



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abou-Bakr Blekaid Tlemcen

Faculté de technologie

Département d'Architecture

Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'architecte d'état



Option : développement durable

Thème : les énergies renouvelables

# CENTRE DE RECHERCHE DES ENERGIES RENOUVELABLES



Encadré par:

Mr. BALI Said –Architecte-

Mr. HADJ ALLAL Med Kamel –Architecte-

Présenté par :

NEMICHE Youssouf

AZZOUT Sarah

Président du jury :

Mr. ALILI

Examiné par:

Mme. BENSAFI

Mr. GHELAIMI

ANNEE UNIVERSITAIRE

2012/2013

# REMERCIEMENT

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*En second lieu, nous remercions tous les enseignants qui ont participé de près et de loin à l'aboutissement de ce travail à ce titre :*

*Nos encadreurs Mrs Bali et Mrs Hadj Allal  
A Mme BENSAFI, Mrs GHELAIMI, Mr LOBYED, Mr ALILI, Mr ZERGA, Mr OUISSI, ainsi que tout les enseignants depuis le cycle primaire jusqu'aux études supérieurs. Car si nous soutenons aujourd'hui, c'est grâce à leurs fonctions éminentes dans notre réussite, la transmission de leurs connaissances et leur savoir-faire.  
Enfin, nous remercions aussi toute personne qui a participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*



# DEDICACE

*Le plus important dans la vie d'un homme est d'être reconnaissant et son plus grand malheur est de n'être utile à personne. Il n'est pas de notre habitude d'être ingrat. La réalisation d'une œuvre, ainsi que le déroulement de la vie d'un Homme est subordonnée à celle d'un autre, car l'acte de construire s'inscrit dans une démarche humanistique.*

*Je tiens, tout d'abord, à remercier mes parents pour tout ce qu'ils ont fait pour moi afin que je puisse arriver là ; Je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, ainsi et sans oublier ma binôme Sarah et ses parents pour leurs hospitalité...*

*Je dédie ce mémoire :*

*A mes parents, ma mère que je suis fière d'être son fils, et mon père que dieu est pitié a son âme, ceux qui ont éclairée mon chemin et qui m'ont encouragée et soutenue tout au long de mes études.  
A mon cousin Hachemi et mes cousine Khadidja & Noria et ses fils, et a mon oncle Boucif, qui a beaucoup fait pour moi. et a tous mes autres oncles, Bounouar, Nesredine, Nassim & Toufik, mes deux adorables tantes.*

*A mes sœurs : Amina & Fatiha, mon frère Slimane.*

*A tous mes amis (es) surtout Hakim, Hafid & Diden, Taha, Farah & Zineb, Marwa & Chaimaa, Sophie & Racha, Nesrine et Imane, et à toutes personnes que je connais.*

*A tous les 'NEMICHE' & 'ABDELDJELIL'...*

# DEDICACE

*Tout d'abord je remercie le bon dieu de m'avoir permis de faire ce parcours artistique très passionnant et de me donner la capacité d'écrire et de réfléchir, et d'aller jusqu'au bout.*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A Mes très chers et sublimes parents qui m'ont soutenu, aidé et qui m'ont encouragé au long de mes études – qu'elle fierté et quelle joie d'être votre fille- Pour tous les sacrifices et les efforts que vous avez fourni pour moi, veuillez trouvez dans cet ouvrage l'expression de ma gratitude et de mon amour.*

*Je tiens à remercier mon binôme « Nemiche Youssouf » avec qui j'ai partagé ce travail grâce a son sérieux et sa bonne volonté.*

*A ma chère et unique sœur Souheyla et son mari Zine Alabidine qui m'ont encouragé durant la préparation de ce projet ainsi.*

*A mes deux frères Salim et Sofyane qui m'ont aidé et soutenu dans les moments difficiles.*

*A toute ma famille paternelle et maternelle.*

*A mes amis(es) : « Chahinez, Meriem, Nesrine, sara & Faiza & Asma, Imene & Nesrine & Wafaa, Souhila, Nassima, Zohra, Hanane, Naziha & Wicem.. » et au membres de la clic : « Abdelhafid, Diden & Taha »*

*Ainssi qu'a toute ma promo en leur souhaitant un avenir très brillant.*

**SARAH**

# PLAN DU TRAVAIL

## PHASE INTRODUCTIVE

- I. INTRODUCTION
- II. LE DEVELOPPEMENT DURABLE
- III. CONSTAT : Consommation Energétique
- IV. PROBLEMATIQUE GENERAL
- V. CHOIX DU THEME
  - Motivation du choix
  - Définition
  - Type des énergies renouvelable
  - Type des ENR en Algérie

## APPROCHE TERRITORIALE

### L'ENERGIE RENOUVELABLE, UNE PRIORITE EN ALGERIE

- I. INTRODUCTION
- II. PROBLEMATIQUE SPECIFIQUE
- III. LES ENERGIES RENOUVELABLES EN ALGERIE
- IV. L'OBJECTIF A ATEINDRE EN 2030
- V. LE PROGRAMME DES ENR EN ALGERIE
- VI. LES PROJETS ENR DE PRODUCTION D'ELECTRICITE DEDIES AU MARCHE NATIONAL
- VII. CHOIX DU PROJET
  - Motivation du choix du projet
  - Les efforts que fait l'Algérie pour la recherche en ENR

## APPROCHE THEMATIQUE

- I. DEFINITIONS
- II. EXIGENCE D'UN CENTRE DE RECHERCHE
- III. ANALYSE DES EXEMPLES
  - ❖ Le HYSOLAR, à l'Université de Stuttgart.
  - ❖ Le Centre D'excellence De Technologies De Construction Durable Et De L'énergie Renouvelable, 'JIM PATTISON'.
  - ❖ Centre de recherche Calla Lily - l'Université de Wuhan.
  - ❖ EXEMPLE 4 : Centre de développement des énergies renouvelables CDER

## APPROCHE PROGRAMMATIQUE

- I. PROGRAMME QUALITATIF
- II. ORGANIGRAMME FONCTIONNEL
- III. PROGRAMME SURFACIQUE

## **LECTURE URBAINE**

- I. **CHOIX DU SITE**
  1. **Site de Ouled Riah**
  2. **Site De Terni**
- II. **APERÇU URBAINE**
- III. **ANALYSE DE LA ZONE D'INTERVENTION**

## **ANALYSE CLIMATIQUE**

- I. **PARAMETTRE CLIMATOLOGIQUE**
- II. **ANALYSE CLIMATOLOGIQUE**
  - **Température**
  - **Humidité**
  - **Vents**
- III. **RECOMMANDATION**

## **APPROCHE ARCHITECTURALE**

- I. **INTRODUCTION**
- II. **SHEMAS DE PRINCIPE**
- III. **GENESE DU PROJET**
  - **Principes liées au programme**
  - **Principes liées à l'architecture bioclimatique**
  - **Métaphore du projet**
  - **Résultat (Plan de masse)**
  - **Réflexion sur l'utilisation des énergies renouvelable**
- IV. **PLANS ET FAÇADES**

## **APPROCHE TECHNIQUE**

- I. **INTRODUCTION**
- II. **INFRASTRUCTURE**
- III. **SUPERSTRUCTURE**
- IV. **TOITURE JARDIN**
- V. **LES MURS**
- VI. **PROTECTION CONTRE LE SOLEIL**
- VII. **LA REUTILISATION DE L'EAU DE PLUIE**
- VIII. **L'EPURATION DES EAUX USEES**
- IX. **TECHNIQUE D'UTILISATION DES ENERGIES RENOUVELABLES**

## **CONCLUSION**

## **ANNEXE**

## **BIBLIOGRAPHIE**

# APPROCHE INTRODUCTIVE





## I. INTRODUCTION

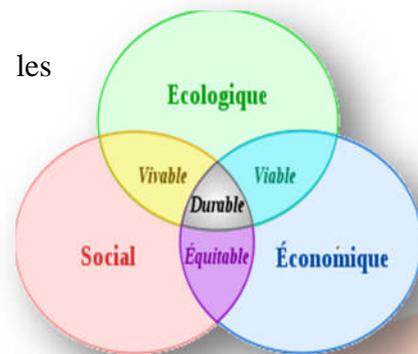
durant ces dernières années il devient évident que notre monde change et on ne peut pas occulter les problèmes qui y ont émergé : Une démographie exceptionnelle, des écosystèmes détraqués, des villes qui n'en finissent plus de s'étendre , des montagnes de déchets grandissantes , des écarts de richesse qui se creusent entre le nord et le sud , une terre dont les ressources deviennent insuffisantes et l'apparition de plus en plus de phénomènes météorologiques extrêmes.

**Le problème de mode de production d'énergie et de leur répartition équitable est donc crucial pour l'humanité, le développement durable implique dans ce cadre une approche qui doit viser d'une part a réduire la consommation d'énergie, d'autre part a substituer de nouvelles sources d'énergie aux énergies fossiles.**

## II. LE DEVELOPPEMENT DURABLE

A fin de réagir a tous ces problèmes, un nouveau mode de développement a été défini, il sera durable donc pour cela ce développement dit durable comme combinaison de trois types de normes

- **Ecologique** : en préservant des espèces et les ressources naturelles et énergétiques.
- **Economie** : créer des richesses et améliorer les conditions de vie matérielles.
- **Sociale** : satisfaction des besoins en santé, éducation, habitat, emploi, prévention de l'exclusion intergénérationnelles.



### ➔ Objectif du développement durable

- **Maintenir l'intégrité de l'environnement** pour assurer la santé et la sécurité des communautés humaines et préserver les écosystèmes qui entretiennent la vie.
- **Assurer l'équité sociale** pour permettre le plein épanouissement de toutes les femmes et de tous les hommes, l'essor des communautés et le respect de la diversité.
- **Viser l'efficacité économique** pour créer une économie innovante et prospère, écologiquement et socialement responsable.

**L'Algérie, comme tous les pays ayant ratifié la convention de Rio(1), a mis en place plusieurs programmes dans le but de promouvoir un développement durable par la protection de l'environnement.**

CONSTAT**El Watan.com**

LE QUOTIDIEN INDÉPENDANT -

le 26/03/2007 | 20:03

Supplément économie

Zhor Hadjam

## Consommation énergétique mondiale

Les débats récurrents sur l'épuisement prochain du pétrole et la cherté des prix des énergies fossiles sont le plus souvent doublés de plaidoiries en faveur du développement de l'utilisation des énergies renouvelables. Si le thème est porteur pour ce qu'il signifie de bienfaits pour la planète notamment, il reste peu suivi d'évolutions sur le terrain. Face à la consommation croissante en énergies traditionnelles, la part des énergies propres, malgré les efforts entrepris depuis les années soixante dix, suite au premier choc pétrolier, restent très faibles au niveau mondial, et ne dépassent pas, parfois, le stade expérimental.

/archives/article.php?i=64082

**A**vec des modèles de développement basés sur une consommation énergétique effrénée dans les pays industrialisés et l'explosion du développement économique de la Chine et de l'Inde, la demande en pétrole et gaz notamment devrait augmenter de 60% d'ici 2030 et doublerait pour l'électricité dans les 30 prochaines années. Face à cette réalité, les énergies renouvelables semblent

internationale de l'énergie (AIE), avance dans un rapport publié en 2006 le pourcentage de 14% (dont 6% seulement pour les pays de l'OCDE) contre 80% à partir de combustibles fossiles, pétrole, charbon ou gaz, et 6% pour le nucléaire. Vers la même année, selon l'AIE, les énergies renouvelables représenteront 26% de la production d'électricité, contre 18% aujourd'hui. En Europe, une directive table sur

### PEUT-ON CONSIDERER QUE LES ENERGIES RENOUVELABLES SONT LES MEILLEURS MOYENS DE SUBSTITUTION DES ENERGIES FOSSILES !!?



### III. CHOIX DU THEME

La maîtrise de la demande future d'énergie et des conditions d'approvisionnement constitue un enjeu politique majeur pour l'ensemble de la planète, sachant que les combustibles sont en voie de disparition, pour cela de nouvelles énergies vont être exploitées, caractérisées par leur aspect inépuisable, c'est les **énergies renouvelables**.

#### DEFINITIONS

**L'ENERGIE RENOUVELABLE** est caractérisée par son aspect durable et, en général, non polluante contrairement aux combustibles fossiles.

- Elle est renouvelable donc inépuisable.
- Elle est propre et non polluante, à la différence des combustibles fossiles qui émettent des gaz dangereux dans l'air après leur combustion.
- Une fois la production d'énergie renouvelable mise en place et
- les investissements récupérés, le coût de l'énergie sera moins cher que celui des combustibles fossiles





## TYPE DES ENERGIES RENOUVELABLES

### 1. Energie solaire

Le soleil nous provoque 2 types d'énergies :

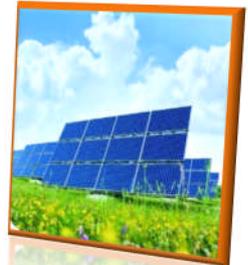
#### ➤ Energie solaire photovoltaïque

C'est une énergie électrique renouvelable produite à partir du rayonnement solaire. La cellule photovoltaïque est un composant électronique qui est la base des installations produisant cette énergie. Elle fonctionne sur le principe de l'effet photoélectrique.

Bien adapté à l'électrification de sites isolés tels que refuges montagnards, relais hertziens, bergeries, maisons isolées non-raccordée à un réseau électrique.

#### ➤ Energie solaire thermique

Le Soleil nous réchauffe naturellement, mais il est possible de capter cette chaleur afin de l'utiliser à des fins particulières. Pour ce faire, on utilise différents types de capteurs. Cela va de la bâche pour piscine d'extérieur (composée de bulles plastiques de couleur sombre) jusqu'au capteur vitré pour chauffe-eau solaire, en passant par la serre ou le châssis du jardinier, ou la simple véranda.



### 2. Energie éolienne

L'énergie du vent est une énergie mécanique que l'on peut capter de plusieurs manières. Simplement avec une voile, l'énergie du vent peut être utilisée pour propulser un voilier. Il y'a l'éolien qui fournissent de l'électricité ou bien un travail mécanique.

### 3. Energie hydraulique

L'eau de rivières, les chutes d'eaux, et l'eau des barrages fournissent une énergie transformable en électricité.

### 4. Energie géothermique

Permet à la fois de chauffer et de rafraichir grâce a un système de climatisation

### 5. Energie de la biomasse

Cette énergie transforme les déchets organiques en énergie.



# L'ETAT DES ENERGIES RENOUVELABLES EN ALGERIE

Le but de cette approche est d'étudier l'état du développement des énergies renouvelables en Algérie, cette étude nous aidera à aboutir au choix du projet.



## L'ENERGIE RENOUVELABLE, UNE PRIORITE EN ALGERIE

### I. INTRODUCTION

Pour saisir la portée des énergies renouvelables en Algérie et les enjeux considérables qu'elles sous-entendent, il convient tout d'abord de rappeler les ressources considérables et inépuisables existantes de ces énergies non encore exploitées à savoir le gisement solaire exceptionnel qui couvre une superficie de 2.381.745 Km<sup>2</sup>, avec plus de 3000 heures d'ensoleillement par an et l'existence d'un potentiel énergétique appréciable éolien et géothermique facilement mobilisable. Une multitude de ressources qui reste sans exploitation servant au développement du pays.

### QUEL TYPE D'EQUIPEMENT PEUT-ON PROJETER, ET QUI REPONDR A LA FOIS AUX BESOINS DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES !!?



### II. LES ENERGIES RENOUVELABLES EN ALGERIE

L'Algérie amorce une dynamique d'énergie verte en lançant un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables (ENR). Cette vision du gouvernement algérien s'appuie sur une stratégie axée sur la mise en valeur des ressources inépuisables comme le solaire et leur utilisation pour diversifier les sources d'énergie et préparer l'Algérie de demain. Grâce à la combinaison des initiatives et des intelligences, l'Algérie s'engage dans une nouvelle ère énergétique durable..



### III. DIFFERENTS TYPES DES ENR EN ALGERIE

L'Algérie s'engage avec détermination sur la voie des énergies renouvelables afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile.

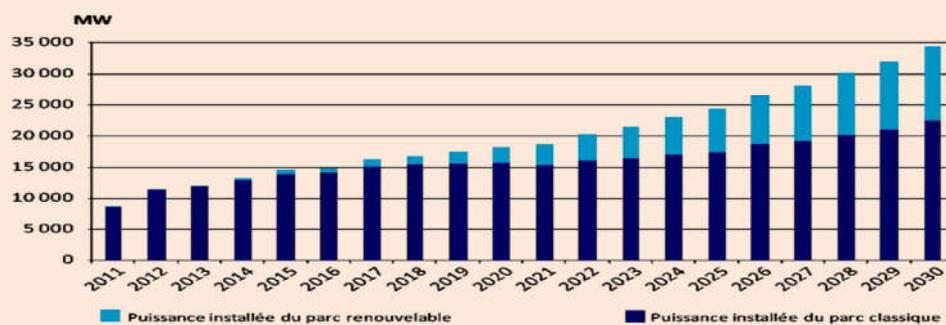


Figure 2 : structure du parc de la production nationale en MW

Ce choix stratégique est motivé par l'immense potentiel en énergie solaire. Cette énergie constitue l'axe majeur du programme qui consacre au solaire thermique et au solaire photovoltaïque une part essentielle. Le solaire devrait atteindre d'ici 2030 plus de 37% de la production nationale d'électricité.



Malgré un potentiel assez faible, le programme n'exclut pas l'éolien qui constitue le second axe de développement et dont la part devrait avoisiner les 3% de la production d'électricité en 2030.



L'Algérie prévoit également l'installation de quelques unités de taille expérimentale afin de tester les différentes technologies en matière de biomasse, de géothermie.

#### IV. L'OBJECTIF A ATEINDRE EN 2030

Le programme consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de près de 22 000 MW entre 2011 et 2030 dont 12 000 MW seront dédiés à couvrir la demande nationale en électricité et 10 000 MW à l'exportation. L'exportation de l'électricité est toutefois conditionnée par l'existence d'une garantie d'achat à long terme, de partenaires fiables et de financements extérieurs.

#### V. LE PROGRAMME DES EnR EN ALGERIE

Ce programme est développé en cinq chapitres :

1. Les capacités à installer par domaine d'activité énergétique;
2. Le programme d'efficacité énergétique;
3. La recherche et développement;
4. les mesures incitatives et règlementaires;
5. Les capacités industrielles à développer pour accompagner le programme.



**Le programme inclut la réalisation, d'ici 2020, d'une soixantaine de centrales solaires photovoltaïques et solaires thermiques, de fermes éoliennes et de centrales hybrides.**

## VI. LES PROJETS ENR DE PRODUCTION D'ELECTRICITE DEDIES AU MARCHE NATIONAL

Les projets ENR de production de l'électricité dédiés au marché national seront menés en trois étapes :

- 1- une première étape, entre 2011 et 2013, sera consacrée à la réalisation de projets pilotes pour tester les différentes technologies disponibles;
- 2- la seconde étape, en 2014 et 2015, sera marquée par le début du déploiement du programme.
- 3- la dernière étape, de 2016 à 2020, sera celle du déploiement à grande échelle.

**Ces étapes consacrent la stratégie de l'Algérie qui vise à développer une véritable industrie du solaire associée à un programme de formation et de capitalisation qui permettra, à terme, d'employer le génie local algérien et d'asseoir un savoir-faire efficient, notamment en matière d'engineering et de management de projets.**

—> Parmi les grands projets prévus en Algérie avec la coopération avec des entreprises étrangères, le **DESERTEC**.



L'Algérie, dont le territoire offre le plus grand potentiel solaire, s'inscrit comme un élément central dans ce dispositif énergétique dans lequel des pays, notamment l'Allemagne et la France ont pris des options avec le projet **DESERTEC** pour les premiers et **TRANSGREEN** pour les seconds.



## VII. LES EFFORTS QUE FAIT L'ALGERIE POUR LA RECHERCHE EN ENR

1. L'Algérie favorise la recherche pour faire du programme ENR un véritable catalyseur du développement d'une industrie nationale.

Le rôle de la recherche est d'autant plus crucial qu'elle constitue un élément primordial dans l'acquisition des technologies.

2. l'Algérie envisage de renforcer le tissu industriel pour être à l'avant-garde des mutations positives.
3. l'Algérie encouragera les échanges entre les entreprises et les différents centres de recherches dans le monde.

## VIII. CHOIX DU PROJET

La crise de l'énergie et la non disponibilité des énergies fossiles a obligé les scientifiques et les chercheurs à focaliser leur expériences et compétences à la recherche de nouvelles ressources énergétiques plus efficaces et satisfaisantes. En effet la mise en œuvre du programme national des énergies renouvelable adopté récemment par les pouvoirs publics impliquera 3.000 chercheurs permanents qui contribueront dans le futur au développement des différentes applications liées à ce programme.

Tout cela, nous a guidé à bien définir notre projet, qui va regrouper une multitude d'unités qui consistera à effectuer des études et des recherches concernant les énergies renouvelables et notamment leur promotion, leur développement, et leur utilisation. C'est un :

### CENTRE DE RECHERCHE SUR LES ENERGIES RENOUVELABLES

D'autre part, la préservation de notre terre est devenue l'un des enjeux majeurs des états actuels. Et pour nous, étant des architectes, cela nous renvoie à reconsidérer la qualité des bâtiments que nous concevons et leur impact sur l'environnement.

Tableau récapitulatif des centres des énergies renouvelable en Algérie

DÉSIGNATION	STATUT	SIÈGE	PROGRAMME DE RECHERCHE
CENTRE DE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLE (CDER)	E.P.S.T	ALGER	ENERGIE RENOUVELABLE
UNITÉ DE DÉVELOPPEMENT DES ÉQUIPEMENTS SOLAIRES (UDES)	Unité	ALGER	ENERGIE RENOUVELABLE
UNITÉ DE RECHERCHE APPLIQUÉES EN ÉNERGIE RENOUVELABLE(URAER)	Unité	GHERDAIA	ENERGIE RENOUVELABLE
STATION D'EXPÉRIMENTATION DES ÉQUIPEMENTS SOLAIRES EN MILIEU SAHARIEN (SEES/MS)	Unité	ADRAR	ENERGIE SOLAIRE

**Ce tableau montre le manque des centres de recherches dans les énergies renouvelables surtout à l'ouest du pays.**

# APPROCHE THEMATIQUE

Dans cette approche, on essayera d'étudier les différents exemples de projets réalisés, a fin de ressortir un programme général comportant les grandes fonctions pour répondre à la problématique posée mais aussi obtenir des ratios de surface pour matérialiser nos espaces.



## I. DEFINITIONS

### CENTRE DE RECHERCHE SUR LES ENERGIES RENOUVELABLES



C'est un espace qui s'engage à la recherche, l'expérimentation sur les énergies renouvelables, Il s'intéresse également à l'amélioration du cadre réglementaire, il vise à développer les politiques favorables pour l'énergie renouvelable qui à leur tour soutiendra la croissance de l'industrie dans ce domaine.



Espace de travail

**Le centre de recherche doit représenter un retour aux fondements du design, il doit être aménagé de façon de faciliter le travail manuel et intellectuel et d'assurer le confort.**



Bancs d'essais

### **Comment humaniser un espace de recherche pour répondre au besoin d'un chercheur et lui offrir un maximum de confort psychologique et physique ?**

Pour répondre à la problématique posée on doit passer par la recherche et l'analyse des différents centres de recherche en ENR afin de définir les différents espaces qu'exige un tel projet.



## II. ANALYSE DES EXEMPLES

### 1. EXEMPLE 1 : Le HYSOLAR, à l'Université de Stuttgart

#### Présentation

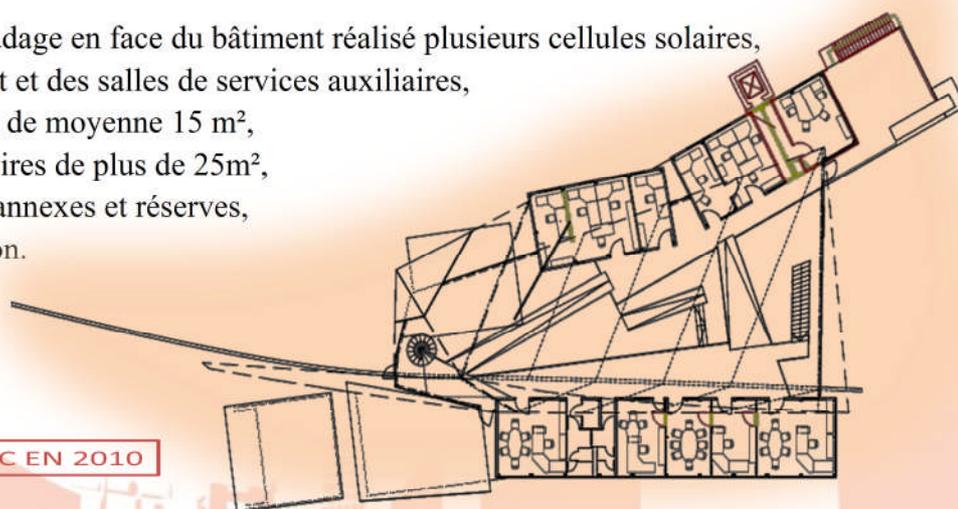
Le Building « Research Hysolar » est un Institut Allemand et saoudien pour les technologies énergétiques.

Ce bâtiment a été réalisé en 1987, à l'Université de Stuttgart, sous la direction du Professeur Günter Behnisch.



#### Programme

- Un échafaudage en face du bâtiment réalisé plusieurs cellules solaires,
- Un entrepôt et des salles de services auxiliaires,
- 10 bureaux de moyenne 15 m<sup>2</sup>,
- 15 laboratoires de plus de 25m<sup>2</sup>,
- Des salles annexes et réserves,
- L'exposition.



PLAN DU RDC EN 2010

Façade Sud



Façade Nord





2. **EXEMPLE 2 : Le Centre D'excellence De Technologies De Construction Durable Et De L'énergie Renouvelable, 'JIM PATTISON'**

Presentation

Un des bâtiments les plus durables du monde, Situé sur le campus Penticton du Collège Okanogan, Canada, ce projet qui s'étant sur **7 085 m<sup>2</sup>**, a ouvert ses portes aux étudiants en juin 2011, avec une structure qui est autant une leçon en soi.



Conçu en tenant compte 2 fonctions essentielles :

- Il est très adaptable, afin de faciliter la modernisation des technologies.
- Il favorise l'innovation en conception, et développement de bâtiments écologiques.

Technique de construction durable

+ Des détecteurs de soleil, éclaircissant les zones sombres de l'immeuble.



+ Les panneaux photovoltaïques pour produire de l'électricité.

+ Les solaires thermiques, pour la climatisation.



+ Puits de lumière tubulaire qui permettent à la lumière naturelle de pénétrer les espaces ci-dessous.

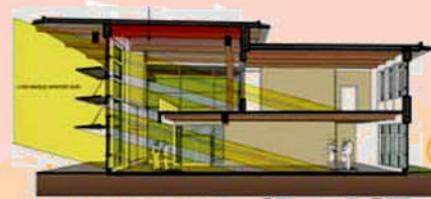


+ La toiture jardin qui anime la vue sur la terrasse et renouvelle l'air qui l'entoure.

+ Les brise soleil, un système d'ombrage et de persiennes de ventilation qui réduit l'éblouissement et la surchauffe en été et permet un gain solaire en hiver.



Position du soleil en été



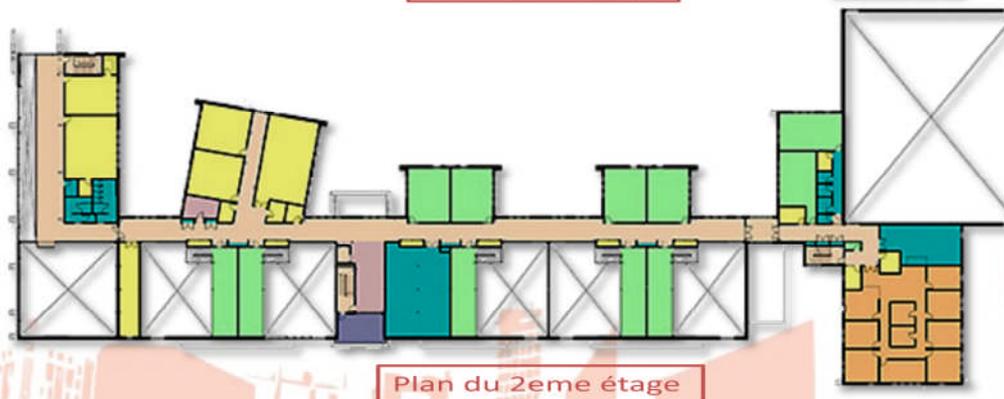
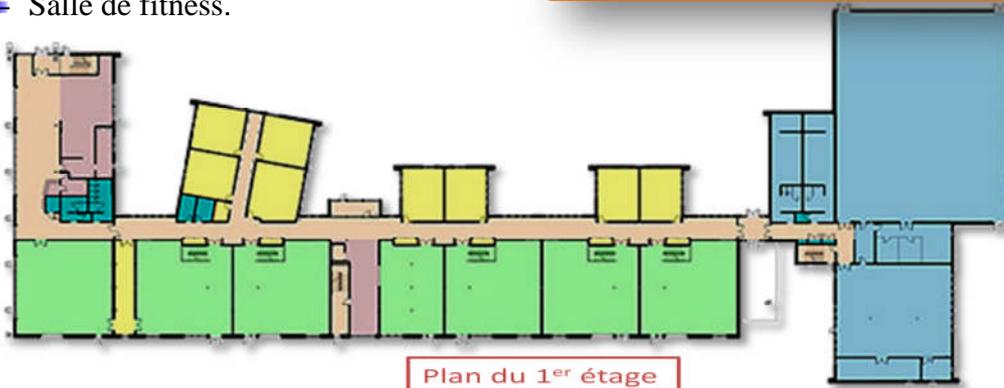
Position du soleil en hiver



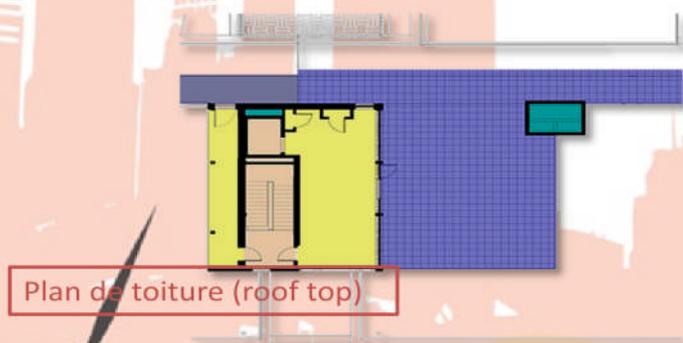
## Programme

Ce projet, accueillant 800 étudiants (500 places supplémentaires, 300 revenant d'espaces loués à Penticton), comprend :

- ✚ 14 salles de cours et laboratoires.
- ✚ 5 boutiques de commerce.
- ✚ Amphithéâtre pour 300 étudiants.
- ✚ 5 bureaux open-space.
- ✚ 7 salles de réunion.
- ✚ Restaurant et Cuisine centrale.
- ✚ Gymnase
- ✚ Salle de fitness.



- Department Legend
- GENERAL INSTRUCTION
  - STUDENT FACILITIES
  - TRADES
  - ORIG
  - CIRCULATION
  - WASHROOMS AND MECHANICAL
  - GENERAL
  - EXTERIOR DECK



### 3. EXEMPLE 3 : Centre de recherche Calla Lily - l'Université de Wuhan.

#### Presentation

- ✚ Pays: chine.
- ✚ Projet : Un centre de recherche Calla Lily-forme pour l'Université de Wuhan.
- ✚ Cabinet d'architecte : Soeters Van Eldonk.
- ✚ Description: un projet qui sera à la fois écologique (zéro carbone) et moins énergivore il comprend d'autre méthodes de construction écologiques.



#### Principe de composition

Le bâtiment est conçu en forme de fleur, prenant la Calla Lily comme source d'inspiration.

Le Petit pied de la tour de l'immeuble de bureaux (connu sous le nom d'énergie de la fleur) lis prototypes, 140 mètres d'altitude, entouré par la forme de fleur au sommet de la tour qui est recouverte de plantes vertes.



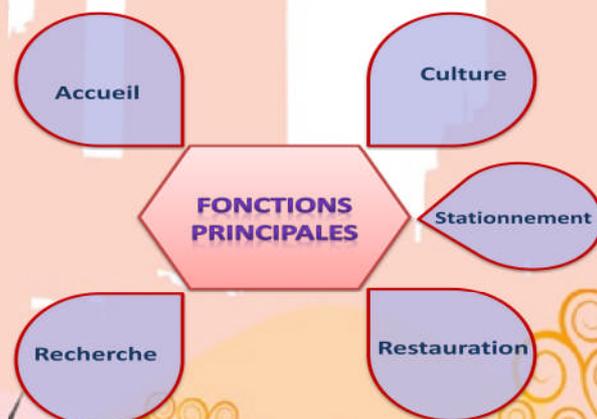
#### Organisation spacie

Le bâtiment comprend:

- Un espace de stationnement.
- Une tour de bureaux.
- Des laboratoires de recherche.
- Un restaurant.
- Une salle de conférence.
- Salle de réunion.
- Champ pour éolienne.



#### Organigramme fonctionnel





4. **EXEMPLE 4 : Centre de développement des énergies renouvelables CDER:**

- **Situation:** Bouzareah. Alger
- **Capacité:** 112 chercheurs
- **Surface :** 15 000 m<sup>2</sup>



Le CDER, centre de développement des énergies renouvelables, est chargé d'élaborer et de mettre en œuvre les programmes de recherche et de développement, scientifiques et technologiques, des systèmes énergétiques.



Bancs d'essais



Après notre visite au CDER on a constaté que ce centre est composé de trois parties :

**La partie de la recherche. La partie de l'enseignement. La partie de valorisation.**



**ETUDE COMPARATIVE DES EXEMPLES**

	<b>Fonctions</b>	<b>Architecture</b>
<b>Exemple 1 Hysolare</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Unité administrative</li><li>• Unité de recherche</li><li>• Unité de formation</li><li>• Unité de restauration</li><li>• Unité de loisir culture</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Architecture bioclimatique</li><li>• Construction métallique</li><li>• Production de l'électricité pour l'équipement à partir des panneaux solaire</li></ul>
<b>Exemple 2 JIM PATTISON</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Unité administrative</li><li>• Unité de recherche</li><li>• Unité de formation</li><li>• Unité de restauration</li><li>• Unité de loisir culture</li><li>• Unité de loisir sport</li><li>• Unité de commerce</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Le projet est en 100% en B.C.bois.</li><li>• Installation de solaire thermique et photovoltaïque</li><li>• Irrigation des espace vert a partir de recyclage des eaux usée de l'équipement</li><li>• Architecture bioclimatique</li></ul>
<b>Exemple 3 Calla Lily</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Unité administrative</li><li>• Unité de recherche</li><li>• Unité de formation</li><li>• Unité de loisir culture</li><li>• Unité de restauration</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Construction en béton</li><li>• circuit géothermique</li><li>• Architecture bioclimatique</li><li>• Eoliennes verticales et panneaux solaires pour produire de l'énergie électrique.</li></ul>
<b>Exemple 4 CDER</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Unité administrative</li><li>• Unité de recherche</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Construction en béton.</li><li>• utilisation de panneaux solaire.</li></ul>

**III. CONCLUSION**

Pour la planification des espaces, nous adopterons les différents principes, pour faciliter la tache aux chercheurs, et afin de rassurer le confort et la santé des occupants :

**Après l'analyse des différents exemples on est arrivé à déterminer les grandes fonctions qui pourront constituer notre projet.**

# APPROCHE PROGRAMMATIQUE

Cette approche est une phase importante dans l'élaboration d'un projet car elle servira de base pour notre projection avec une plus grande maîtrise de la qualité des espaces ainsi que leurs agencements.





## I. PROGRAMME QUALITATIF

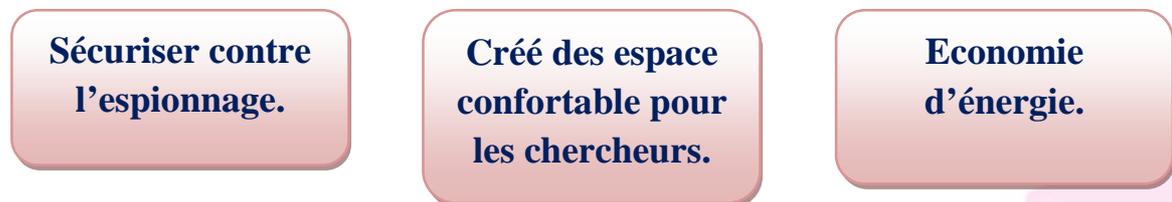
Nous avons mis en point cinq grandes fonctions :

- 1) **Fonction accueil ;**
- 2) **Fonction logistique (gestion administratif et technique) ;**
- 3) **Fonction recherche ;**
- 4) **Fonction hébergement ;**
- 5) **Fonction repos et détente.**

### Les types d'usagers



### Les critères spécifiques d'un centre de recherche



Réduire les besoin énergétiques et les consommations ; choix des matériaux et des techniques de constructions pérennes, non pénalisants pour l'environnement et favorable aux filières recherche.

## I. FONCTION ACCUEIL

Cet espace occupera une place prépondérante dans l'équipement, sa lecture doit se faire directement de l'extérieur de telle façon que chaque personne puisse se repérer par son aspect. De ce fait, il doit être traité pour qu'il soit un lieu d'orientation, d'information, d'exposition, il sera aussi un espace de desserte des différentes composantes de l'équipement.



L'accueil doit présenter les caractéristiques suivantes :

1. L'articulation entre l'intérieur et l'extérieur.
2. La lisibilité en proposant divers parcours à suivre.
3. La transparence afin d'attirer le flux de l'extérieur vers l'intérieur.



Le revêtement des murs et de sols du hall devront présenter les qualités suivantes :

1. Le confort acoustique
2. La facilité d'entretien
3. L'esthétique



## II. FONCTION LOGISTIQUE

Dans le but de veiller au bon fonctionnement de l'équipement, la fonction logistique englobera :

- Un service administratif de l'équipement ;
- Un service technique de maintenance.

### 1. Espace administration

Espace où se concentrent les services chargés de veiller au bon fonctionnement du centre. L'administration ne devra pas être en relation directe avec les espaces fréquentés par les usagers et les utilisateurs. Elle disposera d'un accès en retrait. L'administration englobe des bureaux pour le personnel et le directeur et une salle de réunion.



### → Typologies de bureaux

#### 1. Les bureaux cloisonnés :

- Une utilisation optimale de l'espace.
- Une meilleure communication.
- Une rentabilité certaine.



#### 2. Les bureaux paysagés :

Suppression des couloirs, aération des espaces facilitant les relations d'échange entre individu.





## → Exigences technique

- Le confort thermique et acoustique.
- Eclairage d'une intensité de 500 lux pour l'ensemble des bureaux de l'administration. L'éclairage naturel assurera une grande partie de l'éclairage.
- Détecteur de fumée et alarme anti-incendie.
- issue de secours.

### 2. Espace locaux techniques

Ce sont les emplacements où seront mises les centrales de climatisation, de conditionnement de l'air et d'alimentation électrique dans l'équipement. Les conduits d'air du système de climatisation devront éviter la transmission des bruits de la centrale aux locaux climatisés.



## III. FONCTION RECHERCHE

C'est la fonction qui prime dans notre équipement. Elle se fera sur trois étapes : recherche, production d'essai, et utilisation.

Elle comprendra :

### 1. Les laboratoires :

Les laboratoires de recherche présentent un certain nombre d'exigences, ils doivent être ouverts, flexibles et spacieux, propices à la collaboration et l'interdisciplinarité.



### 2. Les ateliers d'essai et d'expérimentation :

Ils seront spacieux afin d'accueillir le plus grand nombre d'activités. Spatialement, les ateliers seront caractérisés par des espaces flexibles et libres afin de permettre le maximum de contact et d'échange.



### 3. Bureaux de chercheurs ou professeur :

C'est des bureaux qui serviront comme espace de rangement et de travail personnel.



### 4. Les salles de cours :

Cet espace permet aux chercheurs de donner des cours, exercer leurs travaux dirigés, et compléter les assimilations théoriques et pratiques.



## 5. Bibliothèque :

C'est un espace majeur dans ce type d'équipements car il apporte l'accompagnement théorique et le fond documentaire et livres dont auront besoin les recherches scientifiques.

La bibliothèque sera composée de différents espaces d'activité tels que :

- La salle de lecture.
- La salle des ouvrages.
- La salle des revues et espaces de consultation.
- périodique.
- L'espace de stockage.
- Le bureau du responsable.



## 6. Médiathèque :

C'est un espace multifonctions , la médiathèque offre une multitude de services et d'activités pour les chercheurs et visiteurs. L'ensemble de ces activités est résolument axé sur l'information et la communication. Cet espace vient s'ajouter à la bibliothèque a fin de renforcer la vocation d'entité d'information et documentation qu'on confère à cette dernière et a fin de permettre aux chercheurs de s'ouvrir sur ces nouveaux réseaux et techniques d'information que sont les mutimédias. La médiathèque regroupera :



- **La vidéothèque –l'audiothèque.**
- **Cyber espace.**
- **L'espace presse et périodiques. .**
- **Espaces de consultation de fonds bibliographique.**
- **Espace de prés et rendus.**
- **Le bureau de responsable.**

## 7. Amphithéâtre

Pour un meilleur déroulement des opérations, le centre soit être équipé d'amphithéâtre afin de permettre aux chercheurs et professeurs d'animer des séminaires, et des cours dans le cadre d'échange.



### 8. Champ d'essai et d'exposition permanente

Aura lieu a l'air libre, elle permet d'implanter des champs d'expériences a l'extérieur de l'équipement qui doivent être a la fois une aire d'exposition pour les visiteurs ainsi qu'un espace de production d'énergies pour le besoin du centre.



## IV. FONCTION REPOS ET DETENTE

### 1. Restaurant et cafétéria :

Pour tous projets de telle vocation il est nécessaire d'injecter la fonction de la restauration, qui est un espace d'ambiance et d'échange. Ils marqueront un moment de repos pour les usagers dans le parcours de travail.



### 2. Places et espaces verts :

Un point de base dans le projet consiste à offrir aux chercheurs des espaces conviviales a la création scientifique et de l'autre part leurs assurer des endroits de détente.



## V. FONCTION HEBERGEMENT :

Elle comprend : les chambres individuelles et doubles pour chercheurs local ou étrangers, des visiteurs. Et des lieux de détente (fitness, jeux de temps libre ...)



Chambre double



Chambre individuelle



Salle de fitness



Restaurant



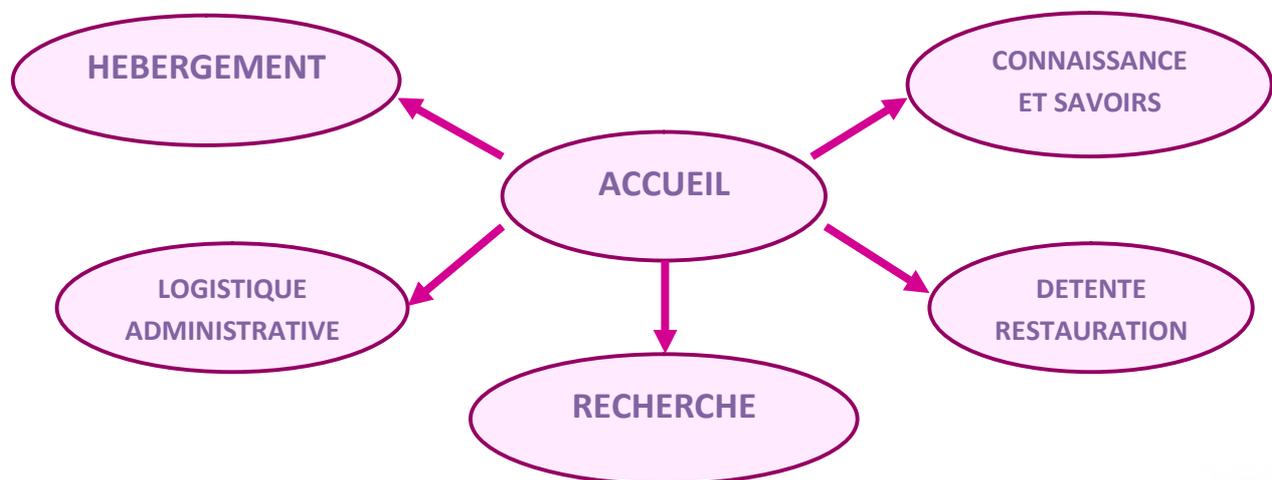
Salle de jeux

## PROGRAMME QUANTITATIF

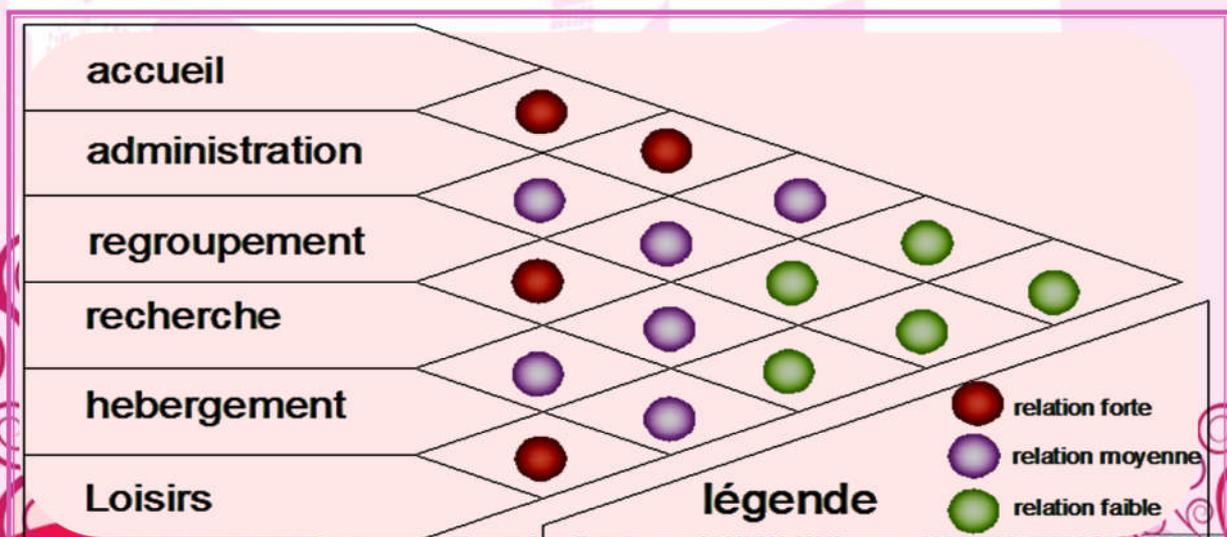
Le centre de recherche sur les énergies renouvelables comprend 5 divisions de recherche spécialisées :

1. Division de recherche en énergie solaire :
  - Photovoltaïque
  - Solaire
2. Division de recherche en énergie de la biomasse.
3. Division de recherche en énergie éolienne.
4. Division de recherche en énergie géothermique.
5. Division de recherche sur l'efficacité énergétique.

## ORGANIGRAMME FONCTIONNEL



## SCHEMA RELATIONNEL



# PROGRAMME SURFACIQUE

FONCTIONS PRINCIPALES	ESPACES	SURFACES M <sup>2</sup>
<b>Accueil</b>	Hall d'accueil -espace d'accueil -espace d'exposition	<b>600</b>
<b>Logistique Administrative</b>	Espace d'attente	<b>30</b>
	Bureau de direction général + bureau de secrétaire	<b>25 12</b>
	Bureau de comptabilité	<b>15</b>
	Bureau d'acquisition	<b>15</b>
	Bureau de service de coordination	<b>15</b>
	Bureau d'information scientifique et valorisation de résultats des recherches	<b>15</b>
	Bureau de scolarité	<b>15</b>
	Espace d'archive	<b>12</b>
<b>Service de gestion de la partie recherche</b>	Espace d'attente	<b>30</b>
	Bureaux de responsable d'ateliers	<b>45</b>
	Bureaux de responsable des laboratoires	<b>45</b>
	Salle de réunion	<b>4*30</b>
	Bureaux des enseignants	<b>15*12</b>
	Archives	<b>15</b>
<b>Recherche</b>	<b>DEPARTEMENT SOLAIRE</b> - Recherche :	
	- Laboratoires photovoltaïques	<b>10*50</b>
	- Laboratoires thermiques	<b>6*50</b>
	- Bureau de chercheurs	<b>40*10</b>
	- Expérimentation :	
	- Atelier électrotechnique	<b>100</b>
	- Atelier de captages	<b>2*60</b>
	- Atelier de stockages1	<b>80</b>
	- Atelier de stockages 2	<b>100</b>
	- Atelier de maintenance	<b>100</b>
	- Atelier de réparation	<b>100</b>
	- Pédagogique :	
	- Salles de cours	<b>5*60</b>
	<b>DEPARTEMENT EOLIENNE</b> - Recherche :	
	- Laboratoires	<b>8*60</b>
- Bureau de chercheurs	<b>20*10</b>	
- Expérimentation :		
- Atelier de montage	<b>100</b>	
- Atelier de captage	<b>100</b>	
- Atelier de stockage 1	<b>80</b>	
- Atelier de stockage 2	<b>100</b>	
- Atelier de maintenance	<b>100</b>	
- Atelier de réparation	<b>100</b>	
- Pédagogique :		
- Salles de cours	<b>2*60</b>	
<b>DEPARTEMENT GEOTHERMIQUE</b> - Recherche :		
- Laboratoires	<b>5*60</b>	
- Bureau de chercheurs	<b>20*10</b>	
- Expérimentation :		
- Ateliers d'essais	<b>150</b>	
- Ateliers de captages	<b>80</b>	
- Ateliers de stockages	<b>200</b>	
- Pédagogique :		
- Salles de cours	<b>2*60</b>	
<b>DEPARTEMENT DE LA BIOMASSE</b> - Recherche :		
- Laboratoires	<b>8*60</b>	
- Bureau de chercheurs	<b>25*15</b>	
- Expérimentation :		
- Atelier d'essai	<b>200</b>	
- Atelier de captage	<b>100</b>	
- Atelier de stockage	<b>100</b>	
- Ateliers de stockage des déchets	<b>3*100</b>	
- Espaces cailloutes	<b>3*100</b>	
- Pédagogique :		
- Salles de cours	<b>2*60</b>	

<b>Connaissances &amp; savoirs</b>	<b>DEPARTEMENT EFFICACITE ENERGETIQUE</b> -Recherche :	
	-Laboratoire	<b>4*60</b>
	-Bureau de chercheur	<b>20*10</b>
	-Expérimentation :	
	-Atelier de matériaux	<b>100</b>
	-Atelier d'essai	<b>2*80</b>
	-Pédagogique :	
	-Salles de cours	<b>2*60</b>
	Bibliothèque centrale	<b>400</b>
	Médiathèque	
-Salle de projection	<b>100</b>	
-Cyber espace	<b>80</b>	
-Espace de presse	<b>80</b>	
-Espace de prêt et rendu	<b>50</b>	
-Bureau de responsable	<b>20</b>	
Amphithéâtre	<b>2*200</b>	
Salle de conférence	<b>400</b>	
<b>Détente &amp; Restauration</b>	<b>Restaurant</b>	
	-Salle de restauration	<b>200</b>
	-cuisine	<b>60</b>
	-chambre froide	<b>15</b>
	-dépôt	<b>15</b>
-sanitaire	<b>30</b>	
Cafeteria	<b>200</b>	
<b>Annexes</b>	<b>Salle de prière Homme</b>	
	-Ablution	<b>15</b>
	-Sanitaire	<b>15</b>
	-Salle de prière	<b>30</b>
	<b>Salle de prière Femme</b>	
	-Ablution	<b>10</b>
	-Sanitaire	<b>10</b>
	-Salle de prière	<b>20</b>
	Infirmierie	<b>50</b>
	Locaux techniques	<b>400</b>
Sanitaires publiques	<b>100</b>	
<b>Hébergement</b>	<b>Hall d'accueil</b> Espace de détente	<b>400</b>
	Réception	<b>20</b>
	Magasin alimentaire	<b>40</b>
	Lingerie et repassage	<b>35</b>
	Librairie	<b>40</b>
	Bureau d'information et de réservation	<b>30</b>
	<b>Chambre individuelle STUDIO</b> Chambre double	<b>90*20 45*30</b>
	<b>Salle de petit déjeuner</b>	
	-Salle de consommation	<b>200</b>
	-Espace de préparation	<b>30</b>
	-Chambre froide	<b>15</b>
	-Dépôt	<b>15</b>
	-Sanitaire pour cafétéria	<b>2.30</b>
	<b>Loisir culture :</b>	
	-Hall de détente	<b>100</b>
-Cyber espace	<b>100</b>	
-Salle de sport :		
• Homme	<b>200</b>	
• Femme	<b>100</b>	
- salle de jeux	<b>150</b>	
<b>Stationnement</b>	Parking	<b>200 places</b>
<b>Circulation 20%</b>	<b>3196 M<sup>2</sup></b>	
<b>Surface total</b>	<b>19 175 M<sup>2</sup></b>	



# APPROCHE BIOCLIMATIQUE



## PRINCIPE DE L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE

La conception bioclimatique a pour objectif principal d'obtenir des conditions de vie, confort d'ambiance, 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, et en utilisant le moins possible les moyens techniques mécanisés et le moins d'énergies extérieures au site (généralement polluantes et non renouvelables), tel que les énergies fossiles ou l'électricité, produits et apportés de loin à grands frais .

Généralement on utilise deux systèmes pour satisfaire ces exigences:

### 1- LE SYSTEME PASSIF

Se dit d'un principe de captage, stockage et distribution capable de fonctionner seuls, sans apports d'énergie extérieure et qui implique des techniques simples sans appareillage.

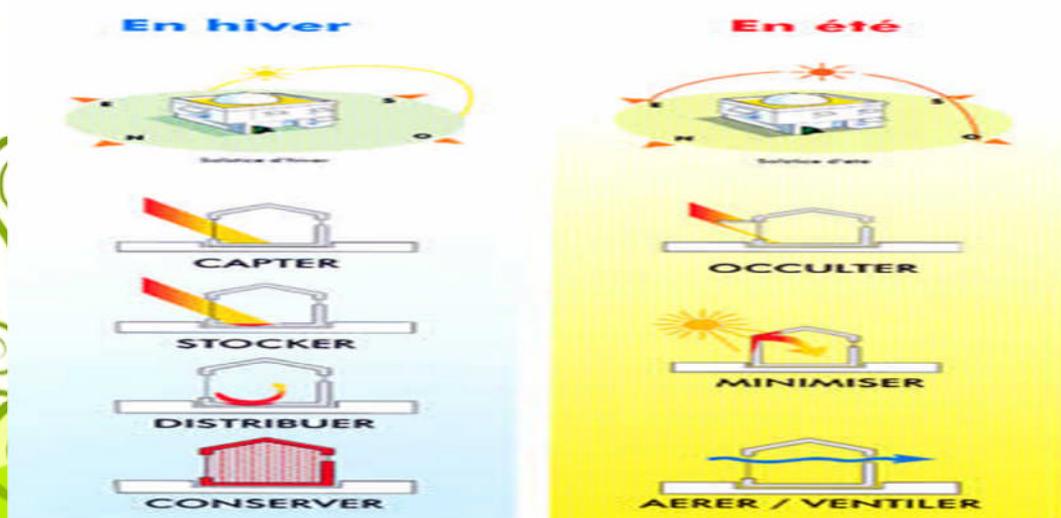
### 2- LE SYSTEME ACTIF

Se dit d'un principe de captage, stockage et distribution nécessitant, pour son fonctionnement, l'apport d'une énergie extérieure et qui implique des technologies assez lourdes.

Il a été démontré que du point de vue de l'énergie utilisée le système passif est beaucoup plus avantageux que le système actif.

**L'HIVER :** La stratégie du chaud : capter du rayonnement solaire, la stocker, la conserver et la distribuer.

**L'ETE :** la stratégie du froid : se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, minimiser les apports internes et utiliser des moyens de refroidissement passifs.





## QUELQUE TECHNIQUE DE L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE :

### I. LES SERRES

#### • En Hiver

La serre est un élément architectural participant à valorisation du bâtiment. Elle génère un espace tampon entre extérieur et intérieure qui régale le confort thermique de l'habitation au fil des saisons

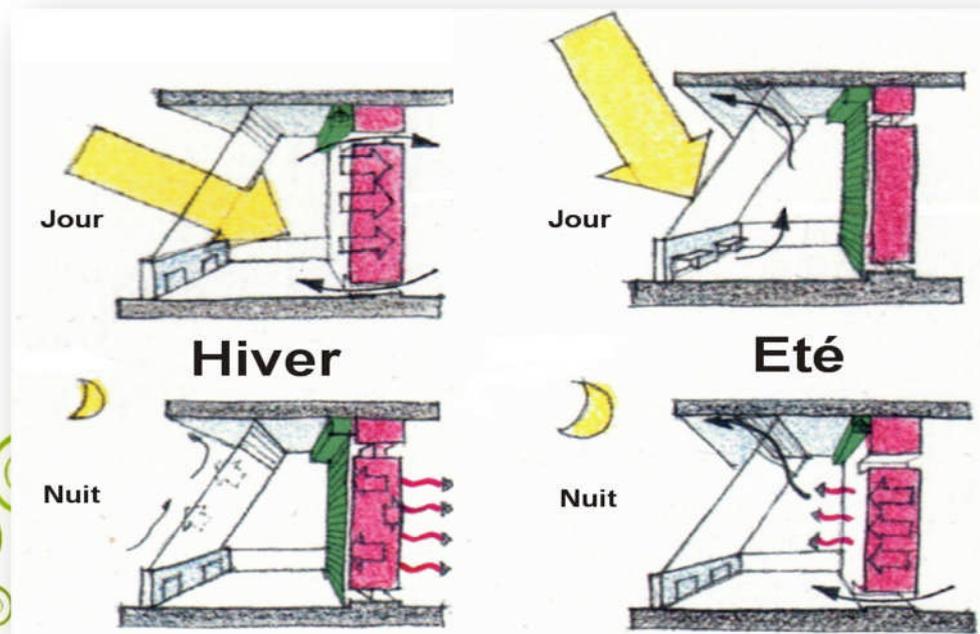
Les plancher et les murs du bâtiment absorbent le rayonnement solaire piégé par le vitrage de la serre. La chaleur est ensuite lentement restituée dans la maison pendant une partie de la nuit. La quantité de chaleur transférée vers le bâtiment et l'étalement dans le temps de la diffusion dépend principalement de la masse thermique des murs capteur.

#### • En Été

Correctement conçue et utilisée, la serre n'est pas une source de surchauffe. Bien plus, elle va amortir les fortes chaleurs estivales

Pendant la journée la serre est isolée à la fois de l'extérieur et du reste du bâtiment. Les vitrages de la serre doivent être totalement protégés pour qu'aucun rayonnement solaire ne pénètre à l'intérieur. C'est ici le rôle du store et de la végétation.

Le soir, une ventilation adéquate permet d'utiliser la fraîcheur de l'air extérieur pour évacuer la chaleur de la serre et refroidir le bâtiment.

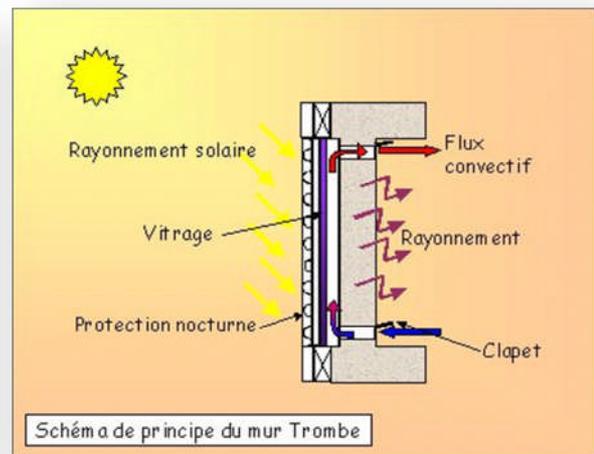
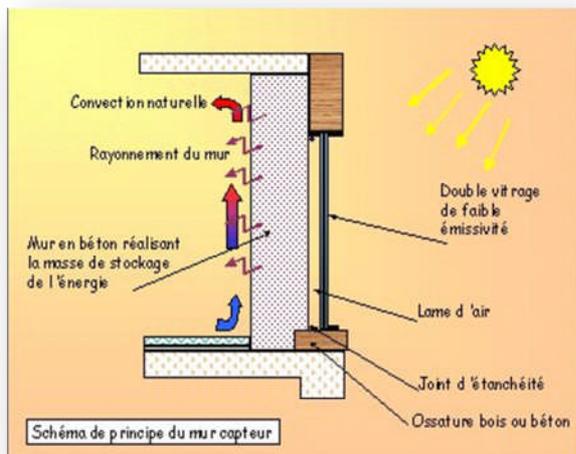




## II. LES MURS CAPTEUR ET FAÇADE DOUBLE PEAU

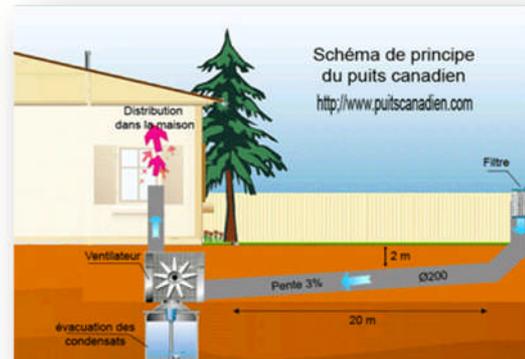
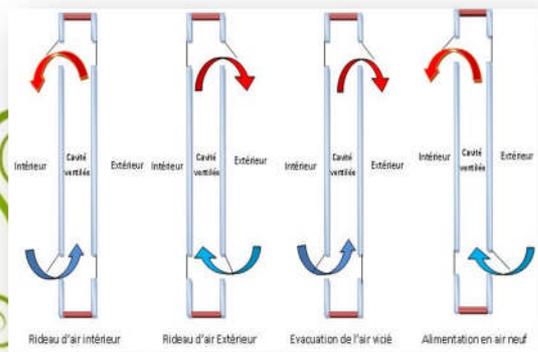
Dans le cas des murs capteurs, il s'agit sur le même principe, de "piéger" la chaleur due au rayonnement solaire entre le mur et une "double peau" vitrée.

Cette chaleur est restituée par rayonnement du mur vers l'intérieur et éventuellement par convection, soit en faisant circuler la lame d'air entre mur et vitrage qui, réchauffé, sera soufflé vers l'intérieur par exemple (mur dit "trombe"), soit simplement en ouvrant une fenêtre disposée dans le mur, côté intérieur (principe de la "double peau").



Dans le cas de la façade "double peau" vitrée, le mur est remplacé par une seconde paroi vitrée. Le stockage de la chaleur n'est plus assuré que par les dalles de plancher, et l'espace tampon utilisé pour assurer une ventilation naturelle par tirage thermique et un préchauffage de l'air entrant.

Si l'apport de lumière naturelle en hiver est une bénédiction, un dispositif efficace de protection solaire est nécessaire pour limiter les surchauffes d'été...





### III. LES PUIITS CANADIENS :

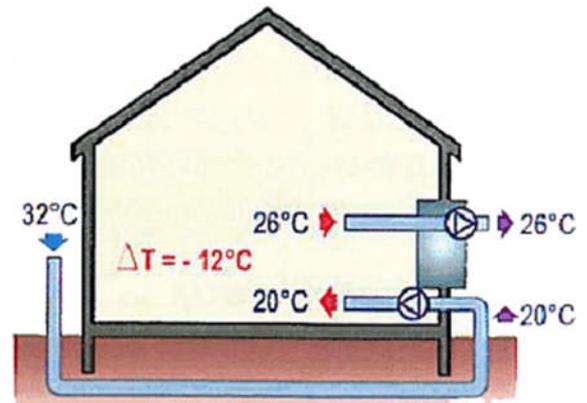
Les puits canadien consiste a faire passer l'air de renouvellement (avant qu'il ne pénètre dans le bâtiment) pas des tuyaux enterrés dans le sol à une profondeur d'au moins 1.5m.

- En Hiver

Le sol à cette profondeur est plus chaud que la température extérieure, l'air froid est alors Préchauffé lors de son passage dans ce circuit sous terrain.

- En Eté

C'est l'inverse, le sol est naturellement plus frais que l'air extérieur, celui-ci, lors de son passage dans le puits canadien va se refroidir de façon souvent surprenante.



### IV. LES TOITURES JARDINS

Une toiture « jardin » est un espace vert créé en installant plusieurs couches de substrat de croissance et des plantes sur une couverture traditionnelle. Le système comporte, de haut en bas, les couches suivantes:



- Les plantes, choisit en fonction de certaines applications.
- Un substrat de croissance fabriqué, parfois sans terre.
- Un tissu ou support filtrant pour contenir les racines et le substrat tout en laissant pénétrer l'eau
- Une couche de drainage spécialisée, qui comprend parfois des réservoirs d'eau intégrés
- Une membrane imperméable de couverture comportant un agent anti-racines
- La structure du toit est un matériau isolant au-dessus ou au-dessous de celle-ci.
- Il existe deux grands types de toitures jardins:

**Une toiture jardin avec végétation abondante et danse:** elle consiste a transposer en toiture les éléments d'un jardin qui sera réaliser au sol (terre végétale en épaisseur forte, végétaux de grande taille, gazon, arbres.

**Une toiture jardin avec végétation extensive et peu danse:** c'est une solution radicalement distincte de la précédente: le concept de jardin est abandonné, en profit des notions des tapis végétales, d'aspect naturel et d'écosystème.

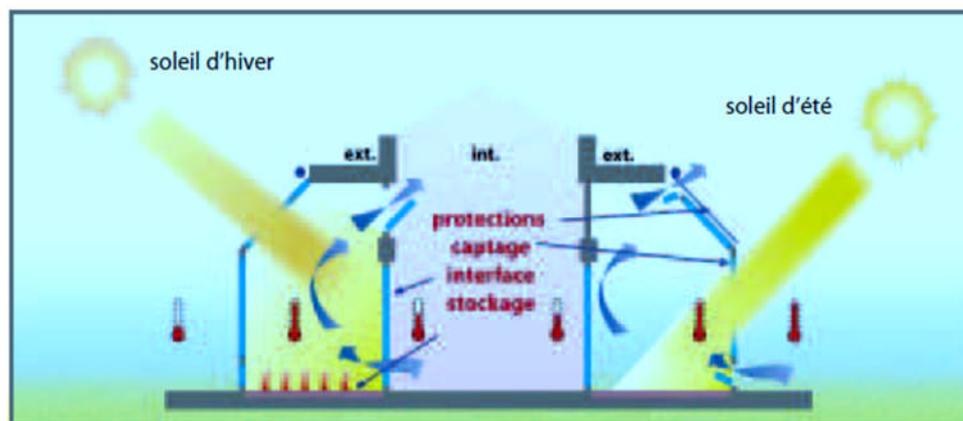


La végétation procure de l'ombrage et réduit donc l'insolation directe sur les bâtiments et les occupants; elle réduit localement la vitesse du vent et diminue les pertes par convection du bâtiment.

## V. LA PROTECTION SOLAIRE:

On appelle protection solaire tout corps empêchant le rayonnement solaire d'atteindre une surface qu'on souhaite ne pas voir ensoleillée pour but de: réduire les surchauffes; améliorer l'isolation; contrôler l'éblouissement.

Les protections solaire peuvent être intégré a l'architecture : porche, vérandas, brise soleil. Mais aussi être lié a l'environnement par la végétation a feuille caduques procurant un ombrage naturel saisonnière.



Les surfaces vitrées captent le rayonnement.  
La ventilation interne réchauffe l'air.  
La capacité thermique accumule et restitue-la chaleur.

Les protections solaires limitent l'exposition.  
La ventilation limite l'accumulation de chaleur.  
La capacité thermique limite la surchauffe.

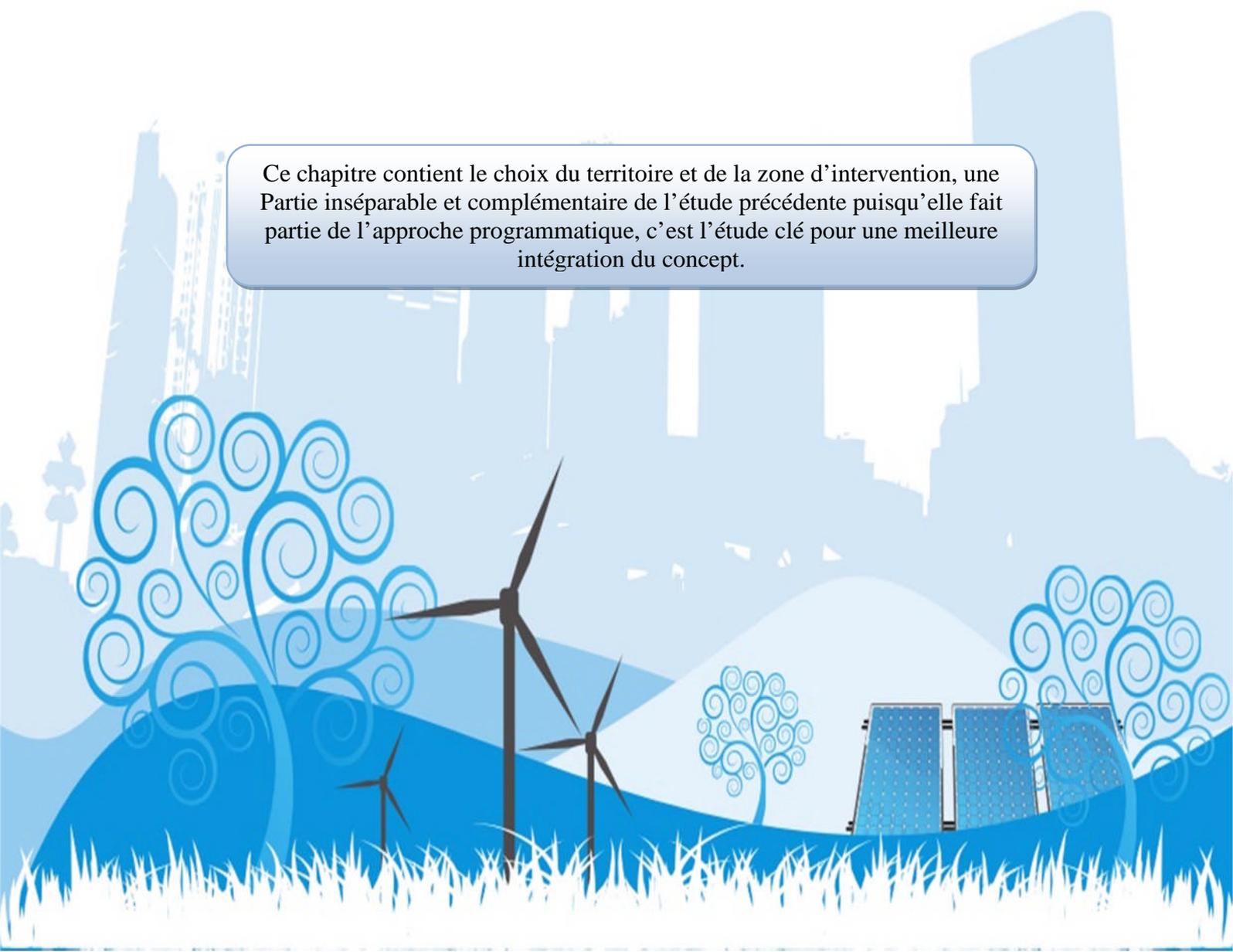
## VI. L'UTILISATION DES SOLS:

l'inertie thermique du sol est un élément dont l'architecte peut tirer parti en enterrant, tout ou une partie du bâtiment. La température de terre étant stable (15°C a 18°C), cela permet de gagner la chaleur en hiver, et gagner de la fraîcheur en hiver.



# APPROCHE URBAINE

Ce chapitre contient le choix du territoire et de la zone d'intervention, une Partie inséparable et complémentaire de l'étude précédente puisqu'elle fait partie de l'approche programmatique, c'est l'étude clé pour une meilleure intégration du concept.



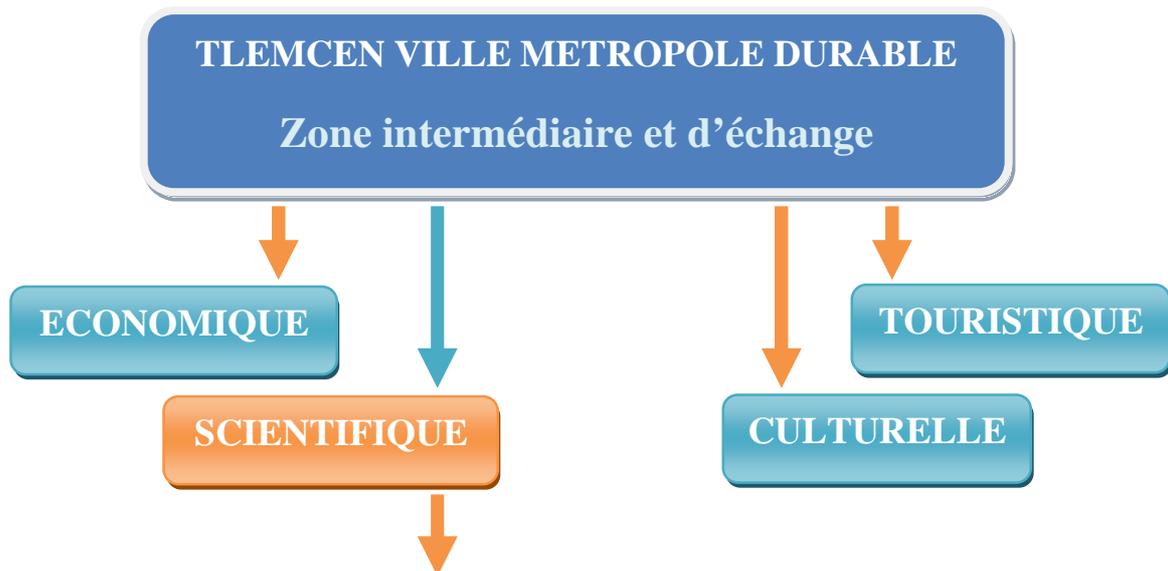


## ANALYSE DE LA ZONE D'INTERVENTION

« Dans le projet d'architecture, le premier acte est la reconnaissance de son territoire, son interprétation et sa lecture ne sont possibles qu'à travers les vérifications et les relations qui sont définies par le choix du projet. »

Notre thème s'inscrit dans le cadre de la science et la recherche, on a choisi d'implanter notre projet dans la ville de Tlemcen car la vocation de cette dernière correspond parfaitement à notre thème.

### POURQUOI TLEMCEN !



Tlemcen a des potentialités pour devenir une ville de recherche notamment avec le nouveau pôle universitaire de 25000 places pédagogiques, ou c'est prévu un centre de recherche en matériaux de construction, et le centre de recherche andalous ( musicale), et surtout avec le nombre d'étudiants de graduation qui progresse pouvant atteindre 65000 étudiants à l'horizon 2025.

Tableau d'évolution des effectifs des étudiants de graduation universitaire  
A.B.BELKAID TLEMCEN

Année universitaire	1999/ 2000	2000/ 2001	2001/ 2002	2002/ 2003	2003/ 2004	2005/ 2006	2006/ 2007	2025
Nombre d'étudiants	12903	15651	21399	21136	23583	23369	26742	65000

RECTORAT TLEMCEN 2007

Cet effectif a connu un accroissement important ces 10 dernières années, il a plus que doublé en l'espace de 7 ans, passant de 12903 à 26742 étudiants.

Sans oublier que Tlemcen a des traditions universitaires en citant notamment les Medersas « TACHFINYA », « YAAKOUBYA ».



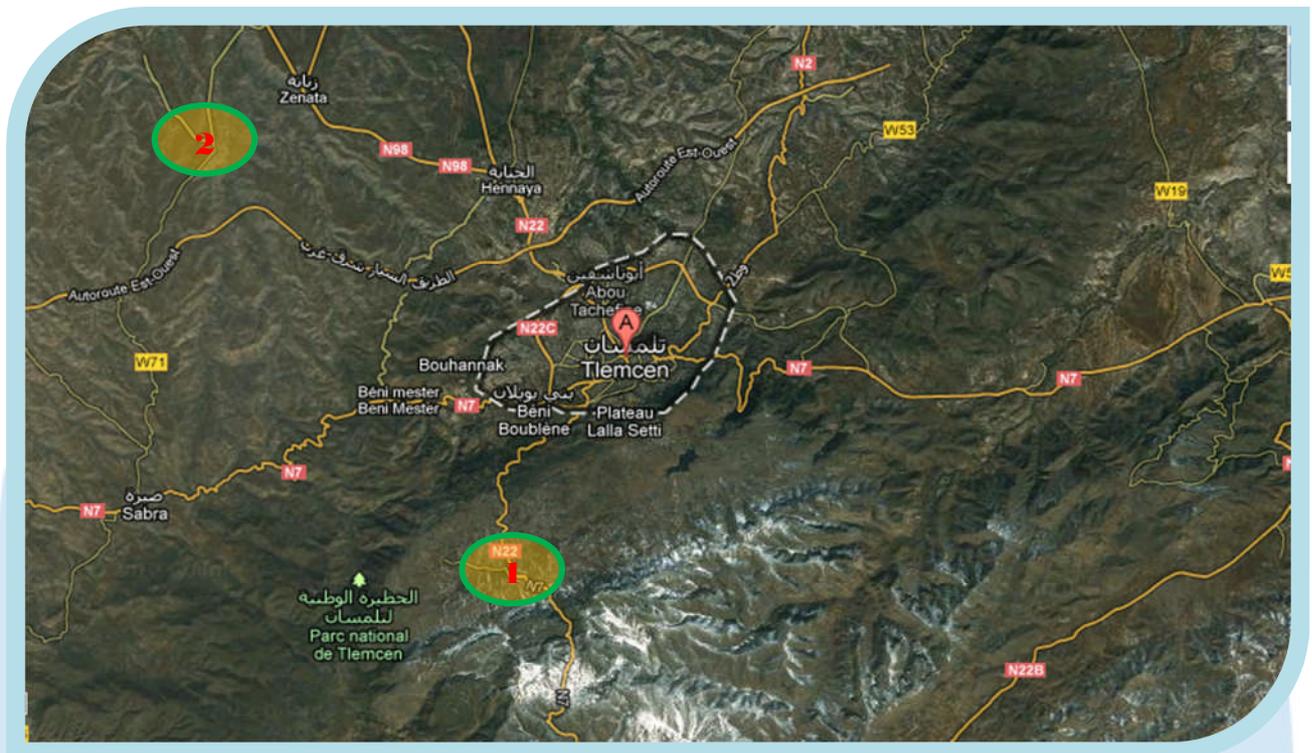
## I. CRITERES DE SELECTIONS DES SITES :

- Les conditions climatiques que nécessite chaque division de recherche :
  1. Ensoleillement favorable pour l'exploitation de l'énergie solaire photovoltaïque et thermique.
  2. Un courant éolien 20km/h en moyenne qui peut faire fonctionner une éolienne.
  3. Proximité des milieux ruraux pour obtenir plus de matières organiques pour la division de la biomasse.
- Un endroit dégagé du milieu urbain qu'exige ce type de structure.
- La présence du réseau de voiries.
- une grande superficie pour profiter de grands champs d'essais.
- une visibilité appréciable et une accessibilité au site .

Le choix était entre 2 terrains stratégiquement situés pour répondre à tous ces critères :

### 1 LE SITE DE TERNI

### 2 LE SITE DE OULED-RIAH





	AVANTAGES	INCONVENIENTS
<b>Site de Terni</b> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Situé auprès d'une commune importante de point de vue équipement et infrastructures</li><li>• Situé dans une zone calme</li><li>• Situé a proximité d'une route nationale</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Il ne répond pas à toutes les conditions climatiques.</li><li>• Zone fortement boisée.</li></ul>
<b>Site Ouled-Riah</b> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Une bonne accessibilité et visibilité.</li><li>• Situé a coté d'une route nationale et près de l'aéroport.</li><li>• Il répond à la majorité des conditions climatiques exigées.</li><li>• Situé dans une zone calme ou il y'a moins de nuisance.</li></ul>	L'éloignement de la ville de Tlemcen.

## II. CRITERE DE CHOIX DU SITE:

Pour le choix du terrain on s'est basé sur certains critères parmi eux :

- La facilité d'accessibilité au terrain.
- La nature du terrain facile pour éviter tout surplus budgétaires.
- Les conditions climatiques les plus favorables (ensoleillement, vent, température...).
- La présence des fermes et des terres agricoles source de matières organiques et végétales pour la biomasse.
- La proximité de l'aéroport pour les déplacements rapides.
- Une surface importante du terrain.

**Après concertation, nous avons opté pour le terrain situé à la commune d'Ouled-Riah, car celui-ci recèle plus d'atouts que de contraintes par rapport aux variantes précédentes.**



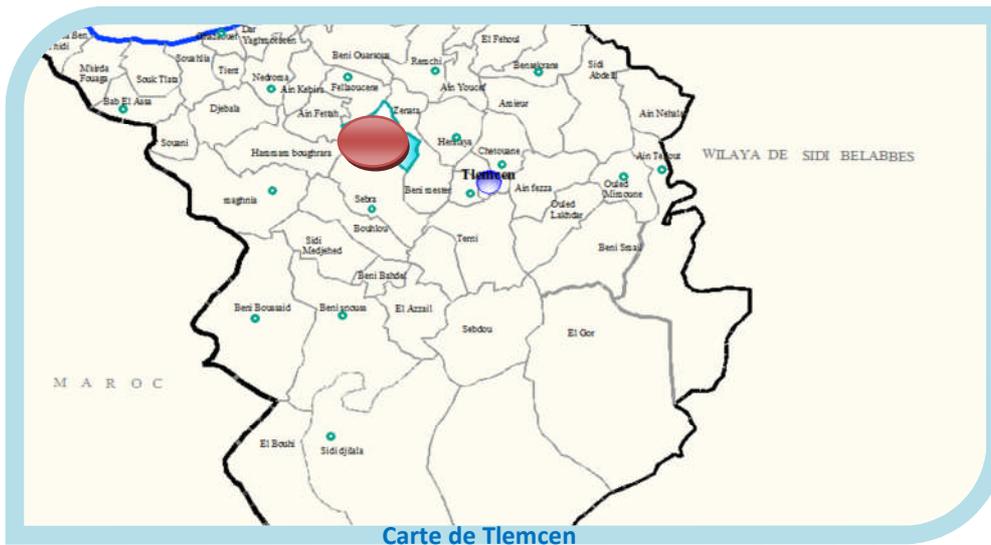
## ANALYSE DU TERRAIN

### Terrain d'OULED RIAH

La zone répond parfaitement aux exigences d'un centre de recherche en raison de sa situation par rapport à la ville de Tlemcen, aux infrastructures routières, et aux exigences climatiques.

#### 1. Situation :

Le terrain est situé à 18 km au nord-ouest de la wilaya de Tlemcen, Et a 6 km de l'aéroport de Zenâta. Dans la commune de Ouled-Riah.



Carte de Tlemcen

#### 2. description sur la commune d'Ouled Riah :

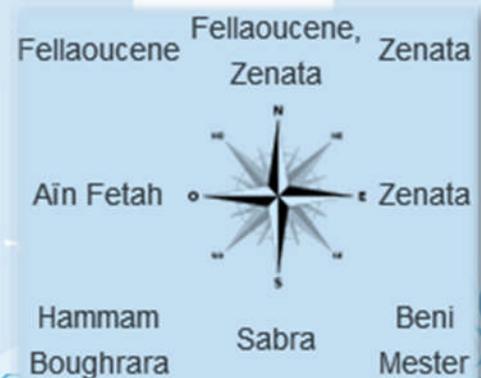
##### 1. Historique :

Ouled-Riah est l'une de ces localités dont personne n'en parle, et pourtant, la tribu qui peuple ce village est profondément ancrée dans l'histoire de la capitale des Zianides.

La commune d'Ouled Riah fait partie de la plaine et plateau intérieur de la wilaya, c'est une commune rurale dont l'activité principale est l'agriculture.

##### 2. Limites et périmètre :

**Distante à un dizaine de kilomètres à l'est de la daïra d'Hennaya, cette bourgade, à caractère agricole, s'étend sur une immense plaine limitée au sud par la commune de Sabra, et au nord par les monts de Fillaoucen.**





### 3. Habitations :

Selon le recensement général de la population et de l'habitat de 2008, la population de la commune d'Ouled-Riah est évaluée à 4 329 habitants contre 3 973 en 1998, c'est l'une des communes les moins peuplées de la wilaya de Tlemcen.

### 4. Infrastructures et équipements :

La commune est à de 2km de l'autoroute est-ouest, elle a bénéficié de plusieurs infrastructures parmi elles :

- Un dispensaire.
- Un CEM.
- Une école primaire.
- 2 mosquées.
- Une placette.
- Le siège de l'APC.

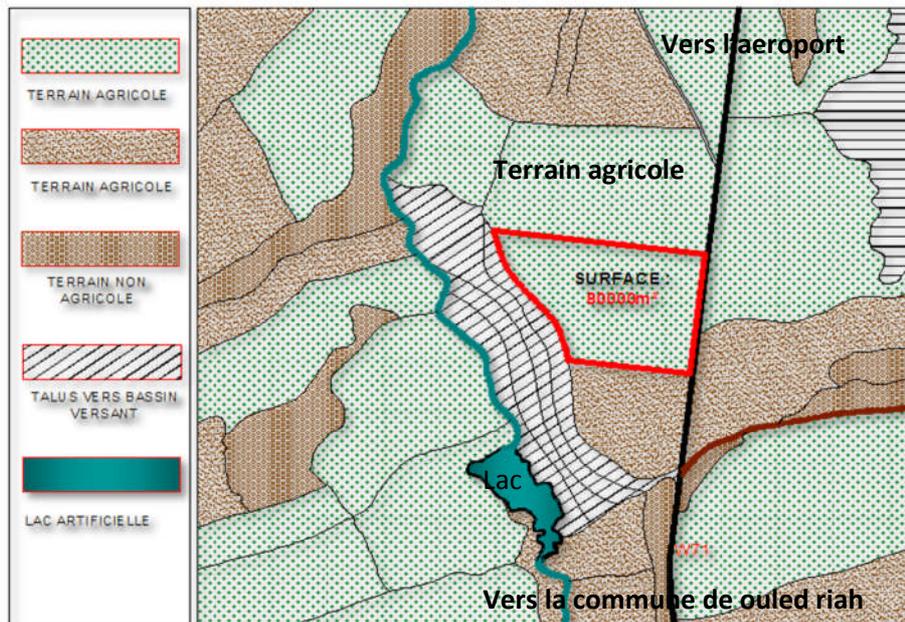
Un lycée est prévu dans les prochaines décisions de l'APC.



Avant même les premières esquisses, une analyse environnementale du site d'implantation du projet est indispensable. Il faut connaître le régime des vents dominants, repérer le relief et la végétation. Bien analyser et prendre en compte le terrain, l'environnement proche et le micro-climat (soleil, vent, végétation)



## Limite du terrain



Le terrain est de forme irrégulière. Il est limité du côté Nord et Sud par des terrains agricoles, du côté Est par une route goudronnée W71, du côté Ouest par un talus, un bassin versant, et un lac artificielle pour l'irrigation.



Vue Ouest



Vue sur le lac



Vue Nord



Vue Est la voie goudronnée



Vue Sud

**Contexte :** le terrain présente une aire de 80 000m<sup>2</sup>, on note l'absence de toute construction, de passages routiers, de ligne électrique ou d'une voie d'eau (rivière, oued ...).



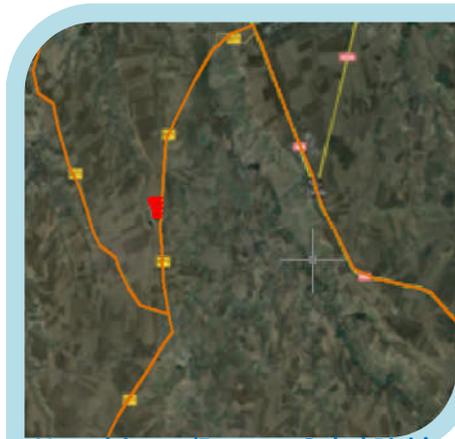
### 3. Accessibilité :

facilite le déplacement humain et matériel. L'assiette est desservie principalement par trois accès:

- 1) Accès a partir de la route nationale RN° 35, menant a Maghnia.
- 2) Accès a partir de la route communale W°71 , menant a Zenata
- 3) Accès a partir de l'autoroute Est-Ouest.



Route W71



Vue aérienne 'Zenata + Ouled Riah'



Bretelle de l'autoroute



Croisement a menant Ouled Riah



Croisement menant a Ouled Riah

### 4. Visibilité du terrain

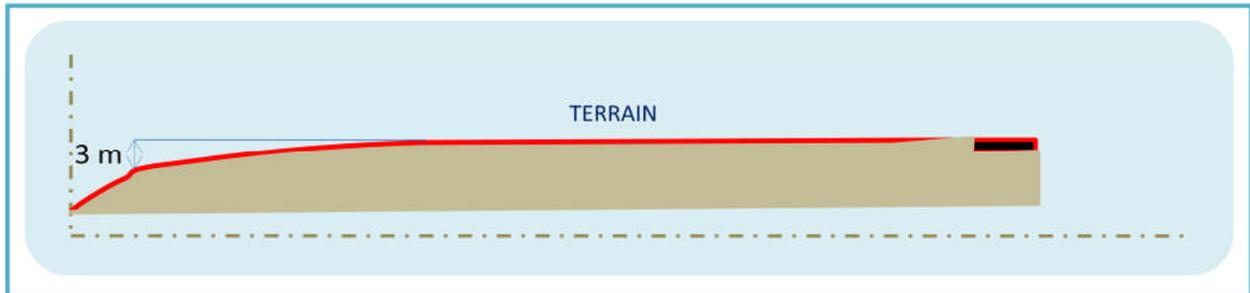


Vue aérienne 'Ouled Riah'

**Végétation :** la zone d'intervention est caractérisée par un voisinage verdoyant, composé par une large bande végétale à l'Est de la parcelle.

### 5. Surface et Topographie :

Le terrain s'étant sur une superficie de **80 000m<sup>2</sup>**, présente une topographie mouvementée, une légers de pente Est Ouest ( 0.1% ) , qui offre une vue panoramique sur l'environnement urbaine et naturel de la zone d'étude.

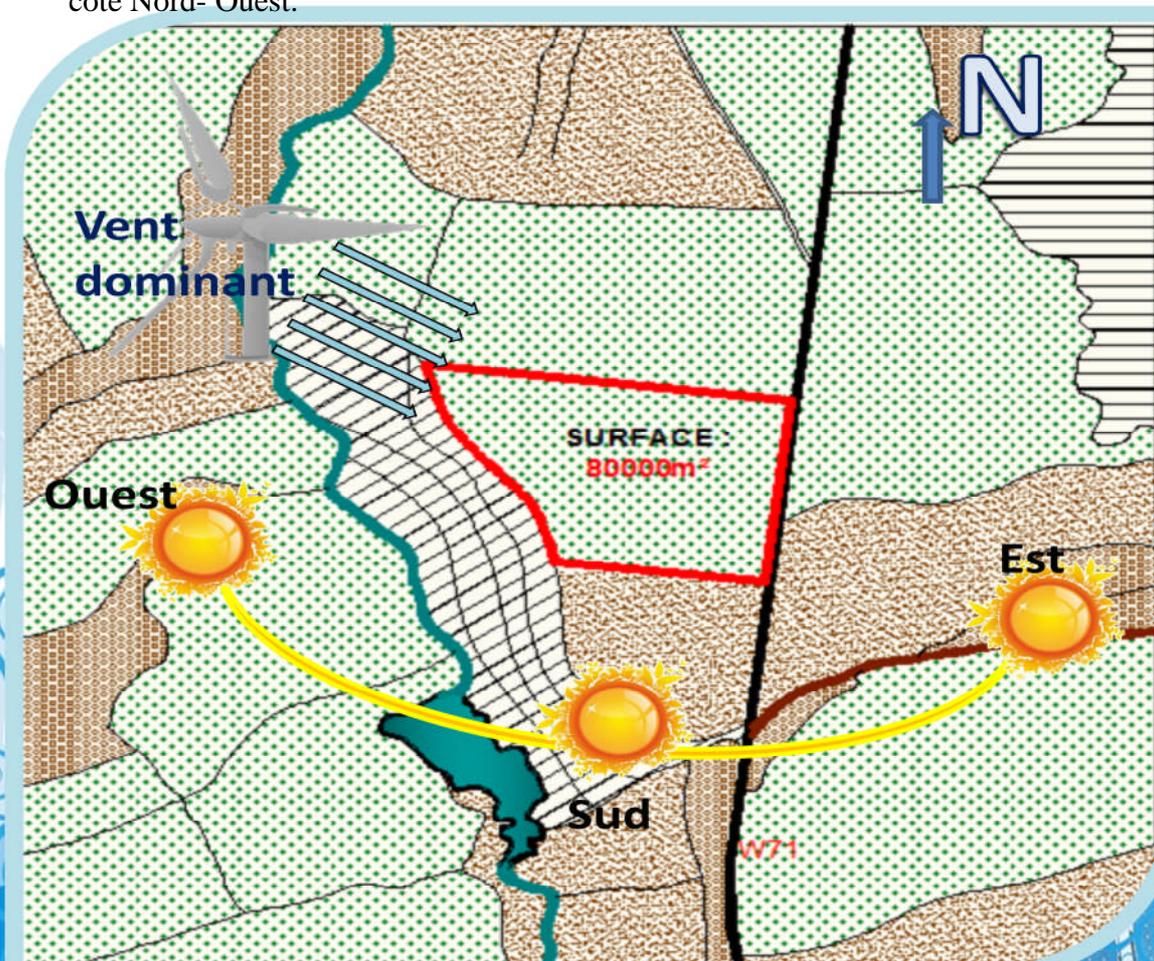


### 6. Ensoleillement :

La parcelle est bien exposée au soleil durant toute la journée. Sa position dégagée privilégie les orientations les plus ensoleillées, en captant le maximum de lumière et de soleil .

### 7. Les vents

La parcelle est exposée durant toute l'année aux vents qui soufflent régulièrement du côté Nord- Ouest.



# ETUDE CLIMATIQUE

Le globe terrestre bénéficie d'une grande variété de climat, et la conception architecturale est liée au facteur « climat » non seulement pour l'orientation des bâtiments mais aussi l'affectation de l'espace, et l'Algérie est parmi les rares pays qui bénéficient d'une diversité climatologique d'où la variété des conceptions d'une région à une autre.





Le climat de la région est de type méditerranéen, caractérisé par des étages bioclimatiques semi arides, à un hiver rude et un été sec et chaud, pas d'influence maritime. Cette dernière est arrêtée par la dominante des monts du Fillaoucène qui constituent le point culminant du périmètre.

## I. PARAMETRES CLIMATOLOGIQUES :

1. **Température** : ensembles des conditions météorologiques qui donnent la sensation de chaud ou de froid (sachant que les températures les plus favorables pour l'être humain sont entre (16° et 25°).
2. **Précipitation** : ce terme désigne l'eau solide ou liquide contenue dans l'atmosphère qui tombe et se dépose à la surface du globe (pluie, rosée, grêle, brouillard ...).
3. **Pluviométrie** : étude de la répartition des pluies dans l'espace et dans le temps (estimé en mm).
4. **Hygrométrie** : domaine de la météorologie qui étudie la quantité de vapeurs d'eau contenue dans l'air connue sous le nom d'humidité.

L'analyse climatique consiste à la corrélation des facteurs climatiques qui sont une ressource naturelle qui affecte une bonne partie des activités humaines telles que la production agricole la consommation d'énergie mais aussi la conception architecturale des bâtiments et notre but c'est d'avoir une adéquation entre le bâtiment et le climat en se protégeant des méfaits et profiter des bienfaits de ce dernier.

## II. ANALYSE CLIMATOLOGIQUE :

### 1. Température

La température moyenne annuelle est de 17.3°C avec un maximum de 34.4°C en août et un minimum de 3.5°C en février.

### 2. Humidité

Le site est très humide, quand la température mensuelle moyenne est basse, l'humidité moyenne est de 76% elle est relativement élevée.

### 3. Vents

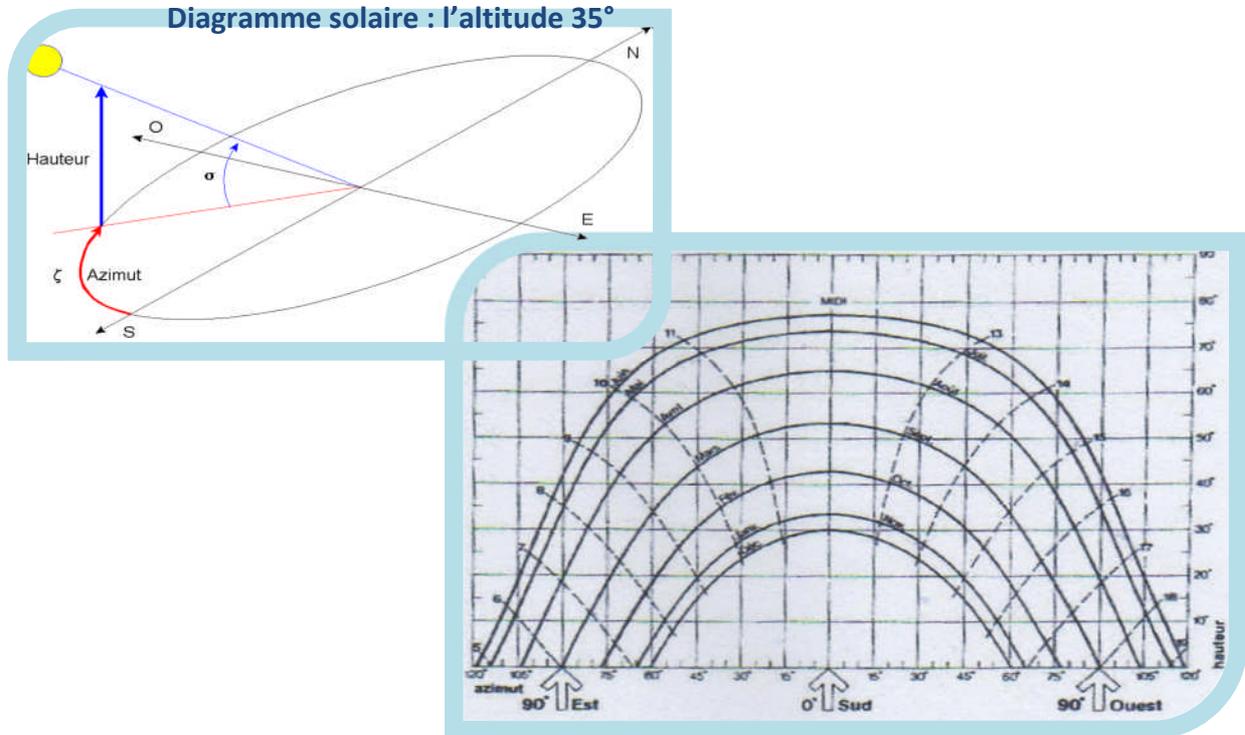
Les vents dominants du site de Ouled Riah sont dirigés Nord/Ouest. La vitesse moyenne du vent de la région de Ouled Riah est de : 3.7 KT.

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEPT	OCT	NOV	DEC
T° max	13.1	13.9	16.7	19.9	27	30.9	33.2	34.4	28.3	23	18.5	14.8
T° min	3.6	3.5	7.8	8.7	15.7	17.1	20.1	19.8	16.1	13.8	8.9	5.9
H min%	79	75	83	74	65	63	61	62	71	77	78	80
H max%	75	71	77	70	61	59	57	58	67	71	74	76
vents	3.4	4.7	3.9	3.5	3.5	3.5	3.4	3.2	3.4	3.7	4.4	3.8



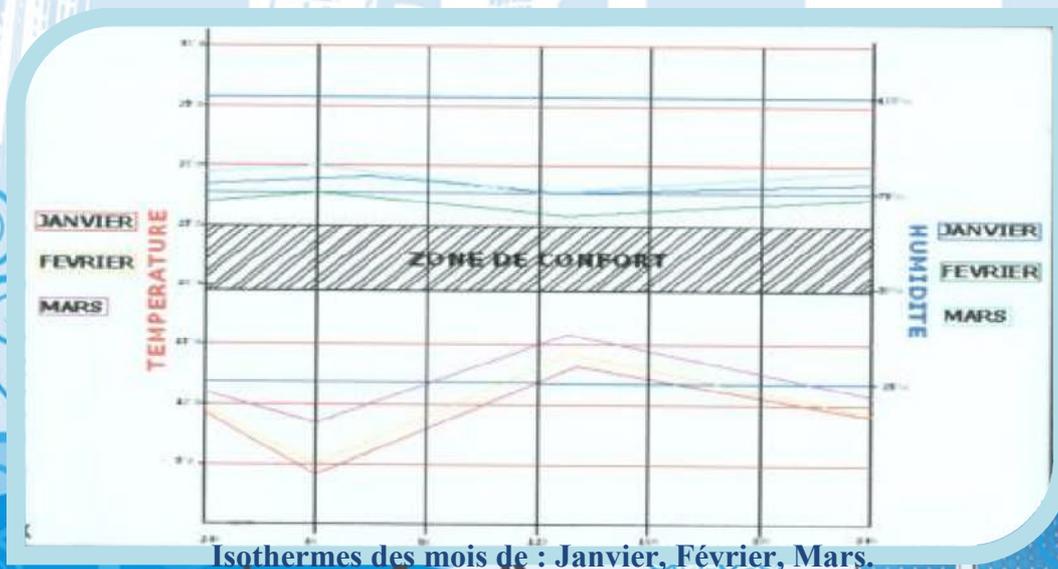
### I. LE DIAGRAMME SOLAIRE

Pour une latitude donnée, le diagramme permet de visualiser l'azimut et la hauteur du soleil pendant les heures de la journée et suivant les saisons. La position du soleil varie suivant ces dernières.



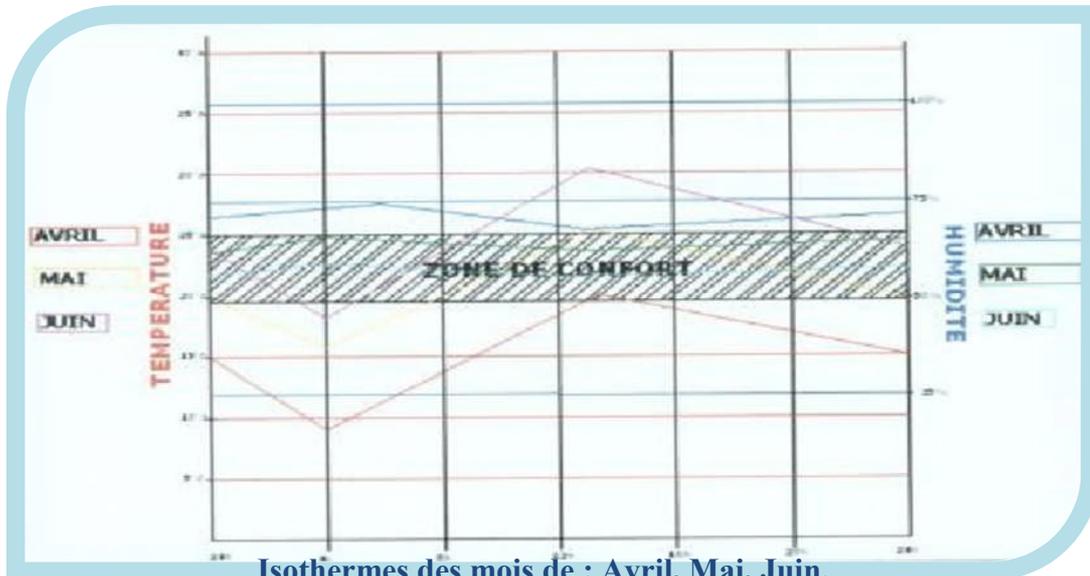
### II. L'ISOTHERME DU SITE

Parmi les étapes de l'analyse climatique c'est déterminer les isothermes du site du projet , en fonction des tranches horaires .Et qui nous mènera enfin de parcours à tracer la courbe psychométrique a fin de déterminer les mois ou on a besoin d'apports solaires, les mois ou on a le confort et les mois ou on doit se protéger des surchauffes.



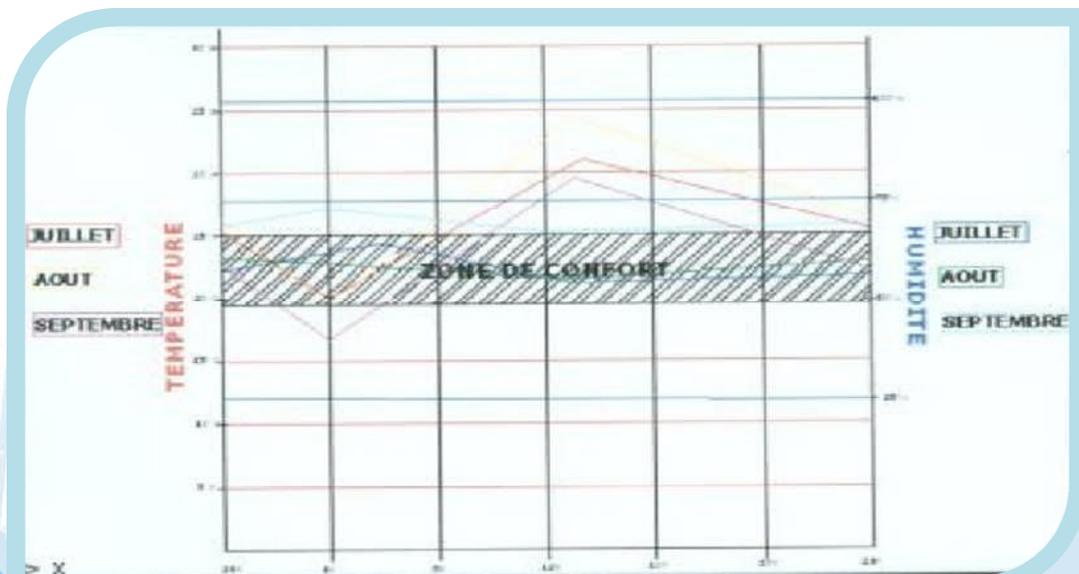


On remarque que dans ces mois la température est en dessous de la zone de confort donc il fait très froid surtout le matin et le soir et que l'humidité de l'aire est assez élevée.



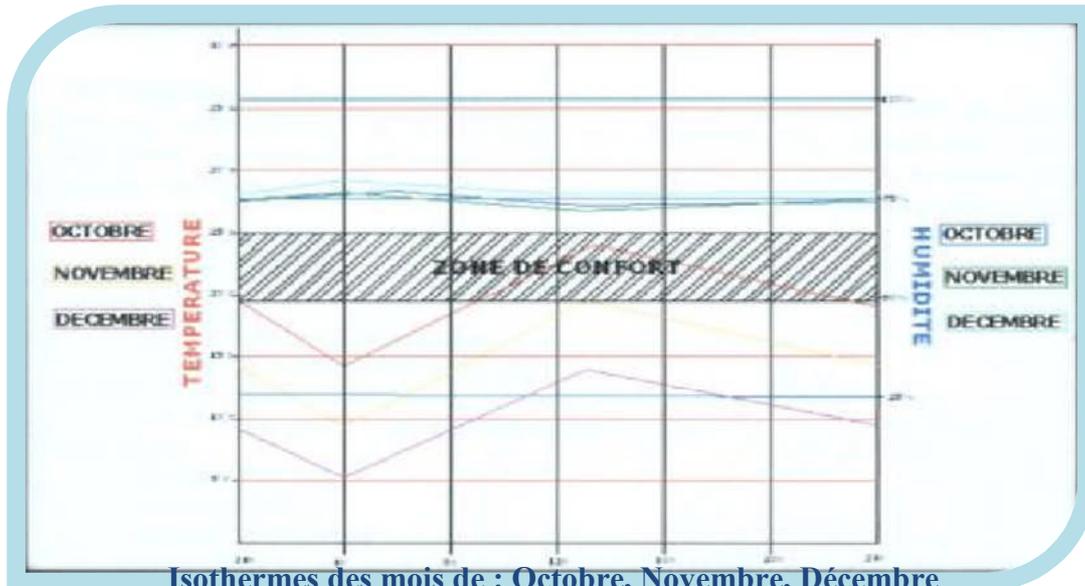
Isothermes des mois de : Avril, Mai, Juin.

Les mois d'Avril Mai et Juin sont caractérisés par des températures et une humidité plus au moins confortable, sauf le matin ou il fait un peu frai et le soir aussi.



Isothermes des mois de : Juillet, Aout, Septembre.

Caractérisées par des températures très élevées et une humidité plus au moins confortable

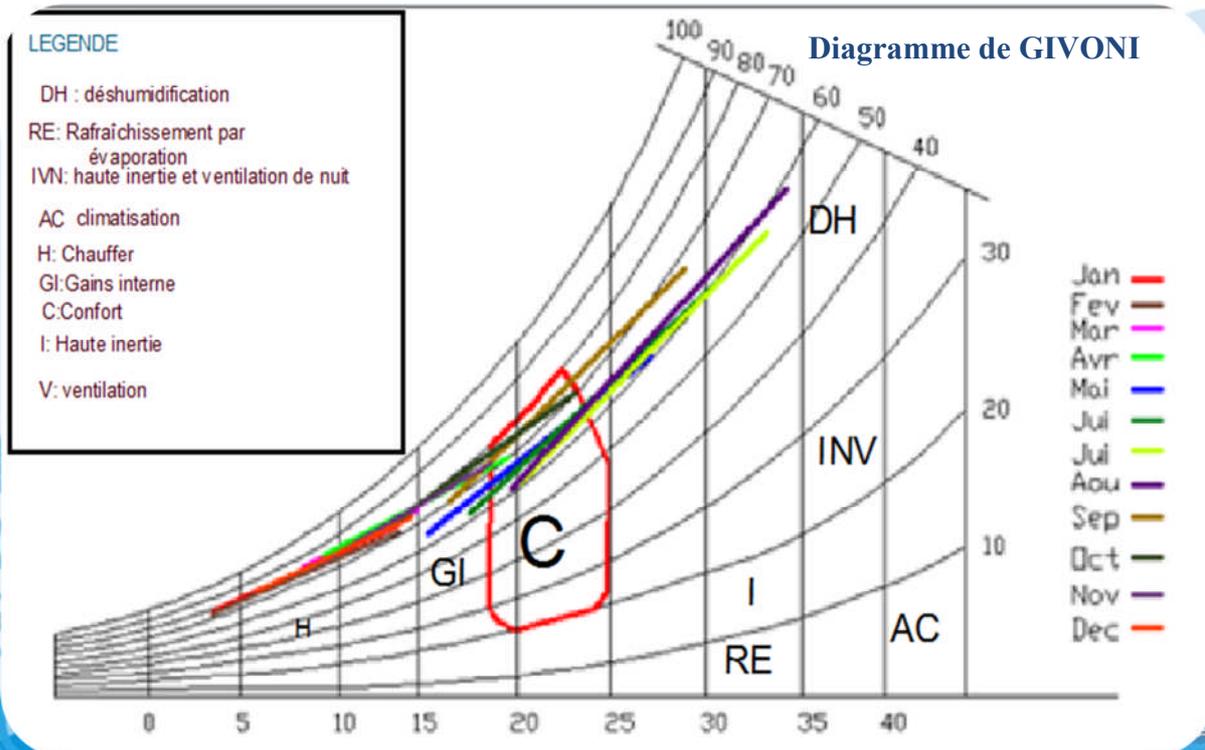


Isothermes des mois de : Octobre, Novembre, Décembre

Aux cours de ces mois, on retrouve des températures un peu basses presque toute la journée, et un air assez humide.

### III. DIAGRAMME BIOCLIMATIQUE DE GIVONI

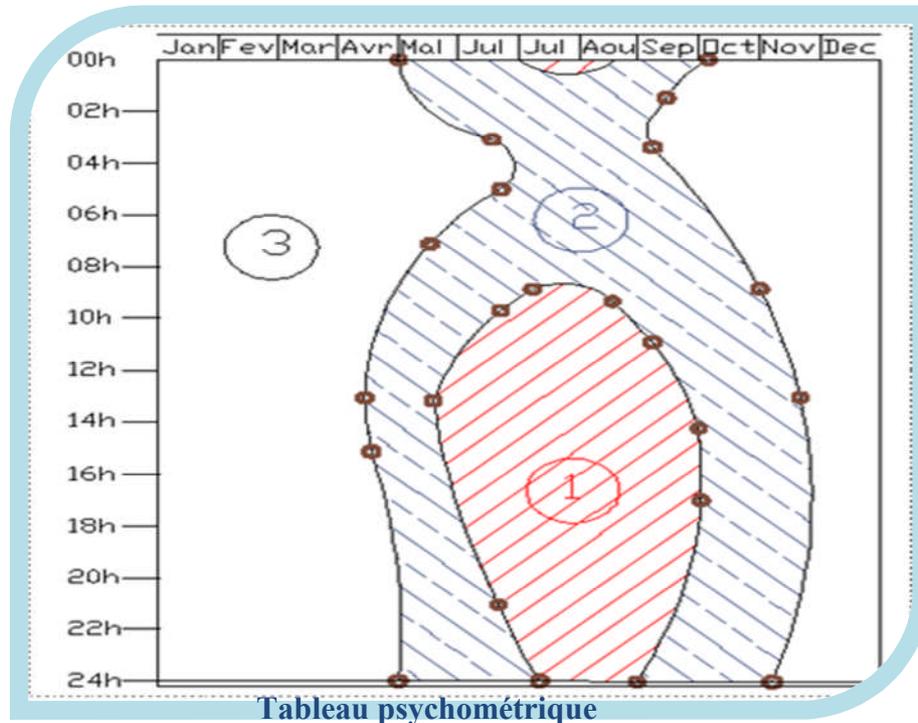
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEPT	OCT	NOV	DEC
T° max	13.1	13.9	16.7	19.9	27	30.9	33.2	34.4	28.3	23	18.5	14.8
T° min	3.6	3.5	7.8	8.7	15.7	17.1	20.1	19.8	16.1	13.8	8.9	5.9
H min%	79	75	83	74	65	63	61	62	71	77	78	80
H max%	75	71	77	70	61	59	57	58	67	71	74	76





Ce diagramme a pour but de donner des recommandations climatiques pour un site donné, les droites sont tracées comme suit :

- Le premier (1er) point est donné par la température maximum avec le pourcentage d'humidité min du mois donné afin de déterminer les besoins en conception du projet.
- Le deuxième (2ème) point est donné par la température maximum avec le pourcentage d'humidité minimum du mois donné.



#### IV. Interprétation du diagramme :

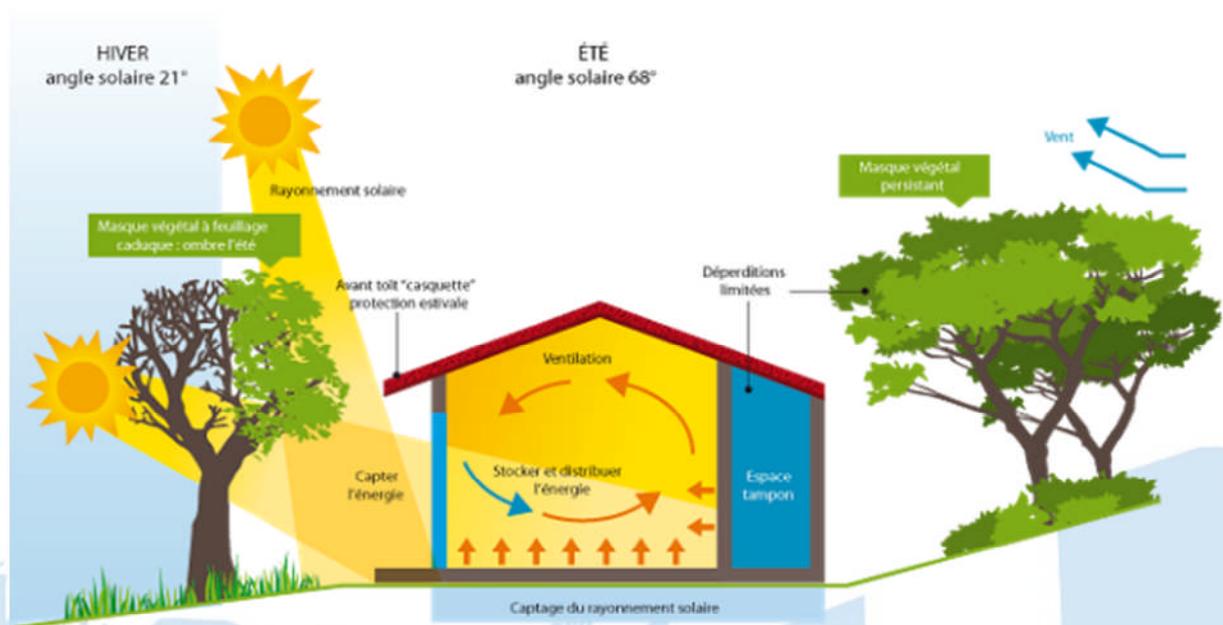
- **Zone de confort :** ( $18^{\circ}\text{C} < T < 25^{\circ}\text{C}$  &  $20\% < \text{HR} < 80\%$ ) s'étale sur une partie du moi d'Avril, Mai, Juin, Septembre et Octobre, c'est une zone qui ne nécessite aucune disposition particulière, mais avec quelque jours qui soit en surchauffe ou sous chauffe.
- **Zone de surchauffe :** ( $T > 25^{\circ}\text{C}$ ) s'étale sur le moi de Juillet et le moi d'Aout ainsi qu'une partie du moi de Septembre, c'est une zone qui nécessite des dispositions particulières pour se protéger des rayons du soleil car elle se caractérise par une température tres élevé  $> 25^{\circ}\text{C}$ .
- **Zone de sous chauffe :** ( $T < 20^{\circ}\text{C}$ ) s'étale sur le moi de Janvier, Février, Mars, Novembre, Décembre ainsi qu'une partie des mois d'Avril et Septembre.



## V. Recommandation :

### Zone de surchauffe :

- Opter pour des matériaux a forte inertie thermique pour stocker la fraîcheur de la nuit et diminuer les flixturations des températures ex : le bois
- Prévoir des ouvertures de bonnes dimensions, des auvents et abords des toitures pour éviter l'accumulation de l'aire chaud en été. Ouverture moyenne de 25 a 40%
- Prévoir un renouvellement d'air par systèmes de ventilation qui consistent a dégager l'air chaud vers l'exterieur et laisser pénétrer l'air frais par le jeu des différences de préssion



### Zone de sous chauffe :

- Opter pour des matériaux a forte inertie thermique pour stocker la chaleurs gagner par le soleil le jour et diminuer les variations des températures.
- Faire appel au chauffage passif ( serres attenantes, mur capteur accumulateur..)
- Prévoir une bonne isolation en évitant les ponts thermique.
- Avoir recours au chauffage actif par des capteurs solaires.
- Protéger le projet contre les vents hivernaux froid du Nord Ouest par le renforcement de la couverture végétale.



## CONCLUSION

Les différentes étapes de l'analyse du terrain nous a apporté des informations et des contraintes qui vont nous aider dans l'étape suivante qui est la conception du projet. Pour cela chaque partie doit être étudiée minutieusement afin de faire ressortir les points forts du terrain, de les renforcer et de les enrichir dans notre réalisation.

Pour un tel projet que l'on étudie, l'analyse climatique va nous aider non seulement pour l'orientation de notre espace bâtie, mais aussi pour le fonctionnement de ce dernier, et la répartition de chaque unité de recherche selon les conditions qu'elle exige.



# APPROCHE ARCHITECTURALE



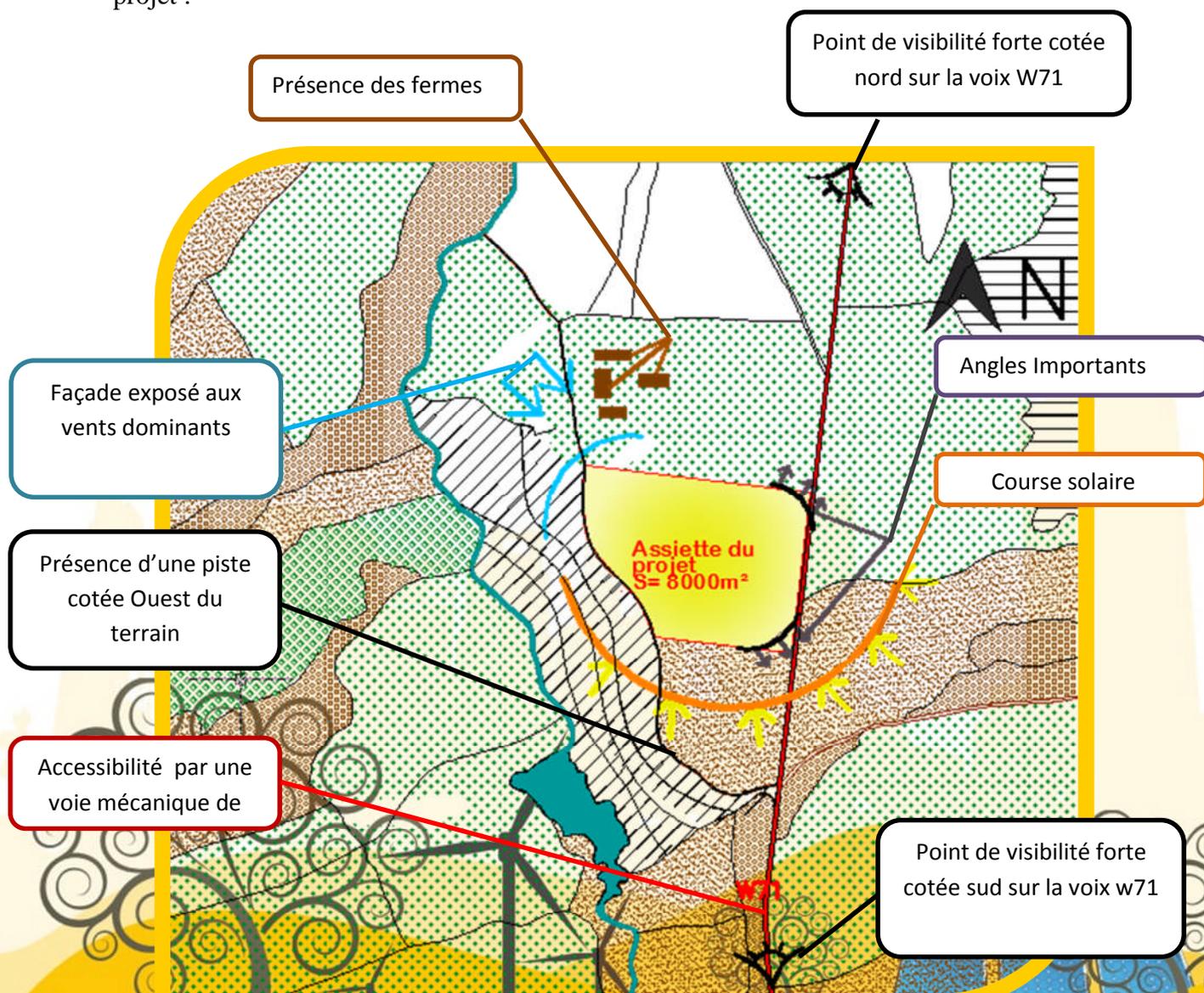
Les chapitres précédents nous ont aidé à connaître les principes sur lesquels doit reposer notre projet. Le passage de l'idée à sa concrétisation nécessite une référence conceptuelle constituée de trois (03) points importants, chacun de ces concepts intervient sur un aspect particulier de la conception.

- Le programme architectural : c'est les fonctions et les activités déterminantes dans l'espace.
- Le contexte : c'est les potentialités du site et ses contraintes.
- Le style : c'est le langage et le mouvement architectural.

Le programme nous a imposé les surfaces et les nombres des fonctions que nous avons intégrées dans notre conception.

### I. SYNTHESE DE L'ANALYSE DU SITE

D'après l'analyse du site on a pris en considération tout les points importants que comporte notre assiette d'intervention de point de vue morphologique, climatique et environnementale, suite a cette analyse on est arrivé à une synthèse globale du terrain pour passer à la genèse du projet :

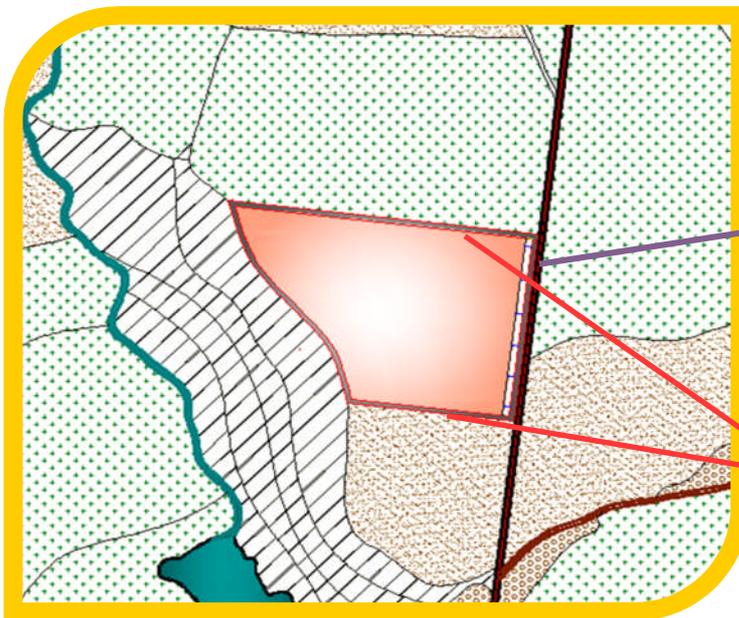


## II. GENESE DU PROJET

### ○ Schémas de principe

- Prévoir 3 accès, l'un est l'accès principal qui relie notre projet a la voie mécanique, et les deux autres sont des accès secondaires du coté nord et sud, qui relie le projet avec les voies secondaire qu'on a créé autour de notre assiette.
- L'accès principal est parfaitement traité, c'est le point de marquage du projet, avec une transparence et une légèreté indispensable.
- Prévoir un revêtement différent pour les espaces extérieurs et assurer la hiérarchie des espaces.

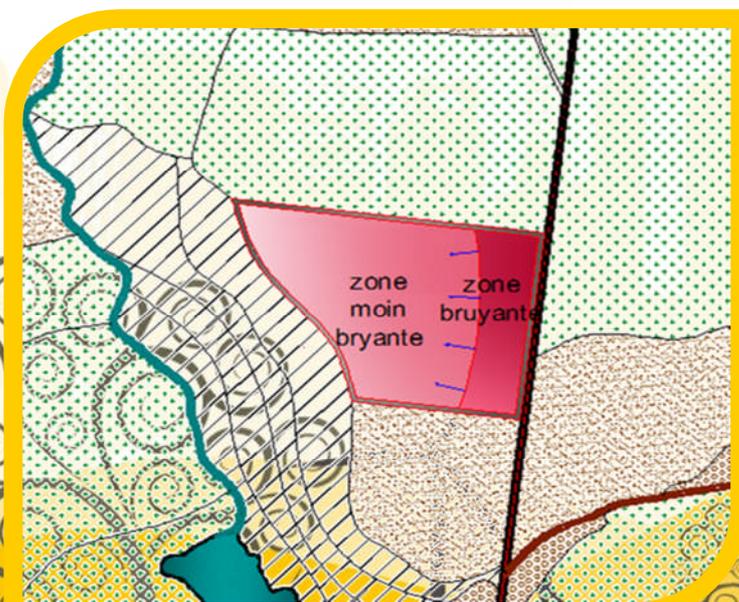
#### ● 1<sup>er</sup> étape



Création d'un recule de 8 m coté Est du terrain afin d'élargir la voie afin de faciliter la circulation pour accéder au projet

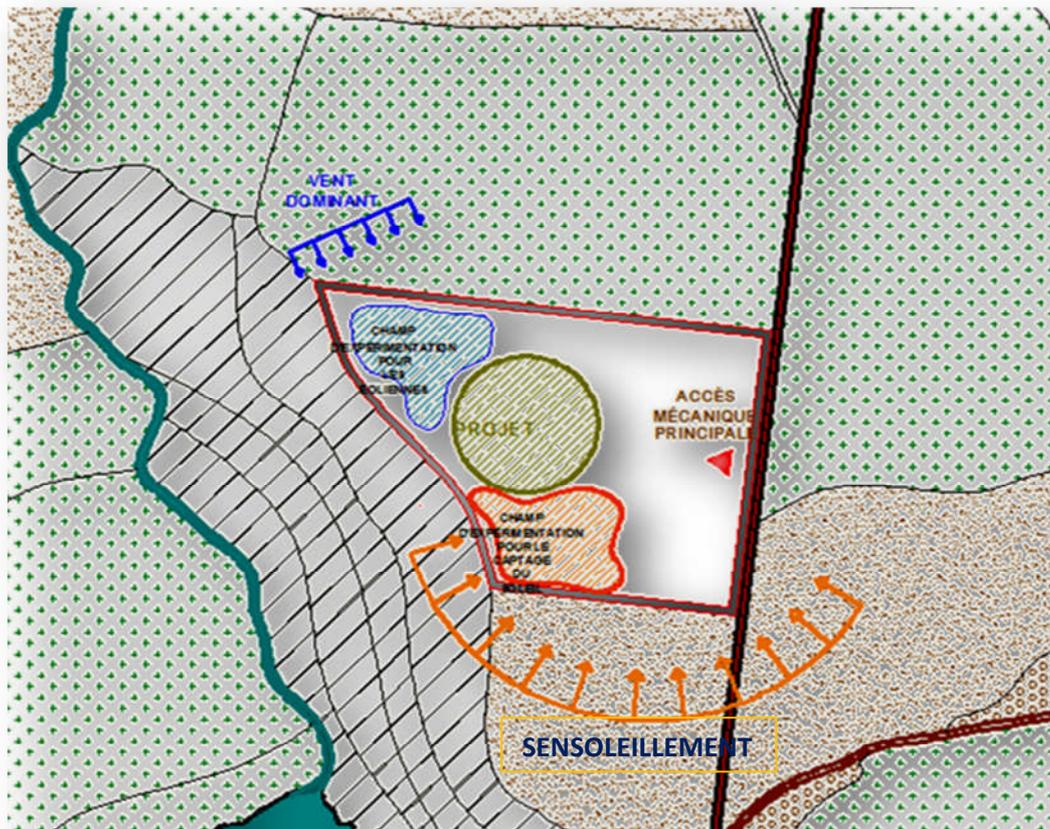
Valorisation de la piste en la reliant avec la voie pour permettre plus d'accès au projet et a fin de le sécuriser

#### ● 2<sup>eme</sup> étape



Le zonage au niveau du terrain de point de vue bruit nous a montrer qu'il se compose d'une zone bruyante du coté Est et d'une zone calme du coté Ouest.

### • 3<sup>eme</sup> étape



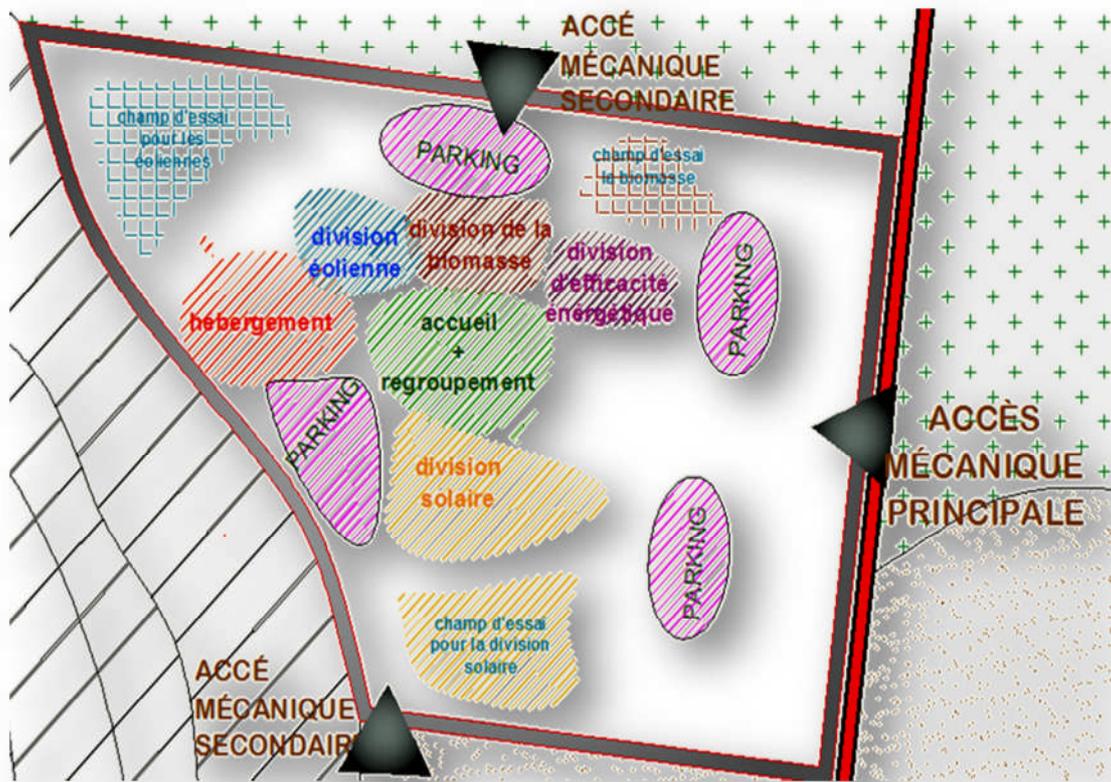
Délimitation des champs d'essai et d'expérimentation (champs des éoliennes et de panneaux solaire) suivant les paramètres climatiques (vents et ensoleillement). Le projet sera projetée au niveau de la partie centrale du terrain.

#### ○ Principe liés au thème et au programme

Il s'agit de donner une logique à la disposition des espaces et la répartition des fonctions afin d'accomplir la mission du centre de recherche. Nous avons opté pour les principes suivants :

- Organiser la fonction recherche dans cinq départements spécialisés autour de l'axe principal afin d'assurer le bon fonctionnement du centre en gardant son caractère (lieu de recherche, de travail en équipe, d'échange scientifique et de vulgarisation du thème énergie renouvelable).
- Créer des patios centraux entre les différents espace de recherche, qui sera à la fois un espace de circulation et de repos pour les chercheurs, ainsi favoriser tout ce qui permet au visiteurs de découvrir la thématique des énergies renouvelables.
- Réserver l'espace centrale pour les équipements d'accompagnement de ce centre de recherche : administration, amphi, salle de conférence, espace d'exposition, bibliothèque, restaurant et cafétéria.
- Prévoir un recule par rapport aux voies mécaniques (minimum de 8 m) ainsi qu'un parking réservé aux visiteurs.

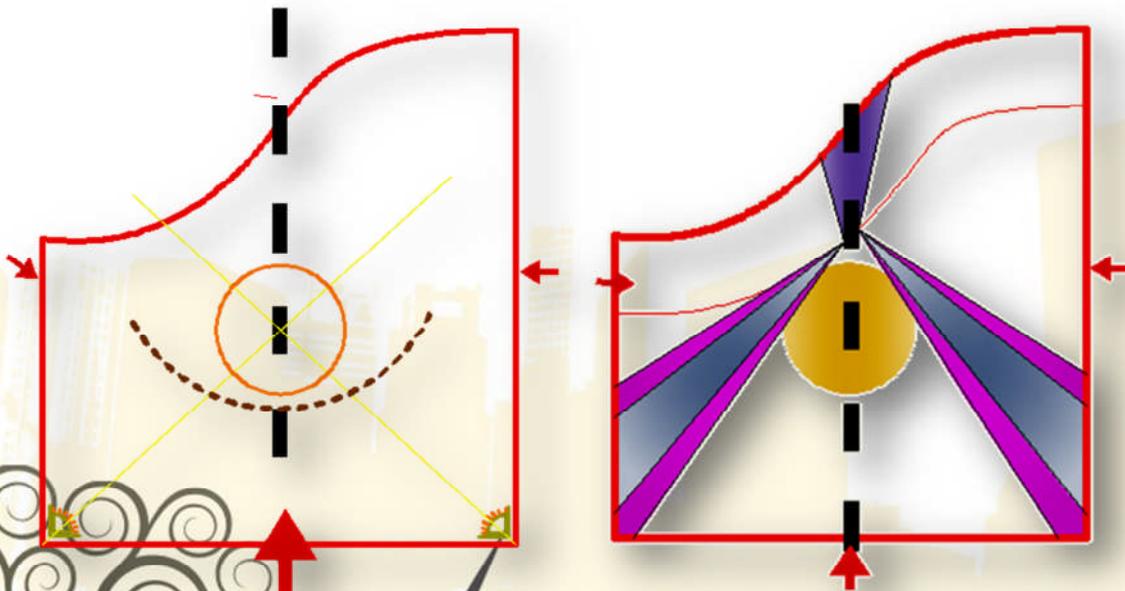
• 4<sup>eme</sup> étape



Dans cette figure nous essayons de montrer la répartition de chaque espace selon l'exigence climatique et d'orientation.

• 5<sup>eme</sup> étape

6<sup>eme</sup> étape





### ○ Principe liés a l'architecture bioclimatique :

L'intégration du projet par rapport au contexte climatique est l'objectif principal de l'architecture bioclimatique (position du soleil, direction des vents, humidité..), ce qui nous permet de définir la forme géométrique du projet, sa position, type de traitement des façades ainsi que l'aménagement intérieur et extérieur

#### ✓ Intégration par rapport aux vents :

- Créer une barrière végétale pour se protéger des vents dominants.
- Utilisation des brises vents pour atténuer les chocs produits par les vents et les éviter facilement.
- Assurer un dégagement dans le projet pour mieux aérer naturellement les différentes masses.
- Assurer un renouvellement de l'air afin d'assurer un climat intérieur sain.

#### ✓ Bénéficier du soleil :

- Privilégier les orientations sud, sud est et sud-ouest.
- Développement de projet suivant la course du soleil.
- Jeux de volume afin de donner au projet le maximum d'ensoleillement.

#### ✓ Valoriser l'énergie solaire et éolienne :

Pour la production d'énergie (électrique ou thermique), elle tire parti de la nature et limite les problèmes d'accès a l'énergie ainsi que l'impact global sur l'environnement.

### ○ Métaphore du projet

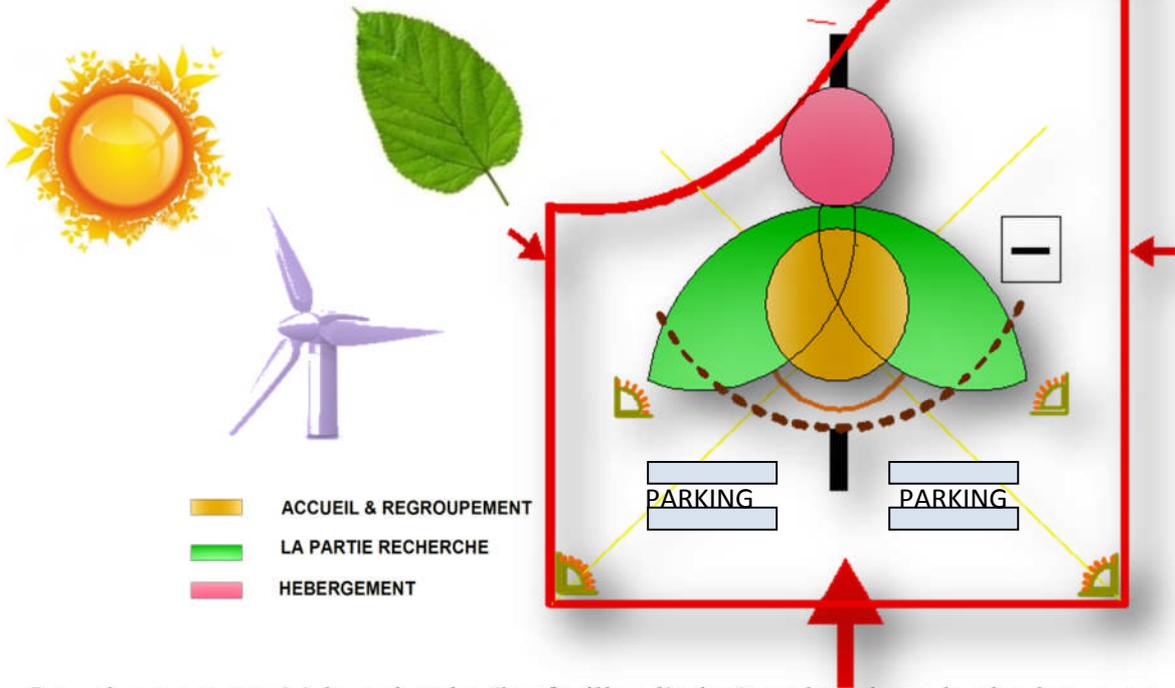
Afin de matérialiser la forme en répondant aux critères établis dans la démarche conceptuelle, la structure formelle est inspirée d'une métaphore liée a la thématique du projet, la nécessité de protéger la planète (environnement) et ce en utilisant les source d'énergies renouvelables (soleil-éolienne-feuille d'arbre).

#### ○ Matérialisation de la métaphore

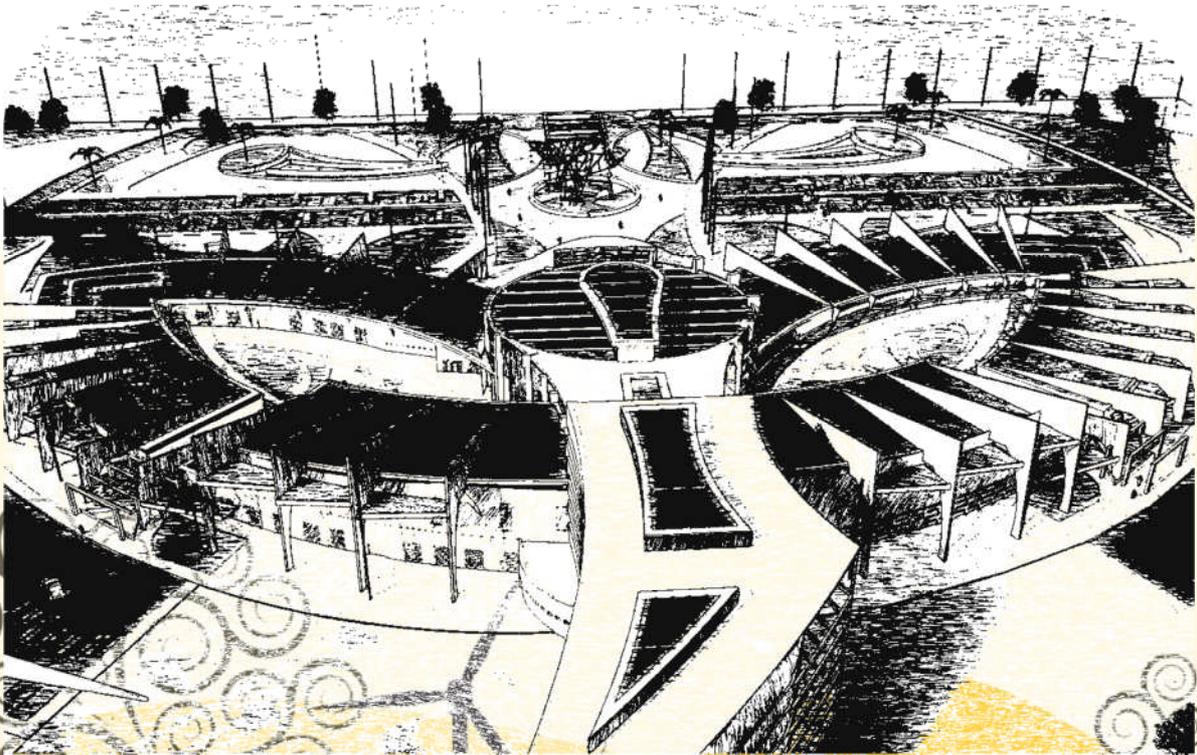
La nature est matérialisée par la forme de deux feuilles d'arbre (partie recherche) orienté vers les aperçu visuel du site, vers l'extrémité ouest de l'axe principale ou la tige relie les deux feuilles (hébergement), l'ensemble enveloppe la forme circulaire du soleil (espace de regroupement), le tout forme 3 axes symbolisant les ailes d'une éolienne.



• 7<sup>eme</sup> étape

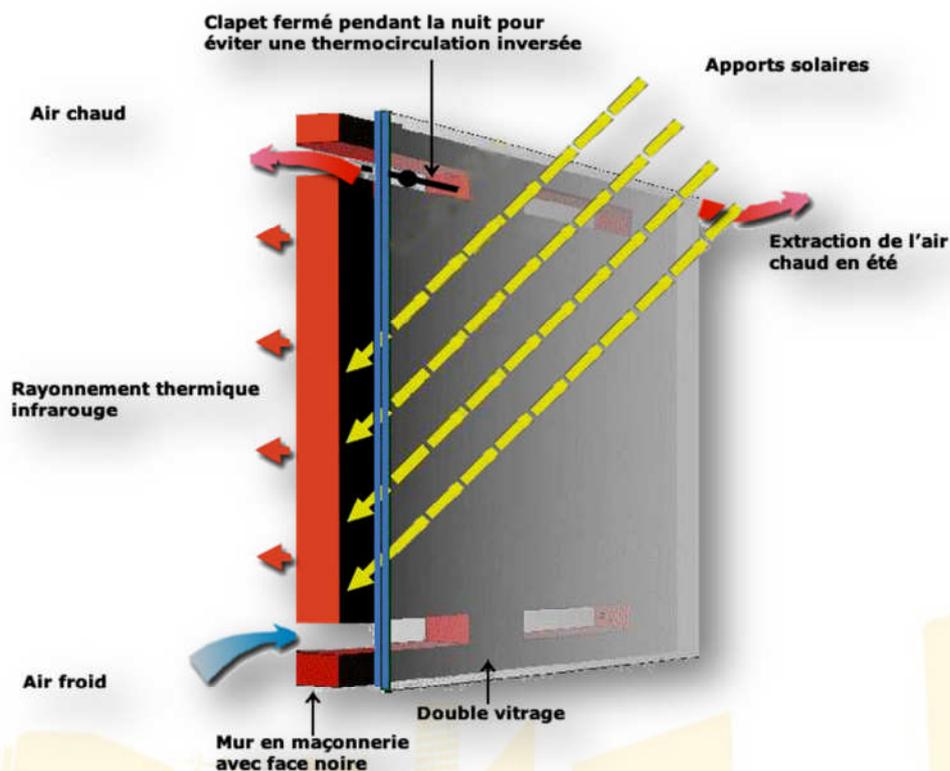


Le volume consacré à la recherche (les feuilles d’arbre) est le volume le plus bas, avec une toiture jardin incliné pour garder la continuité de l’espace vert. Le cylindre de regroupement central (la forme ronde du soleil) est le volume le plus visible de l’ensemble, après la partie hébergement (qui représente le 3<sup>eme</sup> axe des ailes de l’éolienne) qui est la partie la plus haute.



○ Confort d'hiver

- ✓ La mise en place du système de captage du rayonnement solaire naturel pour assurer le maximum des apports de chaleur en période de froid.
- ✓ Choix du type et de la taille des ouvertures en fonction de l'orientation de la façade et la course du soleil en favorisant les ouvertures sur les façades orientées côté sud 25 à 40% de la surface totale de plancher.
- ✓ L'aménagement de la véranda ou de serre :
  - Une immense serre est prévue pour l'espace de regroupement centrale, elle offre un maximum d'éclairage pour ces espaces.
  - Grâce à l'effet de serre en hiver elle permet de stocker le rayonnement solaire et chauffe la totalité des espaces.



**SHEMAS DE FONCTIONNEMENT D'UN MUR TROMBE**

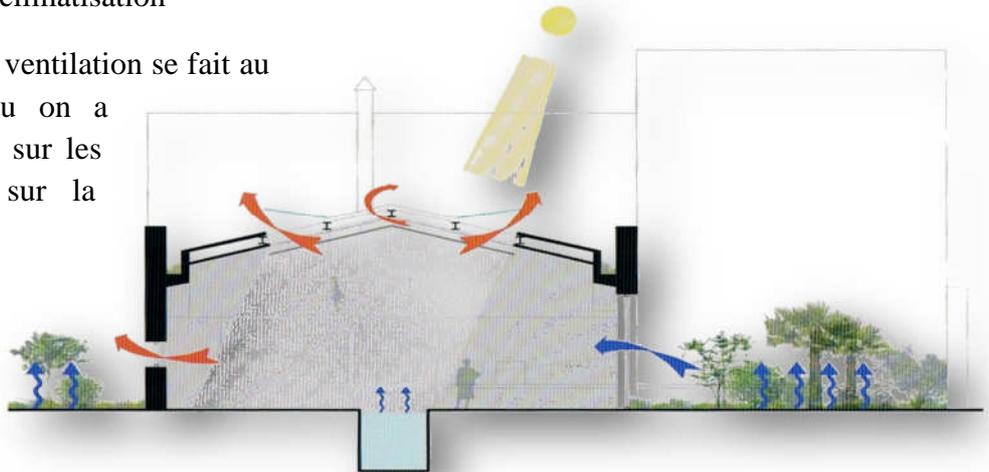
### ○ Confort d'été

En période de chaleur, le meilleur confort il est important de se protéger des rayons du soleil. Et cela en disposant des auvents et des brises soleil sur les façades vitrées orientées surtout coté Sud. Et en utilisant des écrans végétaux et en aménagement des plans d'eau a l'intérieur et a l'extérieur des locaux ce qui humidifie l'air ambiant et donne une certaine fraîcheur

#### ✓ La ventilation naturelle

Le mouvement d'aire naturel est l'un des facteurs principaux dans une conception bioclimatique. Il permet de renouveler l'air d'une manière naturelle et rafraichir les espaces sans avoir recours à la climatisation

Pour notre projet la ventilation se fait au sein des divisions ou on a prévue des ouvertures sur les parois verticales et sur la toiture.



#### ✓ Plan d'eau et atrium centrale vert

Aménagement des plans d'eau a l'intérieur du bâtiment et les lacs artificiel a l'extérieur, et cela pour humidifier et rafraichir l'air ambiant.

#### ✓ Les écrans et les toits végétaux

Ils protègent les façades des vents d'été et purifient l'air et fluidifient sa circulation.

#### ✓ Les stores et les brises soleil

Réduisent l'impact du rayonnement solaire sur les façades les plus exposées (Sud).



#### ✓ Les auvents

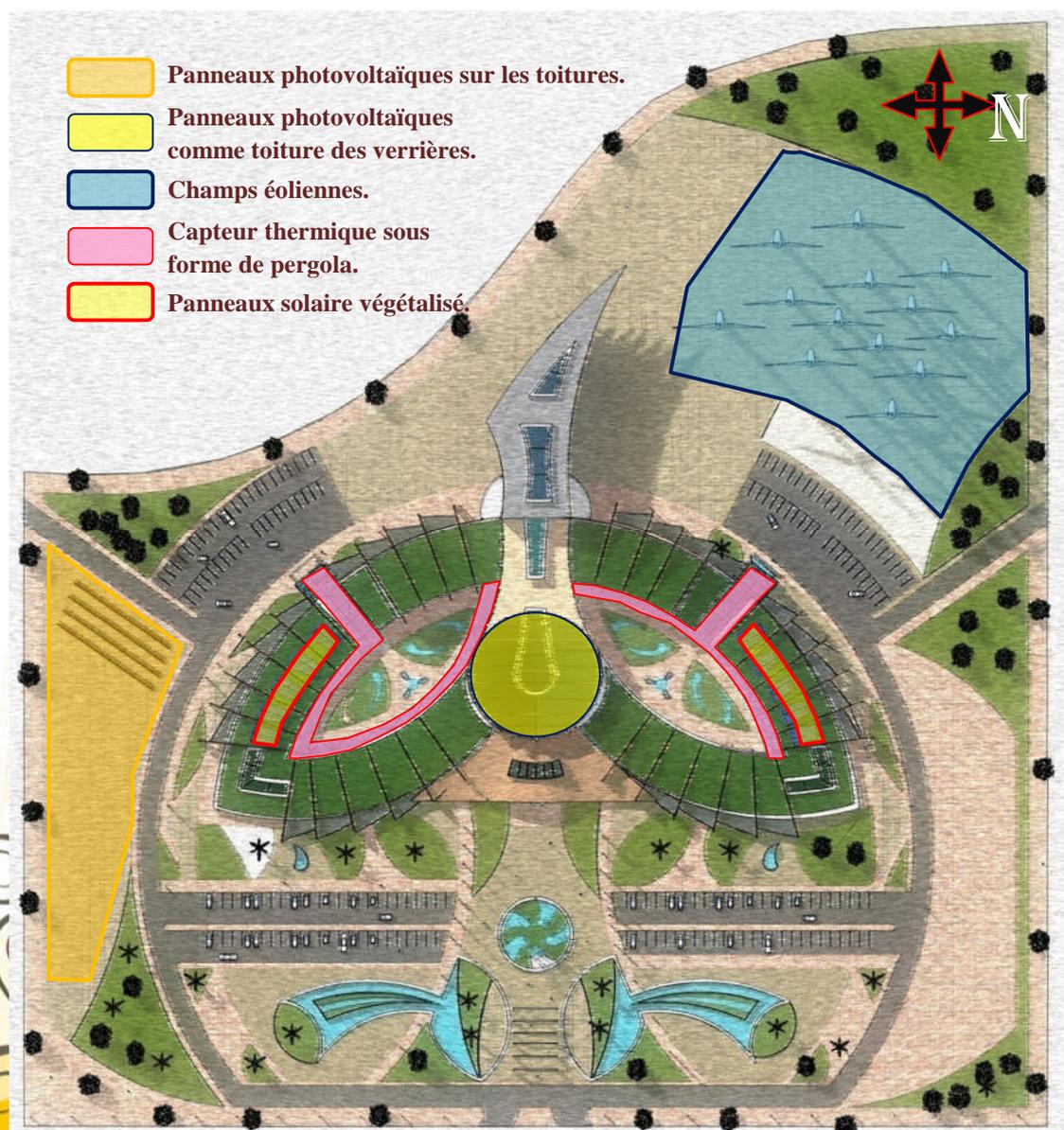
Ils laissent pénétrer directement le soleil en hiver et le masquent complètement en été.

### REFLEXION SUR L'UTILISATION DES ENERGIES RENOUVELABLES

Pour réduire la consommation du centre en énergies traditionnelles et limiter son impact sur son environnement, la solution choisie avec une bonne isolation est l'intégration des énergies renouvelables depuis le début du processus de conception du projet.

Cette intégration s'est faite suivant le type de l'installation et ses recommandations de bonne mise en œuvre.

- ✓ Les panneaux photovoltaïques sont disposés comme toitures et orientés vers le côté Sud et inclinés à  $36^\circ$ .
- ✓ Les toitures des verrières sont constituées avec une alternance de panneaux photovoltaïques et des vitres qui peuvent coulisser sous les panneaux si besoin de ventilation Est.
- ✓ Les champs d'éoliennes sont implantés au côté Nord-Ouest face aux vents dominants.
- ✓ Les capteurs thermiques constituent la pergola sur les deux patios centraux.





QUELQUE VUES 3D SUR LE PROJET







### PLANS ET FACADES :

#### ○ La partie accueil :

On accède du côté Est on se retrouve dans un hall d'accueil aménagé en exposition et un espace de détente.

On retrouve des bureaux administratifs (un espace d'attente, bureaux des responsables, bureau de directeur, bureaux des comptables, secrétariat.)

#### ○ La partie centrale :

Suite à l'accueil on se retrouve vers La partie centrale de l'équipement qui est composé d'un atrium entouré par des espaces de regroupement et de sensibilisation (une salle de conférence, des amphis théâtres) en RDC, et des espaces de cultures et de documentations (bibliothèque, médiathèque au niveau d'étage)

#### ○ La partie recherche :

Les deux patios sont entourés par deux ailes qui contiennent les espaces de recherches (laboratoires et ateliers, salle de cours) au niveau du RDC et de l'étage

Les chercheurs ont leur propre accès du côté Nord-ouest et côté Sud-ouest.

#### ○ La restauration :

Suite à la partie centrale on trouve le restaurant et une cafétéria qui sera accessible pour tout les usagers de l'équipement.

#### ○ La partie hébergement :

La partie hébergement qui contient un accès privé du côté Sud –Ouest et un autre accès lié avec les autres divisions, au RDC on trouve un espace d'accueil, une salle de sport pour homme, une infirmerie, une superette alimentaire (des produits de 1ere nécessité.)

Au 1<sup>er</sup> étage, on trouve une salle de sport pour femme, une salle de jeux lié avec une salle de petit déjeuner, des chambres pour les personnelles. Au 2eme jusqu'au 6em étage on trouve les chambres qui entourent le patio central (chambre double, chambre simples).

#### ✓ Façades :

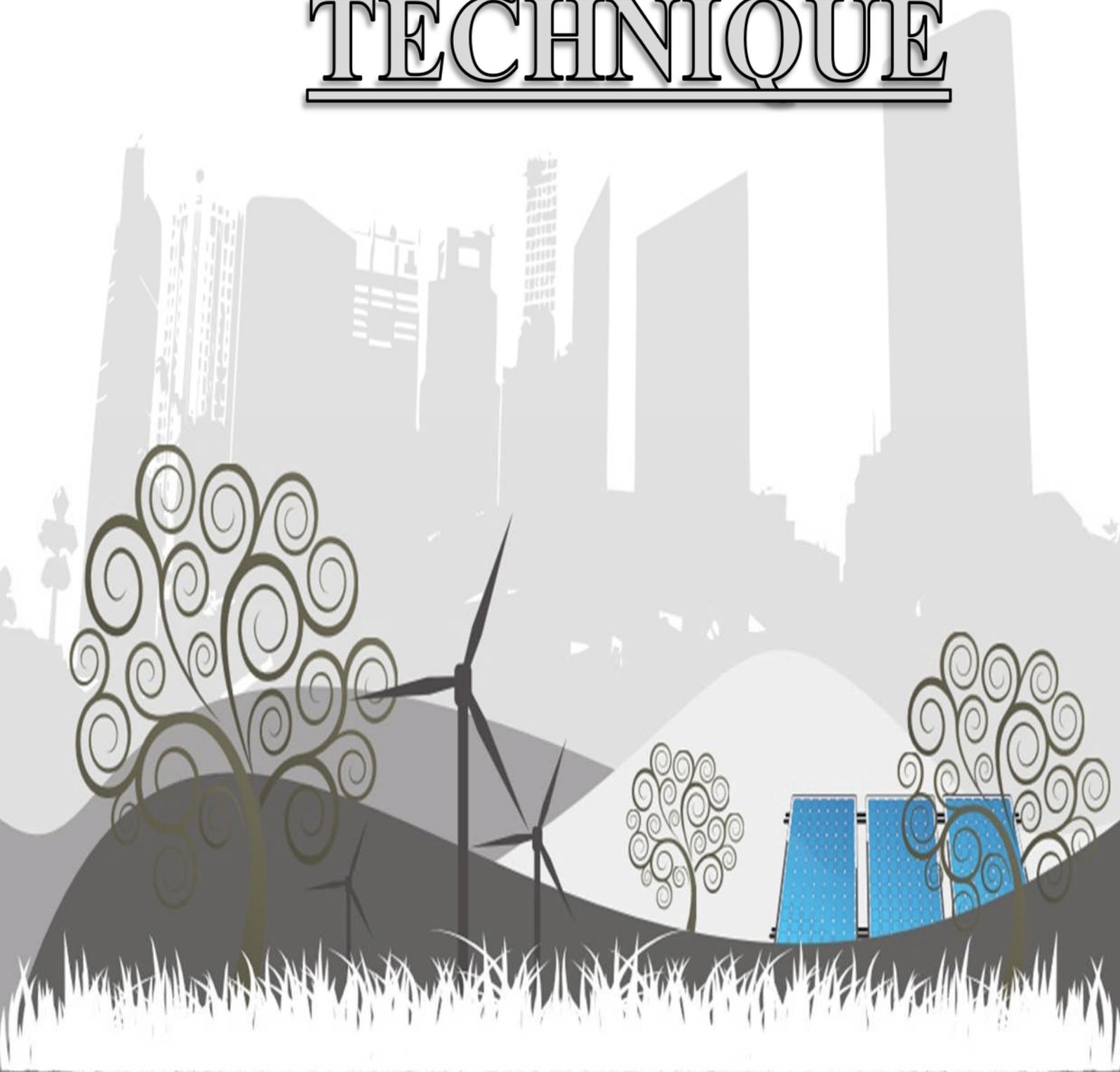
La façade est un système d'alternance entre des bandes horizontales pleines et d'autres vides (vitrage). On a intégré des éléments verticaux à fin de casser l'horizontalité de la façade.

Pour la façade Est et Sud on a intégré des éléments protecteurs des rayons solaires en été par l'utilisation des brises soleil, des moucharabiehs et de prolonger le toit (des casquettes) pour assurer l'ombrage suivant la nécessité de chaque façade.

L'ajout d'arbustes a été fait pour diminuer l'intensité des vents.

APPROCHE

TECHNIQUE

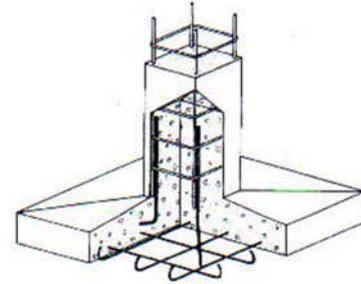


C'est une approche complémentaire avec les approches précédentes ; cette complicité se traduit par le choix judicieux des matériaux et des techniques constructives en relation avec les conditions climatique, la nature du sol, les exigences esthétiques, la durabilité et l'économie d'énergie et d'argent.

#### IV. L'INFRASTRUCTURE

##### Les fondations :

Notre projet se situe a Ouled Riah dans un terrain agricole, de ce fait, l'étude géotechnique préconise l'utilisation des semelles isolées peu profondes.



#### V. SUPERSTRUCTURE

##### a) Les poteaux :

Utilisation des profils creux carré pour utiliser le vide comme gaine pour les conduits. Ils sont fabriqués en continu a partir de tole minces ou moyennes repliées dans le sens de leur longueur.

##### b) Les poutres : vont etre en IPE (profilés normalisés en forme de I)

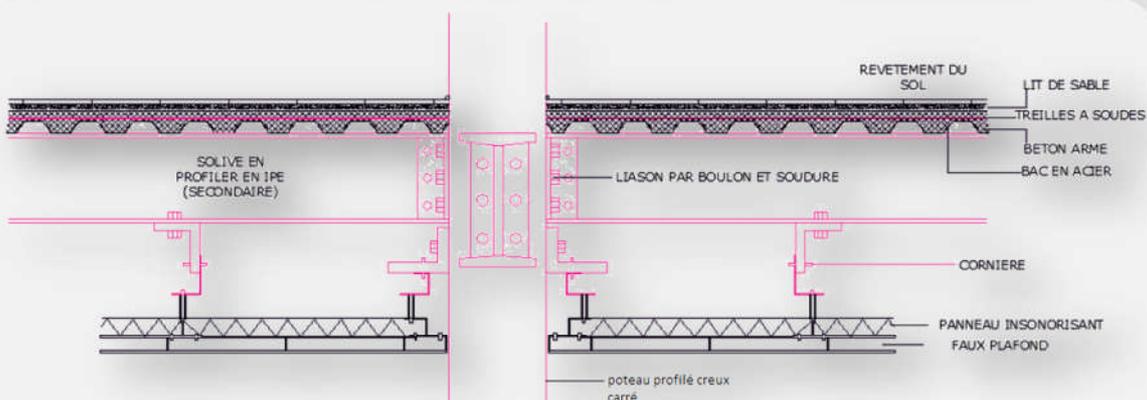


La construction présente un ensemble d'avantage tels que :

- Tres grande souplesse architecturale.
- Respect total de l'environnement, recyclable a 100%.
- Légèreté de l'ossature.
- Montage rapide.

Ce type de structure présente aussi des inconvénients à savoir, la corrosion et le mauvais comportement au feu.

De ce fait les en acier sont traitées contre la corrosion par un antirouille a base de zinc, ainsi contre le feu par une peinture intumescente.



DETAIL ASSEMBLAGE POTEAU-POUTRE-PLANCHER



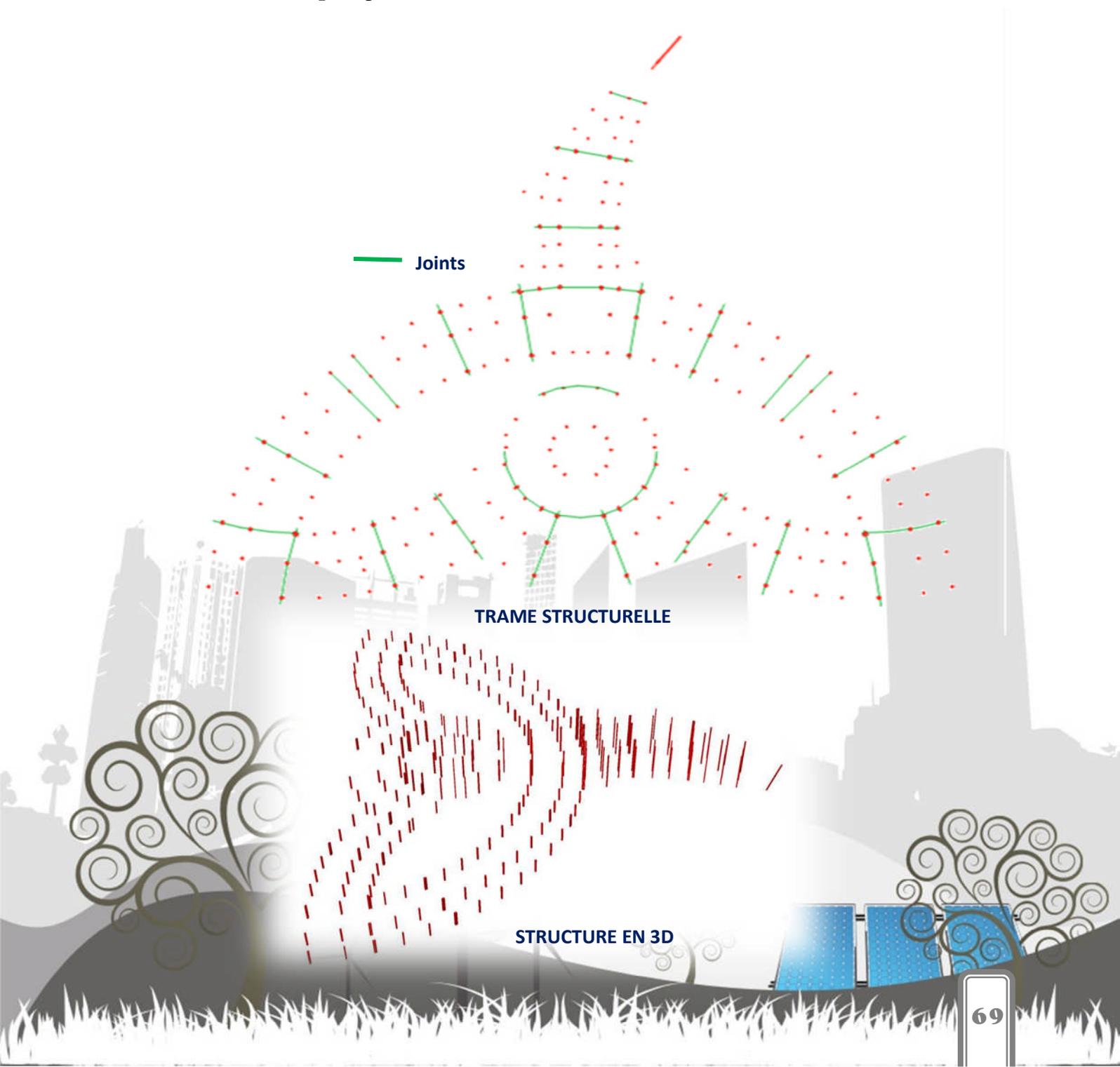
### c) Les joints :

On a prévu des joints de rupture et de dilatation afin de répondre à toutes les sollicitations éventuelles et notamment dans le but de prévenir contre les effets du séisme.

- **Joints de rupture** utilisé dans les changements de direction des différentes trames et dans le cas de différence de charge.
- **Joints de dilatation** utilisé pour remédier aux effets de la température dans les bâtiments de grande longueur, chaque 25 à 30 mètres.

Les joints est une nécessité technique mais aussi économique :

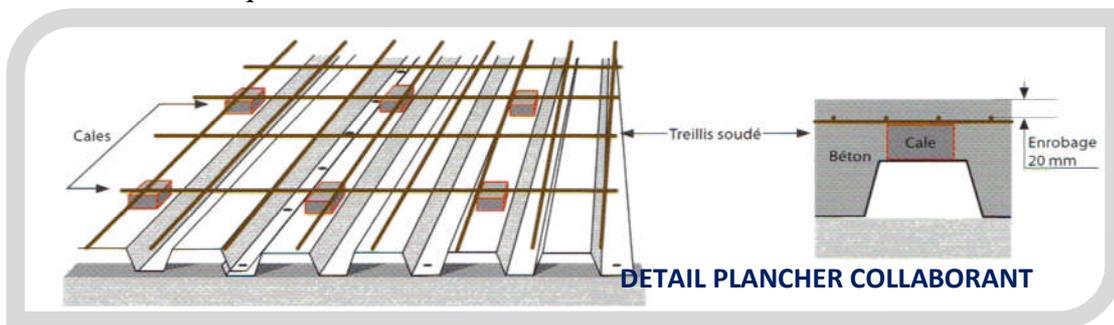
- **Technique** : pour simplifier le problème du comportement de l'ouvrage.
- **Economique** : pour éviter un surdimensionnement.



#### d) Les plancher :

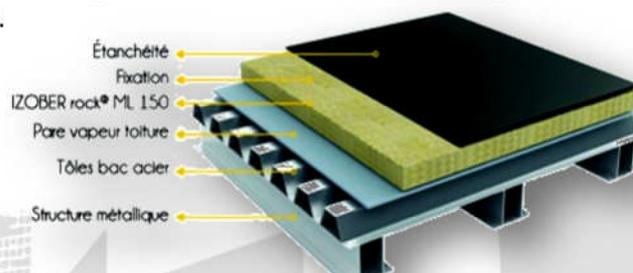
On opte pour des planchers mixtes de types collaborant, vu que ce sont des dalles rigidement liées à la structure. Parmi ses avantages on trouve :

- Rapidité de pose et Passage de gaines et Facilité d'accrochage des plafonds.
- Facilité d'ajustage aux dimensions du plancher et des éléments traversant.
- Étanchéité en phase de coulage au regard de la laitance du béton.
- Faible consommation de béton.
- Confort de circulation.
- Réception de tout revêtement de sol ou d'étanchéité.
- Ecran acoustique et Résistance au feu.



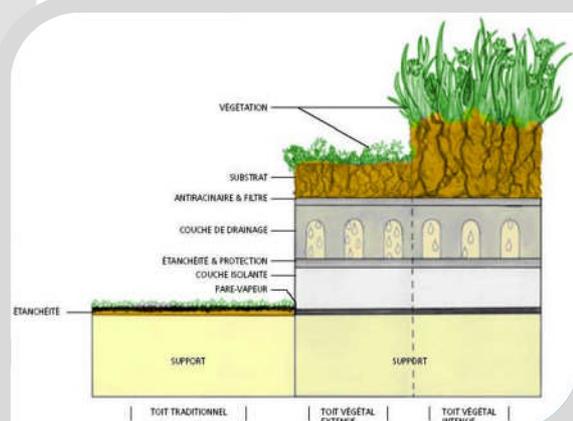
Dans les ailes de recherche, on a opté pour le ROCKACIER C soudable, c'est un panneau isolant en laine de roche de forte densité, revêtu d'une couche de bitume et d'un film thermofusible. Il jouera 2 rôles en même temps, étanchéité anti racine pour le toit jardin, et un bon isolant thermique et acoustique. Parmi ses avantages :

- Utilisable en zones techniques, toitures-terrasses végétalisées et photovoltaïques.
- Adhérence totale de l'étanchéité soudée au panneau isolant revêtu bitume garantissant une meilleure cohésion du complexe.
- Stabilité dimensionnelle.
- Imputrescibilité.
- Solution conforme au règlement de sécurité.



#### IV. TOITURE JARDIN :

Le principe de la toiture végétalisée est un concept utilisant un mélange de terre et de végétaux enracinés sur les toits permettant de réaliser des toitures qui jouent le rôle d'un isolant phonique, étanches à l'air et à l'eau, résistantes au vent et au feu. Le tout se faisant avec des matériaux facilement disponibles.





Afin d'exploiter au maximum les toitures, on a opté pour des panneaux solaire végétalisée, En associant panneaux photovoltaïques et végétalisation, on peu faire des économies, tout en profitant d'une énergie verte. La performance du panneau solaire à capter les rayons du soleil est optimisée par une couverture végétalisée sur son pourtour, qui permet de réduire localement la température.

Par ailleurs, posséder une toiture végétalisée renforce l'inertie du bâtiment, ce qui permet de lutter contre les chocs thermiques.

Outre une dimension esthétique évidente, cette technique a également la réputation de prolonger la durée de vie la toiture, car elle réduit les eaux de ruissellement en les absorbant.

Enfin, aux avantages thermiques viennent s'ajouter une protection acoustique bien pratique et un ralentissement du débit d'eau vers les évacuations pluviales.



## V. LES MURS

Sont des éléments verticaux de construction auto stable fixes qui n'interviennent pas dans la stabilité de l'ouvrage, ils occupent toute la hauteur des planchers aux plafonds.

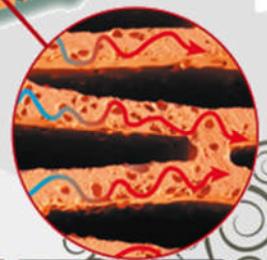
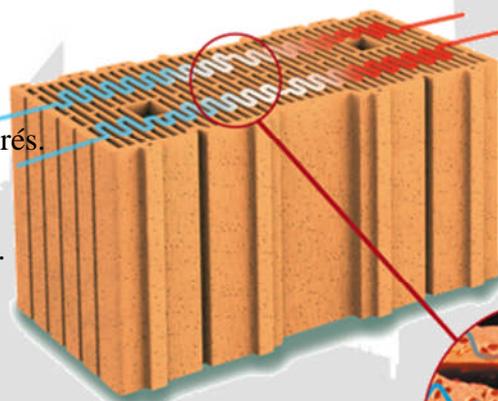
### a) Les murs extérieurs :

La construction des murs extérieurs est faite pour satisfaire les exigences thermiques en été et en hiver, à respecter les critères de stabilité et de sécurité, ainsi que les critères de confort acoustique.



• Pour les grands espaces (ateliers, amphi, et une partie de l'hébergement) on opte pour le brique monomur (PROTHERM R30), c'est un mur en terre cuite de 30 cm d'épaisseur. Un mur Bioclimatique auto-isolant ne nécessite aucun doublage isolant supplémentaire. parmi ses avantages :

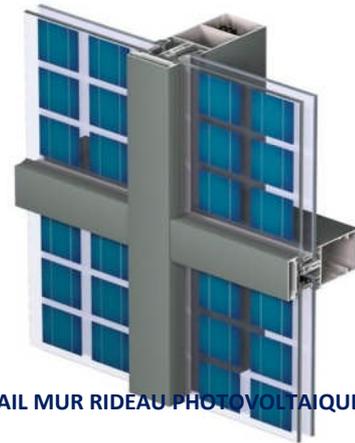
- ✓ Un mur solide.
- ✓ Une isolation thermique durable.
- ✓ En été, un gain de fraîcheur de 4 à 6 degrés.
- ✓ Un mur sain et naturel.
- ✓ Un mur incombustible.
- ✓ Adapté aux nouvelles normes sismiques.



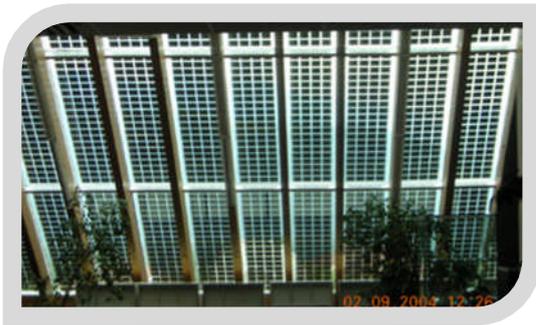


- Pour les autres parties du projet, on opte pour le mur rideau Photovoltaïque (façade AA110) qui confère un aspect architectural de la façade ou de la verrière innovant et original.

Grace à l'intégration de doubles vitrages isolants photovoltaïques, il permet de jouer sur la concentration des cellules photovoltaïques dans le vitrage. Cela permet ainsi de faire varier la quantité d'électricité produite et de limiter des apports solaires.



DETAIL MUR RIDEAU PHOTOVOLTAÏQUE



TOITURE MUR RIDEAU PHOTOVOLTAÏQUE

### b) Les murs intérieurs :

Les murs intérieurs d'une épaisseur de 10cm sont construits en brique silicio-calcaire pour ses avantages :

- Elle favorise une température équilibrée et un climat ambiant agréable grâce à sa grande capacité d'accumulation.
- La brique 100% naturelle présente un excellent bilan écologique.
- Elle permet d'amortir les sons.
- Le revêtement de surface possède un coloris blanc offrant une réflexion de 95%.
- Le système assure aussi une protection au feu ainsi qu'un confort thermique remarquable.
- Dans la partie administrative on a opté pour des murs en PVC (movible).

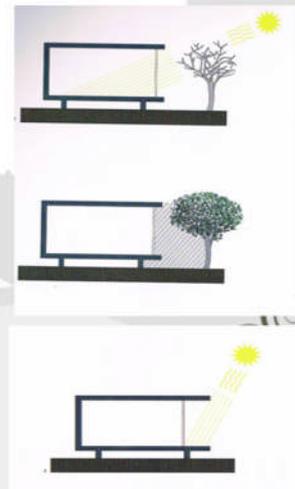
## VI. PROTECTION CONTRE LE SOLEIL

### c) Par des arbres :

- Utilisation des arbres à feuilles caduques pour la protection contre le soleil pendant l'été.

### d) Par des casquettes : au niveau de la façade.

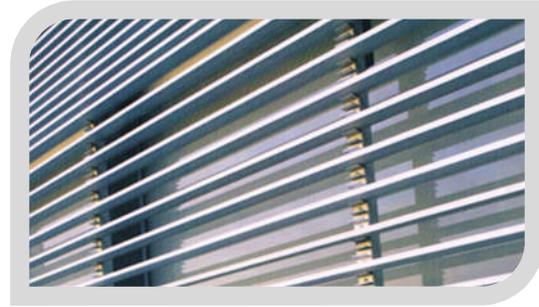
- Vu l'exposition Sud de la serre, et afin d'éviter d'en faire un espace trop chaud en été, la toiture de la serre débord de façon à laisser le rayonnement solaire d'hiver pénétrer (soleil bas), et empêcher le rayonnement solaire d'été d'entrer (soleil haut).





Détail des brises solaires

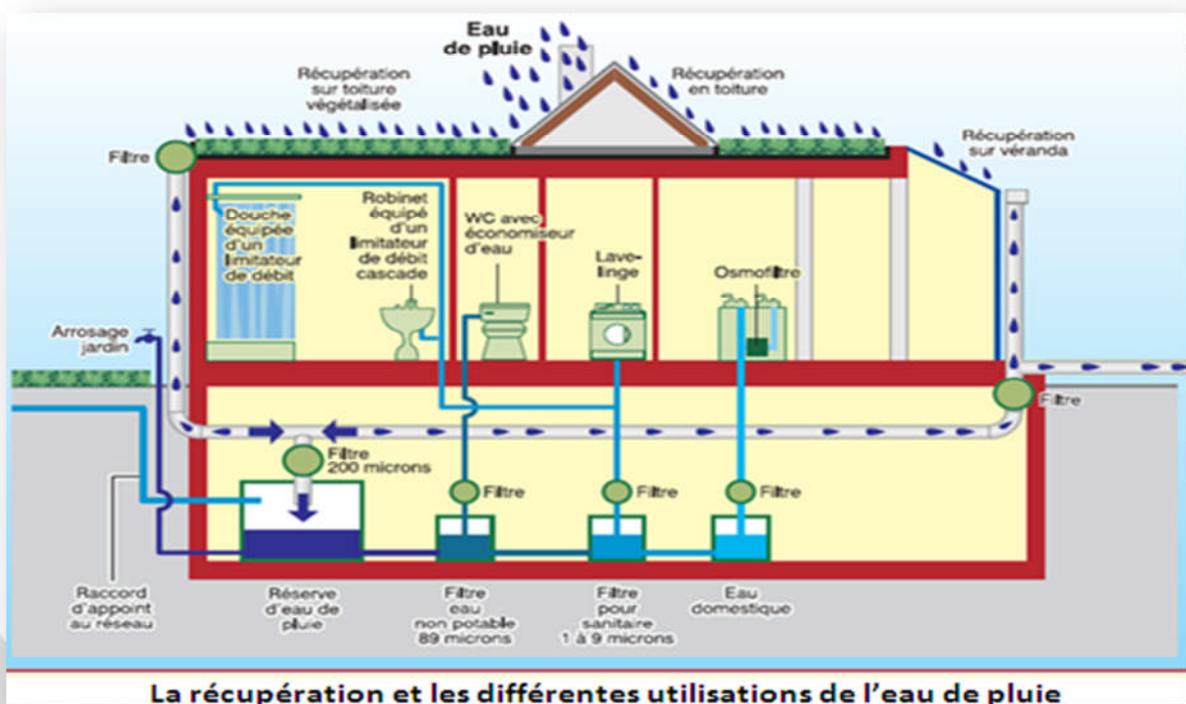
- Pour la protection contre les rayonnements
- Solaires sur la façade Sud.



## VII. LA REUTILISATION DE L'EAU DE PLUIE

La pensée à la récupération des eaux pluviales (un procédé naturel, économique et complémentaire au réseau de distribution d'eau potable.) en créant une retenue collinaire où les eaux de pluie y seront conduites et réutilisées pour :

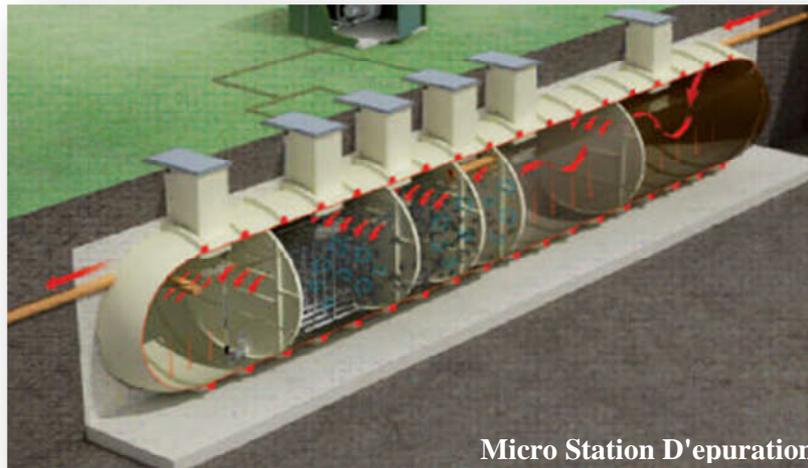
- L'arrosage des espaces verts et du toit végétale ;
- L'alimentation des chasses d'eau ;
- L'alimentation des machines à laver le linge.





### VIII. L'EPURATION DES EAUX USEES: Micro Station D'epuration: Envirosafe De Kingspan

C'est une micro- station d'épuration biologique sur supports submergées en mouvement continue, complète et autonome, conçu pour des maisons individuelles jusqu'à des collectifs de 500 personnes voir plus selon étude. Le procédé d'assainissement s'effectue entièrement à l'intérieur d'une unité fermée, sans odeur et sans besoin de ventilation externe. Les rejets se faisant directement dans un fossé ou un cours d'eau, dans notre cas directement vers le bassin versant qui se trouve a l'ouest. Elles doivent être enterré pour qu'elles ne soient pas visuelles pour les chercheurs et le problème de mauvaises odeurs et du bruit ne se pose pas.



Micro Station D'epuration

### IX. PARKING SOLAIRE :

L'Algérie est un pays doté de 80% de soleil par an, ce soleil doit être exploité. Donc nous avons utilisé des panneaux photovoltaïques qui seront placés à l'entrée du projet (parking solaire).

#### Avantage :

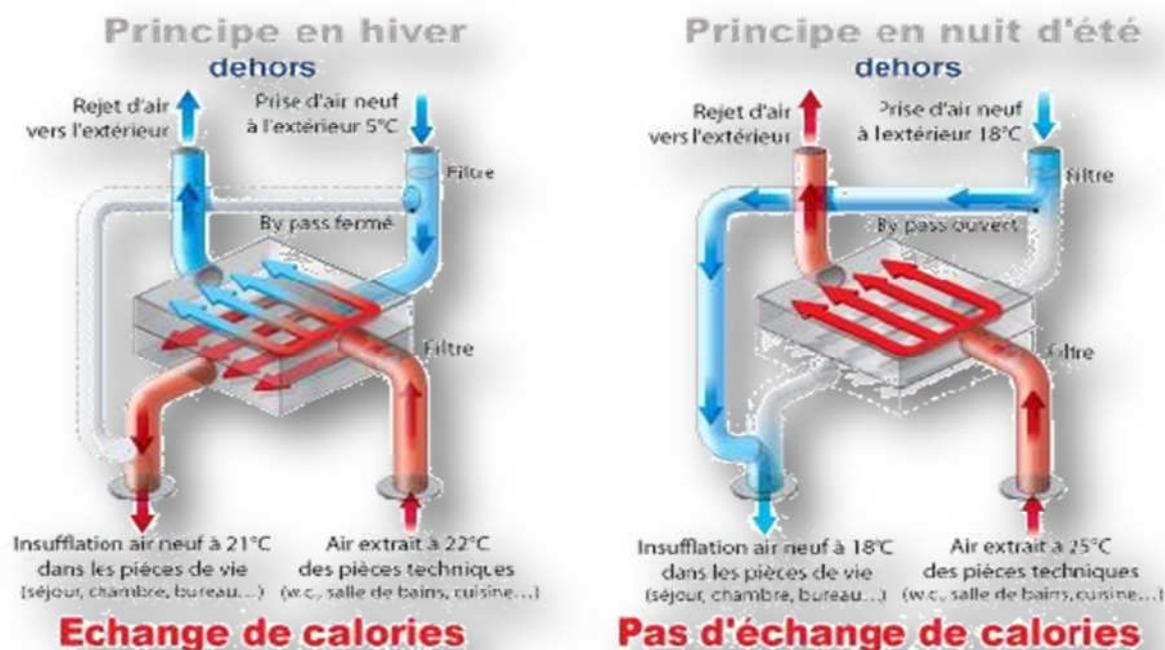
- ♣ les protège du soleil et des intempéries.
- ♣ protège les véhicules.
- ♣ produit de l'électricité photovoltaïque.
- ♣ permet de recueillir et recycler l'eau de pluie.



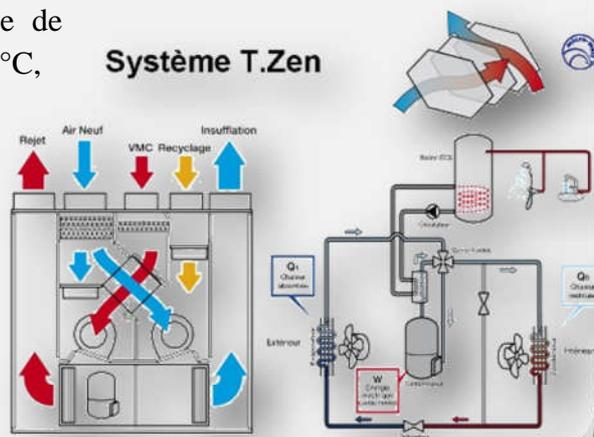
**X. LA VENTILATION :**

Une VMC (ventilation mécanique contrôlée) double flux est une ventilation permettant d'insuffler de l'air frais dans les pièces sèches (séjour et chambres, principalement) et de l'extraire dans les pièces humides (cuisine, salle de bain et WC, principalement) de la construction, formant ainsi un circuit.

Une VMC double flux a l'avantage de pouvoir s'accoupler à un échangeur thermique (ou récupérateur sur air vicié) permettant l'hiver de préchauffer l'air entrant à l'aide de l'air sortant et, pour une construction climatisée, l'été de rafraîchir cet air.



En hiver, la VMC double flux associée à un échangeur thermique permet de récupérer une partie de l'énergie qui serait perdue par le renouvellement de l'air avec une VMC simple flux, cela représente pour une récupération de 60% environ 400 W, quand il fait -7 °C dehors, c'est-à-dire un petit convecteur de salle de bain. L'air entrant est alors à 12 °C au lieu de -7 °C, ce qui rafraîchit beaucoup moins l'atmosphère des pièces. S'il fait 0 °C dehors, l'air entrant sera à 15 °C. De même, en été, la VMC double flux va permettre de rafraîchir l'air entrant, si la température de la maison est plus basse que celle extérieure, et éventuellement permettre d'économiser l'énergie nécessaire à la climatisation.





L'hiver, lorsque les températures sont fortement négatives, l'échangeur thermique peut alors être pris en glace, l'air sortant chargé en humidité gèle au contact de l'air entrant. La VMC doit alors être munie d'un système adapté sous peine de la rendre temporairement inutilisable. L'admission de l'air via un tube souterrain du type puits provençal, ou au travers d'une batterie hydraulique (lac...) permet d'avoir une arrivée d'air à température positive toute l'année et d'optimiser son fonctionnement pendant les périodes les plus froides.



### XI. PROTECTION CONTRE L'INCENDIE :

Les extincteurs mobiles sont considérés comme les premiers moyens de secours et les plus efficaces. Donc leur emplacement a été prévu devant les dégagements ou les locaux présentant des risques d'incendie (cuisine, centrale de climatisation et de chauffage).



Les extincteurs automatiques sont un autre type d'extincteur qui se déclenche automatiquement lorsqu'il y a un incendie, ils seront placés au niveau des faux-plafonds.



### XII. L'ARROSAGE DES PLANTES

#### ➤ Arrosage goutte à goutte :

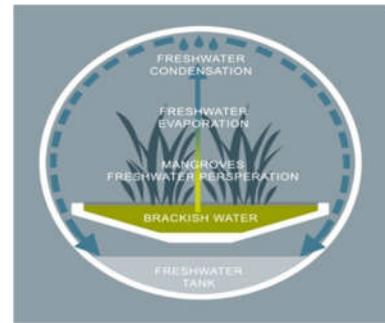
Permettra d'apporter la quantité d'eau dont ont besoin les végétaux tout en évitant les gaspillages. Cette technique est idéale au potager mais peut s'avérer assez coûteuse à l'installation. On lui préférera donc souvent la technique du ruissèlement qui consiste à distribuer l'eau à un point fixe pour ensuite la répartir via un réseau de rigoles sur l'ensemble des cultures. C'est d'ailleurs la solution utilisée depuis des millénaires dans l'agriculture mondiale.





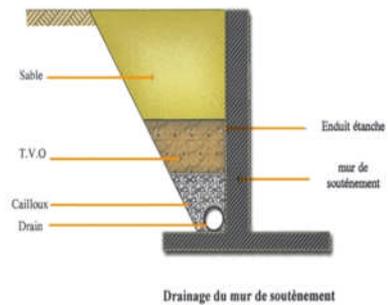
➤ Évapotranspiration des plantes :

Sur un sol présentant un couvert végétal, les échanges par transpiration sont quantitativement plus importants que ceux par évaporation directe. La quantité d'eau transpirée par les plantes dépend de facteurs météorologiques, de l'humidité du sol dans la zone racinaire ainsi que de l'espèce et du stade de développement de la plante.



### XIII. LES MURS DE SOUTÈNEMENTS :

Pour la réalisation du sous-sol, un voile périphérique en béton armé est nécessaire afin de résister à la poussée des terres. Ces voiles exigent un drainage périphérique afin d'éviter les infiltrations d'eau



### XIV. LES SERRES AGRICOLE

Le secteur de l'agriculture est un acteur important de la qualité environnementale du territoire rural, se retrouvant au cœur de nombreux enjeux environnementaux :

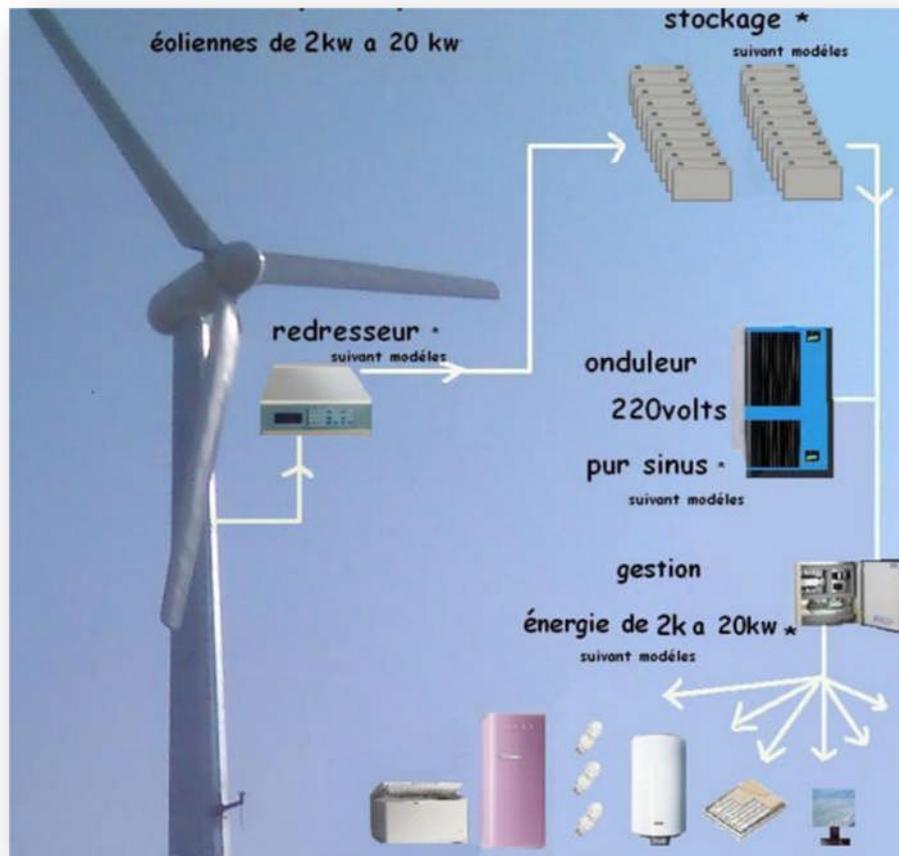
- Les questions énergétiques (production d'énergie renouvelable et agro carburants),
- La lutte contre le changement climatique (stockage du carbone),
- La gestion des déchets organiques,
- La préservation de la qualité des sols.

Le principal objectif de l'agriculture reste néanmoins de répondre aux besoins alimentaires et à la nécessité d'approvisionner les filières de bioénergies tout en préservant l'environnement.

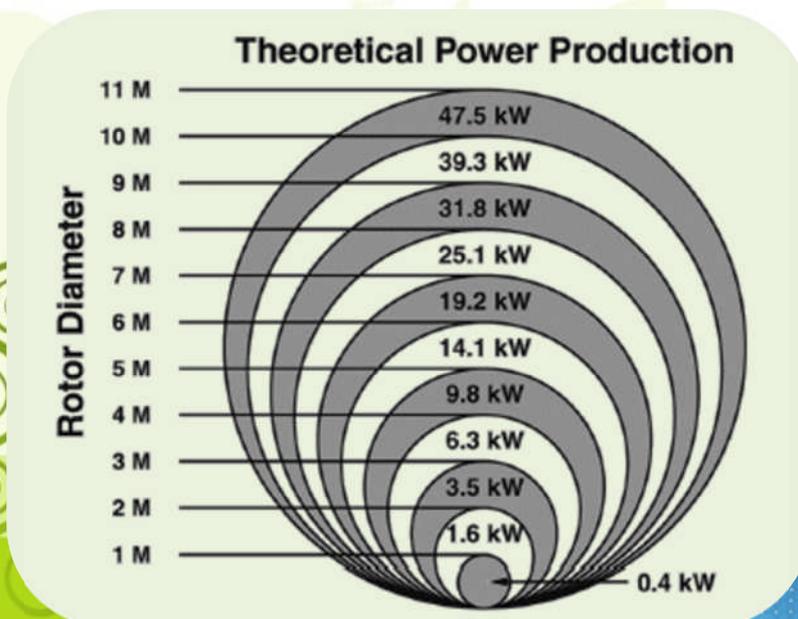


# ANNEXES

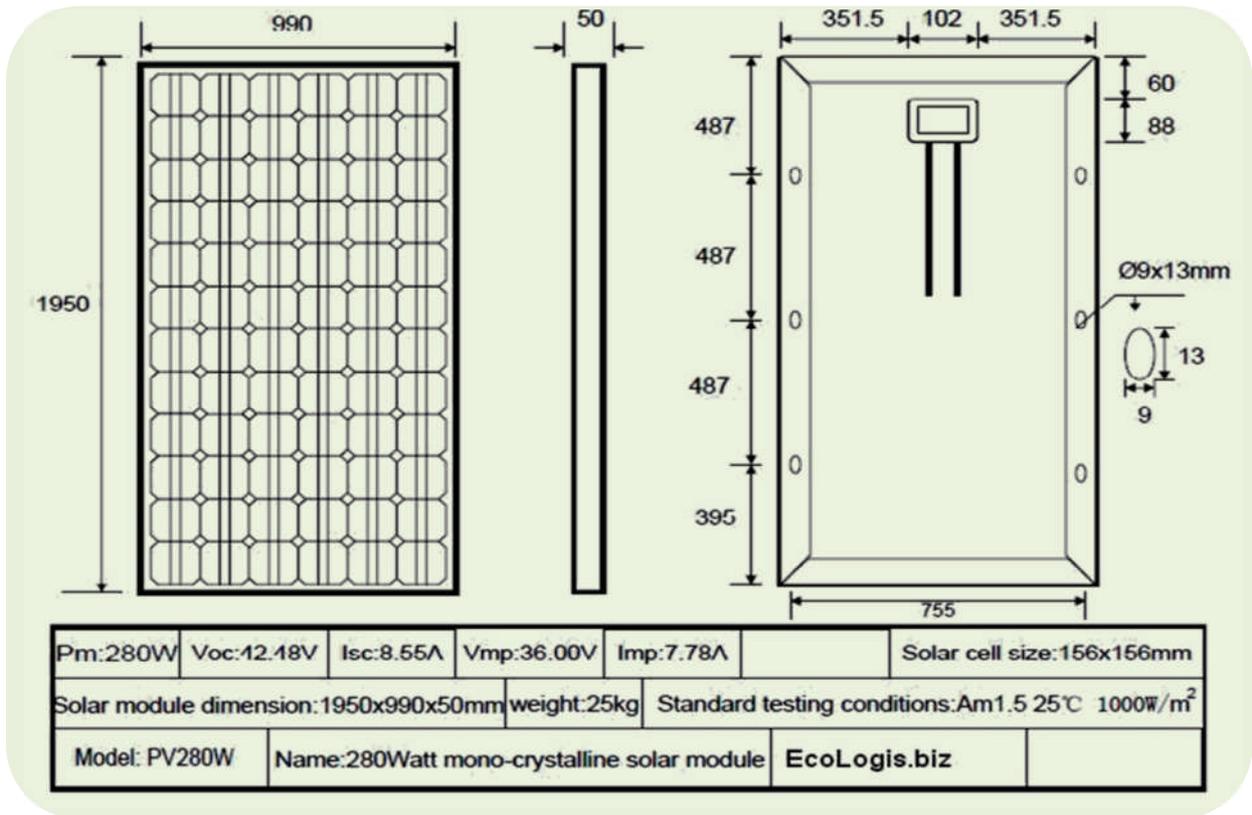
## HEMA DE PRINCIPE D'UNE EOLIENNE



## RELATION ENTRE LA TAIL DUNE EOLIENNE ET SON RENDEMENT



## PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUE UTILISÉ



### Fiche technique des panneaux PV utilisé :

Les panneaux photovoltaïques se composent de photopiles constituées de silicium... un matériau semi-conducteur qui abrite des électrons. Ainsi une cellule photovoltaïque produit un courant continu à ses bornes dès qu'elle est exposée au rayonnement du soleil. Ce courant est ensuite transformé en courant alternatif par l'intermédiaire d'un onduleur.

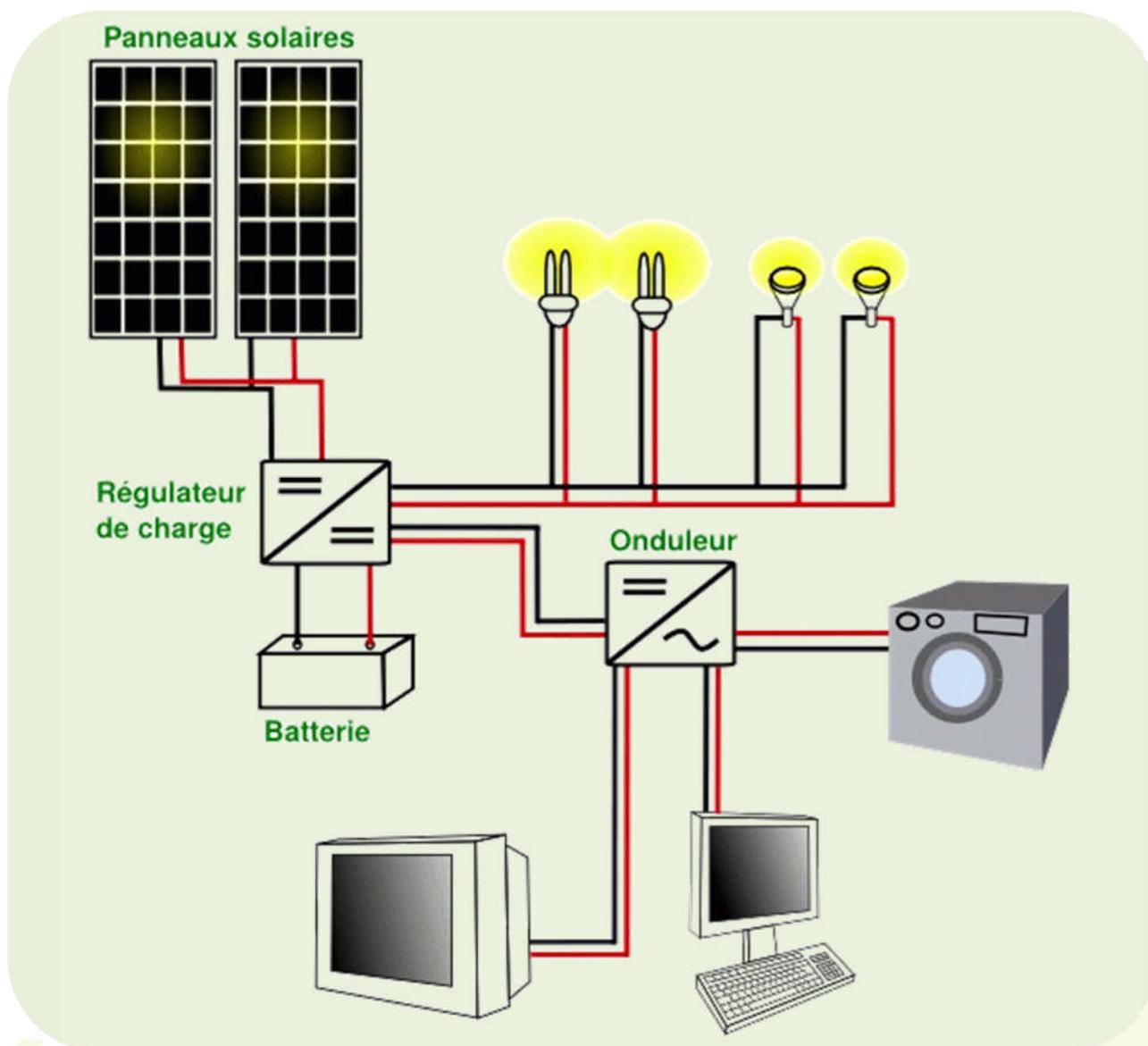


Cellules de très haut rendement.  
 Feuille de EVA (Ethylène Vinyle Acétate) produit par ETIMEX (glace de grande qualité).  
 Verre trempé 3.2 mm d'épaisseur parfaitement transparent.  
 Film TPT (Tedlar/Polyester/Tedlar).

#### Données techniques d'un panneau solaire:

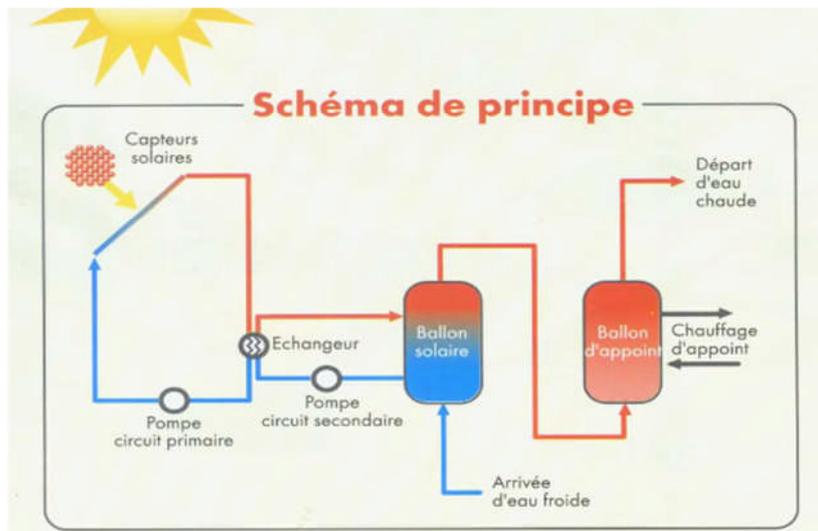
Type de module: Monocristallin.  
 Nombre de cellules: 72 Cellules en silicium monocristallin.  
 Puissance crête: 280 Watts.  
 Intensité de court circuit (Isc): 8.55A.  
 Intensité de fonctionnement optimale (Imp): 7.78A.  
 Tension en circuit ouvert (Voc): 42.48V.  
 Tension de fonctionnement optimale (Vmp): 36V.  
 Dimensions nettes: 195 cm X 99.5 cm X 5 cm.  
 Dimensions du colis: 200 cm X 105 cm x 8 cm  
 Poids: 25kg / pièce.  
 Boitier de jonction fourni.  
 Encadrement: Cadre en aluminium anodisé universel.  
 Durée de vie: 25 ans minimum.  
 Le kit est garanti 5 ans ! Et garantie de puissance à 90% pendant 12ans et 20ans à 80%.  
 Certificats. CE. NF. IEC61215. 61730-1/2. RoHS.

## HEMA DE PRINCIPE D'UN PANNEAU PV



## SOLAIRE THERMIQUE

Dans les conditions terrestres, le rayonnement thermique se situe entre 0,1 et 100 micromètres. Il se caractérise par l'émission d'un rayonnement au détriment de l'énergie calorifique du corps émetteur. Ainsi, un corps émettant un rayonnement thermique diminue son énergie calorifique et un corps recevant un rayonnement thermique augmente son énergie calorifique. Le Soleil émet principalement dans le rayonnement visible, entre 0,4 et 0,8 micromètres. Ainsi, en rentrant en contact avec un corps le rayonnement solaire augmente la température de ce corps. On parle ici d'énergie solaire thermique. Cette source d'énergie est connue depuis très longtemps, notamment par le fait de se positionner à un endroit ensoleillé pour se réchauffer.



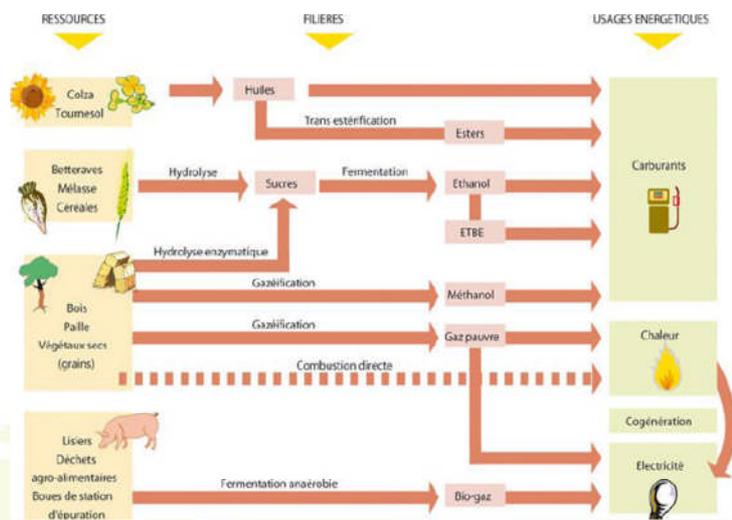
L'énergie thermique peut être utilisée directement ou indirectement :

- directement pour chauffer des locaux ou de l'eau sanitaire (panneaux solaires chauffants et chauffe-eau solaire) ou des aliments (fours solaires),
- indirectement pour la production de vapeur d'un fluide caloporteur pour entraîner des turbines et ainsi obtenir une énergie électrique (énergie solaire thermodynamique (ou heliothermodynamique)).

### ENERGIE DE LA BIOMASSE

Il s'agit d'énergie solaire stockée sous forme organique grâce à la photosynthèse. Elle est exploitée par combustion ou métabolisation. Cette énergie est renouvelable à condition que les quantités brûlées n'excèdent pas les quantités produites ; cette condition n'est pas toujours remplie. On peut citer notamment le bois et les biocarburants.

Des cyanobactéries modifiées pourraient convertir de l'énergie solaire en carburant et consommer du CO<sub>2</sub>. Cette technique et l'utilisation de ce carburant équilibreraient la production et la consommation de CO<sub>2</sub>. Par génie génétique, une entreprise a créé et améliore peu à peu cette technique.



# LEXIQUE

**ENR** : énergie renouvelable.

**DESERTEC** : est un concept qui prévoit un approvisionnement énergétique durable de toutes les régions du monde grâce à l'exploitation du potentiel énergétique des déserts. Une initiative industrielle dont l'objectif global est la mise en œuvre de ce concept dans la région EU-MENA (Europe, Moyen-Orient et Afrique du Nord). Son objectif spécifique est de créer les conditions favorables à l'exploitation, à grande échelle, de l'énergie solaire et éolienne dans les déserts. L'énergie des déserts servira tout d'abord à répondre à la demande locale des pays producteurs mais pourra également être exportée vers l'Europe. DESERTEC est une vision : il ne s'agit pas d'un projet centralisé et isolé mais plutôt d'un concept global. Il en découlera de nombreux projets individuels qui seront mis en place en coopération avec les acteurs locaux (gouvernements, entreprises) afin de produire et transporter l'électricité issue d'énergies renouvelables.

**TRANSGREEN** : Accord constitue la base du Plan solaire méditerranéen qui prévoit d'exporter d'ici 2020 l'énergie propre produite en Afrique du Nord et au Moyen Orient vers l'Europe.

**EPST** : Etablissements publics à caractère scientifique et technologique.

**Le diagramme bioclimatique du bâtiment de GIVONI** : est un outil d'aide à la décision globale du projet bioclimatique permettant d'établir le degré de nécessité de mise en œuvre de grandes options telles que l'inertie thermique, la ventilation généralisée, le refroidissement évaporatif, puis le chauffage ou la climatisation.

**Tableau psychométrique** : Cette étape permet de déterminer les isothermes, en fonction des tranches horaires.

**Espace cailloute** : c'est un local technique qui permet de stocker les produits chimiques qui interviennent dans la production de l'électricité.

**Niche** : c'est un local technique qui sert à stocker les gaz émanant de la biomasse.

**Les serres agricoles** : servent à cultiver certaines légumes qui après récolte donne une masse végétale bio dégradable produisant des biogaz (méthane CH<sub>4</sub> et CO<sub>2</sub>) utilisés pour la production de l'électricité et de la chaleur.

# CONCLUSION

*Tant que la terre existe les énergies renouvelables sont Inépuisables, il suffit de cesser de fouiller le sol et de voir au tour de soi et apprendre a cultivé les ressources qui nous entourent.*

*Toutes les expériences ne sont que des exemples, mais elles témoignent de l'éveil des consciences, elles tracent la voies d'une nouvelle aventure humaine fondée sur la mesure, l'intelligence, et le partage.*

*Dans ce cadre le pole de recherche sur les énergies renouvelables que nous avons étudiées dans la ville de Tlemcen marquera une ère de développement dans la recherche des énergies renouvelables.*

*Nous savons tous : Architectes, Ingénieurs, Paysages, écologistes et autres très bien aujourd'hui que les solutions existent, nous avons tous le pouvoir de changer alors qu'est ce qu'on attend.*



# BIBLIOGRAPHIE

## LIVRES ET REVUES

- **Architecture Et Efficacité Energétique Principe De Conception Et De Constructions.**
- **Neufert.**
- **L'homme l'architecture et le climat B.givoni.**
- **Solaire passif ou actif -aa209-.**
- **Concevoir des bâtiments bioclimatiques : fondements et méthodes de pierre, Fernandez**
- **La conception bioclimatique des maisons confortables et économes de Samuel Courgey et Jean-Pierre Oliva**
- **L'isolation écologique de Jean-Pierre Oliva.**
- **E.mazaria, guide de l'énergie solaire passive, édition parenthèses**
- **Les énergies renouvelables : un guide d'initiation sur les énergies du futur de Marek Walisiewicz.**
- **Panorama de l'architecture contemporaine.de konemann.**

## SITE INTERNET

- [WWW.CDER.DZ.](http://WWW.CDER.DZ)
- [WWW.DERBIGUM.COM.](http://WWW.DERBIGUM.COM)
- [HTTP://BEHNISCH.COM/PROJECTS/459.](http://BEHNISCH.COM/PROJECTS/459)
- [WWW.FREECHAL.COM/ARCHIEURO.](http://WWW.FREECHAL.COM/ARCHIEURO)
- [WWW.ALIVINGCLASSROOM.COM.](http://WWW.ALIVINGCLASSROOM.COM)
- [WWW.ELWATAN.COM-CONSOMMATION-ENERGETIQUE-MONDIALE](http://WWW.ELWATAN.COM-CONSOMMATION-ENERGETIQUE-MONDIALE)
- [HTTP://WWW.ENERGIES-RENOUVELABLES.ORG/ENERGIES\\_RENOUVELABLE\\_S.ASP](http://WWW.ENERGIES-RENOUVELABLES.ORG/ENERGIES_RENOUVELABLE_S.ASP)
- [HTTP://SYSTEM-CLIM.COM/PAC\\_DOMICILE\\_PREPARATION.PHP](http://SYSTEM-CLIM.COM/PAC_DOMICILE_PREPARATION.PHP)
- [HTTP://WWW.INFOENERGIE69.ORG](http://WWW.INFOENERGIE69.ORG)
- [HTTP://WWW.POLENERGIE.ORG/RESSOURCE/ESPACE-RESSOURCE/ECO-CONSTRUCTION/CONSTRUCTIONRENOVATION/LARCHITECTURE-BIOCLIMATIQUE/](http://WWW.POLENERGIE.ORG/RESSOURCE/ESPACE-RESSOURCE/ECO-CONSTRUCTION/CONSTRUCTIONRENOVATION/LARCHITECTURE-BIOCLIMATIQUE/)