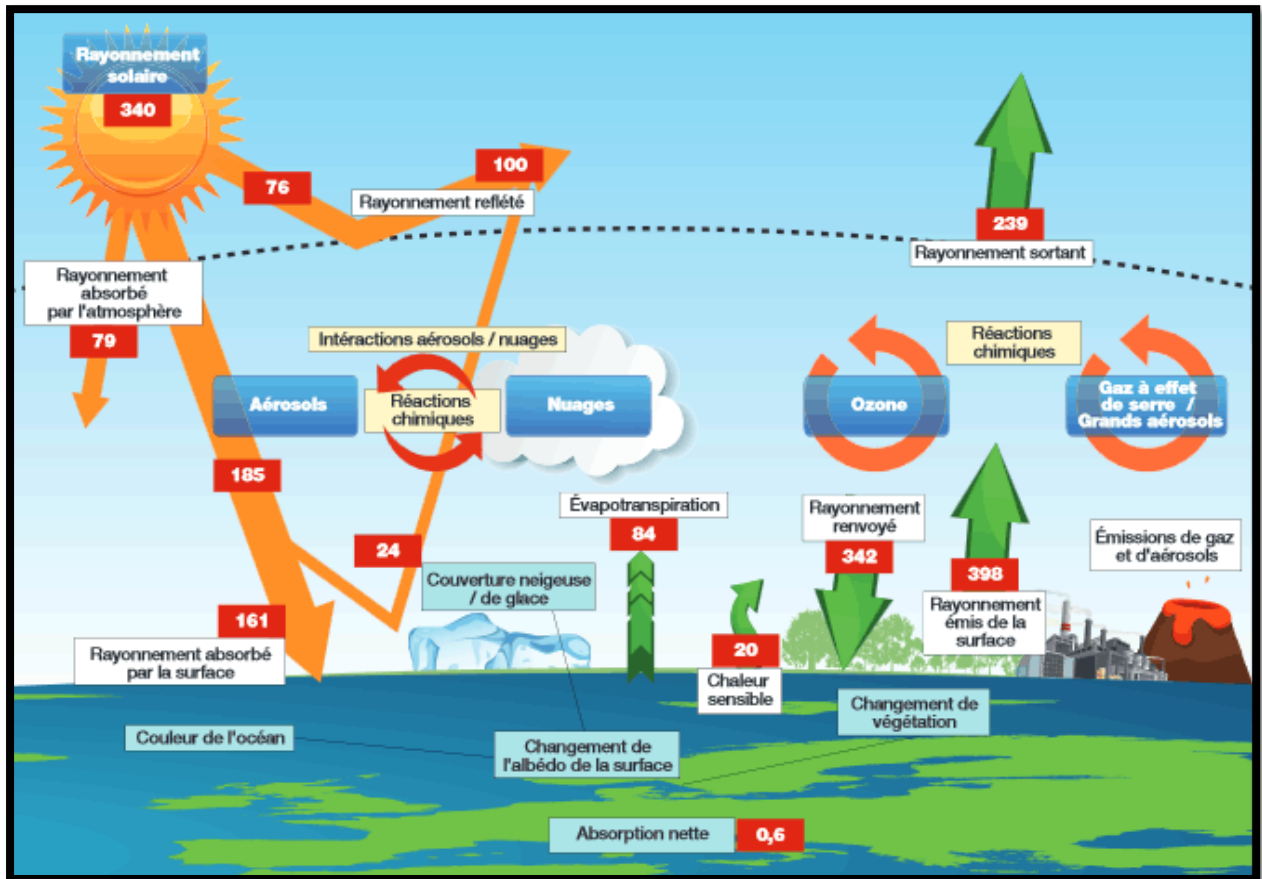


Figure 9 : Le bilan radiatif et sa perturbation anthropique : estimation de l'impact de l'effet de serre et de l'effet parasol sur le bilan énergétique de la Terre. Crédit : CNES (Centre national d'études spatiales), 04/2006

(Chalmeau, 2013) (Clairiere , 2009) (Grawitz, 2001) (Bourgogne-bâtiment-durable, 2016)

### 1.1 Soleil, climat et effet de serre :

« Le climat de la Terre fonctionne comme un moteur thermique, dont le carburant serait le soleil, et le circuit de refroidissement, l'atmosphère. Si le circuit de refroidissement est ralenti, la température du moteur augmente jusqu'à ce qu'un nouvel équilibre soit trouvé. Il existe un équilibre entre le rayonnement qui nous arrive du soleil et rayonnement qui s'échappe vers l'espace. Un changement climatique son produit lorsque l'énergie solaire totale absorbée n'équivaut pas à l'énergie totale libérée. Le rayonnement absorbé apporte à la planète de la chaleur qu'elle restitue en permanence en direction de l'atmosphère. Ce rayonnement est alors absorbé par les gaz à effet de serre, ce qui réchauffe l'atmosphère. Puis cette chaleur est réémise vers la Terre. Ce rayonnement qui retourne vers la terre constitue l'effet de serre. » Armand Dutreix.

Avant d'entrer dans les détails, nous allons faire un dernier détour vers le ciel. Le soleil constitue notre source d'énergie fondamentale, il irradie en permanence sur Terre une puissance de 178 000 TW, alors que l'ensemble des besoins modernes de l'humanité en énergie se situe aux environs de 10 TW. Autrement dit, le soleil envoie sur Terre quasiment 18 000 fois de quoi

couvrir la totalité des besoins de l'humanité en énergie. La Terre reçoit du soleil l'équivalent d'un demi-siècle de consommation d'énergie de l'humanité moderne chaque jour. Il y a toujours de la réserve. Mais bien sûr, à condition de vouloir et savoir utiliser cette manne quasi infinie, gratuite et éternelle. (Dutreix. A, 2010, p20)

Tout le sait que le soleil, en hiver, se lève au sud-est monte au-dessus de l'horizon sud à moins de 30°, puis replonge rapidement vers le sud-ouest. Si bien que seul la façade sud d'une construction reçoit correctement du soleil en hiver. En été, il se lève au nord-est, monte à plus de 60° à midi, avant de redescendre vers le nord-ouest. Les façades est et ouest ainsi que les toitures qui sont surtout exposés au soleil. Cette différence fondamentale entre ces saisons est un atout majeur : un grand pas sera franchi vers la réponse aux contraintes que nous nous sommes posées. Si nous pouvons valoriser l'ensoleillement sur la façade sud et nous protéger du soleil sur les façades est et ouest. Ainsi que sur la toiture, et plus ou moins sur la façade sud selon le lieu. Sauf qu'il restera à adapter ces mesures aux conditions particulières de chaque région. (Dutreix. A, 2010, p21-22)

On notera enfin que, quelle que soient la saison et la région en Algérie, la température de nuit, en l'absence du soleil, est généralement insuffisante (sauf cas très particulier de canicule) pour assurer le confort humain. Elle est de ce fait suffisante pour apporter, si besoin, la fraîcheur éventuellement recherchée, à condition, là aussi de savoir la valoriser. (Auteur)

### **1.1.1 Les conditions climatiques :**

Les conditions climatiques comme la température ambiante, l'hygrométrie, le vent, le rayonnement thermique ambiant et l'activité humaine influencent le confort humain et fixent les contraintes d'une construction.

D'après Victor Olgyay, dans son guide de l'architecture bioclimatique, tome III, la zone de confort se situe en fonction de la température et de l'humidité de l'air, comme sur le schéma fig.10, soit idéalement entre environ 22 et 27°C, avec une humidité relative comprise grossièrement entre 20 et 60%.

En augmentant l'ensoleillement direct, la zone de confort se déplace vers le bas. En augmentant la vitesse de l'air, dans certaines limites, elle se déplace vers le haut. Ces valeurs sont évidemment relatives et dépendent de nombreux facteurs dont la santé et l'âge de la personne, son habillement, son habitude climatique, la turbulence de l'air... (Dutreix. A, 2010, p22.23)



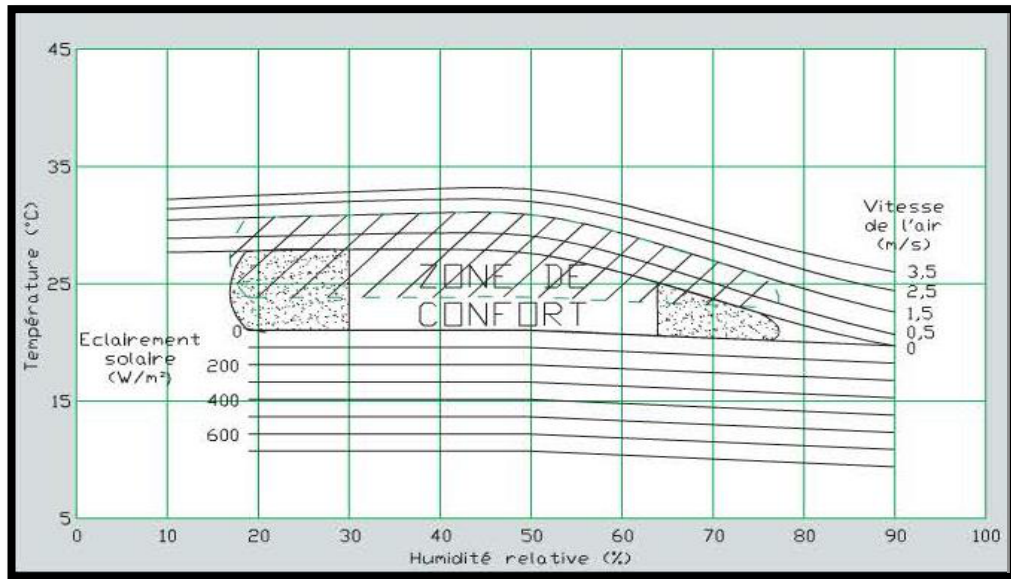


Figure 10: La plage de confort hygrothermique de l'être humain peut être déplacée en modifiant dans une certaine mesure la vitesse de l'air ou en jouant sur l'éclairement solaire reçu, Livre de bioclimatisme et performances énergétiques des bâtiments, 2006.

### 1.1.2 La température ressentie :

Pour un être humain nu, la température ambiante doit être de 24°C, mais comme nous vivons en général habillés, de 19 à 20°C comme ambiance idéalement suffit, un peu moins même, si nous acceptons de porter un pull. Nos constructions doivent simplement compenser la différence entre le climat extérieur et l'ambiance intérieure recherchée, pendant l'été, trop chaud, et pendant l'hiver, trop chaud.

En fait, nous pouvons supporter plus de 24°C en été et moins de 19°C en hiver. La plage de température ressentie supportable (nous disons bien supportable, pas agréable) se situe plutôt entre 27°C en été et 14°C en hiver. Nous ne parlons pas ici de la température au thermomètre mais de la température ressentie. Cette température est approximativement la moyenne de la température ambiante (celle de l'air) et de la température radiante (celle transmise par rayonnement). Si en hiver les murs sont à 10°C et l'air à 20°C, la température ressentie sera de 15°C, donc supportable. Dit autrement, la somme des températures rayonnante et ambiante permettant une sensation de confort idéal est, de façon surprenante, celle du corps humain.

$$T_{\text{ambiante}} + T_{\text{radiante}} = 37,5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$$

A noter que, par rapport à la température ressentie idéale, le corps humain a une sensation de froid à partir de 3°C de plus. Mais ce qui gêne le plus, ce n'est pas tant la température

ressentie, que les variations de cette température selon l'orientation et la partie du corps. C'est pourquoi, par exemple, un mur trop froid ou un chauffage radiant trop intense, directionnel par définition, sont rarement confortables. Pour être plus précis, la température ressentie se détermine en fonction de la température  $T_i$  de surface  $S_i$  de chacune des parois intérieures du local :

$$T_{\text{ressentie}} = \frac{1}{2} T_{\text{radiante}} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\sum S_i \cdot T_i}{\sum S_i}$$

(Dutreix. A, 2010, p23)

### **1.1.3 L'hygrométrie :**

L'humidité relative pèse peu sur la sensation de confort thermique. Les différentes activités de l'homme : dormir, se laver, cuisiner ou nettoyer entraînent dans une habitation moyenne une production de vapeur d'eau pouvant atteindre 10 à 14 litres par jour. Cette production de vapeur d'eau à l'intérieur des habitations contribue à y maintenir une humidité relative élevée. Si bien qu'il est souvent nécessaire de la limiter pour éviter les problèmes de condensation superficielle. Une meilleure isolation (température de surface plus élevée) et par une meilleure ventilation (l'air humide est remplacé par l'air plus sec) ou en chauffant davantage (augmentation de la température de rosée) peuvent limiter ce phénomène. ( Liébard. A et De Herde. A, 1996-2004, p29a)

### **1.1.4 La pluie :**

Parmi les premières raisons d'être d'une construction est de se protéger de la pluie. L'eau, au contact du corps, génère immédiatement un sentiment d'inconfort et aggrave fortement les déperditions thermiques. Accessoirement, elle peut dégrader la construction, ce qui nécessite de la protéger et se protéger de la pluie. Mais pardon, la pluie est aussi la source de la vie et pas une agression de la nature contre l'homme, mais une ressource indispensable à la survie de l'être vivant.<sup>6</sup> (Dutreix. A, 2010, p24)

### **1.1.5 Le vent :**

L'autre raison d'être d'une construction est de se protéger du vent, différemment durant les trois saisons avec l'été. Tout en pouvant laisser circuler le vent en été, la construction va être parfaitement étanche à l'air. C'est pourquoi on construit des fenêtres ouvrantes permettent de ventiler si besoin, en plus de laisser entrer la lumière, mais uniquement dans ce cas. (Dutreix.

---

<sup>6</sup> Le souci d'un abri et savoir valoriser la pluie, et ne pas lutter contre elle.

A, 2010, p24)

### **1.1.6 Le rayonnement thermique :**

Commençant par aborder ce sujet du rayonnement thermique de l'environnement qui est peu connu, qui détermine la température radiante. Où la source est principalement le rayonnement solaire, de façon directe, indirecte ou diffuse. Le rayonnement solaire, sous forme de lumière, permet de voir le jour, mais surtout en contact de la matière opaque il se convertit en chaleur, qu'il s'agisse de la peau humaine, un mur ou d'un sol terrestre. Le rayonnement diffus, lui aussi, sous forme de lumière provient des effets de réflexions de notre environnement : nuage, plan d'eau, sol, neige, autre construction, humidité de l'air...ces deux sources sont d'une intensité globalement en corrélation avec la saison, donc il faut les valoriser l'hiver et s'en protéger l'été.

La troisième source, indirecte, résultat de l'absorption des deux précédentes sources, provient de la restitution dans l'environnement de l'énergie emmagasinée dans la matière. Cette restitution se fait avec un certain décalage dans le temps (déphasage), qui peut être nul, et aussi très important. En l'absence de soleil, sa présence participant, pour moitié à la sensation de confort, sa maîtrise est donc fondamentale. Moduler le délai de restitution est l'objectif ici, afin de pouvoir bénéficier de la chaleur solaire au moment de l'absence du soleil. (Dutreix. A, 2010, p24,25)

### **1.1.7 L'activité humaine :**

Selon les pièces, l'activité est différente, mais les besoins de confort aussi <sup>7</sup>. L'activité physique est la première forme d'énergie : en nous activant, notre corps produit de l'énergie qu'il doit dissiper, apportant de l'énergie rayonnée à notre environnement immédiat et participant ainsi à notre sensation de confort.

La deuxième forme tient à l'utilisation d'équipements utilisateurs d'énergie, principalement d'un type électrique. Les kilowattheures électrique consommé des différents équipements électrique se transforme inmanquablement en énergie thermique rayonnée dans l'ambiance. Chaque kilowattheure qui s'inscrit au compteur électrique se transforme en

---

<sup>7</sup> Dans une chambre, lorsque le corps est au repos, souvent protégé par une couette ou une couverture isolante, il ralentit son métabolisme, sa température de confort baisse. Par contre dans une salle de bains, le corps est nu et mouillé, sa température de confort augmente. (Dutreix. A, 2010, p26)

kilowattheure de chauffage. Si ce phénomène est appréciable en hiver, il devient détestable en été. Il nous faut donc dans une construction porter une attention particulière à ces sources d'énergie, de plus en plus présentes dans nos bâtiments, afin de les valoriser l'hiver mais surtout de nous en protéger l'été. (Dutreix. A, 2010, p26)

## **2. Serre, vérandas, oriels ou bow-windows ?**

Une certaine confusion demeure quant à la définition des espaces vitrés adjacents à un logement. Les définitions données par le Petit Robert pour ces éléments de construction sont les suivantes :

**2.1 Serre :** « (Du verbe serrer). Construction vitrée, parfois chauffée artificiellement, où l'on met les plantes pour les protéger du froid pendant l'hiver ».

Les serres chauffées artificiellement, et donc au bilan thermique forcément négatif, ne sont pas celles qui nous intéressent ici.

**2.2 Véranda :** « Du portugais varanda, qui désigne une construction à base de perches. Galerie légère en bois, vitrées et adossée à une maison ».

Le terme véranda est souvent employé en lieu et place de celui de serre. Nous lui préférons cependant ce dernier puisqu'il a l'avantage de contenir le principe de son fonctionnement, l'effet de serre, et réservons le terme de véranda aux espaces accolés sans l'accompagnement d'une approche thermique globale.

**2.3 Oriel :** « Fenêtre faisant saillie sur un mur de façade. C'est le nom français pour bow-windows ou bay-window (fenêtre en saillie) ».

Les oriels ou bow-windows font partie intégrante de l'enveloppe du logement. Ces configurations, du point de vue thermique, relèvent donc du gain direct, de la même façon qu'une fenêtre ou une baie vitrée. (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007. P143)

## **3. Les serres bioclimatiques :**

« La serre bioclimatique ou serre solaire est un volume vitré capteur. Séparées du logement proprement dit par une paroi, elle peut au choix communiquer avec lui par des fenêtres, porte-fenêtre, vitrages coulissants, etc. la serre bioclimatique est un espace tampon occultable. » (Courgey.S et Oliva. J-P).

Les serres bioclimatiques, parmi les outils de captage du rayonnement solaire, également appelées « serres solaires », ont un statut à part qui les fait parfois qualifier de 'casse-tête thermiques'. Cela tient aux multiples fonctions et à leurs configurations possibles. En plus d'un rendement qui peut couvrir 20 à 40% des besoins de chauffage de la maison, elles contribuent

au rafraîchissement en été, mais sont aussi des espaces tampons à certains moments, et des espaces à vivre, très agréables, à d'autres moments. La qualité de leur conception est donc capitale pour qu'elles ne produisent pas les effets inverses à ceux recherchés : peu ou pas de gains en hiver, et des surchauffes en été. (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007. P143)

### 3.1 Principe de fonctionnement :

Une serre bioclimatique fonctionne comme un mur capteur de type « double peau » dont la lame d'air serait suffisamment large pour être habitable.

- En hiver, dès que le soleil frappe le vitrage, l'air réchauffé dans la serre peut pénétrer dans l'habitat par l'ouverture des baies de la paroi mitoyenne. Ce premier réchauffement, au choix des habitants, se double d'un réchauffement par conduction (1) **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** : les parties maçonnées de la paroi du fond s'échauffent et retransmettent lentement leurs calories sur son autre face. Simultanément, le sol de la serre absorbe lui aussi une partie du rayonnement solaire. Le soir, quand les apports solaires ont cessé, on veille à fermer toutes les communications entre la serre et l'espace habitables de façon que celui-ci ne se refroidisse pas. La nuit, les calories accumulées dans le mur intermédiaire durant la journée rayonnent vers l'intérieur (2) **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Et dans la serre, les calories accumulées dans le mur du fond rayonnent vers cet espace tampon, limitant ainsi la baisse des températures dans celui-ci. (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007. P143-144)

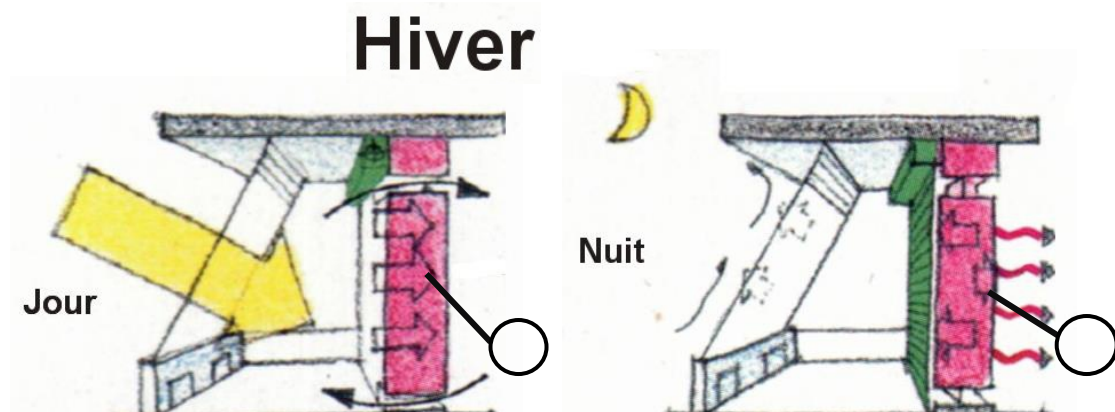


Figure 11 : schéma principe de fonctionnement d'une serre dans le jour et nuit d'hiver, livre de la conception bioclimatique (des maisons confortables et économes) ; Guillaume Berteaud.

- En été, le rayonnement solaire qui traverse le vitrage de la serre est limité du fait, notamment, de son angle d'incidence. Le réchauffement de l'air qui se produit cependant dans la serre permet une ventilation naturelle grâce à des ouvertures spécifiques pratiquées en bas et en haut. Avec un dispositif de protection solaire (store, casquette, végétation...), la serre restera

agréable même durant ces journées les plus chaudes de l'année. Toutefois, les communications entre la serre et le reste de l'habitation devront rester fermées afin de ne pas produire dans la maison un renouvellement d'air important qui la réchaufferait.

Durant les nuits d'été, les grilles de ventilation de la serre et les ouvertures entre serre et habitat laisseront passer généreusement l'air et permettront une ventilation propice au rafraîchissement du bâtiment. Lors des intersaisons, le fonctionnement de la serre sera plus souple. Et, selon l'ensoleillement, les besoins internes et le souhait de vivre dans cet espace, son fonctionnement empruntera parfois à la logique d'été, parfois à celle d'hiver.

Enfin, la serre bioclimatique sera mise à profit à différentes périodes de l'année pour améliorer l'efficacité du système de ventilation :

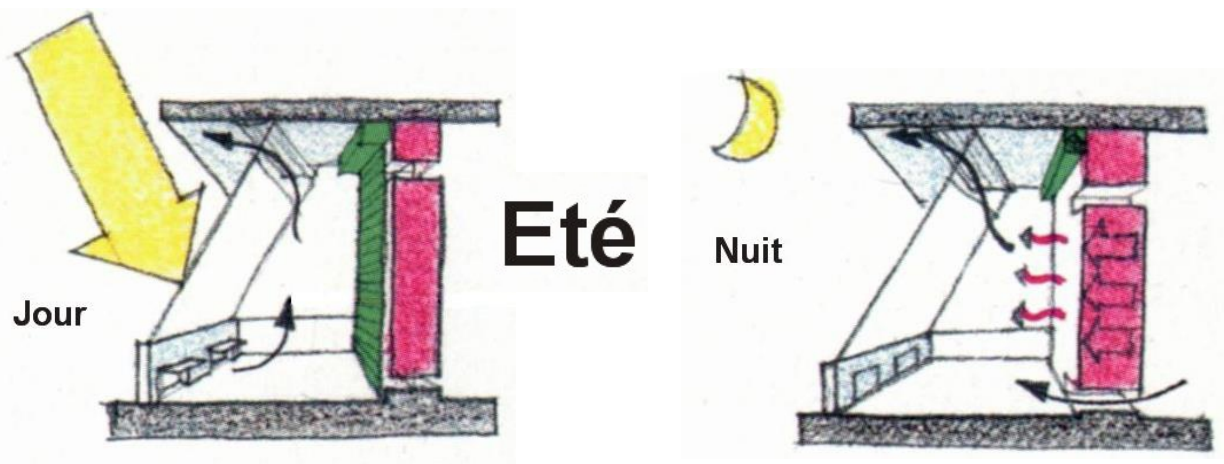


Figure 12: Schéma principe de fonctionnement d'une serre dans le jour et nuit d'été, livre de la conception bioclimatique (des maisons confortables et économes) 2006-2007 ; Guillaume Bertheaud.

Préchauffage de l'air en période froide ; contribution à la surventilation nocturne en été. (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007. P143-144)

Dans son principe, le fonctionnement d'une serre repose sur les relations entre l'habitat (du Rez-de-jardin pour le cas de la figure) et la serre. Une fois considérée la transparence de la partie vitrée de la serre et les réflexions qui renvoient une partie des entrées vers l'extérieur, il reste dans la serre la puissance solaire moyenne  $p'_{cv}$  à travers les parties opaques, et entre dans la serre une puissance moyenne  $p'_{cv'}$ , en général très inférieure à  $p'_{cv}$ . Une partie du rayonnement entré dans la serre :

- Traverse pour une part les vitrages contigus avec l'habitat comme s'il n'y avait pas de serre, à la transparence près, avec la puissance moyenne  $p_{cvds}$  ;
- Transformée en chaleur sur leur face intérieure, traverse pour une autre part bien plus

faible les parties opaques contiguës avec l'habitat avec une puissance moyenne  $p_{cvds}$  ;

La somme de ces puissances constitue un captage direct :  $p_{cvds} + p_{cvds}$

Toute la puissance,  $P_{ms} = (P'_{cv} + P'_{co}) - (P_{cvds} + P_{cods})$  entrée dans la serre sans traverser la paroi contiguë mais en étant absorbée par les autres surfaces de la serre en ce qui concerne le rayonnement, augmente la température ambiante de l'espace tampon qu'est une serre ; cela réduit les pertes de l'habitat et est donc considéré comme un captage indirect égal à :  $\delta P_{ms}$ , étant entendu que si la ventilation de la serre est négligée,

$$\delta = 1 - \tau = \frac{H_c}{H_c + H_{tp}} \tau.$$

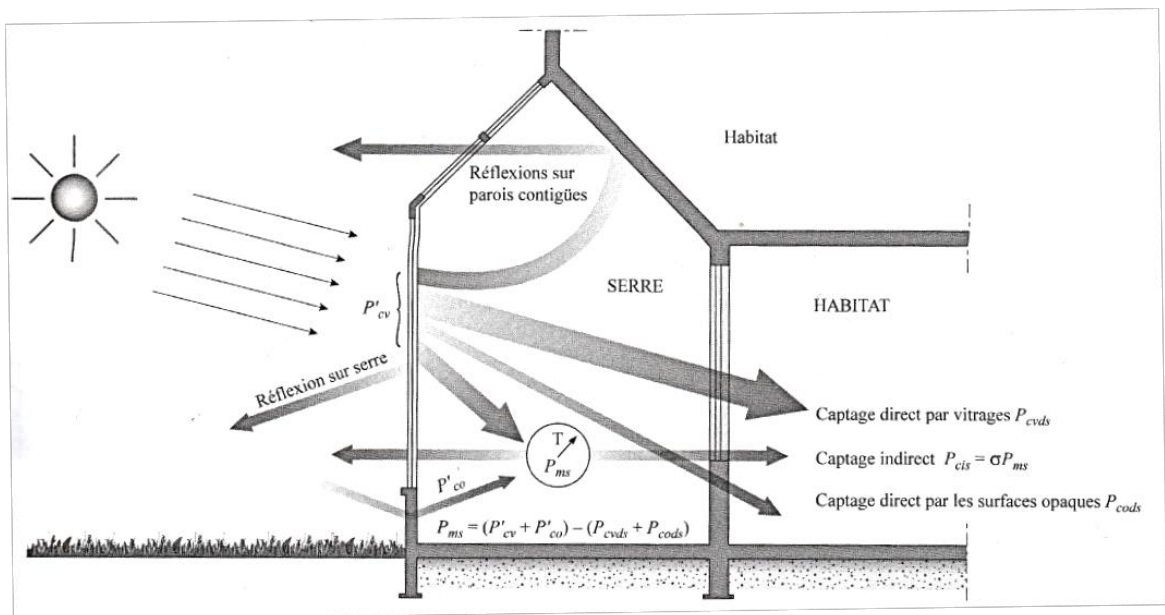


Figure 13:schéma de principe de fonctionnement d'une serre. Livre concevoir des bâtiments bioclimatiques 2009 ; Rachid Marai

### 3.2 Performance d'une serre :

La performance d'une serre bioclimatique dépend de nombreux paramètres ; le plus important est le comportement des habitants. En effet, si la serre est utilisée sans attentions particulières, c'est-à-dire sans tenir compte de la température et des besoins de l'espace habité, elle s'apparente à une pièce inconfortable sans intérêts thermiques particuliers.

Au lieu d'être un espace tampon dont le rôle est d'amortir l'amplitude des températures extérieures et de capter les calories du rayonnement solaire, elle sera froide en hiver (plutôt que fraîche, voir chaude durant les journées ensoleillées) et chaude en été (plutôt que tempérée).

Le comportement des habitants a la même importance dans le cas de serres solaires que dans le cas d'un mur accumulateur type « double peau » (ou d'un mur trombe sans

automatisme). Si la disponibilité ou la motivation des occupants ne permettent pas un fonctionnement satisfaisant de ces équipements, la solution sera d'automatiser l'ouverture de certaines baies. (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007. P145)

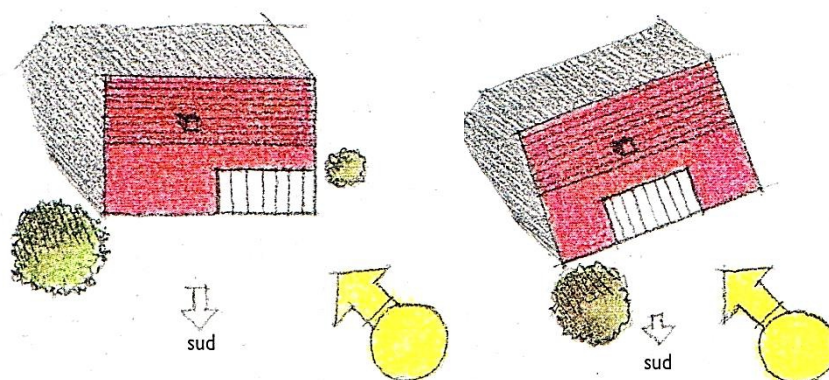
### 3.3 Typologie et dimensionnement des serres :

Une serre correctement conçue et orientée doit assurer une partie du chauffage du bâtiment, Mais la quantité de chaleur fournie dépend de nombreux paramètres. Certains sont communs à tous les systèmes de captage solaire (latitude, climat, ensoleillement, orientation...) et d'autre sont plus spécifiques aux seules serres (masse et position du stockage thermique, profondeur et type d'utilisation, configuration de la serre...). (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007.p148).

#### 3.3.1 L'orientation :

L'orientation d'une serre s'aborde comme elle d'un mur capteur et, si l'on cherche à s'approcher idéalement au maximum du plein sud, il faut savoir qu'un léger écart vers l'est ou vers l'ouest ne contrarie que modérément la performance de captage (-5% pour un écart de 20°, -20% pour un écart de 40°).

L'orientation de la serre doit aussi tenir compte de l'ensemble des données microclimatiques locales, notamment des vents dominants en hiver, des brumes matinales et des masques solaires. Ainsi, un écart par rapport à l'azimut pour développer le maximum de parois vitrées vers les orientations sud-ouest avec l'angle théorique optimal. Mais dans le cas d'une orientation sud-ouest, le problème des surchauffes en été doit être précisément résolu. (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007. P148)



Une face vitrée vers l'est ou un léger décalage permettra d'améliorer les apports matinaux sans pénaliser notablement le confort d'été et la performance d'hiver

Figure 14: Deux cas d'orientation d'un bâtiment par rapport au sud, livre la conception bioclimatique 2006-2007, Berteaud



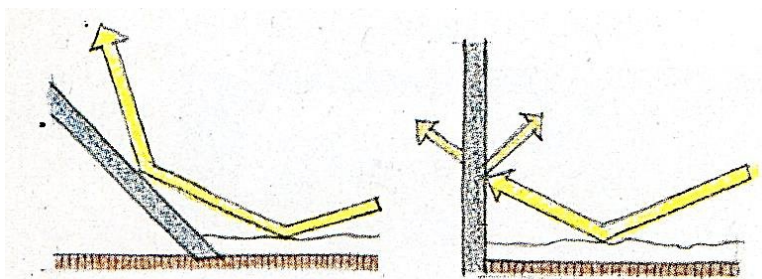
### 3.3.2 L'inclinaison du vitrage et le profil de la serre :

Au solstice d'hiver, à midi, le vitrage d'une serre orientée plein sud capte le maximum de rayonnement solaire quand l'angle d'incidence avec le soleil est nul. Mais, dans les heures qui précèdent et suivent midi, le soleil est plus bas sur l'horizon, et donc c'est une moyenne qu'il convient de prendre en compte.

En pratique, on se sert de la formule : « latitude+35° ». Par exemple, pour une ville comme Grenoble (latitude 45°), l'inclinaison optimale serait de  $45+35=80^\circ$ , soit très proche de la verticale 90°.

Or, à 10°, l'angle d'incidence a peu d'effets sur la transmission du rayonnement à travers une surface vitrée. Dans, presque aussi performant en hiver, et bien meilleur en été, car l'angle d'incidence sera plus grand.

L'inclinaison du vitrage peut cependant la plupart des cas, on pourra donc opter pour un vitrage vertical, qui sera plus facile à mettre en œuvre s'avérer bénéfique dans les régions où la composante diffuse du rayonnement total est importante, et vient principalement de la voûte céleste sur sa partie sud. La combinaison courante toit vitré incliné+ parois verticales offre par exemple le meilleur rendement pour les climats océaniques. (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007. P148)



Un autre avantage d'une surface verticale est qu'elle transmet mieux le rayonnement réfléchi par le sol devant elle en hiver (jusqu'à 40% d'énergie captée supplémentaire)

Figure 15: Comparaison de transmission des rayons entre surface vertical et incliné, livre la conception bioclimatique 2006-2007, Berteaud

### 3.3.3 Typologie des serres selon la zone géographique :

Zone tempérée à faible ensoleillement :

- Forte présence de rayonnement diffus de la voûte céleste ;
- Faibles amplitudes thermiques.
- La serre pourra offrir une surface vitrée en mur et en toiture.

Zones tempérées à fort ensoleillement :

- Mêmes caractéristiques que la zone I, mais plus fort rayonnement estival et températures plus élevées. Protection d'été par un toit au moins en partie opaque.

Zones continentales ou montagneuses : Climat contrasté à dominante froide ;

- Rayonnement direct important, forte amplitude thermique. Intégration de la serre au bâtiment, réduction des parois vitrées aux parois sud, et protection solaire d'été.

Zones méditerranéennes : Climat contrasté à dominante chaude ;

- Rayonnement direct important, fortes températures estivales. Parois caprices verticales, protection solaire d'été accentuée. (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007.p149)



Figure 16: Profil des serres selon la zone géographique. Livre de la conception bioclimatique 2006-2007 ; Guillaume.B

### 3.3.4 l'Intégration de la serre à l'espace habité :

Que l'on soit en construction neuve ou en réhabilitation, la serre bioclimatique est un espace dont la fonction thermique prépondérante se conjugue avec les autres fonctions de l'espace habité. Elle devient donc souvent un élément architectural central et structurant du projet. Par ailleurs, vu l'importance des faces vitrées qui ouvrent la maison, et donc son intimité, vers l'extérieur, la relation serre-espace habité tient compte de l'environnement de la construction : elle ne sera pas conçue de la même façon dans un site urbain, une zone pavillonnaire ou à la campagne...

La « traditionnelle » serre rapportée en appendice sur la façade sud, outre qu'elle est rarement satisfaisante sur le plan esthétique, est également peu efficace du point de vue thermique. En effet, si la serre doit capter maximum de rayonnement solaire en hiver, elle doit également limiter au maximum les déperditions dans cette période et faciliter la transmission des calories vers l'espace intérieur. Le meilleur résultat, pour une surface caprice orienté au sud, sera obtenu en diminuant le plus possible les autres surfaces vitrées de la serre et en augmentant les surfaces de contact avec l'habitat.

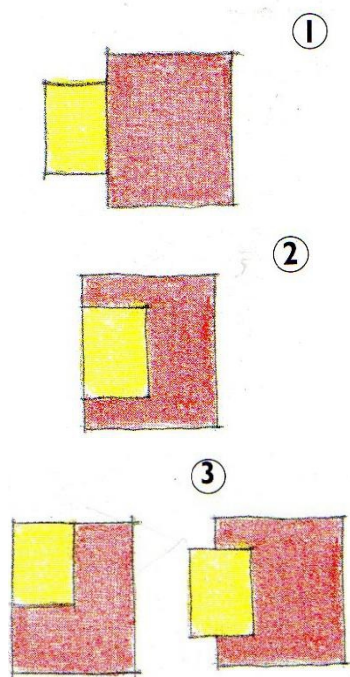


Figure 17: trois cas d'intégration d'une serre à l'espace habité. Livre de la conception bioclimatique 2006-2007 ; Guillaume.B

### 1. Serre en applique (ou accolée ou en épi).

Type de serre le moins performant au niveau thermique pour l'été comme pour l'hiver :

- Trop de déperdition de l'espace serre ;
- Manque de surfaces d'échanges avec l'espace intérieur.

### 2. serre encastrée.

Type de serre le plus performant :

- Façade de captage optimisée (l'ensemble de la surface en contact avec l'extérieur est captrice plein sud) ;

### 3. Serre en angle ou semi-encastrée.

Moyenne entre les solutions 1 et 2

On estime usuellement que pour une surface de vitrage « équivalent sud » identique, la performance thermique d'une serre encastrée est :

Près de deux fois supérieure à celle d'une serre en angle ou semi-encastrée (1) ;

Près de trois fois supérieure à celle d'une serre accolée (1).

### 3.3.5 Le dimensionnement des serres :

La quantité d'énergie captée par une serre dépend d'abord de la surface et de l'orientation de ses parois vitrées. Le rendement de cette énergie captée est d'autre part indissociable de la capacité des parois de la serre à absorber cette chaleur et à la restituer à l'espace habité.

Enfin d'approcher une méthode simplifiée de dimensionnement de la surface vitrée, de la surface et de l'épaisseur des murs accumulateurs, la base sera celle proposée pour les murs capteurs. Pour affiner la détermination des surfaces vitrées, les paramètres suivants viendront ensuite en soustraction :

- incidence dues à une orientation ou à une configuration qui ne sont pas optimales ;
- profondeur de la serre qui réduit le réchauffement du mur à inertie ;
- déperditions thermiques de la serre durant les périodes froides. (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007. P150)

### 3.4 Relation entre la serre et l'extérieur :

#### 3.4.1 Choix des surfaces captrice :

Il existe deux familles de matériaux transparents susceptibles d'être utilisés pour les parois extérieures d'une serre : les produits verriers et les produits synthétiques.

Dans le cas d'utilisation de produits verriers, le choix du type de vitrage se fait sur les mêmes bases que pour les murs capteurs. Vu le coût aujourd'hui peu élevé du double vitrage performant, cette solution peut se généraliser.

#### 3.4.2 Choix de la structure et les menuiseries d'une serre :

Cinq types de structure sont possibles, présentant chacune des avantages et des inconvénients :

**-Les structures en bois :** si le bois, peu conducteur ; est un excellent matériau pour les menuiseries des baies, cet avantage pèsera moins dans le cas des serres, espaces non habités aux moments les plus froids. S'il est choisi, entre autres pour ses qualités environnementales, on préférera du bois contrecollé permettant la réalisation d'ossatures fines et stables. Enfin, sauf à choisir un bois naturellement durable et à accepter de le voir prendre une teinte grise, ce matériau doit être entretenu régulièrement à l'extérieur pour évoluer sans encombre avec les années.

**- Les structures en acier :** l'acier est le matériau traditionnel des serres depuis le *XIX<sup>e</sup>* siècle. La résistance mécanique et la finesse des profilés autorisent de grandes surfaces de vitrages avec le meilleur coefficient de clair. La relative mauvaise résistance thermique de l'acier

( $\gamma = \frac{56W}{m} \cdot k$ ) est en partie compensée par les faibles sections requises pour l'ossature de la serre comme pour la réalisation des baies.

Comme le bois, l'acier nécessite une protection anti-corrosion ou un traitement de galvanisation avant montage. Mais le rythme de cet entretien, assez espacé, est rarement retenu comme critère de choix. L'étanchéité à l'air des ouvrants, surtout quand il s'agit de coulissants, laisse à désirer, car les fabricants de profilés, qui ont abandonné le « marché » des verrières aux fabricants d'aluminium, n'ont malheureusement pas investi dans ce domaine.

**-Structure en PVC :** l'absence d'entretien, une performance thermique plutôt bonne et un coût limité jouent en faveur de ce matériau. Mais l'obligation d'avoir des profils larges, le mauvais vieillissement de la plupart des profilés et surtout le bilan écologique de l'industrie du PVC disqualifient ce matériau.

**- Les structures en aluminium :** les principales qualités de ce matériau, qui est depuis

20ans le matériau dominant dans la construction des serres l'absence d'entretien et le fait que les fabricants aient mis sur le marché des gammes de profilés et les médiocres performances thermique de l'aluminium malgré la présence de rupteurs thermiques rendent ce matériau moins attrayant. De plus, si en théorie ce matériau très réalité de terrain est tout autre : il faudrait pouvoir aisément séparer les multiples composants des baies (colles, joints divers...) et surtout avoir des profilés ayant un traitement de surface compatible avec les filières de recyclage.

- **Les structures composites** : quelques fabricants développent des systèmes composites mettant à profit les qualités intrinsèques de chaque matériau : le bois pour ses qualités mécaniques, thermiques, écologiques, et esthétiques à l'intérieur, l'aluminium pour son inaltérabilité à l'extérieur. Ces systèmes résolvent également les problèmes de dilatation entre les ossatures et les vitrages. Pour les ouvrants, et notamment les coulissants, des profilés en aluminium encastrables dans les ouvrants en bois assurent une bonne étanchéité à l'air. (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007. P151-153)

### **3.5 Isolation de la serre :**

Lorsque la serre a des parois autres que captrices en contact avec l'extérieur, on a intérêt à les opacifier et à les isoler pour un bon rendement thermique et un confort d'usage.

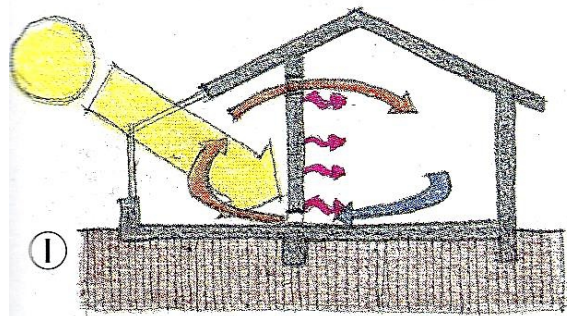
La conception de cette isolation différera selon le type de serre : une isolation par l'extérieur favorise l'inertie de la serre aux dépens de l'espace habitable en limitant son refroidissement la nuit, une isolation par l'intérieur favorise la convection de l'air vers l'espace habitable.

### **3.6 Conception des parois mitoyennes :**

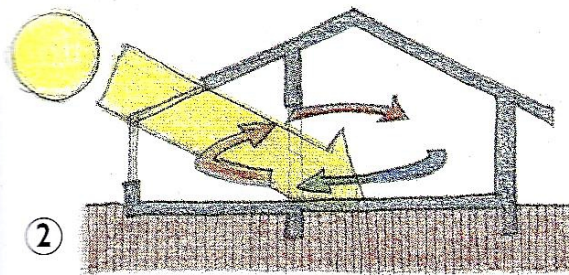
Plusieurs configurations sont possibles et sont généralement utilisées en association.

Paroi mitoyenne en maçonnerie lourde : cette paroi assure la double fonction de stockage et de distribution (comme dans le mur capteur). Elle amortit les apports de température et déphase leur restitution dans le temps. Pour longtemps au rayonnement direct du soleil. Pour son dimensionnement (épaisseur, matériaux, couleur et texture de la surface).

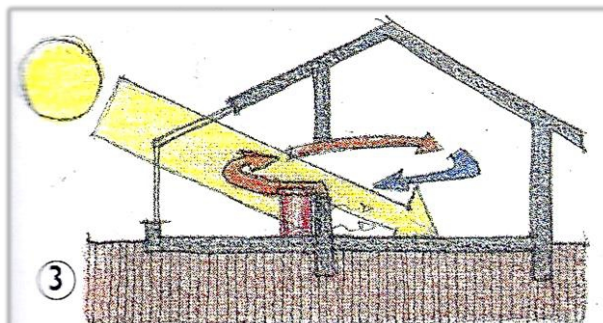
- Paroi mitoyenne vitrée : sur le plan de l'habitabilité, cette partie de la paroi permet la communication visuelle avec la serre, et la pénétration de la lumière naturelle quand elle est fermée. Son ouverture permet l'agrandissement de l'espace habité aux moments où l'ambiance thermique de la serre est confortable. (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007. P155)



① Paroi opaque en maçonnerie lourde



② Paroi mixte en maçonnerie lourde et grande surface vitrée



③ Paroi mixte maçonnerie lourde et vitrage limité, avec masse de stockage supplémentaire

Diverses possibilités de parois mitoyennes.

1. Paroi opaque en maçonnerie lourde :

Choix du déphasage l'apport solaire pour un rayonnement arrivant en soirée ou durant la nuit dans les espaces de vie. Cette serre, qui fonctionne comme un mur capteur, peut, avec des orifices hauts et bas, avoir une configuration de mur Trombe. Avec une isolation nocturne côté serre on conserve le maximum de calories pour l'espace habité. Les vues et la lumière naturelle sont sacrifiées.

2. Paroi mixte en maçonnerie lourde et grande surface vitrée : choix prioritaire de la convention de jour si la baie est ouverte et d'un rayonnement de nuit moins important vers l'espace habité. La vue et la lumière naturelle sont favorisées.

3. Paroi mixte en maçonnerie lourde et vitrage limité : choix de la convention de jour (lorsque les fenêtres sont ouvertes) et d'un rayonnement limité la nuit. Les vues et la lumière naturelle sont partiellement conservées. On peut poser des masses de stockage supplémentaires (comme des containers d'eau, en rouge sur le dessin) si l'on veut donner la priorité à la température de la serre plutôt qu'au chauffage par rayonnement de l'espace habité.

Figure 18: 3 cas de paroi mixte. Livre la conception bioclimatique ; Guillaume.B

### 3.7 Distribution de la chaleur vers l'espace intérieur :

La distribution de la chaleur captée par une serre bioclimatique se fait de différentes façons :

Directement par les baies vitrées (repère 1 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) Enifféré par rayonnement dans les volumes situé immédiatement en arrière de la serre (comme avec les murs capteurs) (repère2) ;

- Par convection naturelle ou « passive » quand les ouvrants de la paroi mitoyenne (baies ou orifices spécifiques) sont ouverts (repère3 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) ;
- Et par convection « activée » lorsque l'installation de ventilation du bâtiment a été conçue en utilisant la serre comme système de préchauffage de l'air entrant.

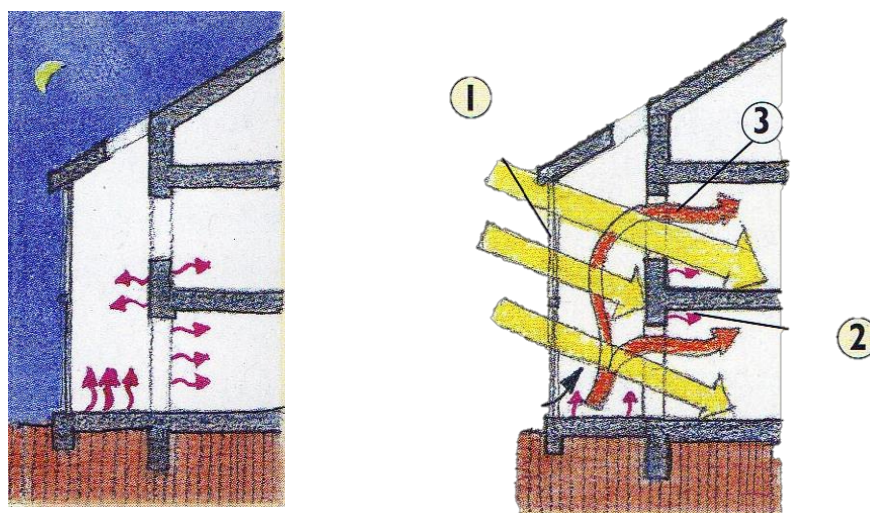


Figure 19: Distribution de la chaleur par une serre couvrant deux étages en hiver ; livre de la conception bioclimatique ; 2006-2007 ; Guillaume.B

Dans un bâtiment, un équilibre est généralement trouvé entre les quatre systèmes de distribution de chaleur. Il représente alors une véritable contribution pour l'obtention du confort thermique.

En plus d'être producteur d'énergie en hiver et espace tampon habitable une grande partie de l'année, la serre permet les nuits d'été de créer un mouvement d'air rafraîchissant dans le bâtiment.

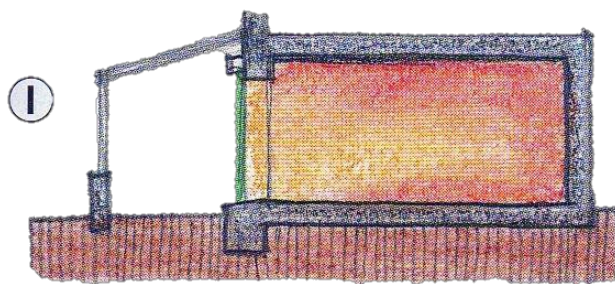
Lorsque l'on peut construire une serre sur plusieurs niveaux, pour une surface de captage identique, les coûts d'investissement sont moindres et l'efficacité énergétique supérieure. De plus, l'utilisation de la serre pour la ventilation du bâtiment est alors plus aisée.

### 3.8 Isolations mobiles :

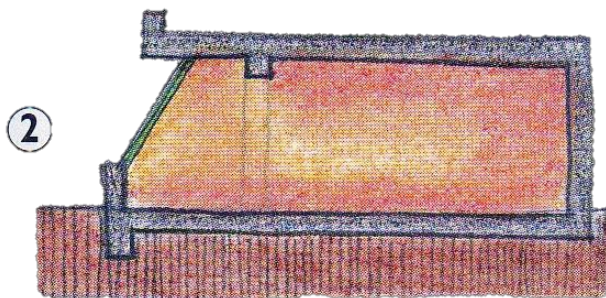
Les déperditions dues à la grande surface de vitrage extérieur de la serre pendant les nuits

d'hiver peuvent amoindrir grandement son bilan thermique. Si dans les climats doux on peut se contenter, dans la paroi mitoyenne, d'ouvrants à double vitrage performant (équivalents à un triple ou à un quadruple vitrage avec la verrière externe), il peut être intéressant dans les climats plus rudes d'installer des systèmes d'isolation de la serre dans le projet, de sa forme, et de l'usage qui est fait de l'espace serre.

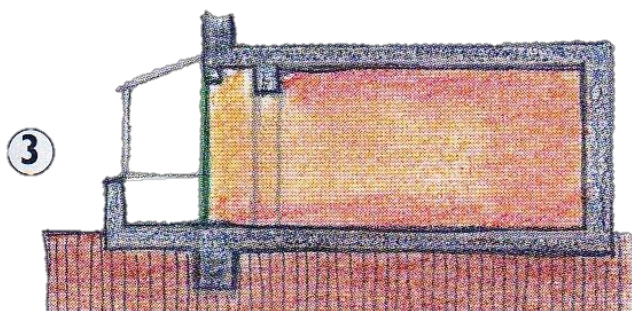
L'isolation mobile des parois vitrées pourra être constituée de volets roulants, de rideaux épais, d'isolants minces à base d'aluminium ou de panneaux coulissants. Elle sera d'autant plus efficace qu'elle sera étanche à l'air. L'isolation des parois verticales sera plus facile à mettre en œuvre et à manipuler quotidiennement. (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007. P156-157)



1.Isolation mobile contre la paroi mitoyenne.



2.Isolation mobile derrière le vitrage extérieur.



Isolation mobile intermédiaire.

Figure 20: Schéma des 3 cas d'isolation mobile. Livre de la conception bioclimatique 2006-2007 ; Guillaume.B

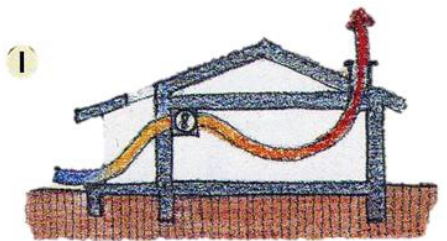
### 3.9 Serre et ventilation :

La ventilation de la serre est normalement prévue en association avec celle de l'espace habitable, la serre étant tantôt le lieu de préchauffage de l'air entrant, tantôt le lieu d'évacuation de l'air vicié. Mais la température de la serre n'est pas toujours compatible avec le confort intérieur de l'espace habité. Il est alors nécessaire, durant certaines périodes, de fermer toutes

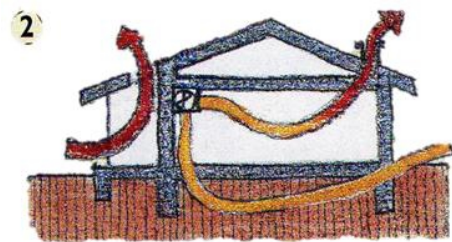


les communications entre ces deux espaces et de gérer la ventilation de chacun de manière indépendante.

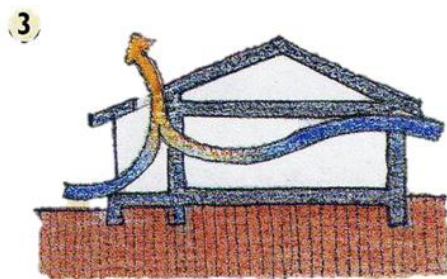
### 3.9.1 Principe de ventilation :



**Fonctionnement en période de chauffe :** L'air neuf transite par la serre où il est préchauffé. Il est ensuite insufflé dans l'espace intérieur par le système de ventilation de la maison (ventilation double flux ou ventilation par insufflation)



**Période estivale avec risque de surchauffes :** toutes les communications entre la serre et l'espace de vie sont fermées. La ventilation de la serre doit être très importante (de 5 à 10 volumes par heure) pour que sa température reste proche de la température extérieure : ainsi, la serre reste un espace habitable et, surtout, protège la maison des surchauffes. Cette ventilation se fera naturellement par tirage thermique, grâce à des orifices spécifiques. La ventilation de l'espace habité devra être faible pour ne pas réchauffer le bâtiment (environ 0,1 à 0,5 volume par heure). Elle se fera par le système de ventilation principal de la maison, avec un air neuf entrant qui ne sera pas passé préalablement par la serre(I)



**Nuits d'été :** le bâtiment entier est sûr ventilé de façon à ce que sa structure soit tempérée par la fraîcheur de l'air extérieur. Le système de ventilation de la maison laisse place alors à une ventilation naturelle traversante partant de la façade nord jusqu'à la serre, qui fait office alors de « cheminée thermique »

Figure 21: principe de ventilation. Livre de la conception bioclimatique 2006-2007 ; Guillaume.B

(Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007. P158)

### Conclusion :

Dans ce chapitre, on a vu que les serres fonctionnent comme des espaces servant l'habitation. Il faut donc distinguer la surface vitrée (captage), la capacité de stockage (généralement le sol) et l'interface entre la serre et l'intérieur. La serre est un élément architectural très riche et considéré comme une réserve d'espace ou une extension. Et son étude diffère selon son environnement et le climat où le bâtiment est implanté, ce qui rend chaque cas d'étude à un rendement différent. (Auteur)

## Chapitre III : la recherche antérieure :

### Introduction :

Les serres dans un bâtiment ancien sont souvent l'occasion d'une réorganisation des espaces habités en même temps que d'une amélioration des conditions de confort, notamment thermique. Dans de nombreux cas, la création d'une serre peut répondre à ces deux objectifs. Sa configuration ne pourra que rarement être optimisée comme dans une construction bioclimatique neuve, mais la variété des bâtis apportera souvent des solutions inventives et originales. (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007. P160)

### 1 Cas des serres dans un bâtiment neuf :

#### 1.1 Habitat individuelle :

La maison bioclimatique de Francis le Bris **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, en orbihan. La serre, en simple vitrage, couvre 60 % des besoins de chauffage de la maison. Les surchauffes sont contrôlées par un store solaire extérieur (ici complètement ouvert) qui occulte totalement ou partiellement la partie inclinée. (Mazria.E - Ed. Parenthèses 2005)



Figure 22: La maison bioclimatique de Francis le Bris. Le guide de la maison solaire 2005 ; (Edward Mazria)

Pierre et bois, mis en valeur par une véranda originale. Arch. Patrick David (Malmedy - Belgique).



Figure 23: La maison bioclimatique en Belgique. Le guide de la maison solaire 2005 ; Edward Mazria - Ed. Parenthèses

La petite serre semi-encastree d'une maison bioclimatique en Isère. Elle sert surtout à préchauffer l'air neuf de la VMC. La toiture vitrée est dans la continuité des capteurs solaires (une intégration réussie) et font une « casquette » pour la maison. Arch. Bruno Burlat.



Figure 24: La maison bioclimatique de Francis le Bris. Le guide de la maison solaire ; (Edward Mazria - Ed. Parenthèses)

### 1.1.1 Exemple de démarche scientifique de conception d'une habitation individuel avec serre :

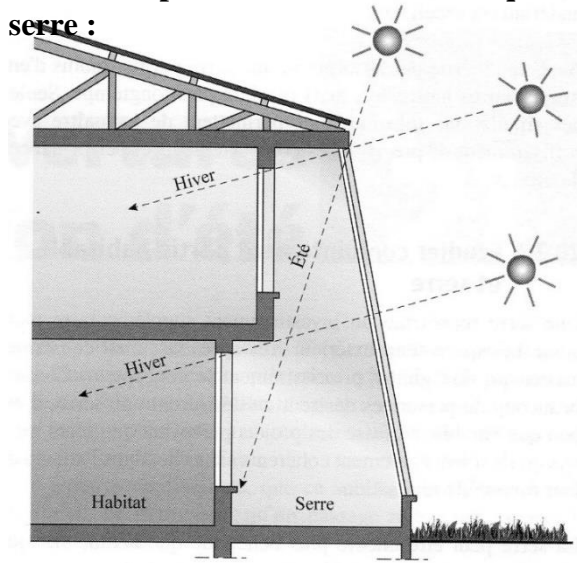


Figure 26: Schéma de serre permettant un captage solaire direct maximale l'hiver et nul l'été ; livre concevoir des bâtiments bioclimatique 2009 ; Rachid Marai.

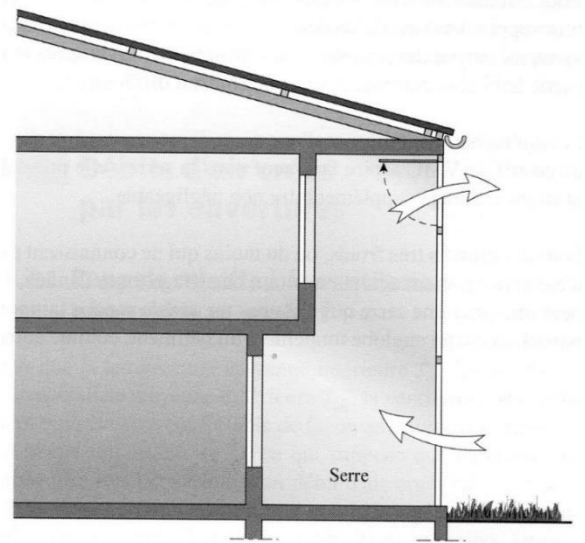


Figure 25: Organisation de la ventilation d'été d'une serre ; livre concevoir des bâtiments bioclimatique 2009 ; Rachid Marai

## 1.2 Habitats collectifs :

### Immeuble de 39 logements avec serre en Loire-Atlantique Figure 27:

Situé dans un périmètre Anru, cet immeuble illustre le changement typologique auquel



Figure 27: Vue des façades avec serres bioclimatiques des 39 logements, <https://www.amc-archi.com.2013> ; © Stéphane Chalmeau

aspirent nombre d'urbanistes pour la mutation des grands ensembles. Le volume principal se plie en son milieu pour éviter l'effet barre mais, surtout, il se trouve fragmenté par le rythme des toitures qui évoque celui de maisons en bande. Sur la façade opposée, de grandes serres

bioclimatiques prolongent les séjours. Elles sont le plus souvent en double hauteur car les architectes ont créé un maximum de duplex, dont la moitié en inversé : séjour en haut, chambres en bas. (site web <https://www.amc-archi.com>; 2013 ; Chalmeau)

**La Clairière - Immeuble de logements passifs Figure 28 :**

Construction Neuve de logement collectif - Année de construction : 2009 Premier bâtiment neuf passif dans l'habitat social en France. Il a été conçu par BCDE architecture, accompagné en phase chantier par BASF et sa filiale de conseil en efficacité énergétique LUWOGÉ consulte, pour le maître d'ouvrage et bailleur social, le Foyer rémois.

Il est composé de 13 logements sociaux collectifs, du type 2 au type 5, dont 4 logements adaptés aux personnes à mobilité réduite.

L'impact durable du bâtiment La Clairière apparaît clairement, et s'axe sur les 3 piliers principaux du développement durable : les avantages sont d'ordre économiques, environnementaux et sociétaux. Economiques, d'abord, à travers la réduction des frais de maintenance pour le bailleur, et la réduction des consommations d'énergie permettant de limiter la facture énergétique des locataires, de façon conséquente, puisque les charges sont devenues quasi inexistantes. ([Http://www.arcadca.fr/documents/Fiche\\_ARCAD\\_Clairiere\\_Web.pdf](http://www.arcadca.fr/documents/Fiche_ARCAD_Clairiere_Web.pdf) ; 2009)



Figure 28: La Clairière - Immeuble de logement passif. (Source : <http://www.construction21.org/france/case-studies/fr/la-clairiere---immeuble-de-logements-passif> ; 2009)

1.2.1 Exemple de démarche scientifique de conception d'un logement collectif avec serre :

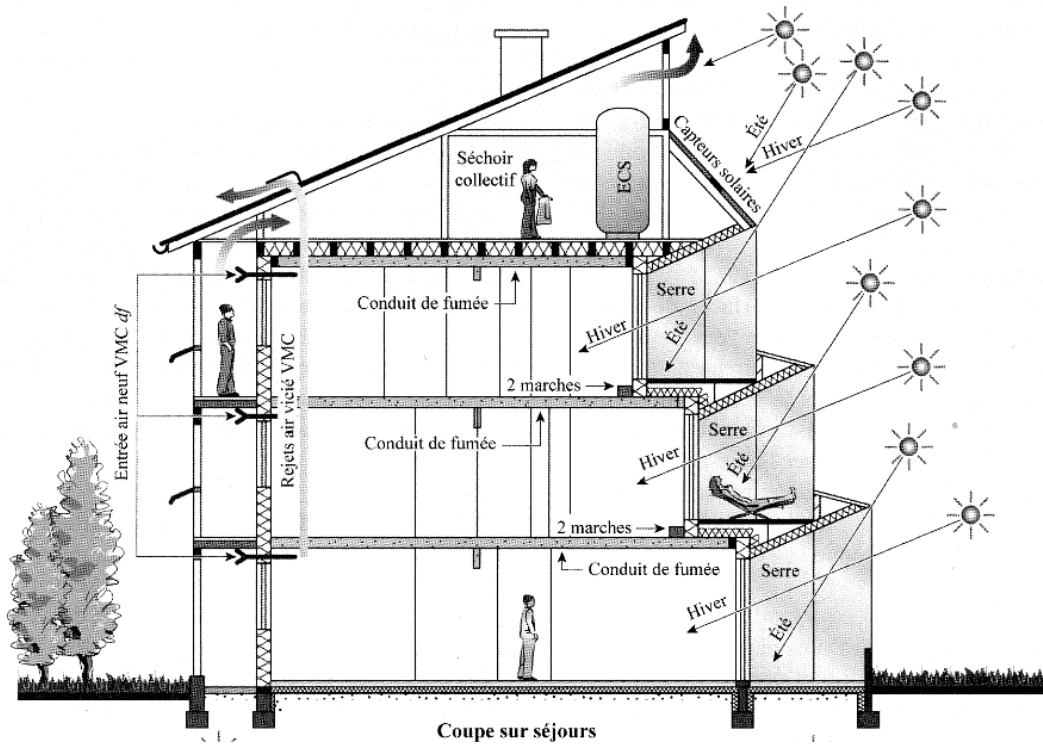


Figure 29: Schéma de coupe sur séjours d'un logement collectif. Livre de la conception bioclimatique 2009 ; Rachid Marai

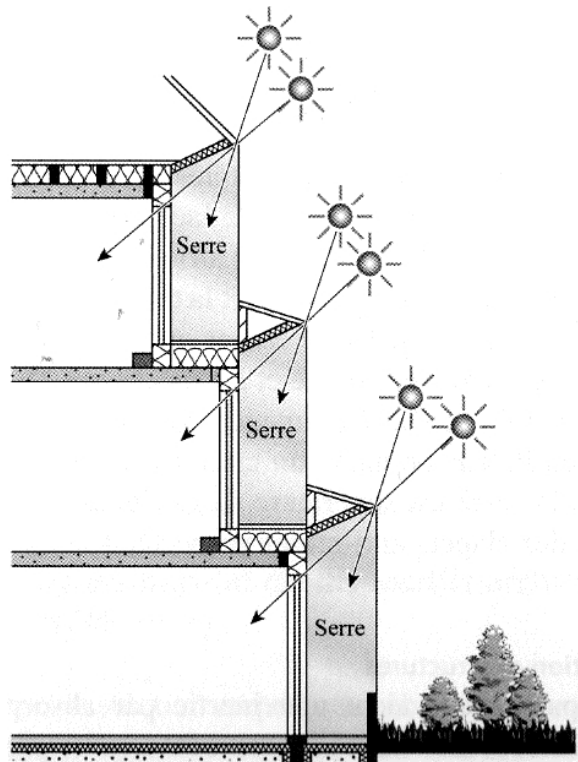


Figure 30: Schéma de coupe sur chambre d'un logement collectif. Livre de la conception bioclimatique ; 2009 ; Rachid Marai

## 2. Cas des serres dans un bâtiment en réhabilitation :

### 2.1 Des logements individuels réhabilités avec serre :

**Réhabilitation et agrandissement d'un pavillon à Saint-Nazaire Figure 31** : le pavillon initial très haut (4 niveaux) difficilement chauffable et insuffisant en surface habitable, a été « enveloppé » par une extension en ossature bois comportant une grande serre au sud et à l'est. Architect : D. Alasseur. (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007. P160)

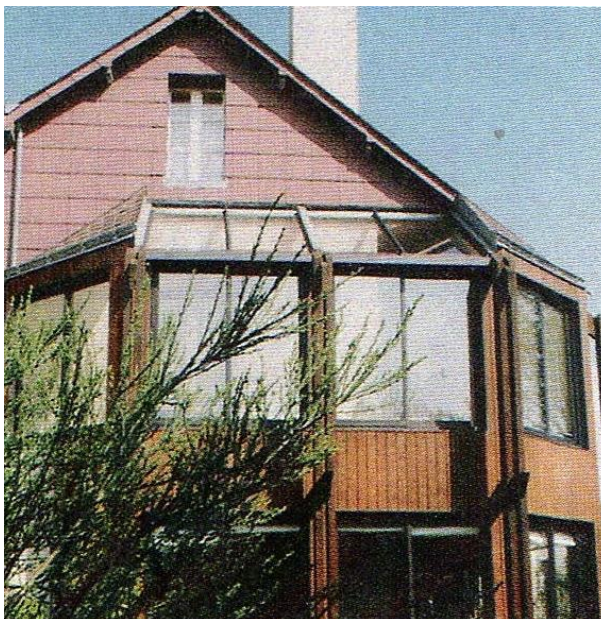


Figure 31: pavillon réhabilité ; livre la conception bioclimatique.2006-2007 ; D. Alasseur.

**Maison réhabilitée avec serre dans les Corbières (Figure 32)**: la serre joue ici le rôle de capteur à air dont les gains s'ajoutent aux gains directs de la façade sud entièrement vitrée (celle-ci en ruine, n'a pas été reconstruite en pierre, à l'inverse des autres murs qui avec les dalles assurent l'inertie).

Un cylindre métallique contenant 5m<sup>3</sup> d'eau chauffée à la fois par l'air de la serre et le rayonnement direct complète ce stockage.

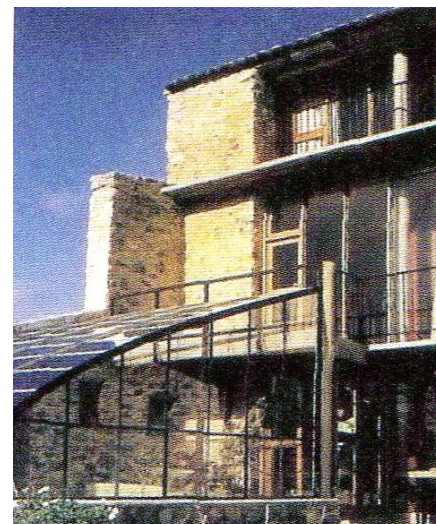


Figure 32: Maison réhabilitée avec serre dans les Corbières ; Livre de la conception bioclimatique.2006-2007 ; D. Alasseur

L'adjonction d'une serre peut permettre d'ouvrir au soleil une façade jusque-là borgne tout en l'intégrant dans le bâti traditionnel. (Passenans Jura) (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007. P160)

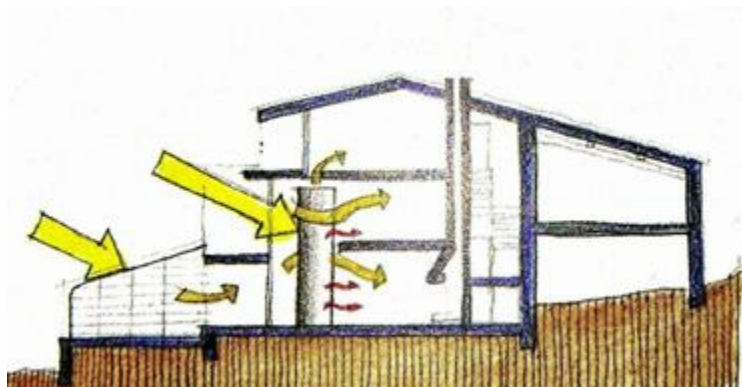


Figure 33: Schéma représentant la ventilation de la maison réhabilitée ; Livre de la conception bioclimatique.2006-2007 ; Guillaume.B

## 2.2 des logements collectifs réhabilité avec serre :

### Réhabilitations d'un immeuble à Copenhague (avant, après) Figure 34:

La totalité de la façade sud a été doublée d'une « second peau » vitrée qui grandit l'espace habitable, sert d'espace tampon, mais surtout réchauffe les parois lourdes situées en arrière et préchauffe l'air entrant. La diminution des besoins de chauffage par rapport à l'immeuble initial est de 35%. Architecte : F. Stein. (Courgey.S et Oliva.J-P.2006-2007. P160)



Figure 34: Immeuble réhabilité avec espace tampon (avant et après); livre de la conception bioclimatique.2006-2007 ; F.Stein



### **3. Les méthodes du travail :**

Il ne semble pas possible mais il est, somme toute, assez facile de construire un bâtiment zéro énergie, les techniques existent et sont parfaitement maîtrisées pour la plupart. Ce qui manque surtout aujourd'hui, c'est la volonté d'y parvenir.

Vouloir construire bioclimatique est une décision forte ; encore faut-il s'en donner les moyens. Aussi, avant de parler de solutions, nous allons commencer par faire le tour des outils et des méthodes à notre disposition.

Selon GRAWITZ, Madeleine, « La méthode est un ensemble des opérations intellectuelles permettant par lesquelles une discipline cherche à atteindre les vérités qu'elle poursuit, les démontre et le vérifie ». (GRAWITZ, Madeleine : Méthodes de recherche en sciences sociales », Dalloz, Paris, 2001, p. 35)

Dans notre travail, on ne touche pas une seule méthode mais quelques-unes avec un pourcentage différencier alors une méthode multicritère :

#### **3.1 La méthode analytique :**

- Selon RWIGAMBA, B. cette méthode est définie comme « une analyse systématique des toutes les informations ainsi que les données récoltées ». (RWIGAMBA B., op. Cite., p.34)

Cette méthode nous a permis d'analyser des nombreuses données qui ont été recueillies grâce à la recherche théorique qui vont nous servir plus tard.

#### **3.2 La méthode comparative :**

La méthode comparative est définie par REUCHELIN, comme « démarche cognitive par laquelle on s'efforce à comprendre un phénomène par la confrontation des situations différentes ».

#### **3.3 la méthode expérimentale avec simulation thermique dynamique :**

Méthode expérimentale. Méthode qui requiert l'observation, la classification, l'hypothèse et la vérification par des expériences appropriées aux différentes sciences. (J. Rostand, *Genèse vie*, 1943, p. 105)

Dans l'objectif de notre cas de recherche, des phénomènes auparavant négligeables dans les bâtiments à fort besoins de chauffage deviennent prépondérants (ponts thermiques, apports solaires et internes, étanchéité du bâtiment, etc.). De plus, les surchauffes estivales, conséquences de l'isolation importante, sont un élément indispensable à prendre en compte pour le confort et la maîtrise des consommations d'énergie.

Une modélisation fine du comportement du bâtiment est alors nécessaire pour quantifier

à l'avance les impacts de la conception architecturale au regard des besoins de chauffage et du confort. C'est là l'intérêt d'utiliser la méthode de simulation thermique dynamique comme un outil d'aide à la décision pour notre étude

On a choisi cette méthode car :

La STD simule heure par heure le comportement du bâtiment. Pour cela, on prend en compte :

- la localisation du bâtiment, la météo locale ;
- l'orientation du bâtiment, la répartition des pièces et des vitrages ;
- les matériaux constituant le bâtiment, son inertie thermique, ses ponts thermiques, ses protections solaires, etc. ;
- les équipements de chauffage, climatisation, production ECS, ventilation, éclairage ;
- l'occupation des pièces et le comportement des usagers ;
- la régulation du chauffage et éventuellement des autres équipements.

Elle permet de connaître :

- les températures,
- les besoins de chauffage et de climatisation,
- les apports solaires,
- la consommation finale

La STD permet de :

- observer le comportement du bâtiment, ses réactions dans le temps en fonction de son utilisation et de la météo ;
- optimiser ses choix de constructions ;
- maîtriser confort et inconfort ;
- garantir des temps de retour sur investissement cohérents.

Une STD est nécessaire en phase de conception d'un projet de construction ou une étude des cas existants afin de faire une intervention d'amélioration et afin de valider les objectifs de faible consommation. On réalise des simulations pour tester différentes configurations (enveloppe, ventilation, chauffage, vitrage, équipement...). Ainsi, on sera à même de choisir la configuration la plus optimale, de valider les choix techniques en ayant un maximum

d'information en main.

Les limites d'une STD

Il y a deux limites principales mais ce qui nous intéresse c'est que :

- La STD s'appuie sur des scénarios d'utilisation. Si ceux-ci évoluent (plus ou moins grande occupation, comportement énergivore des utilisateurs...) les consommations réelles ne sont plus en phase avec les résultats de la STD.

### 3.3.1 Exemples des logiciels de simulation thermique dynamique :



**DesignBuilder - Energy Plus :** DesignBuilder Software est une interface utilisateur du moteur de calcul Energy Plus (outil de simulation thermique dynamique développé par le département à l'énergie des USA).

DesignBuilder Software facilite la modélisation géométrique d'un bâtiment et sa visualisation en 3D tout en assurant l'utilisation des capacités de calcul d'Energy Plus. Dans sa dernière version, il est possible de réaliser en plus de la STD classique, le calcul réglementaire, le calcul d'éclairage naturel et de FLJ (facteur lumière jour).

Design Builder Software intègre aussi un module de CFD (Computational Fluid Dynamics) qui permet de calculer l'écoulement de l'air dans une pièce ou autour d'un bâtiment. Cet outil est utile pour l'étude du confort, de la qualité du renouvellement d'air d'un volume ou la stratification en températures de volumes de grande hauteur.



**TRNSYS :** est un logiciel de simulation thermique dynamique appliquée au bâtiment. Il permet d'intégrer toutes les caractéristiques d'un bâtiment et de ses équipements (systèmes de chauffage et la climatisation) pour l'étude détaillée du comportement thermique de ce bâtiment, en fonction de son emplacement, des matériaux de construction utilisés, de l'architecture globale, du concept énergétique choisi, *etc...* Principalement destiné aux bureaux d'études, aux fabricants et aux fournisseurs de gaz et électricité, le logiciel TRNSYS est également fortement plébiscité par les universités.

**Sunrel® Energy Simulation Software :** SUNREL® est un logiciel de simulation énergétique. Il permet de réduire la consommation énergétique d'un bâtiment en se basant sur l'enveloppe du bâtiment, les interactions avec son environnement et avec ses occupants.

L'outil s'appuie sur des modèles de comportements physiques du bâtiment et utilise un algorithme spécifiquement conçu pour s'adapter aux technologies passives.

**ESP-r :** est un outil de simulation des performances énergétiques d'un bâtiment.

Développé depuis 1974 par l'Energy Systems Research Unit (ESRU) de l'université de Strathclyde en Ecosse, il permet d'explorer les relations complexes qui existent entre la forme du bâtiment, l'environnement, les installations, la ventilation et la régulation.

ESP-r permet d'évaluer la consommation d'énergie et les émissions gazeuses produites par les systèmes de contrôle environnementaux et les matériaux. Le logiciel permet de modéliser la chaleur, l'air, l'humidité et les flux d'énergie électrique.

ESP-r est un logiciel libre, compatible avec le logiciel RADIANCE pour l'évaluation de l'éclairage du bâtiment.

**ECOTECT Analysis :** Le logiciel d'analyse de conception Ecotect Analysis est un outil complet de conception depuis la phase d'avant-projet jusqu'à celle de détail.

Ecotect Analysis offre un large éventail de fonctionnalités de simulation et d'analyse de l'énergie des bâtiments qui peut améliorer les performances des bâtiments et des nouveaux projets de bâtiments.

Les fonctionnalités d'analyse de consommation d'énergie, d'eau et d'émissions de carbone intègrent des outils qui permettent de visualiser et de simuler les performances d'un bâtiment dans son environnement : analyses énergétique du bâtiment, performance thermique, consommation d'eau et évaluation des coûts, rayonnement solaire, éclairage naturel, ombres et réflexions.

Notre choix s'est porté sur le logiciel Autodesk Ecotect Analysis dans sa version 2011. Les motifs ayant motivé ce choix sont multiples. Il s'agissait précisément d'opter pour un outil à la fois performant, fiable, qui convienne au problème posé dans notre étude et qui puisse garantir la continuité des deux premières étapes de notre travail (mesures réalisées in-situ et bilans thermiques). Ce logiciel permet aisément d'opérer des changements à tous les niveaux et de tester une multitude d'hypothèses. En effet, la simplicité de l'espace de modélisation permet d'ajouter ou de soustraire des éléments divers au bâtiment-modèle étudié. Les épaisseurs

et les matériaux constituant les différentes parois sont interchangeables grâce à la possibilité de créer de nouveaux matériaux en plus de la librairie intégrée au logiciel. L'analyse thermique se fait dans un contexte climatique bien précis que l'utilisateur choisit lui-même. (www.bourgogne-batiment-durable.fr; 2016)

### **3.3.2 Présentation du logiciel Ecotect analysis 2011**

Autodesk<sup>178</sup> présente dans son site internet officiel Ecotect analysis comme « un outil complet de conception depuis la phase d'avant-projet jusqu'à celle de détail offrant un large éventail de fonctionnalités de simulation et d'analyse de l'énergie des bâtiments qui peut améliorer les performances des bâtiments et des nouveaux projets de bâtiments » (Site internet officiel de la boîte mère « Autodesk », (<http://www.autodesk.fr/>)). Ce logiciel qui possède une large gamme d'application (thermique, acoustique, ensoleillement et éclairage) permet :

- De calculer la consommation d'énergie et des émissions de carbone d'un bâtiment sur une base annuelle, mensuelle, quotidienne et horaire, en utilisant une base de données d'informations météorologiques ;
- De calculer les besoins en chauffage et climatisation des modèles et d'analyser les effets de l'occupation, des gaines internes, de l'infiltration et de l'équipement.
- D'estimer la consommation d'eau à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment.
- De visualiser le rayonnement solaire sur les fenêtres et les autres surfaces, à n'importe quelle période de l'année.
- De calculer les facteurs d'éclairage naturels et les niveaux d'éclairement à n'importe quel point du modèle.
- D'afficher la position et le parcours du soleil par rapport au modèle à n'importe quelle date, heure et emplacement.

# Partie II : Partie pratique

## Chapitre IV : présentation du cas d'étude

### Introduction :

#### 1. Présentation de la ville de Tébessa :

##### 1.1 Situation géographique :

Ville de l'Algérie orientale elle est située à 45 km de la frontière tunisienne et à 635 km d'Alger.



Figure 36: carte de situation de la ville de Tébessa dans l'Algérie ;  
<http://www.mondecarte.com/carte/Tebessa-carte> :2017

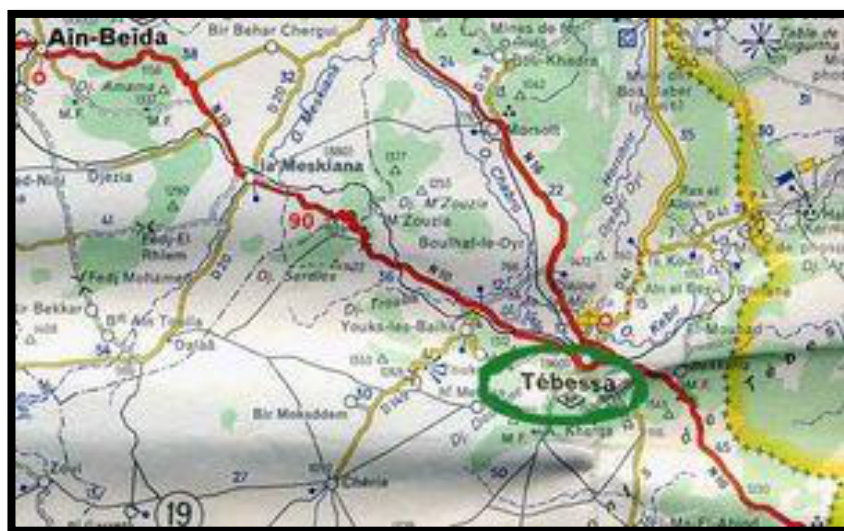


Figure 35: carte ; Algérie Tébessa (Constantinois) carte Michelin 1962.

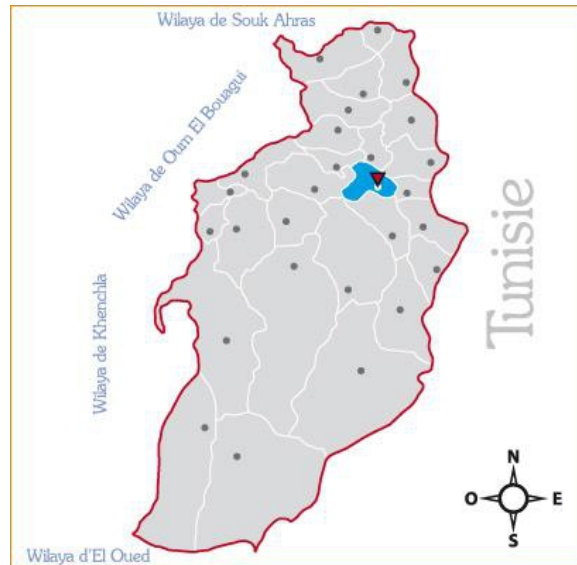


Figure 37: Forum : <http://zhour-abada.e-monsite.com/accueil/presentation/wilaya-de-tebessa.html>;2017

La Wilaya de Tébéssa est issue du découpage administratif de 1974, s'étend sur une superficie de 13.878 km<sup>2</sup> et compte une population estimée à fin 2010 à 671.274 habitants, soit une densité moyenne de 48 habitants par km<sup>2</sup>. Située à une altitude variant entre (800 m à 1000 m). (Site web : [Http://alger-roi.fr/alger/tebessa/textes/1\\_tebessa.htm](Http://alger-roi.fr/alger/tebessa/textes/1_tebessa.htm) ; 2017)

## 1.2 Climatologie de la région

Le climat en Algérie est de type :

**Méditerranéen** sur toute la frange nord qui englobe le littoral et l'Atlas tellien (étés chauds et secs, hivers humides et frais) ;

**Semi-aride** sur les hauts plateaux au centre du pays ;

Et **désertique** dès que l'on franchit la chaîne de l'Atlas saharien.

La wilaya de Tébéssa est située dans les hauts plateaux telliens, elle a un climat semi-aride avec un hiver assez froid, faiblement neigeux. Les données climatiques relevées s'étalent sur une période d'une année (2011-2012) et ont été fournies par la station météorologique de Tébéssa. il y a la pluviométrie, humidité et la température

### 1.2.1 Température :

D'octobre à février, les températures sont basses, février étant le mois le plus froid avec une température moyenne de 4,3°C. De juin à septembre, la température marque des valeurs un peu élevées qui dépassent les 20°C. Le mois le plus chaud est juillet avec une température moyenne de 27,6° C.



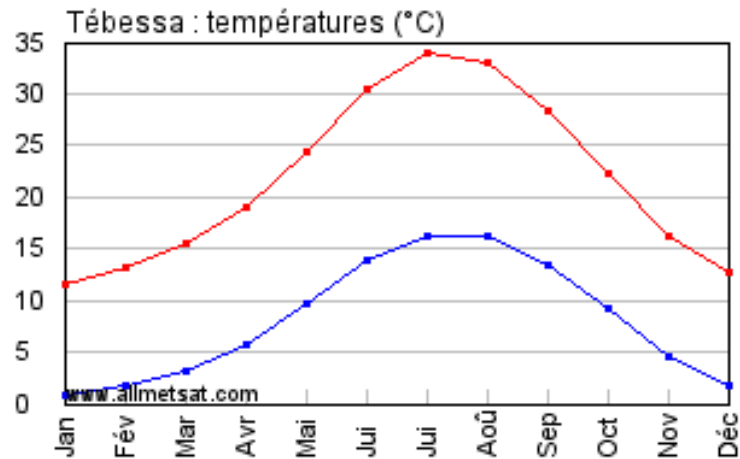


Figure 38 : Moyenne mensuelle des températures minimales et maximales quotidiennes : °C/°Aéroport de Tébessa - Cheikh Larbi Tébessi ; <http://fr.allmetsat.com/climat/algerie-nord;2017>

### 1.2.2 Précipitations

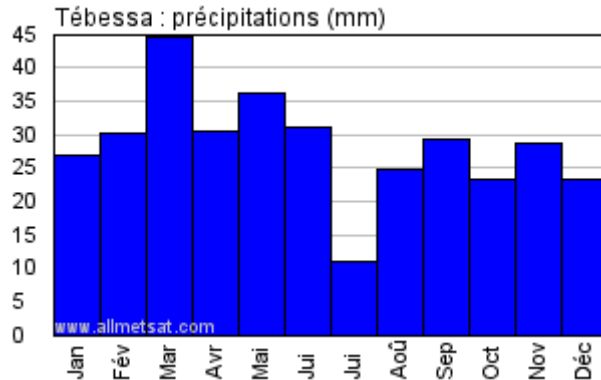


Figure 39 : Le terme précipitation désigne tout type d'eau qui tombe du ciel, sous forme liquide ou solide. Cela inclut la pluie, la neige, la grêle, etc.... ; Aéroport de Tébessa - Cheikh Larbi Tébessi ; <http://fr.allmetsat.com/climat/algerie-nord;2017>

### 1.2.3 L'humidité :

Les pourcentages pendant une année (mars 2011- février 2012) on remarque une régularité en pourcentage d'humidité durant cette année. Les mois les moins humides sont juillet et août avec respectivement 36 et 44,2%)

Mois	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février
Humidité	81,5	69,2	69,4	57,0	36,5	44,2	53,6	78,4	77,0	78,2	82,4	80,0
(%)	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0

Tableau 1 : Répartition mensuelle d'humidité (%) sur une période d'une année dans la région de Tébessa (mars 2011- février 2012) (Station météorologique de Tébessa, 2012).

### 1.2.4 Les vents

La ville de Tébessa reçoit dans la majorité du temps des vents modérés qui soufflent du : Ouest – Nord – Ouest de Novembre à Avril et des vents du Sud plus significatifs de Mai à Juillet. Le sirocco, (vent très chaud et sec), présente un caractère agressif. Il se manifeste en moyenne pendant 10 à 15 jours par an, notamment au cours du mois de Juillet et d'Août et quelques fois même durant le printemps entre avril et juin. La vitesse maximale prédominante est celle de la classe 6 à 10 m/s. (Station météorologique Tébessa ,2014).

Tableau 2: Fréquences des vents : Année 2014 (Source : Station météorologique Tébessa ,2014)

Classe m/s	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
1-5	1,05	1,18	1,16	1,27	1,58	1,52	1,55	1,35	1,36	1,17	1,30	2,18	16,67
6-10	1,79	1,76	2,50	2,34	2,31	1,72	2,02	1,44	1,08	1,37	1,45	1,37	21,15
11-15	0,76	0,75	1,03	0,55	0,27	0,72	0,14	0,00	1,14	0,18	0,39	0,26	6,19
16-20	0,13	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,36
>=20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
<b>Total</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>	<b>4,9</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>4,0</b>	<b>3,7</b>	<b>2,8</b>	<b>3,6</b>	<b>2,7</b>	<b>3,1</b>	<b>3,8</b>	<b>44,4</b>

## **2. Description de l'objet d'étude :**

L'étude s'est fixé l'objectif sur l'optimisation des performances énergétique dans un logement collectif en assurant le confort intérieur de l'occupant dans sans abris, par l'intégration de la serre bioclimatique.

Selon l'objectif de la recherche et en se basant sur la recherche théorique, le choix du model sera choisi dicté selon les critères bien définit et en respectant les caractéristiques nécessaires pour un meilleur résultat.

## **3. Les critères du choix du model :**

- Logement collectif dont son séjour est orienté sud.
- Absence des masques solaire dans l'environnement immédiat du logement.
- Logement collectif avec un minimum de hauteur (nombre des étages).
- Disponibilité des plans avec leur dimension détaillé.

Dans ce présent travail, l'investigation a été menée sur un modèle de bâtiment composé de trois niveaux (R+2) située dans la commune de Boulhaf Eddir Wilaya de Tébessa à l'ancienne ville au Nord-Ouest du centre-ville de Tébessa avec un trajet de 8km de celui-là. (Récemment construit)

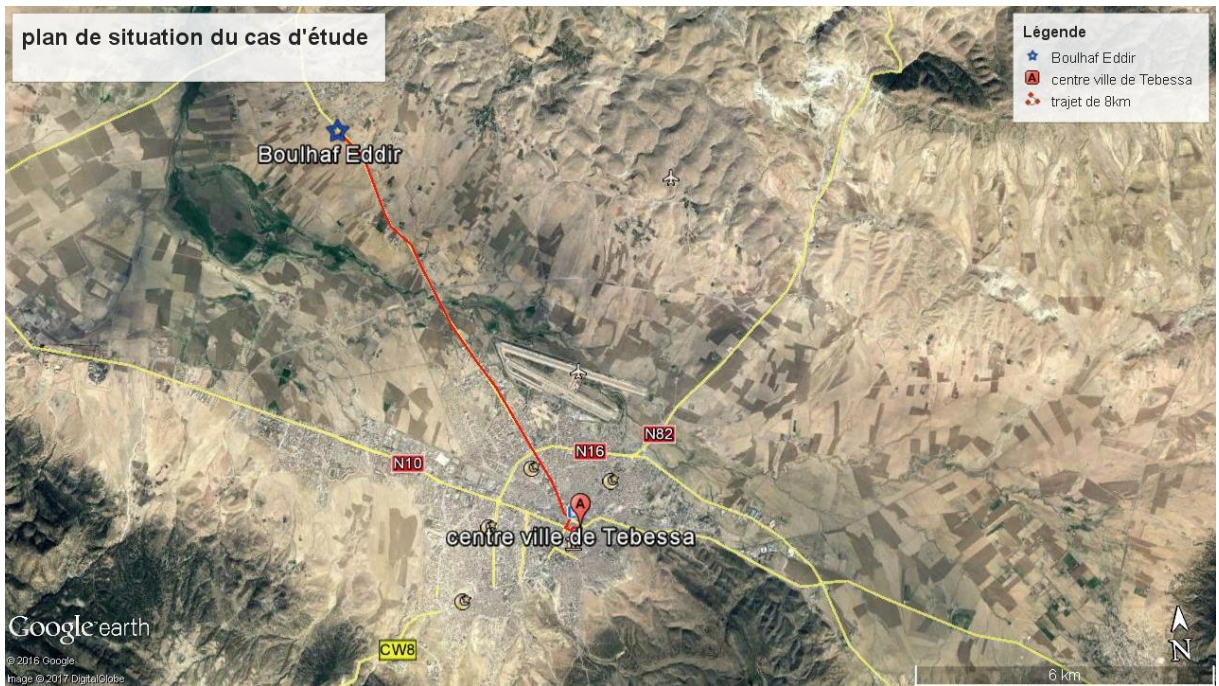


Figure 38 : plan de situation du cas d'étude à Boulhaf Eddir ; photo satellite Google earth pro 2017 ; Auteur



Figure 39:le site de l'étude ; photo satellite Google earth pro 2017 ; Auteur



Figure 40: plan de masse du cas d'étude ; Bureau d'étude Benssaoud.I plan Autocad ; 2017 ; Auteur

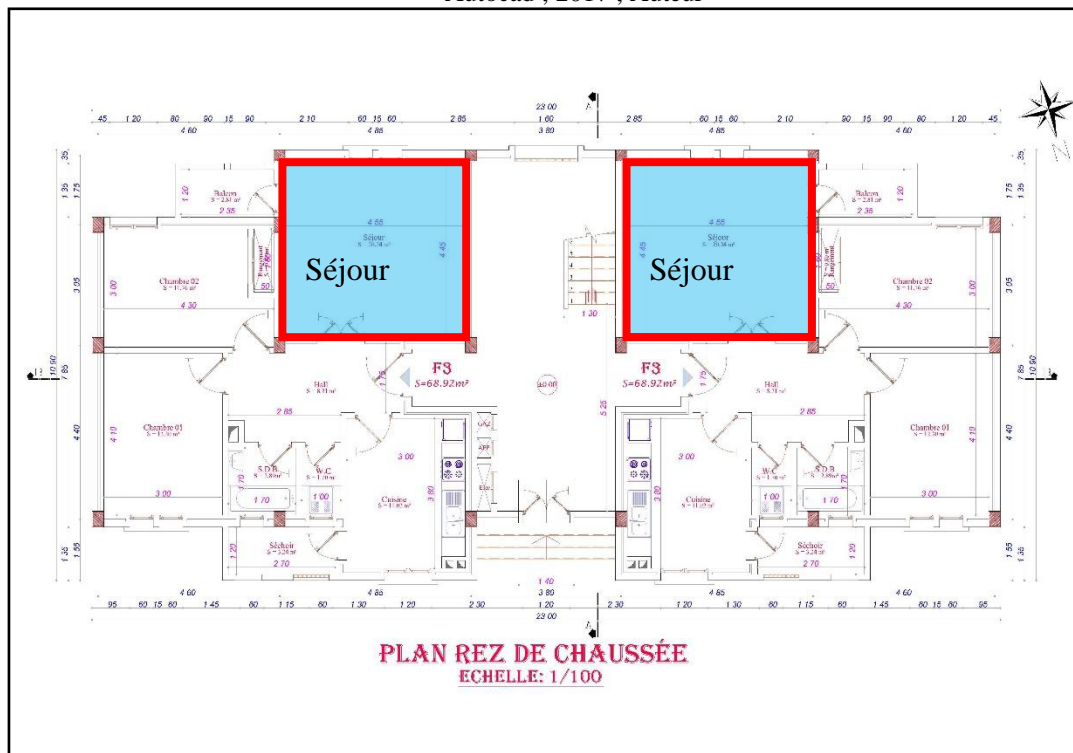


Figure 41: Plan RDC montre le séjour (Objet d'étude)

Selon l'objectif de notre recherche une simulation thermique a été effectuée sur site, des scénarios ont servi de support à l'analyse du comportement thermique de la construction par rapport à l'extérieur avec la présence de la serre et sans cette dernière pour vérifier l'effet de l'intégration de la serre bioclimatique dans les logements collectifs dans le climat semi-aride de Tébessa.

#### 4. Création du model :

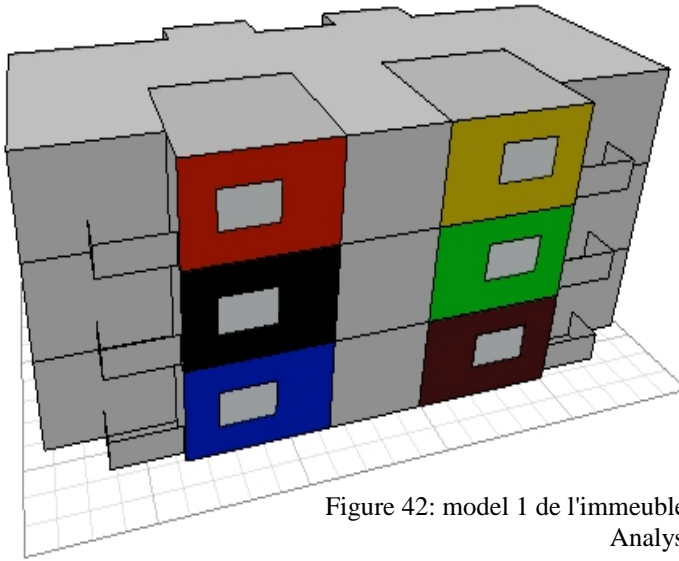


Figure 42: model 1 de l'immeuble existant sans serre sur le logiciel ECOTECT Analysis 2011 ; (Auteur).

Le model (1) simulé est un multi zone, la zone étudié est un séjour de 20.24 m<sup>2</sup> de surface habitable et de hauteur 3.23 m.

Le système constructif est un système poteaux poutres, auto stable, avec un plancher en corps creux (16+4). La maçonnerie est en parpaings et les murs extérieurs sont en doubles parois de 10 cm avec lame d'air de 5 cm et des enduits de ciment de 2 cm extérieur et intérieur, et un vitrage (simple) a une épaisseur de 4 mm.

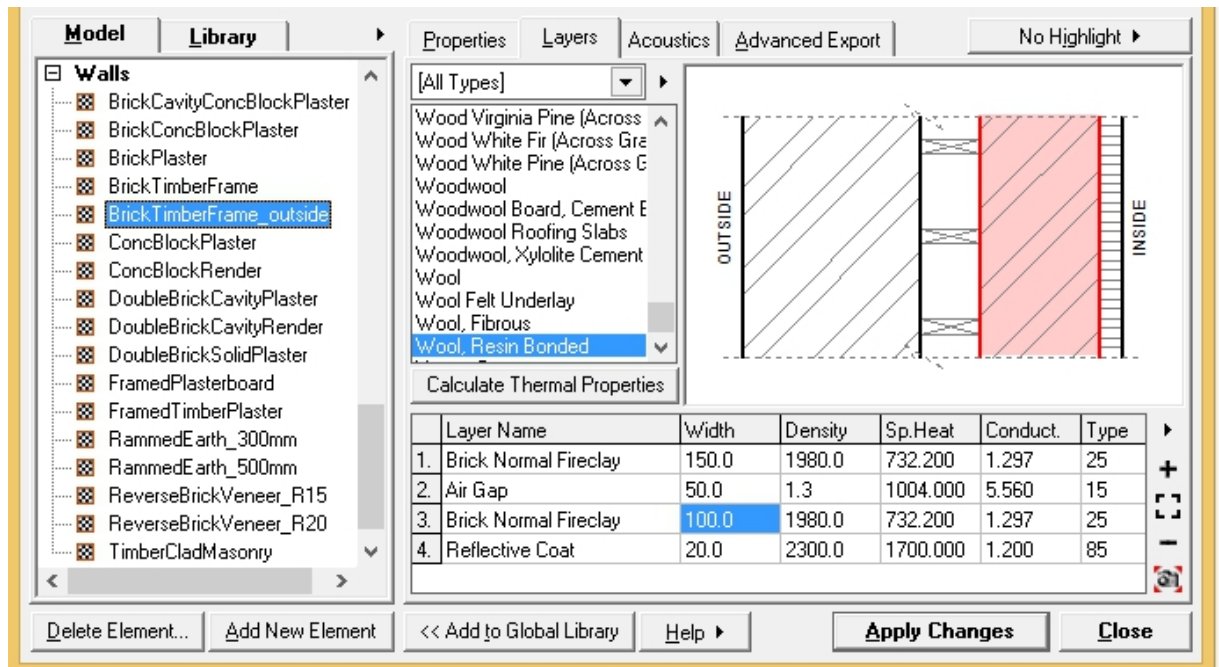


Figure 43:exemple de style de mur définit dans ECOTECT Analysis

Figure 44:Modélisation d'immeuble avec l'intégration de la serre au niveau du séjour ( source Auteurs logiciel Ecotect Analysis )

L'intégration de la serre au niveau du model (1) :

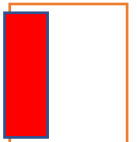
#### 4.1 Critère du choix des caractéristiques de la serre bioclimatique (les variables dépendantes) :

Selon la recherche théorique on distingue que :

**Type de la serre :** après une comparaisant qui a été faite par des chercheur entre les trois types de serre (serre d'angle, semi-encastree et encastree). Ils ont estimé usuellement que pour une surface de vitrage « équivalent sud » identique, la performance thermique de la serre encastree est :

Près de deux fois supérieure à celle d'une serre en angle ou semi-encastree.

Près de trois fois supérieure à celle d'une serre accolée.



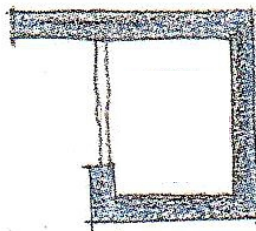
Alors la serre encastree est le type le plus performant

#### 4.2 L'inclinaison du vitrage et le profil de la serre :

En pratique, on se sert de la formule : « latitude+35° ». Pour une ville comme Tébessa (latitude 35°), l'inclinaison optimale serait de 35+35=70°, soit proche de la verticale 90°.

En plus : si on considère le climat semi-aride sous le type de la zones méditerranéennes avec un climat contrasté à dominante chaude, elle donne les caractéristiques suivantes qui sont basées sur l'étude des deux architectes Samuel Courgey & Jean-Pierre Oliva :

Rayonnement direct important, fortes températures estivales. Parois caprices verticales, protection solaire d'été accentuée.



Alors le choix du type de vitrage est vertical

#### 4.3 Choix du type du mur mitoyenne :

Selon la recherche faite par Samuel Courgey & Jean-Pierre Oliva : pour assurer la communication visuelle avec la serre, et la pénétration de la lumière naturelle quand elle est fermée. Et qui permet l'agrandissement de l'espace habité aux moments où l'ambiance

thermique de la serre est confortable, le choix sera une paroi mixte en maçonnerie lourde et grande surface vitrée.

#### 4.4 Le dimensionnement de la serre bioclimatique :

Selon la recherche de Samuel Courgey & Jean-Pierre Oliva il n'y a pas de règles pour les dimensions d'une serre par rapport une unité d'habitation, Alors les dimensions seront prises en respectant les proportions du volume total d'immeuble.

Les dimensions sont fixées à 1.3m de profondeur et de 3.23m de hauteur tout au long de la largeur du séjour :

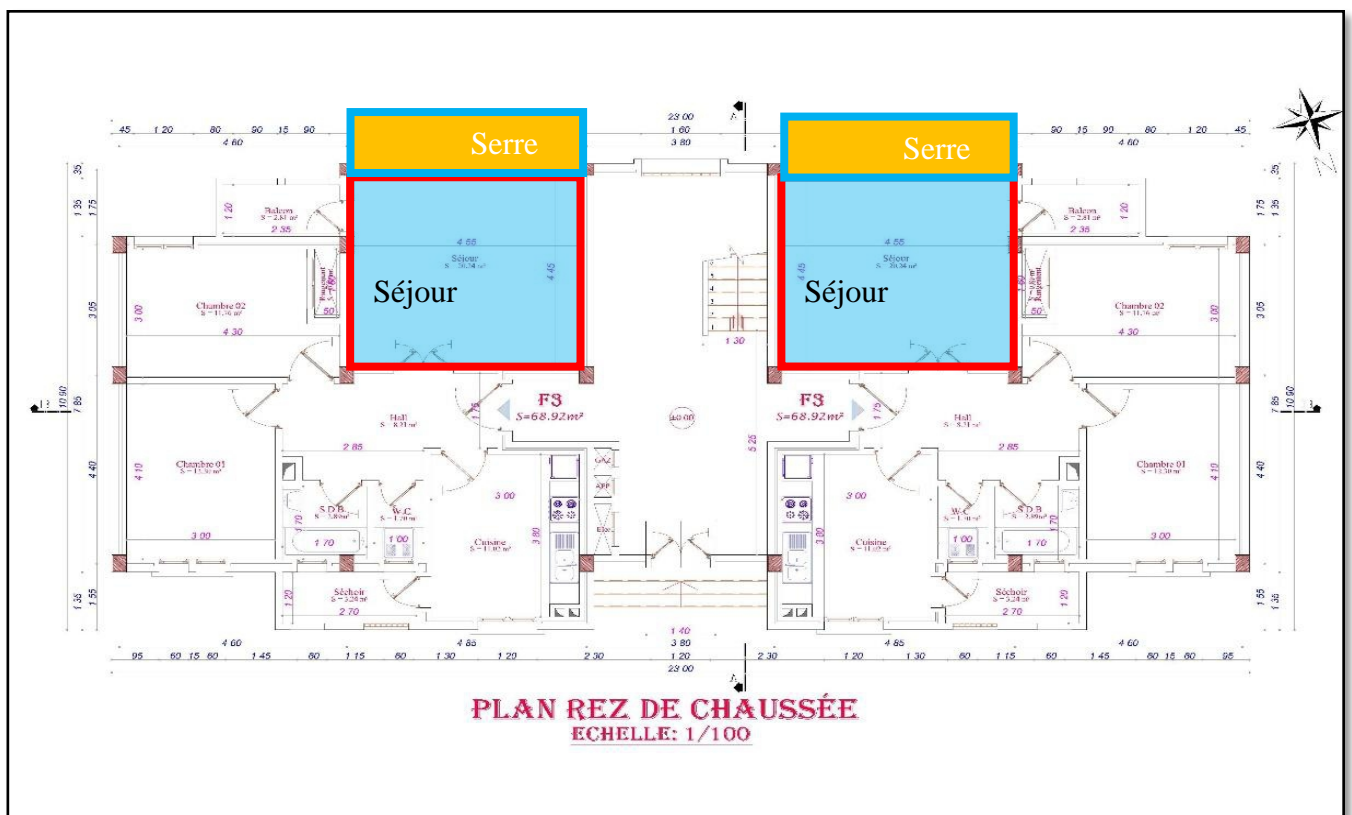


Figure 45: le plan du model (1) avec l'intégration de la serre bioclimatique

#### 4.5 L'isolation du vitrage extérieur de la serre :

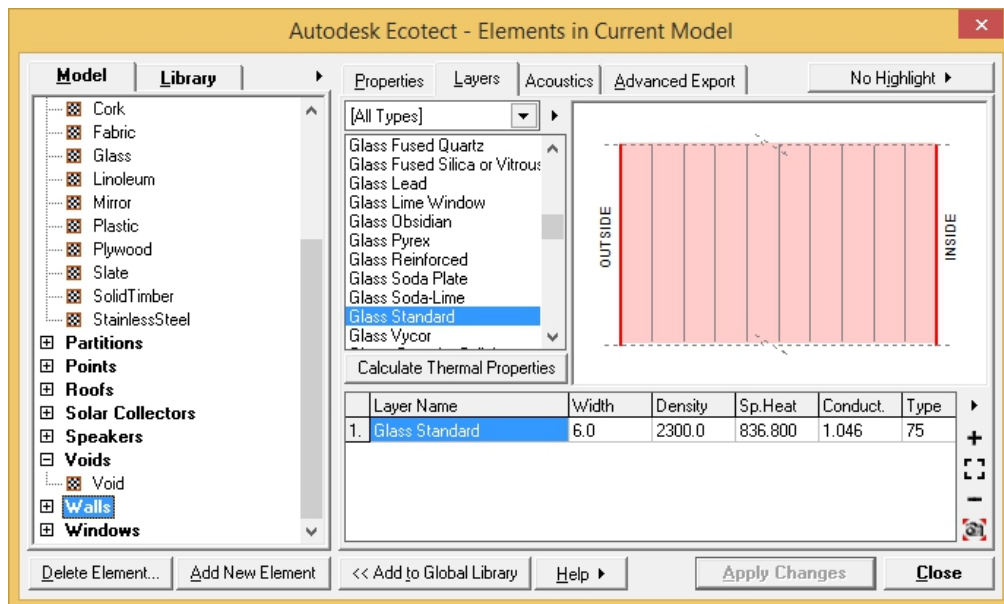
Les déperditions dues à la grande surface de vitrage extérieur de la serre pendant les nuits d'hiver peuvent amoindrir grandement son bilan thermique. Elle sera d'autant plus efficace qu'elle sera étanche à l'air. C'est pourquoi une isolation avec parois verticales sera plus facile à mettre en œuvre et à manipuler quotidiennement.



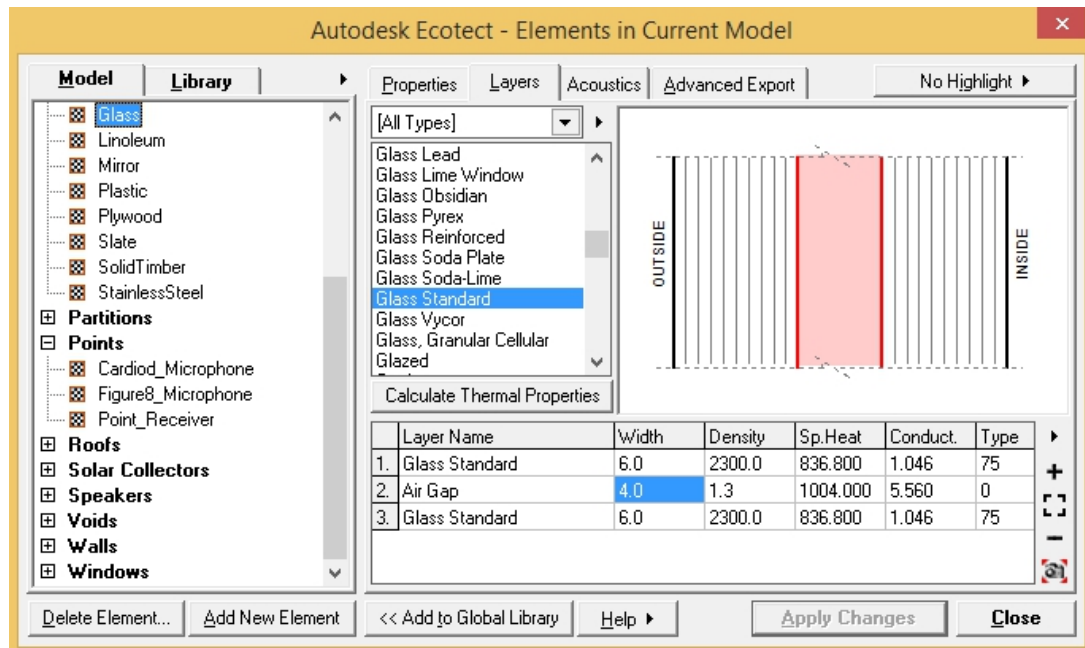
En été : grâce à des ouvertures spécifiques pratiquées en bas et en haut de la serre assure une ventilation naturelle. Avec un dispositif de protection solaire store horizontal, pour éviter les surchauffes et la serre restera agréable même durant ces journées les plus chaudes de l'année.

#### 4.6 Le type de vitrage (variable indépendante) :

Verre simple réfléchissant teinté :



Verre doublé réfléchissant teinté :



**Conclusion :**

Les variables dépendantes	Les variables indépendantes
<p>Serre encastre</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitrage est vertical</li> <li>• Mur mitoyenne une paroi mixte en maçonnerie lourde et grande surface vitrée.</li> </ul> <p>• Dimensions : 1.3m de profondeur et de 3.23m de hauteur tout au long de la largeur du séjour</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verre simple réfléchissant teinté</li> <li>• Verre doublé réfléchissant teinté :</li> </ul>

Les scénarios de la simulation :

Scénario 1	La simulation de (la zone du séjour sud du model (1) sans serre bioclimatique) la période estivale
Scénario 2	La simulation de (la zone du séjour sud du model (1) avec serre bioclimatique avec simple vitrage réfléchissant teinté) période estivale
Scénario 3	La simulation de (la zone du séjour sud du model (1) sans serre bioclimatique) La période hivernale :
Scénario 4	La simulation de (la zone du séjour sud du model (1) période hivernale
Scénario 5	Simulation du model (1) avec serre bioclimatique dans la période estivale avec double vitrage

## **Chapitre V- Simulation thermique et lecture des résultats :**

### **Introduction :**

Pour améliorer l'efficacité énergétique d'un bâtiment, une comparaison a été effectuée entre la variation de la température intérieure et extérieure pour le bâtiment existant, alors sans serre et pour le bâtiment avec l'intégration de la serre bioclimatique.

Afin d'évaluer la satisfaction des besoins du confort des habitants faite par l'intégration de la serre bioclimatique avec une lecture comparative effectuée entre les limites de confort (d'après l'analyse bioclimatique) et les températures intérieures des séjours et extérieurs dans le jour le plus froid d'hiver et le plus chaud d'été.

### **1. Description de la simulation :**

Nous avons effectué une simulation numérique sur le modèle déjà décrit sur les bases suivantes :

- Localisation Nord est Algérien Longitude :  $8^{\circ}4'29.85''E$  Latitude :  $35^{\circ}29'16.76''N$
- Espace étudié : Séjour
- Dates et périodes : Le 21 Juin (Période Estivale) Le 13 Janvier (Période Hivernale)

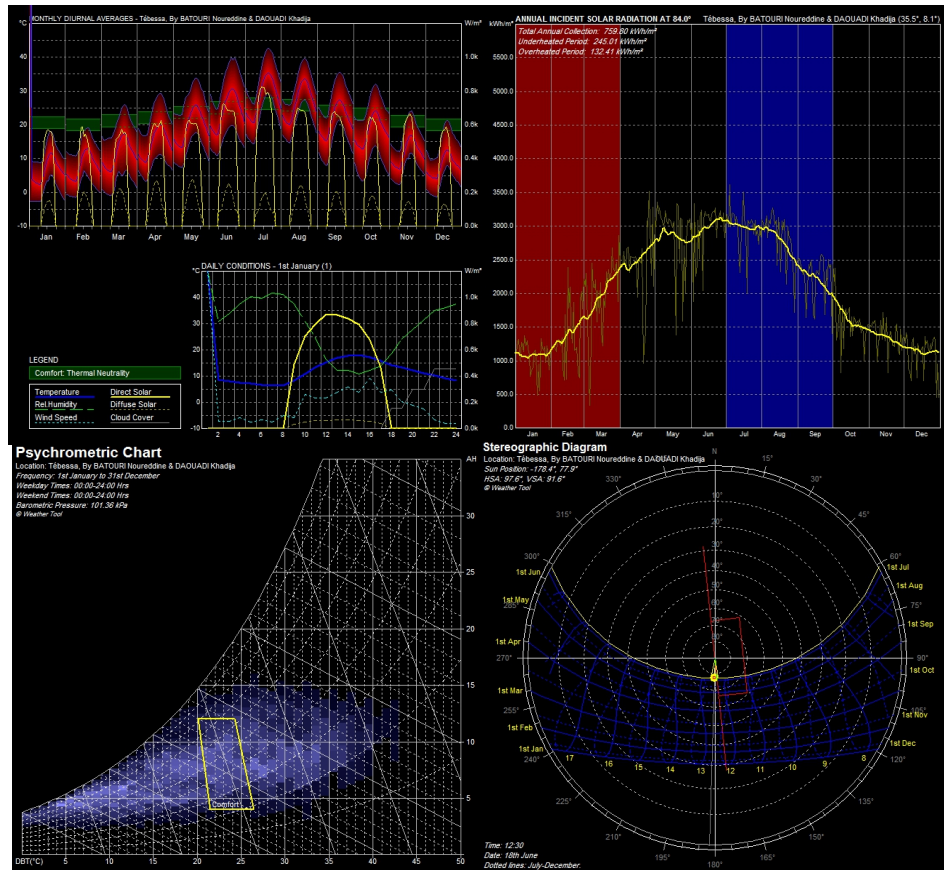
### **2. Méthodologie de la simulation :**

Notre simulation est structurée en deux parties :

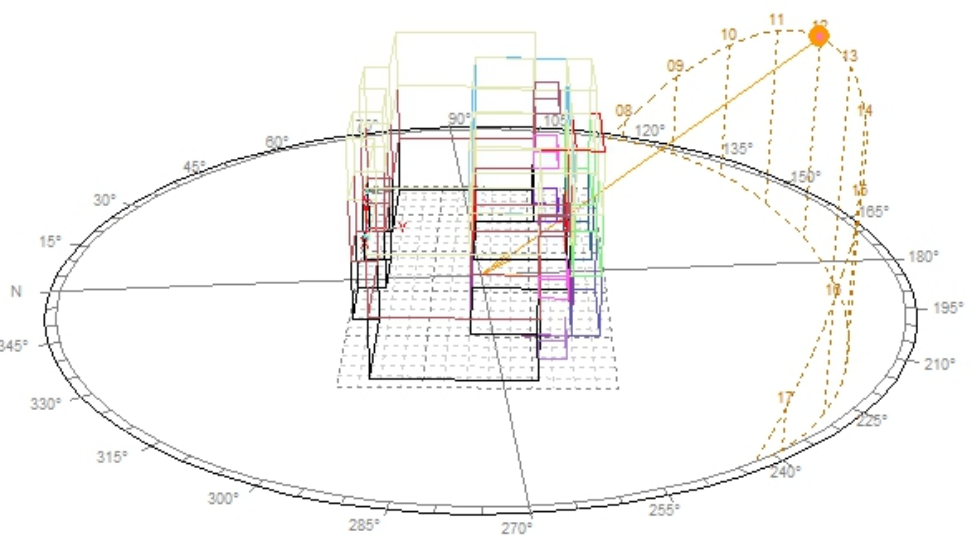
- La modélisation du modèle en 3D avec l'attribution des différentes caractéristiques de l'environnement, des zones et des matériaux.
- La simulation des différents scénarios (calcul thermique du modèle (1) à l'état existant et la simulation thermique du modèle (1) avec serre).

### **3. Analyse de la zone d'étude :**

L'analyse des résultats est basée sur les données de l'orientation optimale dictée par WEATHER TOOL 2011 un outil très important du logiciel AUTODESK ECOTECT 2011 qui nous permet d'avoir des données selon le climat de Tbesa (Voir Figure 46).



Le trajet solaire :

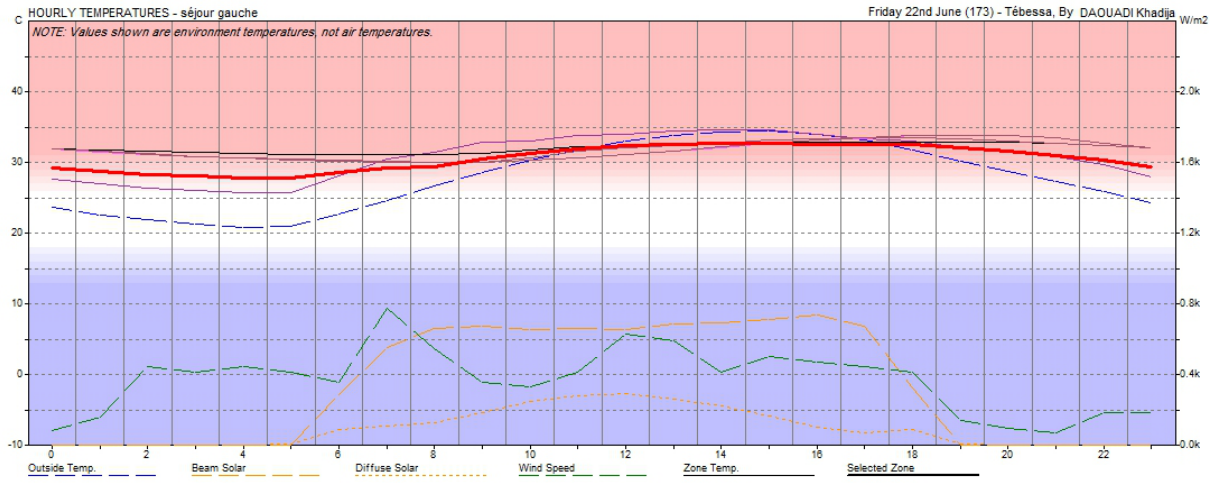


## 4. La simulation :

### 4.1 Scénario 1 :

La simulation de (la zone du séjour sud du model (1) sans serre bioclimatique) le 22/05

#### La période Estivale :

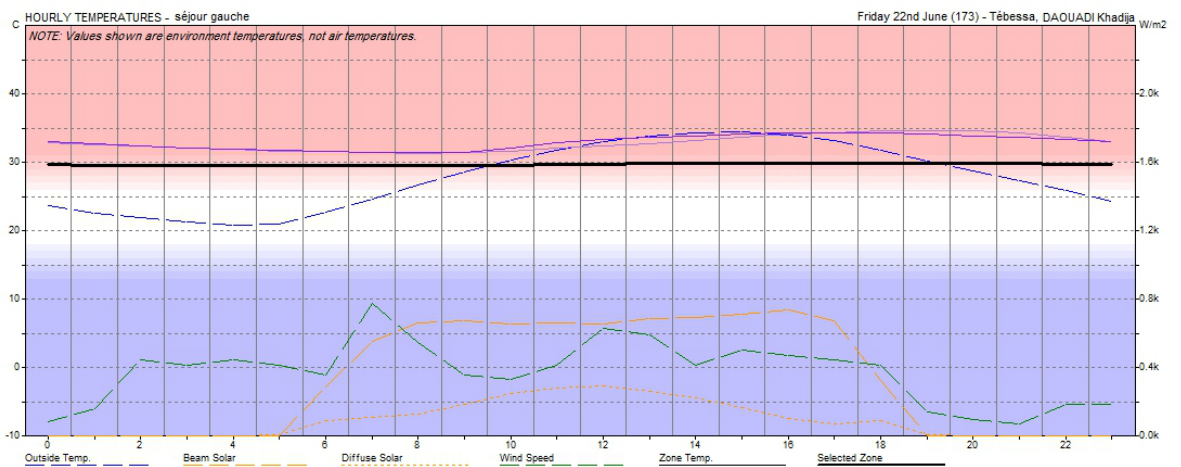


La lecture du graph, fait sortir que la température interne du séjour sans serre bioclimatique est inférieure de la température extérieur d'une différence de 2° C entre 11h et 17h et le reste de la journée est supérieur par rapport à la température extérieur.

### 4.2 Scénario 2 :

La simulation de (la zone du séjour sud du model (1) avec serre bioclimatique avec simple vitrage réfléchissant teinté) le 22/05

#### La période Estivale :



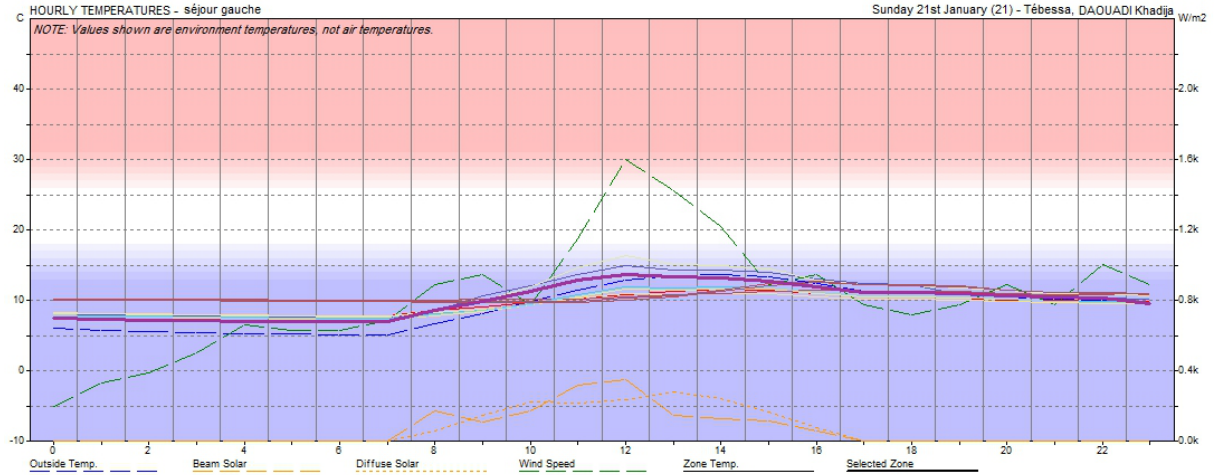
La lecture du graph, fait sortir que la température interne du séjour avec serre bioclimatique est inférieure de la température extérieur d'une différence de 5° C entre 10h et 18h.

19h et le reste de la journée est supérieur par rapport à la température extérieure.

### 4.3 Scénario 3 :

La simulation de (la zone du séjour sud du model (1) sans serre bioclimatique) le 21/01

#### Le période hivernal :

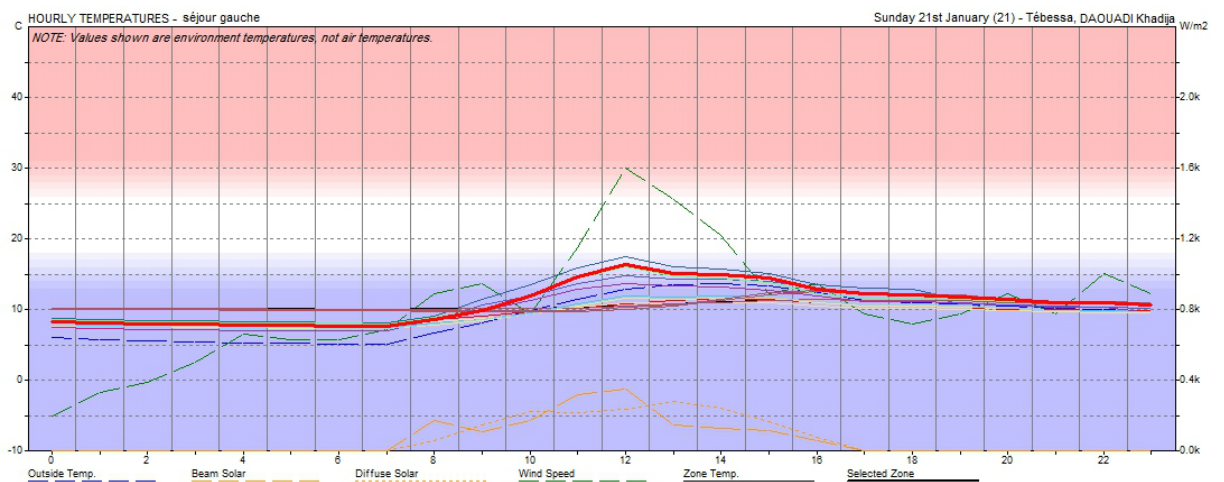


La lecture du graph, fait sortir que la température interne du séjour sans serre bioclimatique est supérieure de la température extérieur d'une différence entre 0 et 2° C entre 00 h et 12h et le reste de la journée égale la température extérieure.

### 4.4 Scénario 04

Simulation de (La zone du séjour sud du model (1) avec serre bioclimatique) le 21/01

#### La période hivernale



La lecture du graph, fait sortir que la température interne du séjour avec serre bioclimatique est inférieure à la température extérieur d'une différence de 5° C entre 11h et 17h et le reste de la journée est supérieur par rapport à la température extérieure.

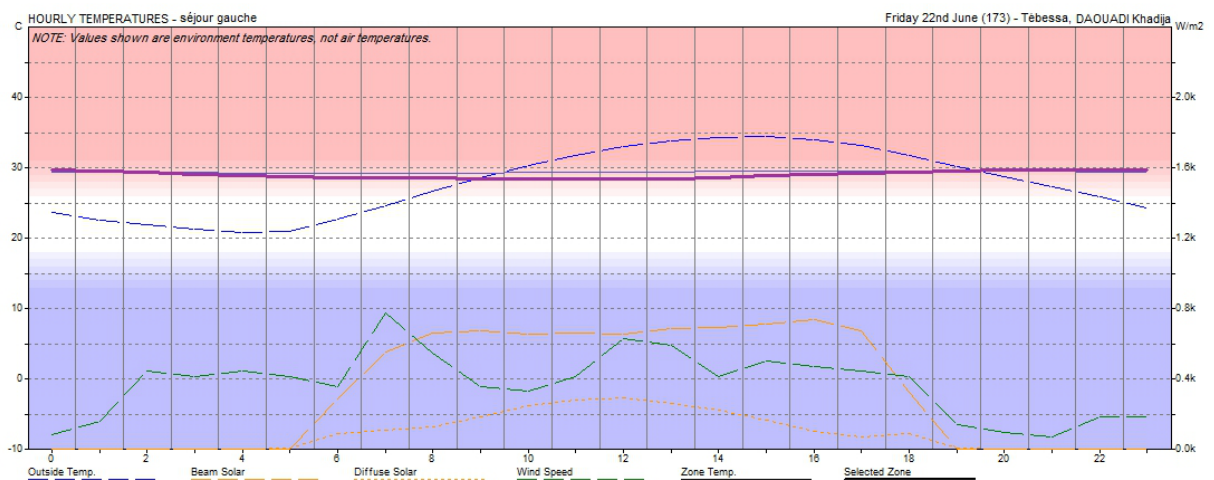
### La comparaison entre les résultats du scénario 1 vs 3 et 2 vs 4 :

Dans la période hivernale : la différence de la température entre le séjour et l'extérieure du model (1) avec serre est plus confortable que la différence du model (1) sans serre

Dans la période estivale : la différence de la température entre le séjour et l'extérieure du model (1) avec serre est aussi plus confortable que la différence des températures entre l'extérieur et l'intérieur du model (1) sans serre.

### 4.5 Scénario 5 :

#### Simulation du model (1) avec serre bioclimatique dans la période estivale avec double vitrage :



La lecture du graph, fait sortir que la température interne du séjour avec serre bioclimatique vitré avec verre doublé teinté est inférieure à la température extérieur d'une différence de 6° C entre 9h et 19h et le reste de la journée est supérieur par rapport à la température extérieur.

#### La comparaison entre les résultats du scénario 2 et les résultats du scénario 5 :

La comparaison entre le graph des résultats de température dans le cas de l'intégration de

la serre bioclimatique vitré avec du verre réfléchissant doublé teinté et le même cas mais vitré avec du verre simple réfléchissant teinté :

Le verre réfléchissant doublé teinté donne des meilleurs résultats que le simple vitrage réfléchissant simple teinté.

### **Conclusion :**

Les résultats de la simulation montrent que l'intégration de la serre bioclimatique dans les logements collectifs dans le climat semi-aride de la région du Tébessa améliore l'efficacité énergétique de l'habitation dans la période hivernale et estivale ce qui confirme notre hypothèse

Et que le vitrage réfléchissant doublé teinté est plus performant qu'un vitrage simple réfléchissant teinté.



### **Conclusion générale :**

La science de l'architecture bioclimatique est une réponse pour sortir de l'impasse, une réponse à une contrainte. Il revient à l'architecte d'intégrer dans son projet les principes bioclimatiques, puis de jouer avec la liberté qui lui est donnée. Le bioclimatique ne peut réussir que dans une relation entre le bâtiment et son contexte géographique et son environnement, alors son climat, dans le but d'assurer le bien-être de l'habitant.

Les anciens aussi faisaient le bioclimatique « une architecture sans architecte » en considérant le champ plus large de l'environnement. Avec le temps L'architecture est devenue écologique, verte et environnementale dans une approche plus globale jusqu'à aujourd'hui.

Blaise Pascal affirmait : « on ne voit rien de juste ou d'injuste qui ne change de qualité en changement de climat. ». Alors, pour assurer l'objectif de la conception bioclimatique, étudier la relation entre l'extérieur et l'intérieur tout au long de l'année est primordiale.

L'architecture bioclimatique et ses solutions n'est plus considérées comme une démarche décalée, réservée à quelque maison individuelle hors du commun, mais comme un outil moderne et porteur d'avenir, applicable à tout bâtiment, qu'il s'agisse d'une école, d'un immeuble ou d'une usine.

La solution bioclimatique a pour objectif d'améliorer le confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle à l'échelle du bâtiment qui peut être effectuer avec une solution bioclimatique en utilisant un organe spécifique comme la serre bioclimatique. Elle a des multiples fonctions selon leurs configurations possibles. En plus d'un rendement qui peut couvrir 20 à 40% des besoins de chauffage de la maison, elles contribuent au rafraîchissement en été, mais elle est aussi un espace tampon à certains moments, et un espace à vivre, très agréable, à d'autres moments. La qualité de sa conception est donc capitale pour qu'elle ne produit pas les effets inverses à ceux recherchés : peu ou pas de gains en hiver, et des surchauffes en été.

La simulation a montré que l'intégration d'une serre bioclimatique dans un climat semi-aride et dans des logements collectifs qui respectent nos exigences améliore l'efficacité énergétique du bâtiment dans la période estivale et hivernale, juste en comparant la température extérieure et intérieure de la construction.

Selon les résultats, la serre est un dispositif architectural d'amélioration d'efficacité énergétique opportun dans une région comme Tébessa.

### **Recommandations :**

- En hiver, Les déperditions dues à la grande surface de vitrage extérieur de la serre

pendant les nuits peuvent amoindrir grandement son bilan thermique. C'est pourquoi une isolation mobile avec parois verticales (volets roulants par exemple) sera plus facile à mettre en œuvre et à manipuler quotidiennement.

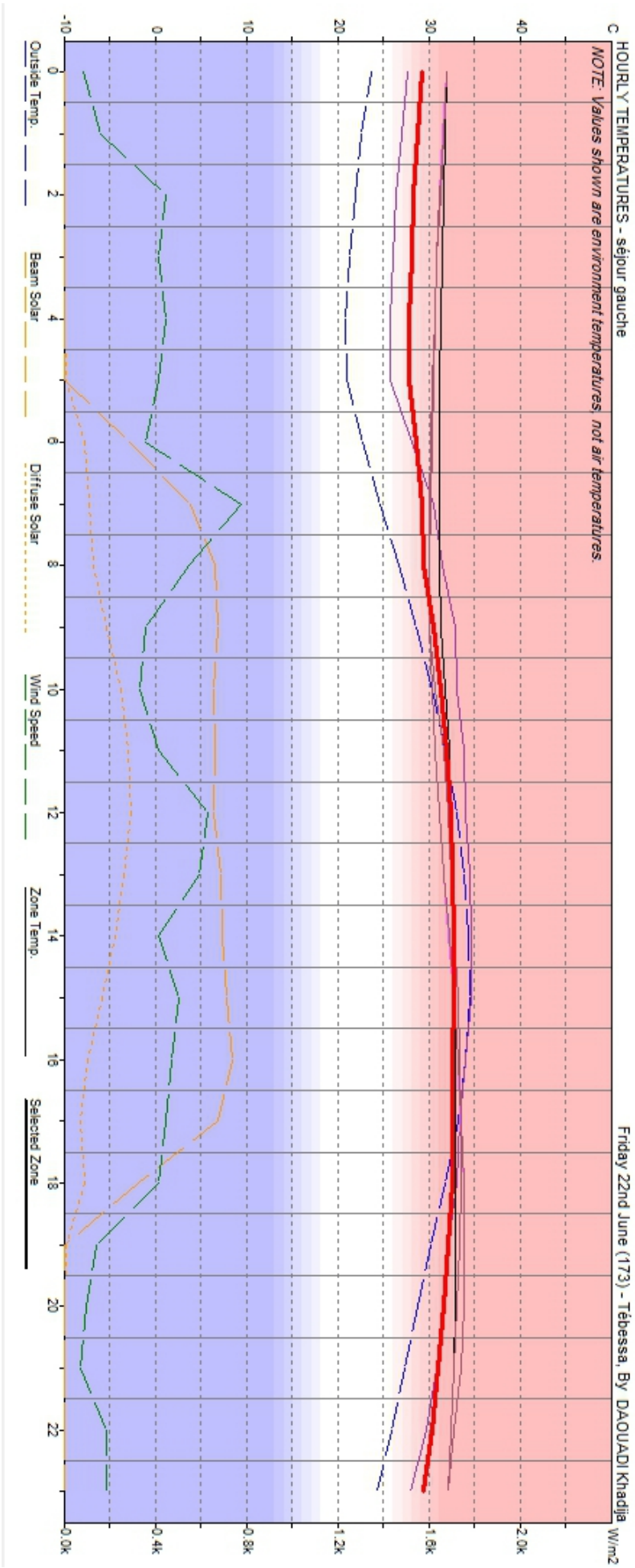
- En été : grâce à des ouvertures spécifiques pratiquées en bas et en haut de la serre assure une ventilation naturelle. Avec un dispositif de protection solaire store horizontal, pour éviter les surchauffes et la serre restera agréable même durant ces journées les plus chaudes de l'année.

### **Les limites de notre recherche :**

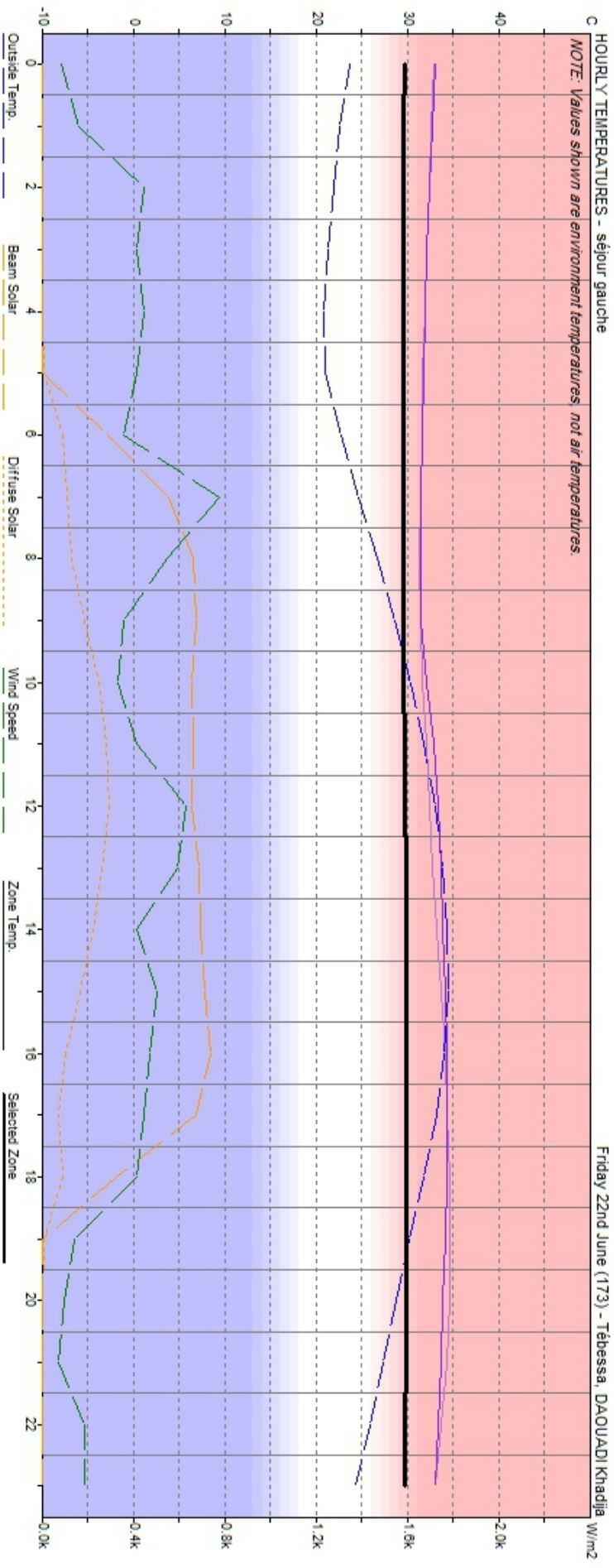
Cette étude nous a aboutis à des résultats importants. Cependant, comme toute recherche scientifique, elle présente des limites

- Le périmètre de l'étude est celui du climat (chaud et sec) dans la région semi-aride de la ville de Tébessa.
- L'échantillon d'étude est limité au construction type d'habitat.
- Les matériaux de construction de l'enveloppe de nos modèles d'étude sont ceux de l'enveloppe la plus récurrente dans la construction de ce type de bâtiments (double paroi, dalle corps creux, vitrage simple, etc.).
- L'orientation du séjour du bâtiment doit être vers le sud.
- L'étude est limitée par l'absence des masques solaire dans l'environnement immédiat dans la partie sud du logement

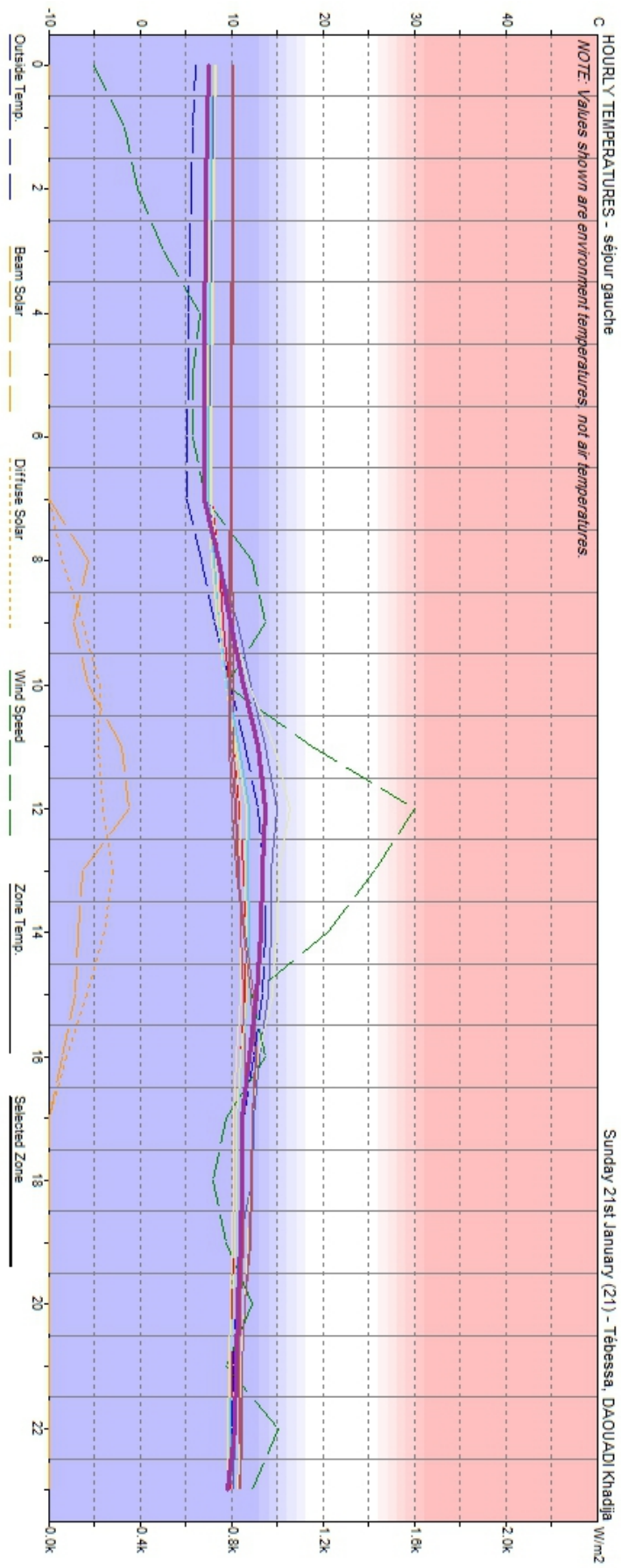
Scénario 1 : la simulation de (la zone du séjour sud du model (1) sans serre bioclimatique) le 22/05



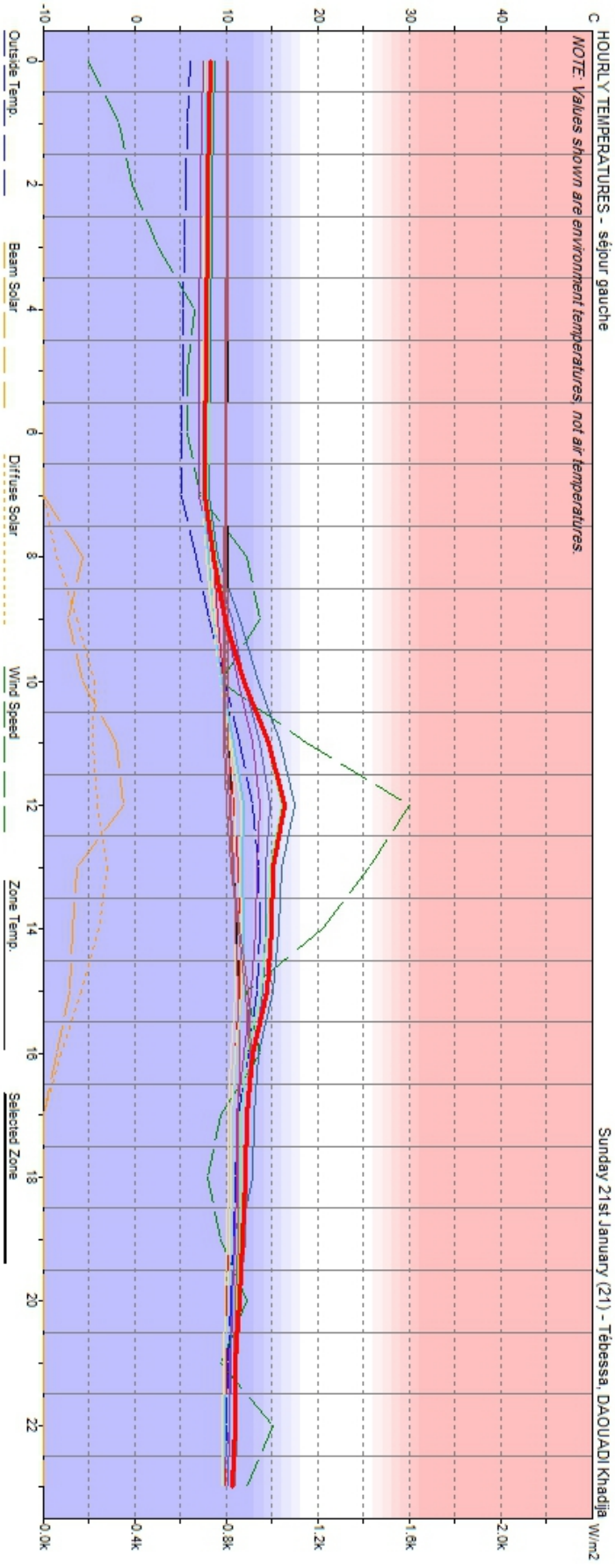
Scénario 2 : La simulation de (la zone du séjour sud du model (1) avec serre bioclimatique avec simple vitrage réfléchissant teinté) le 22/05



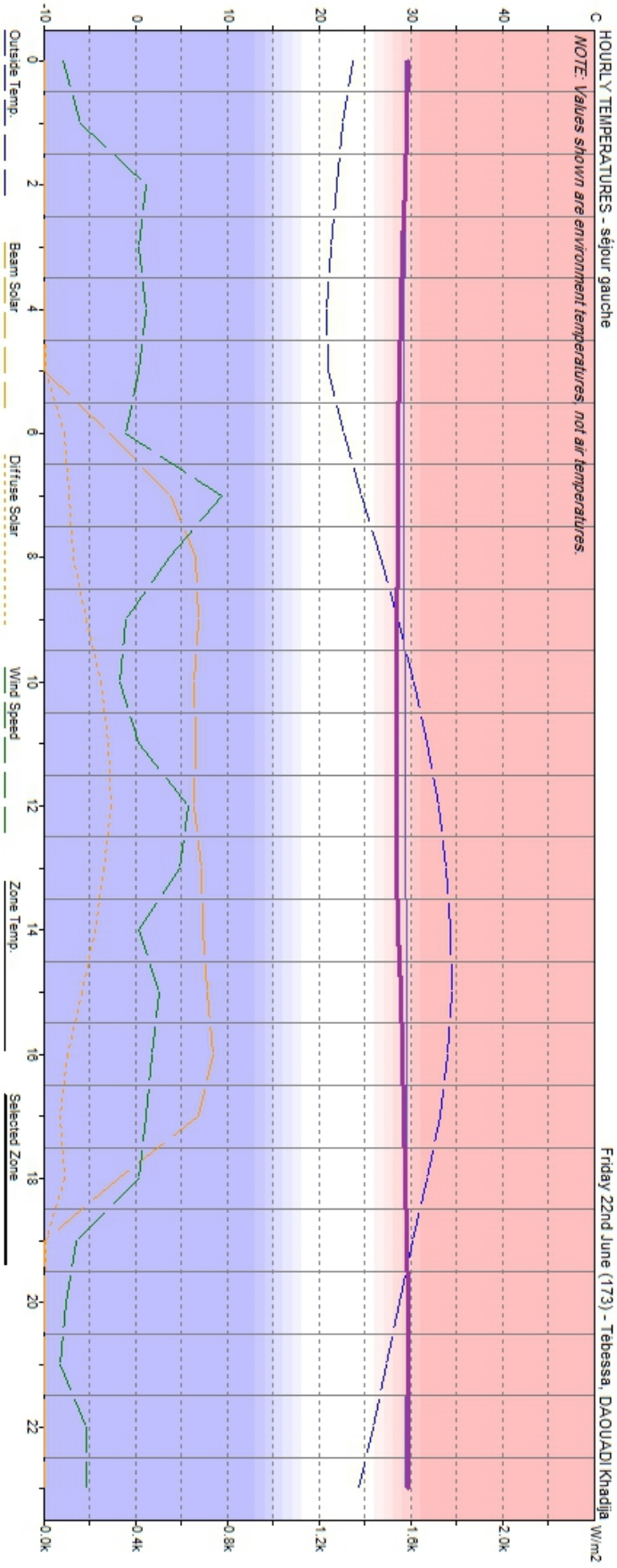
Scénario 3 : la simulation de (la zone du séjour sud du model (1) sans serre bioclimatique) le 21/01



Scénario 04 La période hivernal : simulation de (La zone du séjour sud du model (1) avec serre bioclimatique) le 21/01



Scénario 5 :  
Simulation du model (1) avec serre bioclimatique dans la période estivale avec double vitrage :



Bibliographie

- Armand, & Dutreix. (2010). *BIOCLIMATISME ET PERFORMANCE ENERGETIQUE DES BÂTIMENTS*. Paris : Eyrolles .
- Bourgogne-bâtiment-durable*. (2016). Consulté le 3 29, 2017, sur [www.bourgogne-batiment-durable.fr](http://www.bourgogne-batiment-durable.fr)
- Chalmeau. (2013). Consulté le 04 28, 2017, sur [Https://www.amc-archi.com](https://www.amc-archi.com)
- Clairiere* . (2009). Consulté le 04 27, 2017, sur [http://www.arcadca.fr/documents/Fiche\\_ARCAD\\_Cairiere\\_Web.pdf](http://www.arcadca.fr/documents/Fiche_ARCAD_Cairiere_Web.pdf)
- Grawitz, M. (2001). *Méthodes de recherche en sciences sociales*. Paris: Dalloz.
- lavigne, P. F. (2009). *Concevoir des bâtiments bioclimatiques fondements & méthodes*. Paris: LE MONITEUR.
- Liébard , A., & De Herde , A. (2005). *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques*. Paris : Observ'er .
- Samuel, C. &.-P. (2006-2007). *La conception bioclimatique des maisons confortables et économes* . Mens, France : Terre vivante .
- Vitruve. (1684). *Les dix livres d'architecture* (éd. I). liège .

**Liste des figures :**

<i>Fig.01: la consommation moyenne d'électricité, Sonelgaz 2016 ; Auteur.....</i>	III
<i>Fig. 02: La consommation moyenne de gaz, Sonelgaz 2015 ; Auteur.....</i>	III
Figure 3 : Capitelle à Saint-Chinian,.....	2
Figure 4:l'architecture bioclimatique place l'occupant au centre de ces préoccupations, Livre traité d'architecture bioclimatique 2005 .....	6
Figure5:les principes du bioclimatique, <a href="http://www.maison-bioclimatique.info/bioclimatisme,2014">http://www.maison-bioclimatique.info/bioclimatisme,2014</a> ; Emmanuel Boutet .....	6
Figure 6: Le bâtiment répond au climat pour assurer le meilleur confort de l'occupant, livre traité d'architecture bioclimatique,2009 ; arch. Y Célaïr.....	9
Figure 7 : implantation tant compte du relief, des vents locaux, de l'ensoleillement, etc., Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique,2005.....	11
Figure 8:Exemple de disposition des espaces intérieurs d'une habitation,	



<a href="http://conseils.xpair.com/actualite_experts/concevoir-durablement-bioclimate.htm">http://conseils.xpair.com/actualite_experts/concevoir-durablement-bioclimate.htm</a> 2015 ; Bernard Sesolis. ....	13
Figure 9 : Le bilan radiatif et sa perturbation anthropique : estimation de l'impact de l'effet de serre et de l'effet parasol sur le bilan énergétique de la Terre. Crédit : CNES (Centre national d'études spatiales), 04/2006 .....	16
Figure 10: La plage de confort hygrothermique de l'être humain peut être déplacée en modifiant dans une certaine mesure la vitesse de l'air ou en jouant sur l'éclairement solaire reçu, Livre de bioclimatisme et performances énergétiques des bâtiments, 2006.....	18
Figure 11 : schéma principe de fonctionnement d'une serre dans le jour et nuit d'hiver, livre de la conception bioclimatique (des maisons confortables et économes) ; Guillaume Berteaud. ....	22
Figure 12: Schéma principe de fonctionnement d'une serre dans le jour et nuit d'été, livre de la conception bioclimatique (des maisons confortables et économes) 2006-2007 ; Guillaume Berteaud. ....	23
Figure 13:schéma de principe de fonctionnement d'une serre. Livre concevoir des bâtiments bioclimatiques 2009 ; Rachid Marai .....	24
Figure 14: Deux cas d'orientation d'un bâtiment par rapport au sud, livre la conception bioclimatique 2006-2007, Berteaud.....	25
Figure 15: Comparaison de transmission des rayons entre surface vertical et incliné, livre la conception bioclimatique 2006-2007, Berteaud .....	26
Figure 16:Profil des serres selon la zone géographique. Livre de la conception bioclimatique 2006-2007 ; Guillaume.B .....	27
Figure 17: trois cas d'intégration d'une serre à l'espace habité. Livre de la conception bioclimatique 2006-2007 ; Guillaume.B .....	28
Figure 18: 3 cas de paroi mixte. Livre la conception bioclimatique ; Guillaume.B .....	31
Figure 19: Distribution de la chaleur par une serre couvrant deux étages en hiver ; livre de la conception bioclimatique ; 2006-2007 ; Guillaume.B .....	32
Figure 20: Schéma des 3cas d'isolation mobile. Livre de la conception bioclimatique 2006-2007 ; Guillaume.B .....	33
Figure 21: principe de ventilation. Livre de la conception bioclimatique 2006-2007 ; Guillaume.B.....	34
Figure 22: La maison bioclimatique de Francis le Bris. Le guide de la maison solaire 2005 ; (Edward Mazria).....	35
Figure 23: La maison bioclimatique en Belgique. Le guide de la maison solaire 2005 ;	

Edward Mazria - Ed. Parenthèses .....	36
Figure 24: La maison bioclimatique de Francis le Bris. Le guide de la maison solaire ; (Edward Mazria - Ed. Parenthèses) .....	36
Figure 25: Organisation de la ventilation d'été d'une serre ; livre concevoir des bâtiments bioclimatique 2009 ; Rachid Marai .....	37
Figure 26: Schéma de serre permettant un captage solaire direct maximale l'hiver et nul l'été ; livre concevoir des bâtiments bioclimatique 2009 ; Rachid Marai .....	37
Figure 27: Vue des façades avec serres bioclimatiques des 39 logements, <a href="https://www.amc-archi.com">https://www.amc-archi.com</a> .2013 ; © Stéphane Chalmeau.....	37
Figure 28: La Clairière - Immeuble de logement passif. (Source : <a href="http://www.construction21.org/france/case-studies/fr/la-clairiere---immeuble-de-logements-passif">http://www.construction21.org/france/case-studies/fr/la-clairiere---immeuble-de-logements-passif</a> ; 2009).....	38
Figure 29: Schéma de coupe sur séjours d'un logement collectif. Livre de la conception bioclimatique2009 ; Rachid Marai .....	39
Figure 30: Schéma de coupe sur chambre d'un logement collectif. Livre de la conception bioclimatique ; 2009 ; Rachid Marai .....	39
Figure 31: pavillon réhabilité ; livre la conception bioclimatique.2006-2007 ; D. Alasseur. .....	40
Figure 32: Maison réhabilitée avec serre dans les Corbières ; Livre de la conception bioclimatique.2006-2007 ; D. Alasseur .....	40
Figure 33: Schéma représentant la ventilation de la maison réhabilitée ; Livre de la conception bioclimatique.2006-2007 ; Guillaume.B.....	41
Figure 34: Immeuble réhabilité avec espace tampon (avant et après); livre de la conception bioclimatique.2006-2007 ; F.Stein.....	41
Figure 35: carte ; Algérie Tébessa (Constantinois) carte Michelin 1962.....	47
Figure 36: carte de situation de la ville de Tébessa dans l'Algérie ; <a href="http://www.mondecarte.com/carte/Tebessa-carte">http://www.mondecarte.com/carte/Tebessa-carte</a> :2017.....	47
Figure 37: Forum : <a href="http://zhour-abada.e-monsite.com/accueil/presentation/wilaya-de-tebessa.html">http://zhour-abada.e-monsite.com/accueil/presentation/wilaya-de-tebessa.html</a> ;2017 .....	48
Figure 38 : plan de situation du cas d'étude à Boulhaf Eddir ; photo satellite Google earth pro 2017 ; Auteur.....	52
Figure 39:le site de l'étude ; photo satellite Google earth pro 2017 ; Auteur .....	52
Figure 40: plan de masse du cas d'étude ; Bureau d'étude Benssaoud.I plan Autocad ; 2017 ; Auteur.....	53

Figure 41:Plan RDC montre le séjour (Objet d'étude) .....	53
Figure 42: model 1 de l'immeuble existant sans serre sur le logiciel ECOTECT Analysis 2011; (Auteur).....	54
Figure 43:exemple de style de mur déficit dans ECTOTECT Analys .....	54
Figure 44:Modélisation d'immeuble avec l'intégration de la serre au niveau du séjour ( source Auteurs logiciel Ecotect Analysis ) .....	54
Figure 45: le plan du model (1) avec l'intégration de la serre bioclimatique .....	56
Figure 46.....	59

### **Résumé :**

Notre monde moderne ne saurait vivre sans consommer de l'énergie, mais cette consommation, mal maîtrisée, s'accompagne d'effets évidents, autant sociaux qu'économiques et écologiques. Consommer mieux et consommer moins doit être la clef de voûte de notre société. Alors dans le domaine d'architecture, on a mis en évidence l'évolution de la démarche bioclimatique et des questions énergétiques vers la problématique environnementale.

La présente recherche s'intéresse à l'intégration d'une solution bioclimatique pour objectif d'améliorer l'efficacité énergétique tout en respectant l'environnement et le confort de l'individu. Des exigences fondamentales comme (l'implantation du bâtiment, l'orientation, l'environnement ...) sont les paramètres clé pour réussir cette recherche. La serre est parmi les outils de captage du rayonnement solaire, également appelées « serres solaires », elle fonctionne comme un mur capteur de type « double peau » dont la lame d'air serait suffisamment large pour être habitable.

Une étude est effectuée sur le site de 60 logements à la commune de Boulhaf à Tébessa afin de comparer les résultats entre la température extérieur et intérieur du model existant et le comparer avec le même model mais avec l'intégration d'une serre bioclimatique étudiée du type encastré dans l'espace du séjour d'habitation, avec un vitrage vertical, une paroi mixte en maçonnerie lourde et grande surface vitrée et en variant le type de verre utilisé entre verre réfléchissant teinté simple et un autre doublé.

Une simulation thermique dynamique à l'aide d'un logiciel AUTODESK ECOTECH 2011 a été effectuée pour démontré l'efficacité de l'intégration de ce dispositif architectural dans le climat du site.

Les résultats de la simulation ont confirmé que l'intégration de la serre bioclimatique dans les logements collectifs dans le climat semi-aride améliore l'efficacité énergétique du bâtiment et que le vitrage réfléchissant teinté doublé est plus performant qu'un vitrage simple.

**Mots clés :** logement collectif – Climat – bioclimatique – efficacité Energétique – Confort de l'individu – l'environnement – serre bioclimatique – simulation thermique dynamique – ECOTECH Analysis – Température extérieur et intérieur.

### Résumé en l'Anglais

#### **Abstract :**

Our modern world cannot live without consuming energy, but this consumption, poorly controlled, is accompanied by obvious effects, both social, economic and ecological. Consuming better and consuming less must be the keystone of our society. So, in the world of architecture, we have highlighted the evolution of the bioclimatic approach and the energy issues towards the environmental problem.

This research focuses on the integration of a bioclimatic solution with the objective of improving energy efficiency while respecting the environment and the comfort of the individual. Basic requirements such as (building location, orientation, environment ...) are the key parameters for successful research. The greenhouse is one of the tools used to collect solar radiation, also called "solar greenhouses". It works like a "double skin" type sensor wall with an air gap wide enough to be habitable.

A study is carried out on the 60-unit site at the commune of Boulhaf in Tebessa in order to compare results between the external and internal temperature of the existing model and compare it with the same model but with the integration of a bioclimatic greenhouse studied in type recessed in the living room, with vertical glazing, a heavy masonry wall and large glazed surface, and varying the type of glass used between single tinted reflective glass and another double. A dynamic thermal simulation using AUTODESK ECOTECT 2011 software was carried out to demonstrate the effectiveness of the integration of this architectural device in the climate of the site.

The results of the simulation confirmed that the integration of the bioclimatic greenhouse in collective housing in the semi-arid climate improves the energy efficiency of the building and that the lined tinted reflective glass is more efficient than a single glazing.

**Keywords:** collective housing - Climate - bioclimatic - energy efficiency - Comfort of the individual - environment - bioclimatic greenhouse - dynamic thermal simulation - ECOTECT Analysis - External and internal temperature.