



## MEMOIRE

Présenté au DEPARTEMENT des ENERGIESRENOUVELABLES

Par : BENNA Mohamed

Pour l'obtention du diplôme de :

### MASTER EN ENERGIES RENOUVELABLES

OPTION : Energie Renouvelable et Habitat Bioclimatique

THEME :

### INFLUENCE DE QUELQUES PARAMETRES SUR LE COMPORTEMENT THERMIQUE D'UN BATIMENT

Soutenu le 21/06/2017 devant le jury composé de :

HAMID Abdelkader	MCA	Président
Mme. GUEBLI	MAA	Examinatrice
LAFRI Djamel	MAA	Examineur
SEMMAR Djaffar MCA	Promoteur	

2016/2017

## RESUME

L'énergie est l'un des facteurs déterminants communs liés aux problèmes sociaux, environnementaux et économiques, mais elle peut aussi contribuer à leur solution. Parmi les secteurs où les études pourraient être faites en vue de réduire la demande énergétique, est le secteur du bâtiment. Dans ce travail on a fait une série de simulation à l'aide d'un logiciel **Pléiade - Comfie** avec des améliorations sur le logement d'étude (qui situe à Alger) on commence par le renforcement d'isolation ensuite l'intégration de la végétation sur les murs, après l'intégration de l'occultation et à la fin en joue sur l'orientation du logement d'étude pour fixer l'orientation idéal.

Après l'intégration des solutions passives et la diminution des besoins en climatisation en été et de chauffage en hiver finalement en compense le solde par un système active qui est l'intégration des panneaux photovoltaïques sur la toiture du logement d'étude.

## ملخص

الطاقة هي من بين العوامل المشتركة المتعلقة بالمشاكل الاجتماعية، البيئية والاقتصادية ولكن يمكن ان نساهم ايضا في حلها، ومن بين المجالات التي يمكن اجراء الدراسات عليها بهدف الحد من الطلب على الطاقة هو قطاع البناء والعمل الذي قمنا به قدم سلسلة من عمليات المحاكاة باستخدام برنامج مع ادخال تحسينات على المبنى المدروس والذي يقع بالجزائر العاصمة عن طريق عزل المبنى المدروس ثم احداث تعديل عن طريق وضع نباتات على الجدران الخارجية للمبنى والمعرضة للأشعة الشمس ثم المرور الى تطبيق نظام خاص للحد من مرور اشعة الشمس صيفا و استقبالها بأكبر قدر في الشتاء وفي الاخير نلجأ الى التعديل الرابع وهو اختيار التوجيه المثالي للمبنى وهذا بتغيير التوجيه وحساب الاحتياجات في كل مرحلة الى ان نصل الى الاتجاه المثالي .

بعد دمج الحلول السلبية وتقليل الحاجة الى تكييف الهواء في الصيف والتدفئة في الشتاء الى اقصى حد ممكن نلجأ الى النظام النشط لتلبية الحاجيات المتبقية لإحداث التوازن وهذا عن طريق دمج الألواح الشمسية على سطح المبنى المدروس .

## **Abstract**

Energy is one of the common determinants of social, environmental and economic problems, but it can also contribute to their solution. Among the sectors where studies could be done to reduce energy demand, is the building sector. In this work we have done a series of simulation using a Pléiade-Comfie software with improvements on the study housing (located in Algiers), starting with the reinforcement of insulation and then the integration of the Vegetation on the walls, after the integration of the occultation and at the end plays on the orientation of the study housing to fix the ideal orientation.

After the integration of passive solutions and the reduction of needs in air conditioning in summer and heating in winter finally compensates the balance by an active system which is the integration of photovoltaic panels on the roof of the study housing.

*Dédicace :*

*A ma mère*

*A tous ma famille*

*A tous ceux qui sont chers a mon cœur*

*A mes très chers amis*

*A tous mes collègues*

*A tous ceux que j'ai connus*

*Je dédie ce travail.*

*Mohamed*

## **REMERCIEMENT**

*En premier lieu, je tiens à remercier Dieu, notre Créateur pour nous avoir donné la force pour accomplir ce Travail.*

*Je tiens à remercier **Mr SemmarDjaffar** pour son grand soutien et conseils considérables.*

*Je remercie également tous les enseignants du Département des énergies renouvelables*

*Que toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail accepte nos grands et sincères remerciements.*

## **Introduction générale**

### **Chapitre 01 : Recherche Bibliographique Et État De L'art**

1- Introduction	01
2- L'architecture bioclimatique	01
3- La Haute Qualité Environnemental HQE	02
3-1 Les cibles de « la Haute Qualité Environnemental »	02
4- L'efficacité énergétique	03
4-1 Bâtiment à Basse Consommation	03
4-2 Bâtiment passif	03
4-3 Le bâtiment Haute Performance Energétique HPE	04
4-4 Le bâtiment Très Haute Performance Energétique THPE	04
4-5 Le bâtiment Haute Performance Energétique Energie Renouvelable HPE EnR	04
4-6 Le bâtiment Très Haute Performance Energétique Energie Renouvelable THPE EnR	04
5- Le confort thermique	04
5-1 Les paramètres affectant le confort thermique	05
5-1-1 Paramètres liés à l'ambiance extérieure	05
5-1-1-1 La température de l'air ambiant	05
5-1-1-2 La vitesse de l'air	06
5-1-1-3 L'humidité relative de l'air	06
5-1-2 Paramètres liés a l'individu	06
5-1-2-1 Les vêtements	06
5-1-2-2 L'activité	07
5-1-3 Paramètres liés aux gains thermiques internes	08
5-1-4 Les échanges thermiques du corp humain	08
6- Les bases d'une conception bioclimatique	09

6-1 L'orientation	09
6-2 La forme et la compacité	10
6-3 Organisation intérieure	10
6-4 La ventilation	11
6-4.1 Les types de ventilation	12
6-4.1-1 La ventilation naturelle	12
6-4.1-2 La ventilation mécanique	12
6-5 Le vitrages	13
6-6 les protections solaires	14
6-7 L'inertie thermique	15
6-8 L'isolation thermique	16
6-8-1 L'isolation par l'intérieur	16
6-8-2 L'isolation par l'extérieur	16
7 ETAT DE L'ART	17
7 -1 Articles consultés	17
7-1-1 Article1: Premier logement témoin d'efficience énergétique à Souidania	
Dans le cadre du programme européen MED-ENEC H YPublié dans	
La Tribune le 15 - 07 - 2010	17
7-1-2 Article n°02 : Efficacité énergétique des logements à haute performance	
énergétique	17
7-1-3 Article n°03: Bulletin trimestriel de l'apure, septembre 2010:	17
7-2 Mémoires consultés	18
7-2-1 Mémoire n°01 : N'DIAD Mohamed : « confort thermique dans le bâtiment »	
Ouagadougou, 1979	18
7-2-2 Mémoire n°02 : BOURSAS Abderrahmane : « ETUDE DE	
L'EFFICACITE ENERGETIQUE D'UN BATIMENT D'HABITATION	
A L'AIDE D'UN LOGICIEL DE SIMULATION »	18

7-2-3 Mémoire n°03 : MAZARI Mohamed : « Etude du confort thermique des bâtiments à caractère public »	18
7-2-4 Mémoire n°04 : Mme BELLARA ( Née LOUAFI ) Samira : « Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective »	18
7-3 Thèses consultés	19
7-3-1 Thèse n°01 : RAFFENEL Yoann: « optimisation du contrôle thermique dans une habitation multi-source , suisse 2008 »	19
7-3-3 Thèse n°03 : GABRIEL PARENT-LEBLANC « Impact environnemental de solution de chauffage et d'isolation applicables au bâtiments résidentiels au canada » Québec 2013	19
7-3-2 Thèse n°02 : BERGHOOR Belkacem, FORGUES Daniel et MONFET Danielle « Simulation du confort thermique intérieur pour l'orientation d'un bâtiment collectif à Biskra, Algérie » École de technologie supérieure, Montréal, Québec 2012	19
8-Conclusion	19

## **Chapitre 02 : Présentation Du Logement D'étude**

1- INTRODUCTION	20
1-2 : Les objectifs du projet	20
2-Les outils informatiques	20
3- adaptation de la conception architecturale au climat	21
4- Présentation de La Ville d'Alger	23
4-1- La Situation Géographique Du Site	23
4-2- Les Caractéristiques Du Climat	24
4-3Les températures	24
4-4L'enseillement	25
5-Présentation du model étudiant	27

5-1 Description du projet	27
5-2. Définition des zones	29
5-3 Les caractéristiques des parois du bâtiment de référence sont les suivantes	30
5-4 Caractéristiques De La Menuiserie	31
6 Avantages du double vitrage	33
7 conclusion	33

## **Chapitre 03 : Modélisation Du Logement D'étude**

1 Introduction	34
2 Présentation des logiciels utilisée	34
2-1 Le but de la simulation thermique dynamique « STD »:	34
2-2 Pleiade + Comfie	34
2-3 Caractéristiques principales	35
2-4 Avantages	37
2-5 Faiblesses	37
2-6.ALCYONE	37
2-7-METEONORM 7.1	38
2-8 Procédures d'injection des données sur pléiade	38
3 Modélisation De Bâtiment	39
3-2 Description des systèmes constructifs et conditions aux limites sous PLÉIADE COMFIE	40
3-2-1 Description des parois	40
3-2-2 Déduction des scenarios	42
3-2-2-1 Les scenarios d'occupation	42
3-2-2-2. Les scenarios de Puissance Dissipée	44
3-2-2-3 Scenarios consigne de thermostat:	47
4- Conclusion	47

## Chapitre 04 : Simulation Et Discussion

1 -Introduction	48
2 Simulation Sans Consigne De Thermostat	48
2-1 Résultat de simulation sans consigne de thermostat climatisation (estivale)	49
2-2 Résultat de simulation sans consigne de thermostat chauffage (période hivernale)	50
3 Simulation Avec Consigne De Thermostat	51
3-1 Résultat de simulation avec consigne de thermostat climatisation 26 °C (période estivale)	52
3-2 Résultat de simulation avec consigne de thermostat chauffage 20 °C (période hivernale)	53
4 Les Solutions Passives de l'architecture bioclimatique Choisies	54
4-1 Solution 01 : Renforcement de l'isolation	54
4-1-1 Résultat des simulations après le Renforcement de l'isolation de l'enveloppe (Période estivale)	54
4-1-2 Résultat des simulations après le Renforcement de l'isolation de l'enveloppe (Période hivernal)	59
4-2 Solution 02 : Intégration De La Végétation Au Niveau Des Façades Exposé Au Soleil	60
4-2-1 Les bénéfices de la vegetation des facades en milieu urbain	60
4-2-1-1 Les benefices environnementaux	60
4-2-1-2 Les benefices à l'échelle du batiement	61
4-2-1-3 Les benefices sociaux	61
4-2-2 Résultat des simulations après l'intégration de la végétation au niveau des murs (période été)	61

4-3 Solution 03: Occultation	62
4-3-1 Résultats des simulations avec occultation (période été)	62
4-3-2 Résultats des simulations avec occultation (période hiver)	63
4-4 Solution 04 : Vérification De L'orientation De Logement	64
4-4-1 Période estivale	65
4-4-2 Période hivernale	65
5- Energie photovoltaïque	67
5-1 nombre des panneaux	68
5-2 nombre des batteries :	68
5 Conclusion	69
<b>Conclusion générale</b>	<b>70</b>

## Liste des figures

<b>Figure 1.1</b> : La relation des 3 acteurs bioclimatiques	02
<b>Figure 1.2</b> : les 14 cibles du HQE	03
<b>Figure 1.3</b> : Les pertes thermiques du corps humain avec son environnement	05
<b>Figure 1.4</b> : La température de confort dépend de la température de l'air et de la température des parois	06
<b>Figure 1.5</b> : valeurs exprimées en Clo des tenues vestimentaires	06
<b>Figure 1.6</b> : le métabolisme humain	07
<b>Figure 1.7</b> : gains de chaleur interne	08
<b>Figure 1.8</b> : l'interaction thermique entre le corp humain et son environnement	09
<b>Figure 1.9</b> : distribution des espaces intérieures source ademe	10
<b>Figure 1.10</b> : principe de la ventilation naturelle	11
<b>Figure 1.11</b> : principe de la ventilation mécanique contrôlé	12
<b>Figure 1.12</b> : les facteurs énergétiques d'un double vitrage	13
<b>Figure 1.13</b> : stratégies d'ombrages	14
<b>Figure 1.14</b> : capacité de l'inertie thermique des mur	15
<b>Figure 1.15</b> : déperditions thermiques dans le bâtiments	16
<b>Figure 2.1</b> : Température moyenne mensuelles (Alger)	24
<b>Figure 2.2</b> : Valeurs journalières de la température Moy, Max et Min (Alger)	25
<b>Figure 2.3</b> : Moyennes journalières du rayonnement global (Alger)	25
<b>Figure 2.4</b> : Valeurs Mensuelles du rayonnement global (Alger)	26
<b>Figure 2.5</b> : Valeurs Mensuelles de la durée d'insolation (Alger)	26
<b>Figure :2.6</b> .logement en 3-D RDC réalisé à l'aide le logiciel ALCYONE	27
<b>Figure 2.7</b> : logement en 3D 1er étage réalisé à l'aide le logiciel ALCYONE	27
<b>Figure 2.8</b> : plan du Rez-De Chaussée réalisé avec Autocad.	28
<b>Figure 2.9</b> : plan du 1er ETAGE réalisé avec Autocad.	28
<b>Figure 2.10</b> : coupe de la maison	29

<b>Figure 2.11</b> : Interface de la bibliothèque de pléiade de la fenêtre utilisée	32
<b>Figure 2.12</b> : Fenêtre double vitrages en aluminium	32
<b>Figure 3.1</b> : Interface PLEIADES	35
<b>Figure 3.2</b> : Procédures d'injection des données sur PLÉIADES	38
<b>Figure3.3</b> : Plan en 3D réalisé par alcyon	39
<b>Figure 3.4</b> : Plan RDC réalisé par ALCYON	39
<b>Figure3.5</b> : Plan 1 <sup>er</sup> étage réalisé par ALCYONE	40
<b>Figure 4.1</b> : Fonctionnement avec consigne de thermostat	51
<b>Figure 4.2:</b> performance thermique de polystyrène expansé	55
<b>Figure 4.3:</b> Caractéristiques techniques de polystyrène expansé	55
<b>Figure 4.4</b> : histogramme de comparaison entre les besoins avant et après le renforcement	58
<b>Figure 4.5</b> : histogramme de comparaison entre les besoins avant et après le renforcement	60
<b>Figure 4.6</b> : Le ratio de sinistralité des feuilles pour chaque saison pour lierre grim pant	60
<b>Figure 4.7</b> : Histogramme des Besoins en climatisation après intégrer la végétation	62
<b>Figure 4.8:</b> Histogramme des Besoins en climatisation après l'intégration d'occultation	63
<b>Figure 4.9</b> : Histogramme des Besoins en chauffage après l'intégration de l'occultation	64
<b>Figure 4.10</b> : Les quartes orientations choisis	64
<b>Figure 4.11</b> : Interface responsable de l'orientation du bâtiment dans PLEIADE	64
<b>Figure 4.12</b> : Histogramme de comparaison le besoin en climatisation en période estivale	65
<b>Figure 4.13:</b> Histogramme de comparaison le besoin en chauffage en période hivernale	65
<b>Figure 4.14</b> : Histogramme présente les besoins en chauffage avant et après s l'amélioration pour l'hier	66
<b>Figure 4.15</b> : Histogramme présente les besoins climatisation avant et après l'amélioration pour l'été	66
<b>Figure 4-16</b> : calcul de puissance a consommé	68
<b>Figure 4-17</b> : calcul de capacité des batteries	68

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.1</b> : Eléments d'analyse pour identifier un bâtiment bioclimatique	24
<b>Tableau 2.1</b> : Données climatiques d'ALGER	29
<b>Tableau 2.2</b> : la répartition des pièces en différentes zones.	31
<b>Tableau 2.3</b> : Composition de parois utilisées pour le bâtiment de référence	31
<b>Tableau 2.5</b> : Caractéristique des fenêtres	32
<b>Tableau 3.1</b> : Mur extérieur	41
<b>Tableau 3.2</b> : Mur intérieur	41
<b>Tableau 3.3</b> :Plancher intermédiaire	41
<b>Tableau 3.4</b> :Plancher haut	42
<b>Tableau 3.5</b> :Plancher bas	42
<b>Tableau 3.6</b> : Scenario d'occupation de la zone de confort	43
<b>Tableau 3.7</b> : Scenario d'occupation de la zone 3 : hall et l'escalier	43
<b>Tableau 3.8</b> : Scenario d'occupation de la zone 4 : cuisine	44
<b>Tableau 3.9</b> : Scenario de puissance dissipé de la zone de confort	45
<b>Tableau 3.10</b> : Scenario de puissance dissipé de la zone 2 (cuisine)	45
<b>Tableau 3.11</b> : Scenario de puissance dissipé de la zone 3	46
<b>Tableau 3.12</b> : Scenario de puissance dissipé de la zone 4	46
<b>Tableau 4.1</b> : des besoins en été sans consigne	49
<b>Tableau 4.2</b> : Récapitulatif des besoins en été sans consigne hiver	50
<b>Tableau 4.3</b> : Évolution de température en été avec consigne (la semaine la plus chaude)	52
<b>Tableau 4.4</b> : Récapitulatif des besoins en hiver avec consigne	53
<b>Tableau 4.5</b> : Mur extérieur	55
<b>Tableau 4.6</b> : Mur extérieur après le renforcement de l'isolation	56
<b>Tableau 4.7</b> : Plancher bas	56
<b>Tableau 4.8</b> : Plancher bas après le renforcement de l'isolation	56
<b>Tableau 4.9</b> : Plancher intermédiaire	56

<b>Tableau 4.10</b> : Plancher intermédiaire après le renforcement de l'isolation	57
<b>Tableau 4.11</b> : Plancher haut	57
<b>Tableau 4.12</b> : Plancher haut après le renforcement de l'isolation	57
<b>Tableau 4.13</b> : Récapitulatif des besoins en été après le renforcement de l'isolation	58
<b>Tableau 4.14</b> : Récapitulatif des besoins en hiver après le renforcement de l'isolation	59
<b>Tableau 4.15</b> : Récapitulatif des besoins en été avec intégration de végétation sur les murs	61
<b>Tableau 4.16</b> : Récapitulatif des besoins en hiver avec intégration de végétation sur les murs	62
<b>Tableau 4.17</b> : Récapitulatif des besoins en été avec intégration d'occultation été	62
<b>Tableau 4.18</b> : Récapitulatif des besoins en été avec intégration de l'occultation hiver	63

### **Listes des graphes**

<b>Graphe 4.1</b> : Évolution de température en été sans consigne (la semaine la plus chaude)	49
<b>Graphe 4.2</b> : Évolution de température en hiver (la semaine la plus froide)	50
<b>Graphe 4.3</b> : Évolution de température en été avec consigne (la semaine la plus chaude)	52
<b>Graphe 4.4</b> : Évolution de température en hiver avec consigne (la semaine la plus froide)	53
<b>Graphe 4.5</b> : Évolution de température en hiver après le renforcement de l'isolation (la semaine la plus froide)	59



## NOMENCLATURE

$\lambda$  : Conductivité thermique (W/m°C)

$T_p$  : Température des parois (°C)

$R_s$  : Résistance superficielle (m<sup>2</sup>.°C/W)

$P$  : Masse volumique (Kg/m<sup>3</sup>)

$R$  : Résistance thermique d'une paroi (m<sup>2</sup>°C/W)

$U$  : coefficient de transmission de chaleur en w/m<sup>2</sup>.k

$r$  : L'humidité absolue en g/kg.

$T_e$  : température air extérieur en °C

$T_i$  : température intérieure en °C

$P_c$  : puissance crête du champ photovoltaïque en kwc

$E_{besoin}$  : énergie journalière consommée en kwh/jour

$E_i$  : énergie solaire journalière en kwh/m<sup>2</sup>/jour

$P_i$  : puissance d'éclairement aux condition en kw/m<sup>2</sup>

$PR$  : ratio de performance, sans unité

$C_{td}$  : capacité de la batterie associée a la durée de décharge  $T_d$ ,  $t_d$  en heure

$N_j$  : autonomie de réserve en jours

$P_D$  : profondeur maximale de décharge, sans unité

$K_T(C)$  : coefficient de température de la capacité , sans unité

$S$  surface en m<sup>2</sup>

$V$  volume habitable en m<sup>3</sup>

## Introduction générale

L'architecture devient un art à partir du moment où elle est capable de communiquer certaines représentations où tout se passe bien comme si l'architecture venait structurer un certain type de rapport avec les êtres humains, le milieu environnant, la nature....

A travers les différents âges de l'humanité l'homme a toujours essayé de créer des conditions favorables pour son confort et ses activités, tout en essayant de contrôler son environnement.

L'histoire de la construction montre que l'homme a longtemps su tirer parti du climat et des solutions techniques simples pour améliorer son confort thermique.

Ce n'est qu'après la seconde guerre mondiale qu'il ne s'est plus vraiment préoccupé des consommations énergétiques ; l'énergie étant alors à un prix très faible.

Les deux premiers chocs pétroliers et le réchauffement climatique sont venus lui rappeler qu'il lui fallait changer d'habitudes en matière de construction.

Aujourd'hui l'homme est à la recherche de solutions lui permettant de résoudre partiellement ce problème. L'utilisation de nouvelles techniques de construction, de nouveaux matériaux permettant la résorption des problèmes de pollutions sont pris en charge par les nouvelles conceptions architecturales telle que l'architecture bioclimatique.

L'architecture bioclimatique utilise le potentiel local (climats, matériaux, main-d'œuvre...) pour recréer un climat intérieur respectant le confort de chacun en s'adaptant aux variations climatologiques du lieu. Elle rétablit l'architecture dans son rapport à l'homme et au climat. C'est pourquoi on ne peut définir une unique typologie de l'architecture bioclimatique : il y en a autant que de climats. Ceci est d'autant plus vrai que le confort de chacun se déplace avec les conditions climatologiques.

L'objectif de cette étude est de définir et maîtriser les facteurs clés de l'architecture bioclimatique dans les habitations pour améliorer leurs performances énergétiques selon le climat, la finalité étant de réduire la consommation énergétique liée au système de chauffage/climatisation en assurant un confort thermique durant toute l'année.

Notre recherche comprend quatre chapitres :

Le premier chapitre : Ce chapitre nous permis à travers une recherche bibliographique et l'état de l'art de tirer les recommandations nécessaires pour notre cas d'étude.

## Introduction générale

---

Le deuxième chapitre : Ce chapitre se consacre à la réunion des données climatiques qui permettront ensuite de choisir une stratégie énergétique qui sera adaptée au site.

Le troisième chapitre : Ce chapitre présente le modèle de logement, et les concepts utilisés qui influencent directement sur la consommation énergétique de ce logement, et les scénarios de déroulements des activités des occupants de ce dernier et les appareils utilisés etc, à l'aide de l'outil informatique.

Le quatrième chapitre : Ce chapitre comprend les résultats après les simulations, et une discussion sur l'influence des paramètres de l'architecture bioclimatique choisis sur le bilan énergétique du bâtiment ECO BAT considéré dans le site d'Alger, et l'intégration des énergies renouvelables issues du soleil (modules photovoltaïques) pour couvrir le solde minimisé.

A la fin de cette recherche, on terminera par une conclusion générale dans laquelle on présentera les résultats obtenus ainsi que les tendances de nos solutions dans le bâtiment.

***Chapitre 04 :***  
***Simulation Et Discussion***

***Chapitre 03 :***  
***Modélisation Du Logement***  
***D'Étude***

***Chapitre 02 :***  
***Présentation Du Logement***  
***D'étude***

***Chapitre 01 :***  
***Recherche Bibliographique***  
***Et État De L'art***

## 1. Introduction

L'étude du confort thermique constitue l'une des bases principaux dans la conception du bâtiment. Elle met en évidence le comportement thermique d'une habitation à long terme, et ce à partir de la prédiction des conditions de confort thermique (température et humidité).

Assurer une sensation de chaleur en hiver et se préserver des fortes chaleurs en été, est depuis longtemps un souci majeur pour les concepteurs. D'ailleurs, un des objectifs de l'architecture réside dans la satisfaction des occupants par le bien être thermique.

L'une des fonctions premières du bâtiment est de protéger L'homme des agressions du climat. Un Bâtiment " adapté au climat ", engendre un microclimat intérieur plus confortable que les conditions extérieures. Ceci, nous introduira dans l'Architecture dite « Bioclimatique », qui a pour but final la gestion plus économe de l'énergie, la qualité de L'air intérieur, le choix de matériaux respectueux de l'environnement.

Le but est donc de pouvoir continuer à assurer l'abri et le confort de l'utilisateur tout en minimisant la consommation d'énergie pour la climatisation et le chauffage ainsi que l'impact du bâtiment sur l'environnement.

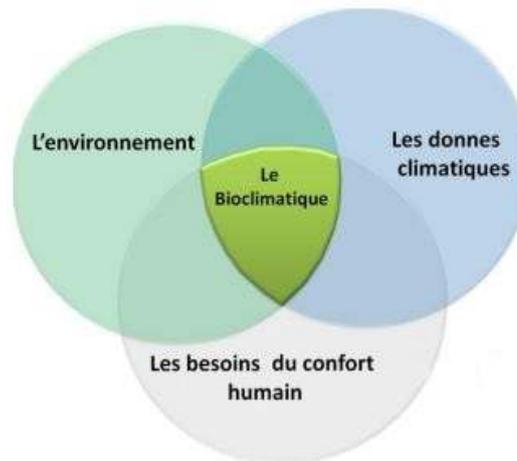
Ce premier chapitre consiste à la compréhension des différents concepts et notions clés, elle découle d'un état de l'art sur l'étude de confort thermique dans la conception bioclimatique. En premier temps, nous analyserons les informations existantes en matière de confort thermique, en faisant le point sur sa notion, ces différents paramètres. Nous nous intéressons ensuite, aux facteurs agissant sur le confort thermique (sa relation à l'architecture bioclimatique), avec son concept, ces différents systèmes et ces principes de bases d'ensembles (implantation, forme, orientation,...) et ces bases en détails (inertie, isolation thermique,...) .

## 2. L'architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique est l'art et le savoir-faire de tirer le meilleur parti des conditions d'un site et de son environnement, pour une architecture naturellement confortable pour ses utilisateurs.[1]

Le concept « bioclimatique » fait référence à la bioclimatologie qui est une partie de l'écologie. Elle étudie plus particulièrement les relations entre les êtres vivants et le climat.

- Bio : fait référence à la vie et à la biologie et aussi à la nature au sens large.[2]
- Climatique : fait référence à la condition climatique d'un lieu.[2]



**Figure 1.1 :** La relation des 3 acteurs bioclimatiques [ 5 ]

### **3. La Haute Qualité Environnemental HQE**

La *Haute Qualité Environnementale* est une démarche de qualité, qui vise un meilleur confort dans la construction et l'usage du bâti. Elle est basée sur une approche du « coût global » (financier et environnemental) d'un projet ; de sa conception à sa fin de vie, en comprenant idéalement au moins un bilan énergétique, bilan carbone, et une analyse du cycle de vie et d'entretien et de renouvellement des éléments bâtis en jeu(développement durable).[3]

#### **3.1 Les cibles de « la Haute Qualité Environnemental »**

La démarche HQE intègre toutes les phases d'un projet : conception, construction, fonctionnement et déconstruction d'un bâtiment.

Les acteurs de la construction doivent procéder à des choix réfléchis en se fondant sur la qualité environnementale des bâtiments déclinée en 14 cibles :

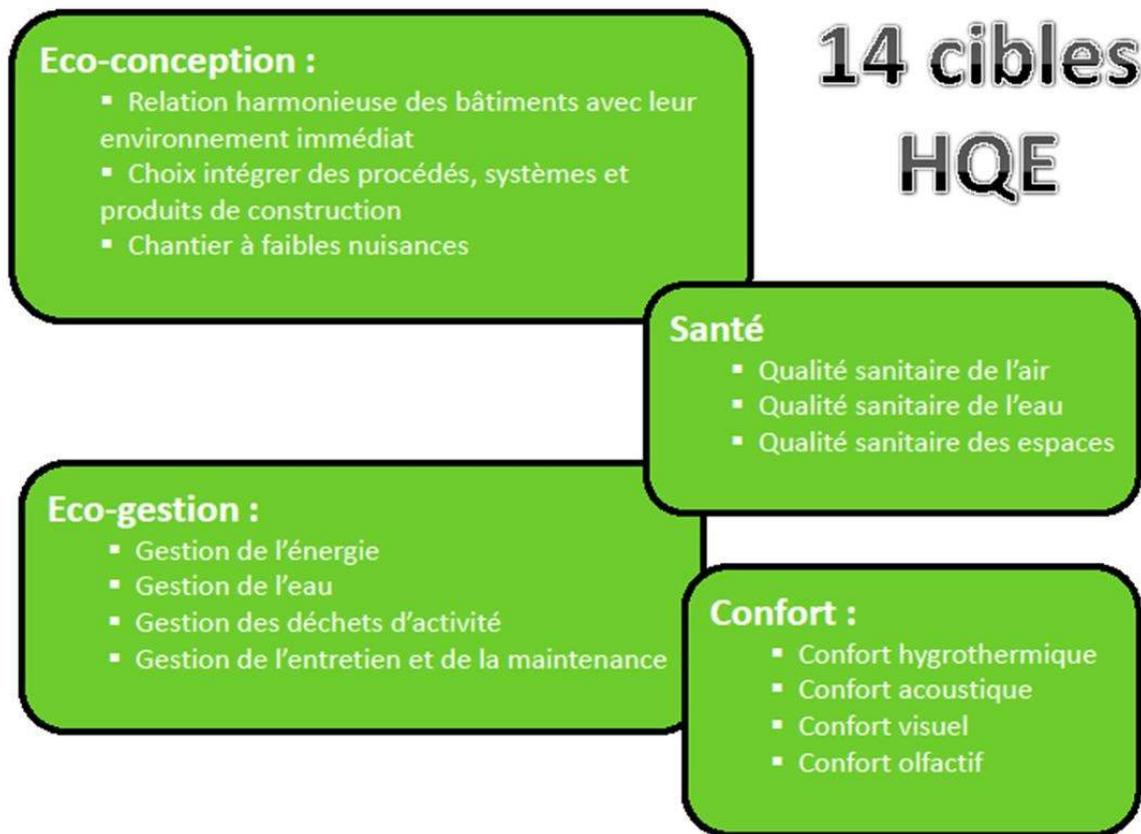


figure 1.2 : les 14 cibles du HQE [19]

#### 4. L'efficacité énergétique

C'est un des concepts clé de l'architecture bioclimatique et des approches de type Haute qualité environnementale(HQE), C'est le rapport entre l'énergie directement utile délivrée par le système et l'énergie consommée (en général supérieure du fait des pertes).[4]

Les objectifs de performance (habitat économe, ou à énergie positive..) vont déterminer la conception d'un bâtiment dès son esquisse.

##### 4.1 Bâtiment à Basse Consommation

Le Bâtiment Basse Consommation énergétique (ou BBC) est un label attribué aux bâtiments neufs Avec une consommation d'énergie pour le chauffage, la climatisation, l'éclairage, l'eau chaude sanitaire et la ventilation au maximum  $50\text{kWh/m}^2$  par an corrigé par un facteur de 0.8 à 1.5 selon l'habitude et la zone climatique.[5]

##### 4.2 Bâtiment passif

Le terme PassivHaus est un Label qui a été développé par l'institut de recherche allemand PassivHaus, est dont le label BBC s'est inspiré, indique que les besoins de chauffage

(en énergie utile) sont de l'ordre de 15 kWh/ m<sup>2</sup>.an et la consommation en énergie primaire est inférieure à 120 kWh/ m<sup>2</sup>.an pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et l'électricité.

Le bâtiment passif est une construction dont la consommation énergétique au mètre carré est très basse, voire entièrement compensée par les apports solaires ou par les calories émises par les apports internes(matériel électrique et occupants).[5]

### **4.3 Le bâtiment Haute Performance Energétique HPE**

Le niveau HPE concerne les constructions dont la consommation énergétique conventionnelle et au moins inférieure de 10% par rapport à la consommation de référence.

### **4.4 Le bâtiment Très Haute Performance Energétique THPE**

Le niveau THPE concerne les constructions dont la consommation énergétique conventionnelle est au moins inférieure de 20% par rapport à la consommation de référence.

### **4.5 Le bâtiment Haute Performance Energétique Energie Renouvelable HPE EnR**

Ce niveau a pour obligations supplémentaires l'installation d'équipements d'énergie renouvelable pour le chauffage, et éventuellement la production d'eau chaude sanitaire[5].

### **4.6 Le bâtiment Très Haute Performance Energétique Energie Renouvelable THPE EnR**

Ce niveau vise une consommation énergétique des logements inférieure d'au moins 30% par rapport à la consommation de référence, avec obligations d'installation d'équipements d'énergie renouvelable dont les capteurs solaires thermiques, capteurs photovoltaïques, éoliennes ou pompes à chaleur très performantes. [5]

## **5. Le confort thermique**

Le confort thermique est défini comme : «un état de satisfaction du corps vis-à-vis de l'environnement thermique »[6]

Le sentiment de confort est un mélange de sensations qui est en fonction de chaque personne, de son mode de vie et de ses habitudes.[3]

Cette notion est essentielle dans le bilan énergétique dans le sens où c'est le premier critère à prendre en compte pour essayer d'économiser le plus d'énergie possible.

5.1 Les paramètres affectant le confort thermique

La sensation de confort thermique est fonction de plusieurs paramètres, qui sont (figure 1-3) :

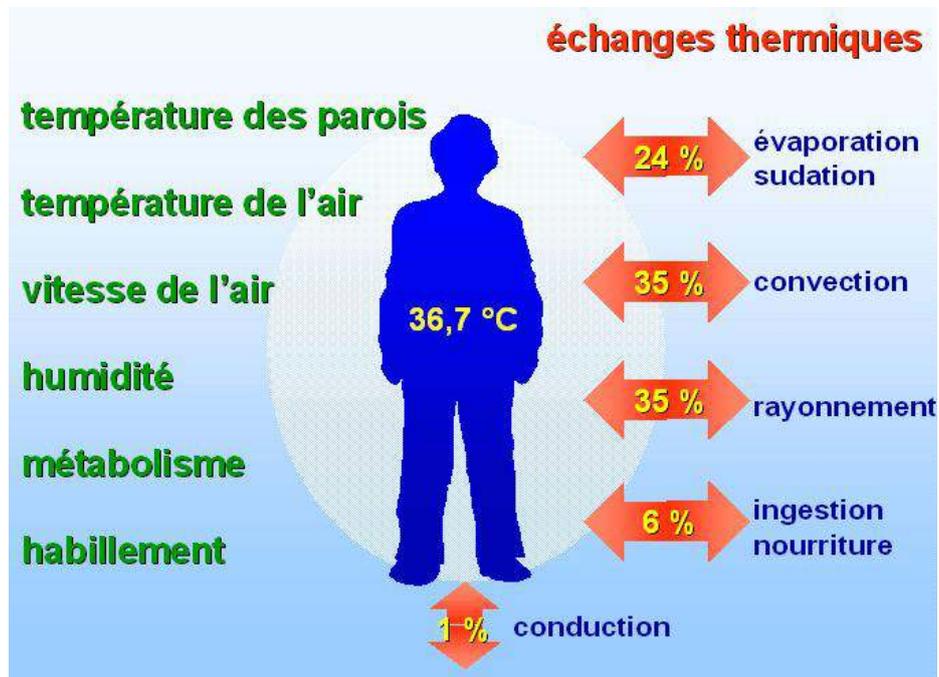
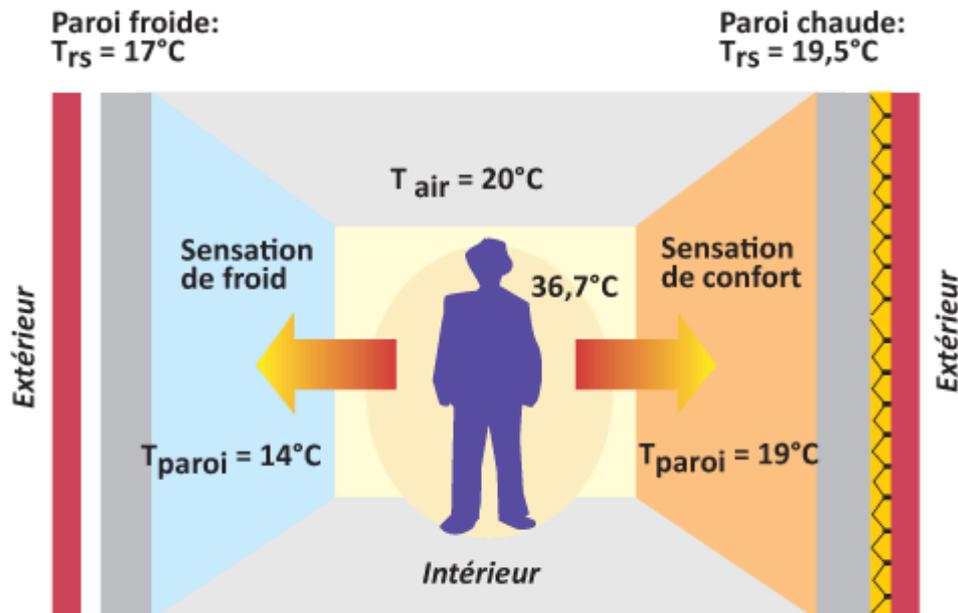


Figure 1.3 : Les pertes thermiques du corps humain avec son environnement [3]

5.1.1 Paramètres liés à l'ambiance extérieure

5.1.1.1 La température de l'air ambiant

La température de l'air, ou température ambiante ( $T_a$ ), est un paramètre essentiel du confort thermique. Elle intervient dans l'évaluation du bilan thermique de l'individu au niveau des échanges convectifs, conductifs et respiratoires. Dans un local, la température de l'air n'est pas uniforme, des différences de températures d'air se présentent au niveau du sol, plafond et surtout des parois[8].



**Figure 1.4 :** La température de confort dépend de la  
Température de l'air et de la température des parois [19]

### 5.1.1.2 La vitesse de l'air

La vitesse de l'air joue un grand rôle dans les échanges convectifs et évaporatoires, elle intervient dans la sensation de confort thermique de l'occupant dès qu'elle est supérieure à 0,2 m/s. Toutefois, à l'intérieur des bâtiments, ces vitesses sont limitées et ne dépassent pas cette vitesse, sauf en cas de mauvais système de ventilation.

### 5.1.1.3 L'humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air influence les échanges par évaporation-condensation, elle détermine la capacité d'évaporation de l'air donc l'efficacité de refroidissement de la sueur.

Selon LIEBARD A, entre 30 % et 70 %, l'humidité relative influence peu la sensation de confort thermique. Une humidité trop forte dérègle la thermorégulation de l'organisme car l'évaporation à la surface de la peau ne se fait plus, ce qui augmente la transpiration [9], le corps est la plupart du temps en situation d'inconfort.

## 5.1.2 Paramètres liés à l'individu

### 5.1.2.1 Les vêtements

Les vêtements permettent de créer un microclimat sous-sentimental, à travers leurs résistances thermiques, en modifiant les échanges de chaleur, entre la peau

et l'environnement. Leur rôle essentiel est de maintenir le corps dans des conditions thermiques acceptables, été comme hiver.

Les vêtements ont un rôle primordial d'isolant thermique, notamment en période hivernale et dans toutes les ambiances froides, ce rôle est pris en compte à travers la définition d'un indice de vêture exprimé en Clo[10], caractérisant la résistance thermique d'un vêtement

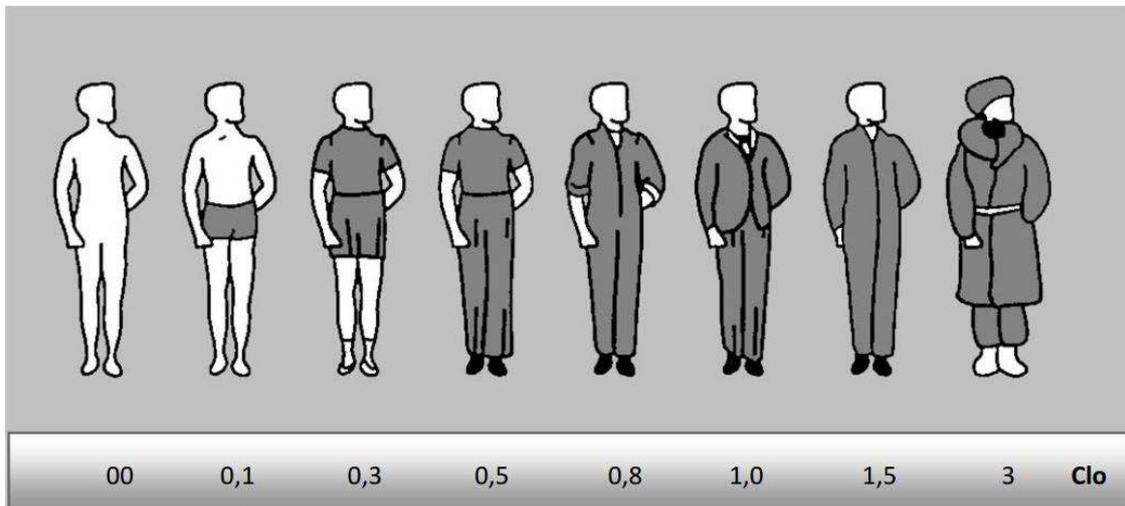


Figure 1.5 : valeurs exprimées en Clo des tenues vestimentaires[19]

### 5.1.2.2 L'activité

L'activité est un paramètre essentiel pour la sensation thermique de l'individu, définissant directement le métabolisme de l'individu, c'est-à-dire la quantité de chaleur produite par le corps humain.

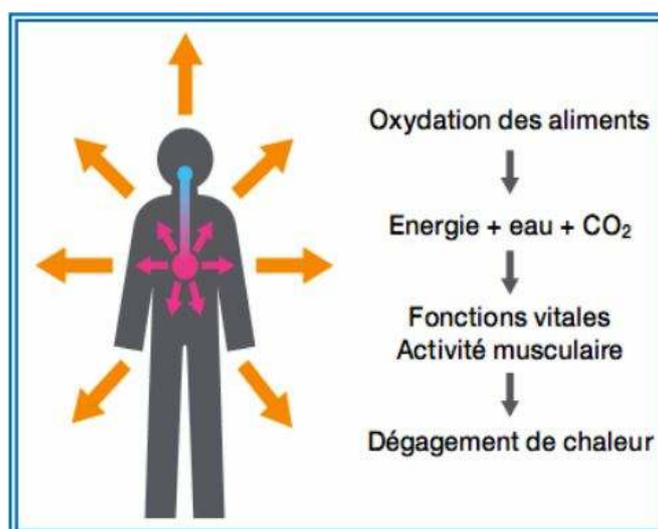


Figure 1.6 : le métabolisme humain[19]

### 5.1.3 Paramètres liés aux gains thermiques internes

Avec l'essor de la technologie et des besoins électriques (éclairage, électroménager,...),

Les apports de chaleur internes ont fortement augmenté. Les appareils électriques transforment en effet quasiment toute l'énergie qu'ils consomment en chaleur. Les postes informatiques sont également de vraies sources de chaleur et les occupants constituent eux aussi une autre source d'apports internes par leur métabolisme. Les apports internes comprennent donc, toute quantité de chaleur générée dans l'espace par des sources internes autres que le système de

chauffage[11]

Ces gains de chaleur dépendent du type du bâtiment, du nombre des utilisateurs et de son usage (Figure 1-7).

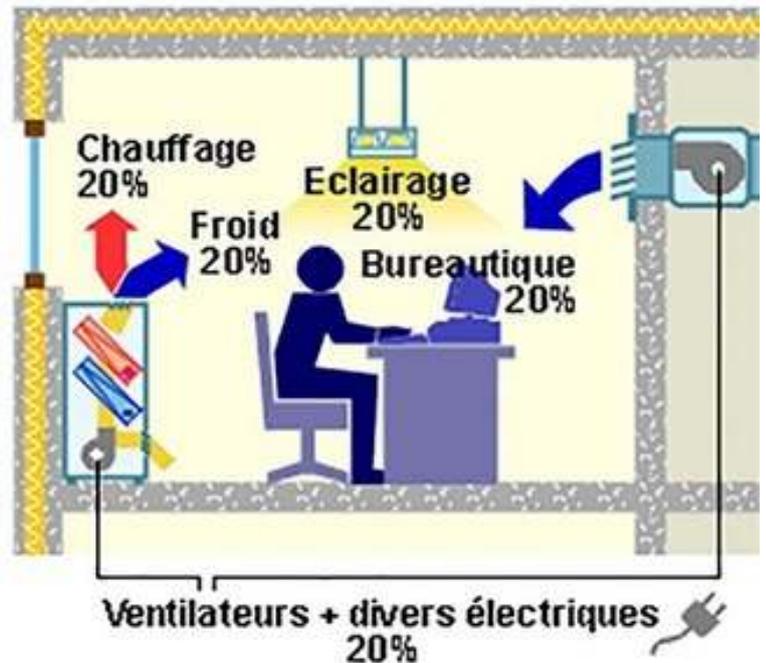


Figure 1.7 : gains de chaleur interne

### 5.1.4 Les échanges thermiques du corps humain

La diffusion de chaleur entre l'individu et l'ambiance s'effectue selon divers mécanismes : plus de 50% des pertes de chaleur du corps humain se font par convection avec l'air ambiant [convection et évaporation par la respiration ou à la surface de la peau].

Les échanges par rayonnement à la surface de la peau représentent jusqu'à 35% du bilan, alors que les pertes par contact (conduction) sont négligeables (< 1%). Le corps perd également 6% de sa chaleur à réchauffer la nourriture ingérée[12]

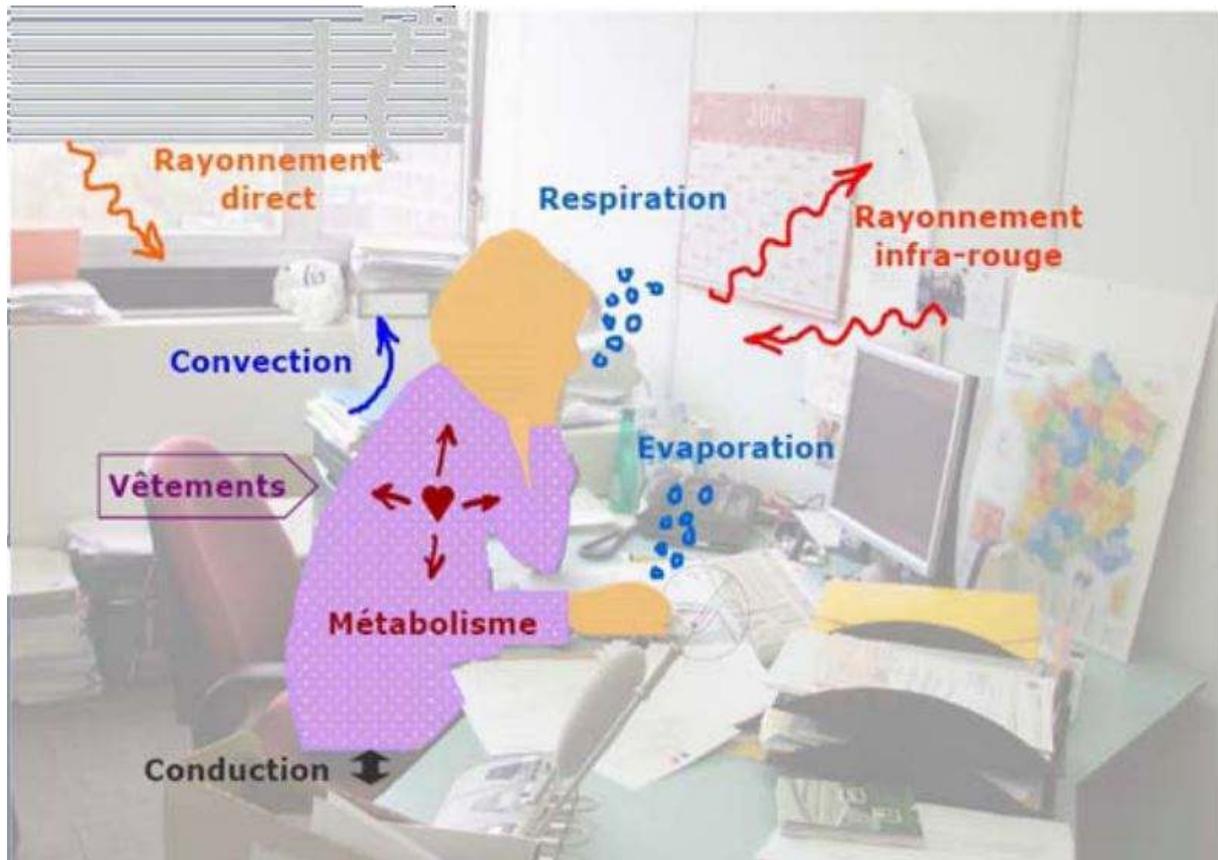


Figure 1.8 : l'interaction thermique entre le corp humain et son environnement[19]

## 6. Les bases d'une conception bioclimatique

Nos climats n'offrent pas de conditions suffisantes pour assurer le confort thermique toute l'année, il est nécessaire de corriger ses données par le chauffage ou la climatisation des bâtiments.

L'objectif à poursuivre est donc d'obtenir la meilleure adéquation entre le climat, le bâtiment et le comportement de l'occupant[8]

### 6.1L'orientation

Le choix d'implantation d'un bâtiment influence directement le degré de confort thermique que ce dernier peut procurer à ses occupants, a cause de l'incidence du soleil, des vents dominants sur son enveloppe et de sa situation dans son environnement[8].

La localisation du bâtiment dans son site, selon DUTREIX.[11], le processus de conception des bâtiments bioclimatiques, consiste en la recherche d'une méthode de création

qui intègre tous les éléments importants de l'environnement, du site et du climat que nous résumons dans le tableau 1.

Environnement	Climat	Autres
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type de région</li> <li>- Nature du sol</li> <li>- Végétation</li> <li>- Profil du terrain</li> <li>- Altitude et la latitude</li> <li>- Vue</li> <li>- Bruit</li> <li>..... etc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'ensoleillement</li> <li>- Température</li> <li>- Type de temps</li> <li>- Luminosité</li> <li>- Précipitations</li> <li>- Humidité</li> <li>- vent .....etc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- le contexte urbain</li> <li>- législation</li> <li>- Matériaux locaux</li> <li>- Eau, gaz, électricité</li> <li>- Alimentation en eau... ..etc</li> </ul>

**Tableau 1.1** : Eléments d'analyse pour identifier un bâtiment bioclimatique

## 6.2 La forme et la compacité

La forme : a une influence très importante sur la consommation énergétique, car

Les déperditions thermique sont en fonction des parois en contact avec l'extérieur(surface d'échange), donc plus le volume est compact et moins il y a des pertes thermiques ce qui est évident pour l'habitat collectif..[12]

La compacité d'un bâtiment (coefficient de forme Cf) est défini comme le rapport entre la surface de déperdition de l'enveloppe extérieure et le volume habitable ( $m^2/m^3$ ). Il indique le degré d'exposition du bâtiment aux conditions climatiques ambiantes. Plus la surface de déperditions est grande, plus les pertes de chaleur augmentent, le bâtiment est plus économe en énergie quand le coefficient de forme prend des valeurs plus réduites[12].

## 6.3 Organisation intérieure

La hiérarchisation des espaces (figure 1-9) assure la transition entre l'extérieur et l'intérieur. Les espaces intérieurs sont organisés en fonction de l'usage, de manière à ce que l'ambiance thermique corresponde aux activités et aux heures d'utilisation, c'est-à-dire rarement utilisés mais jouant un rôle protecteur vis-à-vis du froid[9].

Orientation pour un meilleur gain :

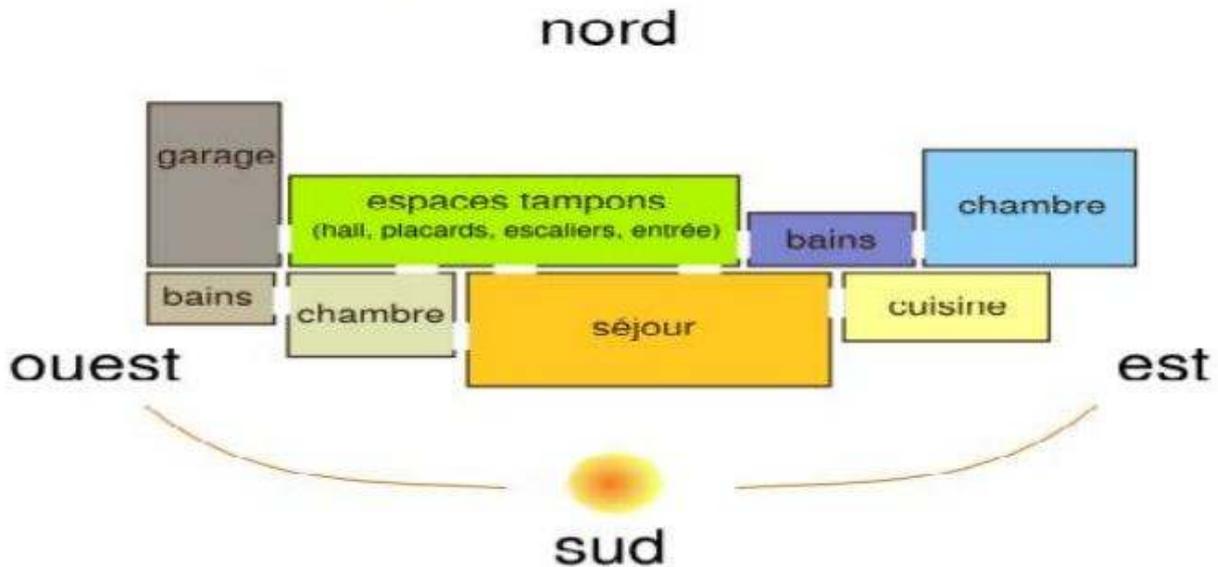


figure 1.9 : distribution des espaces intérieurs sourceademe[20]

- Les pièces occupées en permanence durant la journée devraient de préférence être orientées au sud.
- Les chambres seront plutôt situées au sud et à l'est, profitant du lever du soleil. Elles garderont ainsi leur fraîcheur en fin de journée.
- Veiller à limiter dans la cuisine les apports solaires sur les vitrages sud-ouest, souvent générateurs de surchauffe.
- Une véranda placée au sud permet, tout en apportant de la chaleur en hiver, de créer un espace intermédiaire entre l'intérieur et l'extérieur..[9]

#### 6.4 .La ventilation

La ventilation contribue au confort et à la qualité de l'air en évacuant les polluants (odeurs, humidité, produits de combustion des appareils de chauffage, microbes, etc.) et en satisfaisant les besoins en O<sub>2</sub>. Elle participe également à préserver le bâti en évitant les désordres dus à une aération insuffisante qui provoque la condensation et le développement de moisissures.

### 6.4.1 Les types de ventilation

#### 6.4.1.1 La ventilation naturelle

La ventilation naturelle est définie comme étant le mouvement d'air qui s'effectue à travers un espace sans l'influence d'appareillage mécanique. Les écoulements d'air naturels reposent sur les effets du vent et les variations de la densité de l'air dus aux différences de températures. Cette technique est assurée par deux ouvertures, l'une basse par laquelle entre l'air frais extérieur et l'autre haute par laquelle s'échappe l'air intérieur vicié, ceci par effet thermosiphon

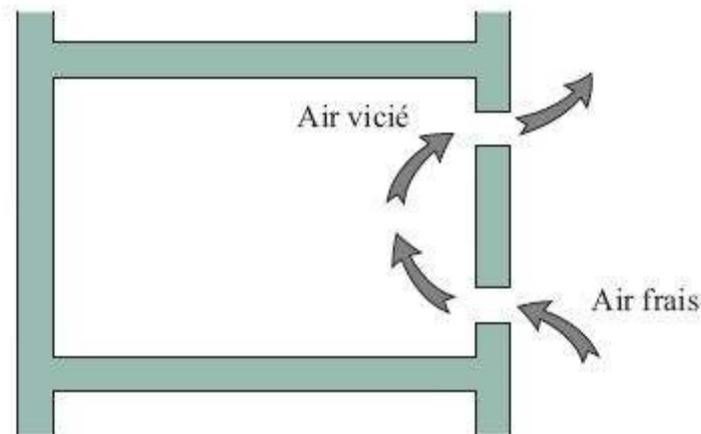


Figure 1.10: principe de la ventilation naturelle

#### 6.4.1.2 La ventilation mécanique

Pour maîtriser l'extraction de l'air vicié, des systèmes de « ventilation mécanique Contrôlée » (VMC) sont utilisés. Les systèmes à simple flux permettent l'extraction de l'air vicié par un ventilateur placé en toiture sur une gaine collective. Des gaines de distribution relient la gaine collective aux bouches d'extraction situées dans les pièces d'eau et la cuisine.

Dans les systèmes à double flux, l'air frais est introduit par soufflage dans les pièces au moyen de gaines et d'un ventilateur. Les calories de l'air extrait sont récupérées par l'intermédiaire d'échangeurs statiques (le plus souvent des échangeurs à plaques).

La ventilation mécanique contrôlée double flux permet également d'éviter les entrées directes de bruit extérieures.

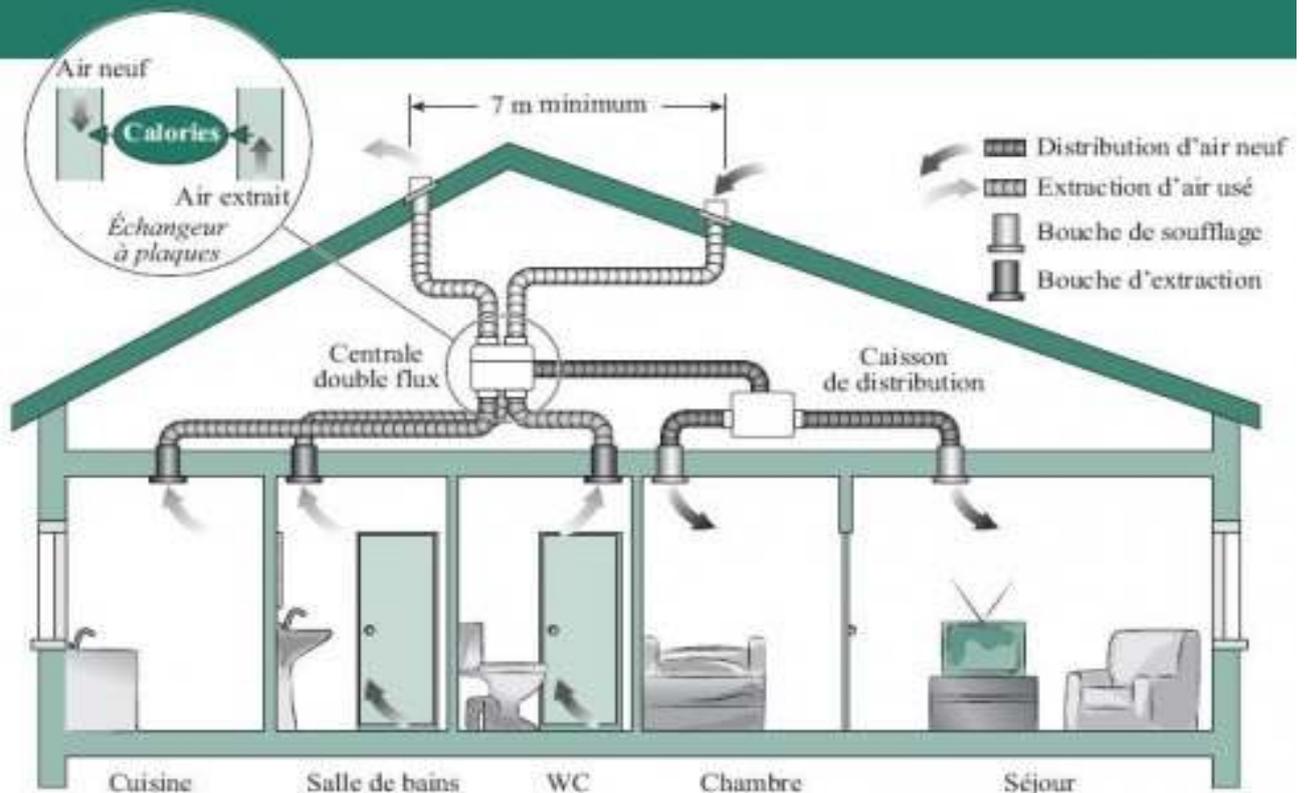


Figure 1.11 : principe de la ventilation mécanique contrôlée [19]

## 6.5 Le vitrages

Le rôle des vitres est d'assurer le confort visuel et thermique des occupants et permet de gérer les apports solaires en toute saison. Par conséquent, l'évaluation des aspects positifs et négatifs de la paroi transparente, exige une grande attention à plusieurs éléments : comme le type de vitrage, la position, l'orientation.

Compte tenu de ses effets sur l'éclairage naturel et son potentiel sur les apports solaires, les vitrages se caractérisent par trois (3) facteurs thermiques :

- **Le facteur solaire (g)** représente le pourcentage d'énergie solaire incidente, transmise au travers d'une paroi vitrée à l'intérieur d'un local ; plus basse sera la quantité, moins il aura d'effet de serre, plus grand sera le confort d'été.
- **Le facteur thermique (U)** (coefficient d'échange globale) exprime la quantité de chaleur traversant 1 m<sup>2</sup> de vitrage par degré de différence entre la température intérieure et extérieure. Plus le coefficient est bas, meilleure est l'isolation thermique du vitrage.
- **Le facteur lumineux (TI)** quantifie le taux de lumière qui entre dans le bâtiment au travers du vitrage.

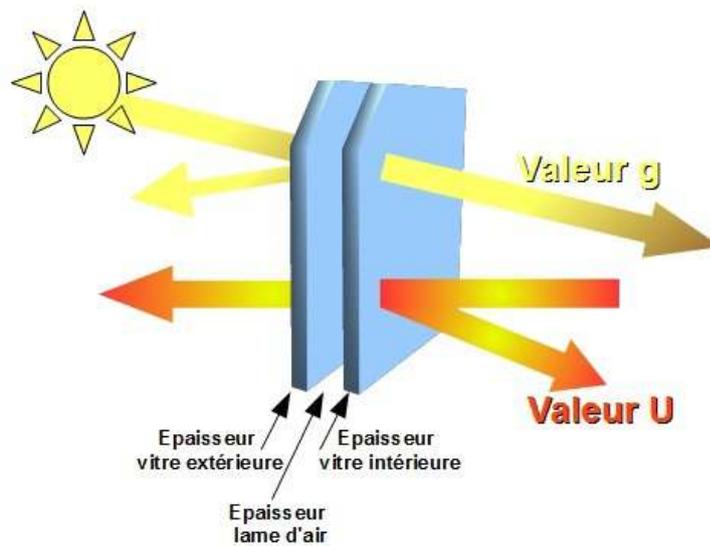


Figure 1.12 : les facteurs énergétiques d'un double vitrage

## 6.6 les protections solaires

Les protections solaires empêchent le rayonnement solaire de pénétrer à travers une ouverture, dans le but de :

- Réduire les surchauffes dues au rayonnement solaire. Dans ce cas là, on préfère un système de protection solaire extérieure, qui bloque le rayonnement avant d'avoir l'effet de serre.
- Améliorer l'isolation en augmentant le pouvoir isolant des fenêtres. Certaines protections intérieures peuvent réduire les déperditions thermiques des fenêtres de 25% à 40%.
- Contrôler l'éblouissement : Un ensoleillement excessif peut rendre tout travail impossible. Ce phénomène est aussi important pour des fenêtres orientées au Sud. La luminosité peut être contrôlée par un système de protection installé indifféremment à l'extérieur ou à l'intérieur.

En plus des différents éléments bioclimatique tel que les volet en bois et les fenêtre, on peut faire appel au espaces vert à fin de créer des brise soleil naturel et bien intégré au projet. [13]

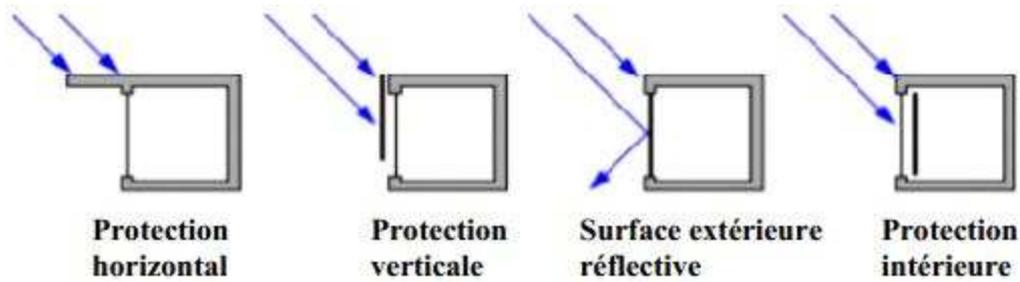


Figure 1.13 : stratégies d'ombrages

### 6.7 L'inertie thermique

L'inertie thermique peut simplement être définie comme la capacité d'un matériau à stocker de la chaleur et à la restituer petit à petit. Cette caractéristique est très importante pour garantir un bon confort notamment en été, c'est-à-dire pour éviter les surchauffes.

Cette capacité permet de limiter les effets d'une variation "rapide" de la température extérieure sur le climat intérieur par un déphasage entre la température extérieure et la température de surface intérieure des murs et par amortissement de l'amplitude de cette variation. Un déphasage suffisant permettra, par exemple que la chaleur extérieure "n'arrive" qu'en fin de journée dans l'habitat, période où il est plus facile de le rafraîchir grâce à une simple ouverture des fenêtres.

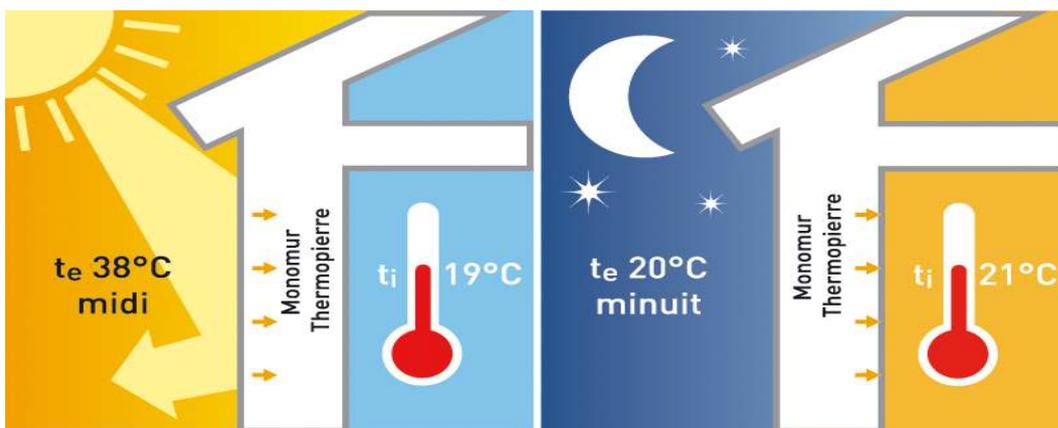


Figure 1.14 : capacité de l'inertie thermique des mur

## 6.8 L'isolation thermique

L'isolation thermique désigne l'ensemble des techniques mises en œuvre pour limiter les transferts de chaleur entre un milieu chaud et un milieu froid. L'isolation thermique est utilisée dans nombreux domaines incluant notamment : le bâtiment.[9]

Selon l'Ademe, la chaleur s'échappe d'une maison mal isolée selon un ratio de :

- 30 % par les combles et toiture
- 25 % par les murs.
- 10 - 15 % par les vitres et fenêtres.
- 7 - 10 % par les sols..[6]

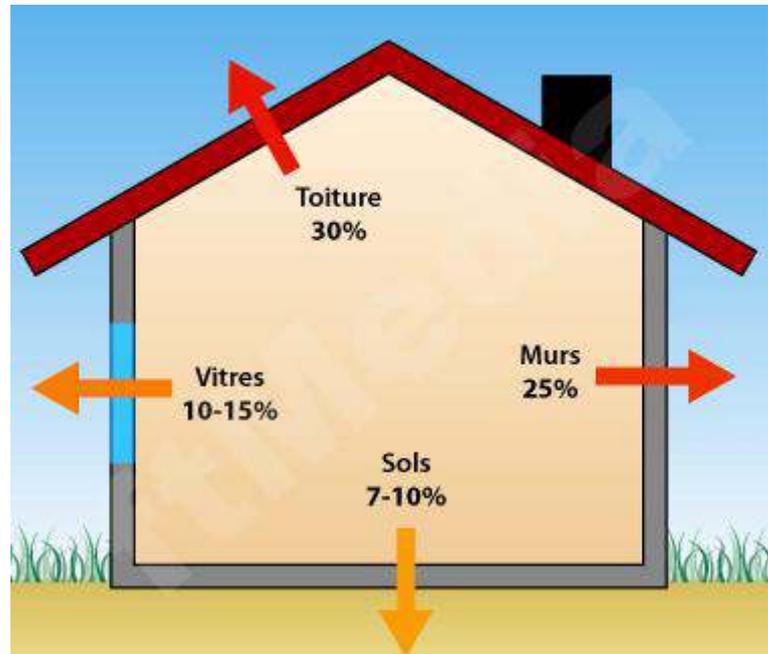


Figure 1.15 : déperditions thermiques dans le bâtiments[20]

### On distingue deux (2) types d'isolations

**6.8.1 L'isolation par l'intérieur**, consiste à isoler un bâtiment de l'intérieur en apposant un isolant derrière une cloison maçonnée ou une ossature. C'est le procédé le plus utilisé par les constructeurs à cause de sa facilité de mise en œuvre. Son inconvénient est qu'il annule l'inertie thermique de la paroi isolée et n'évite pas les ponts thermiques sur la maçonnerie

**6.8.2 L'isolation par l'extérieur**, consiste à installer l'isolant sur la surface extérieure du mur. C'est souvent la solution la plus coûteuse mais aussi la plus performante. Elle constitue la meilleure isolation pour le confort d'été et d'hiver, car elle permet de conserver l'inertie thermique forte des murs intérieurs et supprime les ponts thermiques.

Un échange de chaleur se produit entre deux milieux lorsqu'il existe une différence de température entre ces deux milieux. La chaleur se propage d'un milieu chaud vers le milieu

froid par l'intermédiaire de la conduction, le rayonnement, la convection.

### 7 ETAT DE L'ART

#### 7.1 Articles consultés :

**7.1.1 Article 1:** Premier logement témoin d'efficacité énergétique à Soudania Dans le cadre du programme européen MED-ENEC H Y Publié dans La Tribune le 15 - 07 - 2010

Le Centre national d'études et de recherche intégrée du bâtiment algérien (Cnerib) et le Centre de recherche sur les énergies renouvelables (CDER), l'Algérie qui a lancé le Projet d'efficacité énergétique dans le secteur de la construction en 2007, a réalisé sa première bâtisse d'efficacité énergétique.



Il s'agit d'un F3, qui a été construit sur une surface de 84 m<sup>2</sup> en brique de terre argile, qui est un matériau peu conducteur de chaleur. Un programme de 600 logements sera prochainement lancé également avec ces techniques qui nécessitent un investissement additionnel entre 10 et 15%.

#### 7.1.2 Article n°02 : Efficacité énergétique des logements à haute performance énergétique

Le but de cet article est de donner un exemple de simulation des logements Haute Performance Énergétique (HPE) de la ville de Béchar traitée dans le cadre du projet Eco-Bat car l'énergie est l'un des facteurs déterminants communs liés aux problèmes sociaux, environnementaux et économiques

L'étude est basée sur les données météorologiques du site et en appliquant les principes de la conception bioclimatique avec variation de paramètres d'étude qui sont :

L'isolation, choix du vitrage, choix des matériaux de construction et l'orientation pour minimiser les pertes de chaleur et favoriser les apports solaires pendant la période hivernale.

#### 7.1.3 Article n°03: Bulletin trimestriel de l'apure, septembre 2010:

Ce projet pilote est déjà lancé par l'APRUE (Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie) en partenariat avec le Ministère de l'Habitat.

Les actions de maîtrise de l'énergie proposées pour ce secteur portent notamment sur l'introduction de l'isolation thermique des bâtiments qui permettront de réduire la consommation d'énergie liée au chauffage et la climatisation d'un logement d'environ 40%.

#### 7.2 Mémoires consultés :

**7.2.1 Mémoire n°01** : N'DIAD Mohamed : « confort thermique dans le bâtiment »  
Ouagadougou, 1979.

Grace au bilan thermique d'un bâtiment, il est arrivé a conclure que l'orientation de la façade sur l'axes NORD-SUD permet le confort en chauffage du bâtiment.

**7.2.2 Mémoire n°02** : BOURSAS Abderrahmane : « ETUDE DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE D'UN BATIMENT D'HABITATION A L'AIDE D'UN LOGICIEL DE SIMULATION »

Après l'étude statistique qui a été faite dans le cadre de cette recherche, les résultats ont montré que le secteur résidentiel est un secteur énergivore en pleine expansion, son impacte n'est pas neutre sur l'économie et surtout sur l'environnement.

Des solutions adéquates ont été prises par les autres pays surtout chez les Canadiens qui sont : l'intégration des systèmes actifs en utilisant les énergies renouvelables et passifs dans la conception du bâtiment.

Ce qui a été obtenu a travers la simulation dynamique sur le site de Constantine est que l'isolation des murs a un gain de 25% par contre on peut obtenir jusqu'à 30% de gain en isolant la toiture.

**7.2.3 Mémoire n°03** : MAZARI Mohamed : « Etude du confort thermique des bâtiments à caractère public »

Grace aux investigations et aux bilans thermiques qui ont été faites sur se site de tizi ouzou, il a constaté que l'orientation Nord et Sud reste les plus favorables durant la période estivale, pour la simple raison que leurs façades ne sont pas exposés aux radiations solaires directes, cependant la façade Ouest est à éviter durant cette période surtout qu'elle reçoit l'intensité solaire la plus importante de l'après midi

il a conclu qu'afin d'éviter une surconsommation énergétique dans nos bâtiments et une réhabilitation thermique prématurée lourde d'un point de vue économique, il est plus que nécessaire de prendre en charge la conception architecturale de départ qui doit s'inscrire dans le sens de la durabilité

**7.2.4 Mémoire n°04** : Mme BELLARA ( Née LOUAFI ) Samira : « Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective »

L'objectif consiste à tester le comportement thermique d'un bâtiment collectif contemporain situé à la nouvelle ville Ali Mendjli de Constantine vis-à-vis des conditions climatiques extérieures. Cela concerne l'étude de l'impact de l'orientation sur la température intérieure de l'habitat collectif. Dont le confort intérieur reste lié à l'environnement thermique qui s'établit entre le corps humain et l'environnement proche.

Les résultats obtenus montrent que l'orientation permet d'avoir une conception plus performante du point de vue thermique et énergétique.

### 7.3 Thèses consultés :

**7.3.1 Thèse n°01** : RAFFENEL Yoann: « optimisation du contrôle thermique dans une habitation multi-source , suisse 2008 »

Ils ont étudié comment garantir le confort des occupants tout en minimisant la consommation énergétique du bâtiment.

**7.3.2 Thèse n°02** : BERGHOUR Belkacem, FORGUES Daniel et MONFET Danielle « Simulation du confort thermique intérieur pour l'orientation d'un bâtiment collectif à Biskra, Algérie » École de technologie supérieure, Montréal, Québec 2012

Ils ont démontré la relation qui lie la quantité d'énergie absorbée par la paroi et la température intérieure, qui dépend étroitement de l'orientation. Selon l'analyse effectuée, l'orientation favorable au contrôle du confort thermique et à la diminution de la demande énergétique est le Sud pour ce type de climat. Par contre, l'orientation Nord est à éviter. Quant aux orientations Est et Ouest, le déficit se situe à 45 %, ce qui est du même ordre de grandeur que les résultats de Givoni (1978).

**7.3.3 Thèse n°03** : GABRIEL PARENT-LEBLANC « Impact environnemental de solution de chauffage et d'isolation applicables aux bâtiments résidentiels au Canada » Québec 2013.

Ils ont montré que le rayonnement solaire qui grâce à une fenestration au sud permet un chauffage et un confort thermique, et de le retenir grâce à une isolation supérieure et une masse thermique importante.

## 8. Conclusion

Les travaux de recherche présentés ci-dessus m'ont permis d'avoir une idée sur les méthodes et solutions pour la réduction et la rationalisation de l'énergie dans le bâtiment.

A travers ces travaux j'ai pu constater que tout concepteur a besoin de connaître le climat du site où il doit construire ; c'est-à-dire le régime de température et de l'humidité de l'air, l'ensoleillement, le régime et la nature des vents qui va être présenté dans le chapitre suivant. Ces paramètres climatiques avec le soleil constituent des éléments essentiels à considérer lors de toute phase en amont de la conception architecturale.

### 1- INTRODUCTION

L'essor de « l'architecture solaire » puis « bioclimatique » permet à la fois la théorisation et la concrétisation de cette réflexion dans la production normale du cadre bâti .cette expression vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière « naturelle »,c'est-à-dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les effets pervers sur le milieu naturel et les couts d'investissement et de fonctionnement.

L'intérêt du bioclimatique va donc du plaisir d'habiter ou d'utiliser un espace à l'économie de la construction, ce qui en fait un facteur fondamental de l'art de construire.

Pour cela, il faut veiller à

- Préserver les ressources énergétiques conventionnelles.
- Réduire les couts des investissements énergétiques, notamment en matière de chauffage et de climatisation.
- Réduire l'impact des énergies fossiles sur l'environnement.

Avec la raréfaction des ressources d'énergies fossiles et leurs couts qui prennent l'ascenseur, en plus des effets négatifs des émissions qui en résultent sur le réchauffement de la planète, on commence à prendre conscience des biens faits d'intégrer le climat dans le mode de construire et d'en faire un facteur important (pour ne pas dire prépondérant) dans la recherche architecturale pour adapter les constructions aux conditions climatiques de la région d'implantation afin d'atteindre le niveau de confort thermique requis à moindre consommation d'énergie.

Dans ce chapitre, nous allons déterminer les différentes zones climatique en Algérie et ses caractéristiques ; le concept architectural ; puis une description du projet.

### 1-2 : Les objectifs du projet

La conception d'un bâtiment performant implique nécessairement la prise en compte des conditions climatiques du milieu. En effet, remédier à l'actuelle standardisation de la morphologie des bâtiments en favorisant la prise en compte du climat local constitue un enjeu

Majeur. Ainsi, lors de notre étude, nous avons aspiré à tirer parti des conditions naturelles (choix des matériaux adaptés et utilisation d'énergies renouvelables).

Nos principales préoccupations tout au long de la conception de ce bâtiment ont été d'une part l'économie d'énergie et d'autre part, le gain de confort.**2-Les outils informatiques**

Plusieurs logiciels performants ont été mis à notre disposition afin de modéliser les différents configurations que nous avons choisies les résultats des simulations effectuées grâce à ces logiciels nous ont guidés dans nos choix et nous ont permis de proposer, puis tester des solutions toujours plus performantes les logiciels suivants ont constitué un outil précieux pour l'avancement de notre étude :

**ALCYONE** : a permis la modélisation architecturale de l'ensemble du bâtiment et la caractérisation des différents matériaux utilisés.

**COMFIE-PLEIADES** : a constitué l'outil d'évaluation des échanges thermiques dans les différents espaces, mais aussi d'analyse des différentes consommations en chauffage et climatisation.

**METEONORM** : est une référence complète météorologique. il vous donne accès à des données météorologiques pour divers applications pour n'importe quel endroit dans le monde.

**METEOCALC** : est un outil intégré à pléiade+confie (module STD COMFIE) pour générer des fichiers météorologiques traitement très rapide et génération de fichiers météo horaires (8760 heures).

### 3- ADAPTATION DE LA CONCEPTION ARCHITECTURALE AU CLIMAT

L'homme de par sa constitution physiologique, ne pouvant s'adapter aux conditions climatiques extrêmes toujours tenté de rechercher un environnement favorable, tout en le développant à travers les temps, en essayant d'optimiser ses qualités, dans l'objectif d'atteindre les conditions de confort optimales souhaitées.

Cependant l'interaction entre le climat et l'homme nécessite un équilibre avec l'environnement, qui dépend de la conjugaison de plusieurs facteurs, qui vont être traité pour pouvoir comprendre toutes les caractéristiques d'une ambiance confortable.

Si une conception architecturale vise à utiliser, les éléments favorables du climat et de l'environnement, en vue de la satisfaction des exigences du confort thermique ;on dit qu'elle est adaptée à son climat, c'est ce qu'on appelle donc l'architecture bioclimatique [15].

En cet effet l'architecture bioclimatique insiste sur l'optimisation de la relation de l'habitation avec le climat en vue de créer des ambiances « confortable » par des moyens spécifiquement architecturaux ;le but de l'architecture bioclimatique est d'exploiter les effets bénéfiques du climat (captage du soleil en hiver, ventilation en été) tout en offrant une protection contre les effets négatifs (trop de soleil en été, expositions aux vents dominants en hiver) [16], une conception consciente de l'énergie ;et qui place l'occupant et son confort au centre de ses préoccupations.

L'adaptation au climat est la relation retrouvée entre l'homme habitant et le climat, elle permet de réduire les besoins énergétiques et de créer un climat de bien être à l'intérieur des logements avec des températures agréables et une humidité contrôlée...les énergies renouvelables et particulier l'énergie solaire c'est-à-dire l'effet radiatif «sol air température» sur la température de l'air voisinage de la paroi, et sur la température de la face exposée au soleil tient compte de plusieurs facteurs :

- rayonnement solaire sur toute l'enveloppe du bâtiment.
- température de l'air suivant l'heure du jour et la position du soleil.
- orientation du bâtiment (par rapport au soleil et au vent).
- caractéristiques des parois extérieures (masse thermique, couleur, état de surface des matériaux, isolation...).
- protection solaire de toutes les parois.
- emplacement et taille des fenêtres.

L'effet radiatif permet donc après une meilleure connaissance du comportement thermique d'un bâtiment donné, et qui facilite aussi l'étude de son orientation, de l'emplacement des fenêtres susceptibles de produire le meilleur confort thermique au cours des quatre saisons [17].

L'orientation (est la direction vers laquelle sont tournées les grandes façades vitrées) joue un rôle important dès les phases primaires de la conception architecturale construire en harmonie avec les heures de la journée et des saisons donne une architecture plus confortable et plus conviviale pour l'habitat.

L'orientation d'une façade est le paramètre clé des interactions visuelles thermiques et acoustiques ; cependant au niveau thermique cela se traduit par l'ensoleillement disponible, la pression du vent et l'humidité de l'air ; tout cela gère simultanément le rôle que joue la façade .le niveau du rayonnement sur un mur est sensiblement plus élevé dans une direction et moindre dans l'autre, ce qui signifie que les conditions de protection sont importantes, et en particulier la ou il y a des fenêtres « il n'en reste pas moins qu'une bonne orientation des baies vitrées est un choix essentiel pour faire des économies d'énergie »[16], à titre d'exemple la conception architecturale d'un habitat qui se trouve au nord européen ne peut être appliqué à 100% pour construire un habitat en Amérique de sud ou bien ici en Algérie ,chaque endroit possède son environnement et son propre climat qui exige telle conception pour garantir une ambiance confortable à l'intérieur de l'habitat.

La conception du bâtiment doit mettre en œuvre des principes simples, basées sur le bon sens et qui ont prouvé leur efficacité dans les constructions anciennes. Elle doit être adaptée aux besoins saisonniers (chaleur en hiver, fraîcheur en été) et favoriser au maximum l'apport solaire passif et minimiser les déperditions. Dans ce cadre, nous dirons que l'architecture passive ou bioclimatique doit prendre en compte les principes suivants :

-utiliser des matériaux massifs pour augmenter l'inertie thermique.

-supprimer les points faibles, tels que les ponts thermiques ou les balcons qui font corps avec le reste du bâtiment.

-prévoir des vitrages isolants (par exemple double vitrage), qu'il faut protéger par des volets, des stores, tout en privilégiant le bâtiment par une végétation.

En conclusion, la qualité du confort au niveau des espaces intérieurs ou extérieurs s'exprimera par les effets des caractéristiques du climat sur le site.

### 4- Présentation de La Ville d'Alger

#### 4-1. La Situation Géographique Du Site

La ville d'Alger est bordée d'ouest en Est par les méridiens 2,43°E et 2,48°E et de Sud au Nord par les parallèles 36,58°N et 36,60N. L'altitude moyenne de la zone d'étude est de 112m administrativement parlant la ville d'Alger s'étend sur une seule commune (66Km<sup>2</sup>), elle est le chef-lieu de la wilaya du même nom située à 68Km à l'Ouest d'Alger.

Au Nord elle est limitée par la mer méditerranée, à l'Ouest par les communes de Cherchell et Nador, à l'Est par la commune d'Ain Ta gourait et au Sud par Hadjout et Sidi Rachad

Le logiciel METEONORM (version7.1) nous donne la description du site suivant :

- Altitude : 116 m.
- Latitude : 36°.75N.
- Longitude : 3° (+E).

Ces différentes données seront importantes en vue de déterminer les conditions climatiques auxquelles le site est soumis tout au long de l'année et notamment l'éclairement global.

4-2. Les caractéristiques du climat

Données de METEONORM 7.1 du site d'Alger

Mois	Ta [C]	H_Gh [kWh/m2]	H_Dh [kWh/m2]	H_Bn [kWh/m2]	Sd [h]	Rh [%]	FF [m/s]
Janvier	10.1	82	32	119	166	77.7	2.4
Février	10.9	93	42	107	170	74.5	2.5
Mars	13.4	144	57	147	200	73.0	2.7
Avril	15.5	171	70	154	223	72.0	3.0
Mai	19.0	203	81	179	280	70.3	3.0
Juin	23.1	229	76	220	300	64.4	3.1
Juillet	25.8	244	64	251	330	65.6	3.1
Août	26.2	211	69	206	300	65.4	2.9
Septembre	23.2	161	56	169	241	69.3	2.8
Octobre	20.1	129	45	160	209	71.4	2.3
Novembre	14.6	89	31	132	172	73.5	2.5
Décembre	11.7	73	29	114	161	75.4	2.6
Année	17.8	1827	653	1957	2752	71.0	2.7

Tableau 2.1 : Données climatiques d'ALGER

4-3 .Les températures

Les températures du site d'ALGER varient entre 6° et 33° en moyenne tout au long de l'année, comme l'indique le graphe suivant :

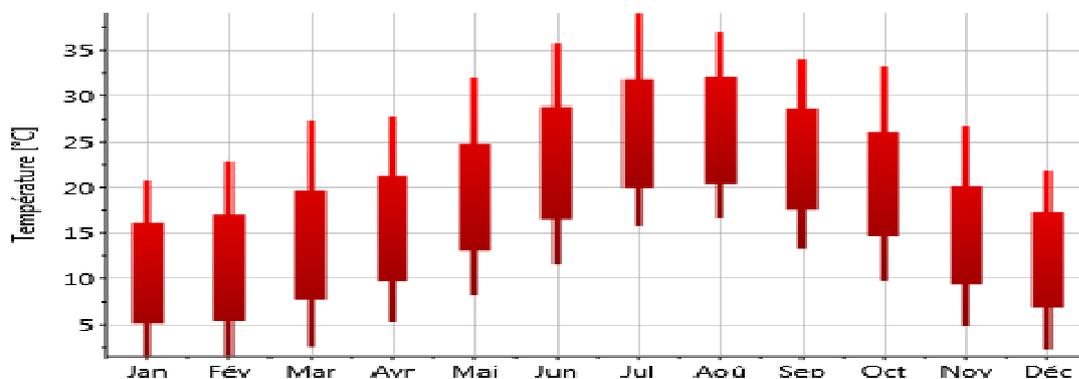


Figure 2.1 : Température moyenne mensuelles (Alger)

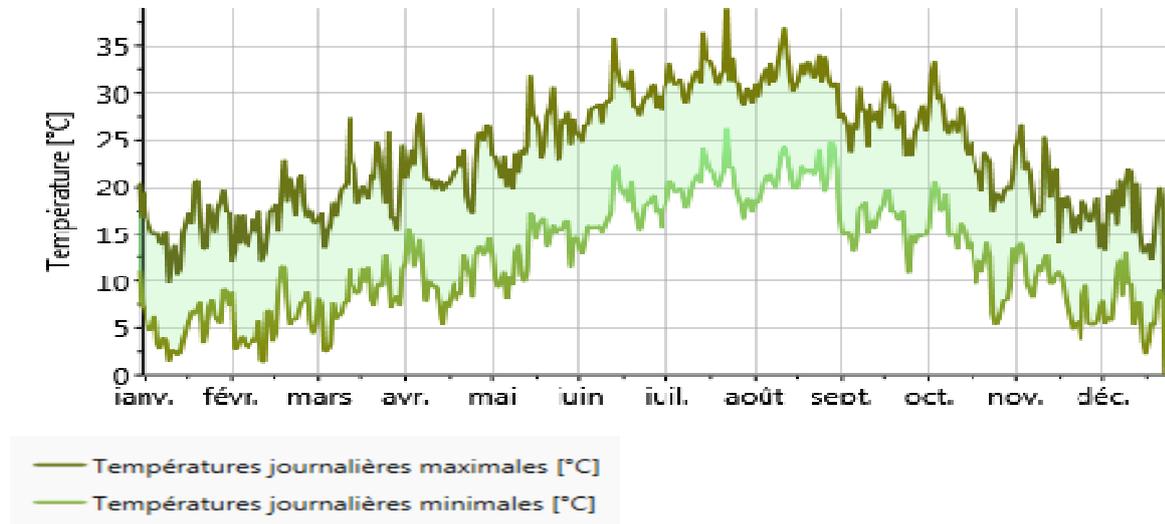


Figure 2.2 : Valeurs journalières de la température Moy, Max et Min (Alger)

En été les températures varient entre 25° et 33° tandis qu'en hiver elles oscillent entre 6° et 22°.

4-4.L'ensoleillement



Figure 2.3 : Moyennes journalières du rayonnement global (Alger)

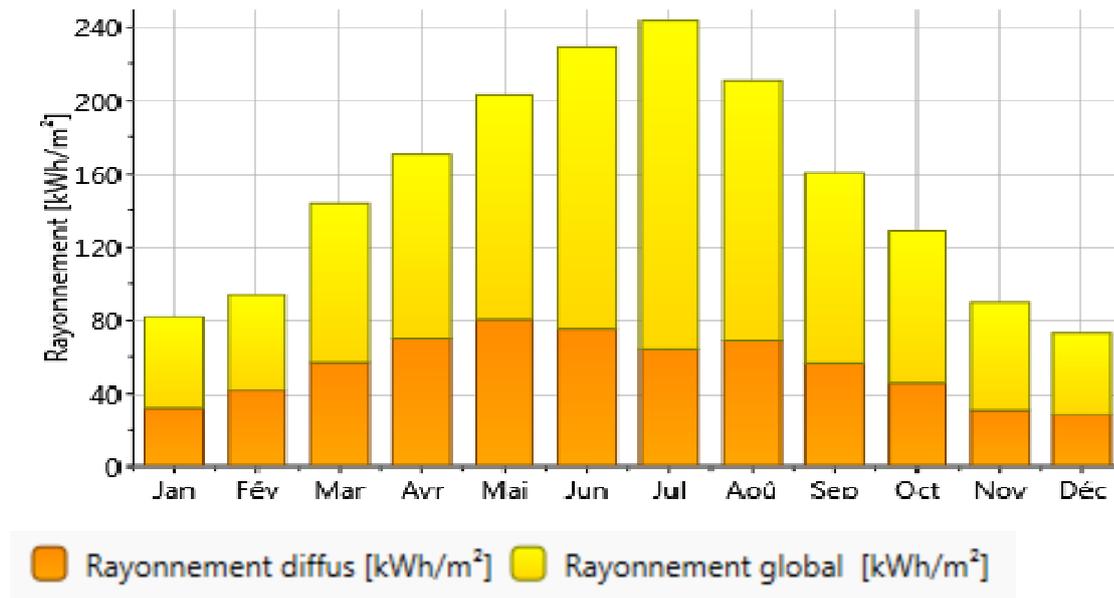


Figure 2.4 : Valeurs Mensuelles du rayonnement global (Alger)

On peut déduire que l'insolation globale oscille autour de 2.5 kwh/m<sup>2</sup> en hiver et peut dépasser les 8 kwh/m<sup>2</sup> en été, ces données seront notamment prises en considération lors de l'évolution des apports solaires

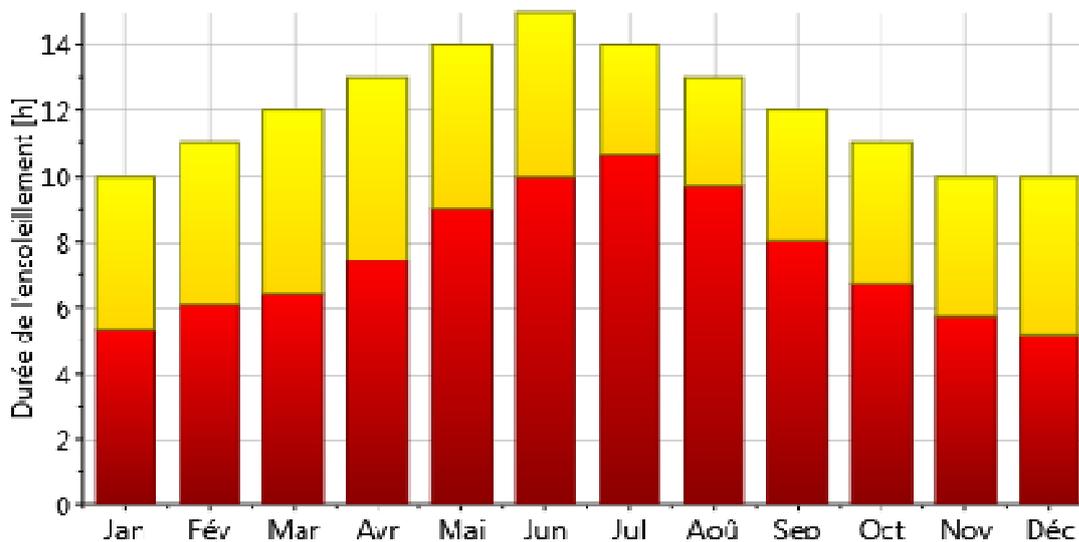


Figure 2.5 : Valeurs Mensuelles de la durée d'insolation (Alger)

### 5-Présentation du model étudiant

#### 5-1. Description du projet

Notre habitat est une maison individuelle qui comporte essentiellement un séjour et quatre chambres, elle est composée en deux étages, son plan est pris d'un document livré par monsieur le promoteur de cette thèse, elle a été réalisée déjà en France et avec calcul de toutes ces consommations annuelles.

Dans la réalisation de cet habitat des paramètres sont respectés :

- \* L'orientation ; qui joue un rôle très important pour maximiser les apports solaires, de ce fait, les espaces de vie tels que la salle de séjour et les chambres devraient être orientés vers le sud.
- \* L'isolation est la clef de la maison passive, elle doit être appliquée sur toute l'enveloppe du bâtiment.
- \* Le vitrage ; utilisant des fenêtres en aluminium doubles vitrages.

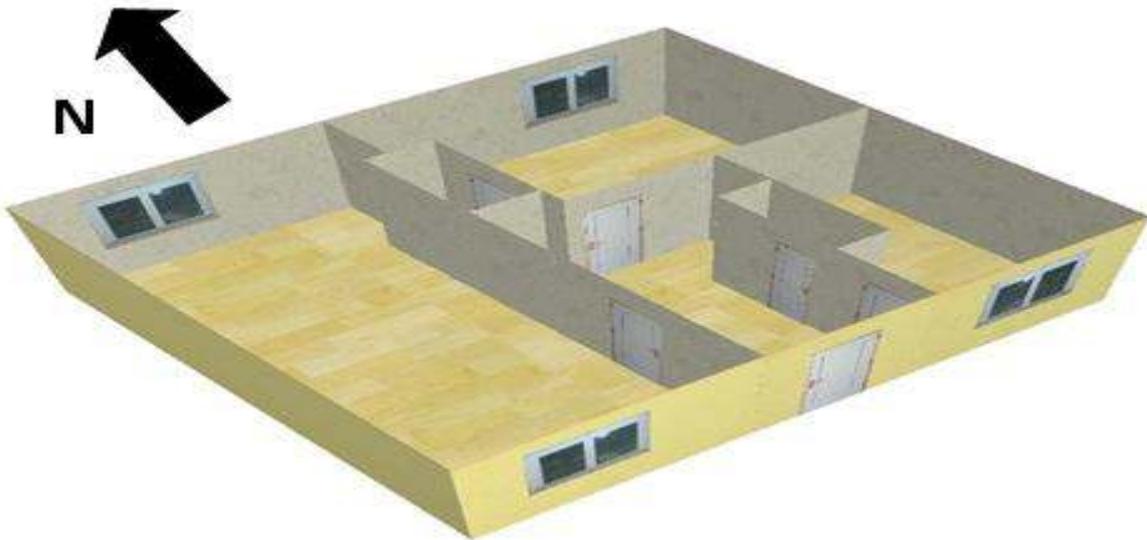


Figure :2.6.logement en 3-D RDC réalisé à l'aide le logiciel ALCYONE.



Figure2.7: logement en 3D 1er étage réalisé à l'aide le logiciel ALCYONE

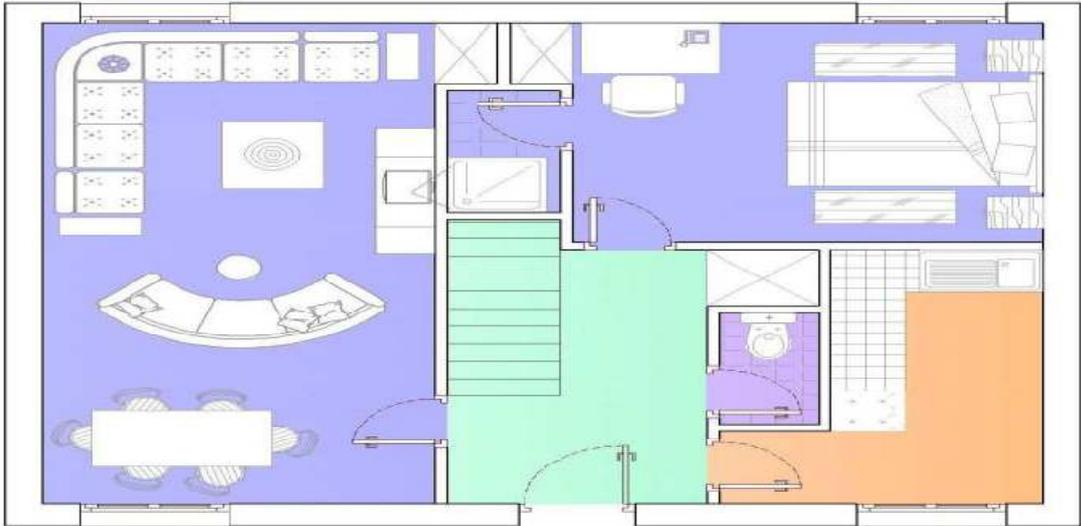


Figure 2.8 : plan du Rez-De Chaussée réalisé avec Autocad.

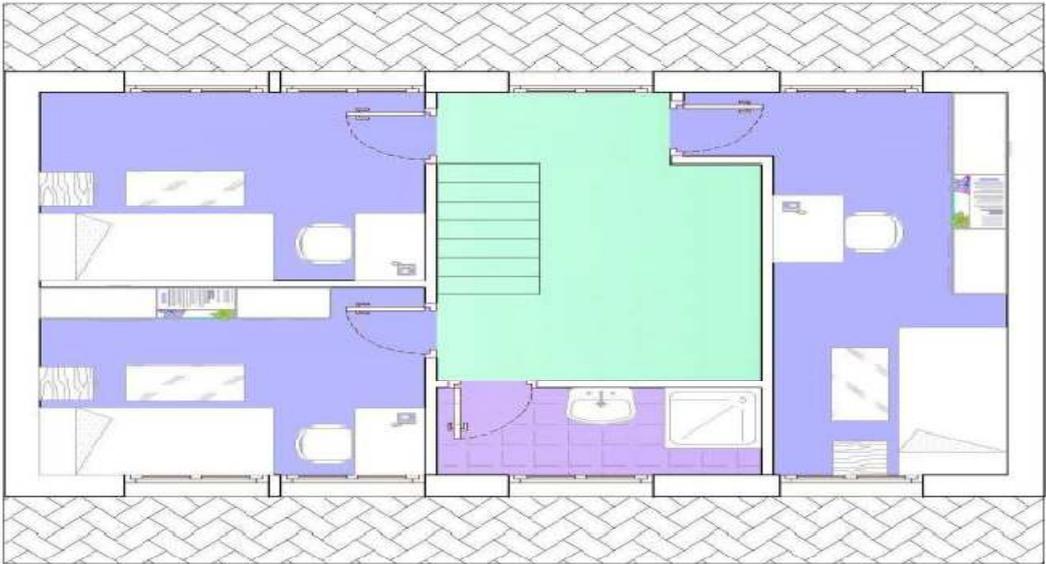


Figure 2.9 : plan du 1er étage réalisé avec Autocad.



Figure 2.10 : coupe de la maison

**5-2. Définition des zones**

La première étape est de séparer l'ensemble de la maison en différentes zones couplées les unes avec les autres. La séparation des différents espaces de la maison se fait en fonction de l'emplacement, de l'occupation et de l'utilisation, quatre zones différentes ont été créées et sont répertoriées dans le tableau (II.2), à noter que les pièces qui appartiennent à la même zone possèdent les mêmes caractéristiques de fonctionnement (voir le chapitre 3)

ZONE	NON	ESPACE	VOLUME (m <sup>3</sup> )
2	CUISINE	cuisine	28.6
4	COULOIR BAS	Hall, circulation et escalier rez de chaussée	34.5
1	SEJOUR	SEJOUR	84.9
3	WC	Toilette	6.1
1	CH1	Chambre 1	46.8
3	DOUCHE	douche	6.7
3	BAINS	bains	18.8
1	CH4	Chambre 4	60.3
1	CH2	Chambre 2	39.1
4	COULOIR HAUT	Hall, circulation et escalier 1 <sup>ère</sup> étage	45.1
1	CH3	Chambre 3	44.2

Tableau2.2: la répartition des pièces en différentes zones.

5-3 .Les caractéristiques des parois du bâtiment de référence sont les suivantes

Désignation et représentation	Couche	Épaisseur [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
<b>MUR EXTÉRIEUR</b>	1/he			0.06
	1 - enduit extérieur	0.02	1.15	0.02
	2 - brique creuse de 10 cm	0.10	0.48	0.21
	3 - brique creuse de 5 cm	0.05	0.50	0.10
	4-lame d'air	0.015	0.09	0.16
	5- brique creuse de 10 cm	0.10	0.48	0.21
	6- enduit platre	0.02	0.35	0.06
	1/hi			0.110
				<b>0.93</b>
<b>MUR INTÉRIEUR</b>	1/he			0.110
	1 - Enduit Plâtre	0.02	0.35	0.06
	2 - Brique Creuse de 10 cm	0.10	0.48	0.21
	3 - Enduit Plâtre	0.02	0.35	0.06
	1/hi			0.110
				<b>0.55</b>
<b>PLANCHER INTERMÉDIAIRE</b>	1/hi			0.110
	1 - Plâtre courant	0.015	0.35	0.040
	2 - Hourdis	0.20	1.33	0.150
	3- Dalle En Béton	0.04	0.75	0.020
	4 – forme de ponte	0.03	0.16	0.190
	5-carrelage	0.02	1.70	0.010
	1/he			0.110
				<b>0.63</b>
<b>PLANCHER BAS</b>	1/hi			0.110
	1 - Carrelage	0.02	1.75	0.011
	2 - Mortier	0.04	1.15	0.030
	3 - Béton Lourd	0.20	1.75	0.110
				<b>0.261</b>

<b>PLANCHER HAUT</b>	1/hi			0.06
	2 - terre cuite	0.010	1.50	0.010
	3- lame d'air	0.015	0.08	0.160
	4- Placoplatre BA 13	0.013	0.32	0.040
	1/he			0.110
				<b>0.380</b>

Tableau 2.3: Composition de parois utilisées pour le bâtiment de référence

Après introduire les pièces et leurs contacts et les caractéristiques des parois au niveau du module Dh-Multi sur Pléiades on obtient une liste de tous les parois, tableau (II.4) donne l'exemple de la définition de la cuisine. Dans cet exemple, les parois adjacentes aux autres zones (chambre 1) déjà définies ou le plafond, considéré comme le plancher d'une autre zone, ne sont pas présentées pour éviter les répétitions, Un tableau complet est présenté en annexe.

Nom de la pièce	Nom de la paroi	Contact	Surface	Orienteation	Incli.	Composition
CUISINE - 1	Plancher 1/1	Sol	10.07		0	180 Plancher bas PFE
CUISINE - 1	Plafond Int.1/2.1	CH2 - 9 / Plancher Int.9/1	7.05		0	0 Plafond bas PFE
CUISINE - 1	Paroi 1/4	Extérieur	7.43		0	90 MUR EXT ALLEGE REZ DE CHAUSSE
CUISINE - 1	Paroi 1/5	Extérieur	10.19		-90	90 MUR EXT ALLEGE REZ DE CHAUSSE
CUISINE - 1	Paroi 1/6	CH1 - 5 / Paroi 5/6	5.57		0	90 MUR INT
CUISINE - 1	Paroi 1/7	COULOIR BAS - 2 / Paroi 2/8	2.26		-90	90 MUR INT
CUISINE - 1	Paroi 1/8	WC - 4 / Paroi 4/4	4.42		90	90 MUR INT
CUISINE - 1	Paroi 1/9	WC - 4 / Paroi 4/3	1.86		0	90 MUR INT
CUISINE - 1	Paroi 1/10	COULOIR BAS - 2 / Paroi 2/5	3.51		-90	90 MUR INT
CUISINE - 1	Plafond EXT.1/2	Grenier ventilé	2.63		0	0 Plafond rampant PFE
CUISINE - 1	Plafond Int.1/2.2	BAINS - 7 / Plancher Int.7/1.2	0.37		0	0 Plafond bas PFE

Tableau 2.4 : listes des parois en contact avec la cuisine

### 5-4.. Caractéristiques De La Menuiserie

Les caractéristiques des ouvrants du bâtiment de référence sont les suivantes :

Les fenêtres existantes sur la bibliothèque de notre logiciel pléiades

Les fenêtres en double vitrage :

Nom : Fenêtre aluminium

Complément : Double vitrage 4 + 4 mm - coupure thermique

Origine : Ouvrage "Conception thermique de l'habitat"+ règles TH-BV

Nombre de vitrage : 2 vitrages

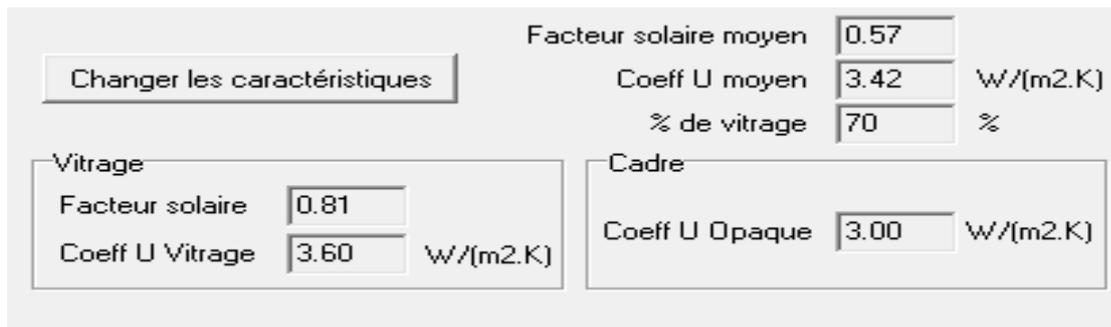


Figure 2.11 : Interface de la bibliothèque de pléiade de la fenêtre utilisée

Composant	Cadre (30%)	Vitrage (70%)	Cadre + vitrage 100%
<b>Paramètres</b>			
<b>Facteur solaire</b>	—	0,81	0,57
<b>Coeff U (W / m<sup>2</sup> K)</b>	3,00	3.60	3

Tableau 2.5 : Caractéristique des fenêtres

Le double vitrage est composé de deux vitres isolées par un vide, remplies d'air ou de gaz. En installant une fenêtre double vitrage, l'ouverture est hermétique avec un gain d'isolation de 30% par rapport au vitrage classique.

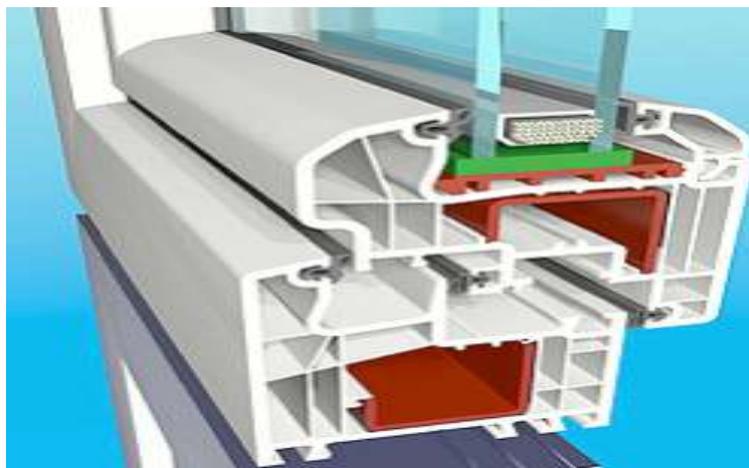


Figure 2.12 : Fenêtre double vitrages en aluminium

### 6-Avantages du double vitrage

- Lutte contre la déperdition d'énergie.
- Offre une bonne isolation phonique.
- Garantit une sécurité renforcée.
- Réduit l'effet « vitre froide » (en rapprochant la température du vitrage de la température ambiante : de ce fait, la consommation d'énergie peut être abaissée jusqu'à 10 %).
- Propose une option autonettoyante.

### **7-conclusion**

Ce chapitre englobe les données climatiques de site d'ALGER, à l'aide de logiciel métronome 7.1. Rayonnement: Période nouvelle = 1991-2010 Température: Période nouvelle = 2000-2009 ainsi les détails architecturaux du logement (parois extérieures et intérieures, plancher bas, plancher intermédiaire, plancher haut, les ouvrants).

Ces données vont être modélisées à l'aide d'un logiciel de dessin Alcyone, et logiciel de simulation Pléiade Comfie dans le chapitre 3, avant de définir les besoins énergétiques des logements d'études.

### 1. Introduction

Les outils de simulations énergétiques permettent la simulation du comportement thermique d'un bâtiment, en lien éventuel avec les questions de confort acoustique et d'éclairage. De tels outils calculent les besoins énergétiques nécessaires au maintien du confort thermique (chauffage, rafraîchissement), voire l'ensemble des besoins énergétiques. Au-delà de l'aspect énergétique, certains logiciels évaluent les impacts environnementaux liés au bâtiment sur la totalité de son cycle de vie.

PLEIADES + COMFIE est intégré à un ensemble de logiciel interfacé complet facilitant la saisie rapide de toutes les caractéristiques du bâtiment, de ses équipements et de ses scénarios de fonctionnement, d'une part, et chaîné à un calcul d'analyse de cycle de vie du bâtiment, d'autre part.

Dans ce chapitre ; nous allons présenter le logiciel d'étude.

### 2. Présentation des logiciels utilisés

#### 2.1 Le but de la simulation thermique dynamique « STD »

La simulation thermique dynamique est de but de simule au pas de temps horaire le métabolisme du bâtiment en fonction de la météo, de l'occupation des locaux,...

Au final, on accède aux températures, aux besoins de chauffage/climatisation, aux apports solaires...etc. heure par heure dans les différentes zones prédéfinies du bâtiment. La STD permet de prendre en compte l'inertie thermique du bâtiment, les ponts thermiques, le comportement des usagers, la stratégie de régulation et de mener les études de sensibilités afférentes. La STD permet donc d'identifier et de quantifier l'impact des différentes fuites énergétiques (ponts thermiques, infiltration, ventilation...) afin de valider les concepts et solutions techniques retenues.

#### 2.2 Pléiade + Comfie

Pléiade a été développé à la fin des années 80 au centre énergétique de Paris pour faire face au manque de logiciels simples d'utilisation prenant en compte la dynamique du comportement thermique du bâtiment (Salomon et al.2005).

Il représente un cœur de calcul développé en Pascal dans l'environnement Delphi dans lequel le problème de thermique du bâtiment est réduit par méthode modale.

La réduction permet des temps de calcul de l'ordre de quelques secondes pour une simulation annuelle.

Un logiciel appelé ALCYONE permet de saisir graphiquement en 3D la géométrie du bâtiment et d'importer les données vers l'interface graphique de COMFIE appelée PLEIADE..

L'ensemble logiciel PLEIADE+COMFIE est l'outil indispensable à la conception bioclimatique en régime dynamique.

L'interface PLEIADES, par sa rapidité et son apprentissage intuitif, permet enfin aux architectes de pouvoir calculer un projet bioclimatique dès la phase d'esquisse et d'avant projet.

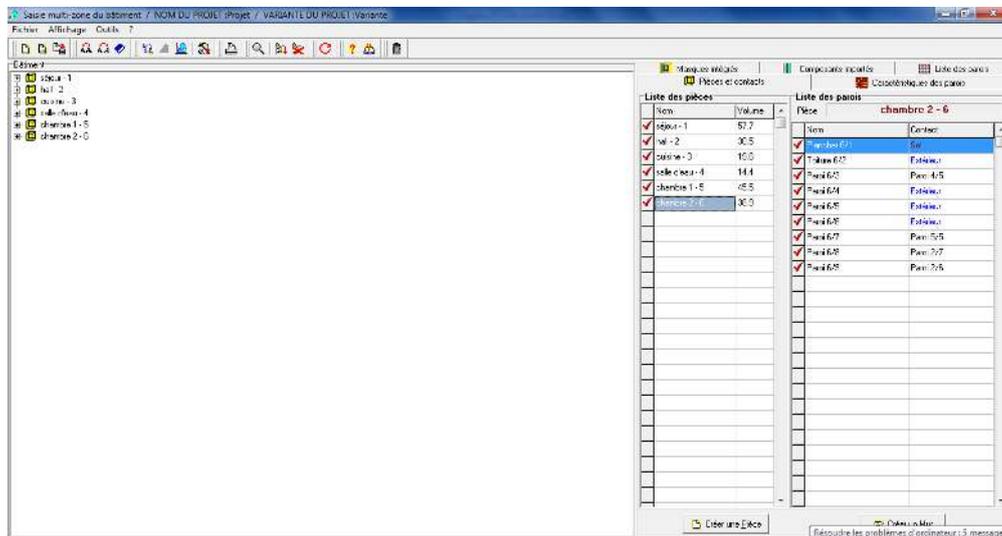


Figure 3.1 : Interface PLEIADES.

## 2.3 Caractéristiques principales

- \* Comfie-pléiade est un couplage de deux logiciels.
- \* Comfie est développé par le centre d'Energétique de l'école des Mines de Paris et l'interface Pléiade par IZUBA Energies.
- \* PLEIADE apporte à Comfie une interface très souple et sécurisée, accélérant considérablement la saisie d'un projet et l'étude de ses variantes.
- \* PLEIADE intègre une bibliothèque de données thermiques sur les matériaux et les éléments constructifs (blocs, panneaux,...).
- \* Création en quelques clics de compositions de parois.
- \* PLEIADE intègre également une bibliothèque de menuiseries, de scénarios, d'albédo, d'écrans végétaux et d'états de surface (absorption du rayonnement solaire et émission infrarouge).
  - Simulation possible de 40 zones thermiques différentes.
  - Prise en compte de l'environnement : masques lointains, obstacles à l'ensoleillement à proximité de chaque paroi (arbre, masques architecturaux...). Chaque ouverture vitrée

peut être affectée d'un masque intégré à la construction de n'importe quel type, caractérisé en quelques clics.

- Prise en compte des coefficients d'émission et d'absorption des parois externes ou internes. Il est possible d'affecter à chaque paroi extérieure un scénario mensuel de réflexion du sol (albédo), un scénario mensuel d'occultation par un écran végétal, de tenir compte de l'exposition au vent...
- Des fermetures (volets par exemple) peuvent être programmées par scénario réglable d'heure en heure pour chaque jour de la semaine.
- Gestion de ventilations extérieures sur chaque zone par scénario hebdomadaire et horaire.
- Prise en compte de différents types de ventilation interne entre les zones thermiques :
  - Ouverture de porte avec indication de la fréquence d'ouverture ou d'une régulation.
  - Orifices de ventilation
  - Ventilation mécanique inter zones
  - Mur trombe

Les zones peuvent être à évolution libre (température flottante), thermo statées (avec un scénario de consigne hebdomadaire et horaire), ou bien climatisées (avec une consigne de chauffage et une consigne de climatisation hebdomadaire et horaire). Dans ce dernier cas les puissances de chauffe et de rafraîchissement nécessaires pour maintenir la température souhaitée sont calculées au cours de la simulation.

Pour chaque zone, il est possible de définir la puissance de l'équipement de chauffage, la puissance de refroidissement, l'efficacité de l'échangeur récupérateur, la position du thermostat.

La saisie dans PLEIADE est à tout moment sécurisée contre toute valeur erronée ou hors limite. La simulation n'est pas lancée qu'après un contrôle de cohérence des données.

A la fin de la simulation, COMFIE calcule sur les différentes semaines de calcul, les températures et les puissances de chauffage pour chaque zone thermique. Edition heure par heure des résultats.

La vitesse de calcul est très optimisée : avec un Pentium 2 233Mhz, une simulation sur un projet de 4 zones thermiques prend de l'ordre d'une minute sur les 8760 heures annuelles..

Le calcul de simulation est effectué avec un pas de calcul paramétrable, pouvant aller de 1 à 1/10 d'heure.

Création automatique à chaque simulation d'un descriptif intégral du projet.

Un éditeur de graphe très facilement paramétrable facilite l'analyse graphique des projets et la comparaison des variantes :

Toutes les variantes précédemment calculées d'un projet peuvent être comparées entre elles.

Toutes les résultats (analyses, valeurs et courbes) peuvent être imprimés, récupérables par copier-coller, ou bien enregistrés sous forme de fichier RTF ou PICT pour exportation dans d'autres logiciels comme Word ou Excel. En plus des résultats, une série d'indices est générée après la simulation pour apprécier rapidement les performances du bâtiment :

- Moyenne surchauffe Max. : moyenne de dépassement de températures durant la période de surchauffe la plus importante.
- Amplification de T° ext : moyenne des pourcentages journaliers d'amplification de la température extérieure.
- Taux d'inconfort : pourcentage de temps durant lequel la température a été supérieure ou inférieure à certaines valeurs.
- Besoin Chauff+Froid : somme des besoins nets de chauffage et de rafraichissement par m<sup>3</sup>.
- Part de besoins nets : pourcentage des besoins nets de chauffage par rapport aux déperditions.

### 2.4 Avantages

- Prise en main très rapide.
- Bonne simulation des conceptions passives.
- Passerelle avec Equer.
- Logiciel francophone

### 2.5 Faiblesses

- Modélisation simplifié des équipements.
- Nombres de zones limitées.
- PLEIADE est complété par deux outils qui facilitent grandement son utilisation

### 2-6.ALCYONE

Avec ALCYONE, le modeleur graphique de PLEIADES, la saisie devient simple et efficace. À partir d'un fond de plan, quelques clics suffisent pour décrire le bâtiment en 2D, niveau par niveau. Parois, menuiseries, protections solaires, masques, toitures etc. : toute la saisie du projet est ainsi facilitée et accélérée. Les ponts thermiques affectés automatiquement sont

entièrement personnalisables. La visualisation en 3D permet de vérifier la géométrie du projet saisi et de prendre connaissance des ombres portées à toute heure de l'année.

**2-7.METEONORM 7.1**

Le pack Stations Météonorm comporte plus de 220 stations météo complémentaires (France métropolitaine, Belgique, Suisse, Luxembourg et pays du Maghreb) pour la simulation thermique dynamique.

COMFIE est un moteur de calcul de simulation thermique dynamique multizone des bâtiments développé depuis 1990 par le Centre d'énergétique de l'école des Mines de Paris. Il calcule de façon précise et rapide :

Les flux thermiques entre zones thermiques à partir du descriptif du bâtiment, de son environnement et des occupants et en tenant compte de l'influence de l'inertie sur les besoins de chauffage et sur le confort d'été. Un outil idéal pour la conception de bâtiments à basse consommation et haut niveau de confort. Les temps de calcul réduits sont l'assurance d'une meilleure productivité. Des calculs complémentaires. Les débits d'air en ventilation naturelle et forcée pour chaque menuiserie, entrée d'air etc. L'influence de matériaux à changement de phase incorporés aux parois. Les performances d'une installation photovoltaïque intégrée au bâtiment. L'influence d'un puits climatique couplé au bâtiment.

Les besoins d'éclairage artificiel. Des critères de confort adaptatif, suivant les normes 7730 (PPD-PMV) et 15251 et le diagramme de Givoni.

**2-8.. Procédures d'injection des données sur pléiade**

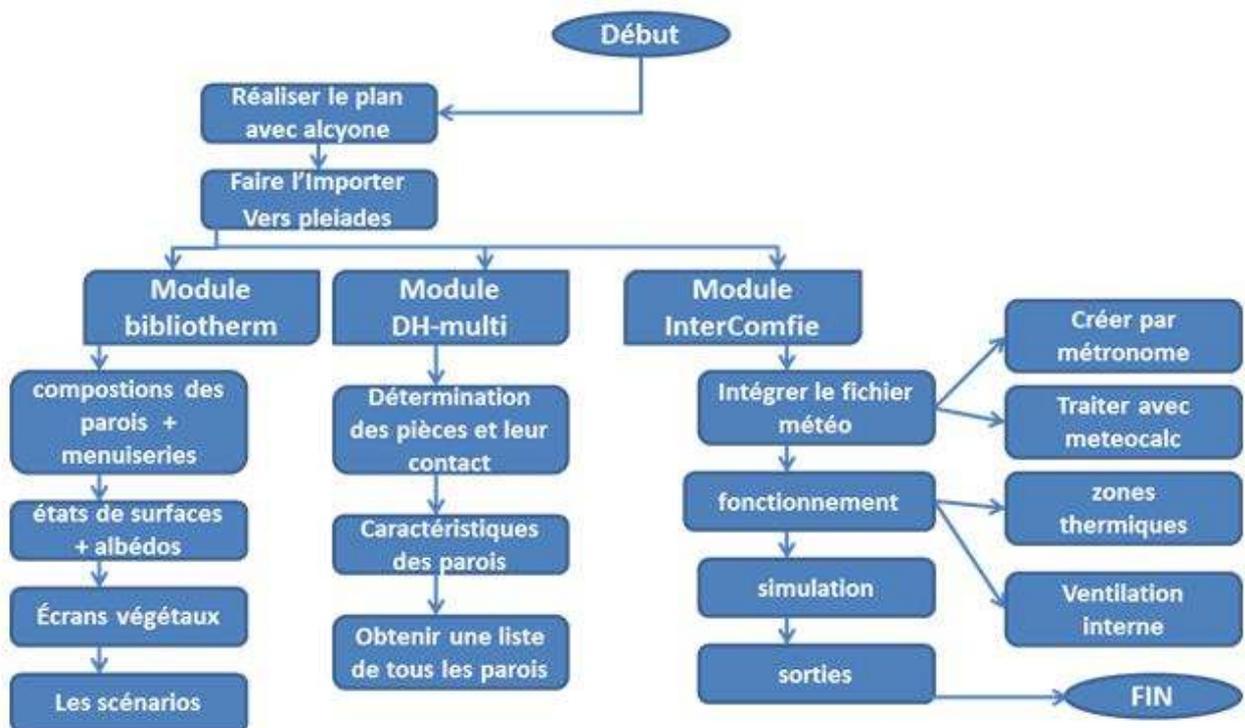


Figure 3.2 : Procédures d'injection des données sur PLEIADES

## 3-Modélisation De Bâtiment

Il n'est pas possible d'importer dans la même simulation Pléiade + Comfie, des scénarios pour l'hiver et l'été, et pour cela on a lancé deux simulations, une pour l'hiver et une autre pour l'été .

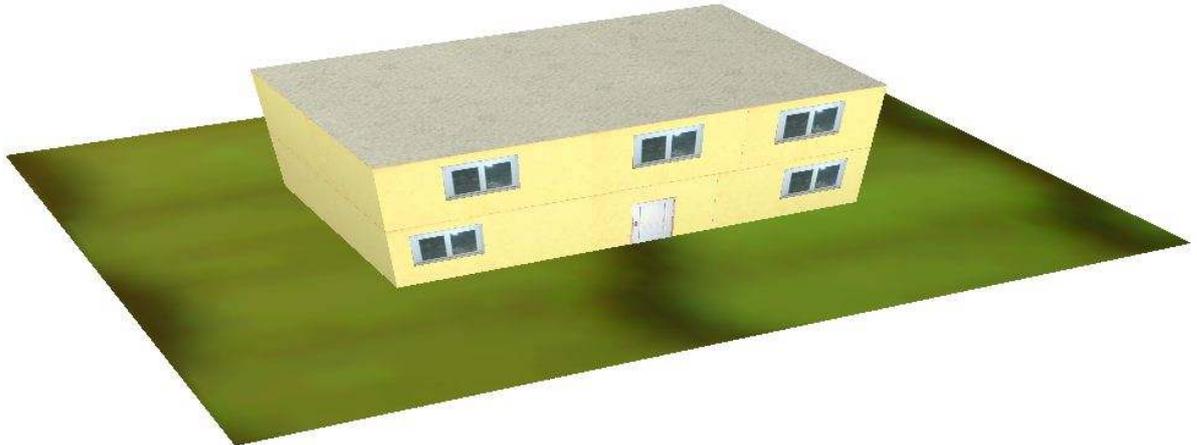


Figure3.3 :Plan en 3D réalisé par alcyon

### 3-1Présentation Des Plans De Logement RéalisésPar ALCYON.

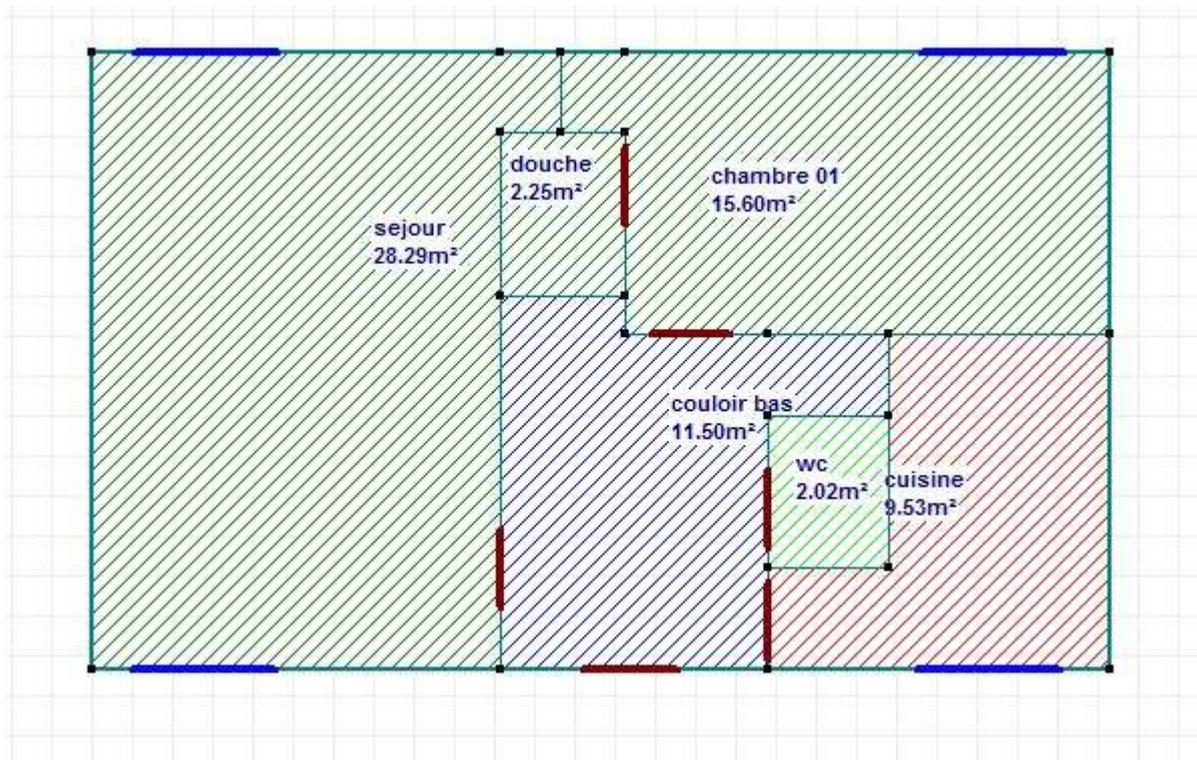


Figure3.4 : Plan RDC réalisé par ALCYON

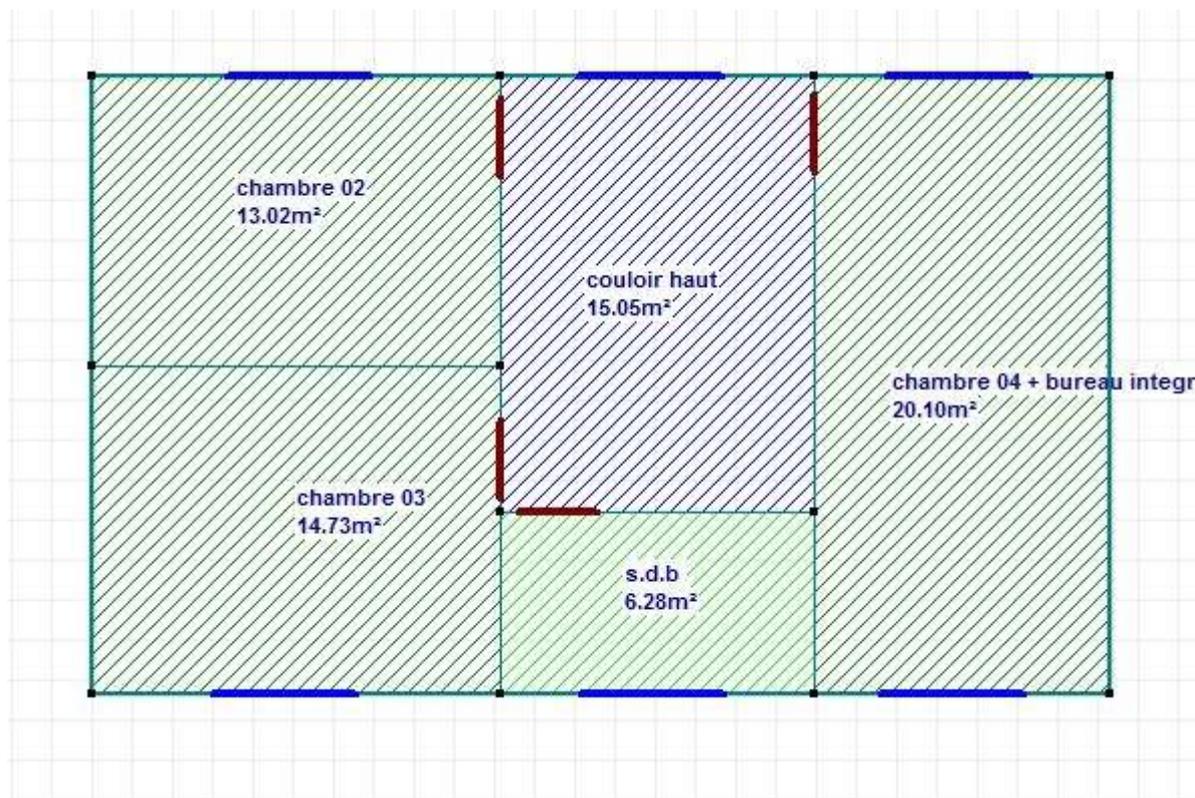


Figure 3.5 : Plan 1<sup>er</sup> étage réalisé par ALCYONE

Les pièces de la même couleur appartiennent à la même zone thermique, et ont les mêmes conditions intérieures (température, occupation, ventilation, ...)

Le logement est devisé sur quatre zones thermiques comme j'ai indiqué dans le chapitre précédent :

Zone 01 : zone de confort : Séjour, Chambre 01, Chambre 02, chambre 03

Zone 02 : cuisine

Zone 03 : wc + sdb

Zone 04 : Hall et l'escalier

### 3-2. Description des systèmes constructifs et conditions aux limites sous PLEIADE COMFIE

#### 3-2-1. Description des parois

Le logiciel PLEIADE-COMFIE possède une grande base de données de matériaux, et même on peut faire rentrer d'autres éléments connaissant leurs masses volumiques, leurs conductivités thermiques et leurs capacités thermiques.

La modélisation des surfaces de l'enveloppe thermique utilisée se fait comme suit :

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	Extérieur ↓ Intérieur
Enduit extérieur	M	2.0	34	1.15	0.02	
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Brique creuse de 5 cm	E	5.0	36	0.50	0.10	
Lame d'air > 1.3 cm	E	1.5	0	0.09	0.16	
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Enduit plâtre	M	2.0	30	0.35	0.06	
Total		30.5	238		0.76	

Tableau3.1 : Murextérieur

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	Extérieur ↓ Intérieur
Enduit plâtre	M	2.0	30	0.35	0.06	
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Enduit plâtre	M	2.0	30	0.35	0.06	
Total		14.0	129		0.33	

Tableau3.2 : Mur intérieur

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	Extérieur ↓ Intérieur
Plâtre courant	M	1.5	12	0.35	0.04	
Hourdis de 20 en béton	E	20.0	260	1.33	0.15	
Béton lourd	M	4.0	92	1.75	0.02	
forme de pente	M	3.0	69	0.16	0.19	
Carrelage	M	2.0	46	1.70	0.01	
Total		30.5	479		0.41	

Tableau3.3 :Plancherintermédiaire

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	Extérieur ↓ Intérieur
Terre cuite	M	1.0	19	1.15	0.01	
Lame d'air > 1.3 cm	E	1.5	0	0.09	0.16	
Placoplâtre BA 13	E	1.3	10	0.32	0.04	
Total		3.8	29		0.21	

Tableau3.4 :Plancher haut

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	Extérieur ↓ Intérieur
Béton lourd	M	20.0	460	1.75	0.11	
Mortier	M	4.0	80	1.15	0.03	
Carrelage	M	2.0	46	1.70	0.01	
Total		26.0	586		0.15	

Tableau3.5 :Plancher bas

### 3-2-2.Déduction des scenarios

Avant de lancer les simulations, on modélise les scenarios qui présentent les gains internes (sources de chaleur liées à l'environnement intérieur provenant des occupants, de l'éclairage, des appareils électriques ou de l'évaporation d'eau).

Des scénarios horaires peuvent être définis sur une année entière pour les consignes de températures, les occupations, les puissances dissipées par les équipements, les occultations des vitrages, les ventilations, etc .

#### 3-2-2-1. Les scenarios d'occupation

En ce qui concerne les scénarios d'occupation, nous avons supposé que la maison était occupée par une famille de 5 personnes, Les apports internes des 5 personnes occupants le logement sont estimés à 80 W/personne. Le but de ces scenarios étant de reproduire la chaleur émise par la présence d'une personne.

Les repas du midi sont pris à l'intérieur le midi pendant la semaine. Les chambres sont occupées la nuit, le séjour aux heures de repas, en soirée et le week-end. Les salles de bain sont utilisées brièvement le matin et le soir.

Pour la zone de confort : zone 01 : séjour, chambre 01, chambre 02, chambre 03 :

Le weekend : le logement est t'occupé par les 5 personnes de 22h à 09 du matin, pour le reste de la journée l'occupation varie de 5 à 3 personnes

Les autres jours : le logement est t'occupé par les 5 personnes de 22h à 07 du matin, pour le reste de la journée l'occupation varie de 4 à 1 personnes

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
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	0	0	0	0	100	100	0
9 H	0	0	0	0	100	100	0
10 H	0	0	0	0	60	60	0
11 H	20	20	20	20	60	60	20
12 H	20	20	20	20	60	60	20
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	20	20	20	20	100	100	20
15 H	20	20	20	20	100	100	20
16 H	20	20	20	20	100	100	20
17 H	20	20	20	20	100	100	20
18 H	80	80	80	80	80	80	80
19 H	80	80	80	80	80	80	80
20 H	80	80	80	80	80	80	80
21 H	0	0	0	0	0	0	0
22 H	80	80	80	80	80	80	80
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Tableau 3.6 : Scenario d'occupation de la zone de confort

Pour la zone 04 : hall et l'escalier (circulation)

Les espaces de circulation sont occupés par une moyenne d'une seule personne

de 7h à 23 h

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

Tableau 3.7 : Scenario d'occupation de la zone 3 : hall et l'escalier

Pour la zone 02 : cuisine

Le logement est t'occupé par une seule personne de 08h à 12h et de 19h à 20h, et par les 5 personnes de 7h à 8h et de 20h à 21h durant toute la semaine.

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	100	100	100	100	100	100	100
8 H	20	20	20	20	20	20	20
9 H	20	20	20	20	20	20	20
10 H	20	20	20	20	20	20	20
11 H	20	20	20	20	20	20	20
12 H	100	100	100	100	100	100	100
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	0	0	0	0	0	0	0
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	40	40	40	40	40	40	40
18 H	0	0	0	0	0	0	0
19 H	0	0	0	0	0	0	0
20 H	20	20	20	20	20	20	20
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	0	0	0	0	0	0	0
23 H	0	0	0	0	0	0	0
24 H	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 3.8 : Scenario d'occupation de la zone 4 : cuisine

**3-2-2-2. Les scenarios de Puissance Dissipée**

Cette fonction permet de simuler la chaleur émise par les appareils électroménagers ou tous ce qui pourrait produire de ce chaleur autre que les personnes , pour cela nous avons généré un scénario en particulier pour chaque zone

Pour la zone 1 : chambres +séjour (zone de confort)

- 6lampes (33 watts pour chaque une ) de 18h-00h ;
- 1 tv+1 démodulateur +(100+100 watts) de 13h-22h ;
- pc (100 watts ) de 18h-22h ;

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	0	0	0	0	0	0	0
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	0	0	0
10 H	0	0	0	0	0	0	0
11 H	0	0	0	0	0	0	0
12 H	0	0	0	0	0	0	0
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	200	200	200	200	200	200	200
15 H	200	200	200	200	200	200	200
16 H	200	200	200	200	200	200	200
17 H	500	500	500	500	500	500	500
18 H	500	500	500	500	500	500	500
19 H	500	500	500	500	500	500	500
20 H	500	500	500	500	500	500	500
21 H	500	500	500	500	500	500	500
22 H	500	500	500	500	500	500	500
23 H	200	200	200	200	200	200	200
24 H	200	200	200	200	200	200	200

Tableau 3.9 : Scenario de puissance dissipé de la zone de confort

### Pour la zone 2 : cuisine

1lampe (33 watts )de 18h-00h ; un réfrigérateur (70 watts )tout le temps ;

Four a gaz (300watts) de 7h-9h,11h-13h,18h-20h ;

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	70	70	70	70	70	70	70
1 H	70	70	70	70	70	70	70
2 H	70	70	70	70	70	70	70
3 H	70	70	70	70	70	70	70
4 H	70	70	70	70	70	70	70
5 H	70	70	70	70	70	70	70
6 H	70	70	70	70	70	70	70
7 H	370	370	370	370	370	370	370
8 H	370	370	370	370	370	370	370
9 H	70	70	70	70	70	70	70
10 H	70	70	70	70	70	70	70
11 H	370	370	370	370	370	370	370
12 H	370	370	370	370	370	370	370
13 H	370	370	370	370	370	370	370
14 H	70	70	70	70	70	70	70
15 H	70	70	70	70	70	70	70
16 H	70	70	70	70	70	70	70
17 H	70	70	70	70	70	70	70
18 H	70	70	70	70	70	70	70
19 H	403	403	403	403	403	403	403
20 H	403	403	403	403	403	403	403
21 H	103	103	103	103	103	103	103
22 H	103	103	103	103	103	103	103
23 H	103	103	103	103	103	103	103
24 H	103	103	103	103	103	103	103

Tableau 3.10 : Scenario de puissance dissipé de la zone 2 (cuisine)

Pour la zone 3 :sdb +wc

2 lampes (33 watts pour chaque une) on suppose qu'une seule lampe est allumée en alternance une heure allumée et une heure éteinte ; plus une machine a lavée (200 watts) le vendredi de 9h-12h ;

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	33	33	33	33	33	33	33
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	33	33	33	33	33	33	33
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	33	33	33	33	33	33	33
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	33	33	33	33	33	33	33
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	33	33	33	33	33	33	33
10 H	0	0	0	0	0	200	200
11 H	33	33	33	33	33	200	200
12 H	0	0	0	0	0	200	200
13 H	33	33	33	33	33	33	33
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	33	33	33	33	33	33	33
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	33	33	33	33	33	33	33
18 H	0	0	0	0	0	0	0
19 H	33	33	33	33	33	33	33
20 H	0	0	0	0	0	0	0
21 H	33	33	33	33	33	33	33
22 H	0	0	0	0	0	0	0
23 H	33	33	33	33	33	33	33
24 H	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 3.11 : Scenario de puissance dissipé de la zone 3

Pour la zone 4

3 lampes 33 watts pour chaque une.de 18h-00h ;

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	0	0	0
10 H	0	0	0	0	0	0	0
11 H	0	0	0	0	0	0	0
12 H	0	0	0	0	0	0	0
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	0	0	0	0	0	0	0
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	0	0	0	0	0	0	0
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

Tableau 3.12 :Scenario de puissance dissipé de la zone 4

### 3-2-2-3. Scenarios consigne de thermostat

Température de consigne : La température de consigne de chauffage correspond à la température minimale acceptable dans le bâtiment : elle a été fixée à **20°C** durant toute la journée. Dans les chambres et le séjour, La température de consigne de rafraîchissement correspond à la température maximale acceptable : elle a été fixée à **26°C**.

## 4- Conclusion

Pléiades+comfie permet aux spécialistes du domaine d'analyser un projet ou d'envisager une réhabilitation dans une démarche complète d'analyse thermique, depuis les premières esquisses jusqu'aux étapes les plus avancées du projet. Le logiciel est chaîné à EQUER, permettant d'évaluer les impacts environnementaux par analyse de cycle de vie.

Cette double approche, à la fois précise sur la maîtrise des ambiances et à large spectre sur l'environnement permet de choisir entre les différentes options avec une meilleure connaissance du comportement interne d'un bâtiment et de son impact environnemental global.

### 1- Introduction

Ce chapitre est consacré pour les simulations, et l'analyse des résultats avant et après l'utilisation des principes de l'architecture bioclimatique.

Pour limiter la consommation d'énergie à des valeurs raisonnables, il est nécessaire de savoir où agir. Il faut donc pouvoir prédire les flux d'énergie dans le bâtiment, afin d'agir là où les mesures d'économie d'énergie seront les plus efficaces et les mieux à même d'offrir un confort élevé.

La connaissance des flux d'énergie à travers d'un bâtiment est nécessaire à la prise de décisions ou à la planification des travaux, notamment pour les tâches suivantes :

- Tenir compte de tous les critères voulus dans le choix de stratégies possibles lors de rénovation ou de construction d'ensemble d'immeubles. Parmi les critères à envisager, il y a non seulement le coût, l'esthétique ou l'habitabilité, mais aussi la consommation d'énergie.
- dimensionner correctement les installations énergétiques.
- prévoir la consommation annuelle et la minimiser en choisissant la variante la plus économique globalement, tout en tenant compte du confort et des contraintes architecturales.

Diminuer la consommation d'énergie primaire en minimisant tous ces flux, en les faisant passer aux bons endroits et en captant au mieux la chaleur de l'environnement (énergie solaire) est un problème où la physique a déjà apporté des solutions et qui continue à être étudié. Les solutions à ce problème particulier peuvent entraîner des problèmes ailleurs, et en tous cas ont une influence sur les diverses caractéristiques du bâtiment. De ce fait, il ne faut pas se restreindre à des examens sectoriels pour résoudre des problèmes dans le bâtiment, mais toujours envisager toutes les conséquences d'une modification.

### 2 - Simulation sans consigne de thermostat

La simulation sans consigne nous permet de simuler sans chauffage en hiver, et sans climatisation en été, donc on intègre pas les scenarios de consigne de thermostat au niveau de fonctionnement des zones thermique sous l'interface du logiciel de simulation PLEIADE COMFIE .

Cette simulation nous permet de voir clairement les extrémums de température à l'intérieur de notre logement d'étude, sans chauffage ni climatisation, et mesuré le taux d'inconfort qui peut le concept de notre logement nous assurer sans aucune consommation d'énergie.

## 2-1 . Résultat de simulation sans consigne de thermostat climatisation (estivale)

La période estivale est comprise entre la 15ème à 44 ème semaine de l'année .

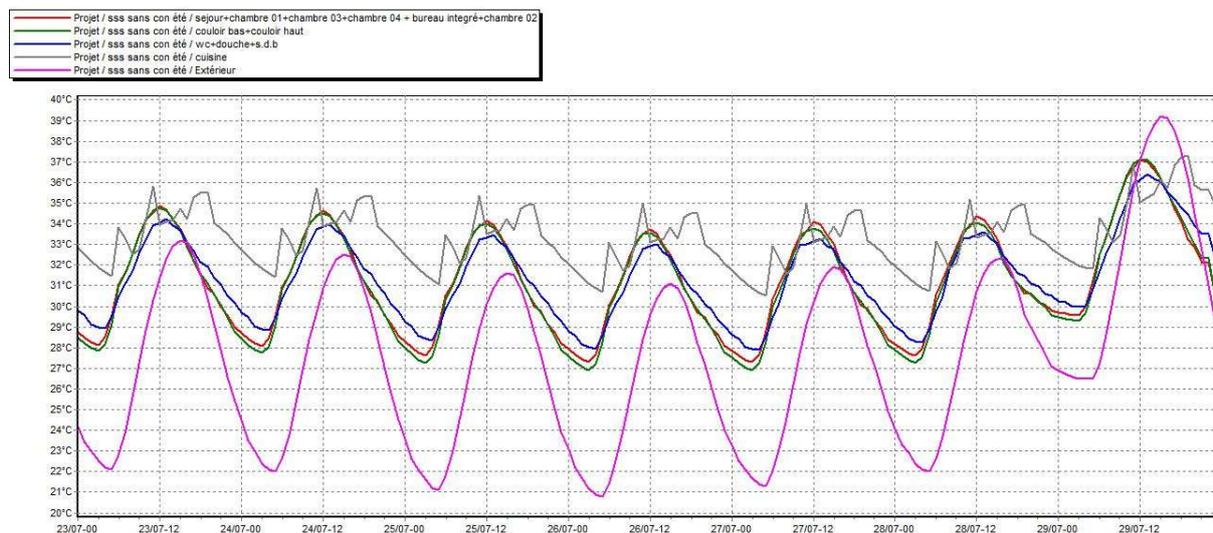
Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
sejour+chambre 01+chambre 03+cha	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.85 °C	25.59 °C	37.08 °C
couloir bas+couloir haut	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.37 °C	25.41 °C	37.12 °C
wc+douche+s.d.b	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.55 °C	25.82 °C	36.41 °C
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.70 °C	28.09 °C	37.31 °C
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Me	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
sejour+chambre 01+chambre 03+chambre 04 + t	0.00 kWh/m3	42.71 (1/10°C)	61.53 %	39.11 %	0.00 %		
couloir bas+couloir haut	0.00 kWh/m3	44.49 (1/10°C)	62.59 %	50.36 %	0.00 %		
wc+douche+s.d.b	0.00 kWh/m3	40.80 (1/10°C)	49.98 %	0.00 %	0.00 %		
cuisine	0.00 kWh/m3	50.66 (1/10°C)	42.84 %	66.40 %	0.00 %		

**Tableau 4-1** : des besoins en été sans consigne

Comme c'est indiquait au tableau Les besoins en chauffage /climatisation sont nuls, car on n'a pas défini le scenario de consigne.

La température de la zone de confort est limitée entre 13.85 °c minimum et 37.08 °c maximum, avec une moyenne de 25.59 °c, ce qui fait augmenter ; le taux d'amplification de température extérieure à 61.53 %, le taux d'inconfort est élevé 39.11 % et la moyenne de surchauffe 42.71°c.

### Visualisation graphique



**Graph 4-1** : Évolution de température en été sans consigne (la semaine la plus chaude)

La température maximale de l'extérieure atteint le 39 °c Dans les différentes zones, elle est assez élevéesauf dansla cuisine (un surchauffe).

**Zone de confort :25-37°C**

**Cuisine :31-37°C**

**Couloir bas +couloir haut :27-37°C**

**Sanitaires :28-36°C**

## 2-2 .Résultat de simulation sans consigne de thermostat chauffage (période hivernale)

La période hivernale est comprise entre la 44 éme à 15 éme semaine de l'année.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
<b>Année</b>							
sejour+chambre 01+chambre 03+charr	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	8.10 °C	15.72 °C	25.11 °C
couloir bas+couloir haut	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	7.63 °C	15.52 °C	24.83 °C
wc+douche+s.d.b	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	8.33 °C	16.16 °C	25.17 °C
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	11.26 °C	18.80 °C	26.98 °C
<b>Total</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 W</b>	<b>0 W</b>			

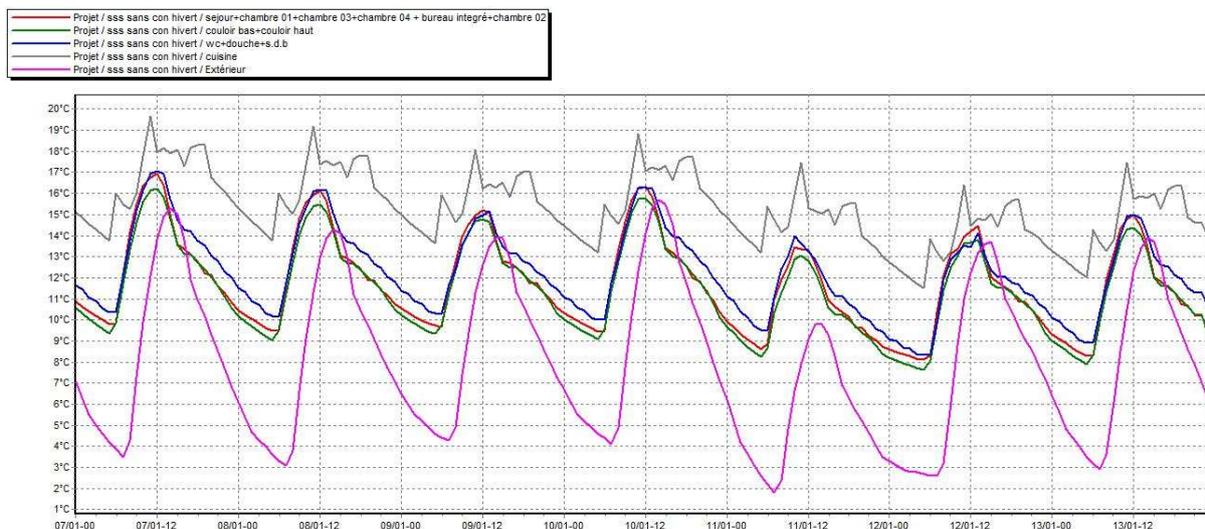
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Max	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets
sejour+chambre 01+chambre 03+chambre 04 + bu	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	60.28 %	0.00 %	0.00 %
couloir bas+couloir haut	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	59.52 %	0.00 %	0.00 %
wc+douche+s.d.b	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	52.25 %	0.00 %	0.00 %
cuisine	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	47.64 %	0.00 %	0.00 %

**Tableau 4-2 :** Récapitulatif des besoins en hiver sans consigne

Les besoins en chauffage /climatisation sont nuls, car on n'a pas défini le scenario de consigne.

La température de la zone de confort est limitée entre 8.10 °c minimum et25.11°c maximum, avec une moyenne de 15.72 °c, ce qui fait augmenter ; le taux d'amplification de température extérieure à 60.28 %, par contre le taux d'inconfort égale à 0 % et la moyenne de surchauffe égale à 0 °c.

### Visualisation graphique



**Graph 4-2 :** Évolution de température en hiver (la semaine la plus froide)

## Évolution de température en hiver

Extérieur :01-16°C

Zone de confort :09-19°C

Cuisine : 11-20°C

Couloir bas +couloir haut :09-16°C

Sanitaires :10-17°C

### 3 .Simulation avec consigne de Thermostat

La simulation avec consigne de thermostat nous permet de simuler avec chauffage en hiver, et climatisation en été, ce qui nécessite l'intégration des scenarios de consigne de thermostat, cela nous permet de quantifier les besoins énergétiques nécessaires pour assurer le confort intérieur qu'il faut pour notre logement d'étude avec un intervalle de température qui se limite entre 20 °c et 26 °c.

Donc connaitre l'énergie consommée pour assurer un taux d'inconfort égale à zéro et aussi pour diminuer le maximum la moyenne de surchauffe max et l'amplification de température extérieure.

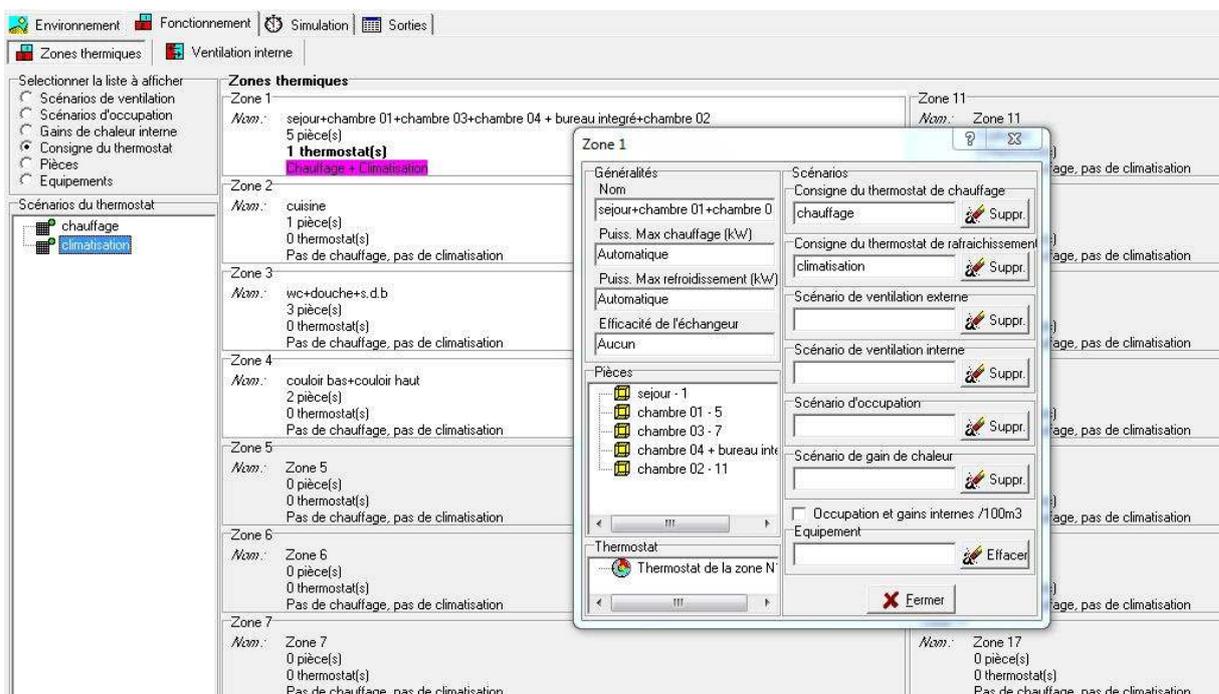


Figure 4-1 : Fonctionnement avec consigne de thermostat

## 3-1 . Résultat de simulation avec consigne de thermostat climatisation 26 °C

(Période estivale)

La période estivale est bornée entre la 15 éme à 43 éme semaine de l'année.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
sejour+chambre 01+chambre 03+charr	0 kWh	5736 kWh	0 W	8257 W	-13.05 °C	23.22 °C	27.51 °C
couloir bas+couloir haut	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	-0.82 °C	24.18 °C	33.39 °C
wc+douche+s.d.b	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	0.54 °C	24.61 °C	32.85 °C
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	-0.01 °C	26.92 °C	34.64 °C
<b>Total</b>	<b>0 kWh</b>	<b>5736 kWh</b>	<b>0 W</b>	<b>8257 W</b>			

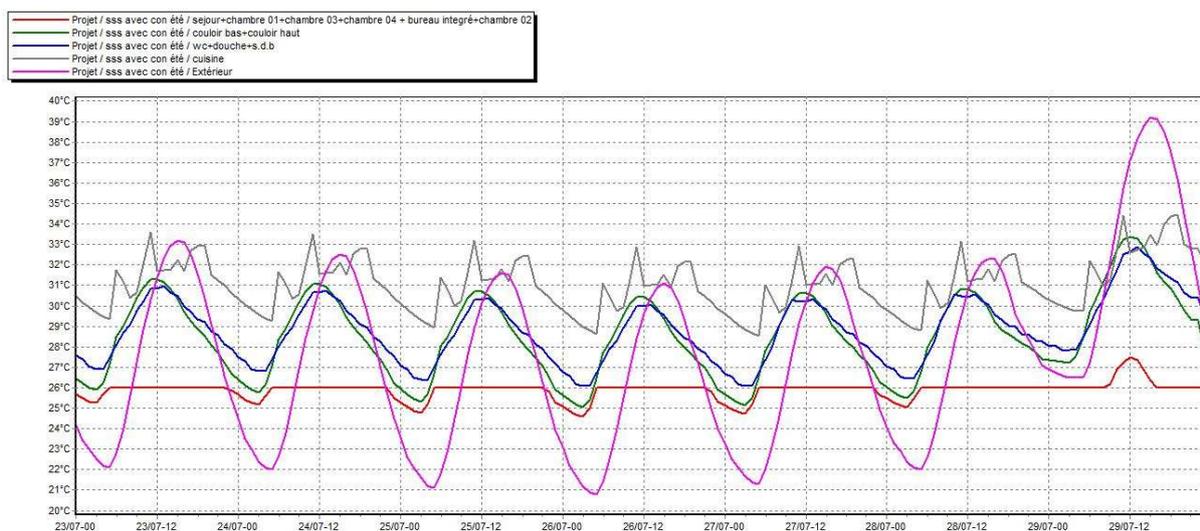
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Ma	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets
sejour+chambre 01+chambre 03+chambre 04 + bu	20.84 kWh/m3	3.63 (1/10°C)	37.80 %	0.65 %	0.00 %
couloir bas+couloir haut	0.00 kWh/m3	26.81 (1/10°C)	56.61 %	40.89 %	0.00 %
wc+douche+s.d.b	0.00 kWh/m3	26.08 (1/10°C)	45.39 %	0.00 %	0.00 %
cuisine	0.00 kWh/m3	34.91 (1/10°C)	42.97 %	62.86 %	0.00 %

tableau 4-3 : Évolution de température en été avec consigne (la semaine la plus chaude)

Après l'estimation des besoins en chauffage / climatisation en période estivale on remarque que le besoin en climatisation est important avec une valeur de 5736 kWh.

La température maximale dans la zone de confort égale à 27.51 °c, le taux d'amplification de température extérieure à 37.80 %, par contre le taux d'inconfort égale à 0.65 % et la moyenne de surchauffe égale à 3.63°C

### Visualisation graphique



Graph 4.3 :Évolution de température en été avec consigne (la semaine la plus chaude)

## Évolution de température en hiver

Extérieur :21-39°C

Zone de confort : fixé 26°C

Cuisine : 28-34°C

Couloir bas +couloir haut :19-33°C

Sanitaires :20-33°C

### 3-2 .Résultat de simulation avec consigne de thermostat chauffage 20 °C (période hivernale)

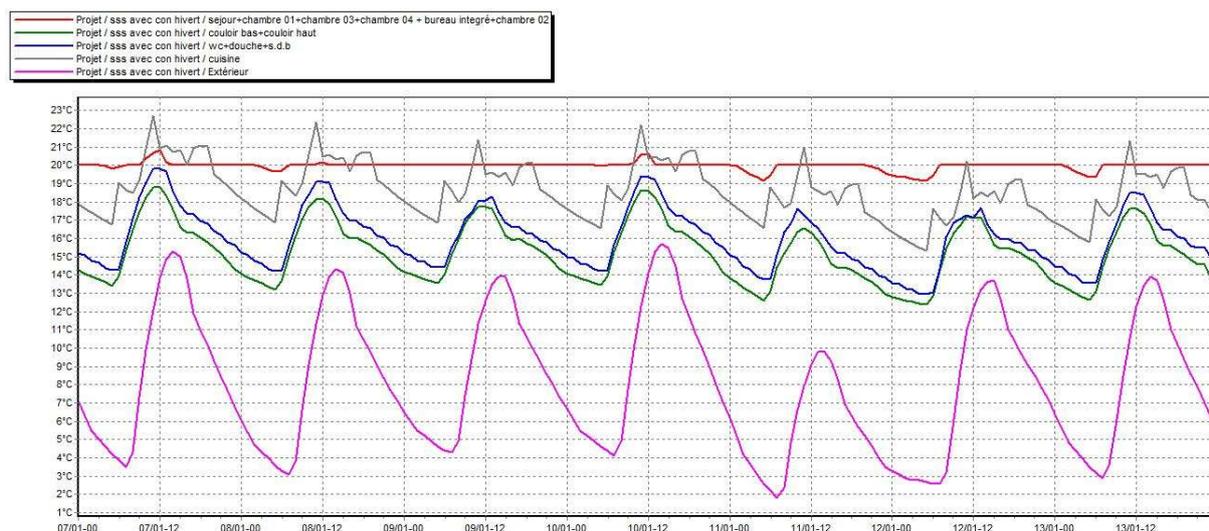
La période hivernale est comprise entre la 44 éme à 15 éme semaine de l'année.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T* Min	T* Moyenne	T* Max
<b>Année</b>							
sejour+chambre 01+chambre 03+charr	11641 kWh	0 kWh	8257 W	-0 W	19.04 °C	20.48 °C	26.89 °C
couloir bas+couloir haut	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	12.37 °C	17.79 °C	25.86 °C
wc+douche+s.d.b	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	12.97 °C	18.41 °C	25.89 °C
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.32 °C	20.83 °C	27.58 °C
<b>Total</b>	<b>11641 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>8257 W</b>	<b>0 W</b>			

Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Ma	Amplification de T*Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets
sejour+chambre 01+chambre 03+chambre 04 + bu	42.30 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	19.21 %	0.00 %	65.35 %
couloir bas+couloir haut	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	49.79 %	0.00 %	0.00 %
wc+douche+s.d.b	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	44.80 %	0.00 %	0.00 %
cuisine	0.00 kWh/m3	5.80 (1/10°C)	47.75 %	0.33 %	0.00 %

**Tableau 4-4:** Récapitulatif des besoins en hiver avec consigne



**Graph 4.4:** Évolution de température en hiver avec consigne (la semaine la plus froide)

### Évolution de température en hiver

Extérieur :02-16 °C

Zone de confort : fixé 20 °C

Cuisine : 15-22 °C

Couloir bas +couloir haut :12-19°C

Sanitaires :13-20°C

### 4 .Les solutions passives de l'architecture bioclimatique choisies

\* **Renforcement de l'isolation**

\* **Occultation**

\***Végétation**

\***Orientation**

#### 4-1 .Solution 01 : Renforcement de l'isolation

Renforcement de l'isolation de l'enveloppe de habitat ; L'isolation est un élément clé de la maison. Y porter une attention particulière, c'est contribuer à la baisse des factures énergétiques pour un confort assuré en hiver comme en été et la pérennité des équipements. Une maison saine et durable exige d'utiliser des matériaux respectueux de l'environnement. Ils ont l'avantage de respecter l'environnement, les utilisateurs et les habitants. Leur coût énergétique est généralement plus faible, ils sont issus de ressources renouvelables et plus facilement recyclés.

\* L'isolant choisi est le **polystyrène expansé**.

#### **Descriptif**

Le polystyrène expansé est fabriqué à base de pétrole brut

Son processus de fabrication consiste à lier entre elles une multitude de billes par compression lors d'un moulage qui va emprisonner l'air sec immobile.

Le polystyrène expansé est utilisé sous forme de panneaux et en vrac pour les bétons allégés ,

Il a une bonne capacité d'isolation, il est perméable à la vapeur d'eau ,

C'est un matériau très léger, facile à travailler et avec une résistance mécanique élevée.

par contre son isolation phonique est médiocre et son mode de fabrication polluant ; il est également très nocif en cas d'incendie.

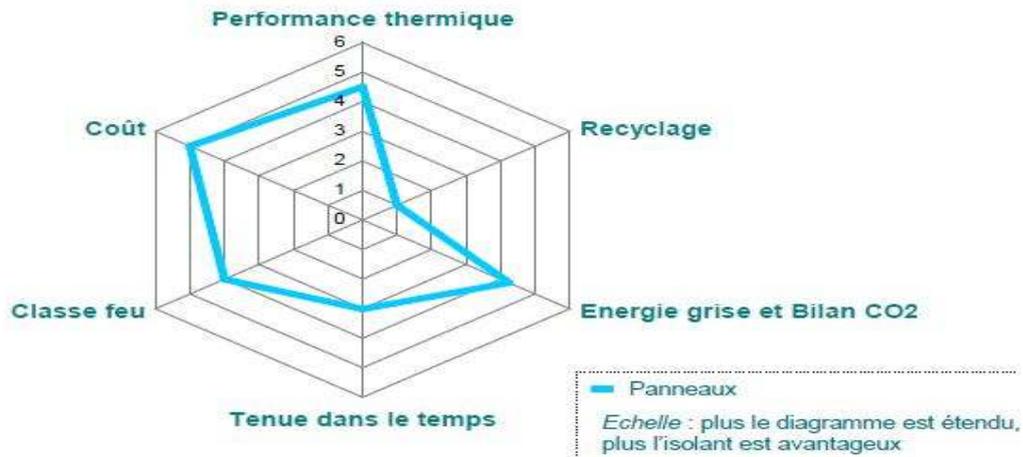


Figure 4-2: performance thermique de polystyrène expansé

**Caractéristiques techniques :**

- Conductivité thermique moyenne: 0,040 W/m.K
- Densité: de 10 à 40 kg/m<sup>3</sup>
- Capacité thermique: 1,1 kJ/kg.K
- Classement au feu: M1
- Coefficient de résistance à la vapeur d'eau μ : 1
- Énergie grise: 450 kWh/m<sup>3</sup>
- Bilan CO2 : 70 kg éq. CO2 / m<sup>3</sup>

Figure 4-3: Caractéristiques techniques de polystyrène expansé

**Mur extérieur :**

Composants	T	cm	kg/m <sup>3</sup>	λ	R	
Enduit extérieur	M	2.0	34	1.15	0.02	Extérieur ↓ Intérieur
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Brique creuse de 5 cm	E	5.0	36	0.50	0.10	
Lame d'air > 1.3 cm	E	1.5	0	0.09	0.16	
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Enduit plâtre	M	2.0	30	0.35	0.06	
Total		30.5	238		0.76	

Tableau4-5: Mur extérieur

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	Extérieur ↓ Intérieur
Enduit extérieur	M	2.0	34	1.15	0.02	
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Brique creuse de 5 cm	E	5.0	36	0.50	0.10	
Polystyrène expansé	M	15.0	4	0.04	3.85	
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21	
Enduit plâtre	M	2.0	30	0.35	0.06	
Total		44.0	242		4.45	

**Tableau 4-6:** Mur extérieur après le renforcement de l'isolation

### Plancher bas :

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	Extérieur ↓ Intérieur
Béton lourd	M	20.0	460	1.75	0.11	
Mortier	M	4.0	80	1.15	0.03	
Carrelage	M	2.0	46	1.70	0.01	
Total		26.0	586		0.15	

**Tableau 4-7 :**Plancher bas

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	Extérieur ↓ Intérieur
Béton lourd	M	20.0	460	1.75	0.11	
Polystyrène expansé	M	15.0	4	0.04	3.85	
Mortier	M	4.0	80	1.15	0.03	
Carrelage	M	2.0	46	1.70	0.01	
Total		41.0	590		4.00	

**Tableau4-8:** Plancher bas après le renforcement de l'isolation

### Plancher intermédiaire :

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	Extérieur ↓ Intérieur
Plâtre courant	M	1.5	12	0.35	0.04	
Hourdis de 20 en béton	E	20.0	260	1.33	0.15	
Béton lourd	M	4.0	92	1.75	0.02	
forme de pente	M	3.0	69	0.16	0.19	
Carrelage	M	2.0	46	1.70	0.01	
Total		30.5	479		0.41	

**Tableau 4-9 :** Plancher intermédiaire

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	
Plâtre courant	M	1.5	12	0.35	0.04	Extérieur  Intérieur
Polystyrène expansé	M	15.0	4	0.04	3.85	
Hourdis de 20 en béton	E	20.0	260	1.33	0.15	
Béton lourd	M	4.0	92	1.75	0.02	
forme de pente	M	3.0	69	0.16	0.19	
Carrelage	M	2.0	46	1.70	0.01	
Total		45.5	483		4.26	

**Tableau 4-10 :** Plancher intermédiaire après le renforcement de l'isolation

### Plancher haut :

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	
Terre cuite	M	1.0	19	1.15	0.01	Extérieur  Intérieur
Placoplatre BA 13	E	1.3	10	0.32	0.04	
Total		2.3	29		0.05	

**Tableau 4-11 :** Plancher haut

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	
Terre cuite	M	1.0	19	1.15	0.01	Extérieur  Intérieur
Polystyrène expansé	M	15.0	4	0.04	3.85	
Placoplatre BA 13	E	1.3	10	0.32	0.04	
Total		17.3	33		3.90	

**Tableau 4-12 :** Plancher haut après le renforcement de l'isolation

## 4-1-1 . Résultat des simulations après le Renforcement de l'isolation de l'enveloppe

(Période estivale)

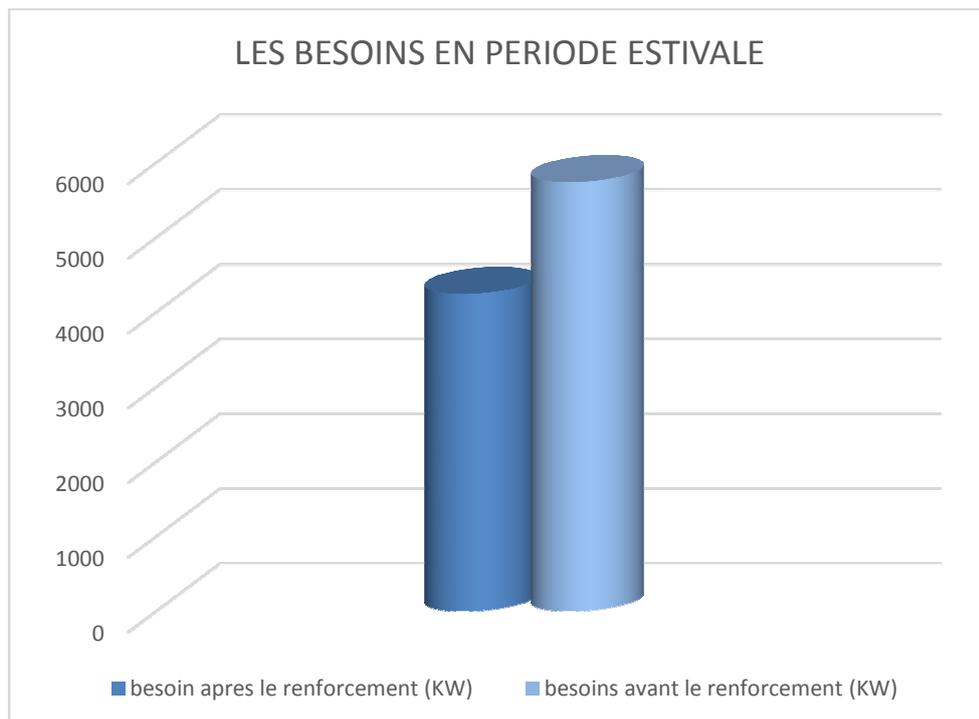
Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
<b>Année</b>							
sejour+chambre 01+chambre 03+chambre 04	0 kWh	4241 kWh	0 W	3574 W	-29.18 °C	24.54 °C	26.30 °C
couloir bas+couloir haut	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	-13.04 °C	25.52 °C	29.52 °C
wc+douche+s.d.b	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	-10.05 °C	26.20 °C	30.34 °C
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	0.36 °C	29.79 °C	36.57 °C
<b>Total</b>	<b>0 kWh</b>	<b>4241 kWh</b>	<b>0 W</b>	<b>3574 W</b>			

Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Max	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets
sejour+chambre 01+chambre 03+chambre 04 + bu	15.41 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	9.43 %	1.25 %	0.00 %
couloir bas+couloir haut	0.00 kWh/m3	13.80 (1/10°C)	22.78 %	58.33 %	0.00 %
wc+douche+s.d.b	0.00 kWh/m3	17.20 (1/10°C)	18.86 %	0.00 %	0.00 %
cuisine	0.00 kWh/m3	44.55 (1/10°C)	42.16 %	89.95 %	0.00 %

**Tableau 4-13 :** Récapitulatif des besoins en été après le renforcement de l'isolation

Comme c'est indiquait au tableau les besoins en climatisations est démineur de 5736 kWhjusqu'à 4241kwh avec une diminution faible dans les températures .



**Figure 4-4 :** histogramme de comparaison entre les besoins avant et après le renforcement

## 4-1-2 . Résultat des simulations après le Renforcement de l'isolation de l'enveloppe

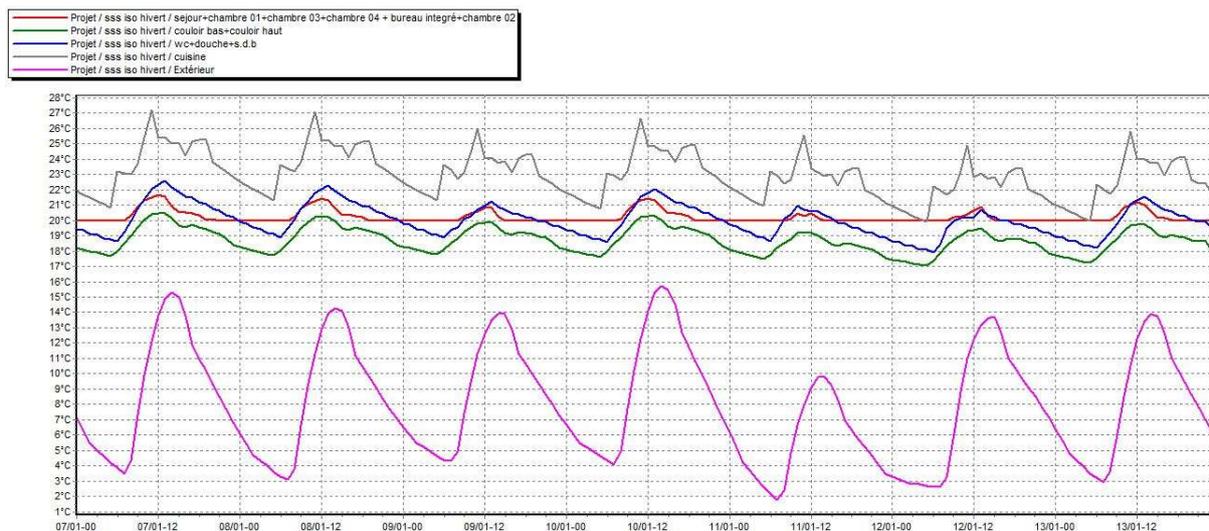
(Période hivernal)

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T* Min	T* Moyenne	T* Max
<b>Année</b>							
sejour+chambre 01+chambre 03+cham	907 kWh	0 kWh	2437 W	-0 W	20.00 °C	21.48 °C	26.38 °C
couloir bas+couloir haut	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	17.08 °C	20.71 °C	25.97 °C
wc+douche+s.d.b	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	16.45 °C	21.74 °C	27.70 °C
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.81 °C	24.70 °C	32.77 °C
<b>Total</b>	<b>907 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>2437 W</b>	<b>0 W</b>			

Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Ma	Amplification de T*Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets
sejour+chambre 01+chambre 03+chambre 04 + bu	3.30 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	17.23 %	0.00 %	15.39 %
couloir bas+couloir haut	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	24.67 %	0.00 %	0.00 %
wc+douche+s.d.b	0.00 kWh/m3	3.76 (1/10°C)	24.76 %	0.00 %	0.00 %
cuisine	0.00 kWh/m3	25.33 (1/10°C)	49.09 %	22.42 %	0.00 %

**Tableau 4-14:** Récapitulatif des besoins en hiver après le renforcement de l'isolation



**Graph 4.5 :** Évolution de température en hiver après le renforcement de l'isolation

(La semaine la plus froide)

Les besoins en chauffage sont diminués de 11641 kWh jusqu'à 907 kWh, différence de 10734 kWh une valeur très importante avec des températures acceptables dans les autres zones.

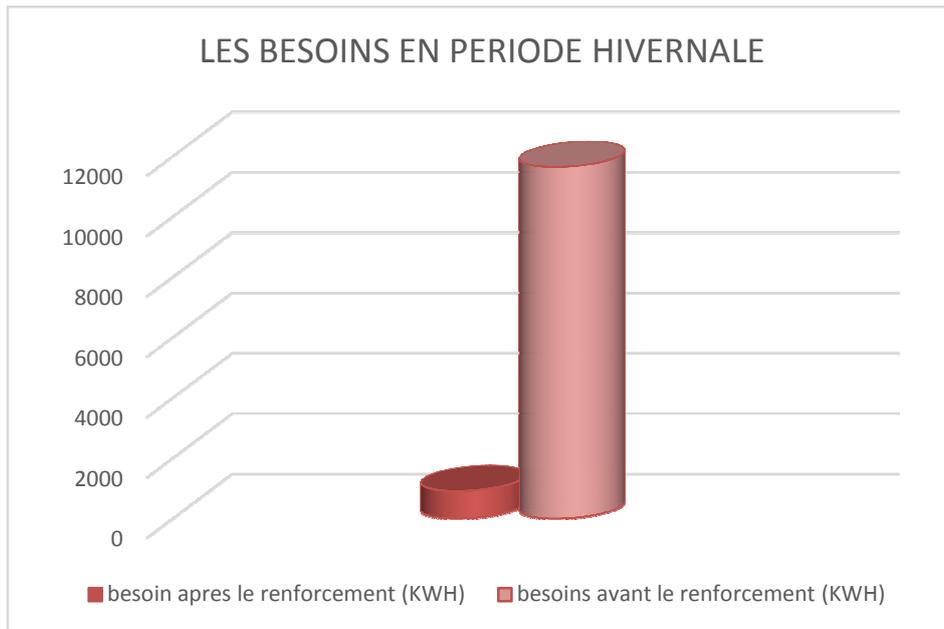


Figure 4-5 : histogramme de comparaison entre les besoins avant et après le renforcement

**4-2 . Solution 02 : Intégration de la végétation au niveau des façades exposées**

**au soleil**

La végétation possède également plusieurs propriétés lui permettant d’améliorer le confort d’été. D’une part, par l’ombre qu’elle peut apporter au bâtiment, elle permet de diminuer les apports par rayonnement solaire et ainsi constituer une protection solaire. D’autre part, la végétation à proximité du bâtiment permet également d’apporter de la fraîcheur par évapotranspiration. Les végétaux peuvent être attenants au bâtiment comme les treilles ou pergolas végétalisées, ou plus lointains comme les arbres de haute tige à feuilles caduques. Ces types de végétaux sont plus intéressants que des conifères qui resteront fournis toute l’année et limitent également les apports solaires en hiver.

L’évapotranspiration est un phénomène qui couple deux propriétés des végétaux. D’une part, on observe une évaporation au niveau du sol, d’autre part de la transpiration par les pores des feuilles des végétaux. Elle est difficilement mesurable. Pour cela on a choisi la plante de lierre grimpant.

**4-2-1 . Les bénéfices de la vegetation des facades en milieu urbain**

**4-2-1-1 .Les benefices environnementaux**

- La regulation de la température
- La qualité de l’air
- La gestion des eaux pluviales
- La qualité de l’eau
- La biodiversité

Caractéristiques de l'écran végétal

Classe:

Nom:

Complément:

Origine:

Janvier	0.90	Juillet	0.05
Février	0.90	Août	0.05
Mars	0.80	Septembre	0.05
Avril	0.60	Octobre	0.30
Mai	0.40	Novembre	0.70
Juin	0.05	Décembre	0.90

Figure 4-6 : Le ratio de sinistralité des feuilles pour chaque saison pour lierre grimpant

## 4-2-1-2 . Les bénéfices à l'échelle du bâtiment .

- L'isolation thermique et la consommation d'énergie
- La protection de l'enveloppe du bâtiment

## 4-2-1-3 . Les bénéfices sociaux

- L'esthétique
- Le potentiel pédagogique
- Le contact avec la nature
- L'agriculture urbaine
- La qualité de l'espace
- Le sens de la communauté

## 4-2-2 .Résultat des simulations après l'intégration de la végétation au niveau des murs (période été)

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
sejour+chambre 01+chambre 03+chambre	0 kWh	1458 kWh	0 W	2625 W	-29.18 °C	23.90 °C	26.18 °C
couloir bas+couloir haut	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	-13.17 °C	24.31 °C	28.71 °C
wc+douche+s.d.b	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	-10.33 °C	24.57 °C	28.57 °C
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	-0.04 °C	27.58 °C	33.45 °C
Total	0 kWh	1458 kWh	0 W	2625 W			

Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Ma	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoins nets
sejour+chambre 01+chambre 03+chambre 04 + bu	5.30 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	9.95 %	1.29 %	0.00 %
couloir bas+couloir haut	0.00 kWh/m3	10.17 (1/10°C)	17.45 %	26.64 %	0.00 %
wc+douche+s.d.b	0.00 kWh/m3	6.70 (1/10°C)	12.14 %	0.00 %	0.00 %
cuisine	0.00 kWh/m3	30.30 (1/10°C)	35.07 %	79.31 %	0.00 %

Tableau 4-15 : Récapitulatif des besoins en été avec intégration de végétation sur les murs

## 4-2-3 . Résultat des simulations après l'intégration de la végétation au niveau des murs (période hiver)

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
sejour+chambre 01+chambre 03+chambre	993 kWh	0 kWh	2442 W	-0 W	20.00 °C	21.06 °C	24.71 °C
couloir bas+couloir haut	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	17.06 °C	20.31 °C	24.47 °C
wc+douche+s.d.b	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	16.45 °C	21.24 °C	25.54 °C
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.81 °C	24.12 °C	30.37 °C
Total	993 kWh	0 kWh	2442 W	0 W			

Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Ma	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoins nets
sejour+chambre 01+chambre 03+chambre 04 + bu	3.61 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	15.02 %	0.00 %	16.83 %
couloir bas+couloir haut	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	23.16 %	0.00 %	0.00 %
wc+douche+s.d.b	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	22.67 %	0.00 %	0.00 %
cuisine	0.00 kWh/m3	12.45 (1/10°C)	47.32 %	9.59 %	0.00 %

Tableau 4-16 : Récapitulatif des besoins en hiver avec intégration de végétation sur les murs

Après l'intégration de la plante de lierre au niveau des murs, la consommation en climatisation diminue de 1458 kWh au lieu 4241 kWh .

La végétation au niveau des murs participe à la diminution de la consommation énergétique, par l'amélioration du confort intérieur des occupants.

elle permet de diminuer les apports par rayonnement solaire et ainsi constituer une protection solaire.(Voir le tableau se dessous)

Pour la période hivernale la consommation augmente légèrement après l'intégration de la végétation, donc la plante qu'on devait choisir doit être à feuilles persistantes, ce qui fait elle permet de profiter des rayons solaires en hiver.

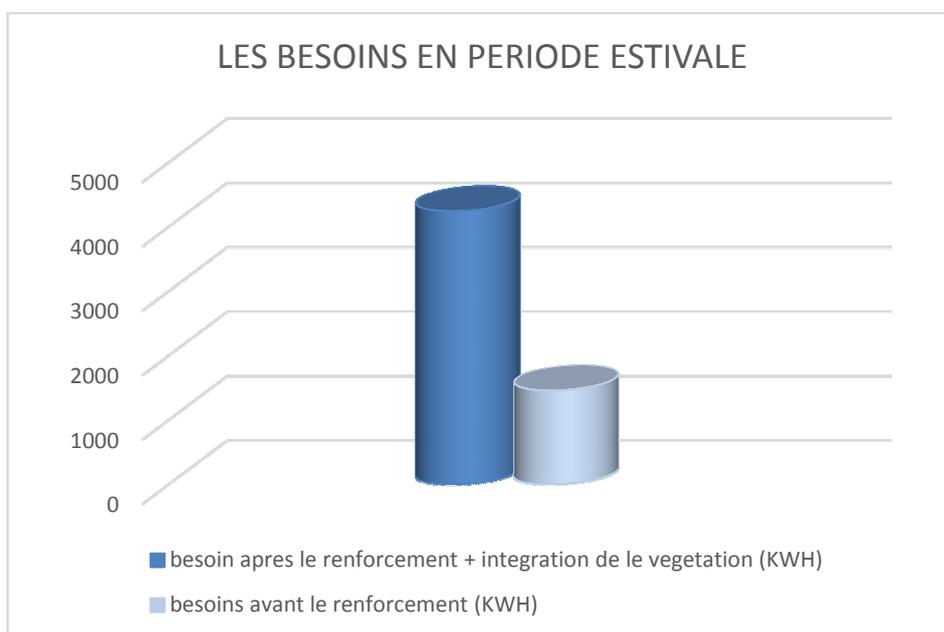


Figure 4-7 :Histogramme des Besoins en climatisation après intégrer la végétation

### 4-3 .Solution 03: Occultation

#### 4-3-1 . Résultats des simulations avec occultation (période été)

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
sejour+chambre 01+chambre 03+chambre	0 kWh	1132 kWh	0 W	2585 W	-29.18 °C	23.08 °C	26.10 °C
couloir bas+couloir haut	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	-13.91 °C	23.48 °C	28.59 °C
wc+douche+s.d.b	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	-12.38 °C	23.57 °C	28.33 °C
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	-1.65 °C	26.53 °C	33.07 °C
Total	0 kWh	1132 kWh	0 W	2585 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Ma	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
sejour+chambre 01+chambre 03+chambre 04 + b	4.11 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	9.12 %	1.63 %	0.00 %		
couloir bas+couloir haut	0.00 kWh/m3	8.59 (1/10°C)	16.27 %	23.30 %	0.00 %		
wc+douche+s.d.b	0.00 kWh/m3	4.94 (1/10°C)	10.12 %	0.00 %	0.00 %		
cuisine	0.00 kWh/m3	28.43 (1/10°C)	32.53 %	68.57 %	0.00 %		

Tableau 4-17 : Récapitulatif des besoins en été avec intégration d'occultation été

Comme c'est indiquait au tableau, après l'intégration d'un système d'ouverture et de fermeture des volets en été, la consommation en climatisation diminue de 1458 kWh jusqu'à 1132 kWh avec un faible changement dans les températures.

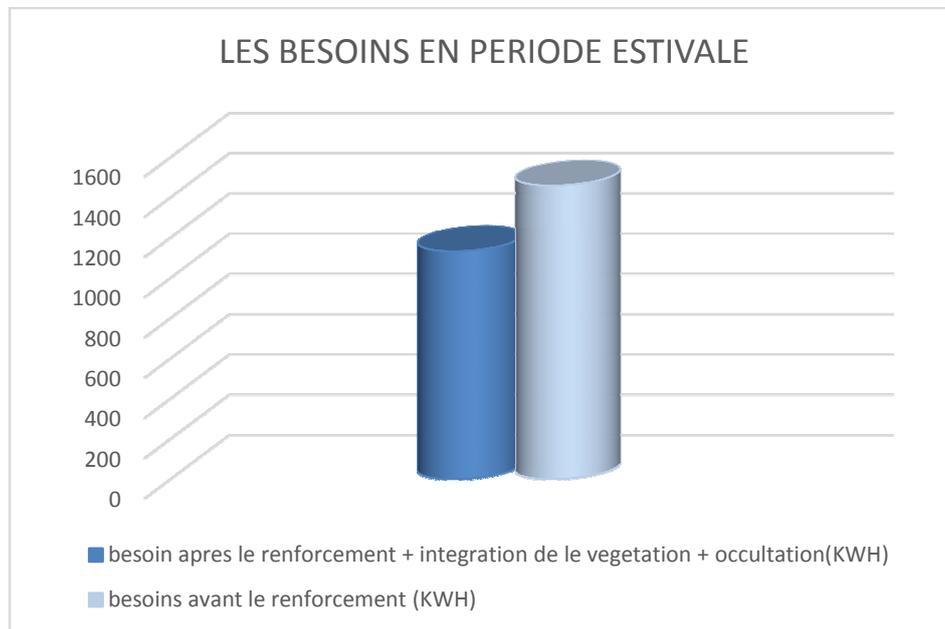


Figure 4-8 : Histogramme des Besoins en climatisation après l'intégration d'occultation

### 4-3-2 .Résultats des simulations avec occultation (période hiver)

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
sejour+chambre 01+chambre 03+chambre	496 kWh	0 kWh	2381 W	-0 W	20.00 °C	21.51 °C	25.36 °C
couloir bas+couloir haut	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	17.33 °C	20.84 °C	24.97 °C
wc+douche+s.d.b	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	16.53 °C	21.88 °C	26.27 °C
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.87 °C	24.97 °C	31.27 °C
Total	496 kWh	0 kWh	2381 W	0 W			
Zones	Besoins Chaud+Froid	Moyenne Surchauffe Ma	Amplification de T°Ext	Taux d'inconfort	Part de besoin nets		
sejour+chambre 01+chambre 03+chambre 04 + b	1.80 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	15.66 %	0.00 %	9.60 %		
couloir bas+couloir haut	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	21.43 %	0.00 %	0.00 %		
wc+douche+s.d.b	0.00 kWh/m3	0.00 (1/10°C)	21.72 %	0.00 %	0.00 %		
cuisine	0.00 kWh/m3	16.69 (1/10°C)	44.27 %	19.84 %	0.00 %		

Tableau 4-18 :Récapitulatif des besoins en chauffage avec intégration de l'occultation (hiver)

Après l'intégration d'un système d'ouverture et de fermeture des volets en hiver, la consommation en chauffage diminue de 907 kWh jusqu'à 496 kWh, presque la moitié avec un changement faible pour les températures des zones.

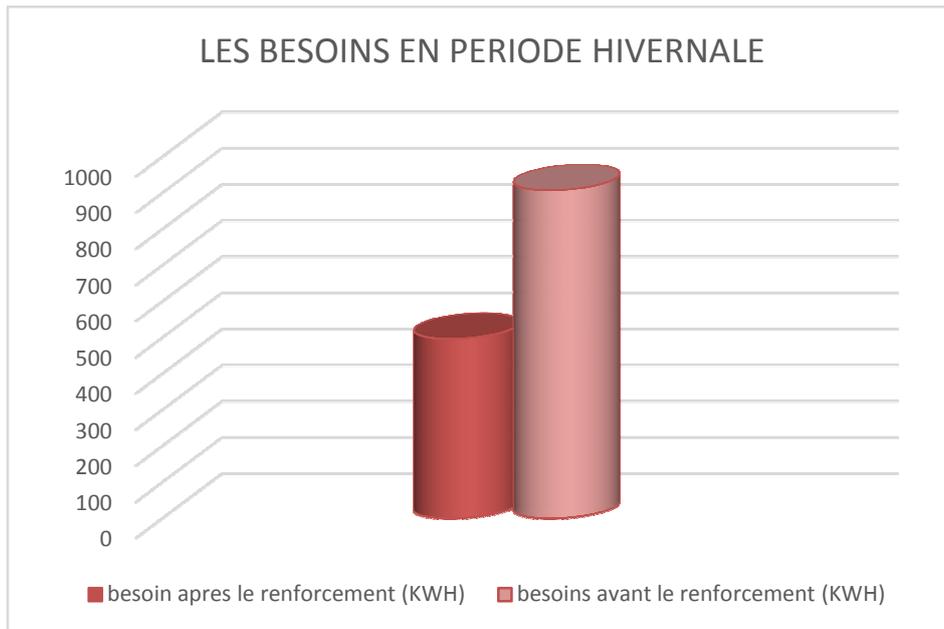


Figure 4-9 : Histogramme des Besoins en chauffage après l’intégration de l’occultation

4-4 . Solution 04 : Vérification de l’orientationde logement

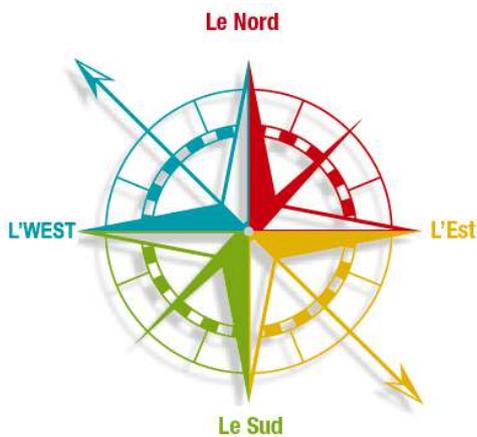


Figure 4-10 :Les quatre orientations choisies de l’orientation du bâtiment dans PLEIADE

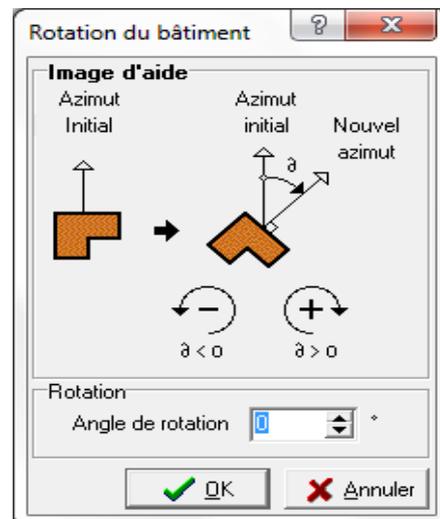


Figure 4-11 :Interface responsable

L’importance du facteur d’orientation de la maison n’est plus à être négligé qui dépend lui aussi par plusieurs d’autres facteurs, parmi les plus importants :

Les vents dominants et l’ensoleillement.

On a pu faire sortir l'histogramme suivant qui nous permet de voir l'évolution de la consommation d'énergie en climatisation et chauffage, en période estivale et hivernale en fonction des différentes orientations de la zone de confort ; nord, sud, est, ouest .

### 4-4-1 . Période estivale

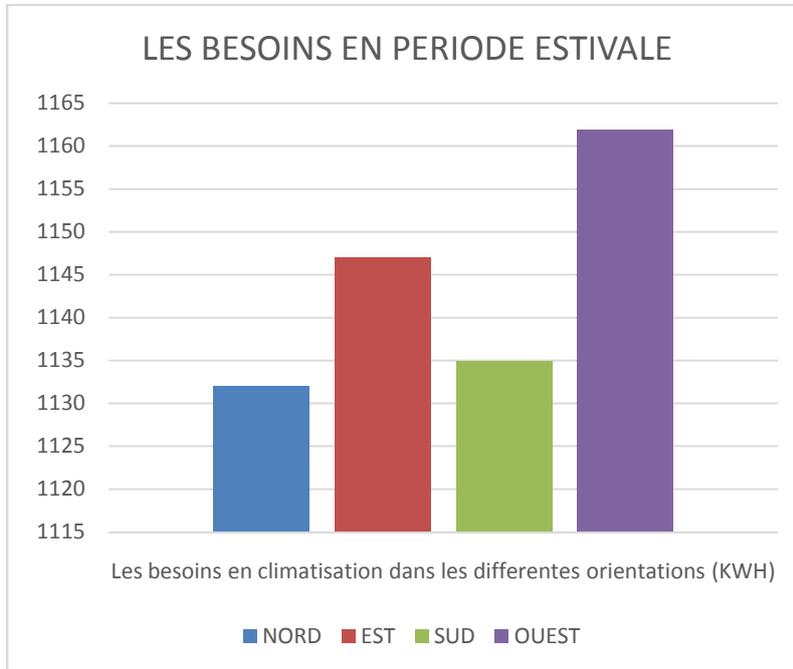


Figure 4-12 :Histogramme de comparaison le besoin en climatisation en période estivale

### 4-4-2 . Période hivernale

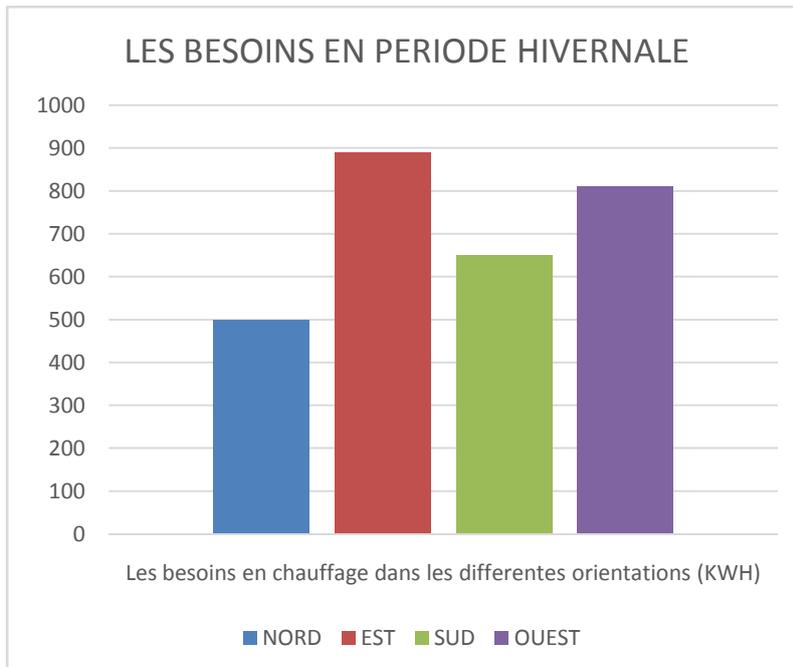


Figure 4-13 :Histogramme de comparaison le besoin en chauffage en période hivernale

Résultat

Pour la période estivale l'orientation idéal est le **nord** .  
 Donc le **nord** est la meilleure orientation pour notre logement d'étude **pour la période estivale**

L'effet de l'amélioration

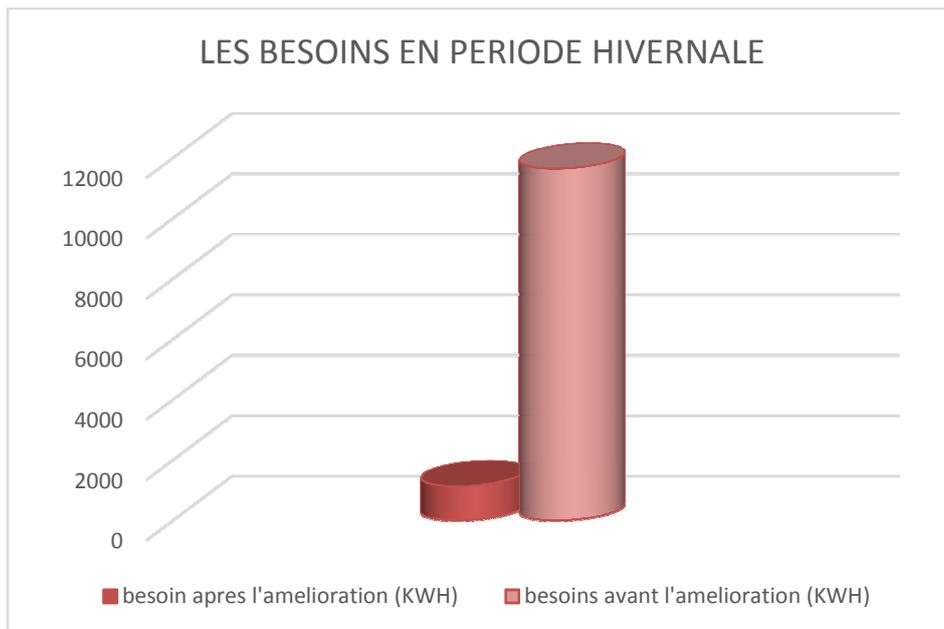


Figure 4-14 : Histogramme présente les besoins en chauffage avant et après l'amélioration pour l'hiver

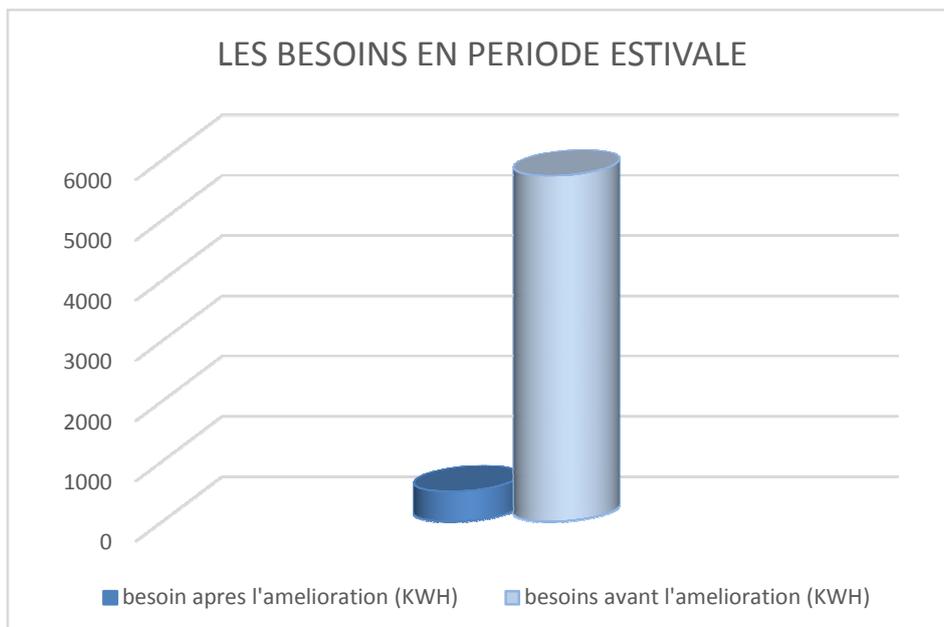


Figure 4-15 : Histogramme présente les besoins en climatisation avant et après l'amélioration pour l'été

## 5- Energie photovoltaïque

Comme nous l'avons montré précédemment, notre habitat se trouve dans une région où l'ensoleillement n'est pas négligeable. Le soleil peut être pour notre bâtiment une source rentable de production d'énergie électrique à travers des panneaux photovoltaïques. Pour cela on va essayer de déterminer le nombre de panneaux photovoltaïques nécessaires pour compenser les besoins énergétiques en climatisation pour notre logement . (Les besoins en climatisation sont estimés à 1132 kWh)

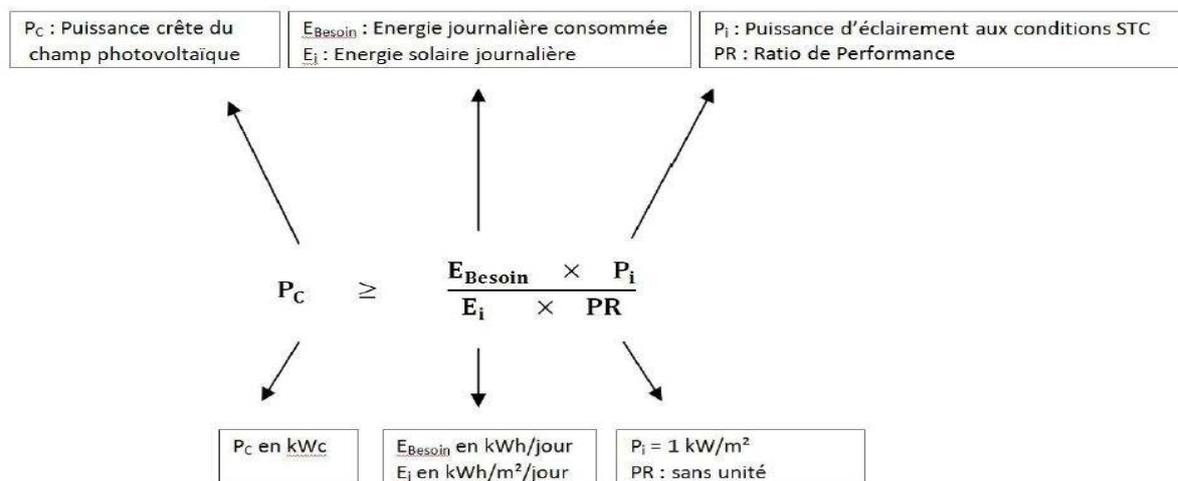


Figure 4-16 : calcul de puissance a consommé

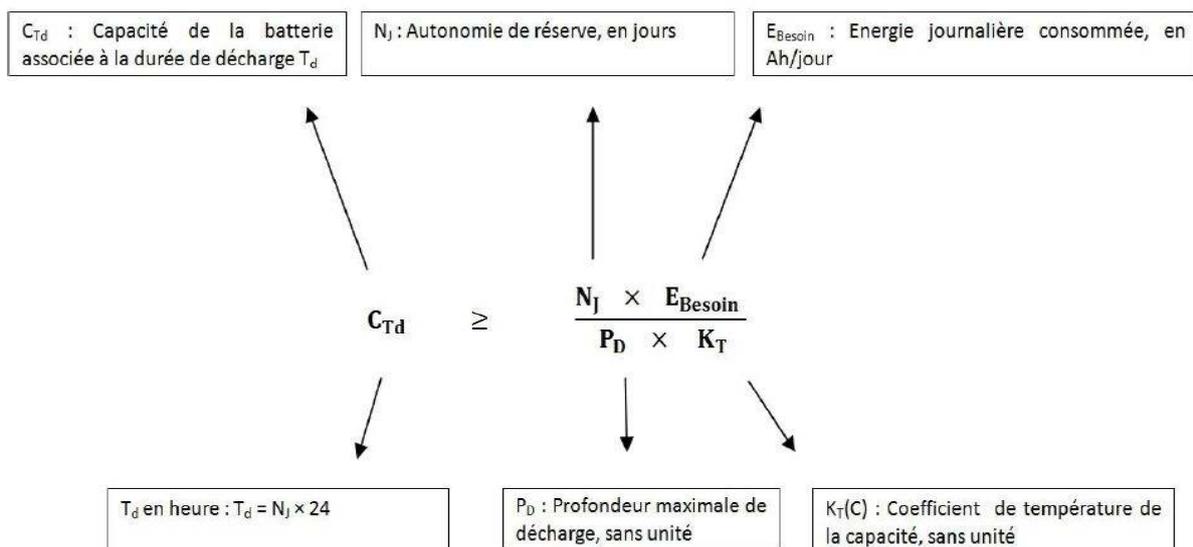


Figure 4-17 : calcul de capacité des batteries

### 5-1 nombre des panneaux

$$P_c \geq \frac{E \text{ besoins} \times P_i}{E_i \times P_r} [18]$$

$E \text{ besoins} = 1132/203 = 5.58 \text{ kWh /jour}$

$P_i = 1 \text{ kw/m}^2$

$E_i = 203/31 = 6.54 \text{ kWh/m}^2/\text{jour}$

$P_r = 0.60$

Donc  $P_c \geq 1.422 \text{ kWc} = 1422 \text{ Wc}$

On prend que la puissance d'un module = 200 Wc

Donc  $1422/300 = 7.21 \approx 8 \text{ module}$

La surface d'un seule module = 2m<sup>2</sup>

Alors  $8 \times 2 = 16 \text{m}^2$  c'est la surface de champs.

### 5-2 nombre des batteries

$$C_{td} \geq \frac{N_j \times E \text{ besoin}}{P_d \times K_t} [18]$$

$N_j = 3 \text{ jours}$

$E \text{ besoin} = 5580/24 = 232.5 \text{ Ah/jour}$

$P_d = 0.8$

$K_t = 1$

$C \geq 871 \text{ Ah}$

On prend que la capacité d'une seule batterie = 100 Ah

Donc  $871/100 = 8.71 \approx 9 \text{ batteries}$  .

### 6: Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté plusieurs simulations étape par étape, tout en déterminant l'influence de chaque paramètre sur l'optimisation en matière d'économie d'énergie, en assurant aussi le meilleur confort à l'intérieur de notre habitat.

A travers la STD (simulation thermique dynamique) on peut estimer les besoins de chauffage /climatisation d'un n'importe quels habitats à travers connaître ces détails de conception, donc à l'aide de la STD on peut éviter plusieurs étapes et plusieurs contraintes lors de réalisation en réalité.

En tous les cas nous avons pu minimiser les besoins de cet habitat en arrivant à des valeurs très acceptable.

### CONCLUSION GENERALE

Les simulations réalisées grâce au logiciel pléiade+comfie nous a permis d'identifier les besoins en chauffage (période hivernale) et climatisation (période estivale), afin d'améliorer les conditions du confort thermique à l'intérieur du logement. Nous avons commencé par proposer des solutions passives en termes, d'isolation, occultation, végétation et d'orientations

Des simulations effectuées après modification nous a permis de trouver la solution la plus efficace pour améliorer le confort thermique du cas d'étude.

## Référence

- [1] Livre : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, observatoire des énergies renouvelables Paris 2005
- [2] Source : Concised Oxford English Dictionary 11th Edition
- [3] ENERGETIQUE DU BATIMENT; Nicolas Morel et Edgard Gnaudounou (nouvelles édition du cours donné par Claude-Alain Roulet et Arnaud Dauriat-Édition 2009)
- [4] Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation par Mr. boursasabderrahmane
- [5] Bioclimatisme et performances énergétique des bâtiments Auteur: Dutreix Armand, Editeur: Eyrolle
- [6] Anonyme : 2007, Redéfinir la notion de confort thermique, guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Recommandation pratique css13
- [7] ENERGETIQUE DU BATIMENT; Nicolas Morel et Edgard
- [8] LIEBARD A., DE HERDE A., 2005, Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques : Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Le moniteur, Bruxelles
- [9] IZARD J.L. KACALA O. 2008 le diagramme bioclimatique Envirobat-Méditerranée laboratoire abe, Ensa-Marseille
- [10] GUIDE : Confort thermique à l'intérieur d'un établissement (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec)
- [11] Bioclimatisme et performances énergétique des bâtiments Auteur: Dutreix Armand, Editeur: Eyrolles
- [12] MAZARI M., 2012, Mémoire magistère architecture, Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public : Cas du département d'architecture de Tamada, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Département d'architecture
- [11] Bioclimatisme et performances énergétique des bâtiments Auteur: Dutreix Armand, Editeur: Eyrolles
- [12]- Guide pour une construction Eco-énergétique Auteur Dr Astrid Denker Dr. S.M.K. ElHassar Grp
- [13]- Chauffage, isolation ventilation écologique, les clés pour économiser Pal de Haut, Editeur: Eyrolle
- [14]- Chabane Imane J. « évaluation de la qualité vécue des environnements hermétique en mur-rideau de verre » EPAU, Alger 2006
- [15] efficacité énergétique dans les bâtiments, transformer le marché, world business council for sustainable development, rapport international du wbcSD 2009, url: [durable.info/efficacite-energetique-dans-les-batiments-rapport-international-wbcSD](http://durable.info/efficacite-energetique-dans-les-batiments-rapport-international-wbcSD), 1698.html.

[16] Arif Hepbasli, « low exergy (lowex) heating and cooling systems for sustainable buildings and societies », *renewable and sustainable energy reviews* 16 (2012) 73– 104.

[17] M. Amirat , S.M.K. El Hassar « Economies d'Energie dans le Secteur de l'Habitat Consommation Electrique des Ménages- Cas d'un foyer algérien typique en période d'hiver », *Rev.Energ. Ren. Vol. 8 (2005) 27 – 37.*

[18] M. dellconception et dimensionnement d'une installation photovoltaïque autonome .

[19] BOUALAM ALLAH Zakaria ,mémoire master (Effet de l'orientation sur une cellule à usage d'habitation ) 2016 .

[20] OUKASSI Soumia ,mémoire master( intégration du système actif dans le bâtiment)