

4-720-897-EX-1

4-720-897-EX-1

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université de Blida I
Institut d'architecture et d'urbanisme



Mémoire de master
Option : architecture et efficacité énergétique

**Bâtiments Performants à caractère touristique en
Algérie**
Conception d'une école hôtelière à Timimoun –Adrar-

Travail réalisé par :
BENMALEM Naouel
BOUHACENE Rabab

Sous l'encadrement de :
Mr. SEMAHI SAMIR

Devant un jury composé de :

Président : Mr. GUENOUN Houssine

Examineur : Mr. OULDZMIRLI Mohamed Abdelmoumen

Année universitaire 2016-2017

Résumé

Les nouvelles constructions produites durant ces derniers décennies en Algérie sont négligeant des aspects climatiques, gros consommateur d'énergie et très souvent inadapté aux besoins et exigences des occupants. Pour pallier à ce problème d'inconfort, on a souvent recours à des dépenses supplémentaires de chauffage et climatisation.

La solution est dans le retour vers la nature, vers une architecture dite bioclimatique qui respecte à la fois l'environnement et assure le confort des occupants tout en intégrant des dispositifs passifs et en utilisant des énergies renouvelables.

La présente recherche s'intéresse sur l'impact des dispositifs architecturaux sur la consommation énergétique. Elle a pour but d'intégrer celles qui sont optimales dans un bâti insérée dans un climat chaud.

Pour cela la prise en compte du site et ses données climatiques sont devenues essentielles. Cette étude est effectuée sur la conception des bâtiments à caractère touristique dans la ville de Timimoun. Les différentes stratégies et systèmes constructifs passifs dans un climat chaud et l'utilisation des logiciels de simulations font le support dans la conception architecturale.

Les résultats obtenus confirment que la conception bioclimatique et l'intégration des énergies renouvelables ont fait leur preuve en matière de respect de l'environnement, de l'efficacité énergétique et de confort de toute nature.

Mot clé :

Architecture bioclimatique, confort thermique, énergie renouvelable, stratégie passive, Timimoun.

Summary:

The new constructions produced during the last decade in Algeria are neglecting climatic aspects, big consumer of energy and very often unsuited to the needs and requirements of the occupants. To alleviate this problem of discomfort, we often use additional expenses of heating and air conditioning.

The solution is in the return to nature, towards a so-called bioclimatic architecture that respects both the environment and ensures the comfort of the occupants while integrating passive devices and using renewable energies

This research focuses on the impact of architectural devices on energy consumption. It aims to integrate those that are optimal in a building inserted in a hot climate.

For this consideration of the site and its climate data have become essential. This study is carried out on the design of tourist buildings in the cit of Timimoun. The different strategies and passive constructive systems in a hot climate and the use of software of simulation make the support in the architectural design.

The results confirm that the bioclimatic design and integration of renewable energies have proved their worth in respect of the environment and comfort of all kinds.

Keywords:

Bioclimatic architecture, comfort, renewable energies, passive constructive systems, Timimoun.

ملخص

ان المنشآت الجديدة في الجزائر تهمل الجوانب المناخية، تعد مستهلك كبير للطاقة وغالبا ما تكون غير ملائمة لاحتياجات ومتطلبات السكان. ما يفرض عليهم غالبا دفع نفقات إضافية من التدفئة وتكييف الهواء للتخفيف من مشكلة غياب الرفاهية الحرارية.

الحل هو في العودة إلى الطبيعة، نحو ما يسمى الهندسة البيومناخية، والتي تحترم البيئة وتضمن راحة مستعملي المبنى عن طريق استخدام العناصر الطبيعية والطاقات المتجددة. يركز هذا البحث على تأثير الأجهزة المعمارية على استهلاك الطاقة كما يهدف إلى إدراجها في المبنى الواقع في مناخ حار.

لتحقيق هذا، أصبح من الضروري النظر الى الموقع ومعطياته المناخية. وقد أجريت هذه الدراسة على تصميم المباني السياحية في مدينة تيممون، اذ يعد الاستخدام برمجيّات التصميم المعماري أساس التصميم عن طريق الاستراتيجيات المختلفة ونظم البناء الطبيعية في مناخ حار.

وتؤكد النتائج أن التصميم البيو مناخي مع استعمال الطاقات المتجددة أثبت فعاليته فيما يتعلق باحترام البيئة اقتصاد الطاقة وتوفير الراحة بجميع أنواعها.

الكلمات المفتاحية:

التصميم البيو مناخي، الرفاهية الحرارية، الطاقات المتجددة، العناصر الطبيعية، تيممون.

Remerciement

Ce travail de recherche pour l'obtention du diplôme de Master, dirigé par Mr SEMAHI Samir, a été mené à l'Institut d'Architecture et d'Urbanisme de l'université de Blida.

Avant tout, je remercie Dieu de nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

Ce travail a pu voir le jour aussi grâce à l'appui et le soutien de nombreuses personnes que nous tenons à remercier :

Mr SEMAR, notre chef d'option, pour l'opportunité de suivre une formation qui tend à mettre en exergue l'aspect énergétique en phase de conception des projets d'architecture et d'urbanisme.

Mr SEMAHI Samir, notre encadreur, a dès le début de ce travail manifesté son vif intérêt et n'as pas tari de conseils. Ses conseils avisés, sa disponibilité et sa sympathie ont été le moteur qui a motivé la réalisation de ce travail de recherche.

Nous remercions également Mr HAMID et Mr LAFRI pour leurs conseils, leur soutien et leur sympathie.

Nous tenons également à remercier les membres de jury d'avoir accepté d'être examinateurs de ce travail, en espérant nous saurons tirer profit de leurs remarques, conseils et orientations pour la continuité de ce travail.

Un très grand merci pour nos parents, les membres de nos familles ainsi que nous amis pour leur soutien, leur aide et surtout leur encouragement.

DEDICACES

*Je dédie ce modeste travail à :
Mes parents .Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de
l'amour Dont ils ne cessent de me combler.*

*Que dieu te garde pour moi.
A ma très chère mère
A mon très cher père*

A mon très cher frère Housseem Eddine

A mon très cher petit frère Abd El Malek

A mes très chères quartet Fadwa, Naouel et Nour

*A ma très chère cousine Fairouz
A mon grand père Abd El Kader "baba Zaher" ainsi qu'a
la mémoire de mon grand père Mohammed*

A mes grands mères Kheira et Houria

A mon très cher oncle Aboubakre

À mes chers petits cousins Iyad et Sami

À mes très cher oncles, ainsi qu'à leurs épouses

À mes très cher tantes, ainsi qu'à leurs époux

À mes très cher cousins et cousines

A tous les membres de ma famille, petits et grands

A notre chère et dynamique promoteur Mr Semahi Samir

À mes très cher amies Chaima, Nesrine, Sara, Ibtissem

À tous mes collègues

Rabab

Dédicace

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous qui me sont chers,

A mes parents .Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour Dont ils ne cessent de me combler.

A MA CHERE MERE, Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours .que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices . Puisse le dieu ,le très haut ,vous accordez santé, bonheur,et longue vie .

A LA MEMOIRE DE MON PERE « REBI YERHAMO », ce travail dédie a mon père qui a toujours poussés et motivé dans mes études . j'espere que , du monde qui est sien maintenant , il a apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d' une fille qui a toujours prié pour le salut de son ame .puisse dieu , le tout puissant ,l'avoire en sa sainte miséricorde.

Mon chere fiancé « Karim » Merci énormément pour ton soutien plus que précieux .Merci pour ton grand cœur toutes vos qualités qui seraient trop longues à énumérer. Ma vie ne serait pas aussi magique sans ton présence et ton amour. Je t'aime du ton mon cœur .

Ma tres chere sœur **« Hassina »**, et son mari **« Seddik »**

À mes chers petits neveux **« Melhadi »**. **« MeAmine »**

A MES TRES CHERS FRERES **« ADEL »** et **« FARES »**

A mes chères tantes et mes chers oncles.

n. A mes chères sœurs, collègues, Quadros nome **« Fadwa »**, **« Djihane »** et **« Nour »**

A mes adorables amis **« Sara »**, **« ibtissem »**, **« Farah »**

A notre chère et dynamique promoteur **Mr : s.semahi**

A tous mes camarades de l'option efficience énergétique de l'institut d'architecture

Naouel

TABLES DES MATIERES

Table des matières

Chapitre I : INTRODUCTION GENERALE

I. INTRODUCTION GENERALE : 1

1. Introduction : 1

2. Problématique : 2

3. Hypothèse : 2

4. Objectifs du travail : 2

5. Méthodologie du travail : 2

6. Structure du mémoire : 4

Chapitre II : ETAT DE SAVOIRE

1. Introduction : 5

2. Définitions des concepts : 5

3. Dispositifs architecturaux et Stratégies bioclimatiques : 9

4. Dispositifs architecturaux et consommation énergétique du bâtiment : 25

5. Recherche thématique et analyse des exemples : 33

6. Conclusion : 40

Chapitre III : PROJET ARCHITECTURAL

1. INTRODUCTION : 41

2. Présentation du site d'intervention : 41

3. Conception du projet : 52

4. Stratégie conceptuels du projet : 64

5. Conclusion : 77

Conclusion générale 78

Référence : 79

Liste des figures : 83

Liste des tableaux : 86

Annexes 87

CHAPITRE I :
INTRODUCTION
GENERALE

I. INTRODUCTION GENERALE :

1. Introduction :

La relation entre la croissance de l'activité économique et la consommation d'énergie, dans un pays donné, semble évidente parce que l'énergie est indispensable à la réalisation de tout processus de production et donc au développement économique et social. En revanche, l'environnement socio-économique en général et l'économie nationale en particulier, exercent une influence certaine sur le secteur énergétique. Ils déterminent, par leur évolution, les besoins en énergie finale et donc la production de ce secteur (Spierer, 1982).

La demande annuelle mondiale d'énergie primaire s'élève aujourd'hui à près de 12 000 millions de tonnes équivalent pétrole (tep), qui se répartissent en 35% pour le pétrole, 25% le charbon, 21% le gaz naturel, 13% les énergies renouvelables et 6% le nucléaire.

L'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) prévoit une augmentation de la demande d'énergie primaire de plus de moitié de 2004 à 2030 et un doublement en 2050. Les évolutions prévues jusqu'en 2030 ne modifient que très peu les parts de chaque source d'énergie : les combustibles fossiles verraient leur part légèrement augmenter de 80,5% à 81,2% du total, celle des énergies renouvelables passerait de 13,2% à 13,7% et celle du nucléaire de 6,4% à 5%¹.

La consommation des énergies primaires fossiles est aujourd'hui beaucoup plus importante que celle des énergies renouvelables, même si la disponibilité prévisible de ces énergies tend à diminuer ce qui nous mène à une contrainte plus grave qui atteint la planète, c'est la certitude des changements climatiques dû à l'effet de serre accru par les émissions de gaz à effet de serre.

Le réchauffement planétaire, l'augmentation des gaz à effet de serre et l'épuisement des ressources naturelles sont autant d'enjeux actuels qui engagent l'humanité à se sensibiliser, à se mobiliser et à se responsabiliser (Reeves, 2003).

Un tel engagement consiste inévitablement à réduire, d'une part, la consommation énergétique mondiale et à profiter, d'autre part, des énergies primaires renouvelables, avec pour conséquence une réduction de l'exploitation des énergies fossiles telles le pétrole, le charbon et le gaz naturel.

Il importe également de constater qu'une grande partie de l'énergie primaire est consommée dans le secteur du bâtiment, soit dans la construction et dans l'opération des bâtiments. À lui seul, le secteur du bâtiment utilise environ 40% des ressources énergétiques dans les pays industrialisés et plus de 50% si on considère les produits manufacturés utilisés dans la construction (WBCSD, 2011).

Ce secteur occupe, donc, une place particulière et constitue l'un des soucis majeurs face aux nécessités de la maîtrise de la consommation énergétique et aux préoccupations grandissantes du développement durable. Il doit répondre à deux exigences fondamentales : maîtriser à la fois ses impacts sur l'environnement extérieur, et aussi assurer des ambiances intérieures saines et confortables pour les occupants.

De ce fait, le souci d'une conception architecturale est de permettre au bâtiment d'améliorer le confort intérieur des usagers et de bénéficier d'une ambiance agréable, pour une plage de variations des conditions extérieures assez large, d'une manière passive. C'est à dire minimiser le plus possible le recours aux systèmes actifs, comme solutions aux problèmes du bâtiment.

En fait, la conception d'une architecture respectueuse de l'environnement et de l'écologie fait appel à la bioclimatique, une discipline de l'architecture qui tire le meilleur parti des conditions d'un site et de son environnement, pour une architecture naturellement la plus confortable pour ses utilisateurs. La conception bioclimatique a pour objectif d'obtenir des conditions de vie, confort

¹ <http://cartografareilpresente.org/fr/article85>, visité le 13-09-2017

d'ambiance, d'adéquats et agréables (températures, taux d'humidité, insalubrité, luminosité, etc..) de manière la plus naturelle possible, en utilisant avant tout des moyens architecturaux, les énergies renouvelables disponibles sur le site (énergie solaire, géothermique, éolienne, et plus rarement l'eau), et en utilisant le moins possibles les moyens techniques mécanisés et le moins d'énergies extérieures au sites. »

Elle regroupe différentes appellations d'architectures ou de constructions spécialisées tel que : Bâtiment à énergie positive (BEPOS), bâtiment à basse consommation (BBC), Haute qualité environnementale (HQE) dont la solution est donc le choix de l'un de ces bâtiments performants.

2. Problématique :

Le choix d'une démarche de conception bioclimatique favorise les économies d'énergies et permet de réduire les dépenses de chauffage et de climatisation, tout en bénéficiant d'un cadre de vie très agréable.

Afin d'optimiser le confort des occupants tout en préservant le cadre naturel de la construction, de nombreux paramètres sont à prendre en compte. Une attention tout particulière sera portée à l'orientation du bâtiment (afin d'exploiter l'énergie et la lumière du soleil), au choix du terrain (climat, topographie, ressources naturelles, ...) et à la construction (surfaces vitrées, protections solaires, compacité, matériaux, ...).

A cet effet il y a deux problématiques qui s'imposent :

- Comment concrétiser les stratégies de l'architecture bioclimatique dans un projet architectural ?
- Comment intégrer l'efficacité énergétique dans la conception d'un équipement à caractère touristique, afin de réduire sa consommation énergétique et participer au confort des individus ?

3. Hypothèse :

- ✓ La réinterprétation des stratégies bioclimatique alliée à une architecture qui s'intègre à son environnement peut participer à l'amélioration des performances thermiques du bâti.
- ✓ Le retour aux techniques anciens et aux matériaux locaux peuvent participer à la performance thermique du bâti et par conséquent le confort des occupants.
- ✓ L'intégration des dispositifs énergétique passifs permet d'améliorer le confort thermique.

4. Objectifs du travail :

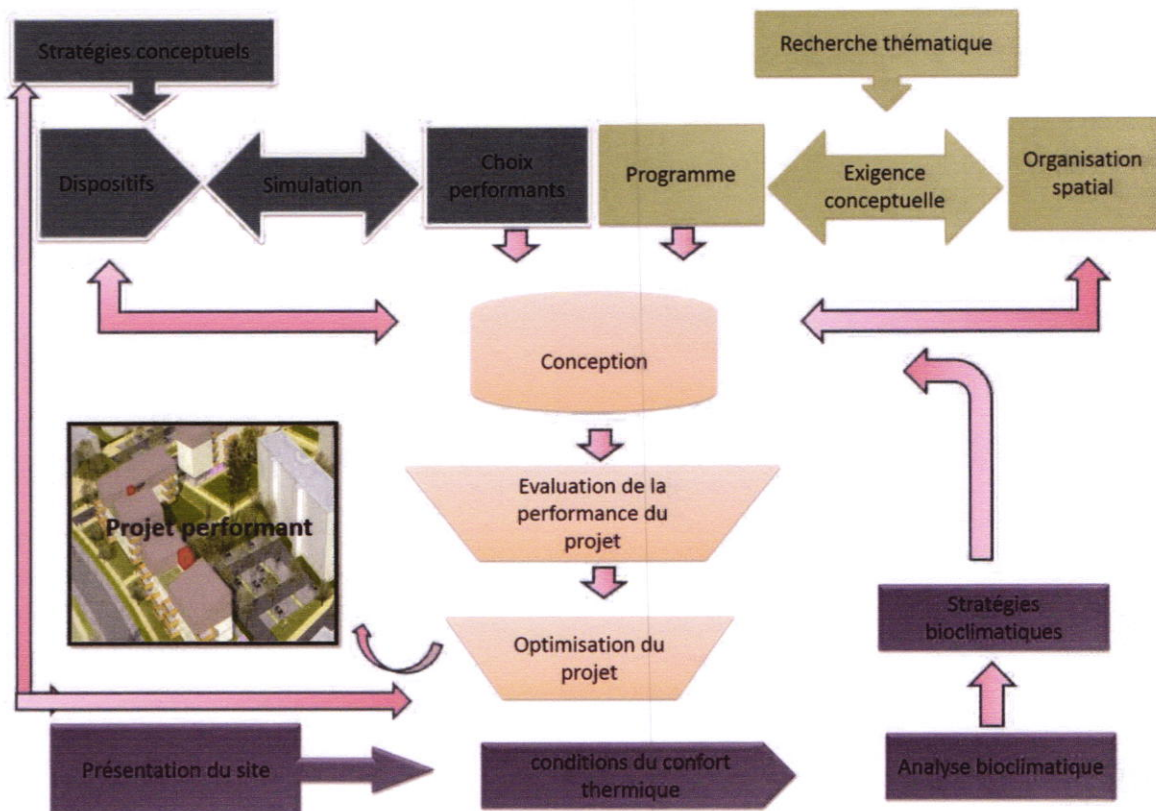
- ✓ L'objectif principal est d'intégrer des stratégies et des techniques bioclimatiques pour une conception architecturale performante.
- ✓ L'application de stratégies conceptuelles performantes pour assurer le confort et l'efficacité énergétique du bâtiment
- ✓ valoriser les atouts naturels et créer des microclimats agréables.
- ✓ La valorisation des potentialités d'un savoir-faire local

5. Méthodologie du travail :

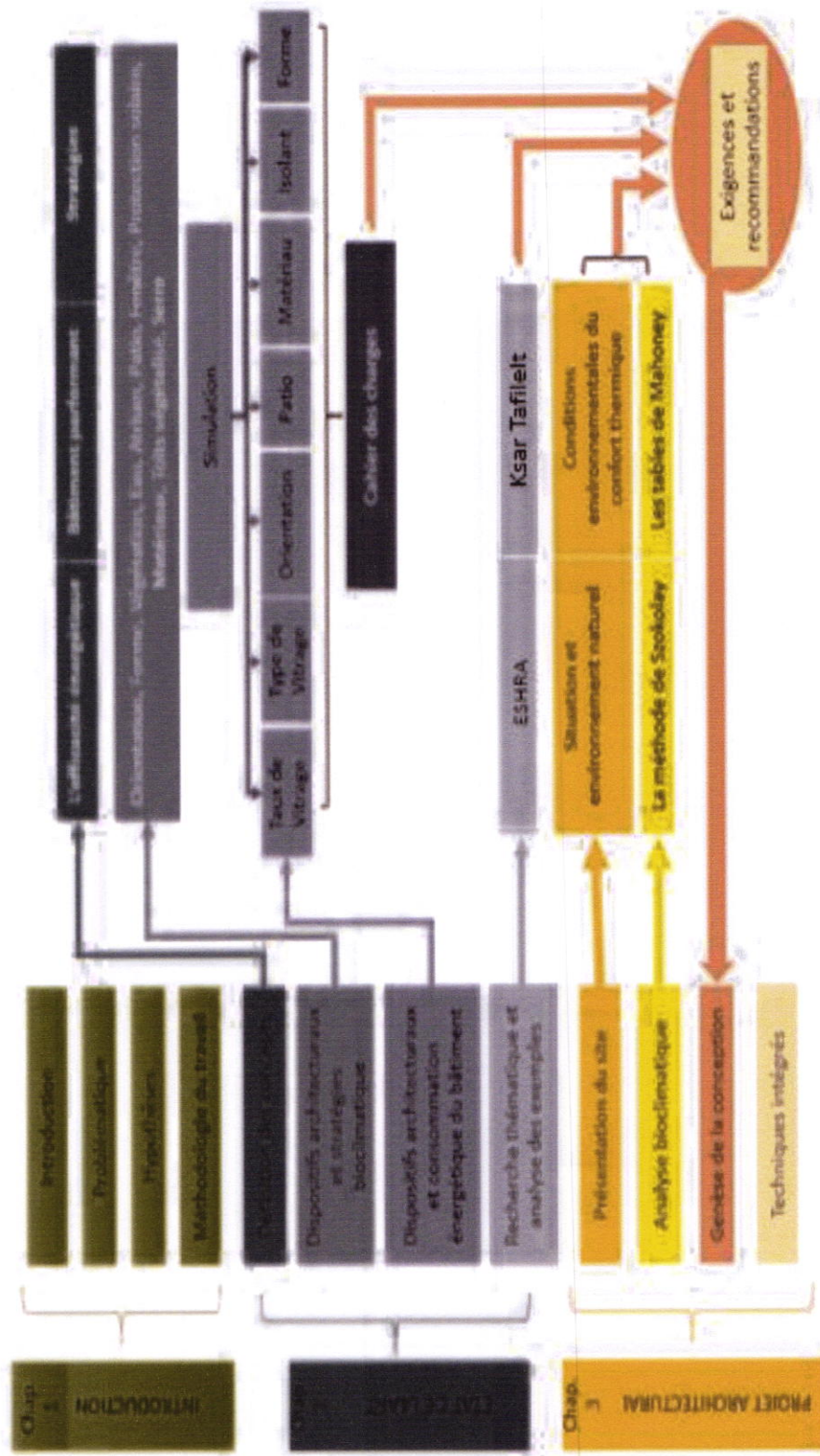
Notre travail dans le cadre de l'option « architecture et efficacité énergétique » consiste à concevoir une école hôtelière à Timimoun et pour cela dans notre mémoire nous allons aborder plusieurs parties :

- ✓ La première concerne le corpus théorique, il s'agit d'introduire le thème de recherche à travers un état de l'art sur l'efficacité énergétique, les bâtiments performants, les stratégies et les dispositifs architecturaux.

- ✓ la deuxième consiste à relever l'impact des dispositifs architecturaux sur la performance énergétique et faire sortir les choix performants.
- ✓ la troisième consiste à relever les recommandations et les exigences spatiales du sujet traité à travers une recherche thématique et une analyse des exemples
- ✓ La quatrième concerne la présentation du site d'intervention à travers la situation et l'environnement naturel (morphologie, climatologie et conditions environnementales du confort thermique).
A partir de ces trois dernières démarches, on définit les recommandations des stratégies conceptuelles qui vont établir la conception qui concerne : les exigences du programme ainsi que les choix des stratégies et dispositifs architecturaux
- ✓ La cinquième concerne l'analyse bioclimatique, cette partie consiste à déterminer la température de confort intérieur et à relever les recommandations et les stratégies nécessaires dans la conception à travers des diagrammes bioclimatiques et des tables.
- ✓ En fin la sixième, pratique, basé sur l'usage des stratégies sorties des parties précédentes : des exigences conceptuels, choix des stratégie et dispositifs architecturaux, la température de confort et des stratégie conceptuel recommandé lors de l'analyse bioclimatique dans la conception dès la phase d'esquisse suivi par une évaluation de la performance des stratégies passives et actives qui peut être régler par une intégration des systèmes conventionnels en cas d'une insuffisance des stratégies passives afin d'obtenir un **projet performant**.



6. Structure du mémoire :



CHAPITRE II :

ETAT DE SAVOIRE

II. ETAT DE SAVOIRE

1. Introduction :

Avec le développement technologique et la découverte de nouvelles sources d'énergie. L'homme a commencé de les utiliser pour avoir un confort "artificiel", qui est coûteux et qui a de mauvais impacts sur son environnement et sa planète.

Les effets de ces matériaux sur notre environnement sont trop remarquables ; que ce soit dans la phase de production ou d'utilisation.

Pour cela c'est le moment de revenir à la nature et l'environnement qui peuvent avec quelques astuces ; même beaucoup plus moderne ; nous assure le même confort ou peut être plus et avec préservation de l'environnement et un coût moins cher.

Le retour à la nature a donné une nouvelle appellation pour l'architecture en une **architecture bioclimatique** : cette architecture bioclimatique utilise le potentiel local (climats, matériaux, mains-d'œuvre,..) pour recréer un climat intérieur respectant le confort de chacun en s'adaptant aux variations climatologique du lieu. Elle rétablit l'architecture dans son rapport à l'homme et au climat. C'est pourquoi on ne peut définir une unique typologie de l'architecture bioclimatique. Il y en a autant de climats.

L'architecture bioclimatique est une architecture qui profite au maximum des apports naturels par un aménagement simple et une conception adéquate en utilisant des dispositifs simples et pratiques.

Le travail dans ce chapitre va dérouler en quatre parties :

- En premier lieu, nous allons commencer par définir les différents bâtiments performants et les différentes stratégies influençant le confort dans le bâtiment.
- En deuxième partie, ce chapitre va traiter les dispositifs architecturaux, leurs stratégies engendrées et les recommandations tirées de la recherche bibliographique.
- En troisième partie, nous allons faire une évaluation de l'impact de ces dispositifs architecturaux sur la performance énergétique du bâtiment dans le climat de Timimoune par une simulation thermique dynamique.
- A la fin de ce chapitre, nous allons faire une recherche thématique sur le sujet traité et on analyse des exemples afin de faire sortir les recommandations et les exigences spatiales.

La bonne connaissance de tous ses facteurs facilite la maîtrise de la question de la conception énergétique du bâtiment. On essaye de rapprocher aux bonnes solutions pour une meilleure conception dans le site choisi.

2. Définitions des concepts :

2.1. L'efficacité énergétique :

La performance énergétique d'un bâtiment correspond à la quantité d'énergie consommée ou estimée dans le cadre d'une utilisation normale d'un bâtiment. Elle inclut notamment l'énergie utilisée pour les différents stratégies influençant le confort dans le bâtiment : le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le refroidissement, la ventilation et l'éclairage².

²<http://www.performance-energetique.lebatiment.fr/dossier/qu%E2%80%99est-ce-que-performance-energetique/2>, visité le 14/03/2017.

Dans les constructions neuves, l'intégration des énergies renouvelables peuvent contribuer à une meilleure performance énergétique et le bâtiment devient donc performant.

2.2. Bâtiment performant :

Ces bâtiments sont classés en trois catégories : bâtiment performant, bâtiment très performant et bâtiment à zéro énergie ou à énergie positive.

2.2.1. Le bâtiment basse consommation (BBC) :

En anglais "low energy house". Ce terme est généralement utilisé pour désigner des bâtiments dont des performances énergétiques sont supérieures à celles des bâtiments standards³

Les bâtiments d'habitation sont BBC (selon le label Effinergie⁴) lorsque la consommation d'énergie primaire est inférieure à 50 kWh/m²/an pour les postes suivants : Chauffage, Eau Chaude Sanitaire, Ventilation, Eclairage et Refroidissement. Cependant La consommation énergétique globale des bâtiments à usage autre que d'habitation (tertiaire,...) ne doit pas dépasser 50 % de la consommation conventionnelle de référence de la RT 2005.

2.2.2. Le bâtiment passif :

En anglais « Passive House », en allemand « Passivhaus ». Le concept d'un bâtiment passif a été développé dans les années 1970 et formalisé en 1985 par le Pr. Bo Adamson de l'université de Lund (Suède) et Wolfgang Feist de l'institut de logement et de l'environnement IWU) de Darmstadt (Allemagne).

Le bâtiment passif désigne⁵ un bâtiment garantissant un climat intérieur confortable aussi bien en été qu'en hiver sans recours aux systèmes de chauffage ou de refroidissement actif ; c'est-à-dire les apports passifs solaires et internes et les systèmes de ventilation suffisant à maintenir une ambiance intérieure agréable toute l'année.

2.2.3. Le bâtiment zéro énergie :

En anglais "zero energy house". Le bâtiment zéro énergie combine de faibles besoins d'énergie à des moyens de production d'énergie locaux. Sa production énergétique équilibre sa consommation. Ce bâtiment est quasi autonome en énergie sur l'année (son bilan énergétique net annuel est donc nul), il obtient tous ses énergies requise par d'énergies solaire et d'autres sources d'énergie renouvelable et il présente des niveaux d'isolations supérieurs à la moyenne⁶

Les maisons zéro énergie se chauffent en général par des panneaux solaires thermiques, avec l'appoint fourni par une pompe à chaleur alimentée en électricité. Les panneaux photovoltaïques sont donc dimensionnés par les besoins en électricité de la pompe à chaleur, additionnés par les autres besoins électriques.

2.2.4. Le bâtiment à énergie positive (BEPOS) :

Le bâtiment à énergie positive est un bâtiment dont le bilan énergétique global est positif (il dépasse le niveau zéro énergie), c'est-à-dire qu'il produit plus d'énergie (thermique ou électrique) qu'il n'en consomme. L'énergie complémentaire peut être soit stockée afin d'être consommée ultérieurement, soit réinjectée au réseau de distribution d'électricité pour être revendue⁷

³ [LAUSTENS J. 2008, p.65].

⁴ Ce label a été mis au point par l'association Effinergie pour promouvoir la construction et la réhabilitation à basse consommation d'énergie, il tient compte des spécificités françaises en termes de réglementation et de normes, de zone climatique ou de mode de construction.

⁵ [LAUSTENS J. 2008, p.66]

⁶ [LAUSTENS J. 2008, p.71].

⁷ [THIERS S., 2008, p.15].

Pour qualifier un bâtiment qui serait à énergie positive deux indicateurs [ADEME, 2009, p.2] énergétiques sont retenue :

- Le bâtiment doit être sobre en énergie hors production locale et à faible contenu Carbone.
- La consommation totale d'énergie primaire du bâtiment doit être compensée en moyenne par la production locale d'énergie.

2.2.5. Le bâtiment bioclimatique :

L'architecture bioclimatique cherche de la meilleure adéquation entre le bâtiment, le climat et ses occupants pour réduire au maximum les besoins énergétique non renouvelable⁸. Le bâtiment bioclimatique tire parti du climat (Figure 1) afin de rapprocher au maximum ses occupants des conditions de confort avec des températures agréables, une humidité contrôlée, un éclairage naturel, et permet de réduire les besoins énergétique (chauffage ou climatisation).

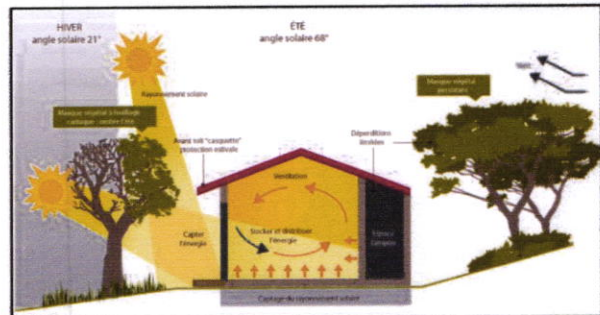


Figure 1 Principes de base d'une conception bioclimatique (Source : Ert2012)

2.3. Les stratégies :

2.3.1. La ventilation :

C'est le renouvellement général d'air dans un bâtiment par entrée d'air neuf extérieur et sortie d'air intérieur vicié, grâce à un dispositif naturel ou mécanique, lequel assure en permanence des débits d'air minimaux. Une ventilation insuffisante est l'une des causes principales de la mauvaise qualité de l'air intérieur d'un bâtiment⁹.

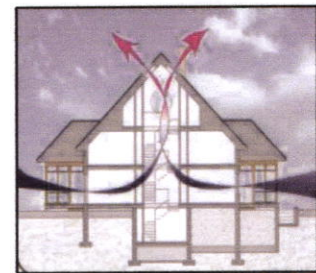


Figure 2 la ventilation dans le bâtiment (Source : Fiche 3, Développement durable en Limousin, Mai 2012)

La ventilation dans le bâtiment peut être établit par différents stratégies et dispositifs¹⁰ :

- La ventilation naturelle ;
- La VNA (ventilation naturelle assistée ou ventilation naturelle hybride) ;
- La VNC (ventilation naturelle contrôlée) ;
- La VMR (ventilation mécanique répartie) ;
- La ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux : (dite standard, autoréglable ou encore hygroréglable) ;
- La VMC double flux ;
- La VMI (ventilation mécanique par insufflation) ;
- Le puit canadien couplé à un système de ventilation (encore appelé puit provençal ou puit aéraulique).

2.3.2. La lumière naturelle :

La lumière naturelle est l'un des éléments les plus importants dans l'architecture. La valorisation de l'éclairage naturel dans les bâtiments répond à un double objectif :

⁸LIEBARD A. et DE HERDE A., 2005, p.60

⁹ DREAL, Développement durable en Limousin, Mai 2012, Vivre mieux dans un bâtiment avec un air de qualité, Fiche n°03. « La ventilation dans le bâtiment »

¹⁰ Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement du Limousin

- La recherche du confort visuel et de l'ambiance lumineuse.
- La recherche d'efficacité énergétique et la maîtrise des consommations d'énergie (en termes d'électricité)

Les stratégies de l'éclairage naturel peuvent contribuer à réduire la consommation énergétique dans les bâtiments ainsi que les émissions de gaz à effet de serre par la réduction des besoins de leur éclairage électrique et de refroidissement [Scartezzini et al, 1993, 1994.].

C'est pour cette raison que l'éclairage naturel d'un bâtiment doit prendre en compte des facteurs influençant l'orientation, la taille, l'emplacement des fenêtres, les caractéristiques du vitrage, etc.

2.3.3. L'ensoleillement :

Comme source d'énergie, l'ensoleillement est un facteur climatique dont on peut tirer parti en hiver mais dont on doit se protéger en été. En effet, il compense partiellement les déperditions thermiques du bâtiment, mais peut aussi créer des surchauffes en été¹¹.

Cela demande d'une part de connaître l'énergie solaire disponible pour un jour et une heure déterminés de l'année, et d'autre part d'établir pour l'heure choisie l'ensoleillement effectif de chaque façade du bâtiment.

L'énergie solaire disponible est exprimée :

- par l'éclairement énergétique ; c'est flux énergétique solaire reçu par unité de surface. (s'exprime en W/m^2),
- par l'exposition énergétique ; c'est la quantité d'énergie reçue par unité de surface. (S'exprime en J/cm^2 ou en Wh/m^2).

2.3.4. L'ombrage :

Une ombre est une zone sombre créée par l'interposition d'un objet opaque et une source de lumière et la surface sur laquelle se réfléchit cette lumière¹².

Selon les régions et les pays, les architectes, depuis l'antiquité, cherchent à diminuer ou augmenter les parties de la maison ou de la cité qui seront à l'ombre.

Elle est très recommandée en période estivale et pour les zones avec une durée d'insolation élevée dont on peut le créer par des protections solaires ou de la végétation.

2.3.5. Le chauffage solaire passif :

Le chauffage solaire passif réfère à toute stratégie exploitant l'énergie solaire ambiante. Fondamentalement, toute structure pourrait se réclamer solaire passive car en transformant le paysage par le bâti, l'architecte tente de réduire les importantes variations climatique nocturnes–diurnes et même saisonnière afin d'optimiser le confort thermique et ultimement minimiser les impacts négatifs sur l'environnement de la consommation énergétique et l'épuisement de nos ressources. Si toute structure peut se réclamer solaire passif, certaines seront plus efficaces car elles auront optimisé les quatre opérations suivantes : capter la chaleur du rayonnement solaire, la stocker dans la

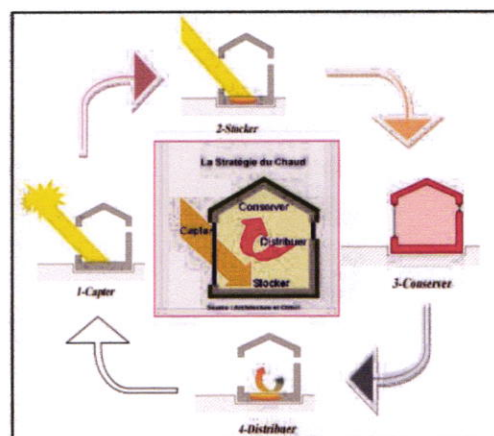


Figure 3 Concepts de la stratégie du chaud
(Source : guide bâtiment durable)

¹¹ <http://www.econet.ulg.ac.be/urba/index.php?pg=1010> ,, visité le 10-4-2017

¹² <http://www.frac-centre.fr> ,, visité le 8-03-2017.

masse, la conserver par l'isolation et la distribuer dans le bâtiment¹³.

2.3.6. Refroidissement passif :

Le système de refroidissement passif d'un bâtiment, désigne toute installation ne consommant pas d'énergie pour refroidir un bâtiment :

- Les protections solaires (débordements, stores, tentes solaires, ...) devant et autour des fenêtres ou du vitrage, font barrage à l'énergie solaire. On peut également judicieusement dimensionner et orienter les fenêtres ou tirer profit d'une ventilation intensive nocturne (naturelle ou mécanique).
- la masse même du bâtiment, correctement exploitée, permet d'emmagasiner de la fraîcheur.
- La maîtrise des gains internes tels que la chaleur apportée par le système d'éclairage ou d'autres appareils, est une autre stratégie pour éviter l'usage de la climatisation¹⁴.

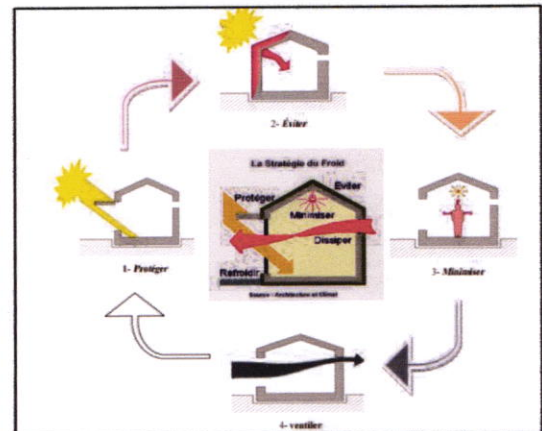


Figure 4 Concepts de la stratégie du froid
(Source : guide bâtiment durable)

2.3.7. Humidification de l'air :

L'humidification de l'air est souvent une nécessité aussi bien pour des raisons hygiéniques et de confort dans l'habitation sachant que les médecins et les spécialistes recommandent une humidité relative à l'intérieur des pièces de 40 à 60 %¹⁵.

Il existe trois technologies pour humidifier l'air :

- L'humidification par ultrasons ou ultrasonique,
- L'humidification par évaporation,
- L'humidification par vapeur chaude.

3. Dispositifs architecturaux et Stratégies bioclimatiques :

Chaque région climatique du monde a développé un type d'habitat spécifique : chaque fois la structure et les détails constructifs de ces bâtiments correspondent à une adaptation au climat local si efficace qu'ils ont défini des styles architecturaux typiques. Ainsi la forme et les proportions d'une avancée de toit, caractéristique des constructions d'une région climatique, est directement liée à la course du soleil et à la puissance des vents dominants.

Cette sélection des meilleures solutions bioclimatiques s'est faite au cours du temps, génération après génération de constructeurs.

Pour lutter contre les caractéristiques climatiques indésirables des régions, des éléments ont été mis en place pour but d'augmenter le confort thermique des habitants. Ces éléments sont appelées dispositifs (la fenêtre, la serre, l'atrium, le patio,...).

¹³ ANDRE P. et al, 2004, Le chauffage solaire passif comme stratégie bioclimatique, école d'architecture, université de LAVAL.

¹⁴ ANDRE P. et al, 2004, Le refroidissement passif comme stratégie bioclimatique, école d'architecture, université de LAVAL.

¹⁵ www.airnaturel.com, visité le 15-04-2017.

3.1 L'orientation :

C'est l'action d'orienter quelque chose, de régler sa position par rapport aux points cardinaux (orientation d'un édifice). Il s'agit d'une matérialisation de la direction de l'orient par les deux paramètres : le lever du soleil à l'équinoxe et les points cardinaux (Nord de la boussole)¹⁶.

Le choix d'une orientation est soumis d'après Baruch Givoni¹⁷ à de nombreuses considérations, telles que la vue, dans différentes directions, la position du bâtiment par rapport aux voies, la topographie du site, la position des sources de nuisances, le rayonnement solaire et ses effets d'échauffement, ainsi que la ventilation en rapport avec la direction des vents dominants. Il place le concept de l'orientation au centre des éléments influant sur les ambiances intérieures d'un bâtiment.

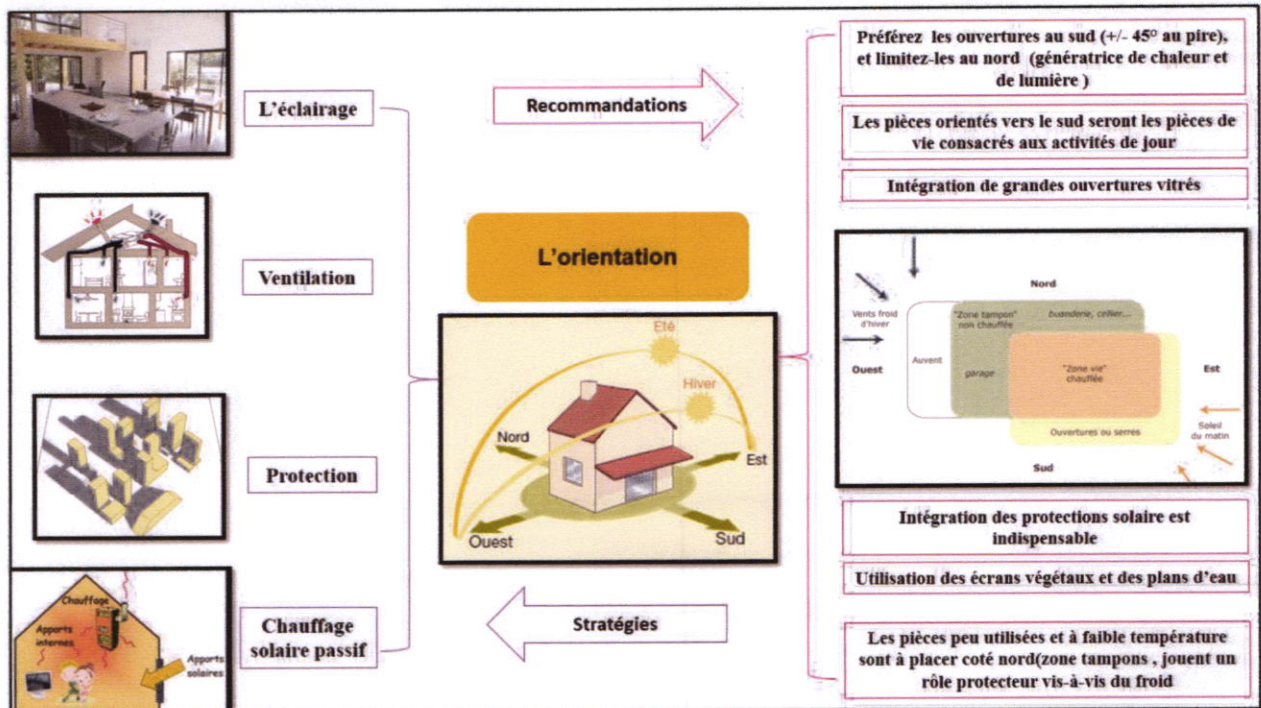
Pour mieux comprendre ce dispositif, nous avons basé sur les sources suivantes :

Titre, Année	•Objectifs
<p>Simulation du confort thermique intérieur pour l'orientation d'un bâtiment collectif à Biskra, Algérie. B.BERGHOUT, D.FORGUES, D.MONFET, 2007</p>	<p>•Evaluer l'impact de l'orientation d'un bâtiment sur le confort de l'occupant, en vue de répondre à ses besoins énergétiques et de confort</p>
<p>L'impact de l'orientation des parois transparentes sur le confort thermique dans une salle de classe a constantine G. BOUHACHEM , F.BOUREBIA, 2008</p>	<p>•Evaluer l'impact de l'orientation des fenêtres sur le confort dans les salles de classe sous le climat de constantine</p>
<p>Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective. "Cas de la nouvelle ville ali mendjeli, constantine" S. BELLARA LOUAFI, S. ABDOU, 2009</p>	<p>•Apprécier l'impact de l'orientation sur la température de l'espace intérieur. •Rechercher l'orientation optimale</p>

Le schéma élaboré dans la page suivante est une réflexion autoproduite. C'est une analyse approfondie des différentes sources pour élaborer les stratégies et les recommandations de l'orientation.

¹⁶Dictionnaire hachette. 2005. p .1161.

¹⁷Givoni.B. « L'homme, l'architecture et le climat » Edition du Moniteur, Paris, 1978.



3.2 La forme :

Dans le domaine de l'architecture, ce concept est largement traité et étudié. Une variété de définitions, parfois convergentes ou contradictoires, lui est attribuée. Cette contradiction est résultante des doctrines et théories différentes et parfois opposées (Boussora, 2009).

Issue du projet, la forme architecturale représente en premier lieu, à partir d'un dessin, une réalité future pour être enfin mêlée avec cette réalité qui est la construction. La forme est, donc, l'évolution et l'aboutissement du projet. Ainsi, elle se définit par un rapport indissociable entre un concept, une pensée d'être et l'expression architecturale dictée par cette pensée (Mastelan, 2005).

La forme architecturale ne se résume pas à un volume défini par sa configuration géométrique selon les trois dimensions euclidiennes de la volumétrie spatiale, mais elle est plutôt le résultat d'assemblage et de combinaison, obéissant à certaines règles de composition, de plusieurs éléments architecturaux. Elle se caractérise aussi par des propriétés visuelles telles que la couleur, les proportions, la texture, le rapport à l'environnement, etc. Dans ce même contexte, Ching (1979), dans son ouvrage « *Architecture, Form, Space and Order* », montre la distinction en anglais entre « Form » et « Shape ». Tandis que le premier signifie un volume tridimensionnel caractérisé par des propriétés, le dernier renvoie spécifiquement à la configuration des contours délimitant la forme.

La forme du bâtiment est aussi un élément très influent sur les interactions potentielles entre l'environnement immédiat et le bâtiment. De ce fait, la détermination de la forme architecturale ne peut être étudiée comme objet autonome, une forme est toujours liée à un environnement qu'elle soit externe ou interne reliés par une interface (Figure 5 dans la page suivante).

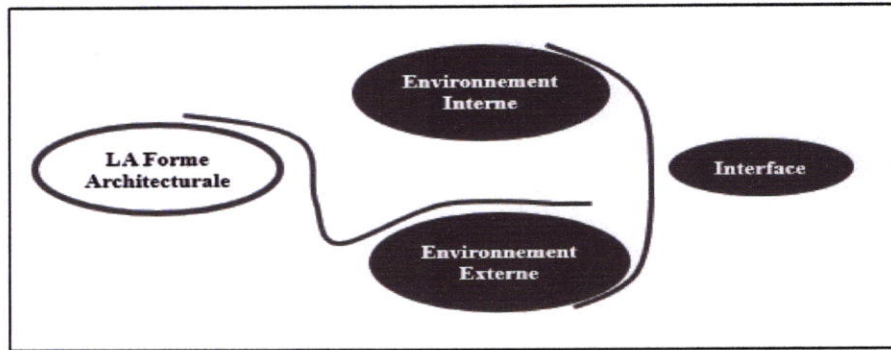
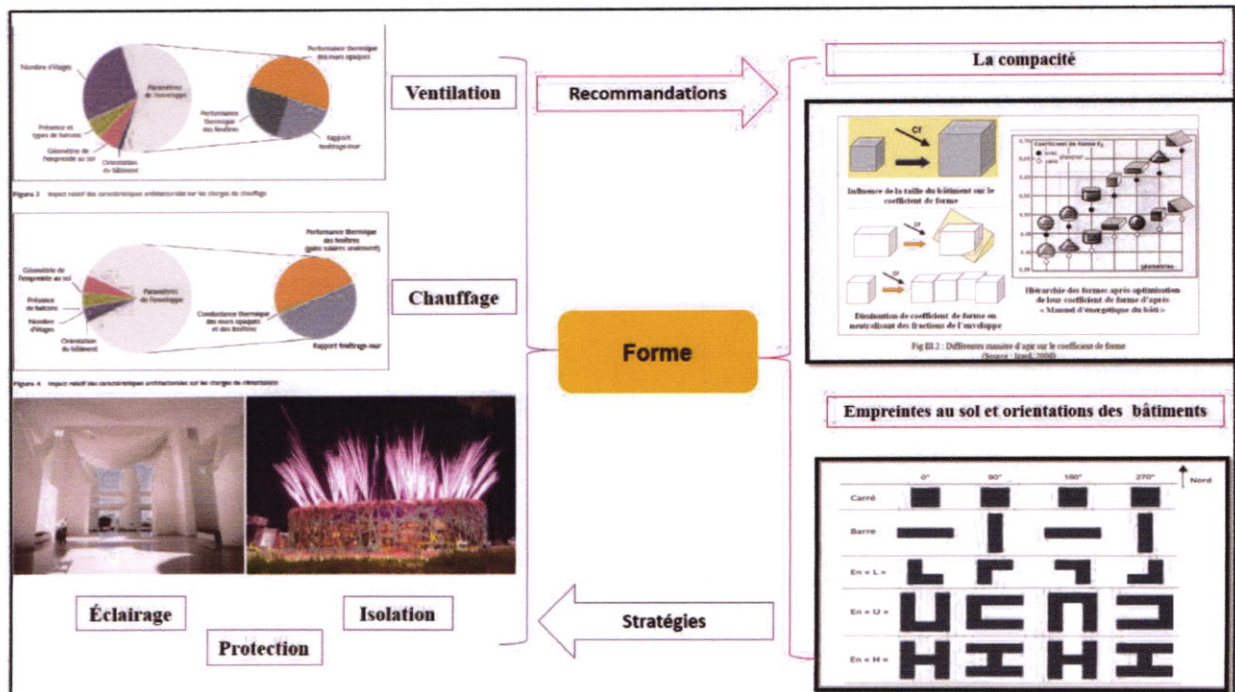


Figure 5 Forme architecturale et ses environnements

Pour mieux comprendre l'effet de ce dispositif, nous avons consulté les sources suivantes :

Titre, Année	Objectifs
<p>Impact de la forme architecturale sur la performance énergétique potentielle des collectifs d'habitation . le point en recherche, SCHL, 2004</p>	<p>• comprendre la manière de ce paramètre agit sur la performance énergétique des collectifs d'habitation.</p>
<p>Forme architecturale et confort hygrothermique dans les bâtiments éducatifs, cas des infrastructures d'enseignement supérieur en régions arides. LABRECHE Samia, 2014</p>	<p>• évaluer et mesurer l'impact de la forme architecturale des bâtiments d'enseignement supérieur sur le confort hygrothermique des étudiants sous un climat aride (chaud et sec)</p>

Le schéma suivant est une réflexion autoproduite. C'est un résultat d'une lecture critique approfondie des différentes sources pour élaborer les stratégies et les recommandations de la forme.



3.3 La Végétation :

L'intégration de la végétation dans l'architecture contemporaine représente une occasion de conception pour les concepteurs et les architectes. Par ailleurs, dans une perspective de végétalisation de l'espace urbain, plusieurs procédés offrent maintenant la possibilité de verdir les surfaces urbaines telles que les toitures et les parois verticales des constructions. La conception de ces dernières peut être plus intéressante et plus bénéfique, si elle est conçue et réalisée correctement. En incorporant les plantes aux bâtiments, le choix des types appropriés est très important.

La végétation autour d'un bâtiment est un élément important : cela signifie que l'on choisira plutôt un site riche en verdure ou que l'on créera de la végétation dans un site où elle est absente. Le rôle du microclimat, et de ses possibilités de brise locale ou d'écoulement d'air induit, est fondamental pour déterminer les conditions de bien être dans un environnement bâti. Mis à part l'ombre créée, la végétation transpire de l'eau qui peut provoquer un effet de rafraîchissement passif par évaporation. Des articles publiés font état d'une réduction de température d'air de l'ordre de 2 à 3 °C¹⁸.

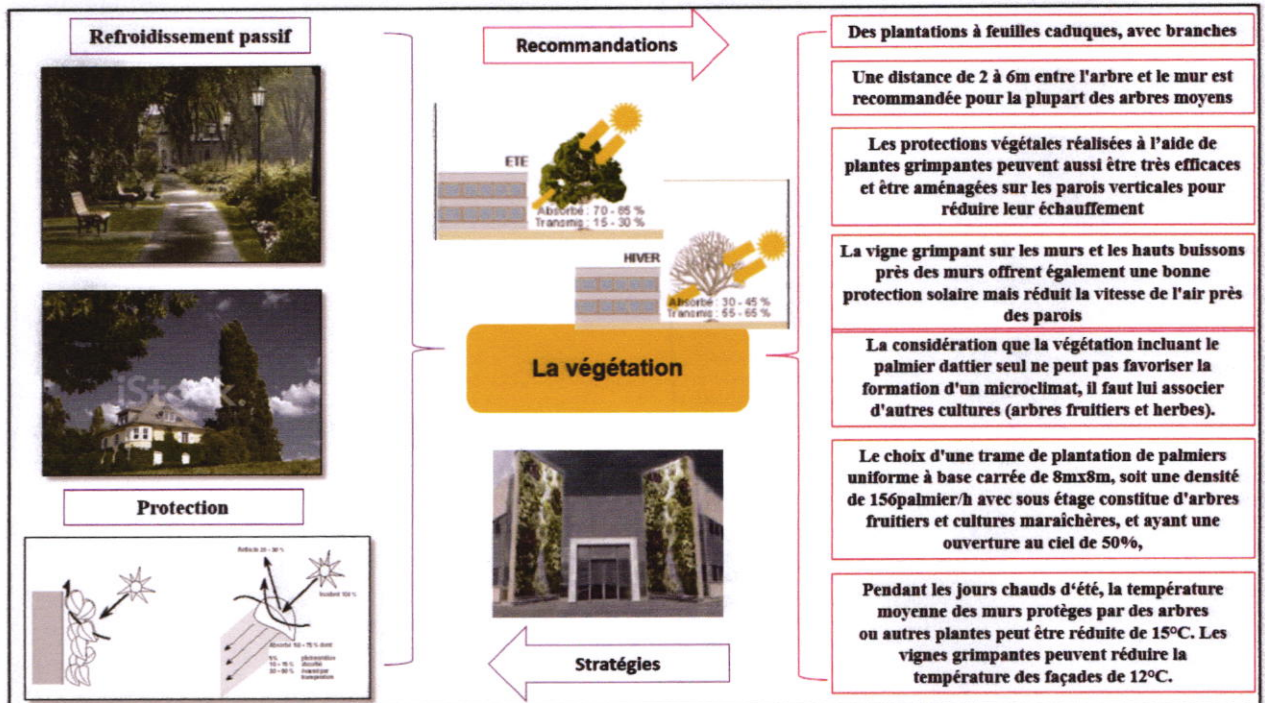
Quand cette stratégie est correctement appliquée, le besoin de protections solaires extérieures ou intérieures peut être grandement réduit.

Pour mieux comprendre ce dispositif, nous avons consulté les sources suivantes :

Titre, Année	•Objectifs
<p>Impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment</p> <p>"Cas du climat semi aride"</p> <p>K.BENHALILOU, 2008</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Evaluer l'impact De La Végétation Grimpante A Feuillage Caduc Sur Le Confort Hygrothermique Estival Des Bâtiments Sous Le Climat De Constantine. •Démontrer Qu'un Simple Ecran Végétal A Proximité d'une Façade d'un Bâtiment Peut Réguler Considérablement Le Confort Intérieur
<p>RÔLE DE L'OASIS DANS LA CREATION DE l'îlot DE FRAICHEUR DANS LES ZONES CHAUDES ET ARIDES</p> <p>« Cas de l'oasis de chetma - Biskra -Algérie »</p> <p>L.BOUDJELLALI, 2009</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Déterminer l'existence De l'effet d'oasis Et d'examiner l'impact De La Densité Végétale (Culture En Etage) Pendant La Période Estivale Dans La Création d'un Microclimat
<p>le role de la végétation et l'eau dans la créaton d'un microclimat urbain</p> <p>« cas de la place de ain fouara à Sétif »</p> <p>Mr. BALLOUT AMOR, 2010</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Etudier l'effet de la végétation sur le microclimat urbain.

Le schéma élaboré dans la page suivante est une réflexion autoproduite. C'est un résultat d'une analyse approfondie des différentes sources pour élaborer les stratégies et les recommandations de la végétation.

¹⁸ TAREB, 2004 :c'est un projet européen qui présente l'intégration des énergies renouvelables dans les bâtiments.



3.4 L'Eau :

L'eau est source de vie et d'énergie, symbole de purification et de régénération dans toutes les traditions. L'emplacement de l'homme à côté des ressources d'eau est un témoignage de l'importance de l'eau dans la vie. Au cours du temps, la relation entre l'eau et les hommes a varié d'une société à une autre et d'une culture à une autre. L'eau fournit non seulement une base pour l'existence de l'homme et un défi continu de régularisation de son utilisation, mais on la considère comme une source de symbolisme métaphysique, plaisir esthétique et valeur thérapeutique.

L'eau provoque le rafraîchissement évaporatif. L'évaporation a lieu dès lors que la pression de vapeur d'eau dans le système considéré est supérieure à celle de l'air ambiant. Le changement de phase au cours du processus d'évaporation nécessite une quantité de chaleur importante qui est puisés dans l'air ambiant ce qui a pour effet de diminuer la température de l'air tout en augmentant son humidité relative¹⁹ (Figure 6).

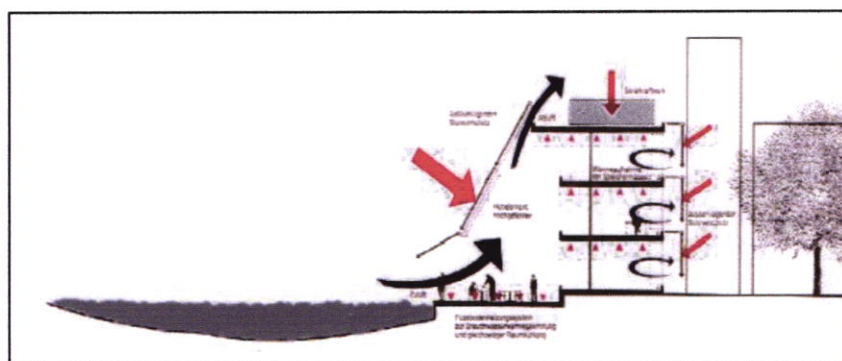


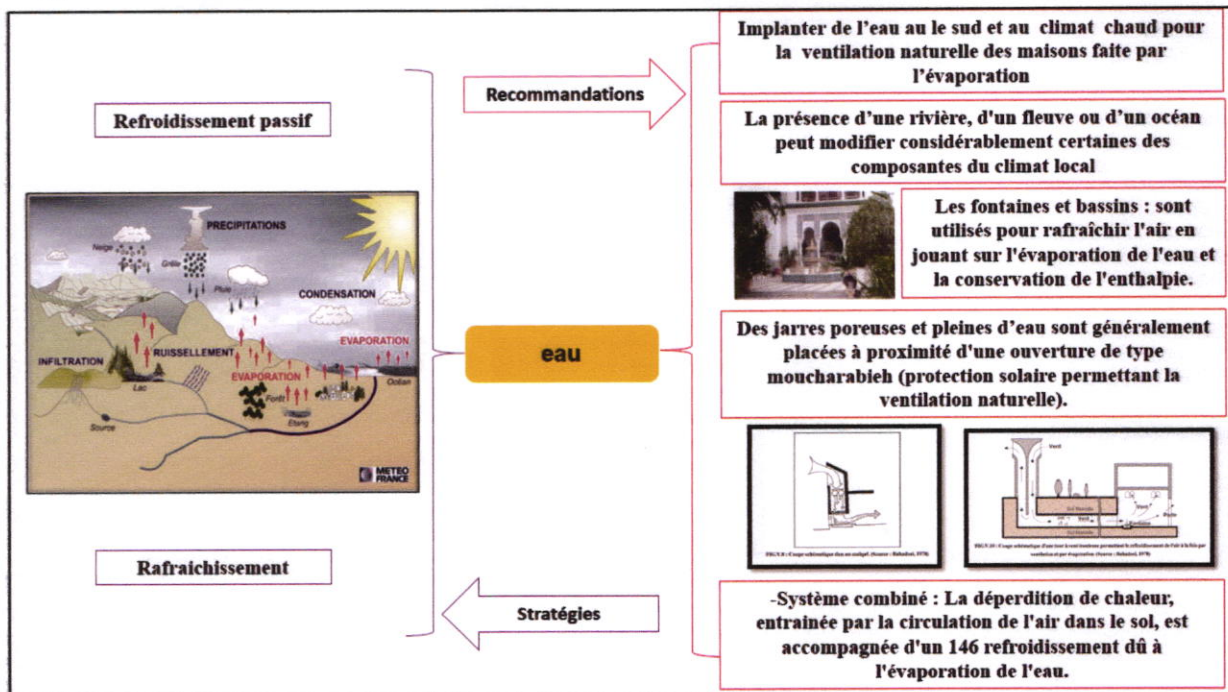
Figure 6 Effet de l'évaporation de l'eau sur le microclimat
(Source : TAREB, 2004)

¹⁹ TAREB, 2004.

Pour mieux comprendre l'effet de ce dispositif, nous avons consulté les sources suivantes :

Titre, Année	•Objectifs
<p>le role de la végétation et l'eau dans la créaton d'un microclimat urbain « cas de la place de ain fouara à Sétif » Mr. BALLOUT AMOR, 2010</p>	<p>•Etudier l'effet d'une surface d'eau sur le confort hygrothermique</p>
<p>Architecture du Système d'information sur l'eau. René Lalement, Pierre Lagarde Ministère de l'écologie et du développement durable, france, 2005</p>	<p>•parvenir à la définition et à la mise en œuvre d'une architecture technique commune pour le Système d'information sur l'eau</p>
<p>Comparaison de mesures alternatives pour la gestion des eaux de pluie à l'échelle des parcelles. Leefmilieu brussel Bim-brussels institut voor milieubeheer, 2006</p>	<p>•Lutte contre le réchauffement climatique •utte contre les conséquences de maillage « gris »</p>

Le schéma suivant est une réflexion autoproduite. C'est un résultat d'une analyse approfondie des différentes sources pour élaborer les stratégies et les recommandations de l'eau.



3.5 L'Atrium :

Ce que l'on désigne par espace vitré de grande dimension ou plus particulièrement aujourd'hui par le terme « atrium » a fait et continue de faire l'objet d'un intérêt particulier dans le monde de l'architecture [Bednar 1986, Saxon 1996, Bryn 1995].

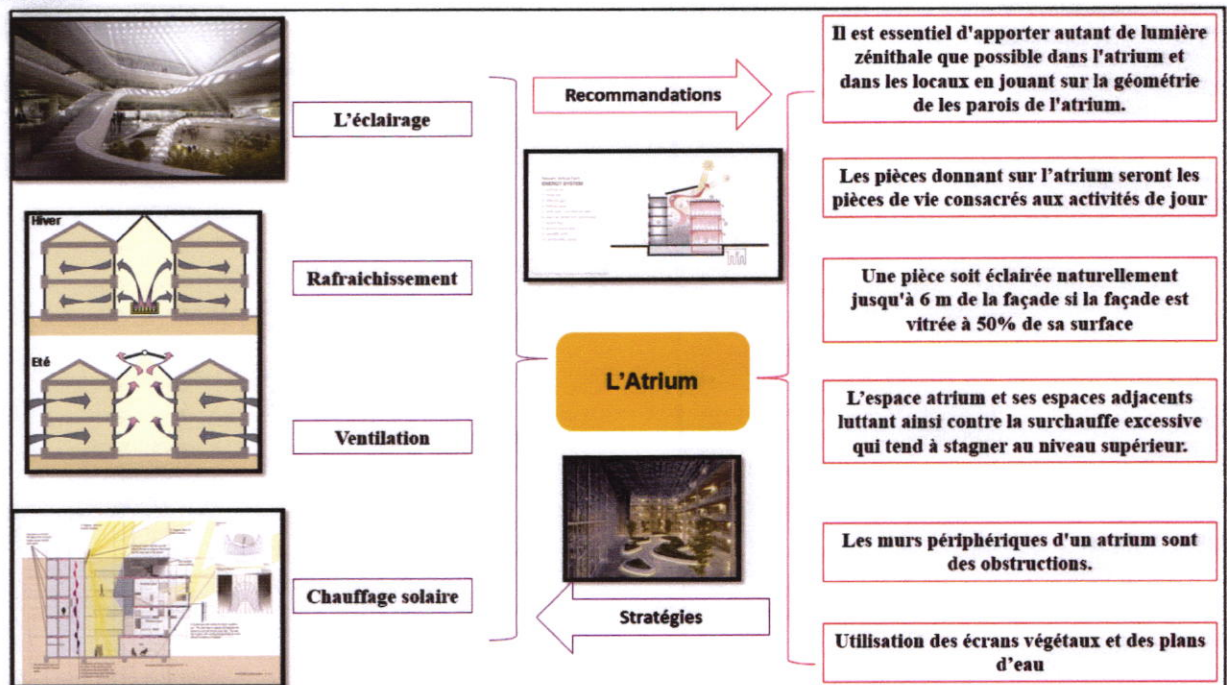
Lors de sa valeur esthétique, cette couverture vitrée permet :

- La qualité de la lumière naturelle arrivant par la toiture vitrée.
- La création d'un espace tampon grâce au climat tempéré qui y règne.
- Régler des problèmes fonctionnels.

Pour mieux comprendre ce dispositif, nous avons consulté les sources suivantes :

Titre, Année	•Objectifs
<p>L'impact De L'atrium Sur Le Confort Thermique Dans Les Batiments Publics. "Cas de la Maison de culture à Jijel" S.RAHAL, 2011</p>	<p>•Déterminer le comportement thermique de l'espace atrium dans les deux périodes hivernale et estivale sous notre climat méditerranéen dans le but d'une amélioration des conditions de confort de l'espace lui-même et par suite de ces espaces adjacents.</p>
<p>l'atrium central dans les batiments tertiaires contemporains. S.PLASSART, 2015</p>	<p>•Les enjeux mis en avant dans la conception de cet espace. •Role et effet de ce vide sur l'édifice.</p>

Le schéma suivant est une réflexion autoproduite. C'est un résultat d'une analyse approfondie des différentes sources pour élaborer les stratégies et les recommandations de l'atrium.



3.6 Le Patio :

Le patio est un espace central de la maison traditionnelle qui présente une bonne réponse contre la chaleur et les vents de sable en particulier, et s'il est complété par des dispositifs tels que fontaines, bassins, canaux, cascades.

La présence de l'eau dans le patio influe sur la qualité des ambiances. Au-delà de son rôle psychologique (joyeux, tranquillisant), il crée des ambiances lumineuses variables grâce aux déplacements des taches lumineuses sur les murs entourés par le patio, et par conséquent, il offre un effet visuel dynamique

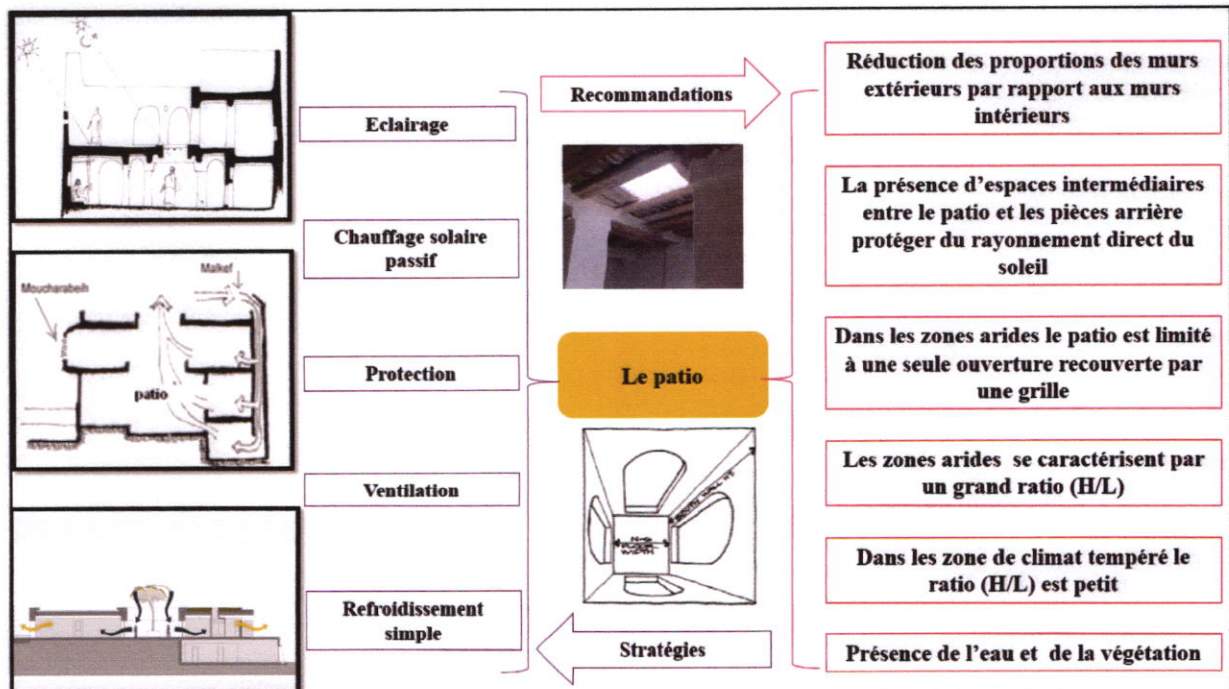
De point de vue microclimatique, dans les journées chaudes de l'année, l'évaporation de l'eau engendre une humidification donc un refroidissement de l'air, ce qui implique la diminution de la température extérieure (dans le patio), de ce fait, la réduction de la température intérieure (les pièces habitables).

La végétation aussi joue des rôles importants et différents dans le patio, par leur régulation microclimatique, leur ornementation et leur aspect perceptible, donc une contribution au bien être de l'individu.

Pour mieux comprendre ce dispositif, nous avons consulté les sources suivantes :

Titre, Année	• Objectifs
<p>les maisons à Patio Continuités historiques, adaptations bioclimatiques et morphologies urbaines S. ABDULAC, 2011</p>	<p>• Faire comprendre le rôle du patio et son impact sur la conception.</p>
<p>Le patio et ses aspects environnementaux D SAFFIDINE, 2010</p>	<p>• Le patio et leurs effets sur l'ambiance thermique intérieure.</p>
<p>Performance énergétique d'une maison à patio dans le contexte maghrébin (Algérie, Maroc, Tunisie et Libye) N.FEZZIOUI et al. , 2012</p>	<p>• Faire ressortir les points forts, ainsi que les défaillances de ce type d'habitat. • Evaluer le degré d'adaptation climatique de ce type d'habitat au contexte climatique maghrébin.</p>

Le schéma suivant est une réflexion autoproduite. C'est un résultat d'une analyse approfondie des différentes sources pour élaborer les stratégies et les recommandations du patio.



3.7 La Fenêtre :

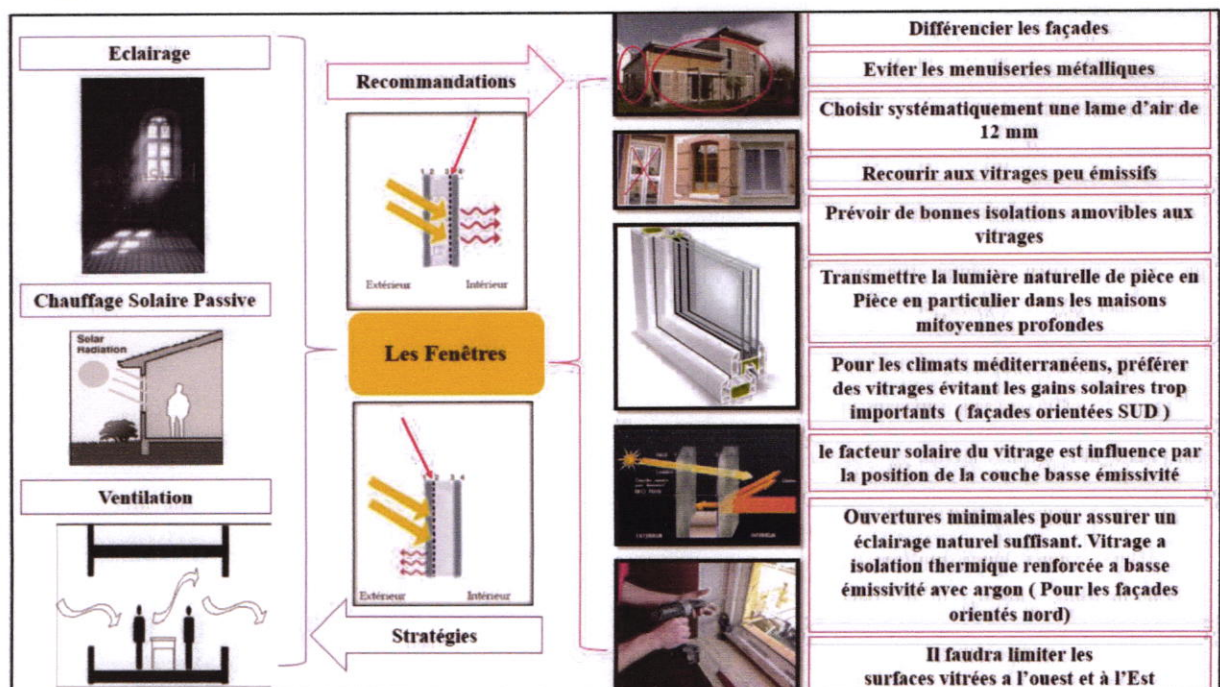
La fenêtre constitue l'élément essentiel de l'approche passive de la conception bioclimatique. Sa conception et son emplacement est un travail de l'architecte. La conception de la fenêtre au passé était basée sur l'orientation pour laisser passer la lumière naturelle et le soleil. De nos jours, cette approche est très simpliste car la fenêtre doit répondre à plusieurs fonctions importantes et chacune de ces fonctions est liée à un effet indésirable.

Grace au verre, la maison s'ouvre au soleil et devient un grand capteur. Cela peut paraître paradoxal puisque le vitrage est une grande source de déperditions, mais pour certaines orientations favorables, il piège beaucoup de chaleur.

Pour mieux comprendre ce dispositif, nous avons consulté les sources suivantes :

Titre, Année	•Objectifs
Modélisation et positionnement de solutions bioclimatiques dans le bâtiment résidentiel existant C. FLORY - CELINI, 2008	•L'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments existants par l'utilisation de la bonne fenetre dans le batiment .
Des Energies Renouvelables La fenêtre et son rôle dans la conception des maisons bioclimatiques N.BENREDOUANE, B.BENYOUCEF, 2008	•Une conception d'une fenêtre adaptée au projet : la conception d'une Maison photo-solaire.
Un Regard Éclairé Sur Des Logements De Qualité A Consommation d'énergie Quasi Nulle, 2014	•Une étude d'impact des caractéristiques des ouvertures vitrées sur le bilan énergétique et le confort des maisons belges à l'horizon 2020.

Le schéma suivant est une réflexion autoproduite. C'est un résultat d'une analyse approfondie des différentes sources pour élaborer les stratégies et les recommandations de la fenêtre.



3.8 Les Protections Solaires :

On entend par "protection solaire" tout élément qui réduit, temporairement ou continuellement, la pénétration des rayons solaires à travers une baie, par rapport à un vitrage clair. Ainsi, le choix d'un vitrage spécial est une protection solaire au même titre qu'un store ou un auvent.

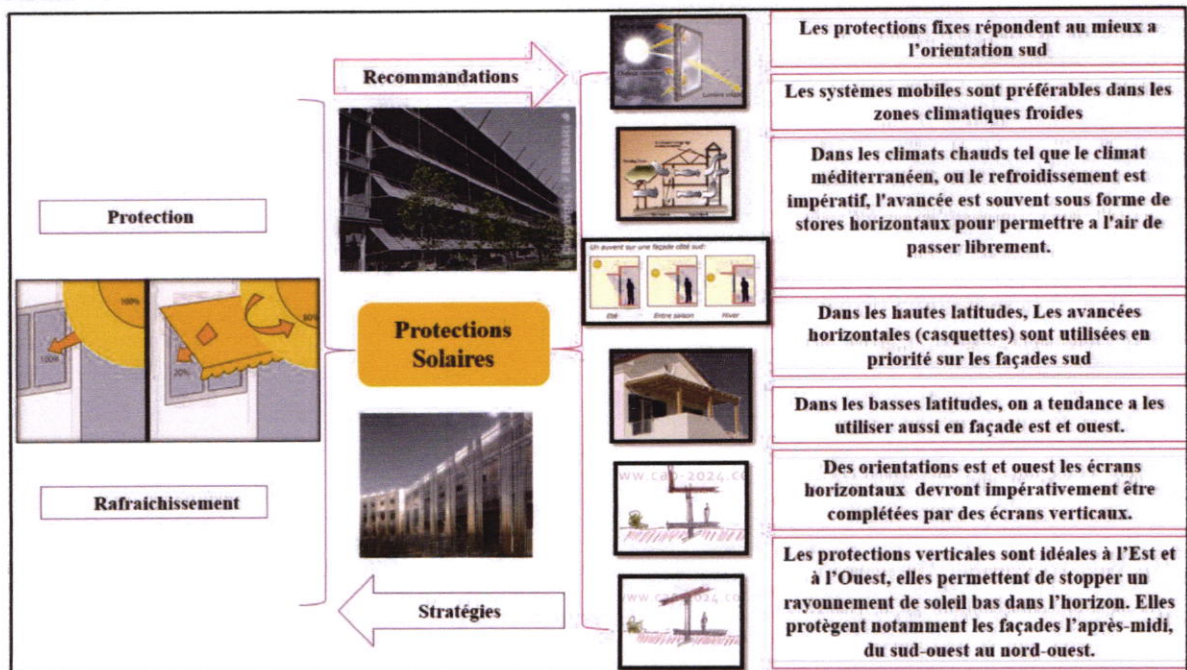
Deux grandes familles de protections solaires existent : les protections fixes et mobiles. Dans les deux cas, le principe est d'éviter les surchauffes estivales tout en captant les apports solaires d'hiver.

La végétation peut être aussi un capteur solaire, on préfère dans la majorité des cas des végétaux à feuilles caduques, lorsqu'on cherche à se protéger l'été mais à profiter des apports solaires d'hiver.

Pour mieux comprendre ce dispositif, nous avons consulté les sources suivantes :

Titre, Année	•Objectifs
Modélisation et positionnement de solutions bioclimatiques dans le bâtiment résidentiel existant C. FLORY - CELINI, 2008	• L'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments existants par l'utilisation des protections solaires dans le bâtiment .
Caractérisation et valorisation des protections solaire pour la conception des batiments: analyse expérimentale et proposition des modilisation A.DUGUE, 2014	• l'impact des protections solaires sur le comportement énegétique des batiments.
Protection solaire Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement de la Haute Garonne (www.caue31.org)	• Protéger les ouvertures du rayonnement solaire d'été .

Le schéma suivant est une réflexion autoproduite. C'est un résultat d'une analyse approfondie des différentes sources pour élaborer les stratégies et les recommandations des protections solaires.



3.9 Les Matériaux :

Pour assurer une bonne qualité thermique d'un environnement intérieur, sans faire appel à des technologies complexes, on peut intervenir sur la performance thermique des matériaux de l'enveloppe pour assurer ; l'inertie thermique du bâtiment et l'isolation thermique de l'enveloppe.

Les matériaux reçoivent différemment le rayonnement selon leur degré de transparence ou d'opacité, leur couleur ou leur texture de surface. Mais ils ont aussi des caractéristiques thermiques particulières tenant à leur structure et à leur masse qui leur permettent de gérer différemment les apports calorifique. Ces caractéristiques thermiques seront prises en compte dans la conception des parois, qui auront pour mission première selon le cas de capter, de stocker, de transmettre et/ou de conserver les calories.

1. La conductivité thermique λ :

C'est la propriété qu'ont les matériaux de transmettre la chaleur par conduction. La conductivité thermique propre à chaque matériau permet de quantifier le pouvoir isolant des parois. Plus la conductivité thermique d'un matériau est grande, plus ce matériau sera conducteur et plus la conductivité est faible, plus il sera isolant.

2. La capacité thermique :

Elle désigne son aptitude à stocker de la chaleur. Plus la capacité d'un matériau est grande, plus la quantité de chaleur à lui apporter pour élever sa température est importante.

3. La diffusivité thermique (a) :

La diffusivité thermique d'un matériau exprime son aptitude à transmettre rapidement une variation de température. Elle croît avec la conductivité thermique et décroît avec la capacité thermique. Plus la diffusivité est faible, plus le front de chaleur mettra du temps à traverser l'épaisseur du matériau.

4. L'effusivité thermique :

A la différence de la diffusivité thermique qui décrit la rapidité d'un déplacement des calories à travers la masse d'un matériau, l'effusivité décrit la rapidité avec laquelle un matériau absorbe les calories.

Les baies vitrées et leurs distributions sur l'enveloppe sont aussi des paramètres essentiels lors de la conception d'un bâtiment. Leur premier rôle est d'assurer le confort visuel et thermique des occupants et gérer les apports solaires en toute saison.

Les vitrages se caractérisent par trois facteurs thermiques, à savoir²⁰ :

- Le facteur solaire (g),
- Le facteur thermique (U),
- Le facteur lumineux (TI).

Pour mieux comprendre ce dispositif, nous avons consulté les sources suivantes :

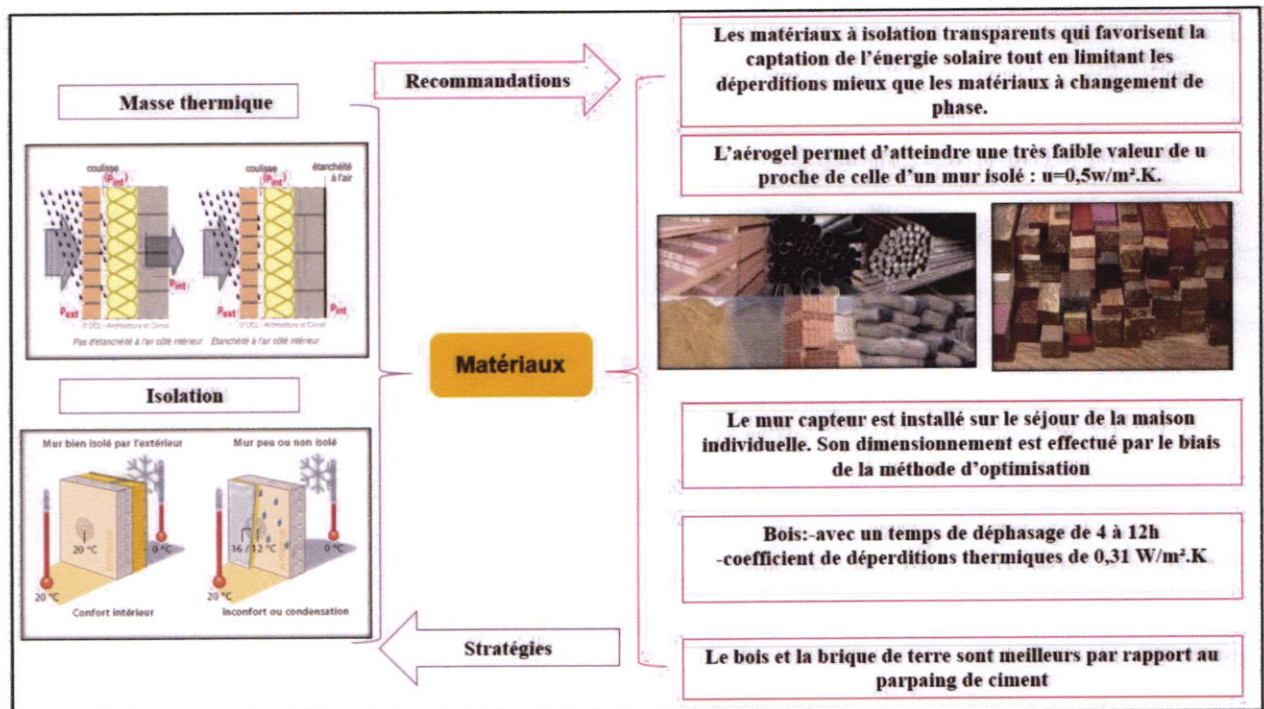
Titre, Année	•Objectifs
<p>Matériaux de construction et confort thermique en zone chaude Application au cas des régions climatiques camerounaises A.KEMAJOU, L.MBA, 2011</p>	<p>•Créer un micro climat intérieur, thermiquement plus confortable, découplé des conditions extérieures par le choix d'une protection solaire poussée, une forte inertie thermique et une bonne ventilation nocturne.</p>
<p>Modélisation et positionnement de solutions bioclimatiques dans le bâtiment résidentiel existant C. FLORY - CELINI, 2008</p>	<p>•L'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments existants par l'utilisation des mielleurs matériaux dans la conception.</p>

²⁰ <https://www.vitragevir.fr>

L'impact des matériaux sur le confort thermique, dans les zones semi-arides .
Cas d'étude : la ville de DJELFA
 M.BENHOUBOU, 2012

- Améliorer le niveau du confort thermique intérieur dans le bâtiment dans la région de Djelfa.
- Introduire les techniques passives d'architecture bioclimatique dans le processus de conception bioclimatique.
- Améliorer la performance énergétique de l'enveloppe des bâtiments par l'emploi du matériau le plus approprié à la région

Le schéma suivant est une réflexion autoproduite. C'est un résultat d'une analyse approfondie des différentes sources pour élaborer les stratégies et les recommandations des matériaux.



3.10 Les Toits Végétalisés :

Les toits végétalisés sont des toitures entièrement ou partiellement recouvertes de végétations qui forment des milieux biotiques. Il s'agit d'une technique relativement simple qui peut s'implanter à de multiples endroits et qui rend de nombreux services écologiques, au bénéfice de l'environnement et des communautés²¹.

Il existe différentes sortes de toitures végétalisées : extensive, semi intensive ou intensive²² :

- **La toiture végétalisée extensive** : met en œuvre des plantes de type mousses qui nécessitent très peu d'entretien. Elle a un substrat de faible épaisseur (~5 à 15 cm) et de faible charge (~70 à 170 kg/m²). Elle peut donc être posée sur une structure légère.
- **La toiture végétalisée semi-intensive ou intensive** : est composée de plantes du type de celles qu'on peut trouver au sol, qui nécessitent un entretien (arrosage, coupe). Son substrat a une épaisseur plus conséquente (~15 à 60 cm), et une charge (~170 à 970 kg/m²) qui nécessite une structure porteuse conséquente.

²¹http://www.phytotechno.com/fiches-techniques/fiches/20160528_SQP_Fiche_toitsvegetalises.pdf

²²http://ale-lyon.org/IMG/pdf/dt4-toiture_vegetalisee.pdf

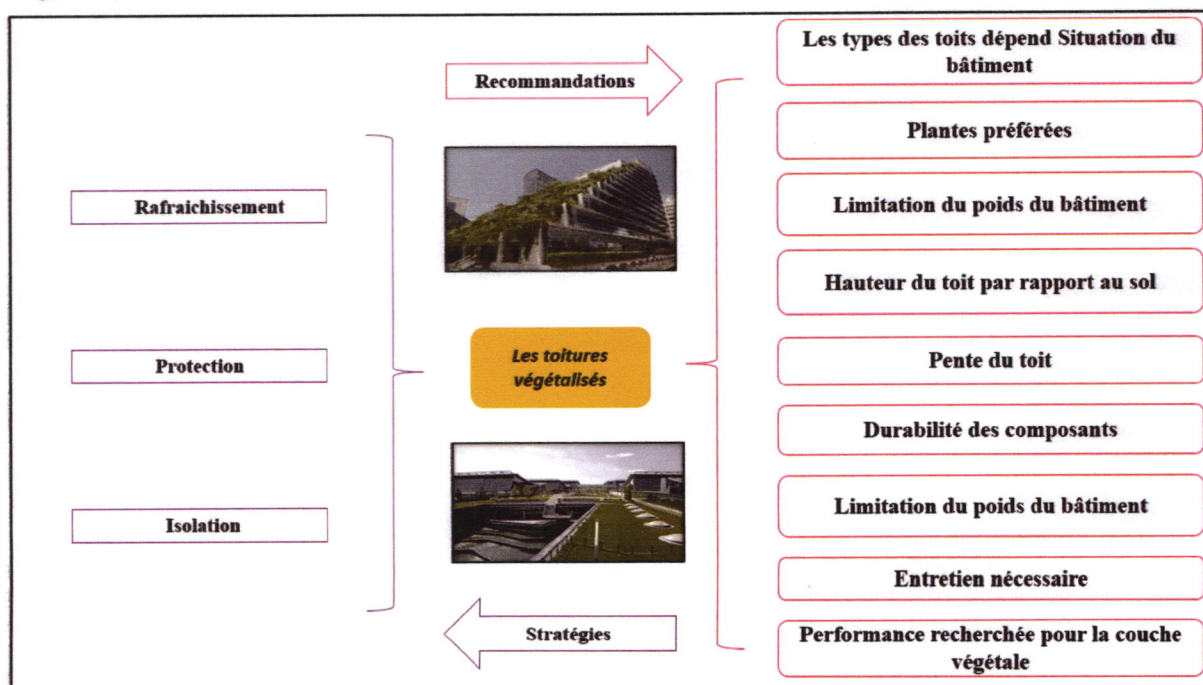
Le choix du type de végétalisation nécessite un calcul de charge supportée par la toiture. Il existe différentes techniques de pose de la végétation : des modules prêts à poser, des tapis à dérouler, etc.

Les toits végétalisés possèdent de nombreux avantages environnementaux, économiques et sociaux : ils contribuent à la gestion des eaux pluviales, à la réduction des îlots de chaleur, à l'amélioration de la qualité de l'air et ils améliorent également l'isolation thermique et acoustique des bâtiments ; ce qui leur confère le titre de phytotechnologie. Au plan social, les toits végétalisés améliorent le cadre de vie des citoyens, notamment par l'augmentation des superficies récréatives et productives et par la bonification des paysages.

Pour mieux comprendre ce dispositif, nous avons consulté les sources suivantes :

Titre, Année	• Objectifs
<p>Des toitures vertes sur le microclimat urbain à Alger Conférence IBPSA France-Arras-2014</p>	<p>• Etudier l'impact de la végétalisation des toitures sur les paramètres microclimatiques.</p>
<p>Evaluation de l'efficacité de rafraîchissement passif d'une toiture végétalisée sous un climat semi-aride Melle ABDERREZAK A, 2010</p>	<p>• la compréhension de l'apport du végétal quand au confort thermique intérieur. • la vérification de la capacité de rafraîchissement intérieure procurée par ces toits.</p>
<p>Effet des toitures vertes sur le microclimat urbain à Alger ATIK T. et al., 2014</p>	<p>• l'impact de la végétation des toitures sur l'amélioration du microclimat urbain et le confort thermique durant la saison estivale au centre ville de la capitale d'Algérie.</p>

Le schéma suivant est une réflexion autoproduite. C'est un résultat d'une analyse approfondie des différentes sources pour élaborer les stratégies et les recommandations des toits végétalisés.



3.11 La serre :

Les serres, ou espaces tampons vitrés, sont constituées d'une surface vitrée située en paroi sud du bâtiment. En fonction du climat et de la façon dont la serre est utilisée, il peut exister un mur de stockage thermique séparant la serre du bâtiment, ou tout autre système de stockage reliant la serre au reste du bâtiment. La serre joue plusieurs rôles dans un bâtiment : elle le chauffe en hiver, elle permet d'éviter les surchauffes d'été et aussi elle peut devenir une pièce à vivre (véranda). Cette serre utilise le climat et l'environnement du lieu de son implantation.

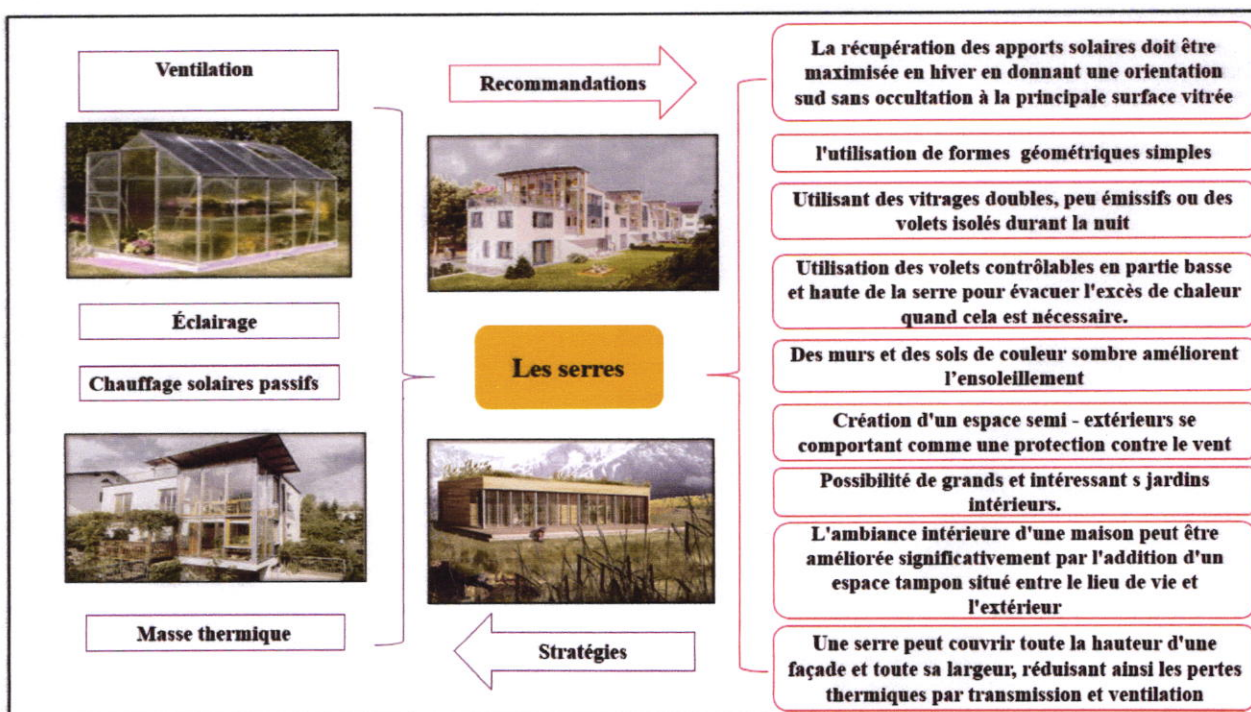
Le chauffage et la climatisation y sont assurés grâce²³ :

- Au rayonnement solaire,
- A la capacité des matériaux à garder la chaleur,
- A la circulation de l'air.

Pour mieux comprendre le fonctionnement de ce dispositif, nous avons consulté les sources suivantes :

Titre, Année	Objectifs
Modélisation et positionnement de solutions bioclimatiques dans le bâtiment résidentiel existant. C. FLORY - CELINI, 2008	• L'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments existants .
la serre dans l'architecture une réponse aux différents enjeux d'aujourd'hui? S.NACMIAS	• Resultat de l'utilisation de la serre comme une bonne réponse aux problématiques d'aujourd'hui.

Le schéma suivant est une réflexion autoproduite. C'est un résultat d'une analyse approfondie des différentes sources pour élaborer les stratégies et les recommandations de la serre.



²³<https://veranda.ooreka.fr/infos/serre-bioclimatique>

3.12 Synthèse :

Dispositifs + Aspects architecturaux	Refroidissement passif	Rafraichissement	éclairage	Ventilation	Isolation	Masse thermique	Protection	Chauffage solaire passif
Forme			X	X	X		X	X
Orientation			X	X			X	X
Eau	X	X						
Végétation	X						X	
Fenêtre			X	X			X	X
Patio	X		X	X			X	X
atrium		X	X	X				X
Toiture végétalisée		X			X		X	
Protection solaire		X					X	
Serre			X	X				X
matériau					X			X

4. Dispositifs architecturaux et consommation énergétique du bâtiment :

Au début de chaque conception, l'architecte est confronté à plusieurs contraintes : social, culturel, environnemental, économique, technique et esthétique qui doit répondre pour une implantation réussite. En outre, les soucis des économiques d'énergie et de la pollution doivent rester l'un des principes d'une conception de haute qualité environnementale.

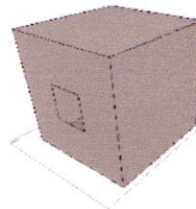
Pour bien répondre à ce dernier, l'architecte doit connaître au début les outils, les stratégies et les dispositifs qu'il doit utiliser pour diriger son travail vers de bonnes solutions énergétiques.

Pour mieux connaître l'impact des dispositifs architecturaux et pour déterminer le dispositif le plus influent sur la performance énergétique dans la région de Timimoun, on va évaluer l'effet de chaque dispositif par une série de simulation où dans chaque série de simulation on varie un seul paramètre sachant que l'évaluation de chaque paramètre comporte plusieurs variantes. la simulation sera effectuer à l'aide du logiciel ECOTECT ANALYSIS.

4.1 Le modèle simulé :

Le modèle est un cube de dimensions 4*4*4 orienté plein sud avec un taux de vitrage de 10 % de type U=3W/m².K. Les parois sont composées de l'extérieur vers l'intérieur comme suite :

- Enduit extérieur de 2 cm
- Brique de 15 cm
- Lame d'air de 5 cm
- Brique de 10 cm
- Enduit en plâtre de 2 cm



4.2 Les simulations :

L'orientation :

On choisit des orientations avec une dérérence de 45° donc on a huit simulations à faire. Le tableau suivant résume les résultats trouvés :

	Nord	nord est	est	sud est	sud	Sud-ouest	ouest	nord-ouest
Heating	65.288	59.589	60.784	70.025	72.575	74.748	73.911	74.269
cooling	494.512	509.249	504.688	499.81	476.016	492.838	499.881	508.032
total	559.8	568.838	565.472	569.835	548.59	567.586	573.792	582.302

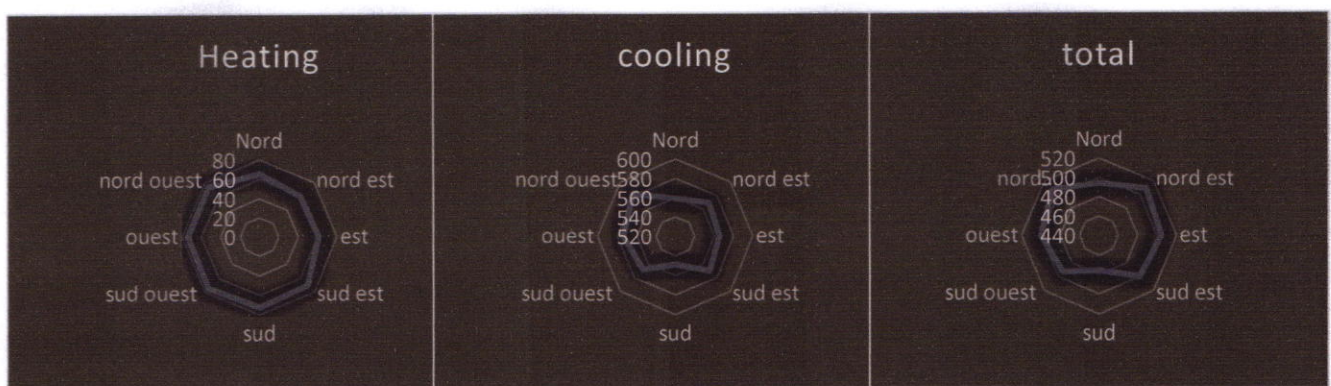


Figure 7 Radar de la consommation énergétique selon les différentes orientations
(Source : auteur)

D'après la simulation fait par l'ECOTECT, on constate qu'on a un besoin minimal par une orientation :

- Nord-est pour le chauffage,
- Sud pour la climatisation
- Sud pour le total.

Donc l'orientation optimale est le Sud.

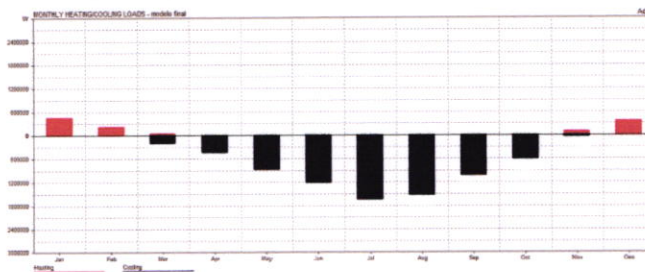


Figure 8 Besoin de chauffage et climatisation pendant l'année à Timimoun Selon l'orientation SUD.
(Source : ECOTECT 2011)

Le taux de vitrage :

On veut dire par le taux de vitrage le pourcentage de la surface vitré par rapport la surface totale de la façade. On commence par une surface de 10% jusqu'on arrive à une surface de 100 % avec un intervalle de 10 % donc on a dix simulations à faire. Les résultats sont fixés dans le tableau suivant :

	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
heating	67.17	64.041	62.195	61.708	61.977	62.857	63.648	65.177	66.483	67.824
cooling	475.202	502.256	527.917	551.745	581.018	618.611	644.931	690.774	728.992	772.52
total	542.371	566.297	590.111	613.453	642.995	681.468	708.579	755.951	795.475	840.344

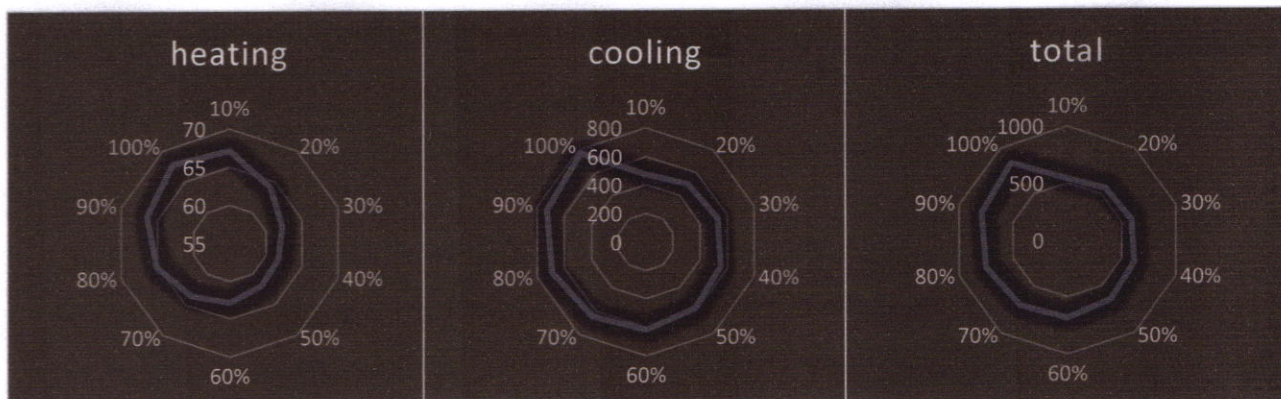


Figure 9 Radar de la consommation énergétique selon les différents types de vitrage
(Source : auteur)

D'après la simulation fait à l'aide de l'ECOTECT, on trouve que le besoin minimal est par :

- un taux de 40 % en chauffage
- un taux de 10 % en climatisation
- Aussi par un taux de 10 % pour le totale de consommation.

Donc le 10 % est le ta valeur optimal pour le taux de vitrage.

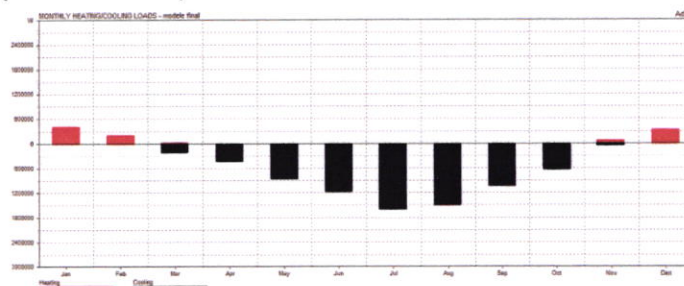


Figure 10 Besoin de chauffage et climatisation pendant l'année à Timimoun par un taux de vitrage de 10 %
(Source : ECOTECT 2011)

Type de vitrage :

Dans ce travail, on change le vitrage de type simple à un double et en fin à un triple changeant au même temps le coefficient d'émissivité U qui se varie de 1.5 jusqu'au 6 avec un intervalle de 1.5 donc on a douze simulations à faire. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

	S. U=3	S. U=4.5	S. U=6	D. U= 3	D. U= 4.5	D. U= 6	T. U=3	T. U=4.5	T. U= 6
heating	65.112	68.435	71.052	67.576	70.216	73.005	67.094	69.642	72.127
cooling	491.831	495.602	504.546	478.824	488.11	497.015	483.754	492.847	502.196
total	556.942	564.037	575.598	546.4	558.326	570.02	550.848	562.489	574.323

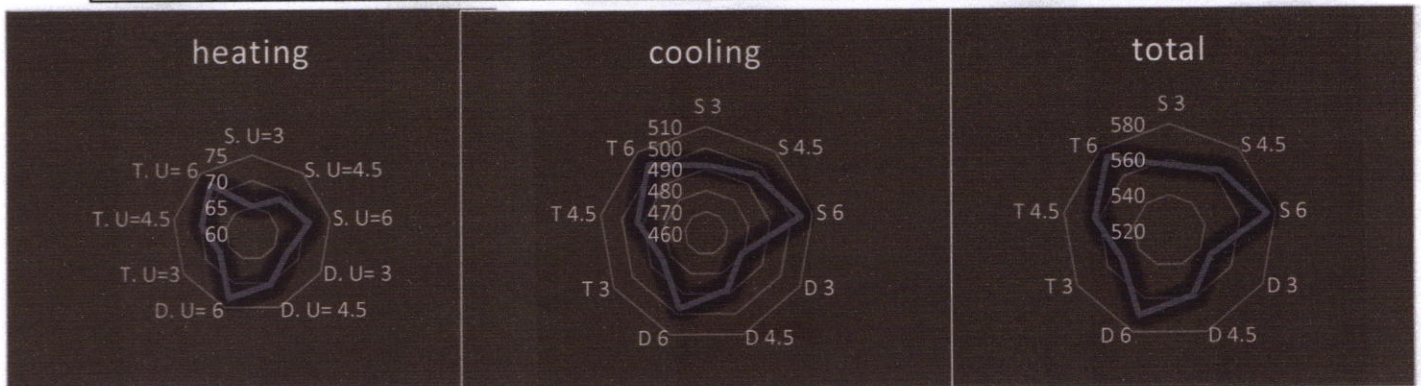


Figure 11 Radar de la consommation énergétique par les différents types de vitrage (Source : Auteur)

D'après la simulation fait à l'aide de l'ECOTECT, on trouve que le besoin minimal est par :

- un simple vitrage d'un coefficient d'émissivité de 3 en chauffage.
- un double vitrage d'un coefficient d'émissivité de 3 pour la climatisation
- aussi un double vitrage d'un coefficient d'émissivité de 3 pour le totale de consommation.

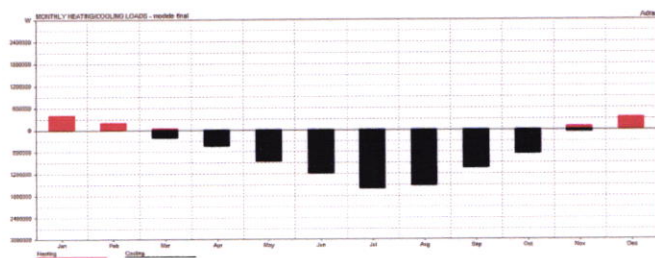


Figure 12 Besoin de chauffage et climatisation pendant l'année à Timimoun par un double vitrage avec U= 3 (Source : ECOTECT 2011)

Donc le choix optimal est un double vitrage avec un coefficient d'émissivité U=3.

La protection solaire :

Ici, on utilise un réflecteur et on varie sa profondeur par rapport à la hauteur de l'ouverture (h) selon des pourcentages qui se varient par un intervalle de 12.5 % en commençant par le 0 % jusqu'on arrive à le 100 % donc on a huit simulations à faire. le tableau suivant montre les résultats trouvés :

	0%	12.5 %	25 %	37.5%	50%	62.5%	75%	87.5%	100%
heating	42.218	42.263	67.311	67.308	67.338	67.387	67.403	67.386	67.388
cooling	805.996	805.291	474.61	474.265	474.056	473.948	473.87	473.645	473.714
total	848.214	847.554	541.921	541.573	541.394	541.334	541.274	541.032	541.102

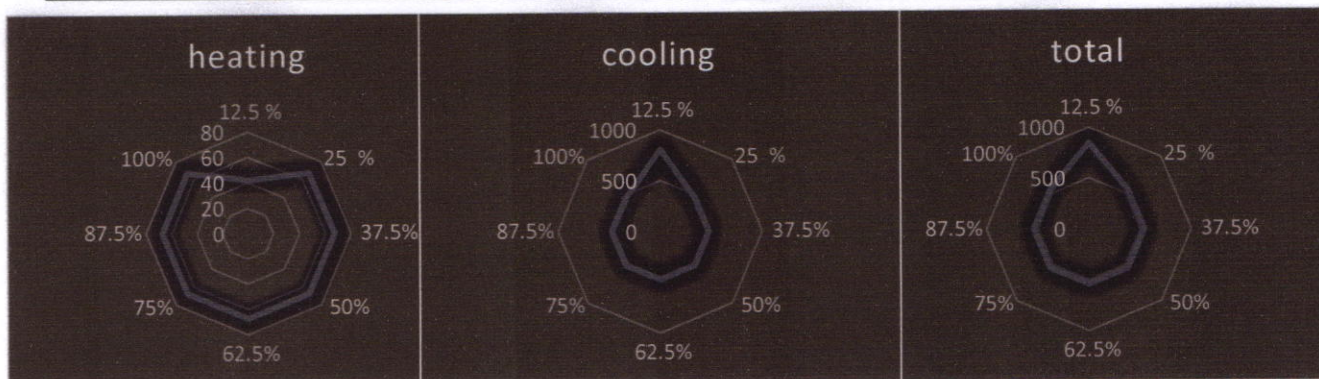


Figure 14 Radar de la consommation énergétique selon les différents types de vitrage (Source : auteur)

D'après la simulation fait à l'aide de l'ECOTECT, on trouve que le besoin minimal est :

- sans réflecteur en chauffage
- avec un réflecteur de 87.5% pour la climatisation
- Aussi avec un réflecteur de 87.5 pour le totale de consommation.

Donc le choix optimal est l'utilisation d'un réflecteur d'une profondeur de 87.5%.

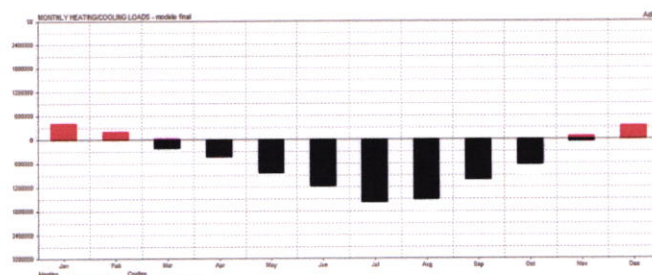


Figure 13 Besoin de chauffage et climatisation pendant l'année à Timimoun par un réflecteur de 87.5 % de profondeur (Source : ECOTECT 2011)

Les matériaux :

Le travail se fait en deux parties :

- Au premier lieu, on utilise les matériaux : brique, béton, pierre et fin terre. Les résultats des quatre simulations faites sont présentés dans le tableau suivant :

	Brique	Béton	Pierre	Terre
heating	7.252	7.266	8.084	7 554
cooling	113.755	114.525	136.591	112 348
Total	121.007	121.791	144.675	119 902

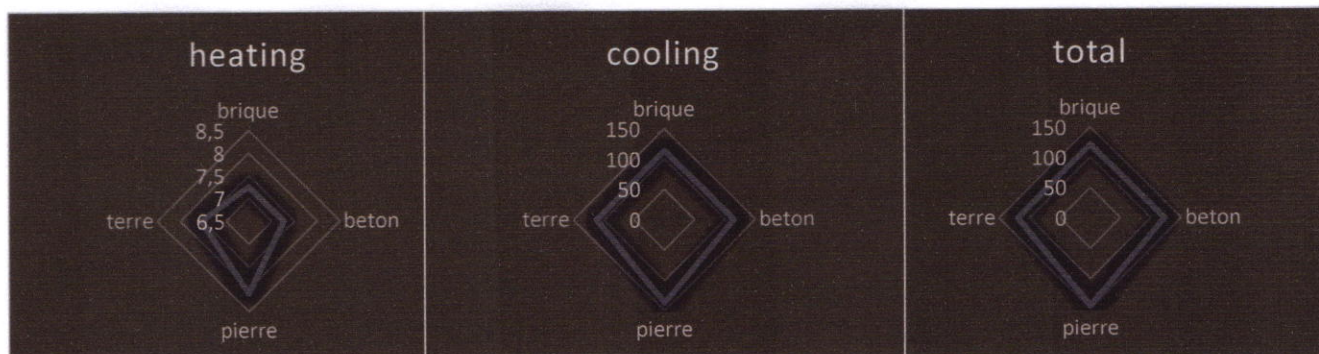


Figure 15 Radar de la consommation énergétique des différents matériaux (Source : auteur)

D'après la simulation fait à l'aide de l'ECOTECT, on trouve que la terre est le matériau avec lequel on trouve les basses consommations en énergie que ce soit pour le chauffage, la climatisation ou au total, donc c'est le choix optimal.

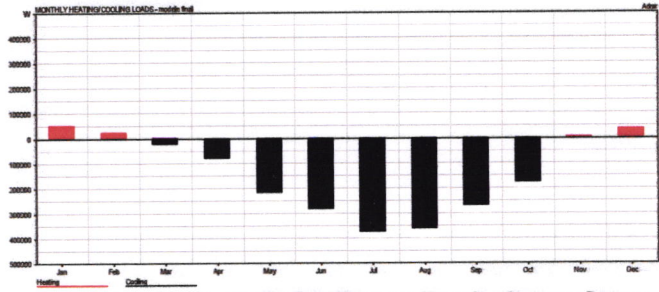


Figure 16 Besoin de chauffage et climatisation pendant l'année à Timimoun en utilisant la Terre. (Source : ECOTECT 2011)

- Au deuxième lieu, on utilise un isolant (polystyrène expansé) d'une épaisseur qui varie entre 2.5 cm et 10 cm avec un intervalle de 2.5cm. . Les résultats des quatre simulations faites sont présentés dans le tableau suivant :

	é=2.5cm	é=5cm	é=7.5cm	é=10cm
heating	7.407	7.34	7.315	7.176
cooling	108.205	109.478	110.445	111.473
total	115.613	116.817	117.76	118.649

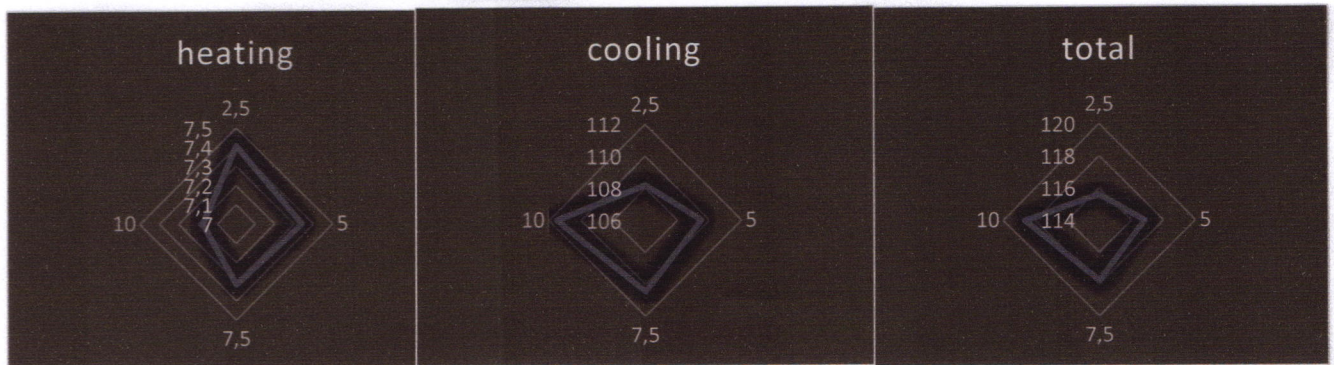


Figure 17 Radar de la consommation énergétique des différentes épaisseurs d'isolant (Source : auteur)

Avec l'utilisation de l'isolant, on notice que :

- l'épaisseur de 2.5 cm est la meilleure pour la climatisation ainsi que pour le total en consommation
- l'épaisseur d 7.5 cm est bien pour la basse consommation en chauffage.

Donc le choix optimal est un isolant en polystyrène expansé avec une épaisseur de 2.5 cm.

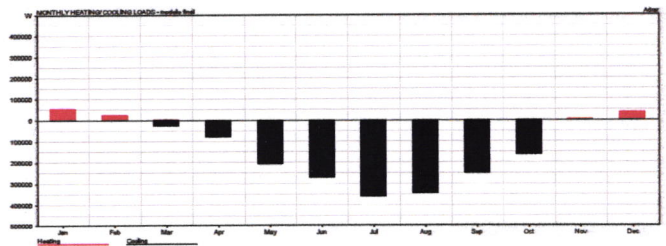


Figure 18 Besoin de chauffage et climatisation pendant l'année à Timimoun en utilisant un isolant d'une épaisseur de 2.5cm (Source : ECOTECT 2011)

La forme :

On travaille le coefficient de la forme ($Cf = S/V_{2/3}$) avec plusieurs valeur de ce dernier. C'est pour cela, on fixe la hauteur (4m) et on change les autres dimensions de notre model afin d'atteindre Cf égale à : 1.3 / 1.2 / 1.9 / 3 / 4.9. les résultats des cinq simulations faites sont présentés dans le tableau suivant :

	Cf = 1.3	Cf = 1.2	Cf = 1.9	Cf = 3	Cf = 4.9
heating	8.984	8.796	7.334	6.64	6.181
cooling	138.794	134.128	106.991	97.078	93.967
total	147.777	142.924	114.325	103.718	100.148

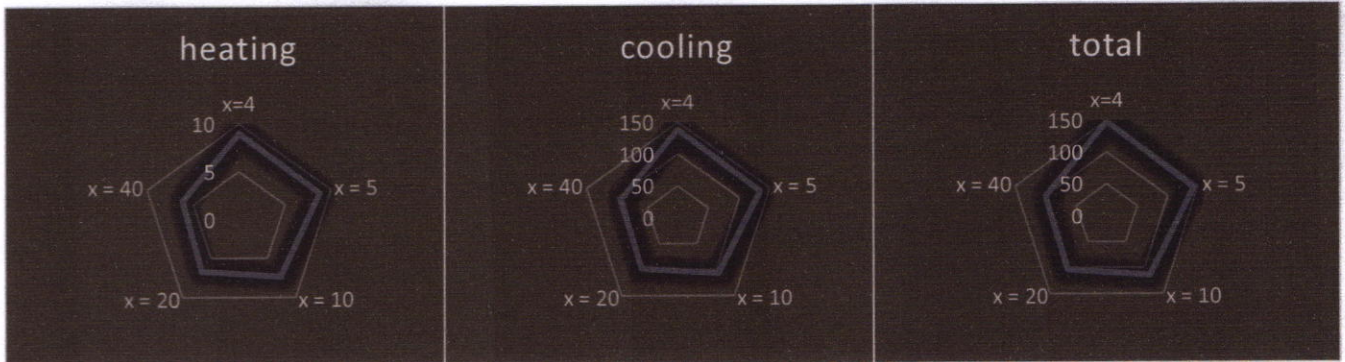


Figure 19 Radar de la consommation énergétique selon les différentes formes (Source : auteur)

D'après la simulation fait à l'aide de l'ECOTECT, on trouve qu'avec un grand Cf ($Cf=4.9$) qu'on obtient la consommation minimale pour le chauffage, la climatisation ainsi que pour le total.

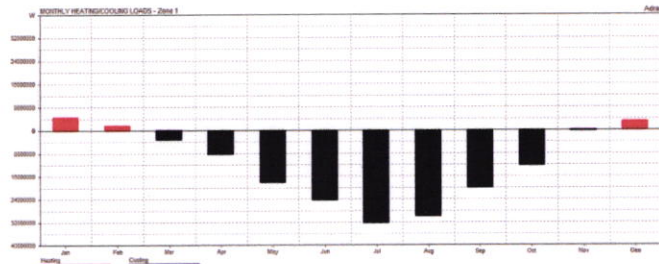


Figure 20 Besoin de chauffage et climatisation pendant l'année à Timimounpour Cf=1 (Source : ECOTECT 2011)

Le patio :

On change les dimensions de notre model par les valeurs : 4*16*16, on simule le model sans et avec patio de 46 m3 de plusieurs configurations :

- Carré.
- Rectangle de 2*4*8 allongé sur l'axe N/S.
- Rectangle de 2*4*8 allongé sur l'axe E/O.



Les résultats des quatre simulations faites sont présentés dans le tableau suivant :

	0	carée	re E/O	re N-S
heating	6.306	6.873	8.782	6.589
cooling	150.891	199.311	188.635	93.261
total	157.197	206.184	197.417	99.85

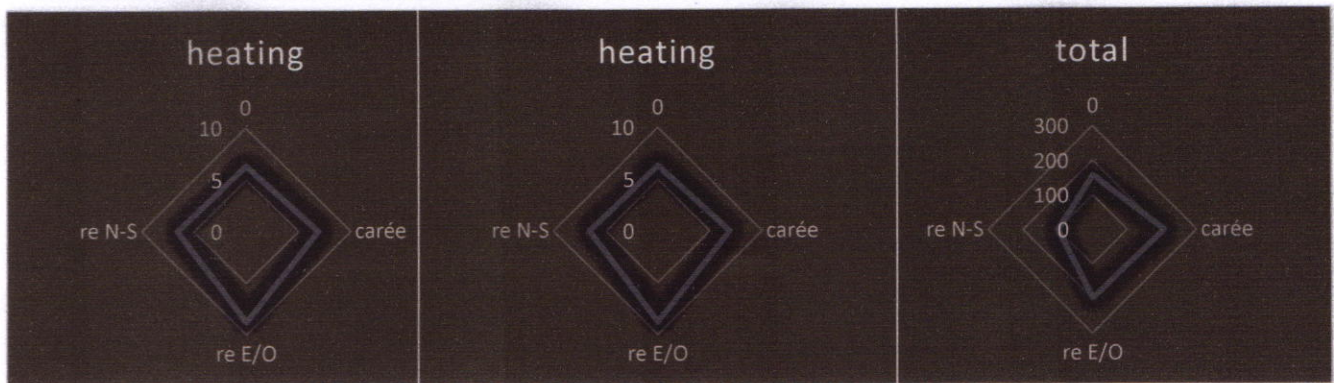


Figure 21 Radar de la consommation énergétique selon l'absence, présence et typologie de patio (Source : auteur)

D'après la simulation fait à l'aide de l'ECOTECT, on trouve que :

- Avec l'absence du patio on obtient la consommation minimale en énergie pour le chauffage.
- Avec la présence d'un patio en forme rectangulaire et qui est allongé sur l'axe Nord-Sud qu'in obtient la consommation minimale d'énergie pour la climatisation ainsi que pour le total de consommation.

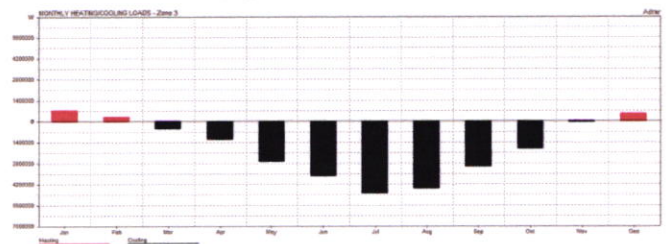


Figure 22 Besoin de chauffage et climatisation pendant l'année à Timimoun avec la présence d'un patio rectangulaire allongé sur l'axe N/S (Source : ECOTECT 2011)

Donc le choix optimal est l'utilisation d'un patio d'une forme rectangulaire allongé sur l'axe Nord-Sud.

4.3 Conclusion :

Le bâtiment est considéré comme un secteur économique clé, fortement consommateur d'énergie. On constate que la climatisation et le chauffage consomment une portion non négligeable en matière d'énergie. Pour une meilleure efficacité énergétique du projet construit et selon les résultats du test qu'on a déjà montré et qu'on a résumés dans la figure ci-dessous.

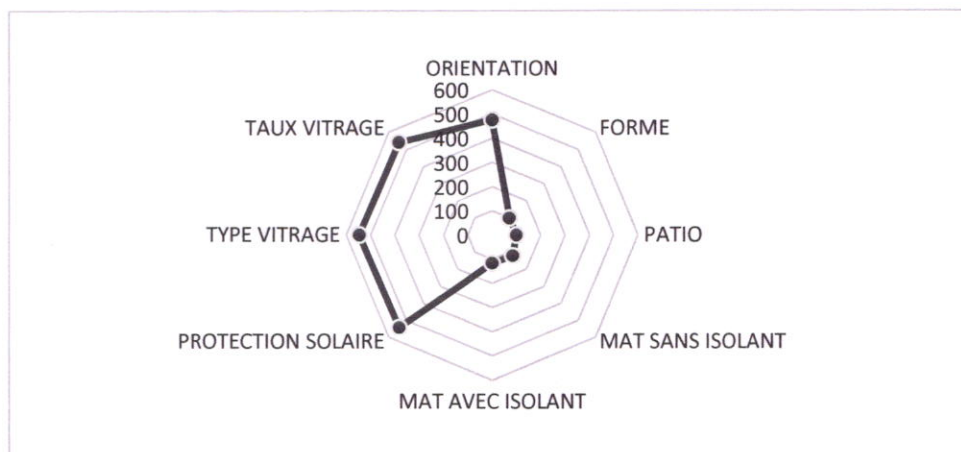


Figure 23 Comparaison de l'impact des dispositifs architecturaux sur la performance énergétique (Source : auteur)

A partir de l'analyse effectuée, il s'avère essentiel que lors du processus de la conception on prend en considération :

1. Utilisation d'un patio d'une forme rectangulaire orientée Nord – Sud,
2. Un bâtiment compact,
3. Un choix de matériau porté sur la terre,
4. Orientation Sud,
5. Utilisations des protections solaires de tous types,
6. Vitrage de type double U=3

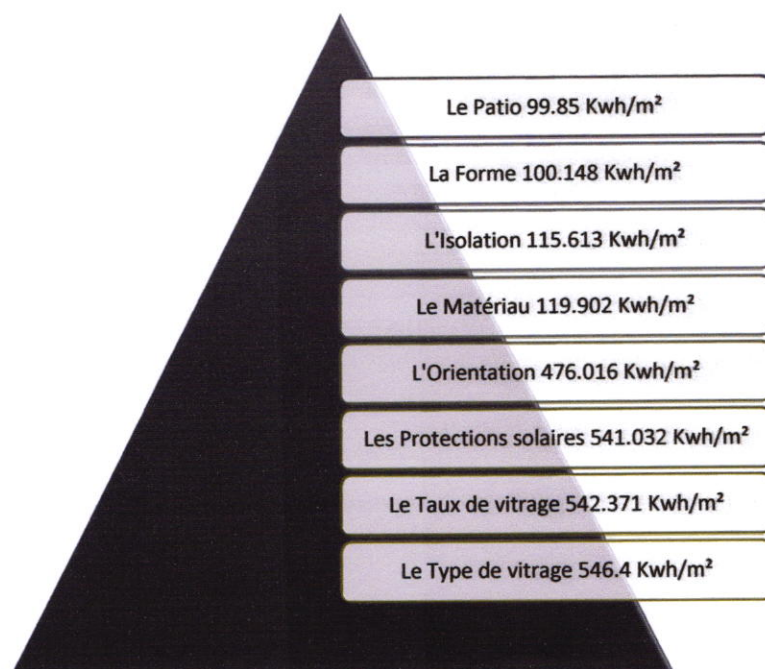


Figure 24 Classification des indicateurs
(Source : auteur)

5. Recherche thématique et analyse des exemples :

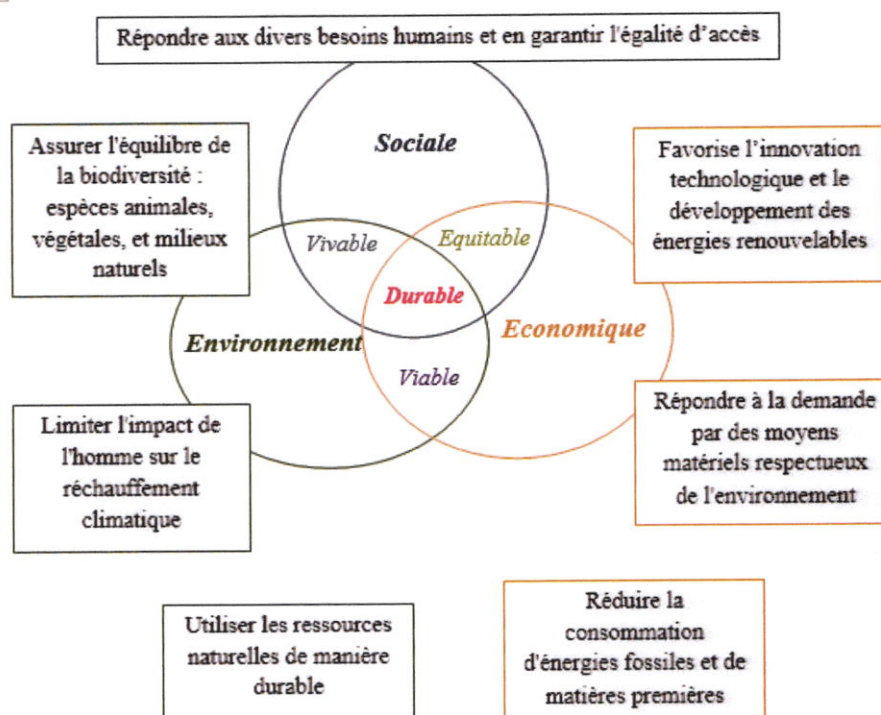
L'Algérie dispose d'une variété de potentialités dont la valorisation peut donner naissance à une industrie touristique étendue et prospère, ces potentialités résident dans la beauté et la diversité des paysages de territoire Algérien (Sahara, montagnes, mer). Le potentiel touristique de l'Algérie est diversifié avec ses sites naturelles et son patrimoine culturel, aussi bien que son archéologie.

La ville de Timimoune est l'une des villes les plus prisées dans le sud algérien. Une ville qui présente tous les potentiels nécessaires pour mieux interpréter son identité culturelle, historique et naturelle à travers un tourisme qui met tous ces capacités pour réussir cet objectif.

Une construction touristique a besoin d'un personnel qualifié et compétent dont une école d'hôtellerie et de tourisme peut offrir. Alors notre étude ne va pas focaliser seulement sur le tourisme et l'hôtellerie.

5.1 Le développement durable :

C'est un développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs besoins²⁴.



5.2 Le tourisme durable :

Développer le tourisme était donc un moyen pour le pays de faire connaître son histoire ; ses traditions, sa culture d'une part, et d'autre part un facteur de développement économique.

Selon l'OMT²⁵, On peut définir le tourisme durable comme un développement touristique qui satisfait les besoins actuels des touristes et des régions d'accueil, tout en protégeant et en améliorant les perspectives pour l'avenir.

²⁴ Rapport Brundtland, 1987

²⁵ Organisation Mondiale du Tourisme, dont le siège est à Madrid, est un organisme intergouvernemental auquel les Nations Unies ont confié la promotion et le développement du tourisme. Par le tourisme, l'OMT vise à

C'est une nouvelle stratégie qui sert à exploiter et protéger les ressources naturelles disponibles, ainsi que l'environnement dans la perspective d'une croissance économique saine, continue et durable, tout en préservant notre patrimoine culturel hérité des ancêtres.

5.3 L'écotourisme :

L'écotourisme (ou tourisme vert) est défini par 'The International Ecotourism Society' (TIES)²⁶ comme « un voyage responsable dans les espaces naturels, qui préserve l'environnement et améliore le bien-être des populations locales. »

C'est une forme de tourisme durable centrée sur l'écologie urbaine, la sensibilisation des visiteurs tout en impliquant les communautés locales, en leur faisant prendre conscience de l'importance du capital naturel et culturel de leur environnement. Cela signifie, d'après TIES, que ceux qui participent aux activités d'écotourisme devraient suivre les principes suivants :

- Minimiser l'impact en portant attention à son empreinte écologique
- Développer une conscience et un respect envers l'environnement et la culture
- Fournir des expériences positives tant pour des visiteurs que pour des hôtes
- Fournir des avantages financiers directs pour la conservation et pour les populations locales.

5.3.1 Les caractéristiques de l'écotourisme ²⁷:

- L'écotourisme réunit toutes les formes de tourisme axées sur la nature et les cultures traditionnelles qui règnent dans les zones naturelles
- Il comporte une part d'éducation et d'interprétation.
- Il est généralement organisé par des petites entreprises ou des opérateurs étrangers.
- L'écotourisme s'accompagne de retombées négatives limitées sur l'environnement naturel et socioculturel.
- Il favorise la protection des zones naturelles ; en faisant davantage prendre conscience aux habitants du pays comme aux touristes de la nécessité de préserver le capital naturel et culturel.

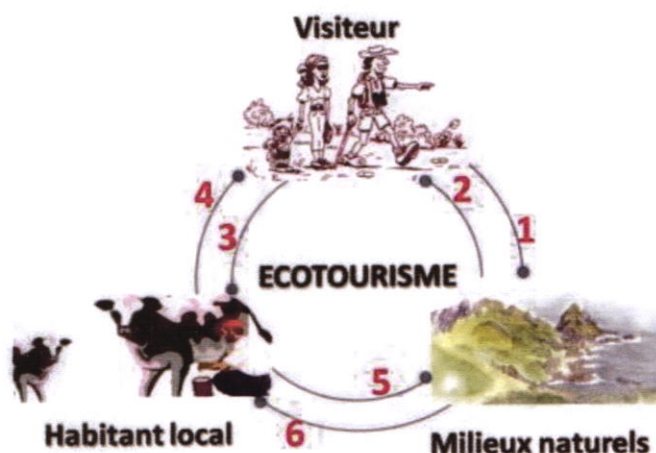
stimuler la croissance économique et la création d'emplois, à encourager la protection de l'environnement et du patrimoine des destinations et à favoriser la paix et l'entente entre toutes les nations du monde(...).

²⁶ TIES est un programme du Tourisme International Collectif, c'est une organisation à but non lucratif fondée en 1990 consacrée à la promotion de l'écotourisme. TIES a été précurseur du développement de l'écotourisme, fournissant des directives et des normes, des formations, de l'aide technique et des ressources éducatives. L'Organisation est la principale à l'international dans le domaine des voyages et du tourisme. Elle sert de tribune mondiale pour les questions de politique touristique et est une source de connaissances spécialisées.

²⁷ Selon l'OMT, 2002

5.3.2 Les composants de l'écotourisme :

Le schéma ci-après définit les différentes relations entre les trois composantes de l'écotourisme, telles connues par l'AMEPN²⁸ :



- 1- Le visiteur profite de la nature sans les toucher ni tenter de les modifier.
- 2- La nature attire le visiteur continue à offrir les beaux paysages.
- 3- Le visiteur respecte les traditions locales contribue au développement socio-économique de société locale.
- 4 L'habitant local offre les services d'hébergement, de restauration, d'interprétation au visiteur.
- 5- La population locale exploite rationnellement les ressources naturelles locales.
- 6- La nature continue à offrir durablement à la population locale les ressources naturelles².

5.4 Ecole supérieure de tourisme :

Définition d'une école de tourisme :

Ecole : Le mot école vient du latin *schola*, signifiant « loisir consacré à l'étude » lui-même provenant du grec *scholè* « le loisir ».

Ecole supérieure : établissement d'enseignement de haut niveau destiné à former –après avoir recruté sur concours– des étudiants destinés à occuper des postes de responsabilité.

Tourisme : Ensemble des activités, des techniques mises en œuvre pour les voyages et les séjours d'agrément. (LAROUSSE).

Ecole supérieure de tourisme :

C'est un établissement d'enseignement supérieur qui a pour vocation de former des professionnels dans le domaine du tourisme, de l'hôtellerie et de la restauration, qui vont répondre aux besoins de la clientèle dans le domaine de l'accueil, de l'hébergement, la gestion touristique et tous les autres services émergents²⁹.

La formation touristique dans le monde :

Marcus Gavius Apicius cuisinier de l'empereur Tibère fonde une école de cuisine au 1er siècle A pr J.C. De la période romaine jusqu'au 16ème siècle, plusieurs écoles de cuisine vont ouvrir près des tavernes et des a berges, un développement engendré par la croissance du commerce et du transport (Routes et voies fluviales).

A la fin du 17ème siècle des écoles de restauration sont fondées, et c'est à cette époque que furent construits les premiers hôtels et pensions de famille sur la côte Normande en France.

A la fin du 19ème siècle de grands hôtels de luxe sont construits, entraînant une concurrence et une à amélioration des normes, d'où l'apparition des écoles hôtelières dont la première fut celle de Lausanne En Suisse construite en 1893.

²⁸ Association marocaine pour l'écotourisme et la protection de la nature

²⁹ Définition De Enseignement - Concept Et Sens [Http://Lesdefinitions.Fr/Enseignement#ixzz2egwuw9pv](http://Lesdefinitions.Fr/Enseignement#ixzz2egwuw9pv)

Au 20ème siècle le développement technologique des industries hôtelières et touristiques avec une demande de plus en plus accrue pour un personnel compétent et dynamique.

La formation touristique en Algérie :

Le processus de la mise en place d'une « Carte de la Formation du Secteur du Tourisme » traduit la volonté d'étudier les meilleurs voies et moyens susceptibles d'adapter l'offre nationale de formation dans les métiers et professions du tourisme aux exigences du développement du secteur, dont le « Schéma Directeur d'Aménagement Touristique » (SDAT) a tracé les grandes orientations. Adopté par les pouvoirs publics en mars 2008, le « Schéma Directeur d'Aménagement Touristique » (SDAT) constitue le cadre stratégique de référence pour la politique touristique de l'Algérie. À sa faveur l'État :

- Affiche sa vision du développement touristique national à court, moyen et long termes, dans le cadre du développement durable,
- Définit les instruments de sa mise en œuvre.

Fonctions mères pour une école de tourisme et d'hôtellerie :

Comme tous les établissements d'enseignement, l'école de tourisme comporte quatre fonctions mères :

- L'enseignement : composante majeure des n'importe quelles institutions éducatives.
- La recherche : centres de documentations et espaces utilisés pour la recherche personnelle.
- L'Echange : permet d'interagir avec d'autres institutions et de découvrir de nouvelles expériences.
- Fonction de support non enseignement/étude : secteurs communs et les services d'assistance d'étudiant et du personnel.

Enseignement

• C'est la fonction principale pour une école, elle a pour objectif d'accorder une image d'ensemble à tout l'ensemble universitaire. Introduire l'enseignement général et spécialisé (amphithéâtres, salle de cours...)

Recherche

• Considérée comme la seconde fonction pour une école du tourisme, elle consolide la fonction enseignement. (Bibliothèques, laboratoires...)

Echange

• Elle permet de découvrir d'autres expériences et d'échanger différentes idées (salle de conférence, espace de détente, etc.).

Fonctions secondaires d'une école de tourisme et d'hôtellerie:

Avec l'évolution des besoins, d'autres fonctions d'accompagnement sont apparues dans le secteur de l'enseignement supérieur et devenu un véritable facteur de développement socio-culturel et économique. On se soucie de rendre agréable la vie étudiante, et de placer les établissements d'enseignement supérieur au cœur de la recherche scientifique et de l'innovation.

Hébergement	• Résidence, Il est important de préciser pour qui on devrait fournir des résidences universitaires standard.
Loisir	• Adaptation résidentielle attractive, salles de sport, radio, théâtre, salle de jeux...etc. « l'école devient un second foyer ».
Annexes	• Restauration et secteurs communs, administration, infirmerie...Etc. .

Evolution des besoins et des exigences :

- L'accès Pour Des Etudiants Handicapés : Des étudiants avec des handicaps physiques devraient être intégrés dans l'organisme d'étudiant principal.
- La Santé, Et La Sécurité : la Sécurité et la santé physique sont des questions délicates à prendre en considération autant pour les étudiants que pour le personnel.
- Croissance de la demande : Les cours sont livrés de différentes façons (par la technologie de l'information, par des programmes d'étude individualisés et des paquets.
- Intégrer l'institution dans son environnement : Avec l'augmentation des nombres d'étudiant, des régions et des villes ont besoin de leurs propres universités, Bien que les sites vierges ne soient plus désirables, il est généralement accepté que les centres villes peuvent être aussi entassés pour prendre des nouvelles universités entières, ayant tous à proximité.

Analyse des exemples :

Pour mieux cerner des projets d'école d'hôtellerie et de tourisme, nous allons analyser deux projets qui sont :

- ESHRA (Ecole Supérieure d'Hôtellerie et de Restauration Algériennes) ;
- Ksar Tafielt.

Projet : école hôtelière.

Pays : Algérie

Ville : Ainbenian

Adresse : Route Nationale N°11 - 16202

Ain Benian – Alger, Algérie

Surface du terrain : 15H

Date de réalisation : 22mois

Cout de réalisation : 13,3 milliards DA

Programme : 3 pôles :

Pédagogique

Hébergement

Les sports et loisirs

Gabarit : R, R+1, R+3

Situation :

L'école est située au bord de mer, à 15 Km à l'Ouest du centre d'Alger. L'école est implantée sur une assiette de 15 ha et une superficie bâties de 86836 m².

Le site est partagée en trois zones :

Zone académique

Zone d'hébergement

Zone pour les sports et loisirs

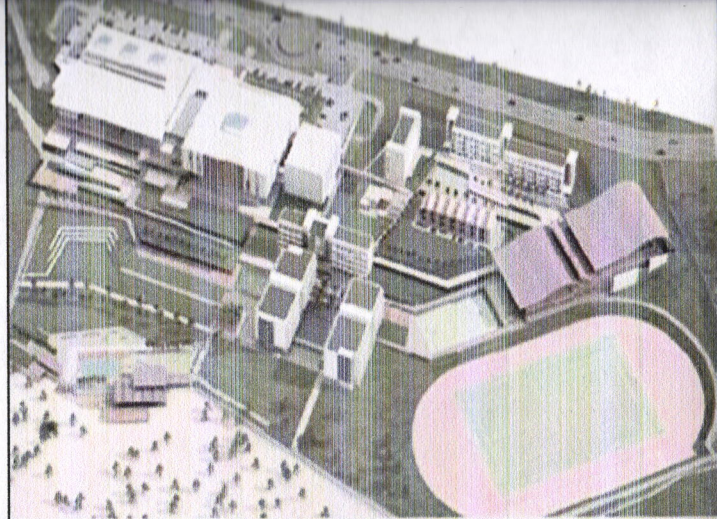


Figure 25 ESHRA

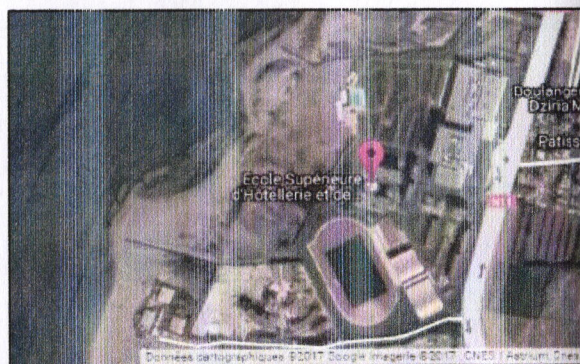
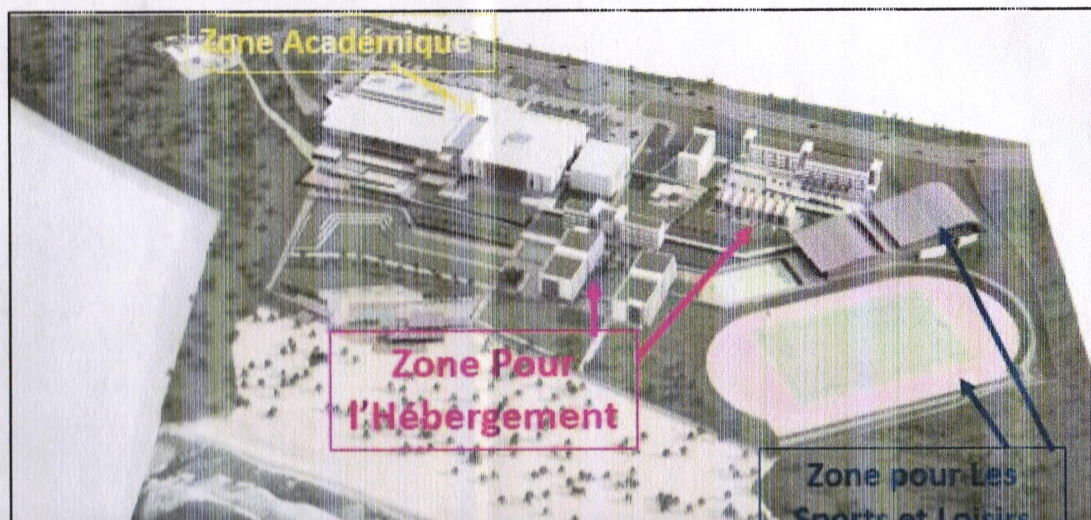
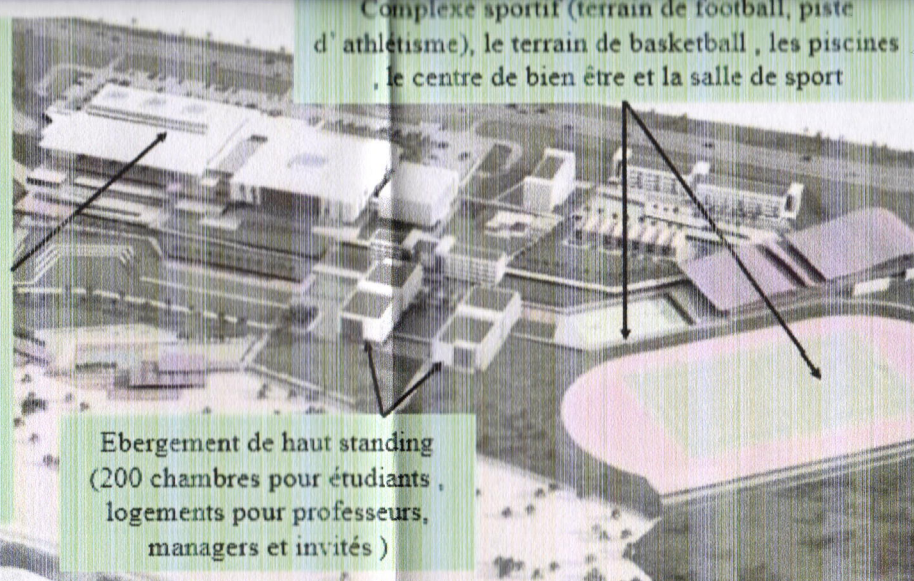


Figure 26 Situation de l'école



Administration,
Salle des cours
(6-63 élevé),
Amphithéâtre
(250 place),
Laboratoire
d'informatique,
Bibliothèque,
Salle de banquet
modulable
(800 places),
Restaurants,
Restaurants
d'Application



Complexe sportif (terrain de football, piste
d'athlétisme), le terrain de basketball, les piscines
, le centre de bien être et la salle de sport

Ebergement de haut standing
(200 chambres pour étudiants,
logements pour professeurs,
managers et invités)



Figure 28 L'école est caractérisée par une architecture moderne



Figure 29 un jeu de volumes savamment agencé qui donne à l'école son style épuré et aéré ouvert sur des espaces verts et sur la méditerranée par ses gigantesque baies vitrées.

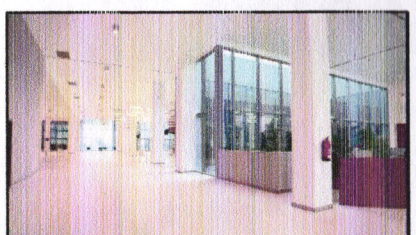


Figure 31 L'intérieur se caractérise par des portiques à grande portée garantissant des espaces dégagés.

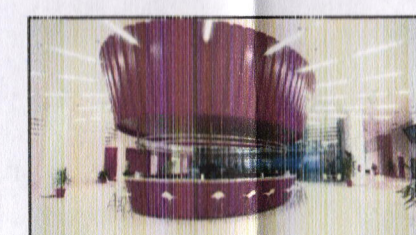


Figure 30 Le retour à un matériau noble comme le bois contribue à réchauffer l'atmosphère des lieux, met en relief le lobé central (le cœur de l'infrastructure) et crée un contraste avec la blancheur des murs, du plafond et du sol.

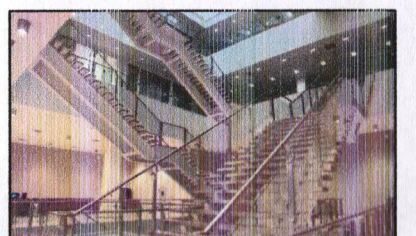


Figure 34 Un escalier monumental



Figure 33 La transparence des murs



Figure 32 Toutes les chambres

projet consiste à créer une nouvelle ville comme extension de l'ancien de Bénilsguen pour combler le manque de logements

- Superficie du terrain : 22,5 Ha
- Superficie résidentielle : 79 670,00 m²
- Nombre de logements : 870
- Début de réalisation : 13 Mars 1997
- Site naturel : terrain rocheux avec une pente de 12 à 15%
- Date d'achèvement : 2006
- Coût du logement : 8 700 DA / m² bâti.

La réinterprétation des éléments symboliques :

lelt est structuré, en référence aux anciens ksour, d'éléments de repère et de valeur symbolique mais souvent adaptés aux besoins de la société moderne



on



Figure 37: Entrée urbaine et tour (Bureau)

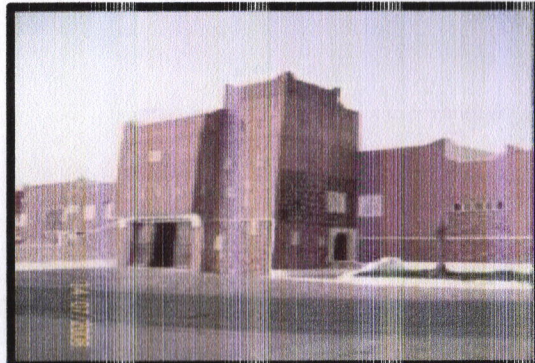


Figure 36: Le puits (source de vie)



Figure 35 : La limite urbaine

Adaptation à la vie contemporaine :

Malgré la référence aux principes traditionnels et la représentation des mêmes espaces, le ksar de Tafilalet offre une vision sociale et une appropriation spatiale très contemporaine et moderne par : l'intégration de la voiture, selon une gestion appropriée pour éviter l'inconfort sonore ou la pollution ; l'intégration de la cour, fait nouveau dans la typologie ksourienne, pour augmenter la lumière naturelle dans les espaces bâtis ; L'intégration de la technologie dans les ménages

minimal,



Figure 38: La voiture intègre le ksar

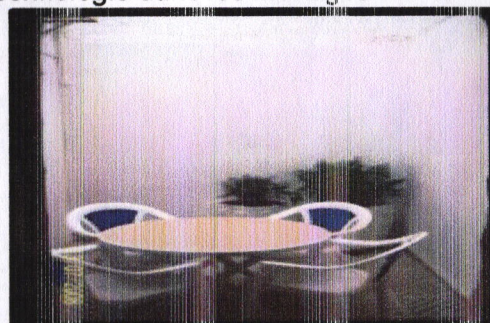


Figure 40: La cour, espace nouveau

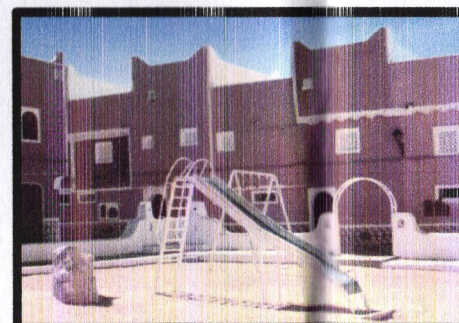


Figure 39: aire de jeux pour les enfants

est organisée selon un système viarie à géométrie rectiligne, un profil moins étroit (4.50 m) que les rues des anciens ksour pour les exigences de la modernité (la voiture), profondes et se coupent à angle droit. Les maisons occupant la totalité de la parcelle sont accolées autant que possible les unes aux autres, ce qui permet de réduire les surfaces exposées à l'ensoleillement, à l'exception de la façade principale et terrasse

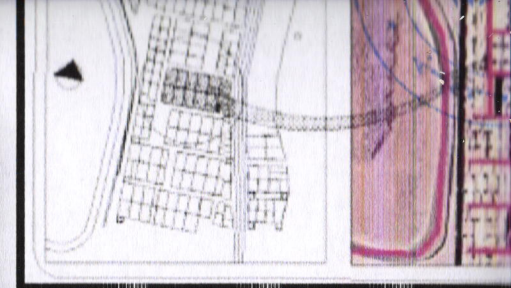


Figure 41: Le ksar de Tafilalet et son organisation

L'ensoleillement : L'analyse de l'ensoleillement du site de Tafilalet repose sur l'étude de la géométrie des rues. Au niveau de l'organisation générale, la structure viarie est de type hiérarchisée en échiquier (tracé régulier), où les rues sont orientées suivant deux directions principales (Est-ouest et Nord-sud) et classées en trois catégories :

* Les voies primaires de largeur moyenne de 9.50 m desservent le ksar avec l'extérieur par un prospect (H/L) de 0.89 ;

* Les voies secondaires ou de jonction de largeur moyenne de 5.80 m relient les voies primaires avec celles de desserte, présentent un prospect de 1.45 ;

* Les voies tertiaires ou de dessertes sont relativement plus étroites, elles varient entre 3.60 et 3.80 m pour des prospects de 2.35 à 2.22.

La ventilation naturelle : Le ksar de Tafilalet situé sur un plateau surplombant la vallée est exposé à toutes les directions du vent (figure 2) comparativement à la palmeraie qui en demeure très protégée, en raison de son comportement comme une brise vent efficace

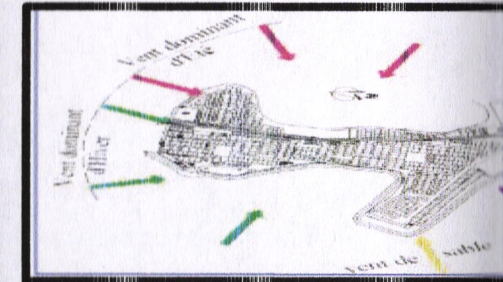


Figure 42: Le ksar de Tafilalet est soumis à toutes les directions de vents

L'organisation spatiale :

Dans la maison traditionnelle, les fonctions climatiques de ventilation, de protection, d'éclairage, sont subordonnées à la morphologie du patio, elles diffèrent entre le RDC et l'étage supérieur. L'éclairage des différentes pièces du rez-de-chaussée, entièrement clos, elles prennent jour sur le chebek dont l'éclairage est zénithal.

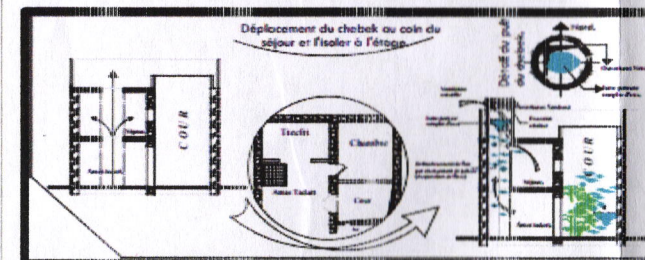


Figure 44: Superposition des chebek.

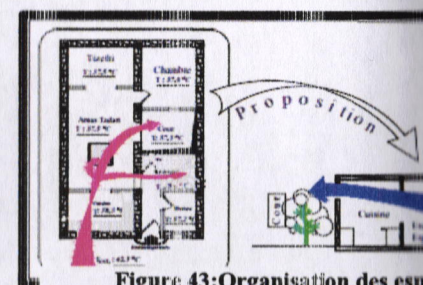


Figure 43: Organisation des espaces

6. Conclusion :

Nous pouvons dire que les techniques passives d'architecture bioclimatique peuvent constituer une bonne solution à la problématique énergétique dans le bâtiment et peuvent participer à l'amélioration du confort thermique intérieur en hiver comme en été. Cela grâce aux multiples avantages : Un choix judicieux de l'implantation, de l'orientation, de la forme et du compacité du bâti, des matériaux, des protections solaires et de la végétation plantée à proximité ou sur l'écran du bâti.

L'application des principes d'architecture bioclimatique peut réduire considérablement à la source les besoins pour le chauffage, le rafraîchissement et l'éclairage

Le choix judicieux du type de matériau peut avoir un grand impact sur le confort thermique intérieur, selon ses caractéristiques (inertie thermique, résistance,...) et par rapport aux paramètres climatique de la région dans laquelle le bâtiment est construit.

L'architecture bioclimatique est donc une conception qui consiste à chercher une adéquation entre la conception de l'enveloppe habitée, le climat et l'environnement dans lequel le bâtiment s'implante.

Avec la connaissance de ces outils naturels et passifs, on entame dans le chapitre suivant le projet architectural qu'on va construire à la ville de Timimoun.

CHAPITRE III :
PROJET
ARCHITECTURAL

III. LE PROJET ARCHITECTURAL

1. INTRODUCTION :

Timimoun est l'une des villes les plus prisées dans le sud algérien par les touristes. Qu'ils viennent de l'intérieur du pays ou de l'extérieur, les visiteurs ne peuvent se passer du charme de la ville qui accueille de grands événements en décembre et janvier. Le tourisme est le véritable poumon économique de cette perle du désert, c'est pour cela qu'on a besoin des infrastructures qui permettent un tourisme réussie.

Dans le but de construire un projet qui respecte l'environnement et qui est moins consommateur en énergie dans la ville de Timimoun, on commencera d'abord par présenter la ville et le site d'intervention, ses données climatique et météorologique.

En passons ensuite à établir l'analyse bioclimatique de l'aire d'étude pour faire sortir les recommandations par différents diagrammes. En fin, on entame notre projet.

2. Présentation du site d'intervention :

2.1 Situation du site :

Situation de la ville de Timimoun :

Timimoun est une commune de la wilaya d'Adrar, localisée dans le Sud-ouest du pays. Située entre le Grand Erg Occidental, au Nord, et le plateau du Tademaït, au Sud, elle est la principale oasis de la région du Gourara.

La ville domine la Sebka qui est l'ancien site de ce qui fut autrefois tantôt un fleuve, tantôt une étendue lacustre.

Ce bassin a reçu par phases successives de nombreux sédiments et est riche en fossiles et en hydrocarbures.

Timimoun est entourée d'un ensemble d'oasis qui bordent le Grand Erg Occidental. Ces oasis sont regroupées dans des sous-régions : il s'agit de Tinerkouk, Swani, Tagouzi, Aougrouit, Deldoul.

Le paysage est le même que les autres oasis du Gourara : un village qui surplombe la palmeraie et qui ouvre sur le bassin sédimentaire de la Sebka, offrant un magnifique panorama sur la partie méridionale du Grand Erg Occidental.

Situation du site d'intervention :

Le site d'intervention se situe au nord-est de la ville vers Ouled Moussa et tinerkouk.



Figure 47 Situation du site d'intervention par rapport à la ville (Source: Google Earth)

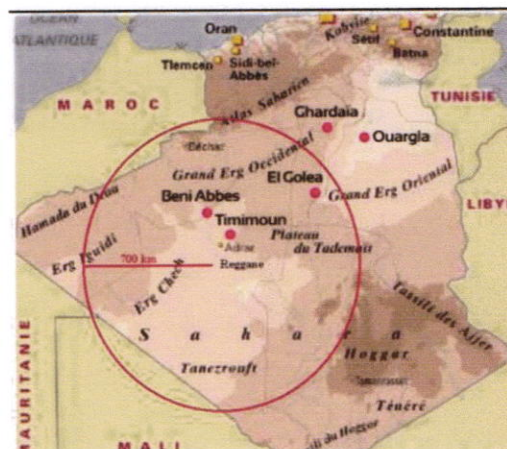


Figure 45 Situation de la ville de Timimoun sur carte (Source : Google maps)

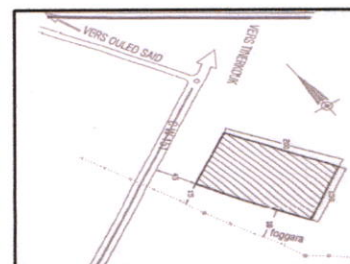


Figure 46 Situation du site sur carte (Source: Direction du Tourisme et de l'Artisanat de la wilaya d'ADRAR)

2.2 Environnement naturel :

Morphologie du site :

Le site se situe sur un terrain plat, il est d'une forme rectangulaire de dimension 200*150 m.



Figure 48 La forme du site (Source: Google Earth)

Climatologie de la ville de Timimoun :

L'analyse des différents paramètres climatologiques (la température, l'humidité, les précipitations, vitesse du vent) donne une idée précise sur le climat qui caractérise la région. L'ancrage bioclimatique de la région d'étude se situe dans les déserts chauds de la planète. Leur maximum d'extension se situe au niveau des deux tropiques. Ils se caractérisent par une déficience chronique des précipitations, généralement au-dessous de 200 mm/an, qui se répercute sur le type de végétation et le couvert végétal qui est soit lâche soit alors concentré sur l'écoulement préférentiel des eaux de pluies soit alors complètement absent.

Cette aridité climatique se détermine sur la base de la formule de Gaussen qui définit un mois sec celui où les précipitations en mm restent inférieures ou égales au double de la température exprimée en degrés centigrades $P \leq 2 T$. La succession de plusieurs mois secs définit une période sèche, qui va de 9 à 12 mois secs dans les régions désertiques. Notons, enfin, que les climats arides sont caractérisés par une très forte variabilité intra-annuelle et interannuelle.

La région de Timimoun est caractérisée par un climat saharien, pluie très faible et très irrégulière.

- Les données climatiques de la ville de Timimoun :

Afin de mieux caractériser le climat de Timimoun, il est utile d'analyser les différents paramètres qui le constituent, en interprétant les données météorologiques qui s'étalent sur une période de dix ans.

a. Température :

La région de Timimoun enregistre des écarts de températures considérables. En été les températures sont maximales jusqu'à 50°C (juin - juillet - août). En hiver les températures peuvent atteindre parfois les 0°C en décembre et janvier.

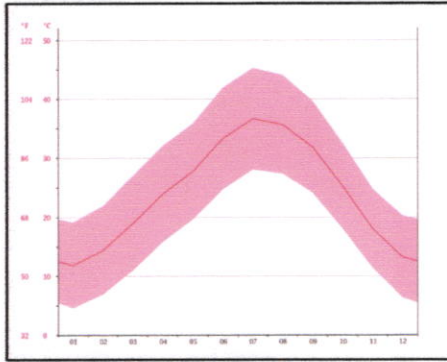


Figure 50 Valeur des températures moyennes, max et min mensuelles (Source: Climate-data.org)

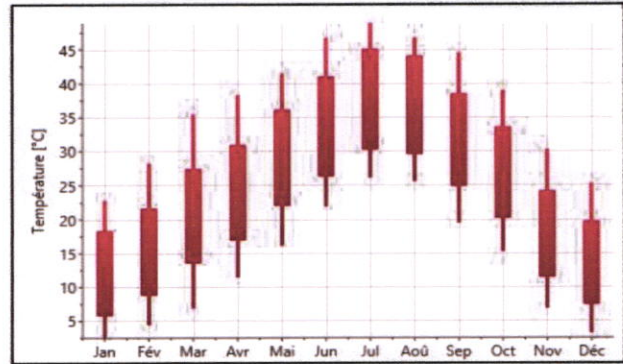


Figure 49 Valeur des températures moyennes mensuelles, min et max (Source: Météonorme)

La température moyenne annuelle pour un climat aride comme celui de Gourara n'a pas une grande signification. Les températures moyennes mensuelles sont plus explicites car elles renferment plus d'informations. La moyenne annuelle est de l'ordre de 25,98 °C.

Le climat est caractérisé donc par deux saisons : une saison froide relativement courte caractérisée par des nuits hivernales très froides qui s'étant d'octobre à avril, et une saison chaude qui s'étend du mois de mai jusqu'à septembre.

b. Les précipitations :

Selon DJAKAM (1993), la période pluvieuse est l'hiver. Les précipitations ne sont pas importantes et n'ont aucune influence sur le régime hydrique des nappes drainées à faible profondeur par les foggaras. Généralement les précipitations sont irrégulières et très rare.

Parmi les localités les moins arrosées du Sahara, figurent celle du Sahara central, Timimoun, Adrar, Aoulef, In Salah et Djanet qui ne reçoivent que moins de 20 mm en moyenne (DUBOST, 2002).

Par définition c'est la quantité d'eau recueillie dans un pluviomètre pendant les 24 heures quelques soit l'origine de cette eau (pluie, neige,... etc.). La faiblesse de la pluviosité est le caractère fondamental des régions Saharienne.

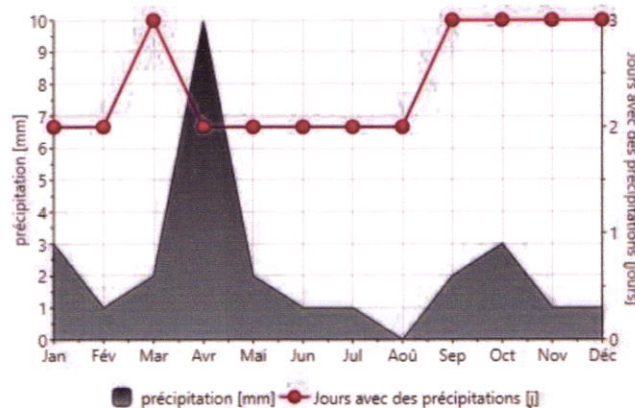


Figure 51 Variation des précipitations mensuelles (Source: Météonorme)

Suivant la figure 48 nous pouvons constater que la région d'étude est caractérisée par deux périodes bien distinctes. La période la plus courte, c'est-à-dire celle relativement pluvieuse, dont le mois le plus pluvieux est celui de Avril, tandis que la période la plus longue (période sèche) s'étale sur le reste de l'année dont le mois le plus sec est celui de Aout.

c. L'humidité relative :

L'humidité relative de l'air est le rapport entre la teneur réelle de l'air en vapeur d'eau et la teneur d'un air saturé à la même température (OZENDA, 1978).

Certaines espèces sont très sensible aux variations d'humidité relative, celle-ci peut changer leur comportement (DAJOZ, 1974).

A Timimoun, l'humidité relative de l'air est variable d'une saison à l'autre et même au cours d'une même journée.

mois	Janv.	février	mars	avril	mai	juin	juill.	aout	septe	Octobre	novem	décem	Moyen
H (%)	37.9	31.2	25.7	21.35	19.75	16.2	21.7	29.2	21.7	29.2	36.2	43.9	26.2

Tableau 1 L'humidité Moyenne mensuelle de la ville de Timimoun

	Janv.	Févr.	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	Sept.	Octo.	Nove.	Décem.
max	45	36	24	22	18	13	11	18	21	26	37	46
min	21	17	12	11	11	10	10	10	12	15	19	23

Tableau 2 l'humidité Relative max et min de la ville de Timimoun

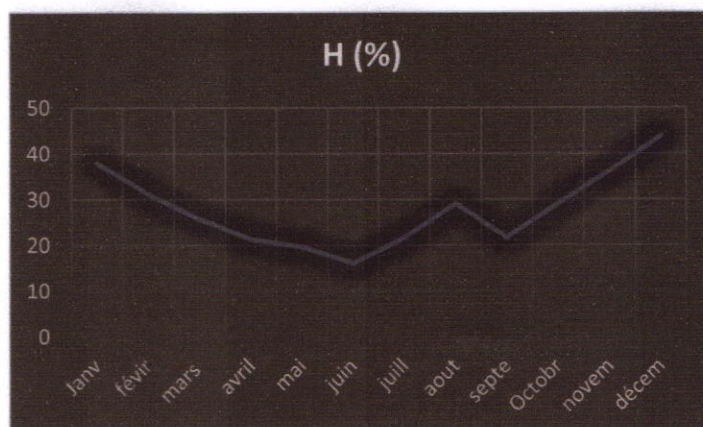


Figure 52 L'Humidité relative moyenne de l'air (Source: Wunderground)

A partir de la figure 49 et des résultats enregistrés dans les tableaux précédents, nous constatons que l'humidité atmosphérique maximum est celle d'hiver qui atteint 43.9 % le mois du décembre, cependant elle atteint son minimum en été avec 14.4 % le mois du juillet.

On constate donc un taux d'humidité inférieur à 50% durant toute l'année, cela nous renseigne sur l'aridité extrême de l'atmosphère, ce qui augmente l'évapotranspiration, et donc un besoin d'eau des végétaux.

d. Les vents :

- La vitesse des vents :

En Algérie, les valeurs de la vitesse du vent, enregistrées généralement à des hauteurs manométriques égales à 10 mètres du sol, sont comprises entre 1 et 5.5 m/s. Ces dernières passent de 1 à 7 m/s, à 25 mètres du sol. Les régions les plus ventées sont situées au sud soit aux environs d'Adrar (KASBADJI, 1999)

Le vent un des éléments les plus caractéristiques de la région de Timimoun, on note que les vents sont très fréquents durant toute l'année, c'est durant la saison du printemps (Mars – Avril) que se manifestent violemment les tempêtes de sable.

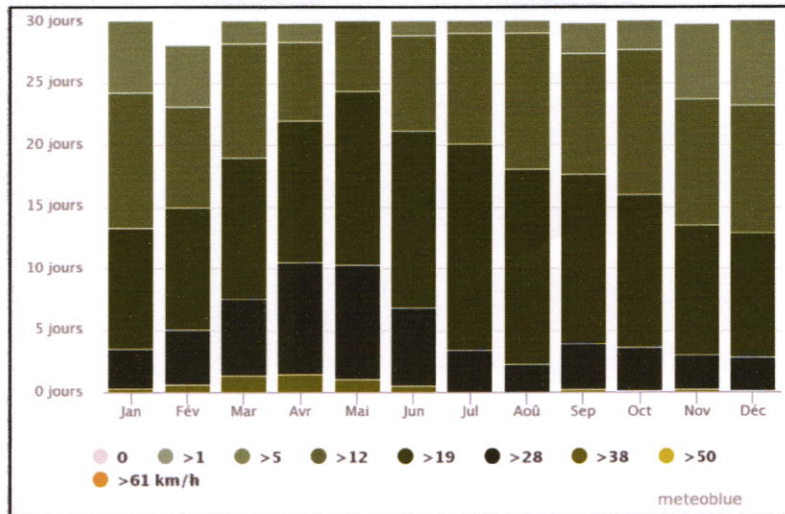


Figure 53 La vitesse des vents dans la région de Timimoun
(Source: Météonorme)

Dans la région de Timimoun, les vitesses enregistrées caractérisée par une vitesse variée entre 12 Km/h et 38 Km/h.

- La fréquence des vents :

Direction	Nord	Nord-Est	Est	Sud-Est	Sud	Sud-Ouest	Ouest	Nord-Ouest
Fréquence%	18	27	17	8	8	9	8	5

Tableau 3 Les moyennes des fréquences des vents selon les huit directions (2007-2017)
(Source : WoFrance.fr)

Dans la région de Gourara, la fréquence du vent est très grande et cela durant toute l'année. 6% des vents ont une vitesse inférieure à 0,001m/s (vents calmes), cette fréquence est calculée selon les huit directions qui sont représentées sur le tableau.

Les vents de direction Nord-est sont généralement les plus dominants avec une fréquence équivalente à 27% (Figure 51).

Dans la période Janvier-Juin, les vents dominants sont l'est et nord-est ces vents caractérisés par des températures un peu frais que celle de la période estivale.

Le mois de Septembre est caractérisé par des vents chauds entre 24 et 38 °C alors que la température est plus faibles 0 – 20 °C pour le mois de Décembre.

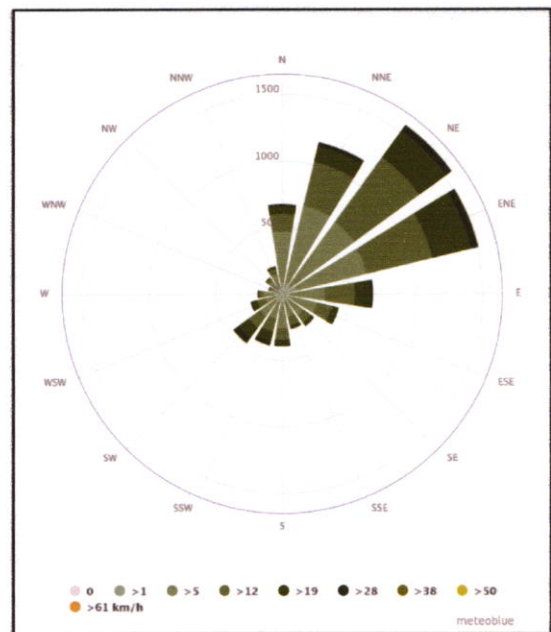


Figure 54 Rose des vents de Timimoun (la période 2007-2017)
(Source: Météoblure)

e. Insolation :

A partir de ces données climatiques nous constatons que les mois de Janvier et Décembre présentent une durée d'ensellement la moins importante (en moyenne 10 heures par jour), tandis que les mois de Juin et Juillet sont les mois les plus ensoleillés de l'année (en moyenne de 14 heures par jour).

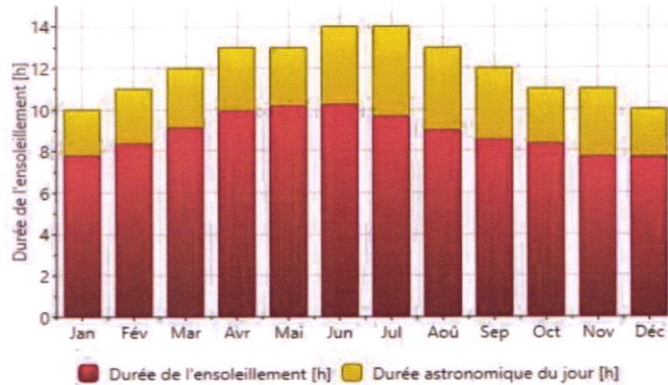


Figure 55 Durée mensuelle d'insolation à Timimoun (Source: Météonorme)

Ainsi, la durée d'ensoleillement enregistrée, nous indique l'importance du rayonnement solaire direct dans la région de Timimoun. Cette présence marquée tout au long de l'année doit être prise en considération lors de la conception architecturale afin d'empêcher d'éventuels problèmes de surchauffe. Aussi cette énergie peut être considérer comme source d'énergie gratuite.

Ces conditions climatiques rigoureuses, consacrent une grande partie de la consommation énergétique aux seuls fins de la climatisation, afin de maintenir les occupants des bâtiments dans le confort thermique pendant les périodes chaudes qui occupent une grande partie de l'année.

2.3 L'analyse bioclimatique :

Conditions environnementales du confort thermique :

Pour déterminer la température de confort intérieur (la température neutre), qui délimite la gamme de confort adaptatif dans la région de Timimoun, on a utilisé le modèle de confort adaptatif d'ASHRAE standard-55 (2004). Ce dernier permet de calculer la température de confort (Tconf) dans les bâtiments à ventilation naturelle en fonction de la moyenne mensuelle de la température extérieure (T_{a, out}) suivant la formule :

$$T_{conf} = 0.31 * T_{a, out} + 17.8$$

Donc, la température de confort (les conditions de confort thermique intérieur) pour cette région durant les différents mois de l'année est indiquée dans le tableau suivant :

		Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sépt.	Oct.	Nov.	Déc.
la température extérieure moyenne	Tmed (C°)	12.9	16.1	21.4	24.9	30.5	34.7	38.2	37.3	32.6	27.5	18.7	14.3
D'après ASHARE standart-55 (2004) 90% d'acceptabilité	Tc min (C°)	19.47	20.46	22.16	23.2	24.7	26.36	27.58	27.26	25.51	24	20.4	19.87
	Tc moy (C°)	21.87	22.88	24.59	25.6	27.37	26.6	29.75	29.48	28	26.42	22.85	22.26
	Tc max (C°)	24.25	24.23	26.95	28	29.72	31.2	32.45	32.21	30.35	28.88	25.26	24.71

Tableau 4 Limites de la température de confort adaptatif de la région de Timimoun (source : auteur)

Sur la base d'une évaluation préliminaire du **Tableau 4**, la température de confort adaptatif (la température neutre) avec 90 % d'acceptabilité pour la région de Timimoun est comprise entre 19.4 °C et 24.2 °C en hiver, alors qu'elle situe entre 26.3 °C et 32.2°C en été.

Par conséquent, les températures moyennes extérieures des mois d'hiver, de même que les mois d'été se situent en dehors des limites thermiques d'acceptabilité (gamme de confort). Cela exige une conception architecturale performante des bâtiments pour atteindre le confort thermique acceptable des occupants. Cet objectif nécessite des stratégies conceptuelles pertinentes, ceci représente la préoccupation de la sous-section suivant.

La méthode de Szokolay :

C'est une nouvelle méthode qui est un peu différente aux méthodes connu (Givoni surtout). Szokolay a développé un concept indépendant de l'endroit et de ses occupants.

Cette méthode [Szokolay S.V., 1979, p.263] consiste à établir la zone neutre de confort ainsi que les différentes zones de contrôle potentiel avec plus d'exactitude (par rapport à la méthode de Givoni) selon les données climatiques propres à la région concernée (figure 52). Ces zones élaborées par Szokolay ne sont pas fixes contrairement à celles de Givoni.

Elles sont positionnées sur le diagramme psychrométrique à travers la température neutre (Tn), qui est en relation avec la température moyenne extérieure (Tm) par l'équation suivante :

$$T_n = 17,6 + (0,31 \times T_m)$$

Le diagramme appliqué à Timimoun indique que la majeure partie de l'année se situe en dehors de la zone de confort (**Figure 53**).

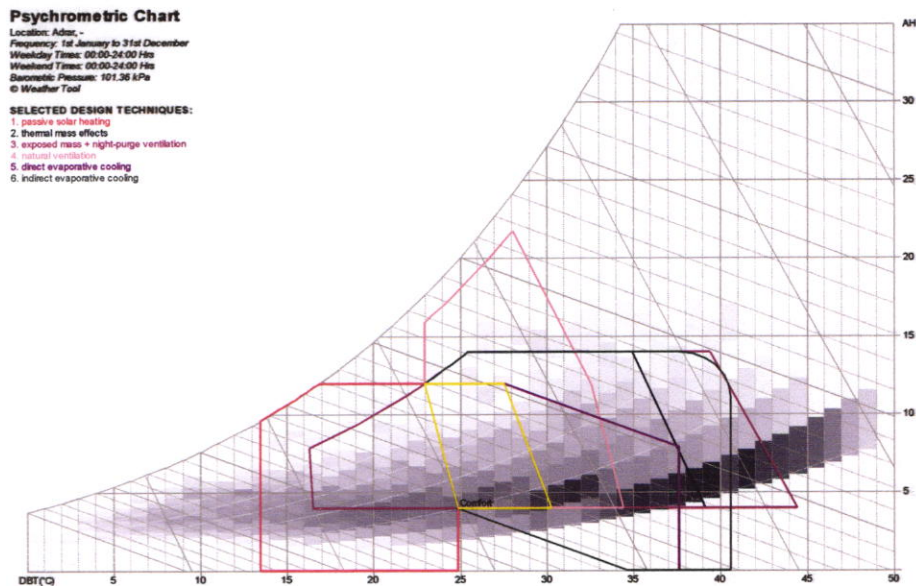


Figure 56 Diagramme psychrométrique annuelle de Timimoun tiré de Weather Tool. Partie d'Ecotect 2011 (Source: Ecotect)

On procède à la lecture du diagramme :

- Durant la période hivernale :

Durant les trois mois d'hiver (Décembre, Janvier et février), un chauffage solaire passif est nécessaire (favorise le chauffage par ensoleillement, une bonne pénétration du soleil en hiver, utiliser les matériaux appropriés, agir sur les parois,...). La chaleur captée le jour peut être restituée la nuit grâce à la masse thermique, car, durant cette saison, les températures nocturnes sont très froides (**Figure 54**).

Cependant, il y a une petite partie du mois de Janvier nécessite un chauffage actif (capteurs solaires).

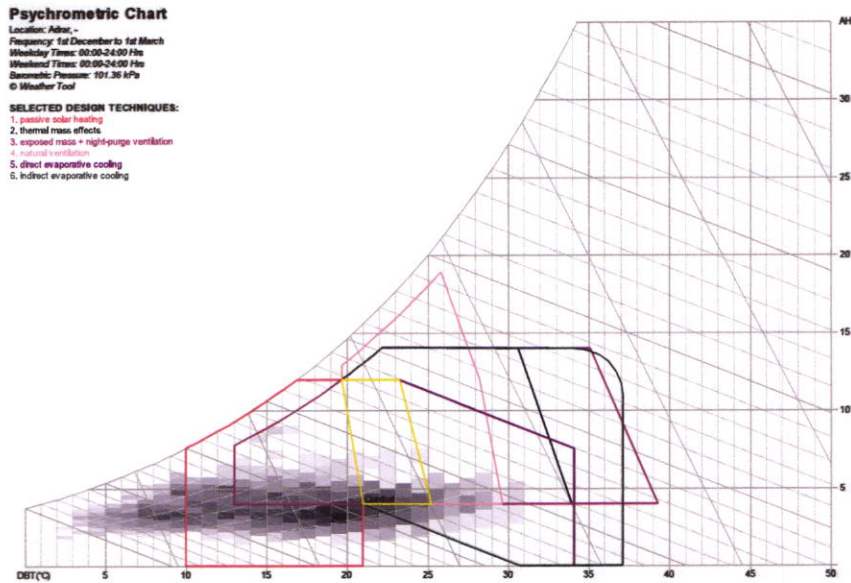


Figure 57 Diagramme psychrométrique de Timimoun des mois d'Hiver tiré de Weather Tool. Partie d'Ecotect 2011 (Source: Ecotect)

- Durant la période estivale :

Durant les 3 mois d'été (Juin, Juillet et Août), on peut réduire la surchauffe par un refroidissement passif : ventilation naturelle, effet de masse thermique, effet de masse avec ventilation nocturne, refroidissement évaporatif direct et indirect (Figure 55).

Une petite partie de Juillet et d'Août (les plus chauds de l'année) se situe dans la zone de refroidissement actif et nécessite donc une climatisation.

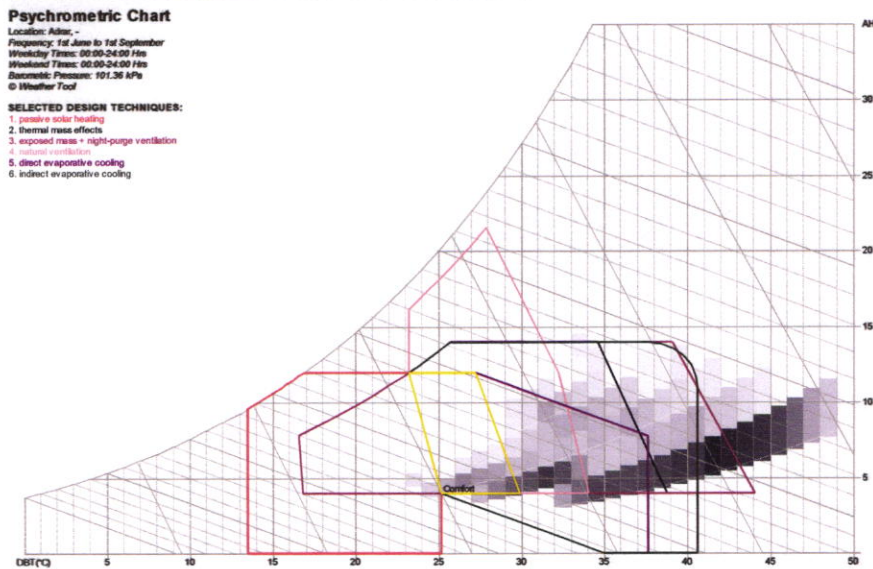


Figure 58 Diagramme psychrométrique de Timimoun des mois d'Eté tiré de Weather Tool. Partie d'Ecotect 2011 (Source: Ecotect)

- **Durant les mi-saisons :**

Concernant les mois de Septembre, Octobre, Novembre, Mars, Avril et Mai, on peut atteindre le confort thermique par un chauffage solaire passif, une ventilation naturelle et l'effet de masse (l'épaisseur des murs et les matériaux utilisés peuvent donner un grand temps de déphasage, qui aide à garder la fraîcheur nocturne à l'intérieur des constructions et à ralentir la chaleur du jour) avec ventilation nocturne (**Figure 56**).

On marque aussi que les mois de Mars et avril sont des mois de confort.

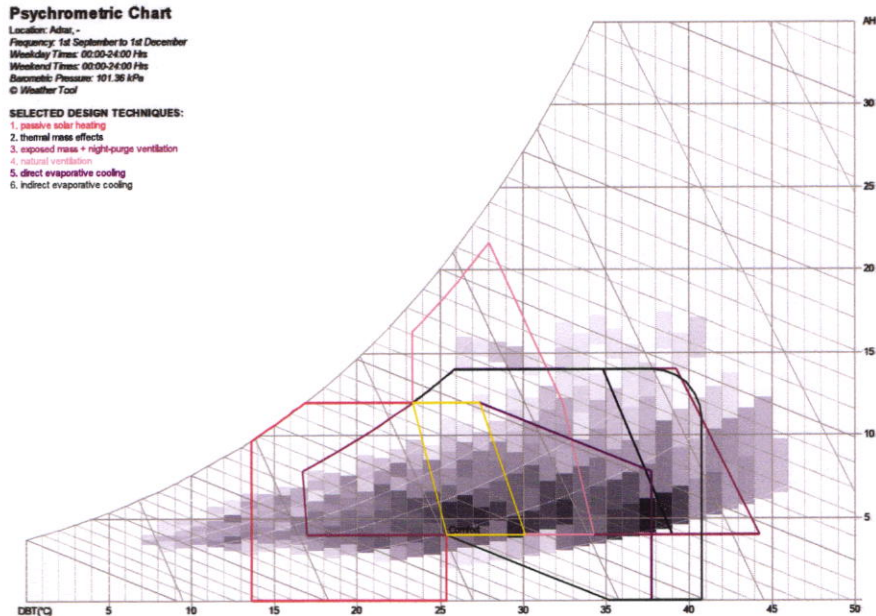


Figure 59 Diagramme psychrométrique de Timimoun des mi-saisons, tiré de Weather Tool. Partie d'Ecotect 2011 (Source: Ecotect)

Les tables de Mahoney :

Les tables de Mahoney constituent une méthode mise au point par Carl Mahoney vers pour la conception de l'habitat en pays tropical. Une série de tableaux réunissant des données climatiques d'un terrain donné fournissent d'une façon assez rapide, des choix parmi des recommandations traditionnelles de conception en climatisation naturelle.

La méthode couvre des éléments architecturaux du plan de masse (compacité, espacement entre bâtiments,...), un diagnostic sur le stress thermique attendu et des détails de construction des ouvrages.

La méthode se fait en quatre étapes :

- d'abord, une étude (en moyenne mensuelle) sur la température extérieure, l'humidité relative, la pluie et la direction du vent dominant et secondaire
- ces informations sont ensuite réunies sur un tableau qui réalise un diagnostic relatif au stress thermique du lieu
- Ce diagnostic aboutit à des indicateurs de "contre-mesures" aux symptômes de stress climatiques rencontrés
- finalement un dernier tableau qui est divisé en deux : le premier apporte des options des recommandations architecturales pour huit sujets important pour la conception en climatisation naturelle (recommandation conceptuel spécifiques) et le deuxième apporte des recommandations d'éléments de conception pour six sujets (recommandations détaillées)

Dans chaque sujet traité dans la table finale, on transfère les résultats préalablement obtenus dans les tables précédentes à des indicateurs de climat humide e/ou aride [SAYIGH. A.A.M., 1998] :

- les indicateurs d'humidités :
 - H1 : indique quel le mouvement d'air est essentiel (climat chaud et humide).
 - H2 : indique quel la ventilation est souhaitée (climat chaud et sec).
 - H3 : indique que la protection de la pluie est nécessaire (climat tropical et tempéré).
- les indicateurs d'aridités :
 - A1 : indique le besoin de l'inertie thermique (climat à grand écart diurne de température)
 - A2 : indique la désirabilité de l'espace extérieur de sommeil. (climat chaud en été)
 - A3 : indique la protection en froid.

Selon l'importance du chiffre rencontrée, la table nous amène à des recommandations à l'intérieur de chaque sujet. Sauf pour deux sujets traités – Protection des ouvertures et Espaces extérieurs - il n'y a qu'un choix à faire, parfois par exclusion d'autres recommandations rencontrées.

A partir de l'application de la méthode de Mahoney (Voir annexe), nous arrivons à un certains nombres de recommandations nécessaires à la réalisation du confort hygrothermique dans un bâtiment conçu pour la région de Timimoun.

Après cette analyse, on préconise comme recommandations :

- Organisation d'une cour intérieure compacte.
- compacité du plan de masse et du volume avec la présence de ruelles étroites et Ombragées.
- ouverture moyenne de 15% à 25%.
- Toiture ainsi que murs extérieurs et intérieurs doivent être épais, avec un temps de déphasage supérieure de 8 heures pour la toiture, afin de profiter de la fraîcheur apportée par la nuit pendant la période chaude.
- espace extérieur pour dormir la nuit (Terrasse) est exigé.
- Le mouvement de l'air n'est pas nécessaire pour le confort, il serait néanmoins judicieux de le faire circuler à travers les murs. L'utilisation de points d'eau pour le rafraîchissement et l'humidification de l'air par évaporation, contribue considérablement au confort intérieur des étages inférieurs.
- Utilisation des protections solaires pour se protéger de l'ensoleillement direct.

Le diagramme stéréographique de la région de Timimoun met en évidence la zone de surchauffe durant laquelle l'occultation est nécessaire. Cette occultation permettra de se protéger du soleil par une mise à l'ombre de la construction et éviter ainsi la surchauffe de l'été grâce à l'ombrage des ouvertures ou des façades. Elle sera également utile pour dimensionner les protections solaires.

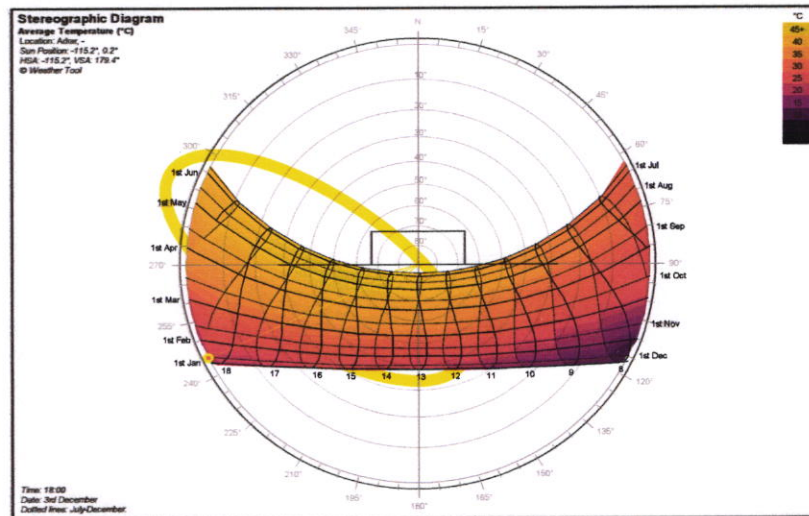


Figure 60 La zone de surchauffe sur le diagramme stéréographique de Timimoun tiré de weather tool (Source: Ectect 2011)

2.4 Conclusion :

La ville de Timimoun est caractérisée par de longues périodes de surchauffe où l'inconfort est fortement ressenti. Les bâtiments doivent, donc, être conçus selon les exigences d'été ; celles de l'hiver seront satisfaites en conséquence. Il est donc plus approprié de viser la période de surchauffe pour déterminer les techniques de refroidissement passif qui aident à réduire les températures internes pour atteindre des ambiances confortables.

Le diagramme bioclimatique Szokolay et les tables de Mahoney indiquent que la majeure partie de l'année se situe en dehors de la zone de confort. Donc, en été ; un plan compact, inertie thermique et effet de masse avec ventilation nocturne et refroidissement par évaporation ainsi que une intégration des espaces pour dormir à l'extérieur (terrasse) sont nécessaires pour atteindre le confort thermique intérieur.

D'ailleurs, pendant l'hiver, le chauffage solaire passif est recommandé avec l'effet de masse thermique pour reconstituer le confort thermique.

3. Conception du projet :

3.1 Programme du projet :

Le projet est lancé par la direction du tourisme et de l'artisanat de la willaya d'Adrar, il s'agit de construire une école d'hôtellerie avec un hôtel d'application. Le cahier de charge oblige la présence du programme avec la possibilité de l'enrichir (Voir annexe). C'est pour cela qu'on a ajouté des bungalows au programme.

Ecole hôtellerie :

<u>I-Bloc pédagogique + Administration</u>
Administration
08 Bureaux de Direction Générale
04 Bureaux De Services D'étude
04 Bureaux De Services D'Administration
Salle De Réunion
Salle D'archive
Bloc Sanitaires de 03 locaux
Pédagogie
09 Salle De Cours
01 Salle Polyvalent
01 Salle Spécialisée
01 Bibliothèque
01 Laboratoire
01 Cyber espace de 35 places
01 Salle de conférence de 200 places
Bloc Sanitaires de 10 locaux
Enseignant
Salle D'enseignant
Salle De Réunion
Salle de travail
Infirmierie
<u>II-Bloc ateliers + magasin</u>
01 Atelier
01 Magasin central
<u>III-Bloc réfectoire, cuisine + hébergement</u>
Réfectoire + locaux (chambre froid + vestiaire et sanitaire)
Réfectoire
Magasin de stockage
Foyer
Buanderie
Blocs appartements pour les étudiants séparés garçons et filles
Dépôt
Bloc sanitaire
IV-03 Logements d'astreinte
-02 F3
-01 F4

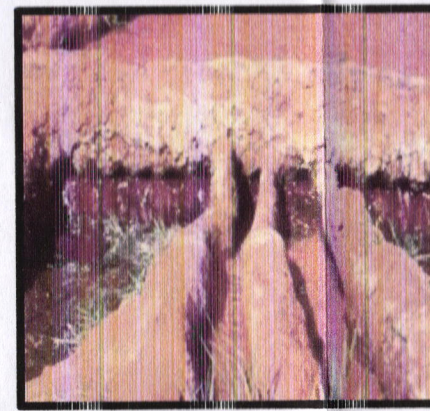
presque dans la luminosité ambiante et la douceur des matériaux, tel est l'aspect qui frappe immédiatement l'imaginaire du visiteur des ksour, où la maison à patio, en réponse à un climat extrême, surtout en confort d'été. Le ksar est un le bon intégration qui répond parfaitement au donné climatique et les enjeux d'efficacité énergétique.



A l'intérieur des maisons de ksour, les murs de vestibule ainsi que ceux des couloirs sont entièrement décorés des motifs géométrique ou en arabesque sculptés dans une pâte d'argile.



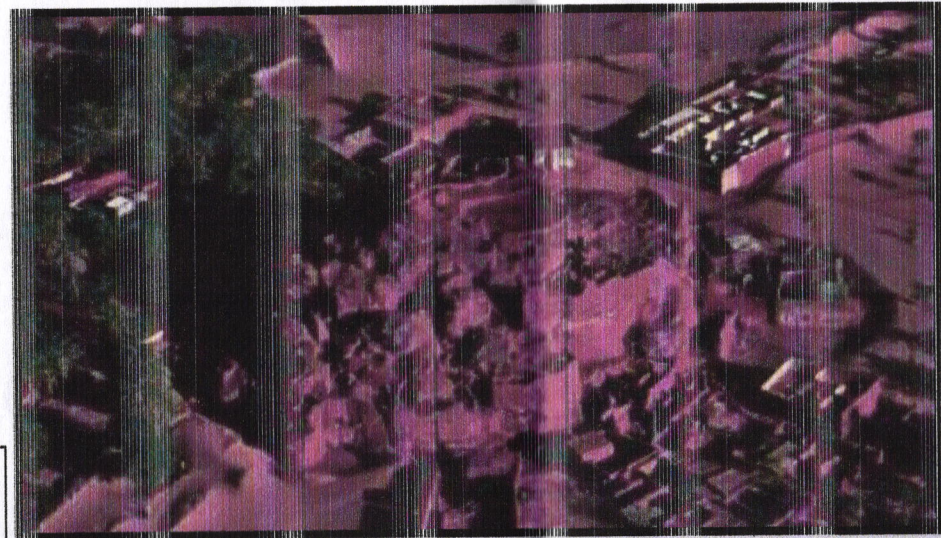
La présence des arcades plein et brisé



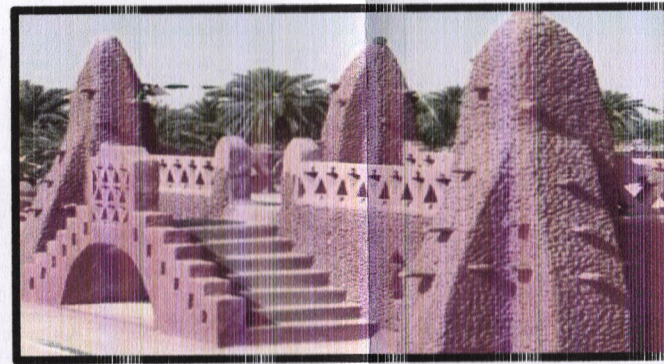
Le système des foggaras (ifeli en Zénète) permet, grâce à des drains reliés par un canal souterrain, de capter les eaux de la nappe et de les canaliser vers les jardins, on a intégré ce système pour créer des microclimats dans le site.



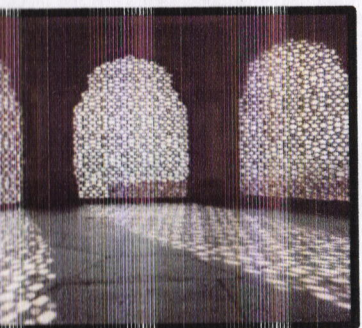
L'utilisation de la pergola comme protection solaire pour création de l'ombre



Ksar signifie palais, mais localement le Ksar est un ensemble de maisons entassées, accolées les unes aux autres pour former un habitat compact, répondant à la fois à une organisation politique d'autodéfense et à une organisation sociale



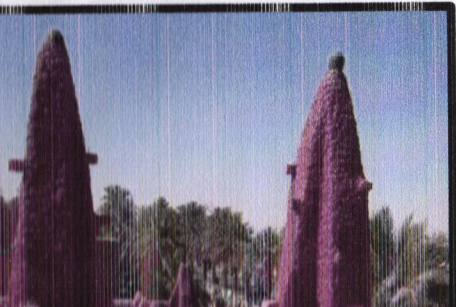
Utilisation des contreforts ou piliers (âarsat) en angle ou sur la façade pour donner un rythme à celle-ci, c'est une réponse technique au problème de soutènement des murs en briques crues qui se fissurent facilement et s'écroulent souvent



Moucharabieh C'est un dispositif d'ouverture poreux, généralement en bois, précieux avec sa décoration et qui permet une ventilation naturelle.



Les entrées principales marquées à partir un style de tradition local.



Les murs claustrés maçonnerie en forme géométrique assemblant des losanges entre coupés horizontalement

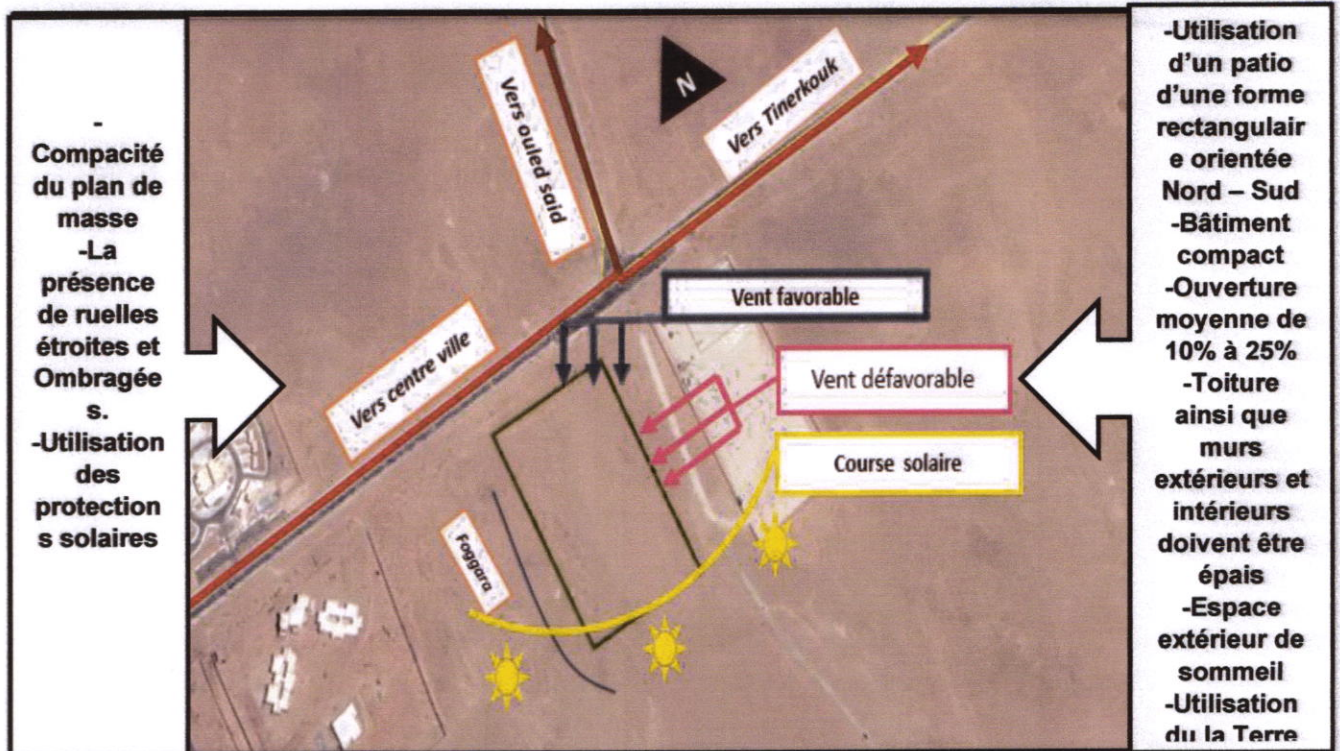


Patio : Une organisation centrée autour du patio est l'élément principal jouant le rôle de puits de lumière et de régulateur thermique. Ce seul « dehors » en dedans est le principal intermédiaire entre l'intérieur et l'extérieur

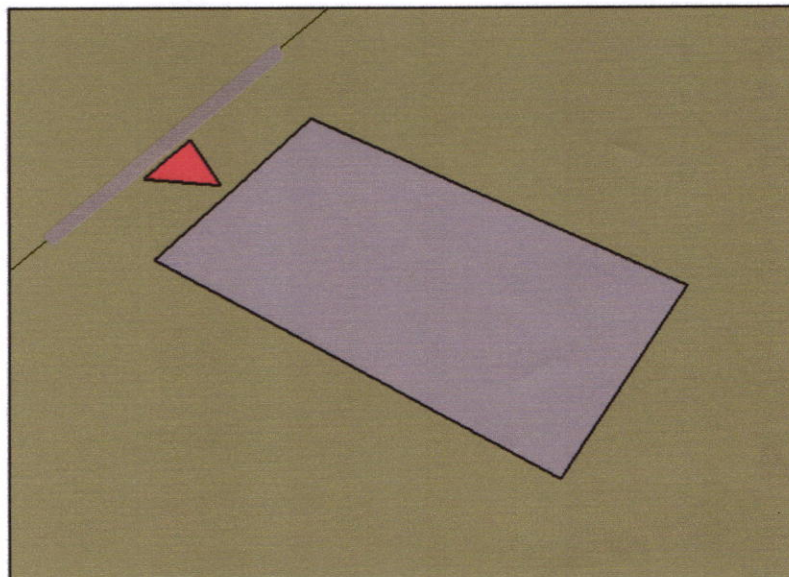


Les courtyards palmiers et le

3.3 La naissance du plan d'aménagement :

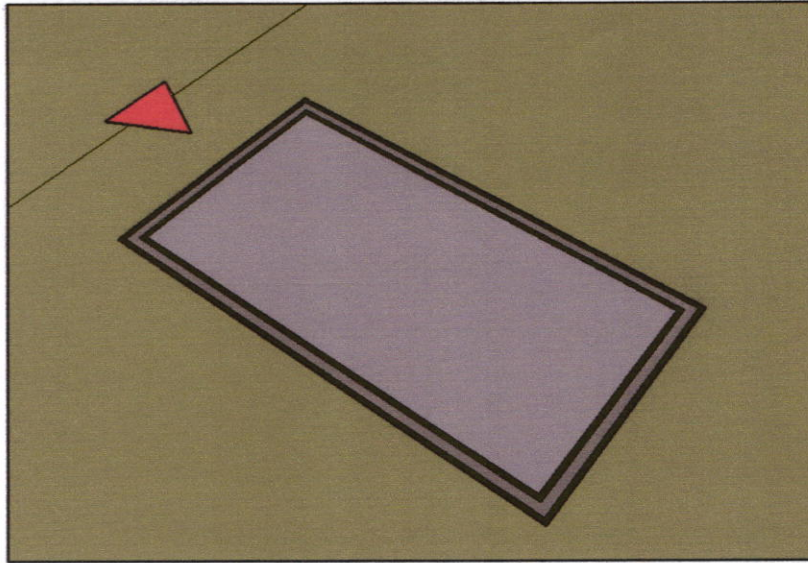


D'après ce qui précède comme synthèse et recommandations, on a établi le projet selon les étapes comme suit :



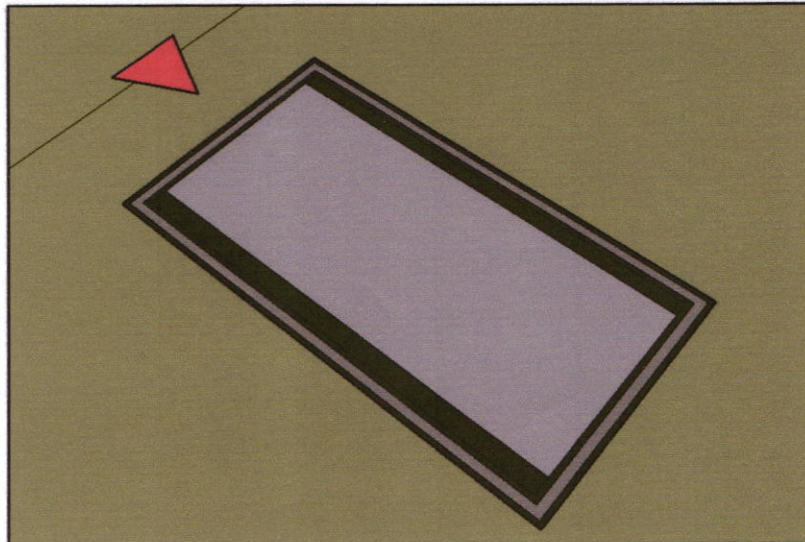
Etape 1 :

Le choix de l'entrée principale est du cote de la route national dont le flux est le plus important



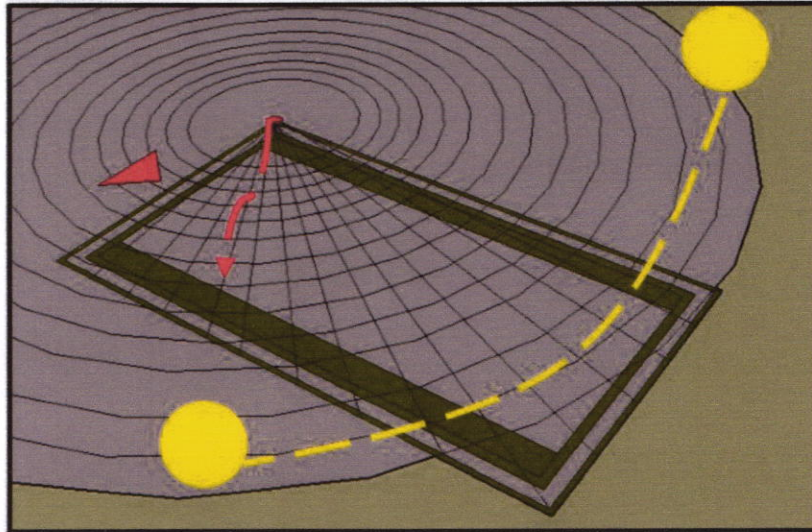
Etape 2 :

La voie mécanique est dans le périmètre du site afin de s'en protéger du bruit. Elle est entourée de végétation pour minimiser la pollution due aux véhicules



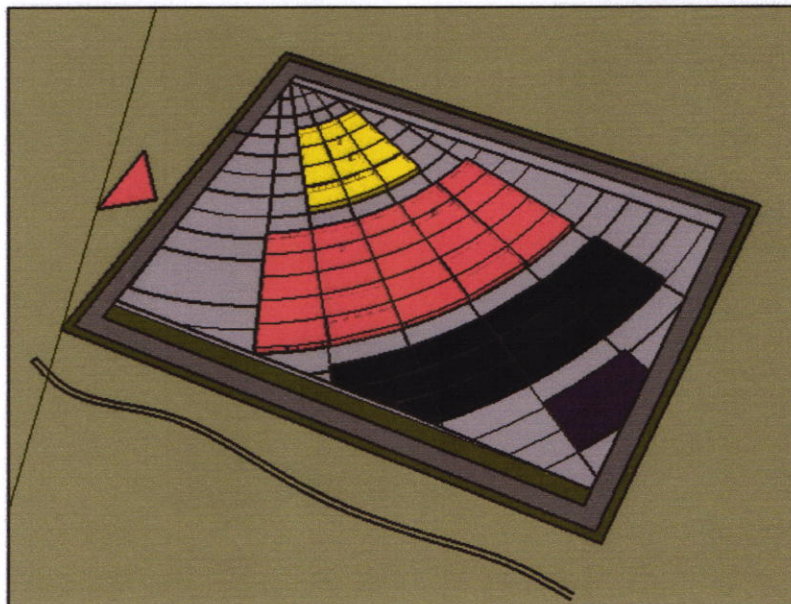
Etape 3 :

Création des barrières végétales contre les vents défavorables, pour créer de l'ombrage et pour se protéger des rayons solaires directs



Etape 4 :

Comme point de départ (l'angle principale) , on a pris le coin nord du site en prenant la largeur de la route principale, qui est le 10 m, pour le décalage afin de créer des cercles qui suivent la course solaire et des traits de vents qui viennent du côté nord.

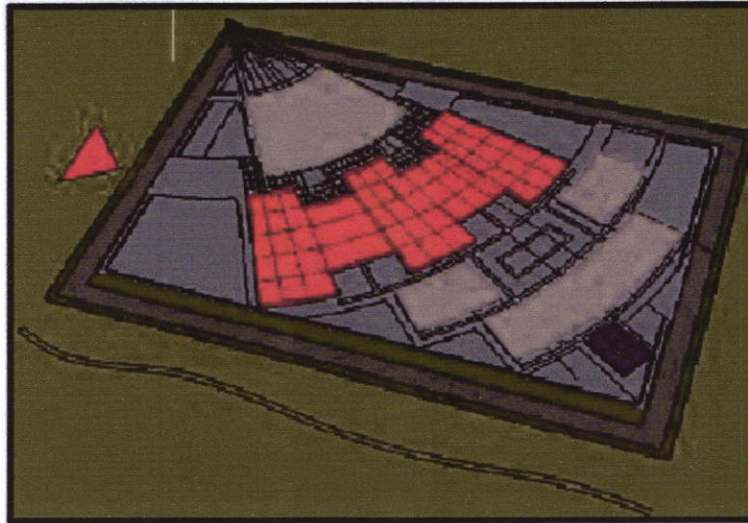


Etape 5 :

Par cette intersection on a arrivé à créer les entités du projet, qui seront comme suit :

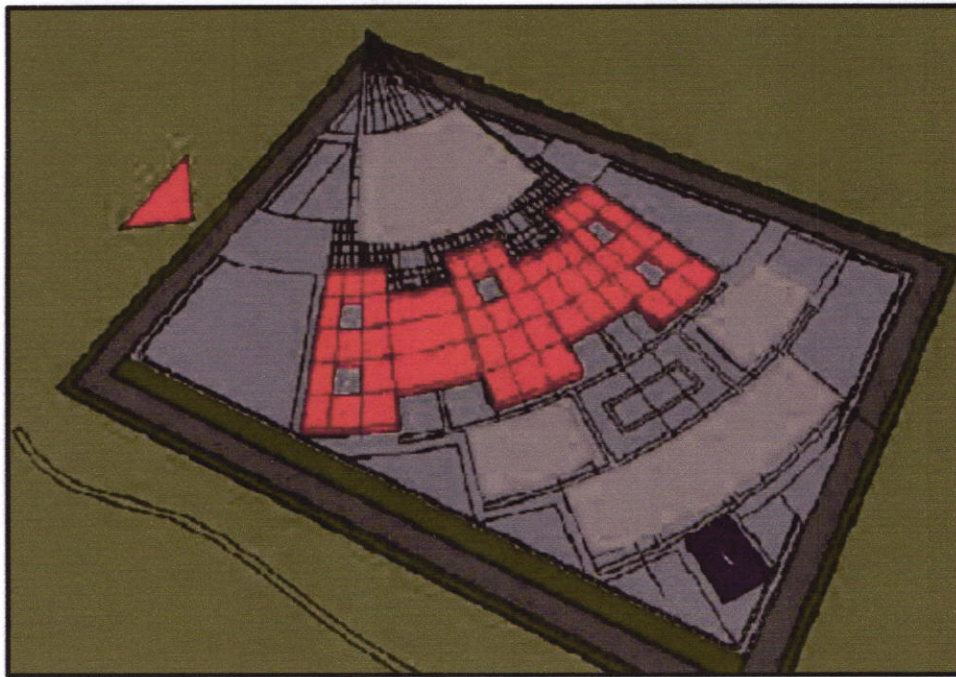
- L'hôtel : c'est l'élément appel du site, c'est l'entité la plus haute du site.
- L'école : deuxième entité, c'est l'élément central du site.
- Les bungalows : ils se situent loin de bruit et du mouvement (de l'hôtel et l'école)
- Les logements d'astreinte : ce bloc n'as aucune relation avec les autres entités,

Entre les entités, on a créé des ruelles qui vont servir au passage d'une part, et à faire circuler l'air dans le site d'une autre coté.



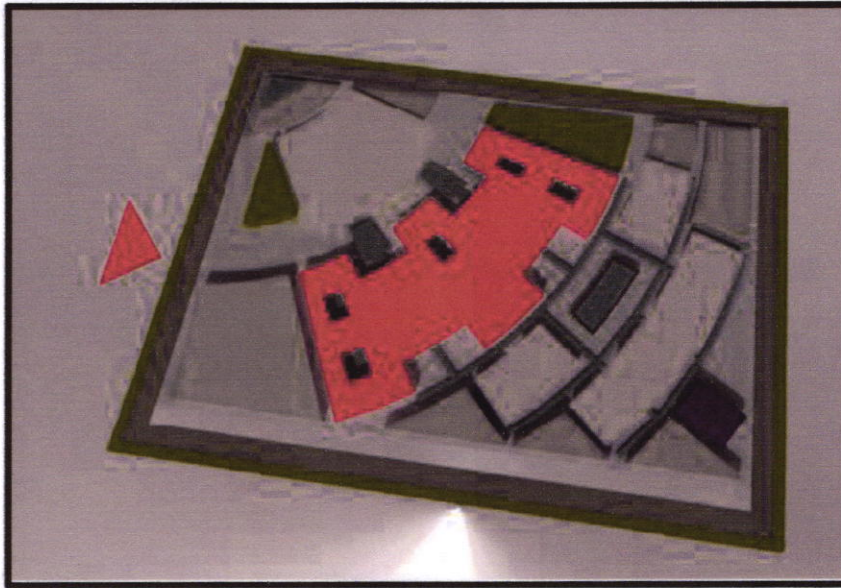
Etape 6 :

Afin d'obtenir de l'ombrage, on a créé des retrait au niveau des entités



Etape 7 :

Dans cette étape de créer les patios au niveau des entités, on a utilisé le même principe dont on a divisé la distance entre les traits qu'on déjà utilisé pour la conception du squelette sur trois. L'intersection du tiers centrale avec les cercles a créé les patios dans chaque entité du projet et suivant leur taille et l'axe nord-sud.



Etape 8 :

Les espaces entre ces quatre entités vont servir à créer des parkings, espaces verts et des points d'eau, ces derniers vont être présentés comme un grand bassin récepteur dans l'extrémité nord du terrain, qui s'alimente de la foggara déjà existante près du site, et d'autres bassins et fontaines qui s'alimentent du bassin récepteur (Respecte le système d'irrigation de la foggara).

La présence de l'eau provoque le rafraîchissement évaporatif. L'évaporation a lieu dès lors que la pression de vapeur d'eau dans le système considéré est supérieure à celle de l'air ambiant.

L'eau et de la végétation va créer un microclimat dans notre projet, la présence de la pergola qui a un rôle comme protecteur solaire et d'obtenir de l'ombrage. (Voir annexe : Plan de masse)

3.4 La hiérarchisation des projets architecturaux :

Ernest Neufert dit à propos de la conception architecturale: « Le travail commence par l'établissement d'un programme de construction détaillé, puis débute le travail d'esquisse schématisant les pièces par de simples rectangles exprimant la surface désirée ainsi que l'établissement des relations souhaitées de ces pièces entre elles et leurs orientations (la direction du vent, les possibilités d'accès, de la situation du terrain et de la végétation) ».

Ces paroles montrant bien l'importance des schémas fonctionnels et spatiaux (les organigrammes fonctionnels et spatiaux) qu'on peut les considérer comme des enjeux de la construction et de leurs arrière-plan spirituels, et comme on a mentionné précédemment, cela se fait par une présentation schématique de la forme générale du bâtiment et de l'atmosphère se dégageant de ses espaces.

Ce qui a fait dans cette partie d'étude :

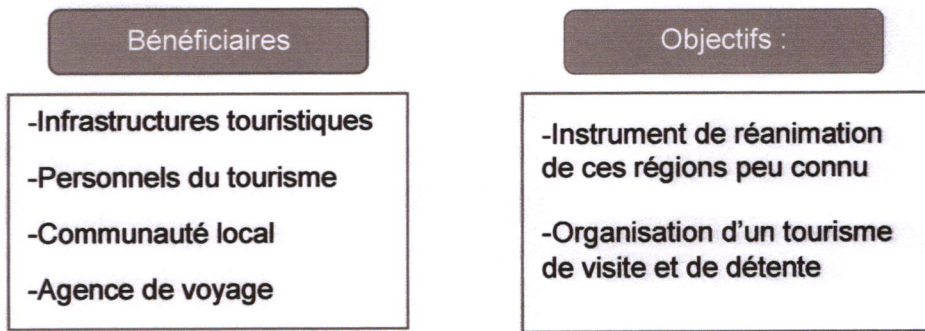
- Un schéma d'organisation spatial ;
- Un schéma d'organisation fonctionnel ;

En ajoutant une dimension thématique dans laquelle on précise les besoins d'espaces en termes de surface pour obtenir à la fin un programme qualitatif et quantitatif du bâti.

Avant de commencer la hiérarchisation il faut noter que l'idée principale des quatre projets est d'organiser les espaces autour d'un patio (principe de la maison à patio) et en créant des couloirs en arcade qui font rappel aux ruelles de la ville de Timimoune

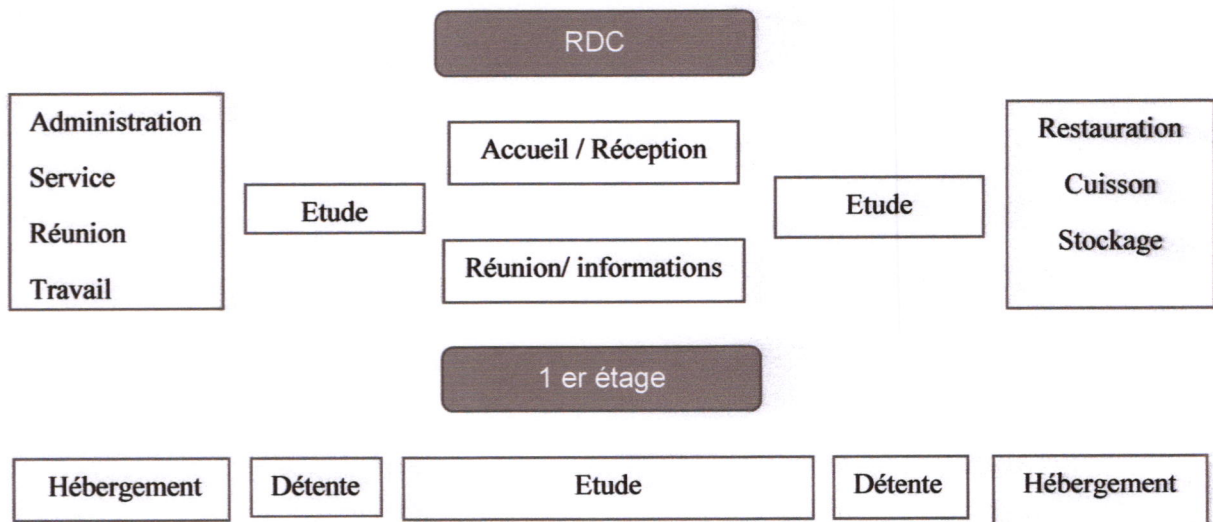
Organisation fonctionnelle :

➤ **A l'échelle de l'aménagement :**

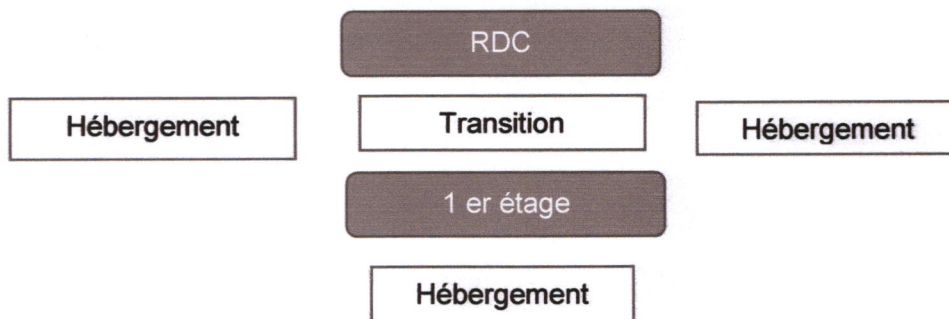


➤ **A l'échelle du bâti :**

1. L'école :

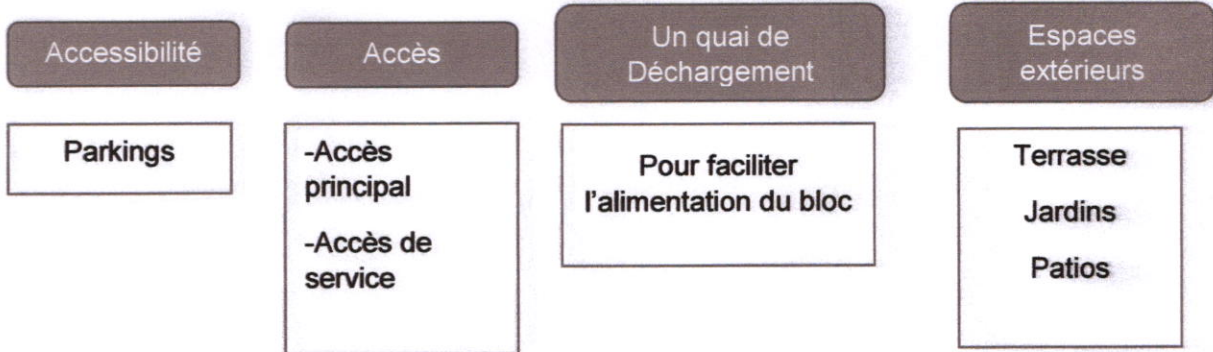


2. Logements d'astreinte :



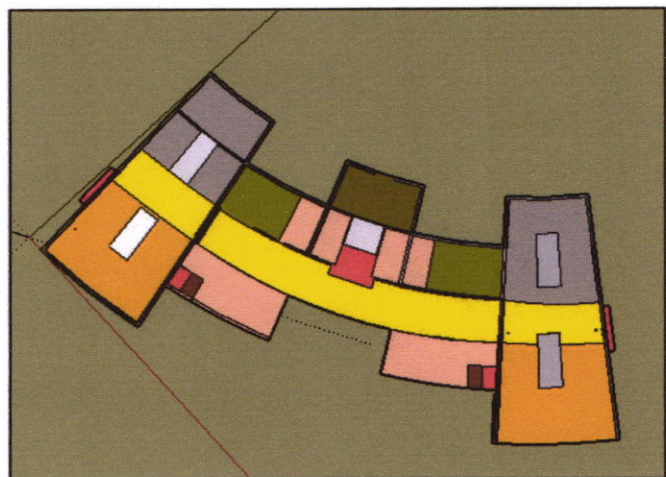
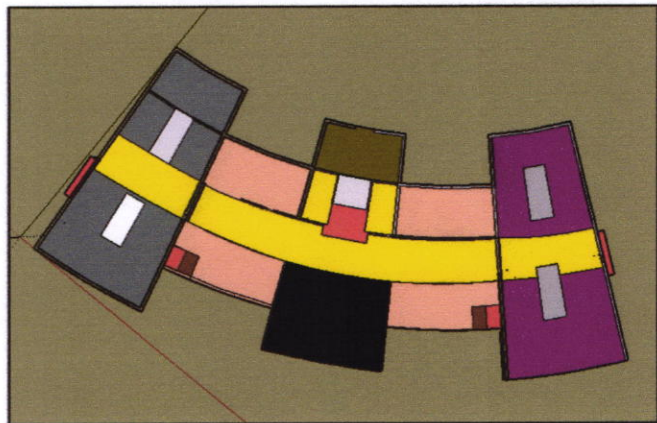
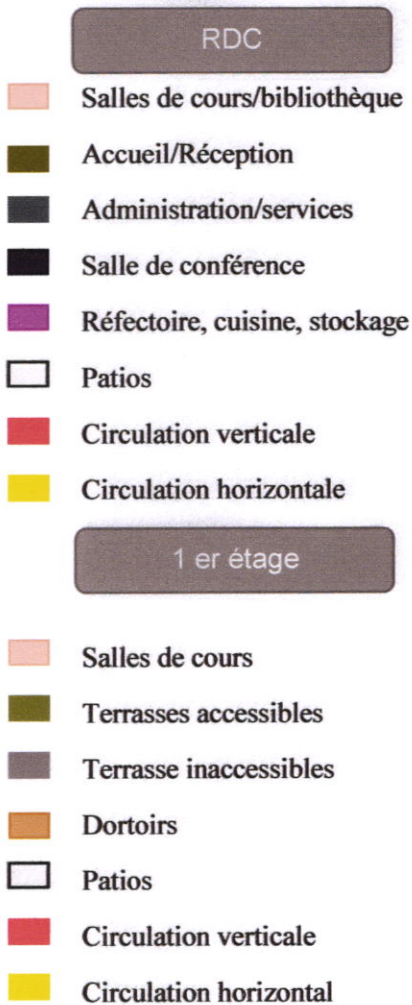
Organisation spatiale :

➤ **A l'échelle de l'aménagement**



➤ **A l'échelle du bâti :**

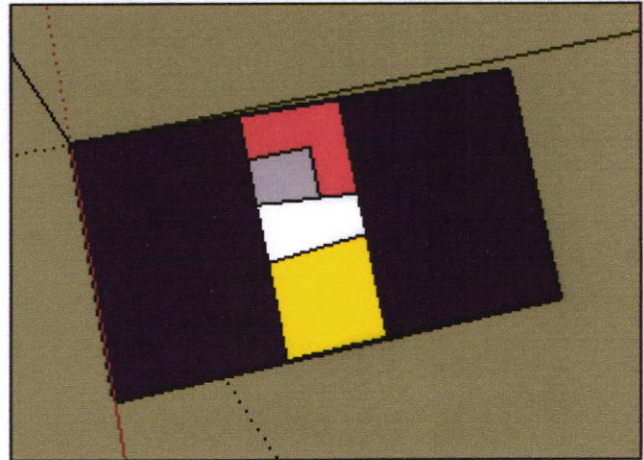
1. L'école :



2. Logements d'astreinte :

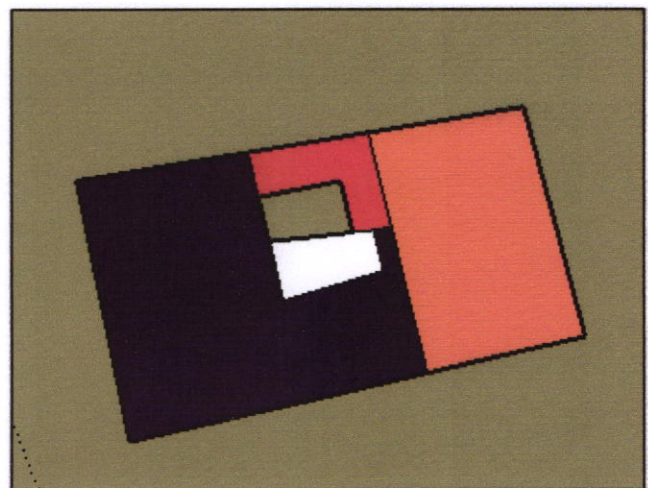
RDC

- Hébergement
- Patio
- Circulation verticale
- Circulation horizontale



1^{er} étage

- Hébergement
- Patio
- Circulation verticale
- Terrasse



Donc, d'après les exemples déjà analysée et suivant les réglementations et les normes relatives à la conception des écoles hôtelières et des logements ainsi qu'en respectant la capacité d'accueil et le site, on déduit le programme suivant :

Les fonctions Mères de l'école

Le Programmation de la pédagogie

Etudiants :

Salles de Cours : 453.95 m²

Salle Spécialisée : 58.61 m²

Salle Polyvalente : 54.73 m²

Bibliothèque/cyber café : 140.7 m²

Laboratoire : 140.7 m²

Salle de Conférence : 434.33 m²

- Utilisation des couleurs claires pour que l'espace soit plus éclairé
- La position de la lecture ne doit pas être face aux ouvertures mais latéralement.

- Assurer une bonne ventilation à l'intérieur

- L'espace doit être bien éclairé sans exposition directe au soleil



Enseignants :

Salle d'enseignant : 33.04 m²

Salle de travail : 35.79 m²

Salle de Réunion : 36.01 m²



Le Programmation De L'administration

8 Bureaux du directeur général
149.31 m²

4 Bureaux de services d'étude :
73.51 m²

4 Bureaux de services d'administration : 73.51 m²

- Pour le bureau du directeur :
Utilisation des mobiliers confortables
Bonne aération du bureau.
Prévoir un bon ensoleillement au bureau.

- Pour le secrétariat :

Il doit être mitoyen au bureau de directeur.

Une entrée communicante à celle du bureau de directeur.

Prévoir un bon éclairage et ensoleillement.

- Pour les autres bureaux :
Aménagement souple des mobiliers avec un éclairage convenable de l'espace.



La Programmation du réfectoire, cuisine

Chambres froides : 15.9 m²

Magasin et dépôt de stockage :
29.29 m²

Buanderie : 20 m²

Cuisine : 122.7 m²

Réfectoire : 552.93.42 m²

- Comprend tous les espaces de préparation des divers repas ainsi que leurs annexes, ces locaux ne demandent qu'un minimum d'ensoleillement et d'aération au niveau du cuisine
- Mobilier de bonne qualité
- Aération et éclairage naturel au niveau du réfectoire



La Programmation D'Hébergement

Dortoir : avec capacité de 90 personnes dans chaque dortoir

614.79 * 2 = 1229.58 m²

Avoir une relation visuelle avec l'extérieur

- Chambres avec un bon ensoleillement
- L'assurance du repos et de la sécurité.



Les logements d'astreintes

La Programmation

2 F3 46.34*2= 92.68 m²

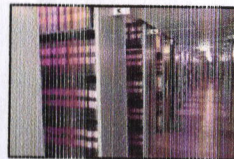
1 F4 78.06 M²

- Mobilier de bonne qualité
- L'intimité assurée de différente manière.
- Pièces avec un bon ensoleillement
- Juxtaposition des espaces
- vue sur l'extérieur
- L'assurance du repos et de la sécurité.



Salle de réunion : 35.56 m²

Salle d'archive 33.52 m²



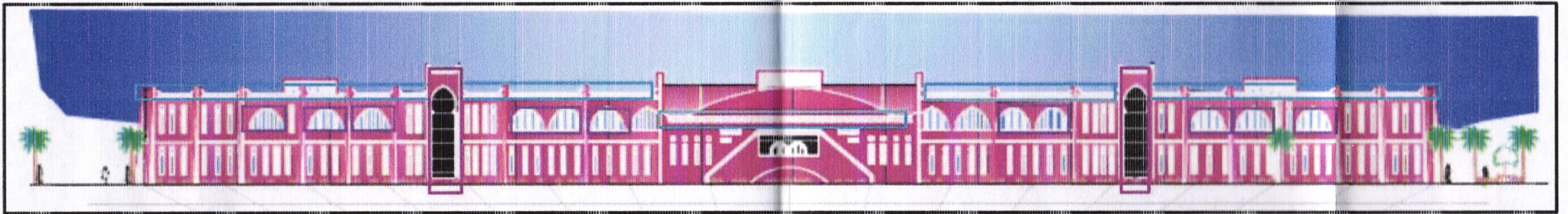
Infirmierie 73.98 m²

mettra de les rafraichir. Il s'agit d'une composition de deux formes simples de triangles inversés formant le motif berbère symbolisant la femme (claustrât), la fertilité et la prospérité. De plus, le triangle est une forme utilisée dans les maisons traditionnelles du quartier historique du ksar.

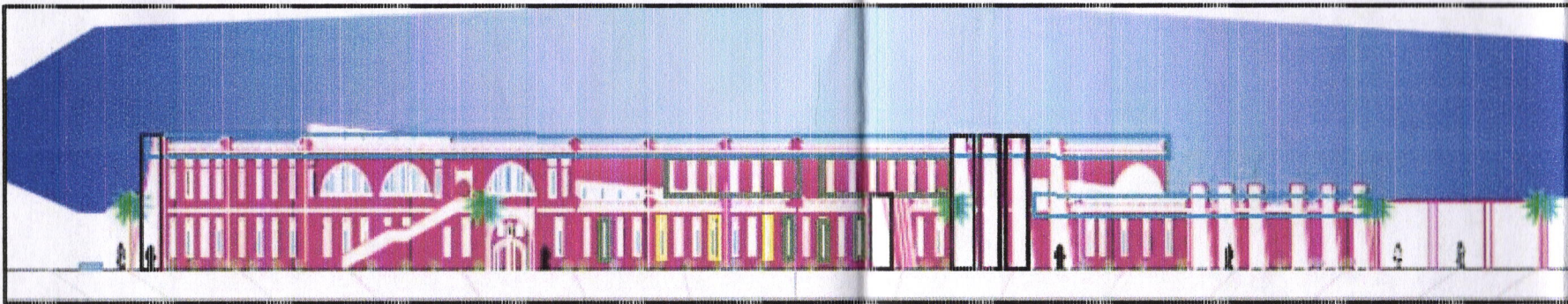
Les façades sont munies d'ouvertures, pour profiter du tirage thermique, ce dernier est important pour l'aération des cellules. Créent un free-cooling agréable pour l'occupant. On a met des niches qui ont la même hauteur que les ouvertures pour suivre le rythme et donner un effet esthétique à la façade.



Façade principale nord





Façade Sud



Façade Est



- | | |
|---|---------|
|  | Concret |
|  | Niche |
|  | Ouvert |
|  | Claustr |

4. Stratégie conceptuels du projet :

4.1 Système passif :

La compacité :

La compacité d'un bâtiment, ou bien le coefficient de la forme (CF), permet de Qualifier les volumes construits en indiquant leur degré d'exposition aux conditions Climatiques ambiantes. Elle s'exprime comme le rapport de la surface d'enveloppe Extérieure de déperdition (S en m²) au volume habitable (V en m³)

$$CF=S/V.$$

Dans notre projet le coefficient est égale $Cf=2,41$, on constate que notre projet est un compacte.

Le patio :

Les cours sont souvent utilisées pour protéger contre la surchauffe, vents secs et combinés avec les plantes et l'eau qui réduisent la radiation et créent un microclimat agréable

Il est utilisé dans notre projet de type rectangulaire allongé sud-nord, il est limité à une ouverture d'une surface d'un mètre carrée afin de minimiser l'exposition au soleil et en assurant de l'ombrage d'une part, et de la lumière d'autre part.

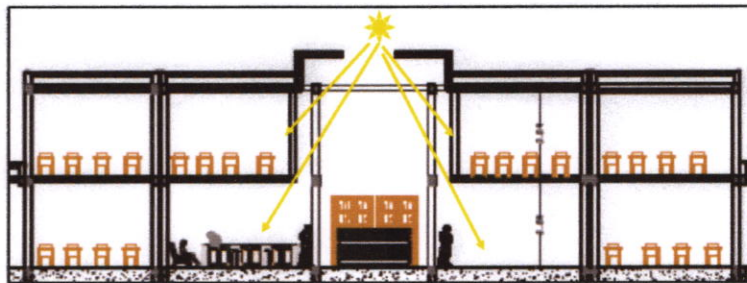


Figure 61 l'éclairage naturel dans les salles de cours à partir du patio (Source : auteur)

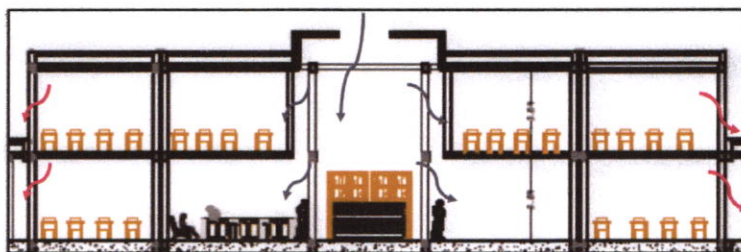


Figure 62 Ventilation par patio, cas des salles de cours (Source : auteur)

Epaisseur des murs :

L'épaisseur du mur à elle seule en plus du traitement de façade empêche les rayons du soleil de pénétrer la cellule dans les heures de forte exposition en saison chaude, de midi à 15 :00, ce qui permet de garder une température confortable à l'intérieure de l'école hôtelière.

Hiver :

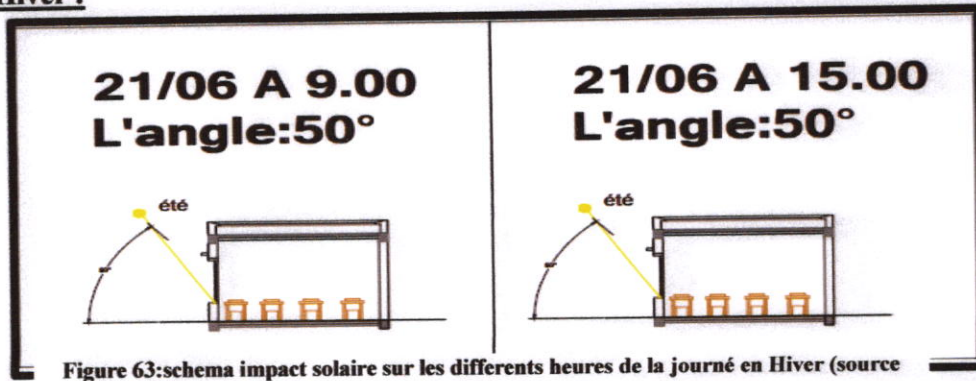


Figure 63:schéma impact solaire sur les différents heures de la journée en Hiver (source auteur)

Eté :

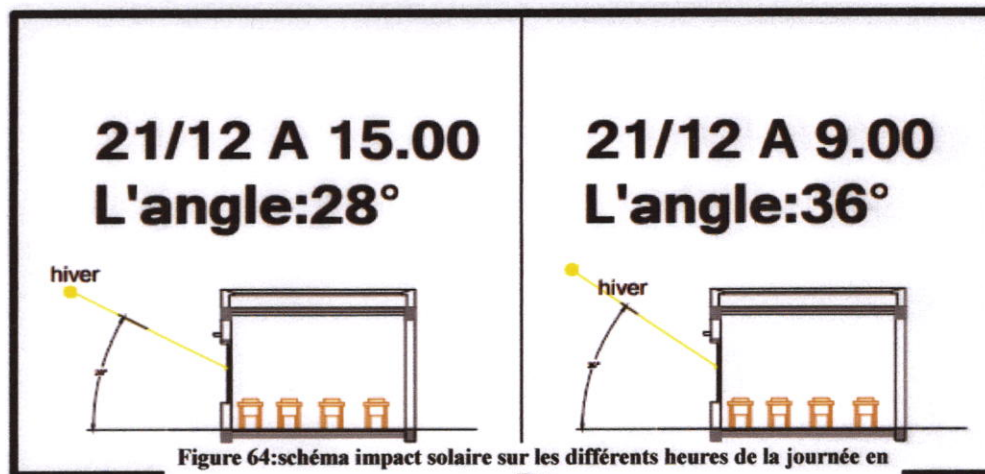


Figure 64:schéma impact solaire sur les différents heures de la journée en Eté

Les Protections solaires :

Leurs rôle essentiel n'est pas de "briser" le soleil, mais d'éviter spécifiquement que tout ou partie du rayonnement solaire, particulièrement le plus important, le direct, pénètre à travers une ouverture. Sachant que celle-ci toutefois doit remplir son rôle pour l'éclairage naturel grâce au rayonnement diffus³⁰

Ces dispositifs d'ombrage sont essentiels pour limiter les apports solaires et donc éviter la surchauffe.

Le model de protection solaire utilisé dans notre projet est :

- les casquettes pour les ouvertures,
- les pergolas,
- la végétation, Mis à part l'ombre créée, la végétation transpire de l'eau qui peut provoquer un effet de rafraîchissement passif par évaporation³¹

³⁰ Livre : Concevoir des bâtiments bioclimatiques Fondement & méthodes par Pierre Fernandez - Pierre Lavigne

³¹ TAREB, 2004



Figure 66 Utilisation du pergola pour obtenir de l'ombrage à l'entrée de l'école
(Source : auteur)



Figure 65 Utilisation de la végétation pour obtenir de l'ombrage et le rafraîchissement (Source : auteur)

Les fenêtres :

La fenêtre constitue l'élément essentiel de l'approche passive de la conception

Bioclimatique. Dans notre projet on a utilisé les fenêtres en double vitrage, celle est composée de 2 feuilles de verre séparées par une lame de gaz de Nature et d'épaisseur 4/16/4. Il permet de réduire les pertes par conduction. Le gaz utilisé devra donc présenter une conductivité thermique faible

La disposition des fenêtres a été choisie d'une façon à respecter un ratio de surface vitrée d'environ 20 % de la surface habitable, répartie comme suit : 50 % au sud, 20% à l'Est, 20% à l'ouest 10% au nord.



Figure 67 Forme de Fenetre verticale en bare dans le projet
(Source:auteur)

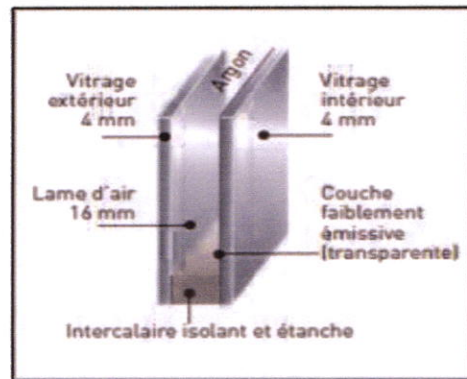


Figure 68 Coupe d'un double vitrage

Des voûtes :

Ces toitures ont de très bonnes performances thermiques en saison chaude. En Effet, en milieu de journée, quand le soleil est intense et haut à l'horizon, elles ne reçoivent guère plus d'irradiation solaire qu'une toiture-terrasse. En revanche, pendant la nuit, elles offrent une surface extérieure beaucoup plus importante, ce qui leur permet une meilleure évacuation de la chaleur par convection et surtout par rayonnement vers la voûte céleste.



Figure 69: emplacement de la voute au coté sud de projet

Les matériaux

La BTC offre de nombreux avantages face aux matériaux de construction qui prédominent actuellement. Grande inertie thermique

BTC est un bon isolant thermique. L'intérieur d'une maison construite avec ce matériel requerra une utilisation moins importante des systèmes de climatisation, qu'un logement conventionnel édifié avec des matériaux industriels. Une maison construite en terre crue sera fraîche en été et tiède en hiver et permettra d'obtenir facilement un excellent confort thermique

Les briques sont fabriquées avec un béton de terre composé de (voir annexe) :

1/3 gravier (fin < à 10 mm),

1/3 sable,

1/3 de particulier fines.

Les parois à forte inertie jouent un rôle d'éponge thermique. Elles absorbent la chaleur en hausse dans la journée, en réduisant les variations de la température de l'air, et la restituent dans la soirée et pendant la nuit quand la chaleur alors libérée dans l'air peut être évacuée par la ventilation nocturne.

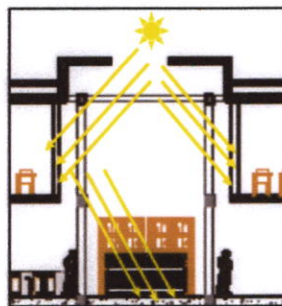


Figure 71 L'absorption du rayonnement pendant la période diurne (Source : auteur)

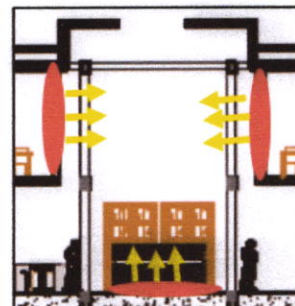


Figure 70 Le ré-rayonnement pendant la période nocturne (Source : auteur)

4.2 Système constructif :

La présence en abondance du matériau terre a favorisé son utilisation dans la ville e Timimoune a l'instar de tous les ksour du sud ce matériau utilisé dans chaque élément structurel dans le mortier, enduit, ainsi que les couvertures

Le bois est un autre matériau utilisé dans ce cas c'est le palmier, il a été utilisé dans les couvertures, les planchers mais aussi dans les franchissements et ouvrants

La pierre ou « tafza 32» ou autre matériau local a également été utilisé dans la construction à Timimoune, elle a été utilisée dans certaines parties de la structure comme fondation

4.2.1 Les fondations :

Les fondations constituent le premier élément structurel rattaché à la verticalité, ils sont relaissés dans des tranches de largeur uniformes correspondant à la largeur des murs. Ils sont généralement à une profondeur de 50 à 80 cm car nous sommes en présence d'une bonne qualité de sol. Ils sont construit avec des moellons de pierre souvent la tafza liés avec un mortier de terre et chaux. Ces fondations peuvent atteindre une hauteur de 1,80cm au-dessus de niveau zéro pour former un soubassement qui résisterait à l'effritement résultats des eaux pluviales

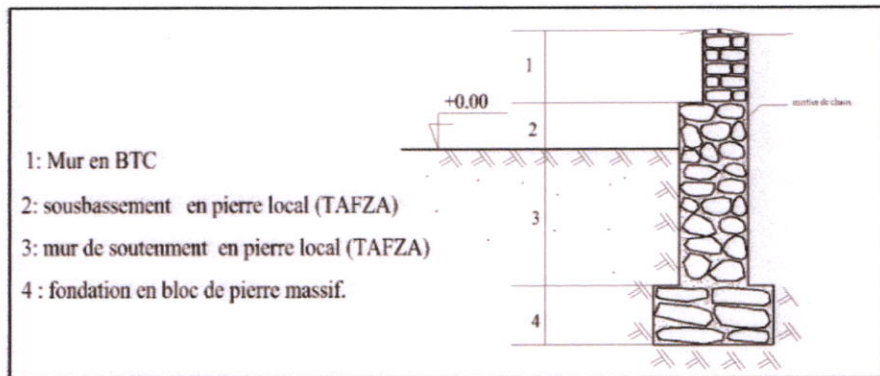


Figure 72 Le type de fondations utilisé dans le projet (Source : auteur)

4.2.2 Les murs :

Les murs sont en Brique de Terre Comprimée(BTC). Ils sont divisés selon deux critères :

- Mur porteur/ cloison
- Appairage et épaisseur

Les murs sont rattachés avec les plancher par des raidisseurs en béton armée. Ces raidisseurs sont entourés de BTC et jouent un rôle de renforcement pour la structure.

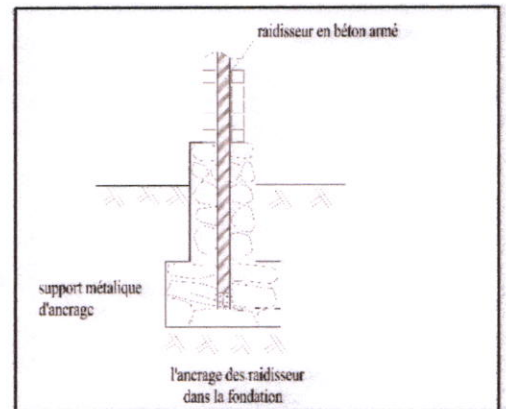


Figure 73 Rattachement des murs avec fondation (Source : auteur)

³² Une pierre locale

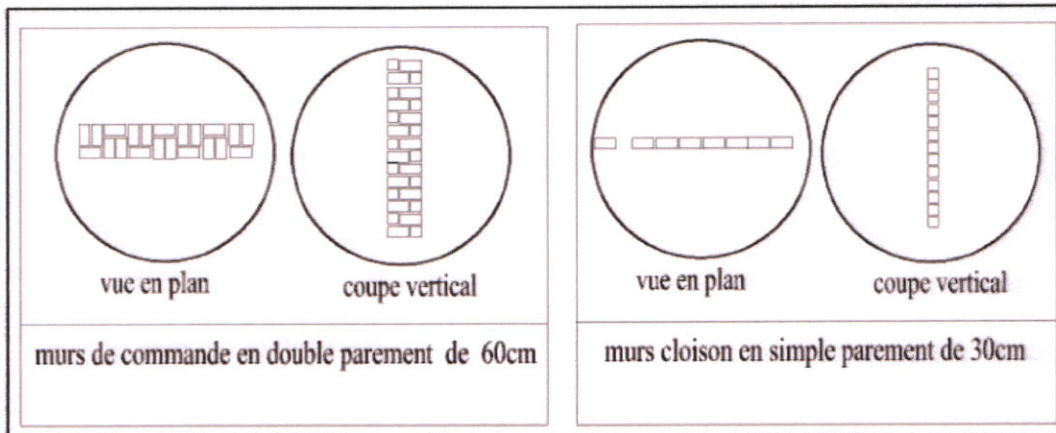


Figure 74 Types des murs existants dans le projet (Source : auteur)

4.2.3 La structure:

La structure du projet est en système poteaux-poutres avec l'ajout des briques de BTC au tour des poteaux.

4.2.4 Les planchers :

On a utilisés deux types de plancher selon la disposition (Voir plancher) :

Plancher courant :

Planche en bois lamellé collé.

Plancher terrasse :

Le plancher traditionnel de la ville ; plancher à Kernaf mais en remplaçant les troncs de palmiers par des madriers en bois.

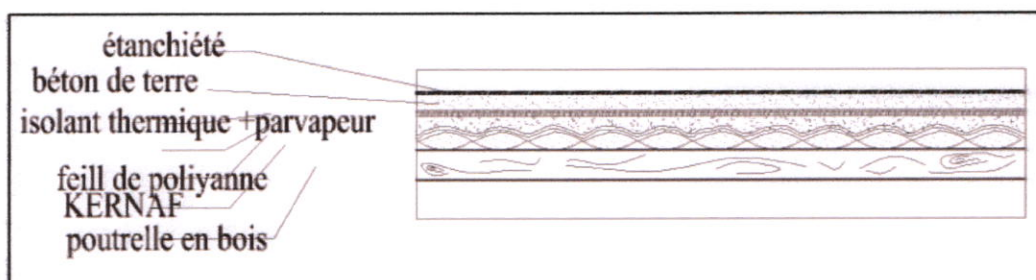


Figure 75 Détail de plancher à Kernaf (Source : auteur)

4.3 Les systèmes actifs :

Système photovoltaïque :

C'est un système thermique consiste à utiliser l'énergie solaire en ayant recours à des systèmes actifs (mécanique) qui convertissent l'énergie solaire en énergie thermique pour produit la chaleur et l'énergie électrique.

On a utilisé un logiciel de calcul en ligne « tec sol ».le but de cette installation c'est de couvrir les besoins annuelle en électricité et chauffage de projet. À partir la consommation annuelle moyenne des différents bâtiments du site, qui se présente comme suit :

- 2355 kWh pour un bâtiment d'usage habitation³³,
- 27 kWh/m² pour une école³⁴.

Les panneaux choisies sont en silicium poly cristallin cristallin d'une surface unitaire de 1.5m² à une puissance de 172 Wc., orientés plein Sud avec une inclinaison de 45°. Ils vont être installés au niveau de la pergola du parking ainsi que les terrasses de l'école (Voir annexe).

Figure 76: choix de station et le type de pv(source d'auteur)

Figure 77: orientation , inclainison et le types dy'intégration des pv(source d'auteur)

Résultat :

Nom du projet	École hôtelière	Bâtiments d'usage habitation
Surface utile (m ²)	600	18 * 3
Puissance crête (kWc)	68.8	8,6
Total énergie (kWh/an)	126 993	11 409

³³ (http://www.cder.dz/download/Art9_3-10.pdf visité le 17/10/2017)

³⁴ (<https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11503#c1802> visité le 17/10/2017)

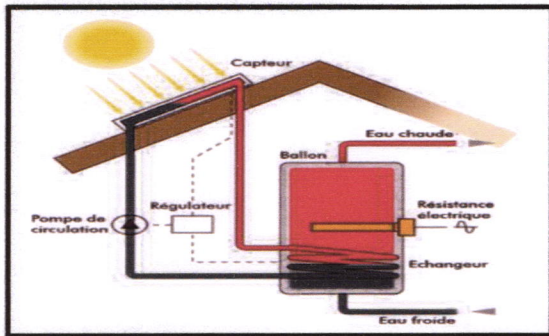


Figure 78:schéma de principe de fonctionnement des photovoltaïques(source d'auteur)

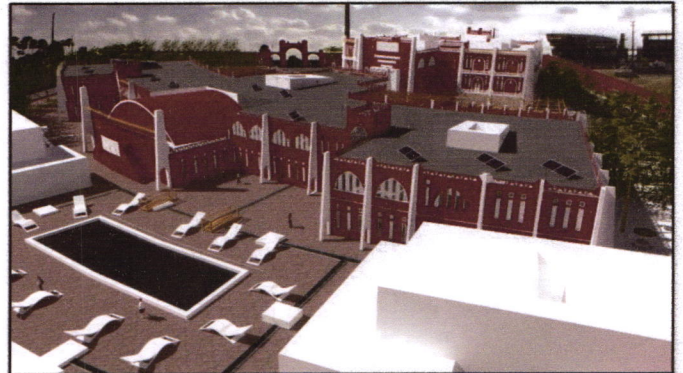


Figure 79 l'emplacement des PV sur terrasse de l'école (Source: auteur)

Chauffe eau solaire :

La simulation est faite par le tec sol, un logiciel de calcul en ligne. Les panneaux capteur chauffe-eau sol sont utilisés afin de réchauffer l'eau utilisé pour les différents projets, ils sont orientés plein sud avec une inclinaison de 45° (Voir annexe)

Projet école hôtelier

Choix de la station

Pays	Station
Algérie	Adrar
Allemagne	Alger
Autriche	Biskra
Belgique	Sidi Bel Abes
Bénin	
Brésil	
Bulgarie	
Burkina Faso	
Cameroun	
Chine	

Station sélectionnée : Adrar Latitude : 27°53

Appliquer la méthode ESM2 +3.0°C

Les températures d'eau froide sont calculées suivant la méthode ESM2, les valeurs obtenues sont éloignées des valeurs mesurées sur nos installations télécontrôlées

Consommation

Calcul de la consommation annuelle

Vous connaissez la consommation annuelle

Consommation annuelle L/jour

Consommation moyenne mensuelle :

Stockage


Figure 80: choix de station(source d'auteur)

Stockage

Situation par rapport au bâtiment

Extérieur

Intérieur

Type installation  Circulation forcée, échangeur séparé

Température de l'eau 60 °C

Volume de stockage total [] Litres

Nombre de ballons 1

Constante de refroidissement

Vous connaissez sa valeur :

non

Type d'isolant Laine de verre

Epaisseur de l'isolant 10 cm

oui

Constante de refroidissement [] Wh/jour.l.°C

Figure 82 choix de types et la température de stockage (source d'auteur)

Captteurs 3

Choisir un capteur

Vous trouverez dans la rubrique "capteurs solaires" du menu ci-contre, des estimations des coefficients B et K que vous pourrez entrer manuellement ci-dessous, pour certains capteurs ne figurant pas dans cette liste.

Fabricant ARISTON THERMO GROUP

Modèle Zellos XP 2.5-1 V

Avis Technique 14/12-1742°V1 (validité: 31/03/2017)

Titulaire : ARISTON THERMO GROUP
La Carrière Pavée - 5 rue Reyrol - 93821 Saint-Denis Cedex

Modèle : Zellos XP 2.5-1 H

Coef K : 4.19 W/m².°C

Coef B : 0.022

(B et K : données Technol validées par ARISTON THERMO GROUP)

Surface Utile : 2.26 m²

Surface Hors-tout : 2.5 m²

OK

ou Entrer coeffs Solo (CSTB) ou Entrer coeffs internationaux

B 0.021 K 4.19 W/m².°C PrTd PrUL W/m².°C

Captteurs 33

Inclinaison Capteur 45 °/Horiz.

Orientation C / Sud.

Surface Entrée Totale [] m²

Figure 81: choix de type capteur, orientation et l'inclinaison (source d'auteur)

Les CES sont positionnés dans les terrasses des différents entités du site, ils recouvrent :

- 82.26 % des besoins de l'école en eau chaude sanitaire,
- 89.35% des besoins des logements de fonctions en eau chaude sanitaire.

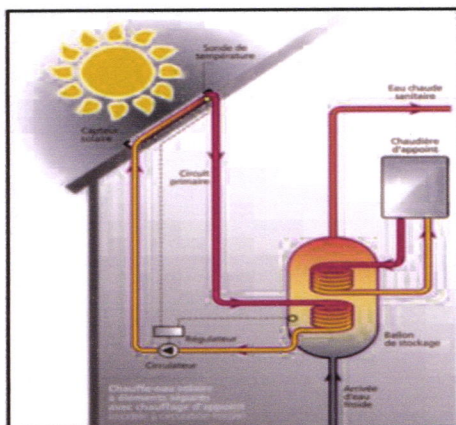


Figure 84: schéma de fonctionnement des CES (source d'auteur)



Figure 83 Emplacement des capteurs CES dans la terrasse de l'école (Source: auteur)

4.4 La simulation thermique:

Présentation du logiciel :

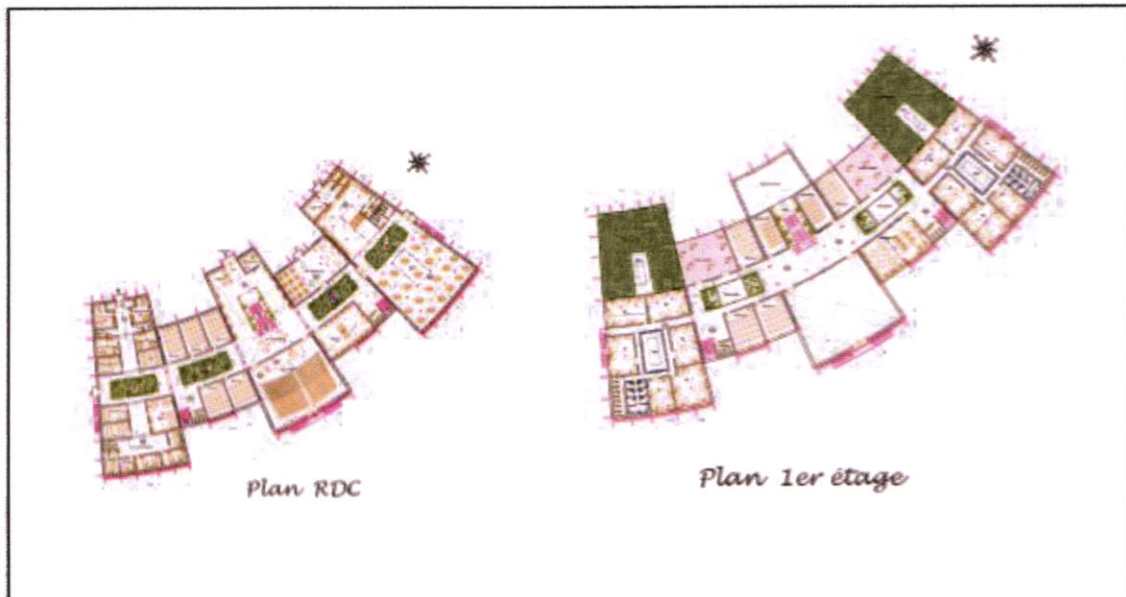
Nôtres simulation sera faite avec le logiciel Autodesk ECOTECT analysis, est un programme d'analyse environnementale, l'outil permet aux concepteurs de simuler la performance énergétique des constructions, dès les premiers stades de la conception. L'affichage présente les résultats d'analyse directement dans le contexte de la construction. La première étape de notre simulation, consiste à définir des zones dans la cellule d'habitation et d'intégrer les données nécessaires dans le logiciel de simulation.

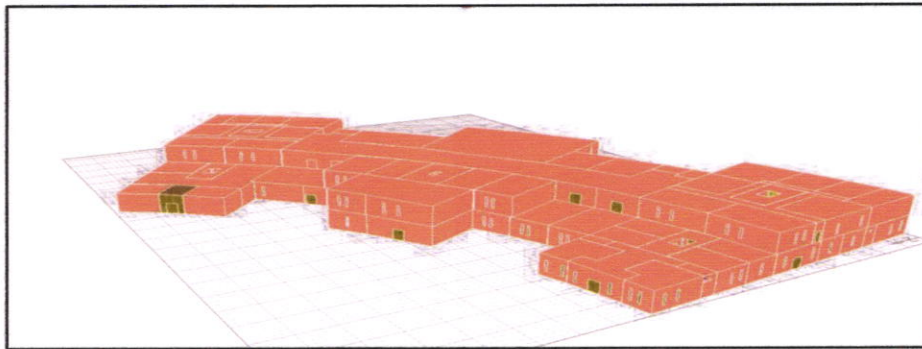
Etapes de simulation :



4.4.1.1 Etape 1 :

Dans cette étape on a dessiné école hôtelière (le volume)





4.4.1.2 Etape 2

On a identifié chaque élément de construction

Plancher terrasse :

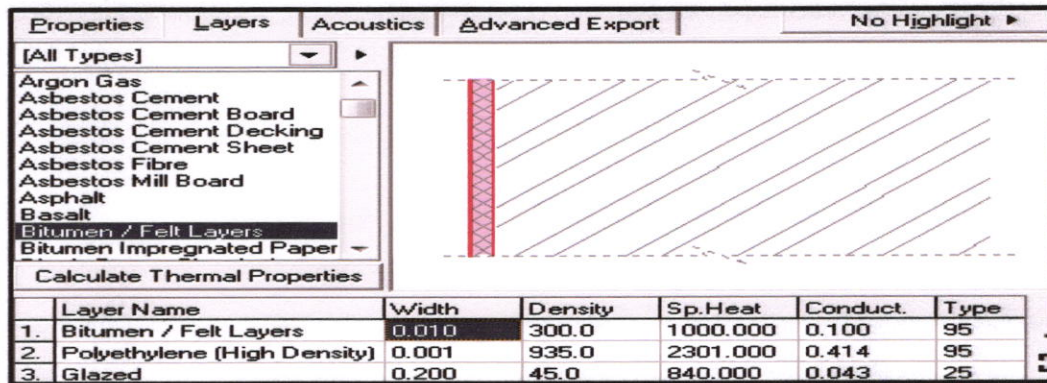


Figure 85: caractéristique de plancher terrasse (source d'auteur)

Plancher courant :

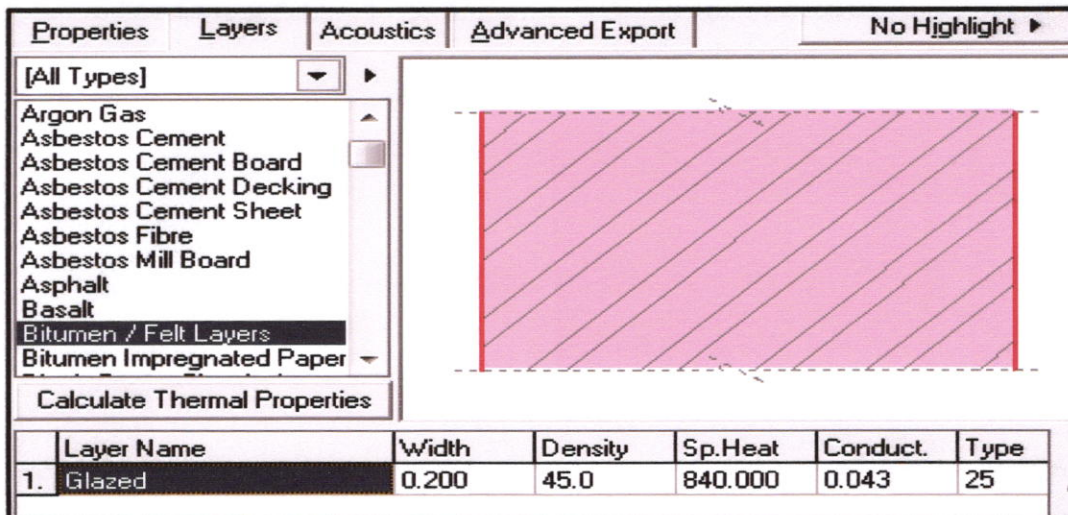


Figure 86: les caractéristiques de plancher courant (source d'auteur)

Les murs extérieurs (BTC) :

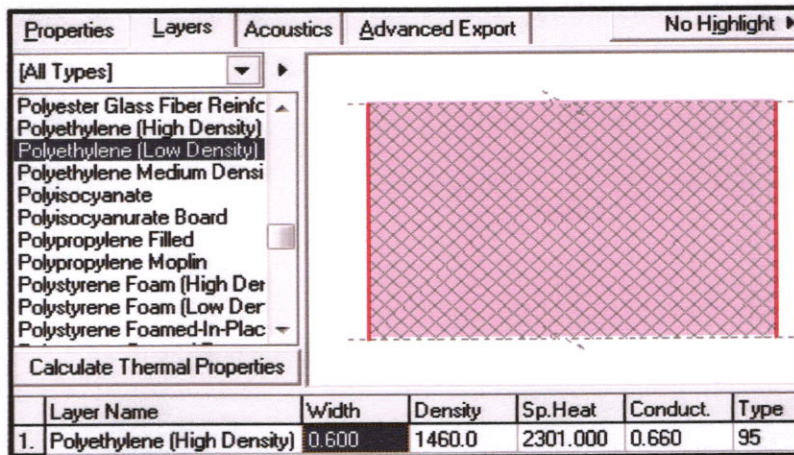


Figure 87: les caractéristique des murs exterieure (source d'auteur)

Les murs intérieurs (BTC) :

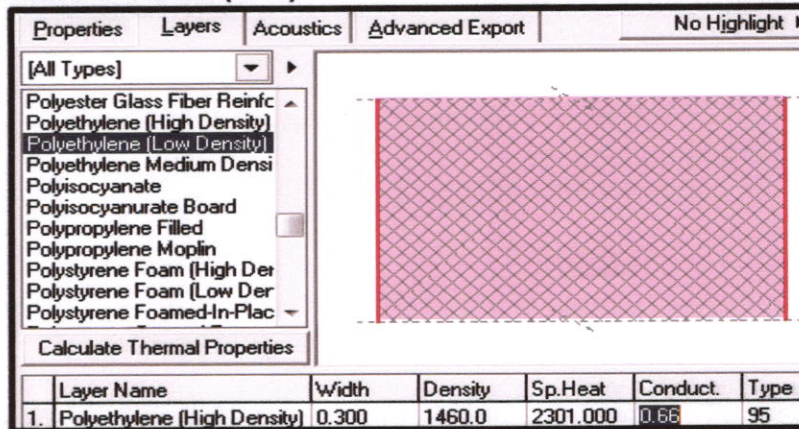


Figure 88: les caractéristique des murs interieure (source d'auteur)

Les fenêtres (double vitrage):

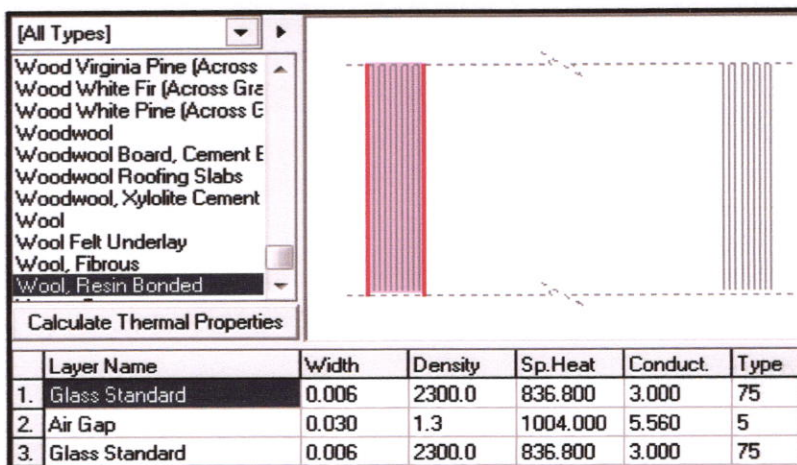


Figure 89: les caractéristique des fenetres (source d'auteur)

4.4.1.3 Etape 3 : les résultats :

MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	3045113	0	3045113
Feb	1602148	0	1602148
Mar	362277	436119	798396
Apr	0	8500890	8500890
May	0	20394800	20394800
Jun	0	25342016	25342016
Jul	0	29140398	29140398
Aug	0	28264040	28264040
Sep	0	23657850	23657850
Oct	0	16118022	16118022
Nov	786256	28464	814720
Dec	2469290	0	2469290
TOTAL	8265083	151882599	160147683
PER M ²	1870	34361	36231

Max Heating:
11569 W at 11:00 on 15th January

Max Cooling:
53546 W at 17:00 on 21st July

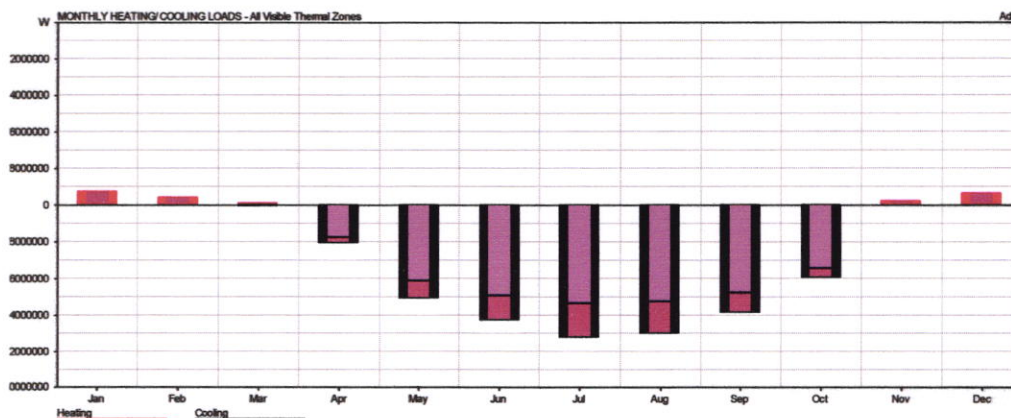
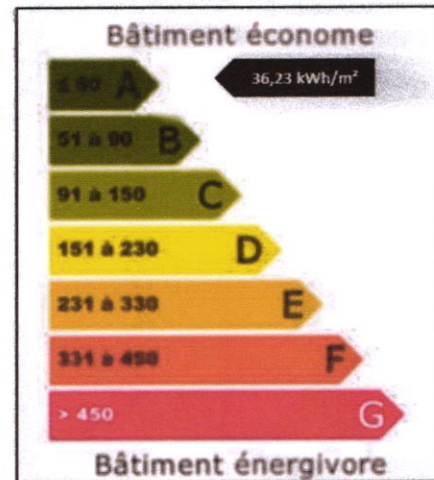


Figure 90 Besoin annuel de chauffage et climatisation dans l'école hôtelière
(Source : écotect 2010)

synthèse :

A partir les résultats de simulation .on observe que le besoin annuel en chauffage et en climatisation égale à 36.23kwh/m², ce qui classe notre projet (école hôtelière) classe A. plus que l'installation du système photovoltaïque qui va couvrir 80% des besoins annuelle en électricité



5. Conclusion :

A partir L'analyse des résultats de simulation thermique. On conclue qu'il est possible de produire une architecture innovante et locales en même temps et ce en l'inscrivant dans une démarche durable et bioclimatique pour lui permettre de ce fait de puiser de manière responsable dans les ressources que propose la région et ainsi assurer l'indépendance de l'équipement. Il est facile de penser une typologie innovante et adaptable à la région de Timimoun simplement en s'inspirant des techniques anciennes tout en tachant de profiter des innovations de notre époque.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

La recherche que nous avons élaborée avait pour objectif d'assurer l'efficacité énergétique des

Équipements à caractère touristique. Pour que cette conception devienne utile et performante, elle doit prendre en considération l'aspect Environnemental en générale et l'aspect énergétique en particulier dans les processus de conception architecturale de projet.

Les résultats de simulation de chaque éléments et dispositifs architecturales qui nous a permis de faire sortir les choix optimaux de notre conception qui a pour but d'éviter certaines erreurs conceptuelles architecturales et Constructives qui aggravent les conditions climatique de la ville de Timimoun et de les résoudre dès le départ.

Nous avons pris les conditions climatiques en considération afin de donner les solutions conceptuelles adéquates et spécifiques à la région. À l'aide Les diagrammes bioclimatiques (Szokolay et givoni) et les tables de Mahoney.

L'intégration du patio des espaces pour dormir à l'extérieur (terrasse) Ainsi que un plan compact, inertie thermique et effet de masse avec ventilation nocturne et Refroidissement par évaporation sont nécessaires pour atteindre le confort thermique intérieur en été. D'ailleurs, pendant l'hiver, le chauffage solaire passif est recommandé pour reconstituer le confort thermique.

Les résultats qui on a trouvé à la fin confirme la possibilité de réalisé nôtre objectif d'intégré la stratégie d'architecture bioclimatique qui prendre aspect Environnemental et aspect énergétique en considération.

Enfin, La grande fragilité de l'écosystème qu'on trouve dans le Sahara Algériens nous a poussés à définir un nouveau modèle d'architecture à la croisée de la tradition et de la modernité.

REFERENCES

REFERENCE



Référence :

1. Thèses, mémoires, revues et livres :

- **ABDERREZAK A.**, 2010, Evaluation de l'efficacité de rafraîchissement passif d'une toiture végétalisée sous un climat semi-aride, Département d'Architecture et d'Urbanisme, Université Mentouri Constantine, Algérie.
- **ABDULAC S.**, 2011, les maisons à Patio Continuités historiques, adaptations bioclimatiques et morphologies urbaines, ICOMOS, France.
- **ADEME**, 2009, Objectif 2020 : bâtiments à énergie positive. note de cadrage et perspective, ADEME-Département Bâtiment et Urbanisme, Paris, p08.
- **Alain Liébard et André De Herde**, **Le Moniteur**, 1996-2004, Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable. algérienne. Ed, CRSTRA. Alger .p423.
- **ANDRE P. et al**, 2004, Le refroidissement passif comme stratégie bioclimatique, école d'architecture, université de LAVAL.
- **ANDRE P. et al**, 2004, Le chauffage solaire passif comme stratégie bioclimatique, école d'architecture, université de LAVAL.
- **ATIK T. et al.**, 2014, Effet des toitures vertes sur le microclimat urbain à Alger, Conférence IBPSA France-Arras-.
- **B.BERGHOUT et al**, 2007, Simulation du confort thermique intérieur pour l'orientation d'un bâtiment collectif à Biskra, École de technologie supérieure, Montréal, Québec
- **BALLOUT A.**, 2010, le rôle de la végétation et l'eau dans la création d'un microclimat urbain « cas de la place de Ain Fouara à Sétif, Département d'Architecture et d'Urbanisme, Université Mentouri Constantine, Algérie.
- **BEDNAR, M.J.**, 1986, « The new atrium ».McGraw-Hill Inc, New York (USA).
- **BENHALILOU K.**, 2008, Impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment "Cas du climat semi-aride", Département d'Architecture et d'Urbanisme, Faculté des Sciences de la Terre, Université Mentouri Constantine, Algérie.
- **BENHOUHOU M.**, 2012, l'impact des matériaux sur le confort thermique, dans les zones semi-arides .Cas d'étude : la ville de DJELFA, ECOLE POLYTECHNIQUE D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME –EPAU-, EL Harrach, Algérie.
- **BENREDOUANE N. et BENYOUCEF B.**, 2008, La fenêtre et son rôle dans la conception des maisons bioclimatiques, Unité de Recherche de Matériaux et Energies Renouvelables, Université Abou Bekr Belkaïd, B.P. 119, Tlemcen, Algérie.
- **BENYAHIA N. et. ZEIN K.**, 2003, L'écotourisme dans une perspective de développement durable, Contribution spéciale de Sustainable Business Associates (Suisse)
- **BOUDJELLALI L.**, 2009, Rôle de l'oasis la création de l'îlot de fraîcheur dans les zones chaudes et arides «cas de l'oasis de Chetma - Biskra», Département d'Architecture et d'Urbanisme, Université Mentouri Constantine, Algérie.
- **BOUSSORA. K.**, 2009, Styles des façades des monuments islamiques au Maghreb, Thèse de Doctorat, Université de Biskra.
- **Bryn I.**, 1995, "Atrium buildings from the perspective of function, indoor air quality and energy use," ASHRAE Transactions. Vol 101(2), p 829-40

REFERENCE

- **C. FLORY - CELINI**, 2008, Modélisation et positionnement de solutions bioclimatiques dans le bâtiment résidentiel existant, Ecole doctorale MEGA, Université Lyon 1 Claude Bernard, France.
- **Ching**, 1979, Architecture, Form, Space and Order.
- **DAJOZ R.**, 1974. Dynamique des populations. Ed. Masson, Paris p295.
- **Dictionnaire hachette**. 2005. p .1161.
- **Dictionnaire LAROUSSE**.
- **DJAKAM L. et KEBIZ K.**, 1993, Contribution à l'étude de la faune des palmeraies de trois régions de Sud-ouest Algérien, **Université Kasdi Merbah Ouargla**.
- **DREAL**, Développement durable en Lumousin, Mai 2012, Vivre mieux dans un bâtiment avec un air de qualité, Fiche n°03. « La ventilation dans le bâtiment »
- **DUBOST D.**, 2002, Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis
- **DUGUE A.**, 2014, Caractérisation et valorisation des protections solaire pour la conception des bâtiments : analyse expérimentale et proposition des modélisations, Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, France.
- **FEZZIUI N. et al.** , 2012, Performance énergétique d'une maison à patio dans le contexte maghrébin (Algérie, Maroc, Tunisie et Libye), Laboratoire d'Energétique en Zones Arides, 'Energarid', Faculté des Sciences et Technologie, Université de Béchar, Algérie.
- **G. BOUHACHEM et F. BOUREBIA**, 2008, L'impact de l'orientation des parois transparentes sur le confort thermique dans une salle de classe à Constantine, Laboratoire d'Architecture Bioclimatique et Environnement, Département d'Architecture et d'Urbanisme, Faculté des Sciences de la Terre, Université Mentouri Constantine, Algérie.
- **Givoni.B.**, 1978, « L'homme, l'architecture et le climat » Edition du Moniteur, Paris.
- **KASBADJI MERZOUK N.**, 1999. Carte des Vents de l'Algérie – Résultats Préliminaires Rev. Energ. Ren. : Valorisation (1999). p209.210.
- **KEMAJOU A. et MBA L.**, 2011, Matériaux de construction et confort thermique en zone chaude Application au cas des régions climatiques camerounaises, Laboratoire de Froid et Climatisation, Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique, 'ENSET' Université de Douala, B.P. 1872, Douala, Cameroun.
- **LABRECHE S.**, 2014, Forme architecturale et confort hygrothermique dans les bâtiments éducatifs, cas des infrastructures d'enseignement supérieur en régions arides, Département d'Architecture, Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie.
- **Laurent D.**, Juin 2007, Ecotourisme, Un Outil de gestion des écosystèmes, Essai présenté au département de biologie en vue de l'obtention de grade de maitre en écologie internationale, Faculté des Science –Université de Sherbrooke- Québec, Canada.
- **LAUSTENS J.**, 2008, Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings, International Energy Agency, OECD/IEA, Paris, p65, 66, 71.
- Le moniteur hôtellerie– contribution personnelle.
- le point en recherche, **SCHL**, 2004, Impact de la forme architecturale sur la performance énergétique potentielle des collectifs d'habitation.
- **LIEBARD A. et DE HERDE A.**, 2005. Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique concevoir, édifier et aménager avec le développement durable. Le Moniteur. Paris. p368.
- **MASTELAN. P.**, 2005, L'Ordre et la Règle. Vers une Théorie du Projet d'Architecture, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.
- **OZENDA P.**, 1977. Flore du Sahara. CNRS : centre national de la recherche Scientifique, 2émeédition, Paris p12-16.

REFERENCE

- **PLASSART S.**, 2015, l'atrium central dans les bâtiments tertiaires contemporains, école nationale supérieure d'architecture de Nantes, France.
- Protection solaire Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement de la Haute Garonne (www.caue31.org).
- **RAHAL S.**, 2011, L'impact De L'atrium Sur Le Confort Thermique Dans Les Bâtiments Publics. "Cas de la Maison de culture à Jijel", Département d'Architecture et d'Urbanisme, Université Mentouri Constantine, Algérie.
- **René Lalement et Pierre Lagarde**, 2005, Architecture du Système d'information sur l'eau, Ministère de l'écologie et du développement durable, France.
- **S. BELLARA LOUAFI et S. ABDOU**, 2009, Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective. "Cas de la nouvelle ville Ali mendjeli, Constantine", Département d'Architecture et d'Urbanisme, Faculté des Sciences de la Terre, Université Mentouri Constantine, Algérie.
- **S.NACMIAS**, Janvier 2013, la serre dans l'architecture une réponse aux différents enjeux d'aujourd'hui?, école nationale supérieure d'architecture de Montpellier, France.
- **SAXON R.**, 1983, « Atrium Buildings: Development and Design », Great Britain: The Architectural Press Ltd, London.
- **Scartezzini et al**, 1993, 1994, Outils Informatiques en Lumière Naturelle. Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie, Genève, Laboratoire d'énergie solaire et de physique du bâtiment, EPFL, Lausanne.
- **THIERS S.**, 2008, Bilans énergétiques et environnementaux de bâtiments à énergie positive, Thèse de doctorat, l'université des mines, Paris, p252.
- Un Regard Éclairé Sur Des Logements De Qualité À Consommation d'énergie Quasi Nulle, 2014.

2. Sites internet :

- (http://www.cder.dz/download/Art9_3-10.pdf visité le 17/10/2017) visité le 17/10/2017)
- (<https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11503#c1802> visité le 17/10/2017)
- http://ale-lyon.org/IMG/pdf/dt4-toiture_vegetalisee.pdf, visité le 25-02-2017.
- <http://www.ehl.edu/>, visité le 17-02-2017.
- http://www.phytotechno.com/fichestechniques/fiches/20160528_SQP_Fiche_toitsvegetalises.pdf, visité le 05-02-2017.
- <Http://Lesdefinitions.Fr/Enseignement#ixzz2eqwuw9pv>, visité le 17-12-2016.
- <http://www.airnaturel.com>, visité le 15-04-2017.
- <http://www.chambresapart.fr/la-gree-des-landes.html>, visité le 21-04-2017
- <http://www.econet.ulg.ac.be/urba/index.php?pg=1010>, visité le 10-4-2017
- <http://www.enertech.fr/pdf/63/hotel%20consommation%20energie%20par%20usage%20-%20P%20Or.pdf> visité le 17/10/2017).
- <http://www.frac-centre.fr>, visité le 8-03-2017.
- <http://www.lacroixdesavoie.fr>, visité le 20-04-2017.
- <http://www.lagreedeslandes.com/fr/>, visité le 21-04-2017.

REFERENCE

- <http://www.prioriterre.org/upload/wysiwyg/File/Parutions/lettresearchi05.pdf> , visité le 14-04-2017.
- <https://veranda.ooreka.fr/infos/serre-bioclimatique> , visité le 30-01-2017.
- <https://www.eshra.dz/fr/> , visité le 15-02-2017.
- <https://www.vitragevir.fr> , visité le 12-03-2017.
- <http://www.tecsol.fr/> , visité le 26/10/2017

LISTES DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

Liste des figures :

Figure 1 Principes de base d'une conception bioclimatique.....	7
Figure 2 la ventilation dans le bâtiment	7
Figure 3 Concepts de la stratégie du chaud.....	8
Figure 4 Concepts de la stratégie du froid	9
Figure 5 Forme architecturale et ses environnements	12
Figure 6 Effet de l'évaporation de l'eau sur le microclimat.....	14
Figure 7 Radar de la consommation énergétique selon les différentes orientations	25
Figure 8 Besoin de chauffage et climatisation pendant l'année à Timimoun Selon l'orientation SUD. .	26
Figure 9 Radar de la consommation énergétique selon les différents types de vitrage.....	26
Figure 10 Besoin de chauffage et climatisation pendant l'année à Timimoun par un taux de vitrage de 10 %	26
Figure 11 Radar de la consommation énergétique par les différents types de vitrage	27
Figure 12 Besoin de chauffage et climatisation pendant l'année à Timimoun par un double vitrage avec $U=3$	27
Figure 13 Besoin de chauffage et climatisation pendant l'année à Timimoun par un réflecteur de 87.5 % de profondeur	28
Figure 14 Radar de la consommation énergétique selon les différents types de vitrage.....	28
Figure 15 Radar de la consommation énergétique des différents matériaux	28
Figure 16 Besoin de chauffage et climatisation pendant l'année à Timimoun en utilisant la Terre.....	29
Figure 17 Radar de la consommation énergétique des différentes épaisseurs d'isolant.....	29
Figure 18 Besoin de chauffage et climatisation pendant l'année à Timimoun en utilisant un isolant d'une épaisseur de 2.5cm	29
Figure 19 Radar de la consommation énergétique selon les différentes formes	30
Figure 20 Besoin de chauffage et climatisation pendant l'année à Timimoun pour $Cf=1$	30
Figure 21 Radar de la consommation énergétique selon l'absence, présence et typologie de patio	31
Figure 22 Besoin de chauffage et climatisation pendant l'année à Timimoun avec la présence d'un patio rectangulaire allongé sur l'axe N/S.....	31
Figure 23 Comparaison de l'impact des dispositifs architecturaux sur la performance énergétique.....	31
Figure 24 Classification des indicateurs	32
Figure 25 ESHRA	38
Figure 26 Situation de l'école.....	38
Figure 27 Les zones de l'école	38
Figure 28 L'école est caractérisée par une architecture moderne.....	38
Figure 29 un jeu de volumes savamment agencé qui donne à l'école son style épuré et aéré ouvert sur des espaces verts et sur la méditerranée par ses gigantesques bi vitré.....	38
Figure 30 Le retour à un matériau noble comme le bois contribue à réchauffer l'atmosphère des lieux, met en relief le lobe central (le cœur de l'infrastructure) et crée un contraste avec la blancheur des murs, du plafond et du sol.	38
Figure 31 L'intérieur se caractérise par des portiques à grande portée garantissant des espaces dégagés.	38
Figure 32 Toutes les chambres profitent d'une vue sur la méditerranée.	38
Figure 33 La transparence des murs invite la lumière du jour.	38
Figure 34 Un escalier monumental sert à desservir les différents espaces.	38
Figure 35 : La limite urbaine.....	39
Figure 36: Le puits (source de vie)	39
Figure 37: Entrée urbaine et tour (Bureau)	39
Figure 38: La voiture intègre le ksar	39

LISTE DES FIGURES

Figure 39: aire de jeux pour les enfants	39
Figure 40:La cour, espace nouveau.....	39
Figure 41:Le ksar de Tafilelt et sonorganisatin compacte	39
Figure 42: Le ksar de Tafilelt est soumis à toutes les derctions de vents.....	39
Figure 43:Organisation des espaces.....	39
Figure 44:Superposition des chebek.....	39
Figure 45 Situation de la ville de Timimoun sur carte (Source : Google maps).....	41
Figure 46 Situation du site sur carte.....	41
Figure 47 Situation du site d'intervention par rapport à la ville (Source: Google Earth).....	41
Figure 48 La forme du site (Source: Google Earth).....	42
Figure 49 Valeur des températures moyennes mensuelles, min et max (Source: Météonorme).....	43
Figure 50 Valeur des températures moyennes, max et min mensuelles.....	43
Figure 51 Variation des précipitations mensuelles	43
Figure 52 L'Humidité relative moyenne de l'air.....	44
Figure 53 La vitesse des vents dans la région de Timimoun	45
Figure 54 Rose des vents de Timimoun (la période 2007-2017)	45
Figure 55 Durée mensuelle d'insolation à Timimoun (Source: Météonorme)	46
Figure 56 Diagramme psychrométrique anuuelle de Timimoun tiré de Weather Tool. Partie d'Ecotect 2011 (Source: Ecotect).....	47
Figure 57 Diagramme psychrométrique de Timimoun des mois d'Hiver tiré de Weather Tool. Partie d'Ecotect 2011 (Source: Ecotect)	48
Figure 58 Diagramme psychrométrique de Timimoun des mois d'Eté tiré de Weather Tool. Partie d'Ecotect 2011 (Source: Ecotect)	48
Figure 59 Diagramme psychrométrique de Timimoun des mi-saisons, tiré de Weather Tool. Partie d'Ecotect 2011 (Source: Ecotect)	49
Figure 60 La zone de surchauffe sur le diagramme stéréographique de Timimoun tiré de weather tool (Source: Ectect 2011).....	51
Figure 61 l'éclairage naturel dans les salles de cours à partir du patio (Source : auteur).....	64
Figure 62 Ventilation par patio, cas des salles de cours (Source : auteur).....	64
Figure 63:schema impact solaire sur les differents heures de la journé en Hiver (source auteur)	65
Figure 64:schéma impact solaire sur les différents heures de la journée en Eté	65
Figure 65 Utilisation de la végétation pour obtenir de l'ombrage et le rafraichissement (Source : auteur).....	66
Figure 66 Utilisation du pergola pour obtenir de l'ombrage à l'entrée de l'école (Source : auteur)	66
Figure 67 Forme de Fenetre verticale en bare dans le projet (Source:auteur)	66
Figure 68 Coupe d'un double vitrage	66
Figure 69: emplacement de la voute au coté sud de projet	67
Figure 70 Le ré-rayonnement pendant la période nocturne (Source : auteur).....	67
Figure 71 L'absorption du rayonnement pendant la période diurne (Source : auteur).....	67
Figure 72 Le type de fondations utilisé dans le projet (Source : auteur).....	68
Figure 73 Rattachement des murs avec fondation (Source : auteur).....	68
Figure 74 Types des murs existants dans le projet (Source : auteur).....	69
Figure 75 Détail de plancher à Kernaf (Source : auteur)	69
Figure 76:choix de station et le type de pv(source d'auteur)	70
Figure 77: orientation , inclainison et le types dy'intégration des pv(source d'auteur).....	70
Figure 78:schéma de principe de fonctionnement des photovoltaïques(source d'auteur)	71
Figure 79 l'emplacement des PV sur terrasse de l'école.....	71
Figure 80: choix de station(source d'auteur).....	71
Figure 81: choix de type capteur, orientation et l'inclainison (source d'auteur).....	72

LISTE DES FIGURES

Figure 82 choix de types et la température de stockage (source d'auteur)	72
Figure 83 Emplacement des capteurs CES dans la terrasse de l'école (Source: auteur)	72
Figure 84: schéma de fonctionnement des CES (source d'auteur)	72
Figure 85: caractéristique de plancher terrasse (source d'auteur)	74
Figure 86: les caractéristiques de plancher courant (source d'auteur)	74
Figure 87: les caractéristiques des murs extérieures (source d'auteur)	75
Figure 88: les caractéristiques des murs intérieures (source d'auteur)	75
Figure 89: les caractéristiques des fenêtres (source d'auteur)	75
Figure 90 Besoin annuel de chauffage et climatisation dans l'école hôtelière	76

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX

Liste des tableaux :

Tableau 1 L'humidité Moyenne mensuelle de la ville de Timimoun	44
Tableau 2 l'humidité Relative max et min de la ville de Timimoun	44
Tableau 3 Les moyennes des fréquences des vents selon les huit directions (2007-2017).....	45
Tableau 4 Limites de la température de confort adaptatif de la région de Timimoun (source : auteur) .	46

ANNEXES

Annexe 1 : Table de Mahoney de Timimoun

Localisation	sud ouest Algérien
Longitude	29°15'49" Nord
Latitude	0°13'51" Est
Altitude	279 m

Température	Jan	Fév	Mar	avr	mai	juin	juil	aou	sep	oct	nov	déc		
T moy Max (c°)	24,7	25,1	31,5	37,3	40,5	44,1	47,2	45,7	45,3	39,4	30,3	6		
T moy Min (c°)	4,2	5,4	9,2	12,4	17,8	23,1	26,6	26,2	22,3	19,7	8,4	5	AMR (T max-T min)	43
T moy mensuelle	12,9	16,1	21,4	24,9	30,5	34,7	38,2	37,3	32,6	27,5	18,7	14,3	AMT (T max + T min)/2	25,7

Groupe d'humidité	Humidité relative
1	H < 30 %
2	H : 30-50%
3	H : 50-70%
4	H > 70%

Humidité relative	Jan	Fév	Mar	avr	mai	juin	juil	aou	sep	oct	nov	déc	
HR moy Max	45	36	24	22	18	13	11	18	21	26	37	46	
HR moy Min	21	17	12	11	11	10	10	10	12	15	19	23	
HR moy mensuelle	37,9	31,2	25,7	21,35	19,75	16,2	21,7	29,2	21,7	29,2	36,2	43,9	
Groupe d'humidité	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	total
précipitation (mm)	3	1	2	10	2	1	1	0	2	3	1	1	27
V moy du vent (m/s)	4,9	5	5,3	5,7	5,7	5,5	5,5	5,4	5,1	4,9	4,8	4,9	

Groupe d'humidité	AMT > 20°C		AMT : 15-20 °C		AMT < 15°C	
	jour	nuit	jour	nuit	jour	nuit
1	26-34	17-25	23-32	14-23	21-30	12_21
2	25-31	17-24	22-30	14-22	20-27	12_20
3	23-29	17-23	21-28	14-21	19-26	12_19
4	22-27	17-21	20-25	14-20	18-24	12_18

Tableau 6 : Diagnostique

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
groupe d humidité	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
T moy Max (c°)	24,7	25,1	31,5	37,3	40,5	44,1	47,2	45,7	45,3	39,4	30,3	6
confort diurne Max	31	31	34	34	34	34	34	34	34	34	31	31
confort diurne Min	25	25	26	26	26	26	26	26	26	26	25	25
T moy Min (c°)	4,2	5,4	9,2	12,4	17,8	23,1	26,6	26,2	22,3	19,7	8,4	5
confort nocturne Max	24	24	25	25	25	25	25	25	25	25	24	24
confort nocturne Min	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
stress thermique jour	C			H	H	H	H	H	H	H		C
stress thermique nuit	C	C	C	C		H	H	H			C	C

C : trop froid
O : confort
H : trop chaud

Tableau 7 : Indicateurs

mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
H1 mouvement d'aire essentiel												
H2 mouvement d'aire désirable												
H3 protection contre la pluie												
A1 stockage thermique nécessaire	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
A2 dormir dehors désirable					*	*	*	*	*	*		
A3 protection de froid	*											*

Indicateur	Confort thermique		Précipitation	G. d'humidité	AMR
	Jour	Nuit			
H1	H			4	
	H			2,3	< 10°
H2	O			4	
H3			+ 200 (mm)		
A1				1, 2,3	> 10°
A2		H		1,2	
	H	O		1,2	> 10°
A3	C				

Recommandations :

1. Plan masse :

H1	H2	H3	A1	A2	A3	
			0-10			Bâtiments orientés suivant un axe longitudinal est-ouest afin de diminuer l'exposition au soleil.
			11 ou 12		5-12	Plans compacts avec cours intérieures
					0-4	

2. Espacements entre bâtiments :

11 ou 12						Grands espacements pour favoriser la pénétration du vent
2-10						Comme ci-dessus mais avec protection contre vent chaud/froid
0 ou 1						Plans compacts

3. Circulation d'air :

3-12						Bâtiments à simple orientation. Dispositions permettant une circulation d'air permanente.
1 ou 2			0-5			
	2-12		6-12			Bâtiments à double orientation permettant une circulation d'air intermittente.
0	0 ou 1					Circulation d'air inutile

4. Dimensions des ouvertures :

			0 ou 1		0	Grandes, 40 à 80% des façades nord et sud.
					1-12	Moyennes, 25 à 40 % de la surface des murs
			2-5			
			6-10			Intermédiaires, 20 à 35 % de la surface des murs.
			11 ou 12		0-3	Petites, 15 à 25% de la surface des murs.
					4-12	Moyennes, 25 à 40 % de la surface des murs.

5. Positions des ouvertures :

3-12						Ouvertures dans les murs nord et sud, à hauteur d'homme du côté exposé au vent.
1 ou 2			0-5			
	2-12		6-12			Comme ci-dessus, mais y compris ouvertures pratiquées dans les murs intérieurs.
0	0 ou 1					

6. Protection des ouvertures :

					0-2	Se protéger de l'ensoleillement direct
		2-12				Prévoir une protection contre la pluie

7. Murs et planchers :

			0-2			Constructions légères, faible inertie thermique
			3-12			Construction massive, décalage horaire supérieur à 08 heures

8. Toiture :





10-12			0-2			Construction légères, couvertures à revêtements réfléchissants et vide d'air.
			3-12			Légère et bien isolée
0-9			0-5			Construction massive, décalage horaire supérieur à 08 heures
			6-12			

9. Espaces extérieurs :

				1-12		Emplacement pour le sommeil en plein air
		1-12				Drainage approprié des eaux de pluie
		3-12				

Annexe 2 (Source : plan directeur d'urbanisme, Schéma d'affectation des sols, ville et commune d'Adrar, 1982)

CHARTRE DES COULEURS.

Couleur	Désignation	Référence existante
	① Brun Rouge	Hotel Place des Martyrs
	② Brun Moyen	Couleur tout de la région
	③ Rose-brun	Sonalgas et Résidence du wali
	④ Beige clair	

Annexe 3 : Cahier de charge

SOUSSION



Je soussigné (e).....
Nom et prénoms :
Profession :
Demeurant à :
Agissant au nom et pour le compte de :, inscrit (e) au registre du commerce, au registre de l'artisanat et des métiers ou autre (à préciser) de :
Après avoir pris connaissance des pièces du projet de convention et après avoir apprécié, à mon point de vue et sous ma responsabilité, la nature et la difficulté des prestations à exécuter :
Remets, revêtus de ma signature, un bordereau des prix et un détail estimatif, établis conformément aux cadres figurant au dossier du projet de convention .
Me soumetts et m'engage envers

DIRECTION DU TOURISME ET DE L'ARTISANAT DE LA WILAYA D'ADRAR

à exécuter les prestations conformément aux conditions du cahier des prescriptions spéciales et moyennant la somme de (indiquer le montant de la convention en dinars et, le cas échéant, en devises étrangères, en chiffres et en lettres,
En hors taxes.....

En toutes taxes) :

M'engage à exécuter la convention dans un délai de : (indiquer le délai en chiffres et en lettres).....

Le service contractant se libère des sommes dues, par lui, en faisant donner crédit au compte bancaire ou CCP n°.....

Auprès :

Adresse :

Affirme, sous peine de résiliation de plein droit de la convention ou de sa mise en régie aux torts exclusifs de la société, que ladite société ne tombe pas sous le coup des interdictions édictées par la législation et la réglementation en vigueur.

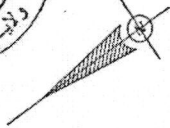
Certifie, sous peine de l'application des sanctions prévues par l'article 216 de l'ordonnance n 66-156 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code pénal que les renseignements fournis ci-dessus sont exacts.

Fait à, le

Le soumissionnaire
(nom, qualité du signataire et cachet du soumissionnaire)

N.B : En cas de groupement le chef de file doit mentionner qu'il agit au nom du groupement et préciser la nature du groupement (conjoint ou solidaire).

مخطط الكتلة لإنجاز مشروع معهد جهوي للتكوين في السياحة والفندقة مع نزل تطبيقي
بلدية تيميمون



VERS TINERKOUK

VERS OULED SAID

C-W-151

foggara

Complexe

CENTRE DE REPOS
DES MOUDJAHIDINE

الطول: 200.00 م
العرض: 150.00 م
المساحة الإجمالية: 30000.00 م²

01/03/2012

PROGRAMME DE CONSTRUCTION



Nature des locaux	Nbre	Surface /local
<u>I-Bloc pédagogique + Administration</u>		
1- Administration		
08 Bureaux de Direction Générale	01	130
04 Bureaux De Services D'étude	01	70
04 Bureaux De Services D'Administration	01	70
Salle De Réunion	01	30
Salle D'archive	01	35
Bloc Sanitaires de 03 locaux	02	06
2- Pédagogie		
Salle De Cours	09	50
Salle Polyvalent	01	50
Salle Spécialisée	01	50
Bibliothèque	01	85
Laboratoire	01	125
Cyber espace de 35 places	01	50
Salle de conférence de 200 places	01	400
Bloc Sanitaires de 10 locaux	02	20
3- Enseignant		
Salle D'enseignant	01	30
Salle De Réunion	01	30
Salle de travail	01	30
4- Infirmierie		
	01	70
TOTAL (I)		1731
<u>II-Bloc ateliers + magasin</u>		
-Atelier	1	100
-Magasin central	1	100
TOTAL (II)		200
<u>III-Bloc réfectoire, cuisine + hébergement</u>		
Réfectoire + locaux (chambre froid + vestiaire et sanitaire)	1	120
Réfectoire	1	520
Magasin de stockage	1	30
Foyer	1	60
Buanderie	1	20
Dortoirs garçons	1	600
Dortoirs filles	1	600
Dépôt	1	15
Bloc sanitaire	4	20
Circulation	F	53

TOTAL (III)		
IV-03 Logements d'astreinte		
-02 F3	2	
-01 F4	1	
TOTAL (IV)		143
TOTAL		2561



HOTEL D'APPLICATION

- 01 DESC D'ACCEUIL	150
- 06 COMMERCE	60
- 01 RESTAURANT	230
- 05 BUREAUX DE DIRECTION	85
- 01 SALLE DE SPORT	150
- 36 CHAMBRES DONT:	
- 26 CHAMBRES SINGLES	20
- 10 CHAMBRES DOUBLES	30
- SALLE DE CONFERENCE	150
- CIRCULATION	26%
-	2742

AMENAGEMENT

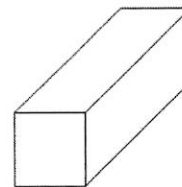
AMENAGEMENT
Mur de clôture et entrée principale
Poste transformateur
Bâche d'eau 60m3
Voie
Lieux techniques

Annexe 3 : BTC

L'utilisation de la terre crue résulte d'une pratique préhistorique. La technique des adobes, consiste à mouler des briques avec de la terre crue et de les laisser sécher.

La terre est mélangée à l'eau.

La brique de terre crue compressée, est un béton de terre composé de graviers, sables, et d'éléments fins (limons et argiles) très peu humides.



Fabrication :

On élimine par ciblage les plus gros, graviers et grumeaux d'argile. On ajoute ensuite un stabilisant (Chaux aérienne) afin d'augmenter la durabilité des blocs. Des fibres végétales peuvent être ajoutées (paille, copeaux de bois, lin).

On utilise des presses pour comprimer la brique : manuelles ou motorisées, à transmission manuelle, mécanique ou hydraulique.

Les matières premières sont mélangées, moulées à froid et pressées mécaniquement. Les briques sont placées à suer 3 semaines sous une bâche pour que la réaction chimique entre la chaux et l'argile se produise. Elles sont ensuite séchées naturellement à l'air libre pendant quelques jours.

La couleur de la brique dépend de la provenance de la terre utilisée.

La brique est un des éléments de construction **les plus répandus et les plus connus**. Elle s'utilise depuis des millénaires dans la construction.

Caractéristiques Techniques Normes / réglementations (pour épaisseur de 20 cm) :

Masse volumique : 700 à 1500 Kg/m³

Conductivité thermique : 0.66 W/m. K

Isolation phonique : 33 dB pour 50 mm d'épaisseur

Résistance thermique : 0.66 m².K/W

Perméabilité à la vapeur : 10 à 35 μ

Energie grise : 110 KWh/m³

Réaction au feu : M 0 ; Euroclasse A.1/A.2

Propriétés

- Isolation thermique et phonique,
- Excellente capacité de régulation hygrométrique,
- Forte inertie,
- Aucune émission de produit nocif à la fabrication et dans le temps,
- Matériau poreux : préserve la qualité de l'air intérieur,
- Résiste au gel et au feu,
- Matériau totalement naturel.

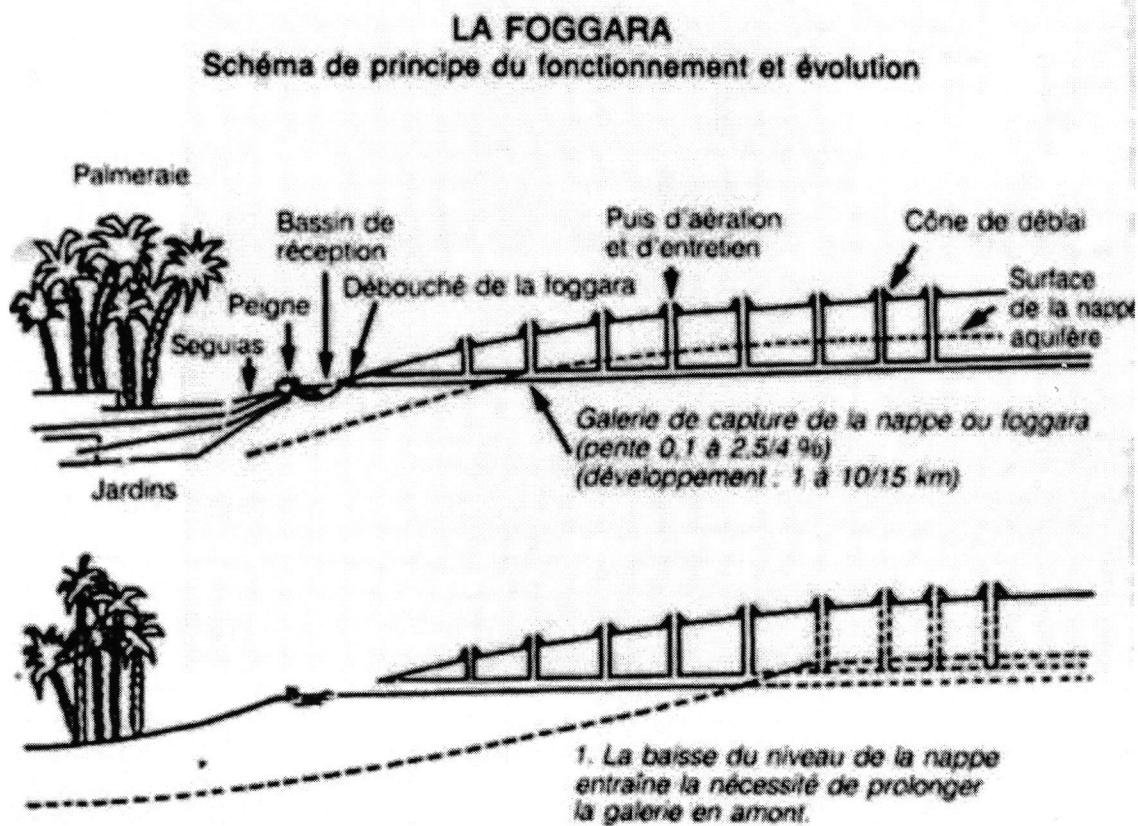
Avantages :

- 100% naturel,
- Respect de l'environnement,
- Isolation acoustique intéressante grâce à leur densité,
- Qualités d'inertie thermique et d'assainissement,
- Très bon régulateur hygrométrique,
- Ne nécessite pas forcément l'application d'un enduit ou d'une peinture de finition,
- Finition lisse,
- Matière première naturelle et non toxique,
- Absorbe les odeurs,
- Richesse architecturale de formes, de lignes...
- Matériau très stable

Inconvénients :

- Matériau relativement difficile à trouver,
- Fabrication des briques longue et fatigante,
- Main d'œuvre importante (même sur une petite surface, le besoin en terre étant toujours très important),
- Fragilité : au moindre choc la brique se brise ou s'effrite,
- Limite architecturale contraignante (longueur maximum d'une paroi entre deux angles inférieure à 6m),
- Ne servent que dans la réalisation intérieure des murs

Annexe 4 : Fonctionnement du système de la foggara :



Annexe 5 : calcul des capteurs photovoltaïque :

1. Ecole :

<i>Generateur photovoltaïque raccorde au reseau</i>	
<i>Station Meteo</i>	<i>Adrar</i>
<i>Latitude du lieu</i>	<i>27 53</i>
<i>Modules PV</i>	<i>GØnØrique Si multicristalin (Verre/Tedlar)</i>
	<i>Puissance 172 Wc Surface unitaire 1,5 m2</i>
<i>Orientation</i>	<i>0 degres/Sud</i>
<i>Inclinaison</i>	<i>45 degres/horizontale</i>
<i>Surface utile</i>	<i>600 m2</i>
<i>Puissance crete</i>	<i>68,8 kWc</i>

<i>Mois</i>	<i>Energie solaire recue plan horizontal Wh/m2.j</i>	<i>Energie solaire recue plan des capteurs Wh/m2.j</i>	<i>Electricite produite par le systeme kWh/mois</i>
<i>Janvier</i>	<i>4 334</i>	<i>7 099</i>	<i>11 355</i>
<i>Fevrier</i>	<i>5 396</i>	<i>7 622</i>	<i>11 013</i>
<i>Mars</i>	<i>6 806</i>	<i>7 851</i>	<i>12 558</i>
<i>Avril</i>	<i>7 706</i>	<i>7 007</i>	<i>10 847</i>
<i>Mai</i>	<i>8 006</i>	<i>6 096</i>	<i>9 751</i>
<i>Juin</i>	<i>8 268</i>	<i>5 731</i>	<i>8 871</i>
<i>Juillet</i>	<i>8 176</i>	<i>5 877</i>	<i>9 400</i>
<i>Aout</i>	<i>7 546</i>	<i>6 336</i>	<i>10 134</i>
<i>Septembre</i>	<i>6 582</i>	<i>6 805</i>	<i>10 534</i>
<i>Octobre</i>	<i>5 520</i>	<i>7 075</i>	<i>11 316</i>
<i>Novembre</i>	<i>4 456</i>	<i>6 872</i>	<i>10 637</i>
<i>Decembre</i>	<i>3 928</i>	<i>6 612</i>	<i>10 577</i>
<i>Total energie (kWh/an)</i>			<i>126 993</i>
<i>Total CO2 evite (kg/an) ()</i>			<i>45 717</i>
<i>Productivite (kWh/kWc.an)</i>			<i>1 846</i>

() 360g/kWh coefficient

european calcul

realise sur tecsol.fr

2. Bâtis à usage d'habitation :

Générateur photovoltaïque raccorde au réseau	
<i>Station Meteo</i>	<i>Adrar</i>
<i>Latitude du lieu</i>	<i>27 53</i>
<i>Modules PV</i>	<i>GØnØrique Si multicristalin (Verre/Tedlar)</i>
	<i>Puissance 172 Wc Surface unitaire 1,5 m2</i>
<i>Orientation</i>	<i>0 degres/Sud</i>
<i>Inclinaison</i>	<i>45 degres/horizontale</i>
<i>Surface utile</i>	<i>18 m2</i>
<i>Puissance crete</i>	<i>2,06kWc</i>

<i>Mois</i>	<i>Energie solaire recue plan horizontal Wh/m2.j</i>	<i>Energie solaire recue plan des capteurs Wh/m2.j</i>	<i>Electricite produite par le systeme kWh/mois</i>
<i>Janvier</i>	<i>4 334</i>	<i>7 099</i>	<i>340</i>
<i>Fevrier</i>	<i>5 396</i>	<i>7 622</i>	<i>330</i>
<i>Mars</i>	<i>6 806</i>	<i>7 851</i>	<i>376</i>
<i>Avril</i>	<i>7 706</i>	<i>7 007</i>	<i>325</i>
<i>Mai</i>	<i>8 006</i>	<i>6 096</i>	<i>292</i>
<i>Juin</i>	<i>8 268</i>	<i>5 731</i>	<i>266</i>
<i>Juillet</i>	<i>8 176</i>	<i>5 877</i>	<i>281</i>
<i>Aout</i>	<i>7 546</i>	<i>6 336</i>	<i>303</i>
<i>Septembre</i>	<i>6 582</i>	<i>6 805</i>	<i>315</i>
<i>Octobre</i>	<i>5 520</i>	<i>7 075</i>	<i>339</i>
<i>Novembre</i>	<i>4 456</i>	<i>6 872</i>	<i>319</i>
<i>Decembre</i>	<i>3 928</i>	<i>6 612</i>	<i>317</i>
<i>Total energie (kWh/an)</i>			<i>3 803</i>
<i>Total CO2 evite (kg/an) ()</i>			<i>1 369</i>
<i>Productivite (kWh/kWc.an)</i>			<i>1 846</i>

() 360g/kWh coefficient

européen calcul

realise sur tecsol.fr

Annexe 6 : calcul des capteurs chauffe-eau solaire :

- L'école :

Adrar, Latitude: 27 53	21/10/2017
------------------------	------------

Donnée

Mois	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T extérieure	12	16	19	24	28	34	36	36	32	25	18	13
T eau froide	18,21	20,21	21,71	24,21	26,21	29,21	30,21	30,21	28,21	24,71	21,21	18,71

T eau froide : Methode ESM2

Installation

Capteurs		Stockage	
Surface	195m2	Situation	Exterieur
Inclinaison	45 /Horiz	Temperature ECS	60 C
Orientation	0 / Sud	Volume de stockage	6502 Litres
Coefficient B	0,821	Cste de refroidissement	0,0395 Wh/jour.l. C
Coefficient K	4,19W/m2. C	Type d'installation	Circulation forcee, échangeur separe

	Irradiation capteurs (Wh/m2.jour)	Besoins (kWh/mois)	Apports (kWh/mois)	Apports (kWh/jour)	Taux (%)	Volume (litres)
Janvier	7099	19588	14177	457,3	72,4	13005
Fevrier	7622	16846	13362	477,2	79,3	13005
Mars	7851	17947	14980	483,2	83,5	13005
Avril	7007	16234	13883	462,8	85,5	13005
Mai	6096	15838	13583	438,2	85,8	13005
Juin	5731	13966	12324	410,8	88,2	13005
Juillet	5877	13963	12520	403,9	89,7	13005
Aout	6336	13963	12618	407,0	90,4	13005
Septembre	6805	14420	12811	427,0	88,8	13005
Octobre	7075	16541	13980	451,0	84,5	13005
Novembre	6872	17595	13548	451,6	77,0	13005
Decembre	6612	19354	13636	439,9	70,5	13005

Taux couverture solaire	82,2	%	Apport solaire annuel	161420	kWh/an
Besoin annuel	196257	kWh/an	Productivite annuelle	828	kWh/m2.an

- Logement de fonction :

Adrar, Latitude : 27 53	21/10/2017
-------------------------	------------

Donnée

Mois	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T extérieure	12	16	19	24	28	34	36	36	32	25	18	13
T eau froide	18,21	20,21	21,71	24,21	26,21	29,21	30,21	30,21	28,21	24,71	21,21	18,71

T eau froide : Methode ESM2

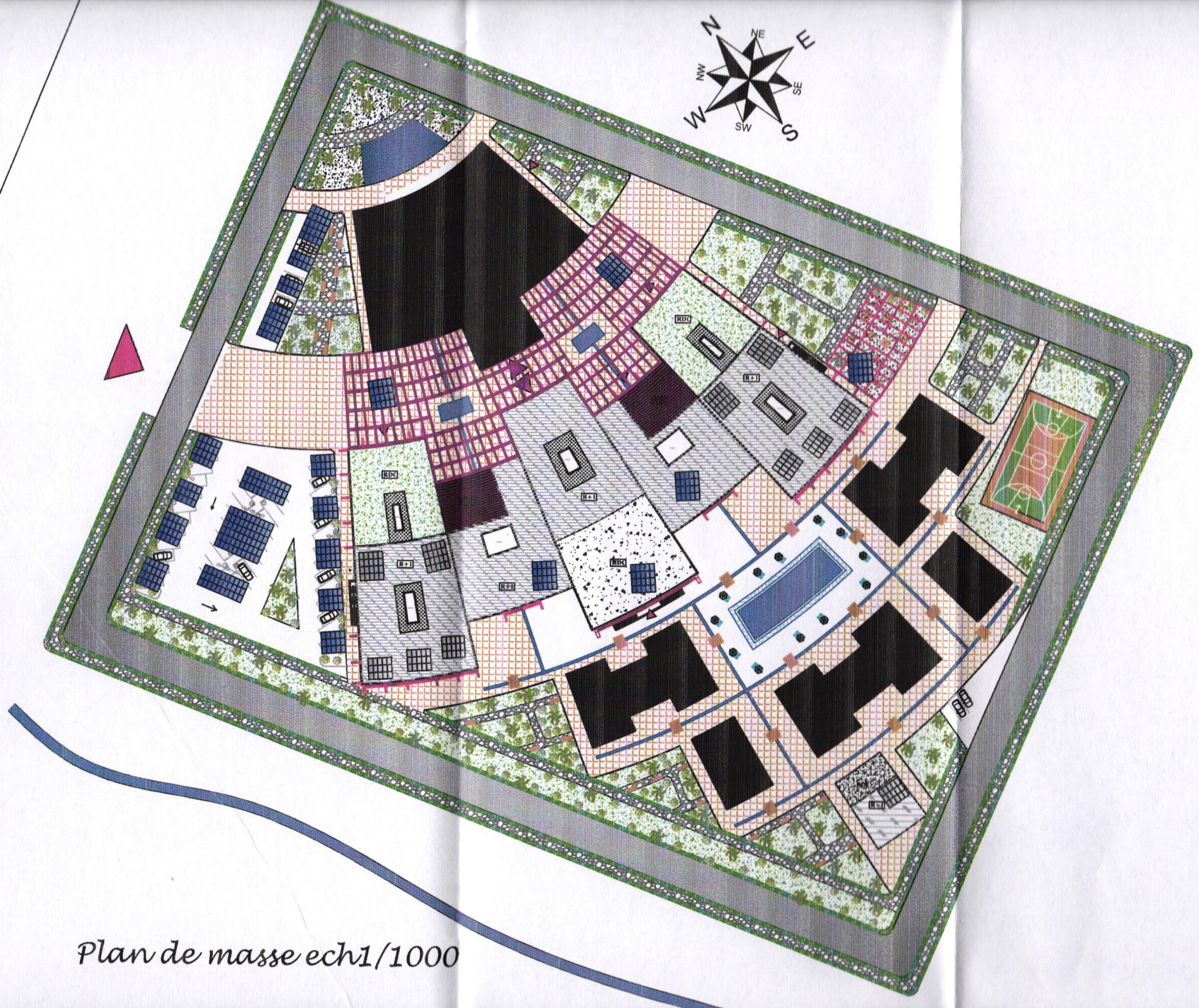
Installation

Capteurs		Stockage	
Surface	15m2	Situation	Exterieur
Inclinaison	45 /Horiz	Temperature ECS	60 C
Orientation	0 / Sud	Volume de stockage	941 Litres
Coefficient B	0,821	Cste de refroidissement	0,0315Wh/jour.l. C
Coefficient K	4,19W/m2. C	Type d'installation	Circulation forcee, échangeur separe

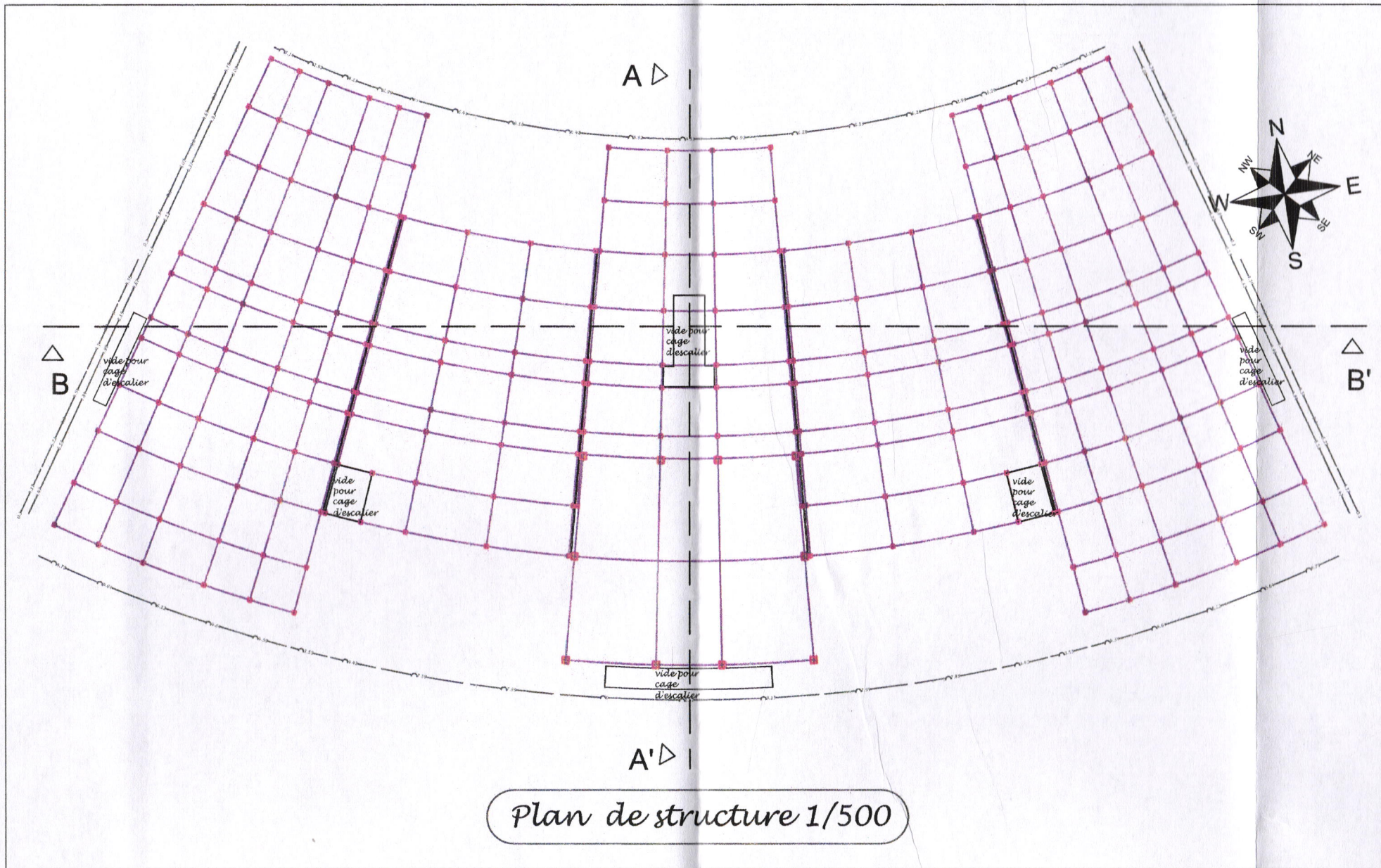
	Irradiation capteurs (Wh/m2.jour)	Besoins (kWh/mois)	Apports (kWh/mois)	Apports (kWh/jour)	Taux (%)	Volume (litres)
Janvier	7099	1417	1131	36,5	79,8	941
Fevrier	7622	1219	1069	38,2	87,7	941
Mars	7851	1299	1192	38,5	91,8	941
Avril	7007	1175	1091	36,4	92,9	941
Mai	6096	1146	1058	34,1	92,3	941
Juin	5731	1011	951	31,7	94,2	941
Juillet	5877	1010	964	31,1	95,4	941
Aout	6336	1010	972	31,4	96,2	941
Septembre	6805	1043	996	33,2	95,4	941
Octobre	7075	1197	1103	35,6	92,1	941
Novembre	6872	1273	1077	35,9	84,6	941
Decembre	6612	1400	1082	34,9	77,3	941

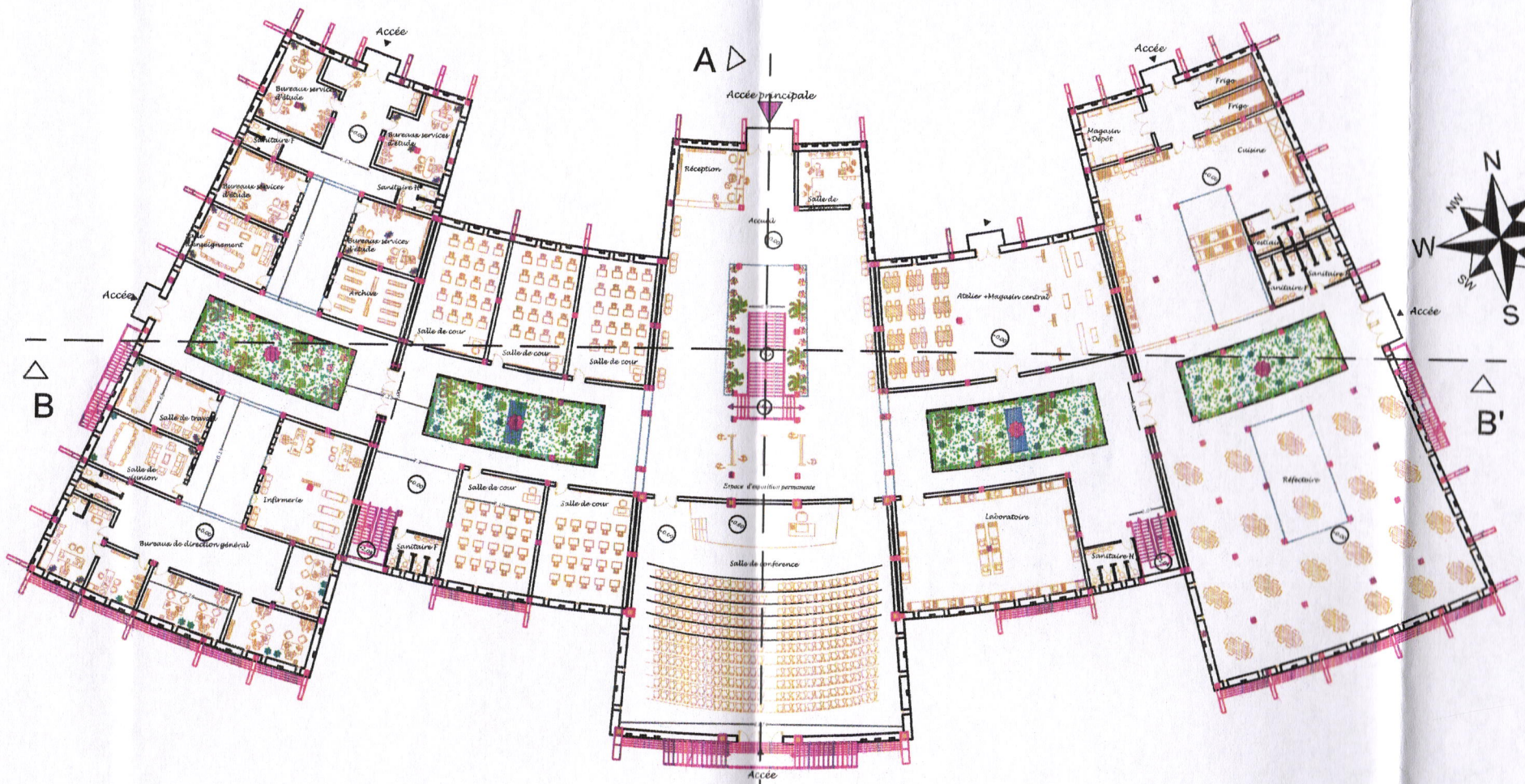
Taux couverture solaire	89,3	%	Apport solaire annuel	12687	kWh/an
Besoin annuel	14201	kWh/an	Productivite annuelle	846	kWh/m2.an

**DOSSIER
GRAPHIQUE**

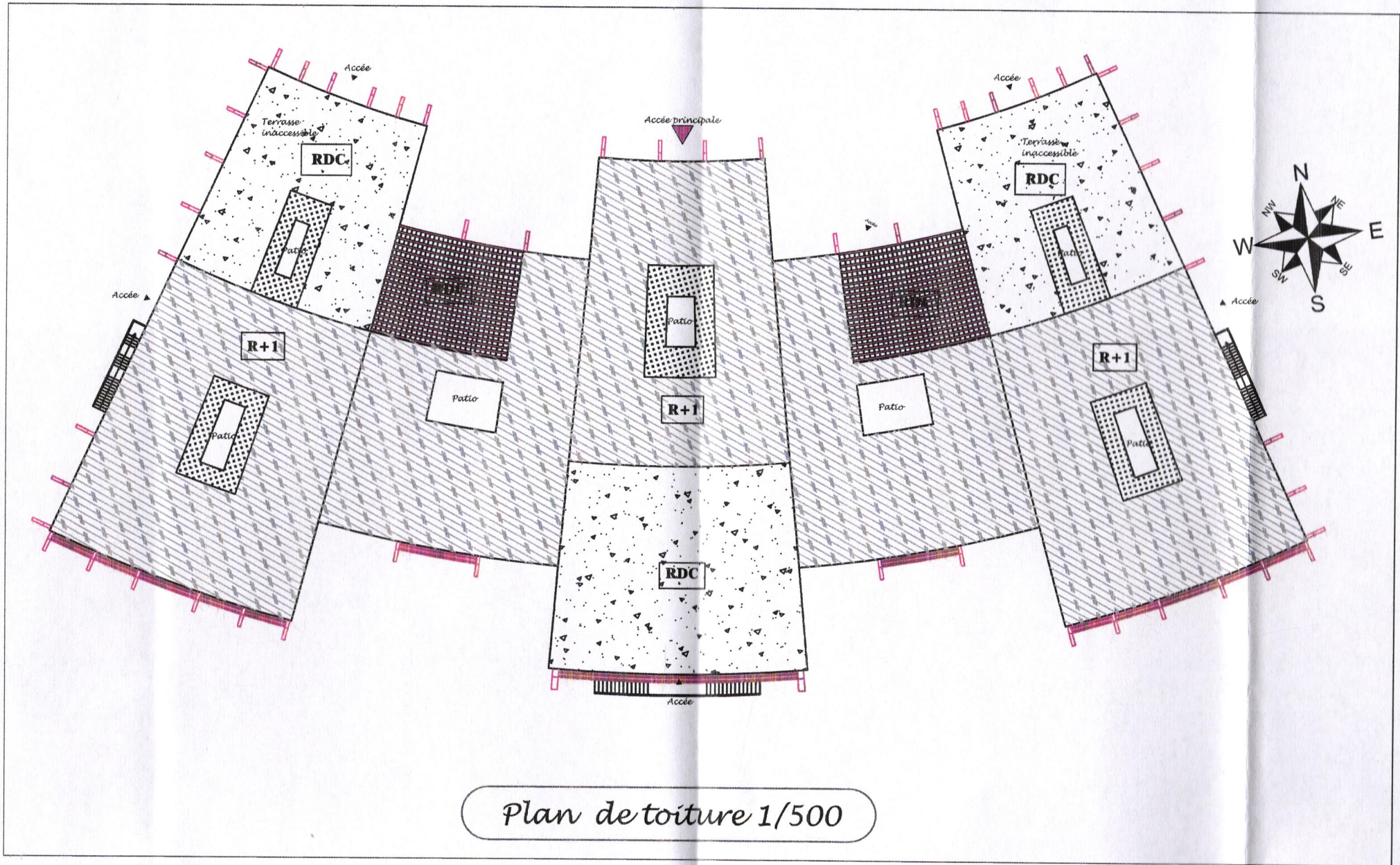


Plan de masse ech1/1000

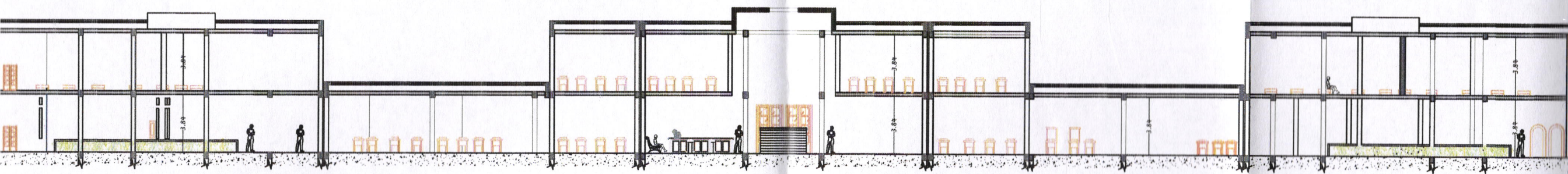




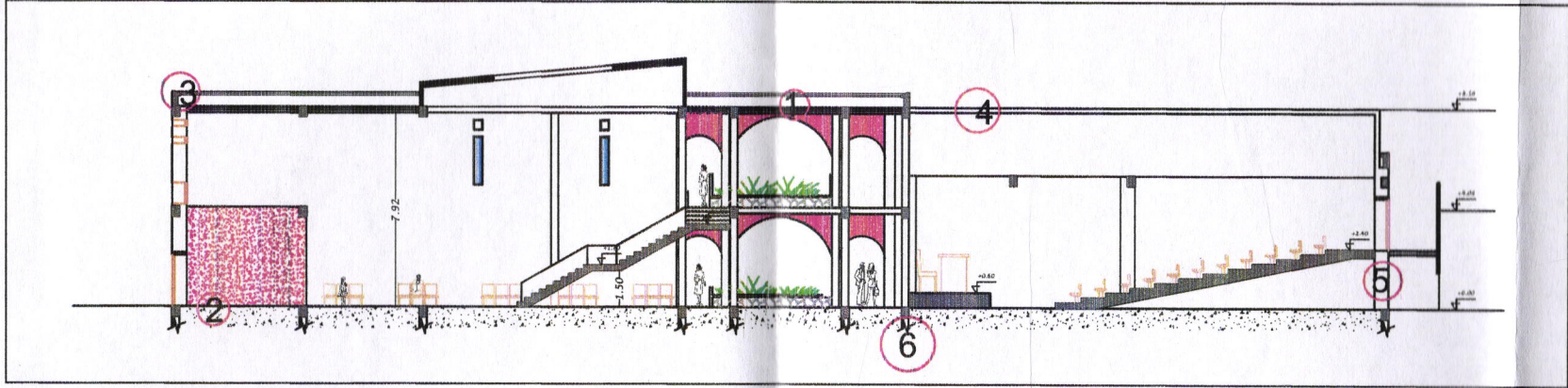
Plan RDC 1/500



Plan de toiture 1/500

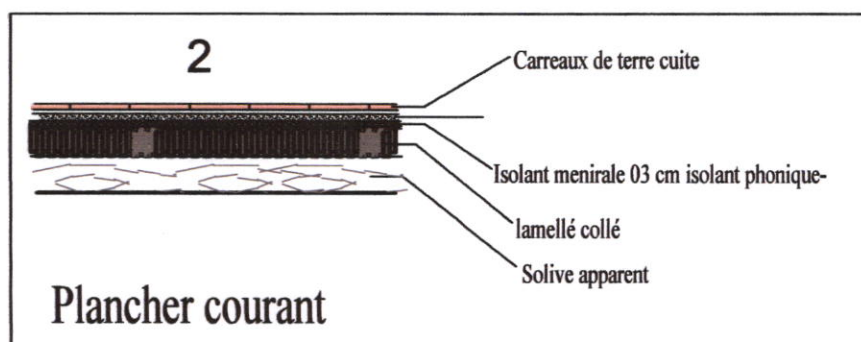
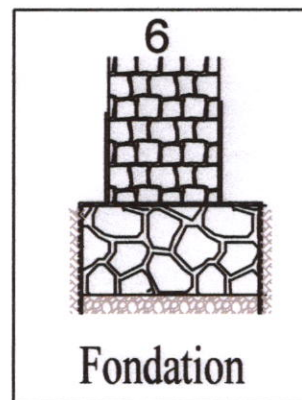
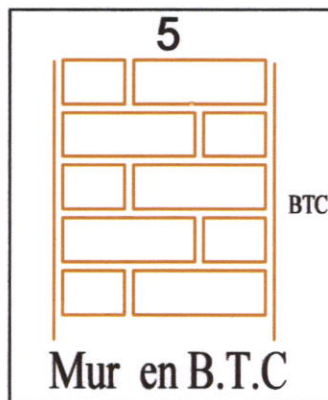
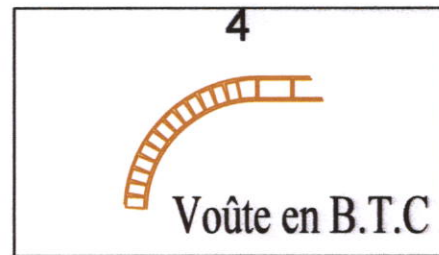
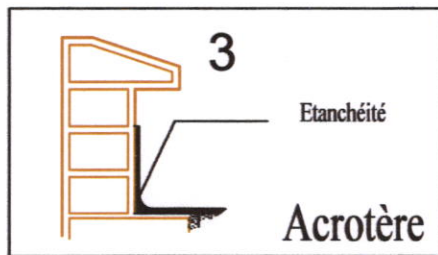
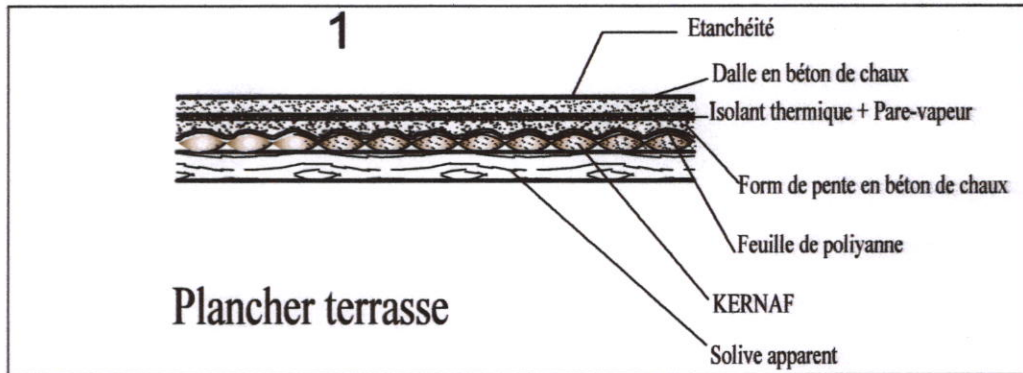


Coupe BB' 1/200



Coupe AA' 1/200

Les détails constructifs ech 1/20



Vue 3D

