

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE DE SAAD DAHLEB - BLIDA I  
Institut d'architecture et d'urbanisme

**MEMOIRE DE MASTER II EN ARCHITECTURE**

**Option : Durabilité**



**THEME DE RECHERCHE :**

**PRODUCTION DE L'EAU CHAUDE**  
**SANITAIRE ET DE CHAUFFAGE PAR LE**  
**SYSTÈME DE CHAUFFAGE COMBINÉ**  
**« SSC »**  
**DANS UN IMMEUBLE MULTIFONCTIONNEL**  
**À BLIDA**

Porteur du master II :  
M<sup>r</sup>. BEN ZINEB Omar

Préparé par : M<sup>me</sup> DOUHA Asma

Octobre 2016



## **DEDICACES**

*Je dédie ce modeste travail à ma chère famille qui m'a toujours soutenu et encouragé le long de mon cursus pédagogique.*

*A maman Douha Chahrazed et à mon père Douha Mohamed,*

*A ma petite princesse, ma perle paradisiaque Alla El Rahmene*

*A mon mari Djidjeli Adel*

*A mes chers frères : Adel et Mohamed Abde El Aziz El Hakim.*

*A mes chères Sœurs : Soumaya, Miriam Kwthar ,Hadjer ,Marwa et la petite*

*Maria Takwa (mimi)*

*A ma belle-famille : mon beau père Hakim, ma belle-mère Bouzrar Fatmazohra,*

*ma belle-sœur Imène et mes beaux-frères Mohamed et Islem*

*qui m'ont encouragé et soutenus tout le long de mes études et de ma vie en générale, que Dieu les protège et garde.*

*A tous l'institut d'architecture et d'urbanisme e Blida, sans exception.*

*Et à vous, futurs diplômés*

**DOUHA ASMA**

## REMERCIEMENTS

*Avec le nom du dieu nous commençons et sur son aide nous comptons  
Gloire à lui, le seigneur qui avait envoyé son messenger pour montrer le  
chemin de la vérité, et qui a fait de lui l'annonciateur sans pareil et une  
réponse pour les bons croyants musulmans*

*Allah a salué Mohamed et tous ses compagnons, tous en les gratifiant par  
son ultime miséricorde.*

*Je remercie Dieu ALLAH de l'univers et le tout puissant de m'avoir donné  
le courage, la force et la patience pour arriver à réaliser ce travail.*

*Je tiens à remercier :, M<sup>r</sup> Ben Zineb ainssi que M<sup>r</sup> Touaibia  
Ahmed et M<sup>r</sup> hadj Sadouk ;Pour leurs aides conseils et encouragements,  
que Dieu les protège.*

*Je tiens à remercier aussi tous mes amis ceux qui ont contribué de  
prés et de loin pour accomplir ce travail.*

اكتب الله

# TABLE DES MATIERES

Dédicaces

Remerciements

Résumé

## CHAPITRE I : Chapitre introductif

I.1. L'introduction générale	5
I.2. La problématique	6
I.3. L'hypothèses de travail	6
I.4. Les objectifs de recherche	7
I.5. La méthodologie de travail	7

## CHAPITRE II : Etat de l'art

II.1. Les différents types d'énergies	10
II.2. La démarche HQE	11
II.2.1. La présentation de l'énergie solaire thermique	13
II.2.2. Les types de l'énergie solaire thermique	13
II.2.3. Les applications présentation de l'énergie solaire thermique	15
II.2.4. Les avantages et inconvénients de l'énergie solaire thermique	15
II.3. Le confort thermique	15
II.4. Le bilan thermique	16
II.5. Le concept de chauffage solaire	16
a- Le chauffage passif	17
b- Le chauffage actif	17
II.6. Le capteur solaire thermique	17
II.6.1. Les principes d'installation d'un capteur solaire	21
II.6.2. Les typologies d'installation d'un capteur solaire	22
II.6.3. L'inclinaison et l'orientation d'installation d'un capteur solaire	22
II.7. La production de l'eau chaude sanitaire	26
II.8. Le système solaire combiné SSC	26
II.8-1 – La description du système solaire combiné	27
II.8.2 – La composition du système	27
II.8.3 – Le fonctionnement du système	28
II.8-4- Les types de système solaire combiné	28
8.4-1- Le système d'hydro-accumulation	28

8.4-2-Le système du plancher solaire directe	29
<b>II.8.5-</b> Les avantages et inconvénients du système	30

## **CHAPITRE III : Cas d'étude**

<b>III.1.</b> La présentation du site	32
<b>III.2.</b> Climatologie du site	33
<b>III.3.</b> Présentatin du projet	35
<b>III.4.</b> Programme du projet	36

## **CHAPITRE IV : Application du système (modélisation et simulation)**

IV.1. La modélisation	42
IV.2. Le dimensionnement du système	43
IV 2.2.La détermination des besoins en eau chaude sanitaire	43
IV 2.1.La détermination des besoins en chauffage	44
IV 2.1.1.Les systèmes constructif et matériaux adaptés	42
IV.3 La simulation	56
<b>Conclusion générale</b>	61

Table des illustrations

Liste des tableaux

Table des graphs

Nomenclature

Référence bibliographique

Annexe

## **RESUME**

La présente étude s'inscrit dans une optique de recherche scientifique, dont elle consiste, d'une part à la projection théorique des concepts liés au sujet de recherche, et d'autre part pratique de la réalité de la qualité environnementale architecturale dans nos immeubles.

Le sujet de la qualité environnementale architecturale, spécifiquement l'économie des apports énergétiques des bâtiments sont devenus à nos jours, parmi les préoccupations majeures, que soulignent les concepteurs.

Les énergies renouvelables sont devenues une source de préoccupation surtout que notre pays possède d'un grand potentiel étendu ensoleillé durant l'année. Nous pouvons utiliser l'énergie solaire pour produire de l'électricité (cellules photovoltaïques ou centrale thermo-solaire) ou pour la production de la chaleur et de l'eau chaude sanitaire (capteurs thermiques,

Le travail dans ce projet consiste à étudier la possibilité d'assurer un confort thermique dans un immeuble multifonctionnel qui se situe sur le boulevard Arbi Tebessi dans la wilaya de Blida et qui repose sur deux critères de base, celui de l'intégration du système de chauffage solaire et de la production de l'eau chaude sanitaire pour pouvoir couvrir une part des besoins en chauffage dans la partie habitat.

Ce mémoire est organisé en quatre grands chapitres, le premier est celui des généralités qui permet de cerner le contexte d'étude, le deuxième c'est le chapitre d'état de l'art qui contient la partie recherche bibliographique sur le thème d'étude et les différents concepts et notions liées au sujet de recherche, le chapitre trois est réservé pour le cas d'étude donc c'est le projet ou on va appliquer le thème d'étude il contient toutes les informations nécessaires sur le projet, en fin le quatrième est celui de l'application du système sur le cas d'étude il comprend les différents dimensionnement et calculs ainsi que des simulations.

### **Mots clés :**

Haute qualité environnementale, gestion d'énergie, énergie solaire panneau thermique, chauffage, l'eau chaude sanitaire

## **ABSTRACT**

This study is part of a perspective of scientific research, which consists, in the first a projection, theoretical concepts related to the research subject, and secondly practical reality of architectural environmental quality of our buildings.

The subject of architectural environmental quality, specifically the economy of buildings in energy intake is today one of the major concerns that underline the designers.

Renewable energies have become a source of concern especially that our country has great potential sunny expanded during the year. We can use solar energy to generate electricity (photovoltaic or thermal solar power) or for the production of heat and hot water (thermal sensors).

This work aims is to study the possibility of saving the thermal energy and a multifunctional building that is located on the boulevard Arbi Tebessi in Blida and is based on two basic criteria, that of system integration solar heating and production of hot water in order to cover part of the heating demand in the housing part.

This memory is organized into four main sections, the first is the general that identifies the context of the study, this second chapter and state of the art containing the bibliographical search party on the theme of study, chapter three is reserved for the case study so that's the project or we'll apply the theme study contains all necessary information on the project, in the end the fourth is that of the application system the case study it includes different design and calculations.

### **KEY WORDS:**

High environmental quality, energy management, solar thermal panel, heating,

تندرج هذه الدراسة في اطار البحث العلمي،حيث انها تتكون من جهة على مجموعة من المفاهيم النظرية التي تتعلق بموضوع البحث، ومن جهة اخرى على النوعية البيئية للمباني المالية ،حيث ان موضوع الجودة البيئية المعمارية واقتصاد الطاقات المتعلقة بالمباني من الاهتمامات الرئيسية التي تعلق بها مجموعة كبيرة من المصممين المعماريين ،كما اصبح مجال الطاقات المتجددة المجال الاكثر رواجاً في الوسط العلمي التقني بنظر انه يوجد امكانيات كبيرة في استغلال هذه الطاقات خاصة الطاقة الشمسية التي تعددت استخداماتها و التي نذكر منها توليد الكهرباء ،توليد الطاقة الشمسية الحرارية للتدفئة او لانتاج الماء الساخن باستخدام اجهزة استثنائية حرارية .

كما ان عملي في هذا البحث هو محاولة تجسد دراسة امكانية توفير الطاقة الحرارية في مشروع الخااص بمذكرة تخرج السنة الخامسة من التعليم الجامعي الكلاسيكي لنيل شهادة مهندس دولة في الهندسة المعمارية، موقع هذا المشروع في بلدية البلدية بالتحديد في شارع العربي التبسي وهو عبارة عن مبنى متعدد الوظائف .

استخدام الطاقة الشمسية الحرارية في هذا المشروع بهدف توفير التدفئة و انتاج الماء الساخن و ذلك لتغطية جزء من هذا الطلب وذلك في الجزء المخصص للسكن فقط ،هذه المذكرة منظمة من خلال اربعة فصول رئيسية وهي :

**الفصل الاول:** او الرئيسي و الخاص بتحديد السياق العام لموضوع الدراسة و الاطار المحصور فيه .

**الفصل الثاني:** هو مخصص للبحث البيبليو غرافي حول الموضوع .

**الفصل الثالث:** وفيه سوف تتم دراسة حالة وكيفية تطبيق جميع معلومات الموضوع مع تحديد اختيارات التطبيق .

**الفصل الاخير:** هو مباشرة تطبيق النظام المختار للدراسة على المشروع فهو يشمل تصميم و حسابات مختلفة في التدفئة وتوفير الماء الساخن لقسم السكن.



# CHPITRE INTRODUCTIF



## I.1. Introduction générale

Dans le cadre des préoccupations actuelles du développement durable et les différentes approches, méthodologies et certifications, et vu l'état actuel retardé de notre architecture et urbanisme, vu aussi la demande d'amélioration du cadre de vie et de confort diversifié de l'individu sociale dans son environnement. Il est nécessaire maintenant de penser à puiser plus dans le domaine de la durabilité des bâtiments.

Donc c'est l'heure de penser à des solutions pour réduire les différents types de dépenses et plus particulièrement les dépenses énergétiques des bâtiments dans leurs exploitation et dans leurs aspects conceptuels qui doivent être en rapport avec l'environnement tout en assurant une polyvalence architecturale et technique ainsi qu'une meilleure qualité de vie ce qui va mener à plus de confort et de qualité environnementale.

À travers ce mémoire de recherche je vais développer une parmi les cible de la démarche HQE c'elle qui appartient au domaine de gestion des impacts sur l'environnement dans la partie gestion d'énergie précisément la thématique d'amélioration des apports énergétique et thermique d'un bâtiment partiellement autonome énergétiquement ce qui veut dire un bâtiment qui fonctionne par lui-même et pour lui-même, ou bien à énergie positive et un bâtiment durable qui tend vers l'économie des ressources énergétiques. Il consomme ce qu'il produit

Je vais développer mon projet de fin d'étude qui a été sous thème de conception d'un immeuble multifonctionnel de HQE à BLIDA dans une vision plus détaillé à travers l'introduction du système SSC « système de chauffage combinés » par des panneaux solaire thermique qui produisent à la fois la chaleur pour le chauffage et pour l'eau chaude sanitaire .

## **I.2. La problématique**

A travers mon travail je vais essayer de répondre aux problématiques suivantes :

- Comment peut-on réduire et économiser les consommations énergétiques dans l'exploitation des bâtiments ?
- Quel sont les moyens et les méthodes à appliquer pour rendre un bâtiment économique ?
- Es ce que les panneaux solaires thermiques peuvent être une solution efficace et économique au même temps dans la production de chaleur ?
- Comment intégrer le système SSC dans un bâtiment multifonctionnel?
- Quel sera l'apport des panneaux solaires thermiques dans la production de la chaleur?

## **I.3. L'hypothèse de travail**

Pour essayer d'appréhender, de dénouer et de répondre à ces questions, et pour mieux cerner la problématique définie, j'ai opté pour la proposition des hypothèses ; dont recherche va s'organiser autours et sont les suivantes :

Ma recherche va s'organiser sur les hypothèses suivantes :

- Collaboration entre le système passif et actif aux même temps dans la conception d'un bâtiment durable
- Combinaison entre plusieurs systèmes actifs pour plus de gains de temps, d'économie, et de durabilité

#### **4. Les objectifs de recherche :**

Ce mémoire aborde le bâtiment sous un angle écologique et durable et à fin de rendre cette étude rentable j'ai fixé les objectifs suivants :

- Comprendre et maîtriser la notion de bâtiment durable à travers l'utilisation des systèmes solaires.
- Réussir à insérer la notion du bâtiment durable dans le processus de conception de tous types de projet.
- Proposer des solutions techniques adaptées au contexte et aux possibilités qu'offre le site.
- Concevoir un projet qui peut être certifié et classé mondialement
- Développer l'aspect d'un bâtiment durable dans une vision de recherche
- Vérifier la faisabilité technique et économique du projet d'implantation d'un système solaire combiné (SSC).
- Calculer les besoins en eau chaude sanitaire et en chauffage dans toute la partie habitat

#### **I.6.La méthodologie de travail**

Pour atteindre les objectifs de cette recherche, et confirmer ou infirmer mes hypothèses de travail, j'ai opté pour la méthodologie suivante ; une étude théorique qui vise à décortiquer et définir les concepts de l'hypothèse spécifiquement l'économie et la diminution des apports énergétiques. En second lieu, une partie pratique consacrée à l'application du système technique mon cas d'étude.

Vu la nature du sujet de recherche et sa complexité, le présent mémoire, constitué de quatre chapitres, il nécessite une exploration documentaire importante pour cerner et comprendre tous les concepts liés au thème choisi, et un travail d'application sur le cas d'étude organisé comme suit :

## **1. Une approche théorique :**

Elle tente à expliquer les concepts de base de ma recherche, gestion d'énergie, qualité architecturale, qualité environnementale, technologies solaire (photovoltaïque, thermique et hybride)

## **2. Une approche analytique :**

En vue de confirmer ou infirmer l'hypothèse prédéfinie par rapport aux spécificités du cas d'étude (immeuble multifonctionnel à Blida), elle s'appuie sur une méthodes d'analyse statistique (évaluation des besoins en chauffage et en eau chaude sanitaire dans la partie habitat).

# ETAT DE L'ART

## II-1- Les différents types d'énergies :

### II.1.1. Les énergies renouvelables « flux » :

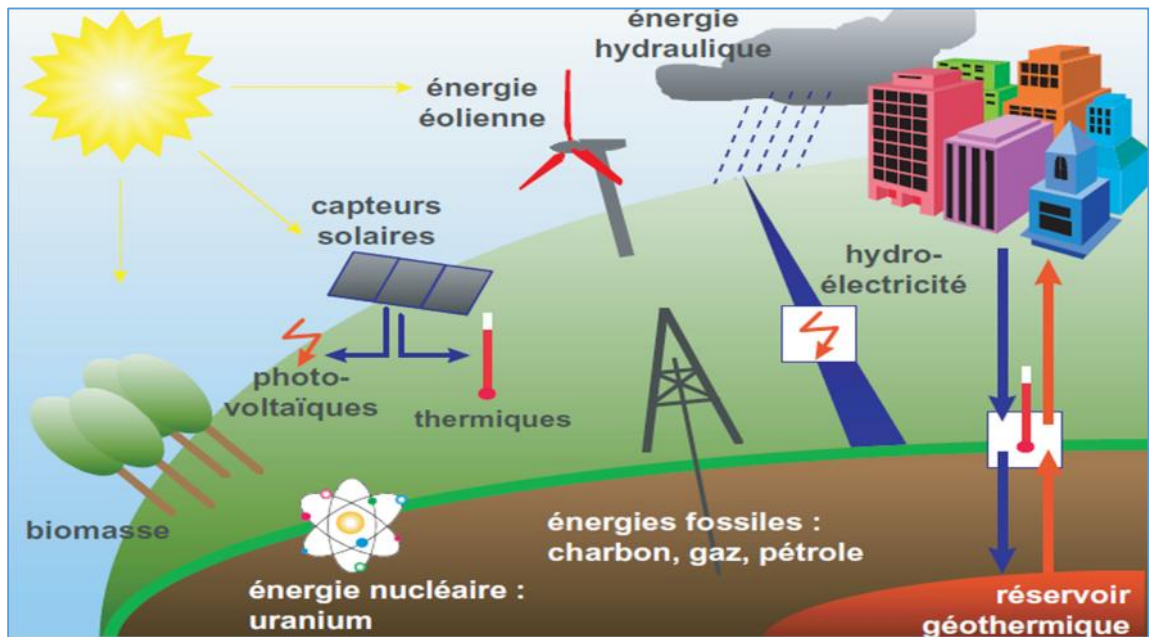
C'est des ressources inépuisables fournies par l'activité solaire, directement sous forme de lumière et chaleur, ou bien indirectement sous forme de cycles atmosphériques ou par les photosynthèses. L'exploitation de ces énergies permet d'obtenir plusieurs installations appropriées à une échelle domestique

Ces énergies comprennent la biomasse, le rayonnement solaire, le vent, l'hydroélectricité et la géothermie.

- 1- **L'énergie solaire** : c'est toute énergie qui utilise les rayons solaires à travers des appareils de captage appelés des capteurs solaires, dont on distingue deux types de cette énergie qui sont :
  - ✓ **Le solaire photovoltaïques** : la chaleur des rayons solaires est captée est transformé en énergie électrique grâce à des cellules photovoltaïques.
  - ✓ **Le solaire thermique** : dans ce cas les rayons émis par le soleil sont transformés en énergie thermique utilisée pour le chauffage, la production de l'eau chaude sanitaire et la climatisation.
- 2- **La biomasse** : Ce terme générique désigne toute matière d'origine organique. Les utilisations énergétiques de la biomasse recouvrent un grand nombre de techniques.
- 3- **L'énergie géothermique** : c'est la chaleur stocker dans la croûte terrestre, elle est extraite par des forages, elle est utilisé pour le chauffage en général. et pour la production de l'électricité.
- 4- **L'énergie hydraulique** : c'est l'énergie cinétique des cours d'eau restituée au cycle naturel par les précipitations.
- 5- **L'énergie éolienne** : C'est l'énergie de l'air en mouvement, issue de la force et de la vitesse des vents exploités par des moulins à vent ou d'autres installations spéciales qui transforment cette force en énergie électrique.

### II.1.2. Les énergies non renouvelables « stock ou fossiles » :

C'est des sous-produits fossiles végétaux ou animaux issus du soleil pétrole, charbon, gaz, uranium. Elles sont disponibles en quantités limités



1-Les différents types d'énergie (Source 42)

### I.2.La démarche HQE

La Haute Qualité Environnementale ou HQE est un concept qui fait coïncider la qualité d'un projet de construction d'un bâtiment avec respect de ou de rénovation de l'environnement.

Cette action en faveur du développement durable dans le domaine de la construction a donné lieu à la mise en place d'une certification sous l'égide de l'Afnor (association française de normalisation)

Définition formelle:

“La qualité environnementale d'un bâtiment correspond aux caractéristiques de celui-ci, de ses équipements et du reste de la parcelle, qui lui confèrent une aptitude à satisfaire les besoins de maîtrise des impacts sur l'environnement, extérieur et la création d'un environnement sain et confortable.”

Cette description s'inscrit dans une définition “**normative**” de la qualité selon la norme ISO NF EN 84.02 : “la qualité d'une entité correspond à l'ensemble des caractéristiques de ; Cette entité qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins implicites et explicites.”



### **Définition exigeentielle:**

La définition exigeentielle de la qualité environnementale est le grand apport de l'association "HQE" Elle constitue une utile clarification et une mise en ordre

Opérationnelle des exigences intitulées "**cibles**". Les 14 cibles retenues sont classées selon 2 "domaines" et 4 "familles" :

### **Domaine I : maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur**

#### **Première famille : les cibles de l'écoconstruction**

- 1) relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat.
- 2) choix intégré des procédés et produits de construction
- 3) chantier à faibles nuisances

#### **Deuxième famille : les cibles de l'éco-gestion**

- 4) gestion de l'énergie
- 5) gestion de l'eau.
- 6) gestion des déchets d'activités.
- 7) gestion de l'entretien et de la maintenance

### **Domaine II : création d'un environnement intérieur satisfaisant.**

#### **Troisième famille : les cibles de confort**

- 8) confort hygrothermique.
- 9) confort olfactif
- 10) confort acoustique.
- 11) confort visuel.

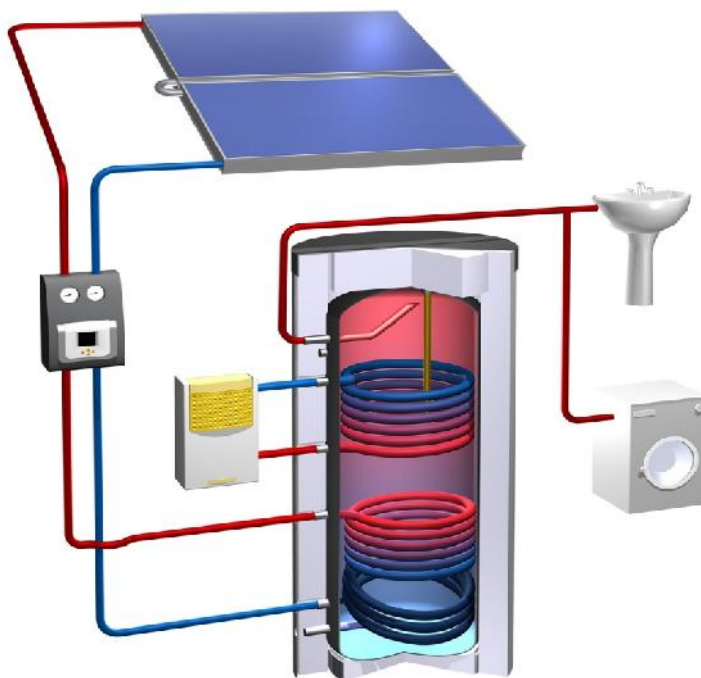
#### **Quatrième famille : les cibles de santé**

- 12) conditions sanitaires des espaces
- 13) qualité de l'air
- 14) qualité de l'eau

## II.2.1. La présentation de l'énergie solaire thermique

L'énergie solaire thermique est la transformation instantanée de l'énergie des rayons solaires en énergie thermique autrement dit exploiter le rayonnement du soleil afin de le transformer directement en chaleur (énergie calorifique).

Cette transformation peut être utilisée de manière directe, comme par exemple le chauffage de l'eau sanitaire à l'aide des capteurs solaires. Le solaire thermique est basé sur l'utilisation de la chaleur transmise par rayonnement

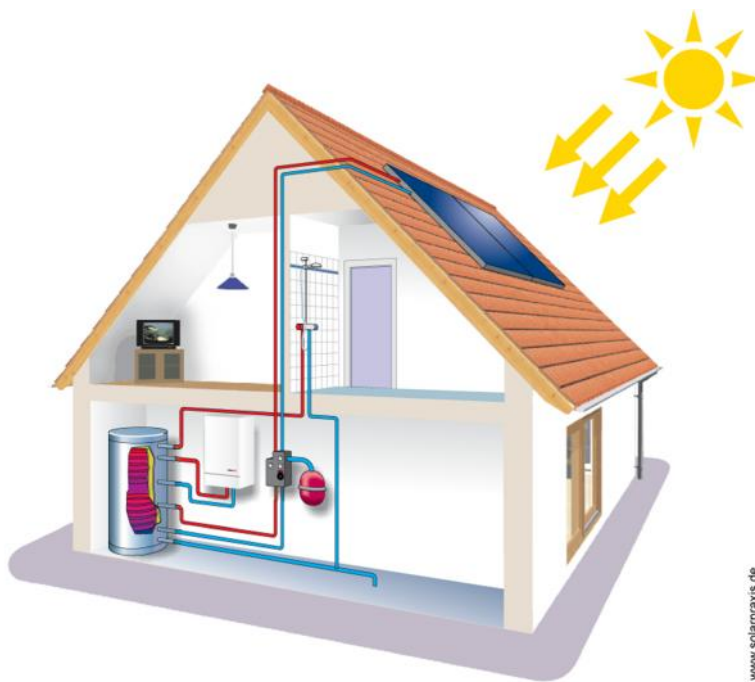


2-Schémas d'utilisation de l'énergie solaire thermique (Source 28)

## II.2.2. Les types de l'énergie solaire thermique

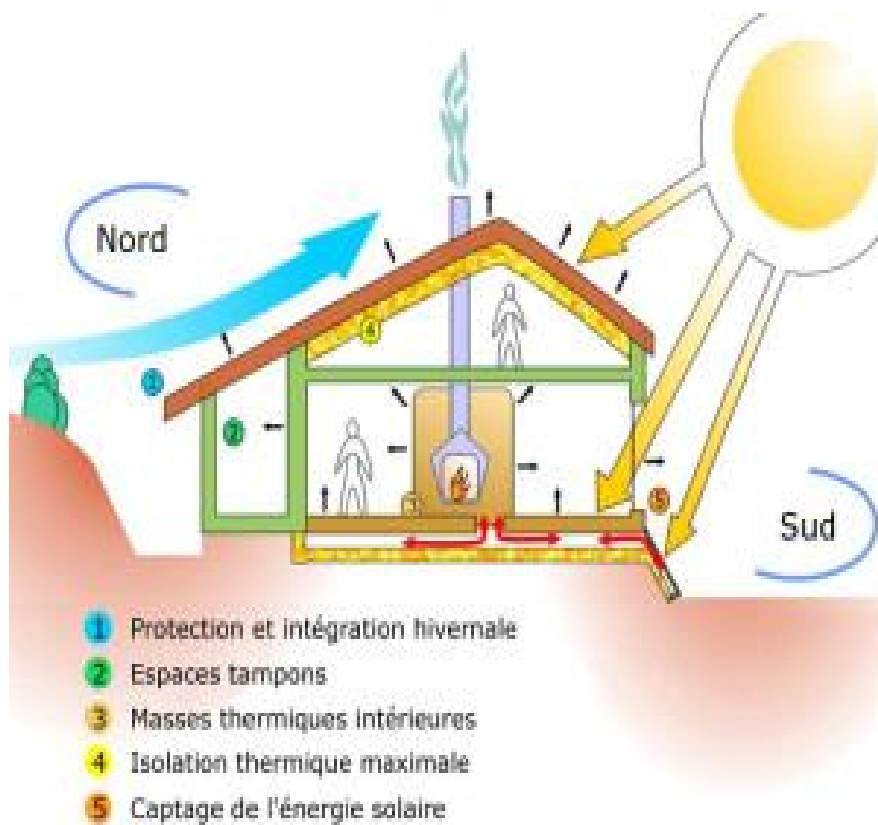
On distingue trois types d'énergies solaires thermiques :

- **La technologie solaire thermique à basse température**  
**La technologie solaire «active» :**  
Traditionnellement, ce terme désigne les applications à basse et moyenne température. Des capteurs solaires thermiques sont installés sur les toits des bâtiments. Un capteur solaire thermique est un dispositif conçu pour recueillir l'énergie provenant du soleil et la transmettre à un fluide caloporteur



3-Schémas de l'énergie solaire thermique a basse température (Source 43)

- **La technologie solaire «passive»** : toujours dans le domaine de la basse température, on peut également citer les installations solaires passives. Par opposition aux applications précédentes, celles-ci ne requièrent pas de composants dits actifs (les capteurs solaires). Ces applications reposent sur des concepts de génie civil et climatique impliquant une architecture adaptée et l'emploi de matériaux spéciaux. L'utilisation passive de l'énergie du Soleil permet de

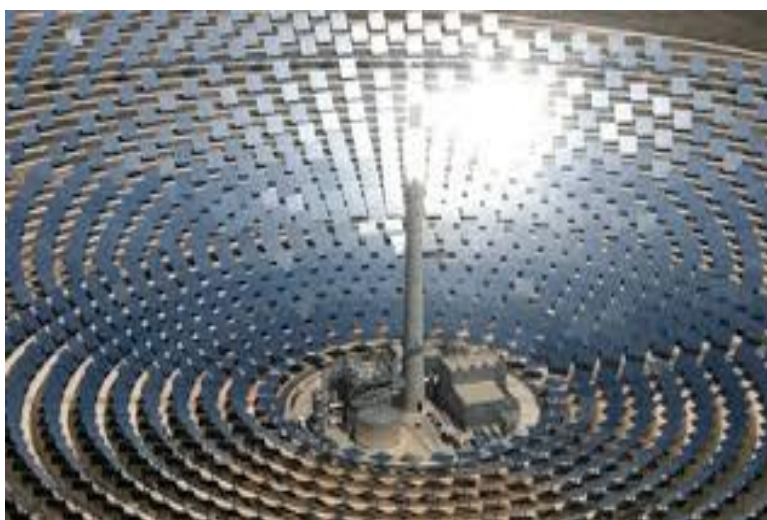


4- Schémas de l'énergie solaire thermique passive (Source 43)

chauffer, d'éclairer ou de climatiser des locaux.

- **La technologie solaire thermique à haute température**

**La technologie solaire concentrée** ou « **thermodynamique** » : ce procédé fournit de la chaleur haute température (de 250 à 1000°C) par concentration du rayonnement solaire. Ce pouvoir calorifique est utilisé pour actionner des turbines à gaz ou à vapeur afin de produire de l'électricité.



5- Centrale solaire thermique (Source 32)

### **II.2.3. Les applications de l'énergie solaire thermique**

L'énergie solaire thermique trouve dans de nombreuses applications :

- Le chauffage des maisons,
- La production d'eau chaude sanitaire
- Le chauffage de l'eau des piscines,
- La réfrigération par absorption pour les bâtiments,
- La production de très haute température.

### **II.2.4. Les avantages et inconvénients de l'énergie solaire thermique**

On peut les résumer comme suit :

- **Les avantages**
  - C'est une énergie inépuisable et non polluante
  - Elle est propre et ne dégage pas de gaz à effets de serre
  - Elle permet d'assurer une partie des besoins en chauffage et en eau chaude sanitaire
  - L'installation des panneaux thermiques permet de faire des économies
  - Les frais de maintenance et de fonctionnement sont relativement faibles
- **Les inconvénients**
  - C'est une énergie intermittente donc il faut toujours un système d'appoint
  - Il faut stocker la chaleur dans des ballons ou des dalles chauffantes
  - Les panneaux thermiques contiennent des déchets toxiques tels que le cuivre et le chrome

## **II.3. Le confort thermique**

L'activité humaine ne peut être assurée que par l'assurance des fonctions vitales qui sont possible que dans une certaine plage de température, Il existe cependant des conditions d'ambiance optimales qui seront ressenties par l'individu comme celle d'un état de confort thermique.

Sur un plan physique, le confort thermique correspond à un état d'équilibre thermique entre le corps humain et les conditions d'ambiance. Il dépend de la sensibilité, de l'habillement, du métabolisme et de l'activité physique de chaque individu, d'une part, mais aussi de la température de l'environnement (air, parois), des mouvements d'air, et de l'humidité, d'autre part. Au-delà d'un certain niveau de déséquilibre, l'individu va ressentir de l'inconfort, notamment parce qu'il va devoir réagir pour réduire ce déséquilibre.

, il peut être défini de la façon suivante : un individu est en situation de confort thermique lorsque il ne ressent de sensation ni chaude ni froide. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par le corps et son environnement, qui se résume dans la formule suivante :

$$Q = M \mp R \mp C$$

Q= est le bilan thermique

M= est le métabolisme (chaleur de base)

R=est l'énergie rayonnante, capté ou perdu par le Corp.

C= est la chaleur de convection et de conduction, capté ou perdu par le Corp. .

E=est la chaleur par évaporation (transpiration et respiration).

On peut résumer sa définition comme la situation qui correspond à un état d'équilibre thermique et hydrique entre le corps humain et son environnement.

#### **II.4- La définition d'un bilan thermique :**

Un bilan thermique sert au calcul des besoins en chauffage ou climatisation, Un bilan thermique peut être simple ou très compliqué selon ce que l'on recherche. Le calcul des déperditions thermiques malgré la complexité de certaines formules, est assez simple et précis car les données d'entrée sont connues avec assez de précision. Là où le problème se pose, c'est de connaître les différents apports gratuits ou non, internes ou externes.

Les apports internes (occupants, lumières, appareils ménager et autres, etc...) sont en fonction du nombre d'occupants, de leurs comportements et de leur mode de vie. Les apports externes sont principalement les apports solaires (qui sont comptés seulement sur les parties vitrées, menuiserie comprise).

#### **II.5.Le concept de chauffage :**

le chauffage désigne l'ensemble des actions e transfert de l'énergie thermique à un objet ou bien dans une pièce bien déterminé pour maintenir ou améliorer les conditions d'une ambiance favorable à vivre, son objectif est d'améliorer le degré de confort thermique dans un espace, on distingue deux grands types de chauffage qui sont les suivants :

- 1- Le chauffage passif
- 2- Le chauffage actif

### **II.5.1. Le chauffage passif**

Le solaire passif regroupe les solutions utilisant passivement l'énergie solaire pour l'éclairage naturel, le chauffage des locaux et ce qui est plus inattendu leurs climatisation. Le solaire passif peut s'intégrer durant le processus de conception d'un bâtiment

Il s'agit par exemple, lors de la construction d'une maison, de placer une véranda (ou une baie vitrée) plein sud (avec des doubles vitrages pour l'isolation). Ce qui permet de bénéficier de la chaleur du soleil l'hiver. Pour éviter que cette verrière n'apporte trop de chaleur l'été, il s'agit de disposer au-dessus des brise-soleil (le soleil d'été arrivé beaucoup plus à la verticale que le soleil d'hiver).

Dans ce cas, l'énergie du soleil qui pénètre à l'intérieur de l'espace par les ouvertures est absorbée par les murs, les planchers et les meubles, puis libérée sous forme de chaleur. Tel que les murs trombe et

### **II.5.2. Le chauffage actif**

Contrairement au chauffage solaire passif, ce type fait appel à des appareils de captages des rayons solaires appelés des capteurs solaires thermiques situés à l'extérieur de l'habitation.

L'élément central du capteur est un absorbeur noir qui convertit l'énergie solaire reçue en chaleur. Celle-ci est acheminée vers un autre endroit, où elle sera utilisée immédiatement ou stockée en vue d'un usage ultérieur.

Le transfert de la chaleur s'effectue par un fluide caloporteur, qui est le plus souvent de l'eau additionné d'antigel, ou plus rarement de l'air. Les systèmes de chauffage solaire actif ont plusieurs applications: chauffage des piscines, chauffage de l'eau domestique, ventilation et chauffage de l'air et de l'eau industrielles dans des installations commerciales ou encore séchoir agricole.

## **II.6. Le capteur solaire thermique**

C'est un dispositif responsable de la transformation de l'énergie issue des rayons solaires en chaleur à travers un liquide caloporteur. Ou bien de l'air

Voici quelque type de capteur thermique :

- **Les capteurs non vitrés**

Un capteur solaire non vitré, aussi appelé capteur "moquette", est composé :

- d'un absorbeur (métallique ou synthétique) revêtu d'une peinture sombre et sélective,
- d'un faisceau de tubes cylindriques ou ovalisés, résistants aux rayonnements ultraviolets et aux variations de température.
- Les tubes sont parcourus par de l'eau (fluide caloporteur). Cette eau se réchauffe au fil de l'écoulement dans les tubes. Ces capteurs solaires ne sont généralement pas isolés. De ce fait, en sortie du capteur, l'eau n'excède pas 20°C.



6- capteur solaire thermique non vitré (Source 44)

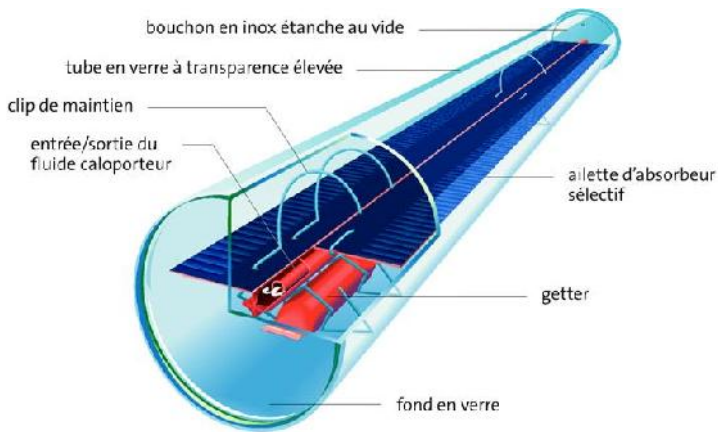
- **Les capteurs sous vides**

Un capteur solaire thermique sous vide est composé :

- D'une série de tubes de verre sous vide (il n'y a pas d'air)
- D'un absorbeur à l'intérieur des tubes de verre
- D'un tube en cuivre à l'intérieur des tubes de verre.

Les tubes en cuivre sont parcourus par un fluide caloporteur (eau + antigel). Cette eau se réchauffe au fil de l'écoulement dans les tubes.





7- un tube d'un capteur sous vide (Source 46)



8- capteur solaire thermique sous vide (Source 45)

- **Capteur à concentration :**

Ces capteurs sont plutôt utilisés dans le contexte d'applications industrielles, pour l'obtention de températures supérieures à 120 °C, ou pour la production d'électricité.

Un capteur solaire thermique à concentration est composé :

- D'un châssis
- D'un isolant permettant de limiter les fuites thermiques en sous face et sur les bords
- D'un système de réflexion de la lumière
- D'un absorbeur
- D'un réseau de tubes en cuivre.

Les tubes en cuivre sont parcourus par un fluide caloporteur (eau + antigel). Cette eau se réchauffe au fil de l'écoulement dans les tubes.



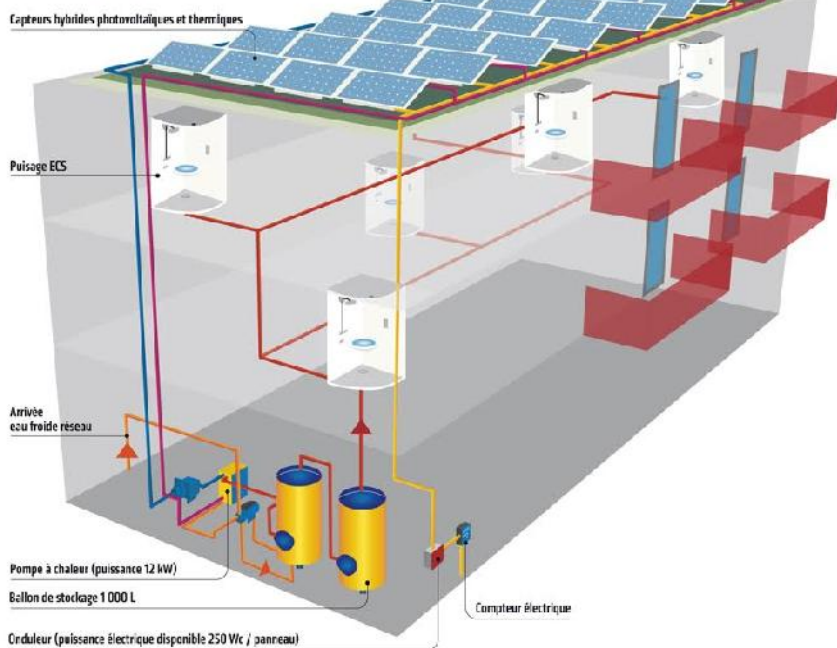
9- capteur solaire thermique a concentration (Source 47)



- **Les capteurs hybrides thermiques et photovoltaïques**

Le Dual Sun est un **panneau solaire hybride doublement intelligent** qui fournit à la fois de l'électricité (photovoltaïque) et de l'eau chaude (thermique) pour les bâtiments.

Schéma de principe Dualsun en collectif



10- Capteur solaire hybride (Source 42)

- **Les capteurs solaires thermiques plans vitrés**

Il contient une façade composée de vitre transparente exposé à la lumière du soleil mais opaque aux rayons infrarouges de l'intérieur, ce qui piège la chaleur ;



11- Capteur solaire plan vitré (Source 48)

- **Capteur solaire à air**

Le système de captage peut être une grande surface vitrée placée devant un mur sombre qui emmagasinera la chaleur ou encore un panneau dans lequel circule l'air qui traversera un réservoir rempli de galets.



12- Capteur solaire à air (Source 49)

Dans mon projet j'ai opté pour le choix des capteurs solaires thermique à plan vitré

## **II.6.1. Les principes d'installation d'un capteur solaire thermique**

La réalisation d'une installation solaire, comme tout projet, tient compte de différents paramètres. La qualité architecturale en faisant partie, elle est une préoccupation qui doit être présente dès l'étude de faisabilité, De ce fait, la qualité architecturale relève d'un questionnement sur le plan technique devant être abordés qui est

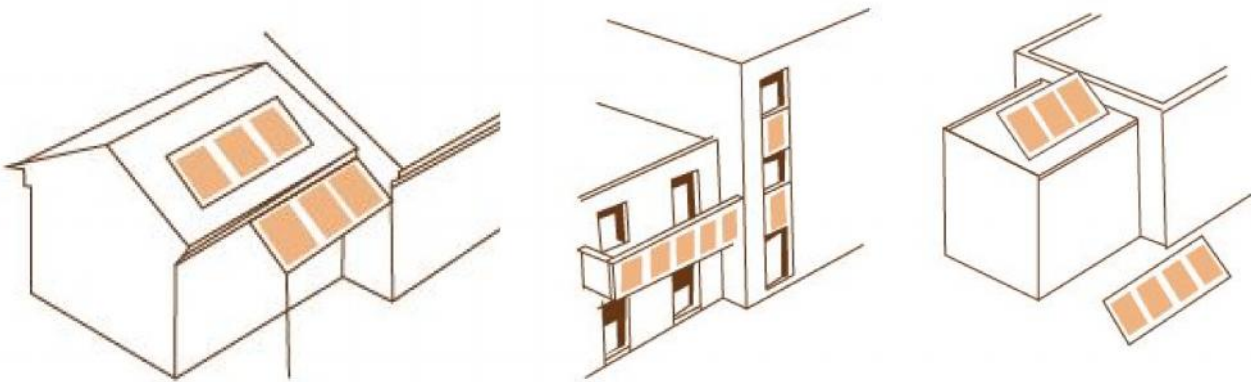
- Vérification de la bonne orientation du terrain, du bâtiment, ou du site d'implantation.
  - pour la zone de captage : Y a-t-il des écrans et des masques significatifs ?
  - Homogénéité de la zone ?
  - De quelles surfaces disposons-nous ?
  - Les choix sont-ils techniquement possibles ?

L'installation harmonieuse des capteurs repose sur un certain nombre de principe qui sont pour la plupart :

- Regrouper les panneaux solaires pour leur implantation
- Tenir compte de l'ordonnement des façades : aligner les capteurs avec les ouvertures existantes en privilégiant une certaine symétrie
  - Éviter la pose sur une façade où l'on retrouve de nombreux éléments architecturaux différents
- Privilégier les implantations en bandeau, en crête ou en bas de toiture selon les cas
- Adapter forme, proportion et position des capteurs

Une fois la phase faisabilité réglée, on passe à la partie implantation (installation) ; ou les panneaux sont utilisés comme éléments architecturaux à part entière. Plusieurs typologies d'implantation existent, liées au non au bâti :

- Garde-corps, allèges
- Brise-soleil
- En façade, mur rideau, décoration de vitrage (dessins de couleurs...)
- En verrière
- En toiture intégrée ou en surimposition
- En toiture de terrasse, d'appentis (les capteurs double fonction)
- Au sol



12- typologies d 'implantations des panneaux solaire (Source 58)

## II.6.2. Les typologies d'installation d'un capteur solaire thermique

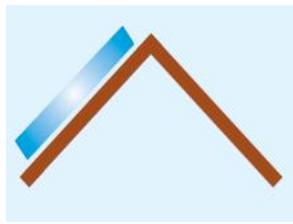
Il existe différentes type d'implantation:

- pausé sur un toit incliné;
- intégré au toit
- en marquise
- en façade
- Sur châssis incliné pour toit plat ou terrain

- **Posé sur toit incliné :**

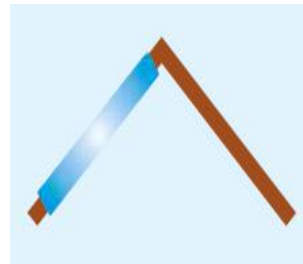
D'un point de vue architectural, la surimposition est généralement autorisée mais n'est pas privilégiée. Elle impacte beaucoup plus le bâti, et le paysage : surépaisseur, passages de câbles et tuyauteries difficiles à traiter... Il est ainsi préférable de privilégier un encastrement des capteurs, en remplacement des couvertures, C'est-à-dire non saillants par rapport au plan de

La toiture, voire en dessous du niveau des tuiles en cas de tuiles canal,



13- un panneau solaire posé sur un toit incliné (Source 50)

- **Intégré au toit :**



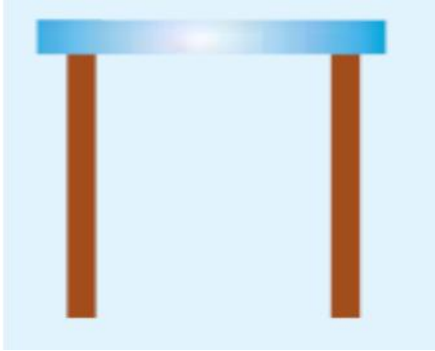
14- un panneau solaire intégré sur un toit incliné (Source 51)

Les panneaux solaires intégrés au bâti remplacent un pan entier de du bâtiment pour assurer à sa place, en dehors de la fonction énergétique, des principes sont à prendre en compte pour une bonne intégration en toiture :

- Respecter l'orientation et la pente de la toiture
- Privilégier une double fonction pour les capteurs (solaire actif et solaire passif) :
- Choisir le matériel en fonction du mode de pose choisi : coloris et textures doivent être en accord avec la toiture
- Utiliser les panneaux comme élément « constructif » dans les constructions neuves
- Éviter la pose sur les toitures 4 pans de petites surfaces
- Soigner les détails de la mise en œuvre.



- **En marquise:**



15- un panneau solaire en marquise (Source 52)

- **En façade**

Cette solution présente un double avantage : l'inclinaison des capteurs sera idéale et ils offriront une protection solaire estivale.



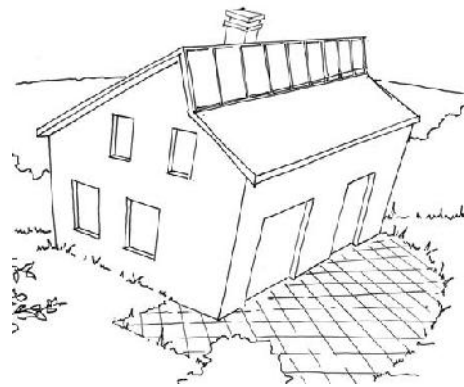
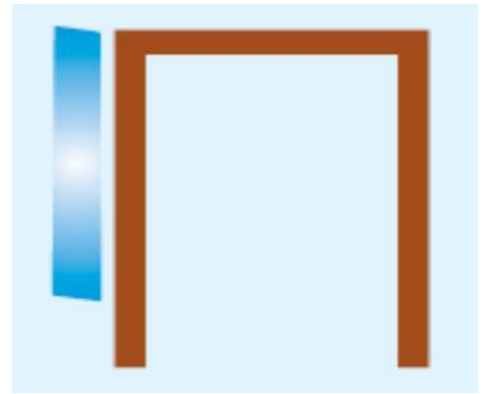
16- un panneau solaire en façade (Source53)

- **A la verticale:**

Poser un capteur verticalement sur une façade peut convenir pour du chauffage solaire ou du photovoltaïque, mais est à proscrire pour un chauffe-eau solaire. Dans cette configuration, le rendement des capteurs baisse fortement : perte de 20 % pour le chauffage solaire et de 30 % pour le photovoltaïque.

La pose verticale est donc à éviter autant que possible au profit d'une pose respectant les inclinaisons préconisées pour un bon rendement des capteurs.

Une autre solution consiste à poser des capteurs sous forme de tubes sous vide inclinables. Sur le plan architectural, les conseils cités pour l'intégration en toiture sont valables pour les façades.



17- un panneau solaire thermique posé à la verticale (Source54)

- **Au sol:**

Le terrain doit évidemment être adapté à une installation de ce type. L'intégration doit respecter la configuration du site et en préserver les grandes caractéristiques. La création de butte artificielle est à proscrire ; en général les capteurs peuvent trouver leur place contre un talus ou un mur existant.

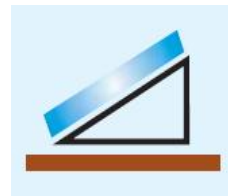


18- un panneau solaire thermique posé au sol (Source55)

- **Sur châssis incliné pour toit plat :**

Lorsqu'on ne dispose pas de toiture ni d'annexe orientée vers le sud, il reste la possibilité d'implanter les capteurs sur un châssis,

Le châssis sera orienté au sud et incliné idéalement suivant le type de capteurs



19- un panneau solaire sur châssis (source 56)

Dans mon projet j'ai opté pour le dernier type d'installation celui installation sous des supports ou des châssis vu qua sa toiture plate.

## II.7. La production de l'eau chaude sanitaire

La production d'eau chaude est parmi les applications les plus performantes de l'énergie solaire, en particulier dans les installations collectives des bâtiments résidentiels et tertiaires caractérisés par des besoins d'eau chaude importants et réguliers. C'est le cas en particulier des bâtiments de l'habitat collectif, des hôtels, et des établissements de Santé.

## II.8.Le Système Solaire Combiné:

### II.8.1.Description du Système Solaire Combiné:

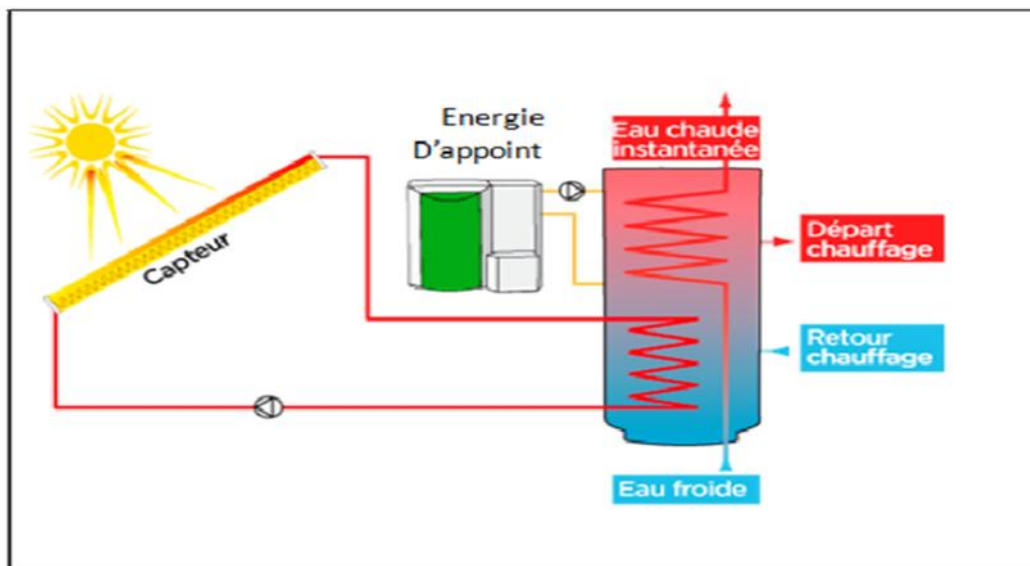
Installation permettant, par le biais de panneaux solaires, de produire l'eau chaude sanitaire et de chauffer une habitation, en complément d'un système d'appoint. Un fluide caloporteur, réchauffé par les panneaux solaires, transmet sa chaleur au ballon d'eau sanitaire et à un réseau d'eau de chauffage, qui circule dans les radiateurs.

Don un système solaire combiné SSC est un système permettant le captage de l'énergie solaire puis son stockage en vue de son utilisation pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire et le chauffage du bâtiment. Ce système permet de valoriser les apports solaires,

### II.8.2.Composition du système

Il est composé de:

- D'un champ de captage constitué de capteurs solaires situés sur le bâtiment à chauffer
- Une cuve de stockage d'eau de 300L de l'eau chaude sanitaire.
- Canalisation du fluide caloporteur.
- Des pompes de circulation.
- Vase d'expansion



20- Les composants d'un système solaire combiné (Source58)

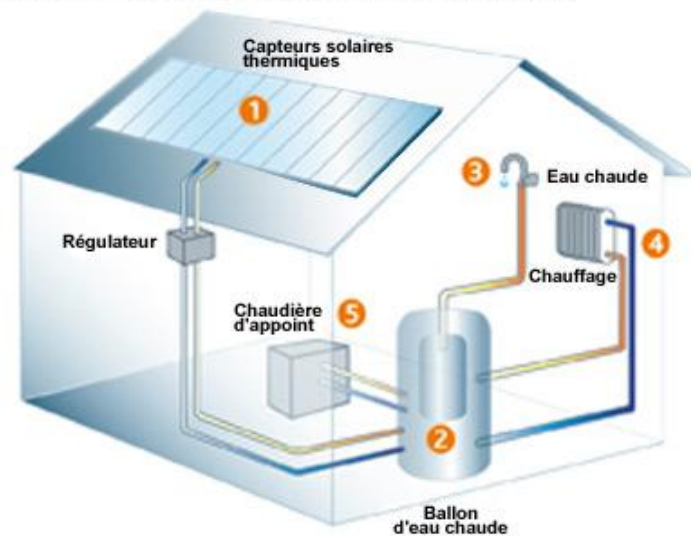


## Le système solaire combiné



Cette installation utilise le rayonnement solaire pour couvrir une partie des besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire de votre habitation.

1. Le liquide qui circule dans les tubes des capteurs, est chauffé par le soleil.
2. Il vient chauffer l'eau du cumulus, puis repart vers les capteurs solaires.
3. Toute la maison est alimentée en eau chaude.
4. La maison est aussi chauffée grâce à ce système, on peut même installer un plancher chauffant.
5. Si besoin, un dispositif d'appoint au gaz, au fioul, à bois ou à l'électricité prend le relais.



20- Le principe de travail d'un système solaire combiné (Source58)

### II.8.3.Fonctionnement du système

Le système solaire combiné, utilise les rayons du soleil pour chauffer l'eau sanitaire et le chauffage, l'énergie solaire qui va servir à chauffer l'eau et l'espace est récupérée par des panneaux solaires thermiques. Un panneau thermique reçoit les rayons du soleil et chauffe un liquide (fluide caloporteur), lequel diffuse la chaleur captée à différents équipements adaptés (radiateurs).

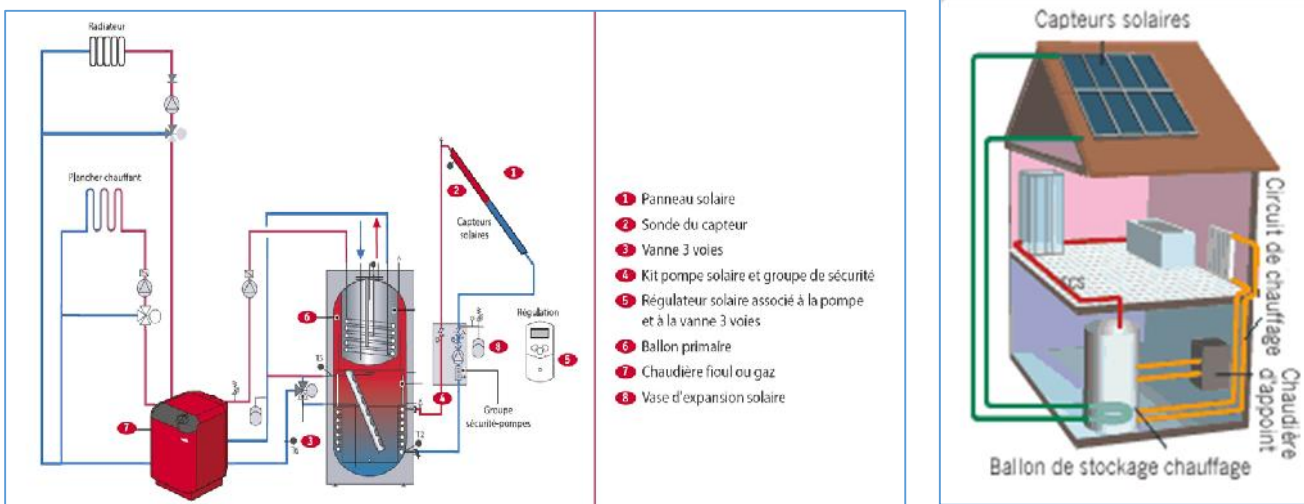
Ce double apport énergétique est rendu possible grâce au fluide caloporteur qui va d'abord réchauffer l'eau sanitaire, puis va transmettre sa chaleur au réseau de chauffage. L'eau de chauffage, stockée dans un ballon par le biais d'un échangeur thermique va ensuite alimenter les radiateurs ou les planchers chauffants pour réchauffer l'air ambiant. Ce système solaire combiné nécessite de garder une chaudière classique qui prendra le relais en cas de manque de soleil.

Il existe deux grands types de systèmes solaires combinés avec des variantes permettant de s'adapter à la majorité des cas :

## II.8.4-Types de systèmes solaires combinés

### 8-4-1- Le système de chauffage solaire à l'hydro-accumulation:

L'idée de ce système consiste à stocker la chaleur produite par les capteurs dans un volume d'eau tampon, dans lequel on vient puiser lorsque cela est nécessaire. L'énergie nécessaire au chauffage est diffusée dans la maison grâce à des radiateurs, de préférence fonctionnant à basse température. Les progrès de la recherche, notamment sur la régulation et la gestion du stockage de l'énergie dans les ballons, permettent de réaliser aujourd'hui des systèmes performants et compacts dont le volume est acceptable (de 500 à 2000l)

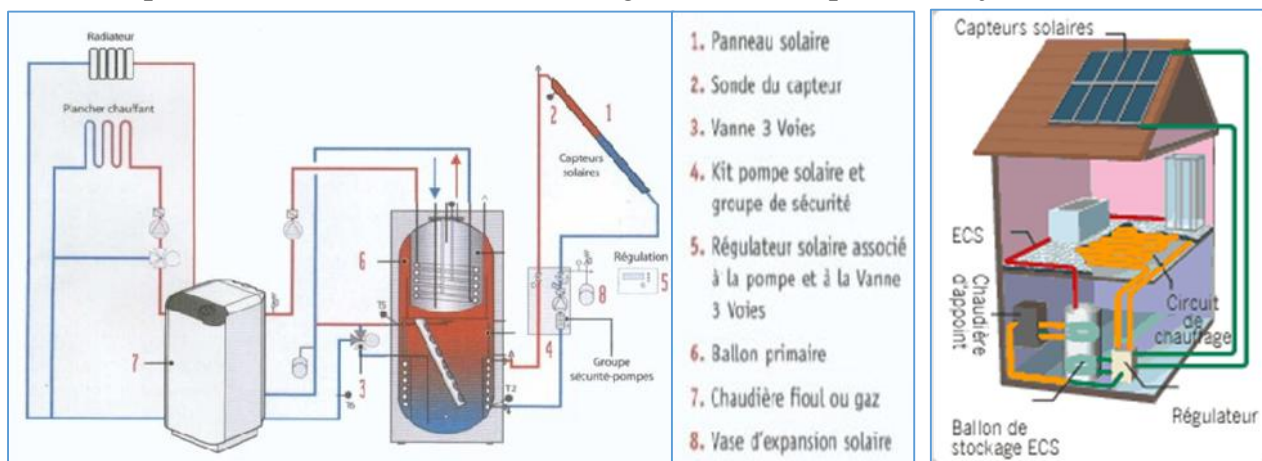


23 - systèmes de chauffage solaire à l'hydro-accumulation(Source58)

### 8.4-2-le système de plancher solaire direct:

Dans ce système on peut utiliser la dalle du plancher chauffant non seulement comme émetteur de chaleur, mais aussi comme lieu de stockage de la chaleur.

Le principe est simple ; le fluide, réchauffé dans les capteurs solaires, circule directement (sans passer par un échangeur ou par un ballon de stockage) dans un plancher chauffant. Le plancher chauffant, qui n'est qu'une dalle en béton, joue le rôle de stockage de la chaleur. Son inertie permet de restituer en soirée l'énergie accumulée pendant la journée.



22- le système de plancher solaire direct (Source58)

## II.8.4. Avantages et inconvénients de ce système

### 1. les avantages :

- Un système 2 en 1 : chauffage et production d'eau chaude sanitaire (ECS)
- Réduction du coût de la facture énergétique
- Utilisation d'une source d'énergie gratuite et renouvelable
- Réduction de l'apport des énergies polluantes

### 2. les inconvénients :

- Son installation requiert une surface importante et le plus souvent des travaux de grande envergure. Le système solaire combiné sera par conséquent privilégié dans le cadre de travaux de rénovations importants.
- Repose sur une source d'énergie versatile, exigeant le plus souvent le recours à un système de chauffage d'appoint de manière à satisfaire l'intégralité des besoins d'un ménage.

Dans mon projet j'ai utilisé le système de chauffage solaire à l'hydro-accumulation:

**LE CAS  
D'ETUDE**

### III.1. Présentation du site :

Le site est en relation directe avec le projet architectural ,dont sa compréhension permet l'apparition des premières lignes et idées directrices du projet architectural ;en même temps ce dernier peut renforcer les potentialités du site ou bien le transformer .

Le site choisi est situé dans la wilaya de Blida, une ville caractérisée par la présence de plusieurs fonctions très importantes à l'échelle nationale et régionale,



24- Découpage administratif de la wilaya de Blida  
(SDAT de Blida)



25 -Noyau historique de la wilaya de Blida  
(source 60)

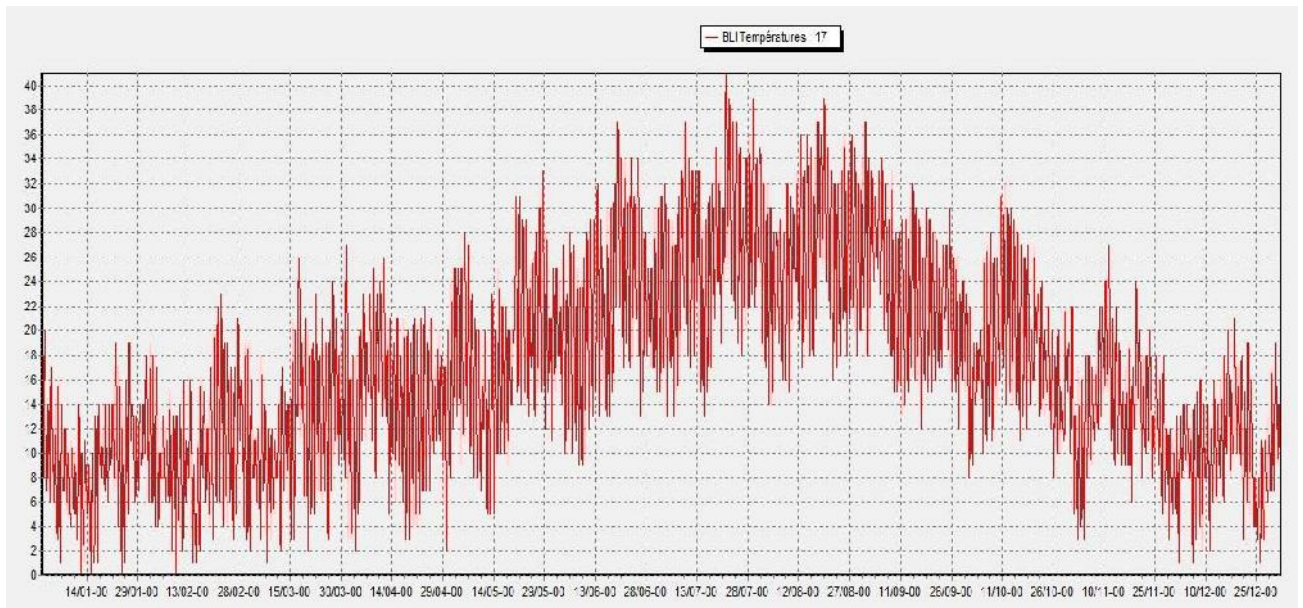
Le périmètre d'étude constitue le noyau originel et historique de la ville de Blida, situé en plein cœur d'elle avec une superficie de 63 hectares et une forme en éventail, il se trouve délimité par -Au nord par le boulevard Larbi Tebesi et Houari Mahfoud

- Au sud par l'oued Ek Kebir
- A l'ouest par les boulevards Lotfi et El Qods
- à l'est par le boulevard Takarli Abd Rezak .



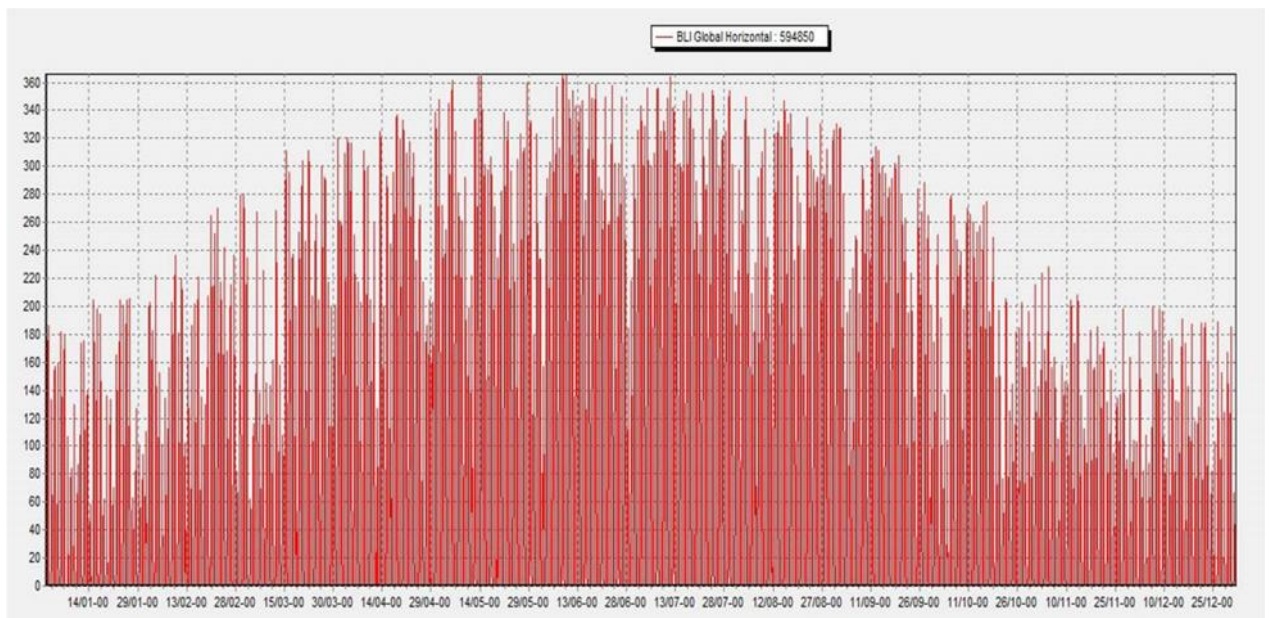
## III.2.Climatologie du site :

### ➤ Température extérieure



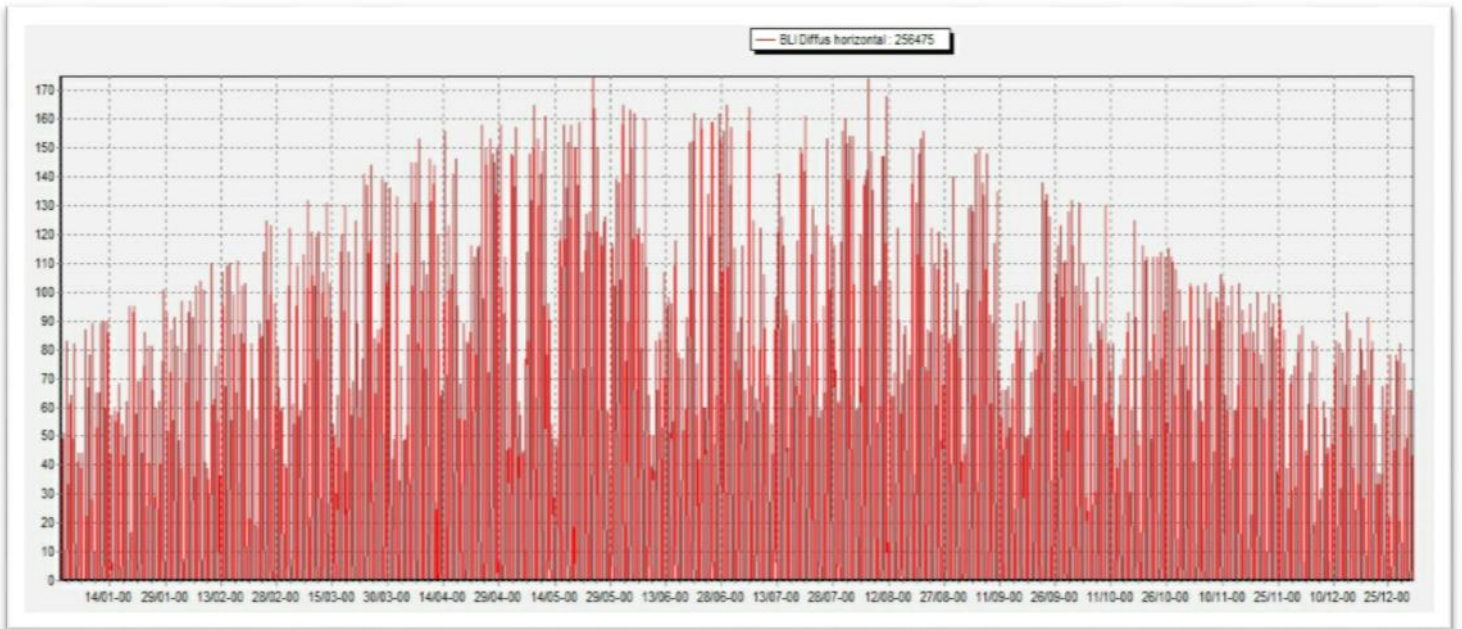
1- graph de température extérieur de Blida (source:METEONORM+METEOCALC)

### ➤ Le rayonnement global horizontal



2-graph de rayonnement global de Blida (source:METEONORM+METEOCALC)

## ➤ Le rayonnement diffus horizontal



3- graph de rayonnement diffus horizontal de Blida  
(source:METEONORM+METEOCALC)

Ce graphique représente les valeurs moyennes mensuelles pour chaque heure de la journée du rayonnement global horizontal ; Le maximum de la valeur moyenne à midi en juin est de  $360 \text{ Wh/m}^2$



### III.3.Présentation du projet :

Le terrain de mon projet fait face au boulevard l'Arbi Tebessi, sous une forme trapézoïdale et une superficie de 917,75 m<sup>2</sup>, avec un pente nulle (terrain plat)



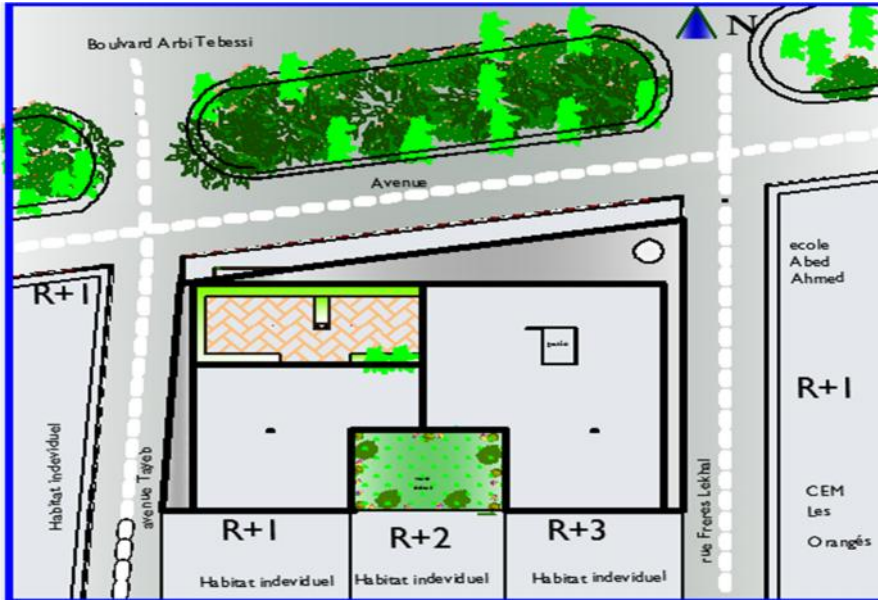
26- Situation du projet (source 60)



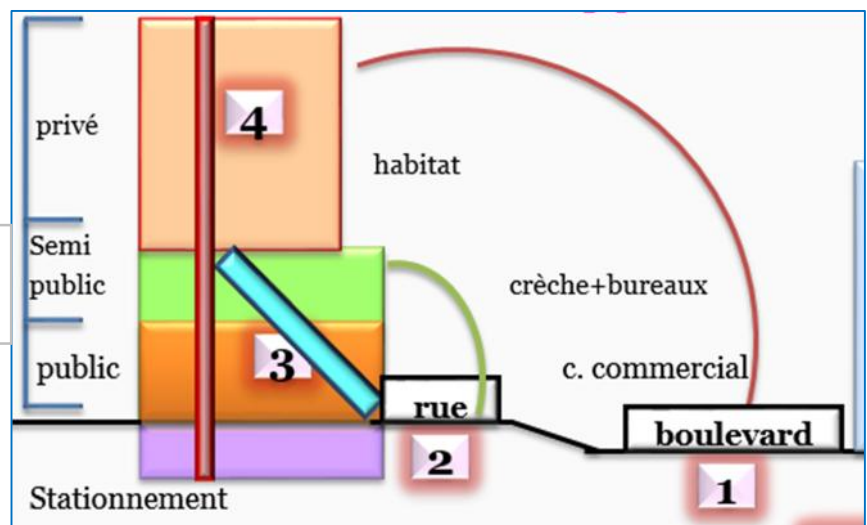
27 – Paysage environnant le projet (source l'auteur)



Le projet consiste à la conception d'un immeuble multifonctionnel Blida, il englobe des fonctions différentes et complémentaires qui sont : un centre commercial qui prend trois niveaux, un niveau pour divers bureaux, un niveaux est réservé pour une crèche, et en fin les cinq deniers niveaux sont réservé à un programme d'habitat avec 20 logements.



28- Plan de masse du projet  
(source 60 )



29- Coupe schématique des  
fonctions du projet

### III.4. Programme du projet :

On peut résumer le programme du projet dans le tableau suivant :

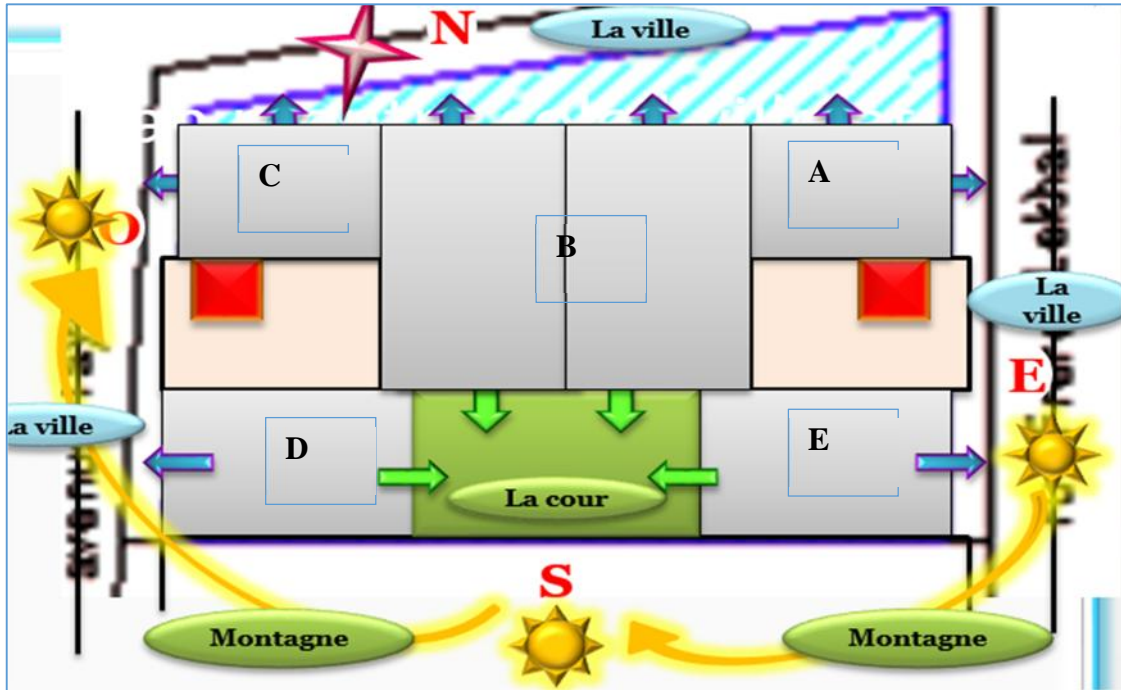
- Surface du terrain = 917m<sup>2</sup>
- Nombre de niveaux = 11 (R+10)
- Le COS = 1

### 1- Détail la partie équipement :

NIVEAU	ESPACE		NOMBRE	SURFACE
Sous-sol 01	Local techniques		02	2 x 35.5= 71m <sup>2</sup>
	Stockage		02	2 x 42.25 = 88.5m <sup>2</sup>
	Chambres annexes pour l'habitat		20	20 x12.25 = 245 m <sup>2</sup>
Sous-sol 02	Un Parking		20 places	20 x 15 = 300 m <sup>2</sup>
Centre commercial (RDC)	Aires de vente		3	4+46+30 = 124 m <sup>2</sup>
	cafèterait		1	52 m <sup>2</sup>
	Sanitaires		2	16 x 2 = 32 m <sup>2</sup>
	Locaux de services		2	6.5x 2 = 13 m <sup>2</sup>
Centre commercial (RDC +1)	Aires de vente		1	191 m <sup>2</sup>
	Sanitaires		2	16 x 2 = 32 m <sup>2</sup>
	Locaux de services		2	6.5x 2 = 13 m <sup>2</sup>
	Salle de prière		2	35.75 x 2 = 75.5 m <sup>2</sup>
Centre commercial (RDC +2)	Librairie scientifique		1	62 m <sup>2</sup>
	Librairie littéraire		1	62 m <sup>2</sup>
	Galerie d'art		1	62 m <sup>2</sup>
	Cyber		1	62 m <sup>2</sup>
	Sanitaires		2	16 x 2 = 32 m <sup>2</sup>
	Locaux de services		2	6.5x 2 = 13 m <sup>2</sup>
Les bureaux (RDC +3)	Plateaux libre		1	500 m <sup>2</sup>
	Cafeteria		1	52 m <sup>2</sup>
	Sanitaires		2	16 x 2 = 32 m <sup>2</sup>
	Locaux de services		2	6.5x 2 = 13 m <sup>2</sup>
La crèche (RDC +4)	Bureau		1	20 m <sup>2</sup>
	Cuisine		1	20 m <sup>2</sup>
	réfectoire		1	75 m <sup>2</sup>
	Ateliers		1	95 m <sup>2</sup>
	Dortoir 01		1	77 m <sup>2</sup>
	Dortoir 02		1	55 m <sup>2</sup>
	La coure		1	95 m <sup>2</sup>
	Sanitaire		1	16 m <sup>2</sup>

1- tableau de détail de la partie équipement

## 2- Détail e la partie habitat :



**A / C type d'angle**

**B type transversal**

**D / E type longitudinal**

30- Disposition des typologies d'habitat (source 60)

L'une des caractéristiques de la qualité de l'habitat urbain est la variété dans les typologies ; Son objectif fondamental est d'offrir la possibilité de choisir est de se libérer de la répétition d'un seul type de plan dans chaque niveau

Dans mon projet j'ai cinq typologies arrêtées suivant:

- La surface de l'unité d'habitation
- Le positionnement et l'emplacement de cette unité.

Avec des variantes en simplex et en duplex.

- **Nombre de logements : 50 logements**
- **Nombre des typologies : 5**
- **Nombre du simplex : 15**
- **Nombre des duplexes : 5**

Typologie	Nombre des duplexes	Nombre des simplex	Espace	Surface	Surface totale	
A	0	5	SAS	7 m <sup>2</sup>	5 x 83 = <b>451 m<sup>2</sup></b>	
			Hall	17 m <sup>2</sup>		
			Cuisine et séjour	37 m <sup>2</sup>		
			Chambre	17 m <sup>2</sup>		
			Sanitaire	7 m <sup>2</sup>		
		1 à patio	SAS	7 m <sup>2</sup>	1 x 193 = <b>193 m<sup>2</sup></b>	
			Hall	7 m <sup>2</sup>		
			patio	18 m <sup>2</sup>		
			Cuisine et séjour	31 m <sup>2</sup>		
			Chambre des parents	24 m <sup>2</sup>		
			Chambre des filles	22 m <sup>2</sup>		
			Chambre des garçons	16 m <sup>2</sup>		
			Sanitaire	10 m <sup>2</sup>		
Terrasse	15 m <sup>2</sup>					
B	/	2	SAS	5.5m <sup>2</sup>	2 x 83 = <b>166 m<sup>2</sup></b>	
			Terrasse	16m <sup>2</sup>		
			Hall	21m <sup>2</sup>		
			Cuisine	18m <sup>2</sup>		
			séjour	15m <sup>2</sup>		
			Chambre	12m <sup>2</sup>		
	2	/	/	SAS	5.5m <sup>2</sup>	166 x 2= <b>332 m<sup>2</sup></b>
				Terrasse	16m <sup>2</sup>	
				Hall	11m <sup>2</sup>	
				Cuisine	17m <sup>2</sup>	
				Chambre des parents	21m <sup>2</sup>	
				Chambre des filles	18m <sup>2</sup>	
				Chambre des garçons	12.5m <sup>2</sup>	
				Terrasse étage	17m <sup>2</sup>	
Sanitaire	11m <sup>2</sup>					
C	/	3	SAS	7 m <sup>2</sup>	83x3= <b>249 m<sup>2</sup></b>	
			Hall	17 m <sup>2</sup>		
			Cuisine et séjour	37 m <sup>2</sup>		
			Chambre	17 m <sup>2</sup>		
			Sanitaire	7 m <sup>2</sup>		
	1	/	Hall	15 m <sup>2</sup>	166x 1 =	
			Cuisine et séjour	37.5 m <sup>2</sup>		
			Chambre d'amis	21 m <sup>2</sup>		
			Sanitaire	3.5 m <sup>2</sup>		
			Chambre des parents	22 m <sup>2</sup>		

			Chambre des filles	16m <sup>2</sup>	<b>166 m<sup>2</sup></b>				
			Chambre des garçons	14 m <sup>2</sup>					
			Sanitaire étage	7.5 m <sup>2</sup>					
D	/	3	SAS	3.5m <sup>2</sup>	3x 88.5= <b>265.5 m<sup>2</sup></b>				
			Hall	10m <sup>2</sup>					
			Cuisine et séjour	31m <sup>2</sup>					
			Sanitaire	5 m <sup>2</sup>					
			Chambre des enfants	13m <sup>2</sup>					
			Chambre des garçons	21m <sup>2</sup>					
	1	/		Hall	15m <sup>2</sup>	1*177= <b>177 m<sup>2</sup></b>			
				Cuisine	15m <sup>2</sup>				
				séjour	22m <sup>2</sup>				
				Chambre	21m <sup>2</sup>				
				Hall	15m <sup>2</sup>				
				Chambre des filles	18m <sup>2</sup>				
				Chambre des garçons	19m <sup>2</sup>				
				Chambre des parents	22m <sup>2</sup>				
			Sanitaire	5m <sup>2</sup>					
E	/	4	SAS	3.5m <sup>2</sup>	98.3x = <b>393.2 m<sup>2</sup></b>				
			Terrasse	9m <sup>2</sup>					
			Hall	11m <sup>2</sup>					
			séjour	24m <sup>2</sup>					
			Cuisine	10m <sup>2</sup>					
			Chambre d'enfants	13.5m <sup>2</sup>					
			Chambre des parents	22m <sup>2</sup>					
			Sanitaire	5.3m <sup>2</sup>					
	1	/		SAS	9m <sup>2</sup>	1x177= <b>177 m<sup>2</sup></b>			
				Hall	13m <sup>2</sup>				
				séjour	27m <sup>2</sup>				
				Cuisine	14m <sup>2</sup>				
				Sanitaire	4m <sup>2</sup>				
				Chambre des filles	15m <sup>2</sup>				
				Chambre des garçons	13m <sup>2</sup>				
				Chambre des parents	26m <sup>2</sup>				
								Sanitaire	10m <sup>2</sup>

2- Tableau de détail de la partie habitat

# SIMMULATION ET MODELISATION

## Application du système et dimensionnement

Dans ce chapitre, je vais faire un dimensionnement du système combiné chauffage et eau chaude sanitaire utilisé afin de couvrir les besoins énergétiques en eau chaude et en chauffage de la partie habitat de mon projet, d'abord évaluer des besoins d'eau chaude sanitaires, puis en chauffage, déterminer le volume de stockage solaire et déterminer de la surface de captation.

### IV.1.Modélisation et simulation

L'outil de **Simulation Thermique Dynamique (STD)** permet de **modéliser les bâtiments** et de mesurer l'impact de chaque paramètre de la construction sur le niveau de performance énergétique de bâti. Des filières de formation sont en train de se mettre en place intégrant la manipulation de cet outil devenant indispensable .Il est dorénavant indispensable pour concevoir des bâtiments neufs ou les rénover en haute performance énergétique.

- 1- **Pleiade** et **Comfie**: intègre plusieurs bibliothèques de données thermiques sur les matériaux et les éléments constructifs, les menuiseries, les états de surface, les albédos et les écrans végétaux. Le logiciel comprend aussi des bibliothèques de modes de gestion du bâtiment étudié selon un scénario horaire pour une semaine-type (occupation, apports internes, températures de consigne de chauffage ou de climatisation, gestion des occultations, Le logiciel PLEIADE possède une grande base de données de matériaux et même on peut faire intégrer d'autres éléments connaissant leurs masses volumiques, leurs conductivités thermiques et leurs capacités thermiques.
- 2- **MétéoCalc** : est un outil intégré au module de simulation thermique dynamique (STD) de PLEIADES pour générer et mettre en forme des fichiers météorologiques horaires.
- 3- **MétéoNorme** : est une référence complète météorologique. Il vous donne accès à des données météorologiques pour divers applications pour n'importe quel endroit dans le monde.
- 4- **Alcyone** ; est un outil intégré au module de simulation thermique dynamique (STD) de PLEIADES il permet la modélisation architecturale de l'ensemble du bâtiment et la caractérisation des différents matériaux utilisés.



## IV.2.Dimensionnement du système

Voici des indications sur le projet

Situation	Blida
Orientation	Sud-Est
Nombre des logements	20
Nombre des personnes	120
Surface habitable	Variable d'un logement à un autre
Hauteur sous plafond	3.06 m
Occupation TOL	6 personnes /logement
Consommation d'eau/personne/jour	35 l/j
T eau chaude	60 °C
T eau froide	12

3- Tableau des indications sur le projet

### IV.2.1. Evaluation des besoins en eau chaude sanitaire et la surface de captage

Afin de déterminer les besoins en eau chaude pour tous les logements du projet, j'ai calculé la quantité d'eau consommée par jour ; cette quantité est en fonction de nombre de personne

- Selon Le PDAU de 1 wilaya de Blida, le TOL (taux d'occupation par logement est de 6)
- Nombre de logement dans le projet est 20 logt
- En prends la quantité d'eau par personne est de 35 litres par jour
- La formule de calcul des besoins en énergie pour chauffer l'eau sanitaire.

$$B=Q. T.1,16 \text{ (kw .h)}$$

$$B= .V.(T désire-T réseau) .1,16 \text{ (kw .h)}$$

Q : la quantité d'eau a chauffée en (j)

T : est l'écart entre la température de l'eau à chauffée et celle considérée comme chaude (°C).

1.16 est la constante de conversion des (cal) en( wh).

: masse volumique de l'eau 1000kg/m<sup>3</sup>.

V : volume d'eau(l).

T réseau : la température de l'eau a chauffée

T désire : la température considérée comme chaude.

On obtient un volume d'eau chaude nécessaire de  $=6 \times 20 \times 35 = 4200 \text{ l/j}$

Energie nécessaire pour chauffer cette quantité d'eau est de  $E = V \times 1.16 \times t$

-  $t = \text{Température de l'eau chaude} - \text{Température de l'eau froide}$

$= 60 - 12 = 48^\circ \text{C}$

- $E = 4200 \times 1.16 \times 48 = 233856 \text{ Wh} = 233.856 \text{ kWh}$

### Calcul de l'énergie pour 1 m<sup>2</sup> de capteur solaire

L'irradiation globale par plan incliné à  $31^\circ$  pour la ville de Blida est de  $5.300 \text{ Wh/m}^2/\text{jour}$

Pour la ville de Blida l'IGP est de **5.3 kWh / m<sup>2</sup> / jour** (selon le logiciel de calcul en ligne PVGIS Afrique) avec un rendement de capteur de **45%**

L'énergie que peut produire par jour 1 m<sup>2</sup> de capteur =  $5.3 \times 0,45 = 2.385 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{jour}$

- **Calcul de la surface de capteur nécessaire**

Surface = Energie à fournir / Energie que peut produire par jour 1 m<sup>2</sup> de capteur

Surface =  $233.856 \text{ kWh} / 2.385 \text{ kWh}$  Surface = **98.05 m<sup>2</sup>**

Nombre de capteur = Surface de captation / Surface du capteur

Nombre de capteur =  $98.05 / 2 = 49.02$

Surface Totale = **98 m<sup>2</sup>**

Nombre de capteur = **49**

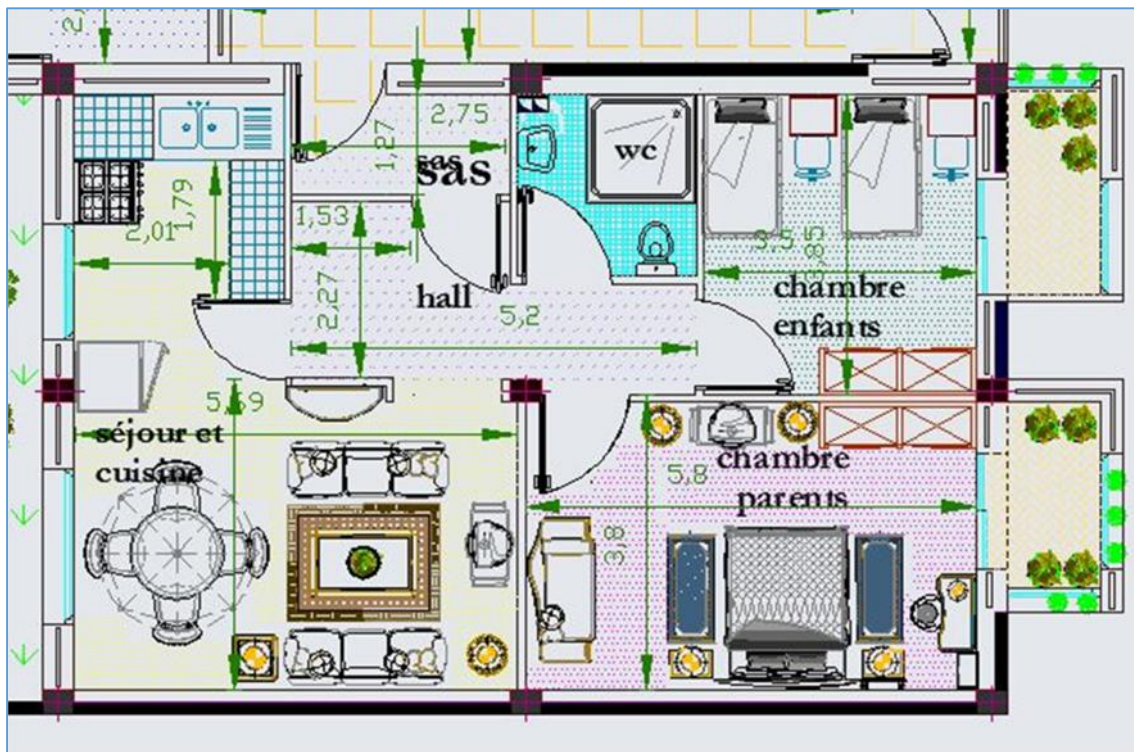
Nombre des ballons stockage est **4200 l/j** donc on opte pour deux ballons **2100 litres**

### IV.2.2. Evaluation des besoins en chauffage

Il conviendra de définir les éléments suivants :

- calcul des déperditions thermiques par les parois et par renouvellement d'air,
- détermination des besoins énergétiques prévisionnels en fonction du niveau de température et de l'intermittence,
- détermination de la puissance nécessaire.

✚ Dans le chauffage en va calculer pour un seul logement de type **E simple**



31-plan du logement type E simplex (source 60 )

Pour cela on a consulté Le DTR

### Règles de calcul du DTR

L'exigence réglementaire sur laquelle, s'appuie ce DTR consiste à limiter les déperditions calorifiques des logements en fixant un seuil à ne pas dépasser (appelé déperditions de Référence). Le respect de ce seuil devrait permettre une économie de 20 à 30% sur la consommation d'énergie pour le chauffage des logements, sans pour autant se réaliser au détriment du confort des utilisateurs

et réglementations applicables :

- Prescriptions techniques et fonctionnelles applicables aux logements (oct. 2007) visant notamment l'introduction de nouvelles technologies du bâtiment et des systèmes constructifs de manière à réduire les délais et les coûts de réalisation.
- Instruction ministérielle du 7 mars 1981 applicable aux wilayas du Sud
- Règles de calcul des déperditions calorifiques des bâtiments d'habitation D.T.R.C 3-2
- Règles de calcul des apports calorifiques des bâtiments D.T.R.C 3-4
- Ventilation naturelle des locaux à usages d'habitation D.T.R.C 3-3.1

## Vérification et déperditions de référence

- Vérification réglementaire

Les déperditions par transmission  $D_T$  du logement doivent vérifier:

$$D_T \geq 1,05 \times D_{\text{réf}} \quad [\text{W}/^\circ\text{C}]$$

$D_T$  (en  $\text{W}/^\circ\text{C}$ ) représente les déperditions par transmission du logement,

$D_{\text{réf}}$  (en  $\text{W}/^\circ\text{C}$ ) représente les déperditions de référence.

- Calcul des déperditions de référence

Les déperditions de référence  $D_{\text{réf}}$  sont calculées par la formule suivante:

$$D_{\text{réf}} = a \times S_1 + b \times S_2 + c \times S_3 + d \times S_4 + e \times S_5 \quad [\text{W}/^\circ\text{C}]$$

Où les  $S_i$  (en  $\text{m}^2$ ) représentent les surfaces des parois en contact avec l'extérieur, un comble, un vide sanitaire, un local non chauffé ou le sol. Elles concernent respectivement  $S_1$  la toiture,  $S_2$  le plancher bas, y compris les planchers bas sur locaux non chauffés,  $S_3$  les murs,  $S_4$  les portes,  $S_5$  les fenêtres et les portes fenêtres.  $S_1, S_2, S_3$  sont comptées de l'intérieur des locaux,  $S_4$  et  $S_5$  sont comptées en prenant les dimensions du pourtour de l'ouverture dans le mur.

Zone	Logement individuel					Logement en immeuble collectif				
	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
A	1,10	2,40	1,40	3,50	4,50	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50
B	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	0,90	2,40	1,20	3,50	4,50
B'	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	0,90	2,40	1,20	3,50	4,50
C	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	0,85	2,40	1,20	3,50	4,50
D	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50
D'	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50

Tableau4: détermination des coefficients en fonction de la zone climatique.

Les coefficients a, b, c, d et e, (en  $\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ) sont donnés dans le tableau. Ils dépendent de la nature du logement et de la zone climatique (pour déterminer les zones voir DTR C3-2).

Les déperditions de référence par renouvellement d'air n'ont pas été prises en compte pour le calcul des déperditions de référence.

Estimation des charges :

1- Estimation des charges en hiver :

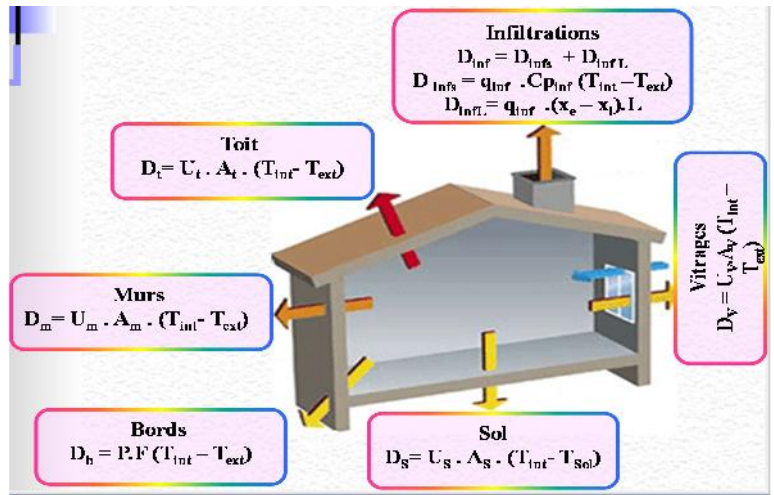


Figure 2.2: Bilan Thermique en Hiver

Déperditions calorifiques par le toit :

$$D_t = U_t \cdot A_t \cdot (T_{int} - T_{ext})$$

$T_{ext}$ )

$D_t$  : Flux de chaleur [W].

$U_t$  : Coefficient global de transmission de la chaleur [W/m . K]

$A_t$ : Surface du toit [m2].

$T_{int}$ : Température intérieure du local [°C].

$T_{ext}$ : Température extérieure [°C].

a) Déperditions calorifiques à travers les murs extérieurs :

$$D_m = U_m \cdot A_m \cdot (T_{int} - T_{ext})$$

$A_m$  : Surface du mur en [m2].

$U_m$  : Coefficient global de transmission de la chaleur du mur [W/m2. K].

b) Déperditions à travers le vitrage:

$$D_v = U_v \cdot A_v \cdot (T_{int} - T_{ext})$$

$A_v$  ; Surface des vitres [m2].

$U_v$ : Coefficient global de transmission de la chaleur du vitrage [W/m2. K]

c) Déperditions calorifiques par les bords :

$$D_b = P \cdot F \cdot (T_{int} - T_{ext})$$

$F$  : Coefficient de perte de chaleur de la dalle  $F = 0.2$

$P$  : Périmètre du local en contact avec l'extérieur en [m].

d) Déperditions calorifiques par le plancher bas :

$$D_p = U_p \cdot A_p \cdot (T_{int} - T_{sol})$$

$A_p$ : Surface du plancher en [m2].

$U_p$ : Coefficient de transmission de chaleur globale.

$T_{SOL}$ : Température de sol = 10°C.

e) Déperditions calorifiques par infiltrations :

$$D_{inf} = D_{infS} + D_{infL}$$

$$D_{infS} = q_{inf} \cdot C_{p_{inf}} (T_{int} - T_{ext})$$

$$D_L = q_{inf} (x_i - x_e) L$$

En hiver  $D_{infL} = 0$  (Car la chaleur latente de vaporisation d'eau  $L$  est nulle).

$C_{p_{inf}} = 1005 \text{ J/kg air sec}$  : Chaleur massique de l'air infiltré [J/Kg. °K].

$q_{inf}$  : Débit massique de l'air infiltre [kg/s] calculé à partir de la formule :

$$q_{inf} = 2 \cdot v_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$$

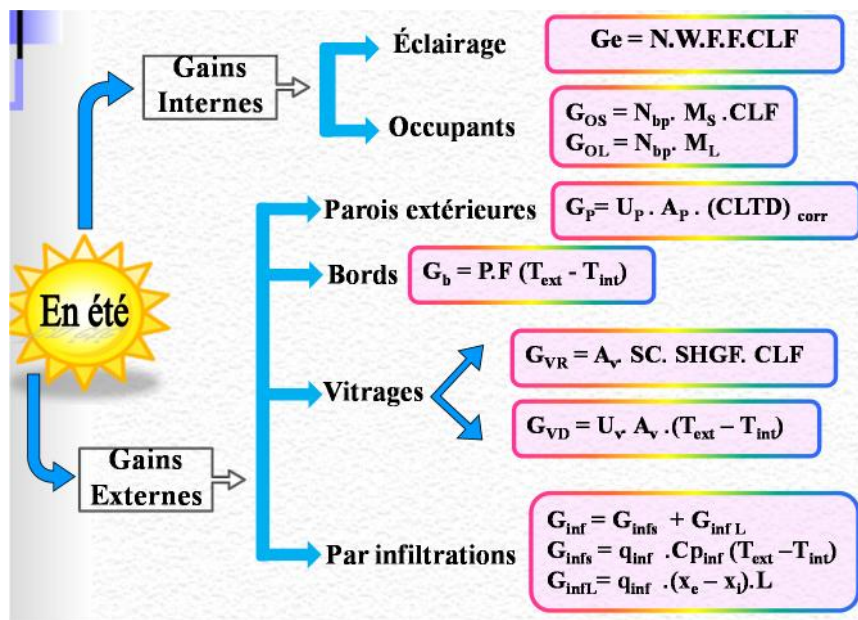
$v_i$  : Volume de la pièce exprimé en [m<sup>3</sup>].

$N_{50}$  : Taux horaire de renouvellement d'air, exprimé en [h<sup>-1</sup>]

$e_i$  : Classe d'exposition au vent du local.

$\varepsilon_i$  ; Tient compte de la hauteur du local chauffé par rapport au sol.

- Estimation des charges en été :



Gains internes :

a) Gains dus à l'éclairage :



Les gains d'éclairage constituent une source de chaleur sensible. Si l'on connaît la puissance installée pour l'éclairage, les gains dus à l'éclairage sont donnés par la formule suivante :

$$G_e = N_L \cdot W \cdot F_U \cdot F_B \cdot CLF$$

W : Puissance nominale de l'ampoule ou du tube fluorèscent [W].

F<sub>B</sub> : Coefficient de majoration, il est égale a :

- 1,2 Pour les lampes à incandescence ;
- 1,25 Pour les tubes fluorescents ;

F<sub>U</sub> : Pourcentage de chaleur résiduelle correspondant à la part d'énergie restant dans la salle.

CLF : Coefficient de l'apport sensible de l'éclairage.

#### b) Gains dus aux occupants :

Le corps humain est le siège de transformations endothermiques dont l'intensité est variable suivant l'individu et l'activité déployée.

Une part de son énergie est dissipé dans le milieu ambiant sous forme de Chaleur sensibles et chaleur latente.

$$G_{os} = N_{bp} \cdot M_s \cdot CLF$$

$$G_{ol} = N_{bp} \cdot M_L$$

N<sub>bp</sub> : Nombre d'occupent.

M<sub>s</sub> : Quantité de chaleur sensible dégagée par une personne [W].

M<sub>L</sub> : Quantité de chaleur latente dégagée par une personne [W].

CLF: Coefficient de l'apport sensible des occupent.

#### Gains externes :

##### c) Gains chaleur dus aux parois extérieures :

Les gains de chaleur à travers les parois extérieures (mur, toit) sont dus non seulement à la différence entre les températures de l'air alignant leurs faces extérieures et intérieures, mais également au fait que leurs faces extérieures sont soumises au rayonnement solaire, pour cela on trouve des tableaux qui donnent la différence de température équivalente (CLTD).

Les gains de chaleur par les murs s'écriront :

$$G_m = U_m \cdot A_m \cdot CLTD_{corr}$$

A : Surface du mur extérieur [m<sup>2</sup>].

U<sub>m</sub> : Coefficient de transmission de la chaleur global [W/m<sup>2</sup>.K].

$$CLTD_{corr} = CLTD + (25,5 - T_{int}) + (T_{ext} - 29,5)$$

Avec:

CLTD : Différence de température équivalente

CLTD<sub>corr</sub> : Différence de température équivalente corrigée.

T<sub>int</sub> : Température intérieure [°C].

T<sub>ext</sub> : Température extérieure [°C].

**d) Gains dus aux vitrages :**

Les gains dus aux vitrages sont la somme des gains dus à la pénétration des rayonnements solaires et les gains dus à la différence de la température.

**1- Gains dus à la pénétration des rayonnements solaires :**

Ce gain de chaleur peut se mettre sous la forme :

$$G_{VR} = A_v \cdot SC \cdot SHGF \cdot CLF$$

Avec :

A<sub>v</sub> : Surface de la vitre [m<sup>2</sup>].

SC : Coefficient d'ombre qui dépend du type de vitre et sa constitution.

SHGF : Facteur de gain solaire à travers le vitrage qui dépend de :

- L'orientation de la vitre (Nord, sud, .).
- La période de l'année.
- CLF : Coefficient de l'apport des fenêtres dépend de :
  - L'heure solaire.
  - L'orientation de la vitre.

**2- Gains dus à la différence de température :**

Ce gain de chaleur peut se mettre sous la forme :

$$G_{VD} = U_v \cdot A_v (T_{int} - T_{ext})$$

U<sub>v</sub>: Coefficient de conductivité thermique du vitrage [W/m<sup>2</sup>.°C],

A<sub>v</sub> : Surface du vitre [m<sup>2</sup>].

**e) Gains dus aux bords:**

$$G_b = P.F. (T_{int} - T_{ext})$$

F : Coefficient de perte de chaleur de la dalle F = 0.2

P : Périmètre du local en contact avec l'extérieur en [m].

**f) Gains dus au toit :**

Les gains de chaleur par les murs s'écriront :

$$G_m = U_m \cdot A_m \cdot CLTD_{corr}$$

Avec:

A: Surface du toit [m<sup>2</sup>].

U<sub>m</sub> ; Coefficient de transmission de la chaleur global [W/m<sup>2</sup>.K],

$$CLTD_{corr} = CLTD + (25,5 - T_{int}) + (T_{ext} - 29,5)$$

Avec:

CLTD : Différence de température équivalente

CLTD<sub>corr</sub> : Différence de température équivalente corrigée.

T<sub>it</sub> : Température intérieure [°C].

T<sub>ext</sub> : Température extérieure [°C].

**g) Gains dus aux infiltrations :**

$$G_{inf} = G_{inf S} + G_{inf L}$$

$$G_{inf S} = q_{inf} \cdot Cp_{inf} (T_{int} - T_{ext})$$

$$G_{inf L} = q_{inf} \Delta h$$

q<sub>inf</sub> : Débit massique de l'air infiltré [kg/s] calculé à partir de la formule :

$$q_{inf} = (N \cdot V) / (3600 \cdot v_e)$$

Δh : Différence d'enthalpie en [kJ/kg<sub>as</sub>].

V : Volume du local exprimé en [m<sup>3</sup>].

N : Nombre de renouvellement d'air, exprimé en [h<sup>-1</sup>].

v<sub>e</sub> : Volume spécifique de l'air extérieur [m<sup>3</sup>/kg].

### IV.2.2.1. Systèmes constructif et matériaux adaptés:

Pour le cas choisi (simplex E) voici les matériaux utilisés et les caractéristiques de tous les éléments constitutifs présentés dans pléiade

#### 1-Le mur extérieur :

Caractéristiques de la composition

Classe: Murs

Nom: mur exterieur m2

Complément:

Origine:

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	
Enduit plâtre	M	1	15	0.35	0.03	Extérieur ↓ Intérieur
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Polystyrène expansé	M	8	2	0.04	2.05	
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Enduit plâtre	M	1	15	0.35	0.03	
Total		30.0	170		2.53	

5-tableau des caractéristiques de mur extérieur

#### 2- Le mur intérieur :

Caractéristiques de la composition

Classe: Murs

Nom: mur int m2

Complément:

Origine:

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	
Plâtre courant	M	1.5	12	0.35	0.04	Extérieur ↓ Intérieur
Brique creuse de 7.5 cm	E	7.5	54	0.47	0.16	
Plâtre courant	M	1	8	0.35	0.03	
Total		10.0	74		0.23	

6-tableau des caractéristiques de mur intérieur

**L'isolant utilisé pour les murs extérieurs Le polystyrène expansé (PSE) :** est fabriqué au moyen d'hydrocarbure (Styrène) expansé à la vapeur d'eau et au pentane, présente donc une structure à pores ouverts

#### Avantages

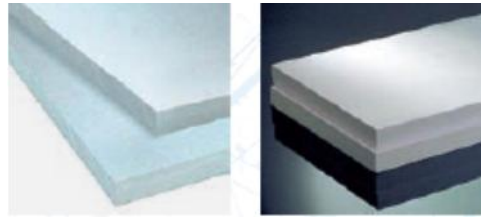
- ✓ Excellentes propriétés mécaniques
- ✓ Sa facilité de mise en œuvre
- ✓ Bonne performance thermique
- ✓ Coût faible de ce matériau (PSE)
- ✓ Bonne performance thermique
- ✓ Bonne stabilité dimensionnelle (XPS)
- ✓ Imputrescible

#### Inconvénients

- ✓ Mauvaise stabilité dimensionnelle (PSE)
- ✓ à long terme



- ✓ Énergie grise importante (énergie nécessaire
- ✓ pour la production du matériau)
- ✓ Dégradation des caractéristiques en cas de
- ✓ longue exposition aux U.V (PSE)
- ✓ Ressource non renouvelable
- ✓ Non recyclable



### 3-Le plancher bas :

**Caractéristiques de la composition**

Classe: Planchers

Nom: plancher bas m2

Complément:

Origine:

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R
Marbre	M	1	26	2.90	0.00
Mortier	M	1	20	1.15	0.01
Hourdis de 20 en béton	E	20.0	260	1.33	0.15
Placoplâtre BA 10	E	1.0	8	0.33	0.03
Total		23.0	314		0.19

Extérieur ↓ Intérieur

7-tableau des caractéristiques du plancher bas

### 4- toiture (plancher haut)

**Caractéristiques de la composition**

Classe: Planchers

Nom: plancher bas m2

Complément:

Origine:

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R
Marbre	M	1.0	26	2.90	0.00
Mortier	M	1.0	20	1.15	0.01
Hourdis de 20 en béton	E	20.0	260	1.33	0.15
Placoplâtre BA 10	E	1.0	8	0.33	0.03
Total		23.0	314		0.19

Extérieur ↓ Intérieur

8-tableau des caractéristiques du plancher haut

### 5-Les portes :

**Caractéristiques du vitrage**

Classe: Portes

Nom: Porte bois intérieure m2

Complément: donnant sur local non chauffé

Origine: Règles ThK

Nombre de vitrages: Opaque

Changer les caractéristiques

Facteur solaire moyen: 0.00

Coeff U moyen: 5.00 W/(m2.K)

% de vitrage: 0 %

Vitrage: Facteur solaire: 0.00, Coeff U Vitrage: 3.50 W/(m2.K)

Cadre: Coeff U Opaque: 5.00 W/(m2.K)

9-tableau des caractéristiques des portes

### 6-Les portes fenêtres :

**Caractéristiques du vitrage**

Classe: Porte-fenêtres

Nom: P-Fen coul métal DV 4.12.4

Complément: ou alu sans coupure de pont thermique

Origine: Ouvrage "Conception Thermique de l'Habitat"+ règles TH-

Nombre de vitrages: 2 Vitrages

Changer les caractéristiques

Facteur solaire moyen: 0.67

Coeff U moyen: 4.51 W/(m2.K)

% de vitrage: 83 %

Vitrage: Facteur solaire: 0.81, Coeff U Vitrage: 3.90 W/(m2.K)

Cadre: Coeff U Opaque: 7.50 W/(m2.K)

10-tableau des caractéristiques des portes fenêtres

## 7-Les fenêtres :

**Caractéristiques du vitrage**

Classe Fenêtres

Nom Fen PVC DV 4.16.4 m2

Complément --

Origine Ouvrage "Conception Thermique de l'Habitat"+ règles TH-

Nombre de vitrages 2 Vitrages

Changer les caractéristiques

Facteur solaire moyen 0.57

Coeff U moyen 2.47 W/(m2.K)

% de vitrage 70 %

Vitrage

Facteur solaire 0.81

Coeff U Vitrage 2.80 W/(m2.K)

Cadre

Coeff U Opaque 1.70 W/(m2.K)

11-tableau des caractéristiques des fenêtres

## Voici résumé des caractéristiques des composants dans Alcyone

Alcyone

Fichier Edition Plan Affichage Aide

Données de construction Plan Exporter vers Pleiades + Comfie 3D

Situation

Situation de la station asma blida Latitude 36.68 °

Composition par défaut des parois

Paroi externe mur exteneur m2 Selection

Paroi interne mur int m2 Selection

Plancher bas plancher bas m2 Selection  Vide sanitaire

Plancher intermédiaire Selection

Toiture plancher bas m2 Selection  Grenier ventilé

Composition standard

Utiliser la composition standard pour les parois externes

Utiliser la composition standard pour les parois internes

Utiliser la composition standard pour les planchers bas

Utiliser la composition standard pour les planchers bas

Utiliser la composition standard pour la toiture

Ne pas utiliser la composition standard

Composition par défaut des portes et des fenêtres

Fenêtres Fen PVC DV 4.16.4 m2 Selection Largeur de fenêtre par défaut 1.15 m Hauteur de fenêtre par défaut 1.00 m

Portes Porte bois intérieure m2 Selection Largeur de porte par défaut 0.83 m Hauteur de porte par défaut 2.04 m

Etats de surface par défaut

Face externe Calcaire clair Selection

Face interne L'ouleur lisse blanc Selection

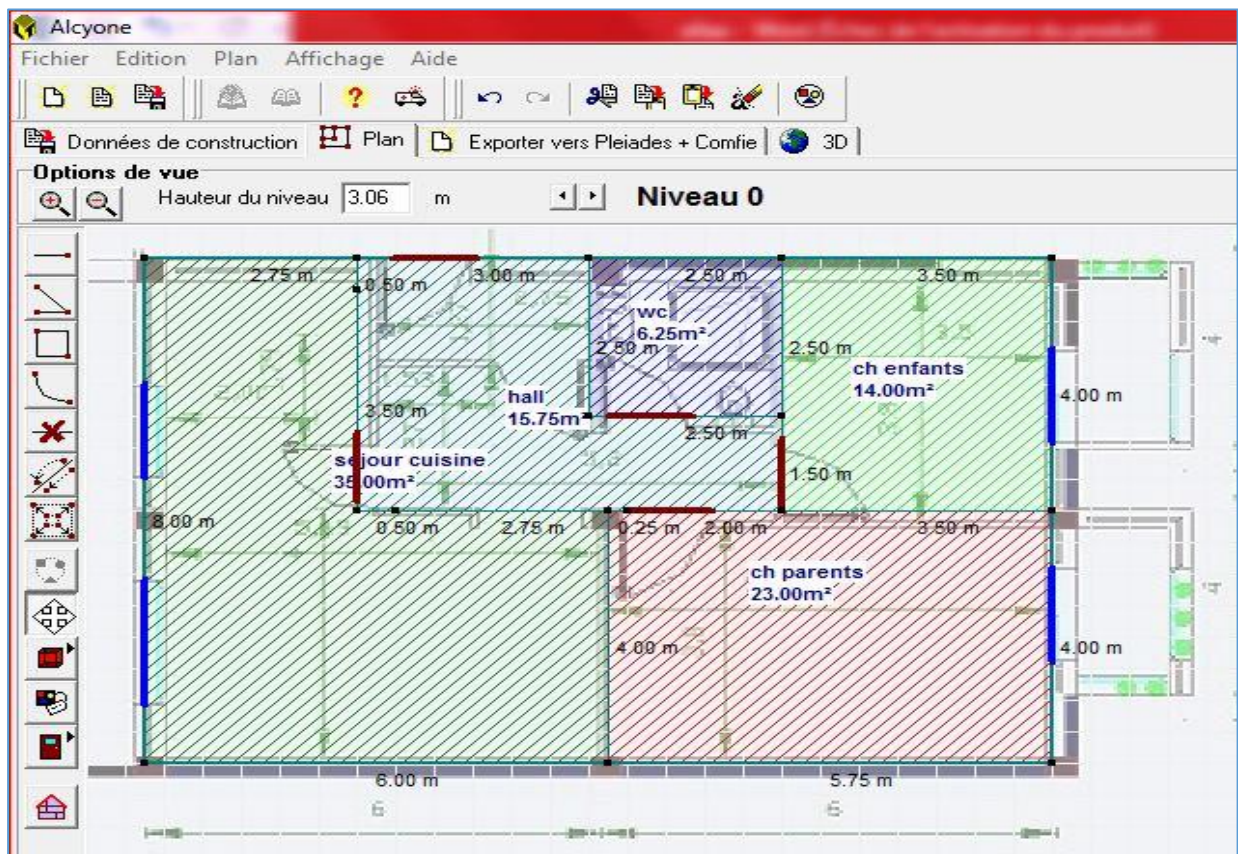
Plancher Calcaire clair Selection

Plafond Couleur lisse blanc Selection

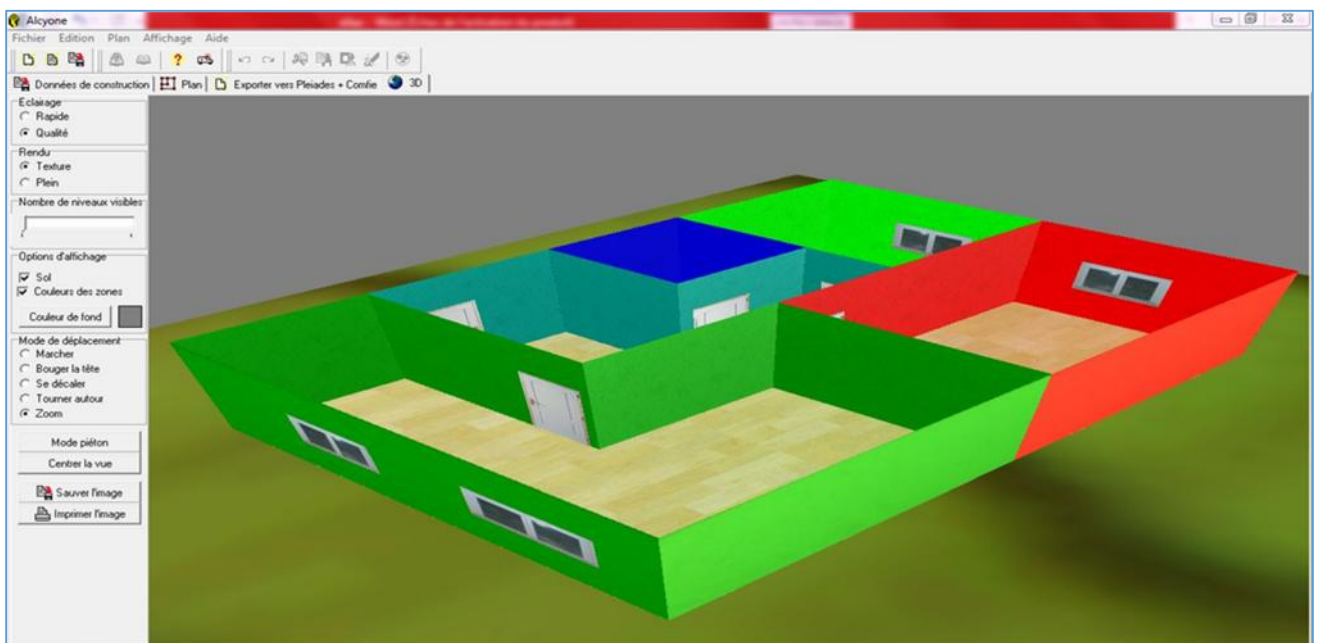
Toiture externe Selection

12-tableau des caractéristiques sur Alcyone





32-Plan du logement E simplexe avec les zones



33-3D des zones de logement

#### **IV.2.2.2. Simulation**

Dans cette étape de simulation, on va intégrer le chauffage en hiver. Pour savoir les besoins énergétiques en chauffage pour quantifier le nombre des panneaux solaires nécessaires pour répondre à ces besoins dans le cas le plus défavorable.

Dans ce projet je vais réaliser une STD afin de valider les objectifs cités ; La simulation des déroulements des scénarios durant l'année dans pléiades a la saison d'hiver.

J'ai choisi la période d'hiver pour cerner les besoins en chauffage suivent le fonctionnement du pléiades et suivent le type de besoin qu'on a ; chauffage, une saison froide qui nécessite et qui exige beaucoup plus de chauffage que de climatisation, cette idée a pour but de :

- ✓ Pouvoir injecté les scénarios différents l'un des autres et qui dépends du climat extérieur ; en hiver.
- ✓ Evité de faire un très grand nombre de STD pour atteindre à l'objectif désiré.

#### **\* Les scénarios utilisés dans l'appartement**

Sur PLEIADE, j'ai opté pour des scénarios en hiver, chauffage d'hiver .vu que le pléiade accepte qu'une simulation à la fois, donc j'ai choisi le confort d'hiver au lieux de l'été bien que certains points seront identiques durant toute l'année, comme les scénarios d'occupation et les gains de chaleur interne.

Les scénarios intégrés sont :

- La ventilation naturelle hivers
- L'occupation
- Consigne de thermostat chauffage

La période hivernale d'après les besoins de chauffage est la période borné entre **la 48<sup>ème</sup> et les 15<sup>ème</sup>** semaines de l'année, on ajoute que ce n'est pas forcément que la 1<sup>er</sup> semaines est l'équivalent au 1<sup>er</sup> janvier par pléiades.

## a/ Scenario de ventilation naturelle en hiver

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Judi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	25	25	25	25	25	25	25
2 H	25	25	25	25	25	25	25
3 H	25	25	25	25	25	25	25
4 H	25	25	25	25	25	25	25
5 H	25	25	25	25	25	25	25
6 H	25	25	25	25	25	25	25
7 H	25	25	25	25	25	25	25
8 H	25	25	25	25	25	25	25
9 H	25	25	25	25	25	25	25
10 H	100	100	100	100	100	100	100
11 H	100	100	100	100	100	100	100
12 H	100	100	100	100	100	100	100
13 H	100	100	100	100	100	100	100
14 H	100	100	100	100	100	100	100
15 H	100	100	100	100	100	100	100
16 H	100	100	100	100	100	100	100
17 H	100	100	100	100	100	100	100
18 H	100	100	100	100	100	100	100
19 H	100	100	100	100	100	100	100
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	25	25	25	25	25	25	25
22 H	25	25	25	25	25	25	25
23 H	25	25	25	25	25	25	25
24 H	25	25	25	25	25	25	25

13-tableau de scénario de ventilation naturelle en hiver

## b/ Scenario d'occupation

Le scénario d'occupation permet de définir le nombre de personnes résidant dans la cellule et leur fréquence de présence dans cette dernière. Le but de ce scénario étant de reproduire la chaleur émise par la présence d'une personne.

Pour ma modélisation, j'ai décidé de créer :

- 1 scénarios : celui du TOL 6 personnes dans les chambres, séjour e cuisine et hall ainsi celui de 1 personne dans le WC

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Judi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	100	100	100	100	100	100	100
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	100	100	100	100	100	100	100
8 H	25	25	25	25	25	100	100
9 H	25	25	25	25	25	100	100
10 H	25	25	25	25	25	100	100
11 H	25	25	25	25	25	100	100
12 H	50	50	50	50	50	100	100
13 H	50	50	50	50	50	100	100
14 H	25	25	25	25	25	100	100
15 H	25	25	25	25	25	100	100
16 H	25	25	25	25	25	100	100
17 H	25	25	25	25	25	100	100
18 H	100	100	100	100	100	100	100
19 H	100	100	100	100	100	100	100
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	100	100	100	100	100	100	100
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

14-tableau du scénario d'occupation

## c/scénario de consigne de thermostat

Les consigne de thermostat ont pour fonction de déclencher le chauffage si la température dans la pièce descend en dessous de la limite qu'on aura fixée au préalable pour nous le consigne de thermostat c'est juste pour déterminer les besoins de chauffage et de climatisation. L'intervalle de confort thermique est entre 20° et 26°.

- **Simulation sans consigne de thermostat :**

Sans l'intégration des scenarios de consigne de thermostat au niveau du fonctionnement des zones thermiques de notre logiciel pléiade Je vais voir exactement les résultats des différentes températures (Tmin, Tmax,Tmoy), dans mon logement , et ça va me permette d'évaluer le comportement thermique de ma conception bioclimatiques

Prises	Température	Température	Puiss. Chauffage	Puiss. Clim	T. Min	T. Moyenne	T. Max
couche	0.00	18.00	0.00	0.00	15.00	20.00	23.75
ch parents	0.00	18.00	0.00	0.00	14.00	20.20	24.00
hall	0.00	18.00	0.00	0.00	14.50	20.20	23.80
ch oncles	0.00	18.00	0.00	0.00	14.70	20.00	23.80
ave	0.00	18.00	0.00	0.00	17.00	20.40	24.40
Total	0.00	18.00	0.00	0.00			

Prises	Descriptif de confort	Moyenne d'absolu (Tmoy)	Amplification de T°C	Taux d'occupation	Taux de personnes
sejour cuisine	0.00 kWh/m3	22.75 (±10°C)	51.32 %	35.20 %	0.00 %
ch parents	0.00 kWh/m3	25.75 (±10°C)	55.56 %	35.00 %	0.00 %
hall	0.00 kWh/m3	22.20 (±10°C)	49.24 %	34.40 %	0.00 %
ch oncles	0.00 kWh/m3	22.20 (±10°C)	57.22 %	33.50 %	0.00 %
ave	0.00 kWh/m3	20.00 (±10°C)	42.76 %	37.20 %	0.00 %

15-tableau de la variante hiver sans thermostat

- **Simulation en hiver avec consigne de thermostat**

Dans cette étape de simulation, on va simuler avec chauffage en hiver, ce qui implique intégration de scenario de consigne de thermostat cet étape de simulation nous permis de quantifier les besoins énergétique nécessaire pour réaliser un confort agréable à l'intérieur, qui possède des températures de confort entre 20c° et 26c°.

Donc connaitre l'énergie dépensée pour rendre le temps d'un confort égale à 0 et aussi pour diminuer le maximum de moyenne de surchauffe max et l'amplification de température extérieure. Les scénarios intégrés sont : consigne de thermostat et occupation et ventilation naturelle



Interface Combi / NOM DU PROJ. / Proj. / VALENTIN LE PROJ. (maître avec thermostat)

Fichier Affichage Outils

Environnement Fonctionnement Simulation Zones

Lire des résultats Synthèse Graphiques Dernière utilisation Paramètres Calculs Paramètres

Historique

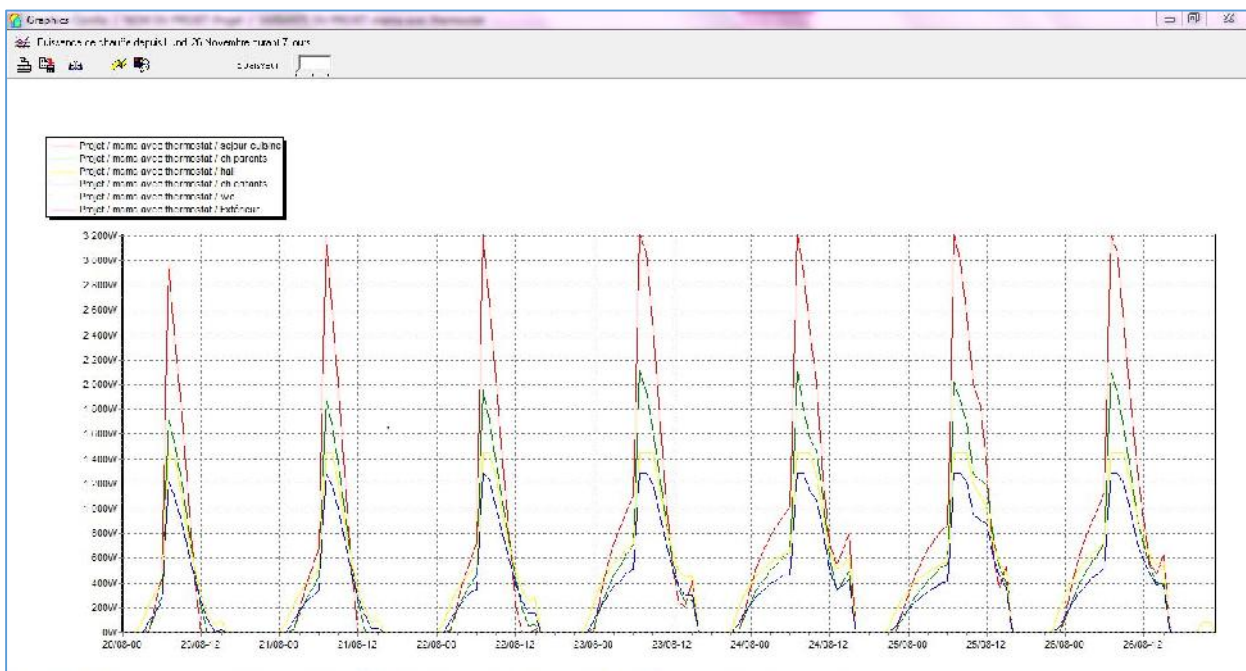
Type de simulation: P. Unit / maître avec thermostat

Zones	Besoins Cl.	Besoins Clm.	Poss. Chauff.	Perte Dht.	T° Min	T° moyenne	T° Ma-
Auver							
espace cuisine	4.4 kWh	0 kWh	3212 W	-0 W	21.00 °C	30.22 °C	42.79 °C
ch parents	1.20 kWh	0 kWh	2711 W	-0 W	24.99 °C	30.77 °C	44.00 °C
hall	573 kWh	0 kWh	1442 W	-0 W	24.99 °C	29.20 °C	42.88 °C
ch enfants	273 kWh	0 kWh	1232 W	-0 W	20.99 °C	30.23 °C	42.87 °C
vc	0 kWh	0 kWh	2 W	-0 W	18.00 °C	28.80 °C	41.41 °C
tot	1220 kWh	0 kWh	8052 W	0 W			

Zones	Besoins Chauffage	Maximale Besoin de Max	Au utilisation de % Ext	Index Climatol.	Perte de Besoin net
soeur cuisine	337 kWh/m²	82.46 (1/10°C)	55.97 %	71.43 %	14.22 %
ch parents	342 kWh/m²	85.08 (1/10°C)	65.48 %	71.04 %	14.95 %
hall	675 kWh/m²	77.20 (1/10°C)	57.00 %	74.46 %	20.27 %
ch enfants	432 kWh/m²	82.27 (1/10°C)	52.3 %	30.0 %	16.42 %
vc	0 kWh/m²	7.01 (1/10°C)	43.00 %	30.02 %	0.00 %

16-tableau de la variante hiver avec thermostat



4- Graph de puissance de chauffage durant la semaine la plus froide

### Calcul surface des capteurs: Sc

J'ai on a comme données du pléiade :

**\*Les besoins en chauffage en énergie : Eb = 1220 kw/h**

- Energie fournie par un capteur de 1m<sup>2</sup> /jour

$$E_c = i * r$$

$$E_c = 5.3 * 0.45$$

$$E_c = 2.385 \text{ kw/h/m}^2/\text{jour}$$

avec :

i= les radiations global.

r=rendement des capteurs.

A- Surface des capteurs :

$$S_c = E_b/E_c*j$$

$$S_c = 1220/ 2.385*180 = 2.84 \quad \text{en prend} \quad S_c = 3\text{m}^2$$

Surface captage de logement = **3 m<sup>2</sup>**

Nombre de capteur = **1.5 capteurs**

Ce qui implique que **3 capteurs** pour **2 logements** de type **E simple**

A travers la STD (simulation thermique dynamique) j'ai pu estimer les besoins de chauffage de mon logement, ce pendant j'ai pu intégrer un système de chauffage qui est le radiateur domestique alimenté par des capteurs solaire, et pour cela, dimensionner la surface de captions qui va assoupir les besoins minime en chauffage restant.



## Conclusion générale

Ce travail m'a permis d'appréhender plusieurs connaissances concernant le savoir des énergies renouvelables dans son étroite relation avec la conception architectural et l'environnement du site.

Mon travail sur ce projet, qui a fait l'objet de plusieurs études préalable, m'a donné la possibilité d'exploiter d'une manière concrète le concept d'éco gestion surtout la cible du confort thermique, afin d'établir un fond architecturale favorable à une intervention énergétique.

Le projet m'a permis d'aboutir à couvrir une partie des besoins en eau chaude sanitaire et de chauffage et arrivé à un thermique confort calculé par un logiciel (pléiades), non seulement des données intrinsèques du site mais également celles liées au climat, afin d'offrir aux utilisateurs de mon projet de meilleures conditions de confort avec des économies considérables en énergie.

Le faites d'établir des simulations thermique sur mon projet qui est un immeuble multifonctionnel à Blida, et avoir des résultats de confort thermique m'a ouvert une nouvelle voie, celle des énergies renouvelables, que j'espère bien, travailler plus sur ce domaine non seulement dans la recherche mais aussi dans toutes mes prochaines études réalisations architecturales et urbanistiques.

**REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE**

# **BIBLIOGRAPHIE**

## Les sites Web

1. <http://www.thermique55.com/principal/thermiquesolaire.pdf>
2. [www.astrosurf.com/astrospace/soleil.htm](http://www.astrosurf.com/astrospace/soleil.htm)
3. [www.cevennesconfort.com/ChaSol-ChaSol.php](http://www.cevennesconfort.com/ChaSol-ChaSol.php)
4. [www.lares-et-penates.fr/chauffe-eau-solaire-individuel-cesi/](http://www.lares-et-penates.fr/chauffe-eau-solaire-individuel-cesi/)
5. [www.ederenergies.fr/technologies.php](http://www.ederenergies.fr/technologies.php)
6. [www.outilssolaires.com/premier/prin-premier.htm](http://www.outilssolaires.com/premier/prin-premier.htm)
7. [www.hespul.org/CESI.html](http://www.hespul.org/CESI.html)
8. <http://pagesperso-orange.fr/f5zv/AMIS/GAIA/GA04/GA04A07.html>
9. [www.jura-energiesolaire.com](http://www.jura-energiesolaire.com)
10. <http://www.portailconstructiondurable.be/article/batiment-durable-de-z-printemps->
11. <http://www.reporters.dz/batiment-et-efficacite-energetique-lidee-de-leco-construction-relancee-en-algerie/37817>
12. [www.actu-environnement.com](http://www.actu-environnement.com)
13. [http://www.cder.dz/vlib/bulletin/pdf/bulletin\\_022\\_06.pdf](http://www.cder.dz/vlib/bulletin/pdf/bulletin_022_06.pdf)
14. [http://conseils-thermiques.org/contenu/ouvrant\\_facteur\\_solaire.php](http://conseils-thermiques.org/contenu/ouvrant_facteur_solaire.php)
15. <http://www.izuba.fr/logiciel/meteocalc>
16. <https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/tel-01139365/document>
17. [http://ibpsa.fr/jdownloads/Conferences\\_et\\_Congres/IBPSA\\_France/2008\\_conferenceIBPSA/i](http://ibpsa.fr/jdownloads/Conferences_et_Congres/IBPSA_France/2008_conferenceIBPSA/i)
18. <http://www.consoneo.com/appartement-ecologique/solaire-photovoltaique/>
19. <http://les-cles-de-la-maison.devis-plus.com/le-plancher-chauffant-un-gain-de-confort-au-quotidien/>
20. <http://www.spirexel.com/chauffage-pompe-a-chaleur-atlantic/>
21. <http://www.atlantic.fr/nos-produits/tous-les-produits-chauffage-electrique/>
22. <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?catid=1504/>
23. <http://www.dualsun.fr>
24. [www.bioalaune.com](http://www.bioalaune.com)
25. [www.archiexpo.it](http://www.archiexpo.it)
26. [www.home-econergie.com](http://www.home-econergie.com)
27. [www.solairethermique.guidenr.fr](http://www.solairethermique.guidenr.fr)
28. [http://lentreprise.lexpress.fr/creation-entreprise/idees-business/helioclim-la-clim-et-le-chauffage-tout-en-un\\_1524016.html](http://lentreprise.lexpress.fr/creation-entreprise/idees-business/helioclim-la-clim-et-le-chauffage-tout-en-un_1524016.html)
29. [www.solarconcept.be](http://www.solarconcept.be)
30. [www.greenunivers.com](http://www.greenunivers.com)
31. [www.solaris-store.com](http://www.solaris-store.com)
32. [www.hellopro.fr](http://www.hellopro.fr)
33. [www.energies-vertes-bourbonnais.fr](http://www.energies-vertes-bourbonnais.fr)
34. [www.solairethermique.guidenr.fr](http://www.solairethermique.guidenr.fr)
35. [ecohabitat.wordpress.com](http://ecohabitat.wordpress.com)
36. [outilssolaires.com](http://outilssolaires.com)
37. [www.rayon-vert.pro](http://www.rayon-vert.pro)
38. [www.notre-maison.info](http://www.notre-maison.info)

## **Les livres consultés**

39. A.A.Sfeir, G.Guarracino « Ingénierie des systèmes solaires application à  
a. L’habitat ». Edition Technique et. Documentation 1981.
40. ADEME « performance et économique, le chauffe- eau solaire individuel » 2008
41. André JOFFRE, « énergie solaire thermique dans le bâtiment. Chauffe-eau solaires ».  
BE 9 164.année 2008.
42. André de hard et Alin liébard Edition : Traités de l’architecture et de l’urbanisme  
bioclimatique/ Le Moniteur
43. Bureau Vertias : Guide des techniques de construction durable
44. Ch.Chauliaguet, P.Baratçabal, J.P Batellier « l’énergie solaire dans le bâtiment »  
a. Edition Eyrdles 1979Samuel BRAGARD « le chauffe-eau solaire » Energie  
2030 Agence s.a.
45. P.Amet, G.Gourdon, Y.Guern, R.Jules, E.Marguet & F.Mykieta « installer un  
a. chauffage ou un chauffe-eau solaire ». Editions EYROLLES. 2008
46. Françoise Arnold: Le logement collectif: de la conception à la réhabilitation  
a. Edition : Le moniteur / Année 2005
47. Jacques Bernard « Energie solaire calculs et optimisation ». Edition ellipse 2004.  
a. Edition : Le Moniteur / Année : Décembre 2010 / ISBN : 703386U
48. Pascal Tobaly « Echangeurs de chaleur ». Mars 2002
49. Pierre Fernandez - Pierre Lavigne : Concevoir des bâtiments bioclimatiques Fondement  
& méthodes Edition : Le Moniteurs / Année : novembre 2009 / ISBN : 9782281114546

## **Les mémoires consultés**

50. Thèse De Doctorat : Etude Energétique De Chauffage, Rafraichissement Et Eau  
Chaude Sanitaire D’une Maison Type En ALGERI réalisé par Razika Kharchi ;  
Université Abou - Bekr Belkaïd - Tlemcen ; Faculté des Sciences. Département de  
Physique : Unité de Recherche Matériaux et Energies Renouvelables
51. Mémoire : Intégration d’un plancher chauffant solaire dans un habitat, Département de  
Génie Mécanique Option : Énergétique
52. Mémoire : Chauffage Des Bungalows De Hammam Righa par Les Energies  
Renouvelables, réalisé par Chabane Meriem
53. , Département de Génie Mécanique Option : Application Des Energies Renouvelables  
Dans L’habitat, Blida
54. Mémoire : Confort thermique avec intégration d’un système de chauffage comme  
solution dans l’habitat collectif, réalisé par Département de Génie Mécanique Option :  
Application Des Energies Renouvelables Dans L’habitat

55. Mémoire : Optimisation énergétique et dimensionnement d'un système solaire pour les vestiaires du stade Tchaker réalisé par : Taslamet Mohccine Département de Génie Mécanique Option : Application Des Energies Renouvelables Dans L'habitat, Blida
56. Mémoire : confort thermique avec intégration d'un système de chauffage comme solution dans l'habitat collectif réalisé par : DJERAD Tarek abbes Département de Génie Mécanique Option : Application Des Energies Renouvelables Dans L'habitat, Blida

**Autres :**

58-L'ensemble des cours du module énergie renouvelable

59-Les documents transmis en Atelier

60 -Mémoire de fin d'étude en architecture option Habitat et Environnement

Par Mme DOUHA Asma /2011-Conception d'un immeuble multifonctionnel de HQE (Habitat intégré) à Blida

# Nomenclature

Symbole		Unité
<b>D<sub>T</sub></b>	représente les déperditions par transmission du logement	W/°C
<b>D<sub>réf</sub></b>	représente les déperditions de référence	W/°C
<b>D<sub>t</sub></b>	Flux de chaleur	W
<b>U<sub>t</sub></b>	Coefficient global de transmission de la chaleur	W/m.K
<b>A<sub>t</sub></b>	Surface du toit	m <sup>2</sup>
<b>T<sub>int</sub></b>	Température intérieure du local	°C
<b>T<sub>ext</sub></b>	Température extérieure	°C
<b>A<sub>m</sub></b>	Surface du mur	m <sup>2</sup>
<b>U<sub>m</sub></b>	Coefficient global de transmission de la chaleur du mur	W/m <sup>2</sup> . K
<b>A<sub>v</sub></b>	Surface des vitres	m <sup>2</sup>
<b>U<sub>v</sub></b>	Coefficient global de transmission de la chaleur du vitrage	W/m <sup>2</sup> . K
<b>F</b>	Coefficient de perte de chaleur de la dalle	-
<b>P</b>	Périmètre du local en contact avec l'extérieur	m
<b>A<sub>p</sub></b>	Surface du plancher	m <sup>2</sup>
<b>U<sub>p</sub></b>	Coefficient de transmission de chaleur globale.	-
<b>T<sub>sol</sub></b>	Température de sol	°C
<b>C<sub>p</sub>inf</b>	Chaleur massique de l'air infiltré	J/Kg. °K
<b>q<sub>inf</sub></b>	Débit massique de l'air infiltre	kg/s
<b>V<sub>i</sub></b>	Volume de la pièce exprimé en	m <sup>3</sup>
<b>N<sub>50</sub></b>	Taux horaire de renouvellement d'air	h <sup>-1</sup>
<b>e<sub>i</sub></b>	Classe d'exposition au vent du local.	-
<b>v<sub>i</sub></b>	Tient compte de la hauteur du local chauffé par rapport au sol	-
<b>W</b>	Puissance nominale de l'ampoule ou du tube fluorérent	W
<b>F<sub>B</sub></b>	Coefficient de majoration	-
<b>F<sub>U</sub></b>	Pourcentage de chaleur résiduelle correspondant à la part d'énergie restant dans la salle	-
<b>CLF</b>	Coefficient de l'apport sensible de l'éclairage	-
<b>M<sub>s</sub></b>	Quantité de chaleur sensible dégagée par une personne	W
<b>M<sub>L</sub></b>	Quantité de chaleur latente dégagée par une personne	W
<b>CLF</b>	Coefficient de l'apport sensible des occupent	-
<b>A</b>	Surface du mur extérieur	m <sup>2</sup>
<b>U<sub>m</sub></b>	Coefficient de transmission de la chaleur global	W/m <sup>2</sup> .K
<b>CLTD</b>	Différence de température équivalente	-
<b>CLTD<sub>corr</sub></b>	Différence de température équivalente corrigée	-
<b>A<sub>v</sub></b>	Surface de la vitre	m <sup>2</sup>
<b>SC</b>	Coefficient d'ombre qui dépend du type de vitre et sa constitution	
<b>SHGF</b>	Facteur de gain solaire à travers le vitrage	°C
<b>U<sub>v</sub></b>	Coefficient de conductivité thermique du vitrage	W/m <sup>2</sup> .°C
<b>U<sub>h</sub></b>	Différence d'enthalpie	kJ/kg <sub>as</sub>
<b>E</b>	Energie	KWh
<b>IGP</b>	Irradiation Globale sur plan de 1m <sup>2</sup>	KWh/m <sup>2</sup>





# Darel Beida

Nom du site

603900

WMO

36.717

Latitude [°N]

25

Altitude [m a.s.l.]

3.25

Longitude [°E]

IV, 1

Climat de la région

**Standard**

Modèle rayonnement

2000–2009

Période de température

**Standard**

Modèle température

1991–2010

Période de rayonnement

**Perez**

Modèle rayonn. incl.

## Information supplémentaire

Incertitude des valeurs annuelles: Gh = 3%, Bn = 5%, Ta = 0.3 °C

Tendance de Gh / décennie: 1.7%

Variabilité de Gh / an 4.2%

Sites d'interpolation du rayonnement Satellite data

Mois	Ta	H_Gh	H_Dh	H_Bn	Sd	Rh	FF
	[°C]	[kWh/m2]	[kWh/m2]	[kWh/m2]	[h]	[%]	[m/s]
Janvier	10.2	81	33	115	164	78.4	2.4
Février	11.0	91	43	100	169	74.9	2.5
Mars	13.5	141	63	132	199	73.4	2.7
Avril	15.6	166	75	142	223	72.5	3.0
Mai	19.1	198	87	163	280	70.8	3.0
Juin	23.2	224	81	204	302	65.1	3.1
Juillet	25.9	239	71	236	333	66.1	3.1
Août	26.3	207	73	192	302	66.2	2.9
Septembre	23.3	157	63	152	243	69.5	2.8
Octobre	20.2	124	48	144	209	71.9	2.3
Novembre	14.7	87	35	119	172	74.0	2.5
Décembre	11.8	73	27	120	160	75.9	2.6
Année	17.9	1784	699	1817	2756	71.6	2.7

H\_Gh: Irradiation du rayonnement global horizontal

H\_Dh: Irradiation du rayonnement diffus horizontal

H\_Bn: Irradiation du rayonnement direct normal

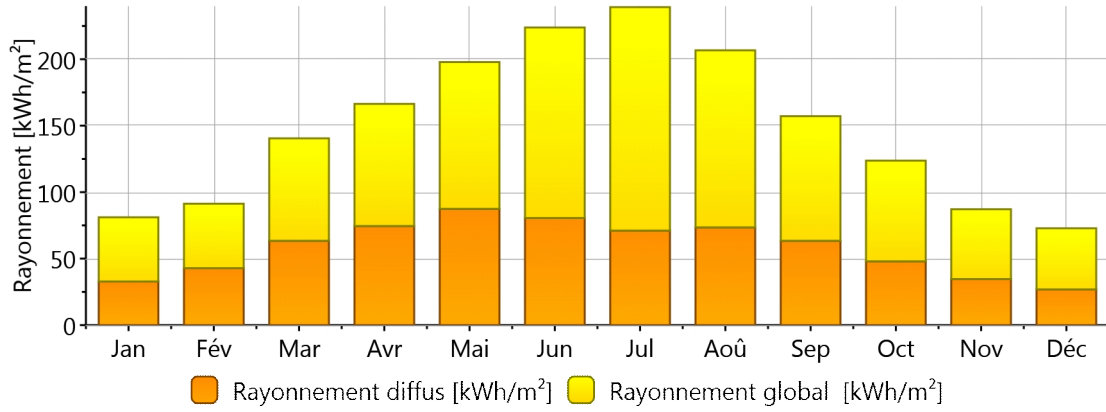
Ta: Temperature de l'air

FF: Vitesse du vent

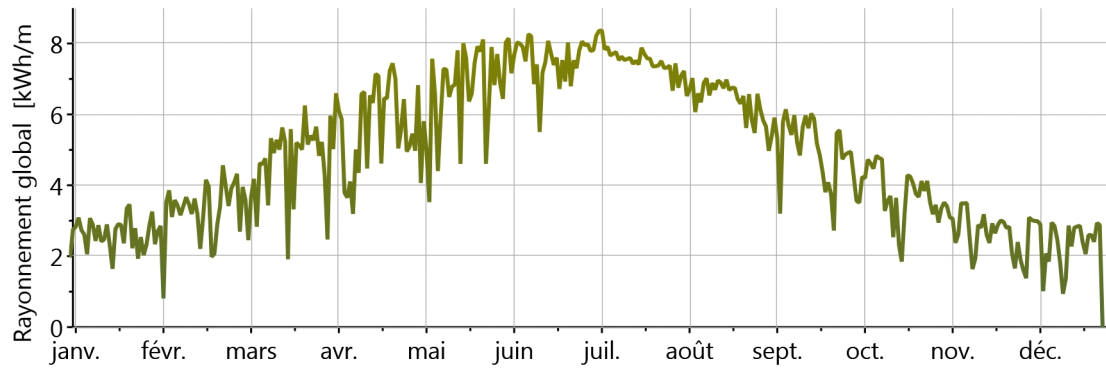
Rh: Temperature de l'air

SD: Duree d'insolation

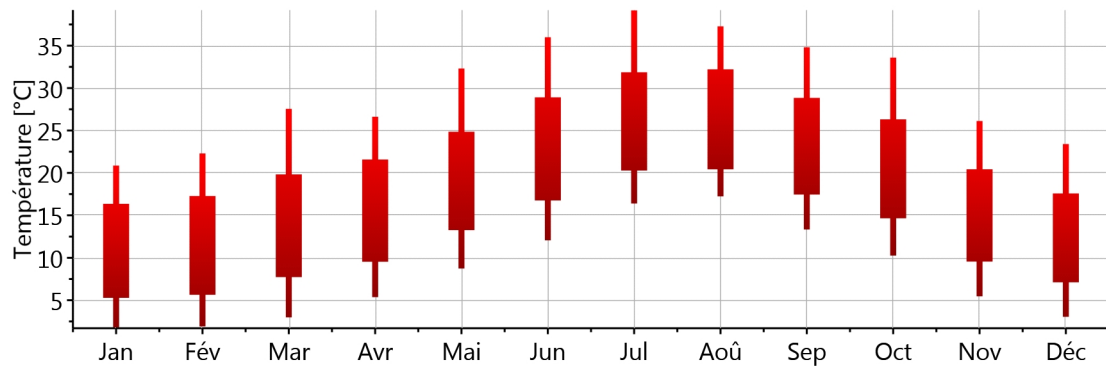
## Rayonnement mensuel



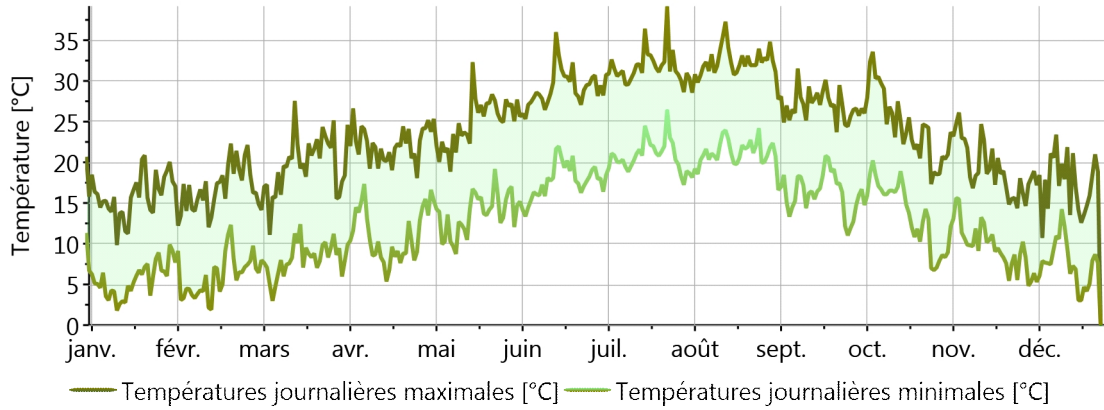
## Rayonnement global journalier



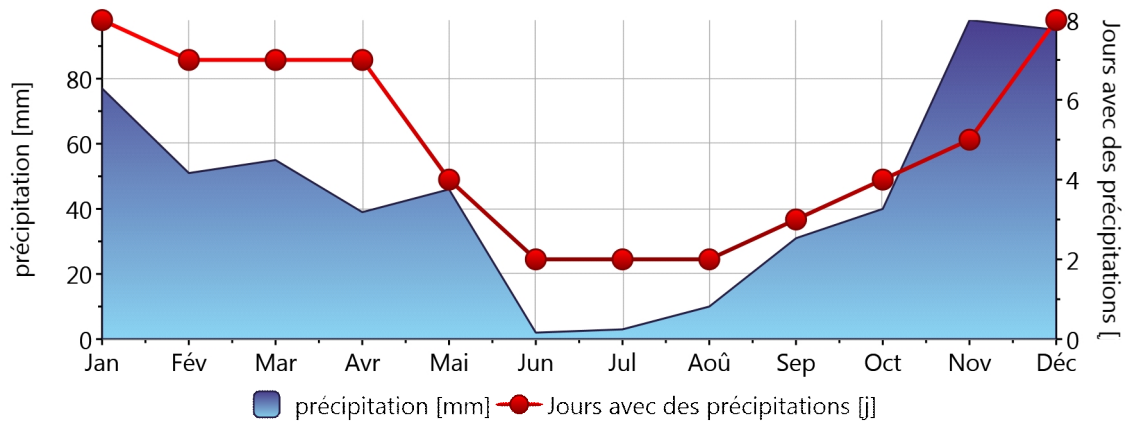
## Température mensuelle



## Température journalière



## Précipitations



## Durée d'insolation

