



**UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA**  
**FACULTE DE TECHNOLOGIE**  
**DEPARTEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES**



**Mémoire**

**Présenté pour l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**Option : HABITAT BIOCLIMATIQUE**

**Thème :**

**Effet de l'orientation sur les conditions  
d'une cellule à usage d'habitation**

**Par :**

**Mr BOUALAMALLAH Zakaria**

**Soutenu le 19/06/2016 devant le jury composé de :**

**SEMMAR Djaffar**

**MCA**

**Président**

**LAFRI Djamel**

**MAA**

**Examineur**

**Mme. MOKHTARI**

**MAA**

**Examinatrice**

**MERZOUK Mustapha**

**MCA**

**promoteur**

**2015/2016**

## *Remerciements*

*Avant d'entamer mon mémoire, je remercie ALLAH pour les heures de courage, de patience et de sagesse qu'il m'a inspiré.*

*Je remercie également tous nos enseignants de ce cycle, qui nous ont fait part de leur savoir et de nous transmettre les bases de la science.*

*Que toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de mon mémoire, trouve ici l'expression de mes sincères sentiments.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers parents qui ont tout fait pour que je réussisse dans ma vie.*

*Tous mes proches, mes amis et mes camarades de promotion.*

*Mes frères en reconnaissance de leur affection toujours constante.*

*Et à tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.*

## ملخص :

تعتبر الحرارة في الشتاء و البرودة في الصيف ... عوامل راحة الفرد, لكن استعمال المدفئة و المكيفات الهوائية مكلفة من ناحية الطاقة. و لقد جاءت الهندسة البيومناخية للاستجابة لمتطلبات هذه الراحة كونها تأخذ بعين الاعتبار علاقة العمران بعناصر المناخ التي تسمح بتقليص معتبر لمثل هذه النفقات.

إن موضوع دراستنا يهتم بنوعية الحرارة داخل المنزل الحضري وفق مختلف الاتجاهات, لأن ذلك يسمح بإبراز أثر التوجيه على درجة حرارة فضاء الداخلي وفق مختلف لاتجاهات و من ثمة البحث على التوجيه الأمثل.

إن استعمال معايير البناية يمكن التقليل من استعمال فعال للطاقة كما يسمح بالمقابل ضمان الراحة الداخلية من :

- التوجيه بالنسبة للشمس و الرياح
- الحجم و طبيعة المساحة المعرضة
- البناية في الأعالي و حماية النوافذ

و لقد أظهرت نتائج الدراسة أن المناخ يمكن أن يشكل عاملا محددًا في العمارة كما أن لمراقبة عوامل التوجيه مقارنة بأشعة الشمس و الرياح و الظل دورا هاما في السلوك الحراري بداخل المنزل و خلق مجال راحة .

أن الأخذ بعين الاعتبار عامل التوجيه في العمارة يسمح بتصميم أحسن أداء من ناحية الحرارة و الطاقة.

## الكلمات المفتاحية :

مناخ – حرارة الحرارية – راحة – بيو مناخي – طاقة – الاتجاه – درجة الحرارة الداخلية و الخارجية

## **Résumé:**

Chaleur en hiver, fraîcheur en été... sont les éléments du confort pour le bien être de l'individu. Mais l'utilisation du chauffage et de la climatisation coûte cher en énergie.

A cet effet l'architecture bioclimatique tente de répondre aux exigences du confort des habitants en tirant passivement le meilleur parti des éléments du "climat". Par conséquent "Construire avec le climat" permet de réduire considérablement les dépenses en chauffage et en énergie électrique.

La présente recherche s'intéresse à la qualité thermique intérieure du bâtiment contemporain suivant les différentes orientations. Elle a pour objectif d'apprécier l'impact de l'orientation sur la température de l'espace intérieur et de rechercher l'orientation optimale.

En exploitant les paramètres du bâtiment, on peut réduire les consommations énergétiques et on peut assurer des ambiances intérieures confortables à savoir:

- L'orientation par rapport au soleil et au vent.
- La taille et la nature des surfaces exposées de la paroi.
- La construction en altitude et la protection de l'ouverture.

Les résultats montrent que le climat peut être un élément déterminant dans l'architecture. Le contrôle des facteurs orientation par rapport aux rayonnements solaires, le vent et l'ombrage participent au comportement thermique des espaces intérieurs, et à la création d'ambiance confortable.

La prise en compte du critère orientation fait participer le bâtiment à une conception plus performante thermiquement et plus économe énergétiquement.

## **Mots Clés & Concepts:**

Climat – Confort thermique – Habitat bioclimatique – Energie renouvelable - Orientation – Température intérieure et extérieure – Ambiance intérieure.

## **Summary :**

Heat in winter, freshness in summer... are the elements of comfort for the good being of the individual. But the use of the heating and air-conditioning is expensive in energy.

To this end bio climatic architecture tries to fulfil the requirements of the comfort of the inhabitants by passively benefiting the best from the elements of the "climate". Consequently "To build with the climate" allows to reduce considerably the expenditure in heating and electric power.

Present research is interested in interior thermal quality of the contemporary building following different orientations. It aims to appreciate the impact of the orientation on the interior temperature of space and to seek the optimal orientation.

By exploiting the parameters of the building, one can reduce consumption energy and one can ensure internal environment comfortable. It has to consider:

- Orientation compared to the sun and the wind.
- The size and nature form of exposed surfaces of the wall.
- Construction altitude and the protection of the openings (elevations).

The results show that the climate can be an element determining in the architecture whose solar radiations, ventilation and the shade takes part in the thermal behaviour of internal spaces.

The taking into account of the orientation criterion makes building taking parts in a more powerful economical design for thermal and energy point of view.

## **Key Words & Concepts:**

Climate – thermal Comfort – Bio climatic – Renewable energy- Orientation – interior Temperature – interior Environment .

# SOMMAIRE

<b>Remerciements</b> .....	i
<b>ملخص</b> .....	ii
<b>Résumé</b> .....	iii
<b>Abstract</b> .....	iv
<b>Liste des figures et tableaux</b> .....	v
<b>Introduction générale</b> .....	1

## **Chapitre 1 : Recherche bibliographique et état de l'art**

1) Recherche bibliographique	4
Introduction	4
1. L'architecture bioclimatique :	5
La Haute Qualité Environnemental HQE :	5
2.1 Les cibles de « la Haute Qualité Environnemental » :	6
3. L'efficacité énergétique :	6
3.1 Bâtiment à Basse Consommation :	7
3.2 Bâtiment passif :	7
3.3 Le bâtiment Haute Performance Energétique HPE :	7
3.4 Le bâtiment Très Haute Performance Energétique THPE :	7
3.5 Le bâtiment Haute Performance Energétique Energie Renouvelable HPE EnR :	7
3.6 Le bâtiment Très Haute Performance Energétique Energie Renouvelable THPE EnR :	7
4. Le confort thermique :	8
4.1 Les paramètres affectant le confort thermique :	8
4.1.1 Paramètres liés à l'ambiance extérieure :	8
4.1.1.1 La température de l'air ambiant :	8
4.1.1.2 La vitesse de l'air :	9
4.1.1.3 L'humidité relative de l'air :	9
4.1.2 Paramètres liés a l'individu :	9
4.1.2.1 Les vêtements :	9
4.1.2.2 L'activité :	10
4.1.3 Paramètres liés aux gains thermiques internes :	11
4.1.4 Les échanges thermiques du corps humain :	11
5. Les bases d'une conception bioclimatique :	12
5.1 L'orientation :	12
5.2 La forme et la compacité :	13
5.3 Organisation intérieure :	13
5.4 .La ventilation :	14

5.4.1 Les types de ventilation :	15
5.4.1.1 La ventilation naturelle :	15
5.4.1.2 La ventilation mécanique :	15
5.5 Le vitrages :	16
5.6 les protections solaires :	17
5.7 L'inertie thermique :	18
5.8 L'isolation thermique :	19
5.8.1 L'isolation par l'intérieur :	19
5.8.2 L'isolation par l'extérieur :	19

## **2) Etat de l'art**

### **Articles consultés :**

<b>Article n°01</b> : « le programme ECO-BAT 2009 ».....	20
<b>Article n°02</b> : Efficacité énergétique des logements à haute performance énergétique.....	20
<b>Article n°03</b> : Bulletin trimestriel de l'aprue, septembre 2010.....	20

### **Mémoires consultés :**

<b>Mémoire n°01</b> : N'DIAD Mohamed : « confort thermique dans le bâtiment » Ouagadougou, 1979.....	21
<b>Mémoire n°02</b> : BOURSAS Abderrahmane : « ETUDE DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE D'UN BATIMENT D'HABITATION A L'AIDE D'UN LOGICIEL DE SIMULATION ».....	21
<b>Mémoire n°03</b> : MAZARI Mohamed : « Etude du confort thermique des bâtiments à caractère public ».....	21
<b>Mémoire n°04</b> : Mme BELLARA ( Née LOUAFI ) Samira : « Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective ».....	22

### **Thèses consultés :**

<b>Thèse n°01</b> : RAFFENEL Yoann: « optimisation du contrôle thermique dans une habitation multi-source , suisse 2008 ».....	22
<b>Thèse n°02</b> : 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.....	22
<b>Thèse n°03</b> : GABRIEL PARENT-LEBLANC « Impact environnemental de solution de chauffage et d'isolation applicables au bâtiments résidentiels au canada » Québec 2013.....	22

## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études

Introduction	24
2.1 Présentation du site de Blida:	24
2.1.1 Localisation géographique :	24
2.1.2 Données climatiques de la ville de Blida :	25
2.2 Présentation du site de Sétif:	28
2.2.1 Localisation géographique :	28
2.2.2 Données climatiques de la ville de Sétif :	28
2.3 Présentation du site de Tamanrasset:	31
2.3.1 Localisation géographique :	31
2.3.2 Données climatiques de la ville de Tamanrasset :	32
2.4 Evaluation du bilan thermique :	34
2.4.1 cellule carrée :	34
2.4.1.1 Vérification des déperditions de références pour la zone B et C (Blida et Setif) :	35
2.4.1.1.1 Calcul des déperditions surfaciques par transmission à travers les parois :	35
2.4.1.1.2 Déperditions à travers les Ponts Thermiques (linéiques) :	36
2.4.1.2 Vérification des déperditions de références pour la zone D (Tamanrasset) :	37
2.4.1.2.1 Calcul des déperditions surfaciques par transmission à travers les parois :	37
2.4.1.2.2 Déperditions à travers les Ponts Thermiques (linéiques) :	37
2.4.2 cellule rectangulaire :	38
2.4.2.1 Vérification des déperditions de références pour la zone B et C (Blida et Setif) :	38
2.4.2.1.1 Calcul des déperditions surfaciques par transmission à travers les parois :	39
2.4.2.1.2 Déperditions à travers les Ponts Thermiques (linéiques) :	39
2.4.2.2 Vérification des déperditions de références pour la zone D (Tamanrasset) :	39
2.4.2.2.1 Calcul des déperditions surfaciques par transmission à travers les parois :	40
2.4.2.2.2 Déperditions à travers les Ponts Thermiques (linéiques) :	40
2.4.3 Calcul des déperditions par renouvellement d'air :	40
Conclusion	41

## Chapitre 03 : Modélisation

Introduction	42
3. Présentation de la méthode de simulation :	42
3.1 Choix du logiciel pour effectuer l'étude thermique :	42
3.2 Présentation du logiciel :	42
3.2.1 PLEIADES :	42
3.2.2 COMFIE :	42

3.2.3 Alcyone1.0 :	42
3.2.4 MeteoNorm7.1x :	42
3.3 Choix des Paramètres d'étude :	43
3.3.1 Orientation :	43
3.3.2 Forme et compacité :	43
3.3.3 Altitude :	43
3.4 Processus d'application des logiciels :	43
3.4.1 Sous meteonorm 7.1x :	43
3.4.1.1 Création d'un fichier météorologique :	43
3.4.1.2 Choix de la période d'études :	44
3.4.1.3 Choix du format du fichier :	44
3.4.2 Sous pléiades :	45
3.4.2.1 Composition des éléments de construction :	45
3.4.2.2 Types d'ouverture :	46
Identification de la station météorologique :	46
3.4.3 Sous alcyone :	47
3.4.3.1 Définition des paramètres de construction :	47
3.4.3.2 Dessin du plan sous Alcyone :	48
3.5 Exportation vers pléiades :	48
3.6 Définition des scénarios de fonctionnement:	48
3.6.1 Scenario de Ventilation:	48
3.6.2 Scenario d'occultation:	49
3.6.3 Scenario d'occupation:	50
3.6.4 Scenario de consigne de thermostat :	51
3.6.4.1 Pour l'été :	51
3.6.4.2 Pour l'hiver :	52
Conclusion	52

## **Chapitre 04 : Résultats et discussions**

Introduction	53
1. CONDITIONS DE DEROULEMENT DES MESURES:	53
1.1 période estivale:	53
1.2 période hivernale :	53
2. Site de Blida :	54
2.1 Evolution des besoins en période estivale pour la cellule carrée et rectangulaire :	54
2.1.2 Variation de la température :	55
2.1.2.1 Cellule carrée :	55
2.1.2.2 Cellule rectangulaire :	56
2.2 Evolution des besoins en période hivernale pour la cellule carrée et rectangulaire :	57
2.2.1 Variations de la température :	58

2.2.1.2 Cellule carrée :	58
2.2.1.3 Cellule rectangulaire :	59
3. Site de Sétif :	59
3.1 Evolution des besoins en période estivale pour la cellule carrée et rectangulaire :	59
3.1.2 Variations de la température :	60
3.1.2.1 Cellule carrée :	60
3.1.2.2 Cellule rectangulaire :	61
3.2 Evolution des besoins en période hivernale pour la cellule carrée et rectangulaire :	61
3.2.1 Variations de la température :	62
3.2.1.1 Cellule carrée :	62
3.2.1.2 Cellule rectangulaire :	63
4. Site de Tamanrasset :	63
4.1 Evolution des besoins en période estivale pour la cellule carrée et rectangulaire :	63
4.1.1 Variations de la température :	64
4.1.1.1 Cellule carrée et rectangulaire :	64
4.2 Evolution des besoins en période hivernale pour les deux cellule :	65
4.2.1.1 Cellule carrée et rectangulaire :	66
Conclusion	66
<b>Conclusion générale</b>	<b>67</b>
Nomenclature	
Références	
Annexes	

## Liste des figures et tableaux :

<b>Figure 1-1</b> : La relation des 3 acteurs bioclimatiques	5
<b>Figure 1-2</b> : Les 14 cibles du HQE	6
<b>Figure 1-3</b> : Les pertes thermiques du corps humain avec son environnement	8
<b>Figure 1-4</b> : La température de confort dépend de la température de l'air et de la température des parois	9
<b>Figure 1-5</b> : Valeurs exprimées en Clo des tenues vestimentaires	10
<b>Figure 1-6</b> : Le métabolisme humain	10
<b>Figure 1-7</b> : Gains de chaleur interne	11
<b>Figure 1-8</b> : L'interaction thermique entre le corps humain et son environnement	12
<b>Figure 1-9</b> : Distribution des espaces intérieures source ademe	14
<b>Figure 1-10</b> : Principe de la ventilation naturelle	15
<b>Figure 1-11</b> : Principe de la ventilation mécanique contrôlé	16
<b>Figure 1-12</b> : Les facteurs énergétiques d'un double vitrage	17
<b>Figure 1-13</b> : Stratégies d'ombrages	18
<b>Figure 1-14</b> : Capacité de l'inertie thermique des mur	18
<b>Figure 1-15</b> : Déperditions thermiques dans le bâtiments	19
<b>Figure 2-1</b> : Position de la wilaya de Blida	25
<b>Figure 2-2</b> : Température journalière	25
<b>Figure 2-3</b> : Durée d'insolation	26
<b>Figure 2-4</b> : Irradiation solaire mensuelle	26
<b>Figure 2-5</b> : Position de la wilaya de Sétif	28
<b>Figure 2-6</b> : Températures journalières	29
<b>Figure 2-7</b> : Durée d'isolation	29
<b>Figure 2-8</b> : <b>Figure 2-8</b> : Irradiation solaire mensuelle	30
<b>Figure 2-9</b> : Position de la wilaya de Tamanrasset	31
<b>Figure 2-10</b> : Températures journalières	32
<b>Figure 2-11</b> : Durée d'insolation	33
<b>Figure 2-12</b> : Irradiation solaire mensuelle	33
<b>Figure 3-1</b> : Les sites disponibles	43
<b>Figure 3-2</b> : Choix de la période d'études	44
<b>Figure 3-3</b> : Choix du format de sortie	44
<b>Figure 3-4</b> : Composition du mur extérieur	45
<b>Figure 3-5</b> : Composition du plancher	45
<b>Figure 3-6</b> : Composition de la toiture	45
<b>Figure 3-7</b> : Choix de la fenêtre	46
<b>Figure 3-8</b> : Choix de la porte	46
<b>Figure 3-9</b> : Identification de la station météorologique	47
<b>Figure 3-10</b> : Les données de construction	47
<b>Figure 3-11</b> : Cellule carrée	48
<b>Figure 3-12</b> : Cellule rectangulaire	48
<b>Figure 3-13</b> : Scenario de ventilation pour l'été	49

<b>Figure 3-14</b> : Scenario de ventilation pour l'hiver	50
<b>Figure 3-15</b> : Scenario d'occultation pour l'été	50
<b>Figure 3-16</b> : Scenario d'occultation pour l'hiver	51
<b>Figure 3-17</b> : Scenario d'occupation	52
<b>Figure 3-18</b> : Consigne de thermostat pour l'été	52
<b>Figure 3-19</b> : consigne de thermostat pour l'hiver	53
<b>Figure 4-1</b> : Azimut des différentes orientations simulées	53
<b>Figure 4-2</b> : Besoins de climatisation suivant l'orientation (kWh)	54
<b>Figure 4-3</b> : Variation de la température avec consigne de thermostat	55
<b>Figure 4-4</b> : Variation de la température sans consigne de thermostat	55
<b>Figure 4-5</b> : Variation de la température sans consigne de thermostat	56
<b>Figure 4-6</b> : besoins de chauffage suivant l'orientation (kWh)	57
<b>Figure 4-7</b> : Variation de la température sans consigne de thermostat	58
<b>Figure 4-8</b> : Variation de la température sans consigne de thermostat	59
<b>Figure 4-9</b> : Besoins de climatisation suivant l'orientation (kWh)	59
<b>Figure 4-10</b> : Variation de la température sans consigne de thermostat	60
<b>Figure 4-11</b> : Variation de la température sans consigne de thermostat	61
<b>Figure 4-12</b> : Besoins de chauffage suivant l'orientation (kWh)	61
<b>Figure 4-13</b> : Variation de la température sans consigne de thermostat	62
<b>Figure 4-14</b> : Variation de la température sans consigne de thermostat	63
<b>Figure 4-15</b> : Besoins de climatisation suivant l'orientation (kWh)	63
<b>Figure 4-16</b> : Variation de la température sans consigne de thermostat	64
<b>Figure 4-17</b> : besoins de chauffage suivant l'orientation (kWh)	65
<b>Figure 4-18</b> : variation de la température sans consigne de thermostat	66
<b>Tableau 1-1</b> : Eléments d'analyse pour identifier un bâtiment bioclimatique	13
<b>Tableau 2-1</b> : Données climatiques de Blida	27
<b>Tableau 2-2</b> : Données climatiques de Sétif	30
<b>Tableau 2-3</b> : Données climatiques de Tamanrasset	34



### INTRODUCTION GENERALE :

Les énergies renouvelables deviennent une préoccupation importante. L'utilisation rationnelle de ces énergies occupe une place prépondérante, elle permet d'économiser sur le moyen et le long terme.

Ce sont des énergies inépuisables propres et sans danger. Elles sont aussi appelées "énergies solaires" car la plupart dépendent du soleil, (Solaire photovoltaïque, thermique), du vent (Energie éolienne), du sol (Géothermie de surface : Puits canadien),... Il est désormais indispensable de développer les énergies renouvelables pour lutter contre l'effet de serre, et pour prévoir le remplacement du pétrole. Aujourd'hui, elles sont sous-exploitées par rapport à Leur potentiel. Ainsi, les énergies renouvelables couvrent seulement 20 % de la consommation mondiale en termes d'énergie.

A l'échelle planétaire, le secteur du bâtiment est responsable d'environ 30 à 40 % de la consommation annuelle mondiale d'énergie, et de près de 30 % de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre "GES"[3] Cette demande mondiale d'énergie primaire a augmenté rapidement en raison de l'amélioration des surfaces habitables et du confort car le niveau de confort recherché dans les logements actuels est supérieur aux conditions du passé[2] et aussi l'augmentation de la population et l'industrialisation[1]

En Algérie, le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie, ce sont les logements qui représentent le plus grand gisement d'économie.[..]

Aujourd'hui, les besoins énergétiques dans ce secteur sont satisfaits presque exclusivement par les hydrocarbures, notamment le gaz naturel, l'énergie la plus disponible, mais la consommation n'a cessé de progresser.

A titre d'exemple : la consommation d'énergie finale dans le secteur représente 41 % de la consommation totale du pays [1]

## INTRODUCTION GENERALE :

L'intérêt du bien-être de l'homme est un sujet soulevé et approché par de multiples disciplines. Cet intérêt se fonde sur les rapports d'échanges qu'entretient l'homme avec son environnement. Le climat est l'un des facteurs indéniable dans l'étude du confort thermique d'un habitat, cette notion représente l'un des éléments important dans le secteur résidentiel, non seulement pour la qualité des ambiances intérieures, mais aussi pour la quantité d'énergie à fournir par les équipements d'ambiance. Or l'énergie utilisée pour chauffer, ventiler ou climatiser les bâtiments représentent la majorité de l'énergie consommée par ce secteur.[2]

Un bâtiment est soumis en permanence à des sollicitations extérieures (température, ensoleillement, vent) qui viennent perturber son état thermique. Ce confort constitue une demande reconnue et justifiée dans les bâtiments du fait de son impact sur la qualité des ambiances intérieures, la santé et la productivité de l'occupant. Une conception bioclimatique 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.

Notre travail de recherche consiste à mettre en relief, l'étude du confort thermique d'une cellule à usage d'habitation conforme à une conception bioclimatique, situé au niveau des villes de BLIDA, SETIF et TAMANRASSET.

Le but est d'étudier les effets de l'orientation sur une cellule à usage d'habitation afin de répondre aux exigences du confort thermique demandé et de réduire les besoins en chauffage et en climatisation pour chaque site, et cela par une simulation thermodynamique.

## INTRODUCTION GENERALE :

---

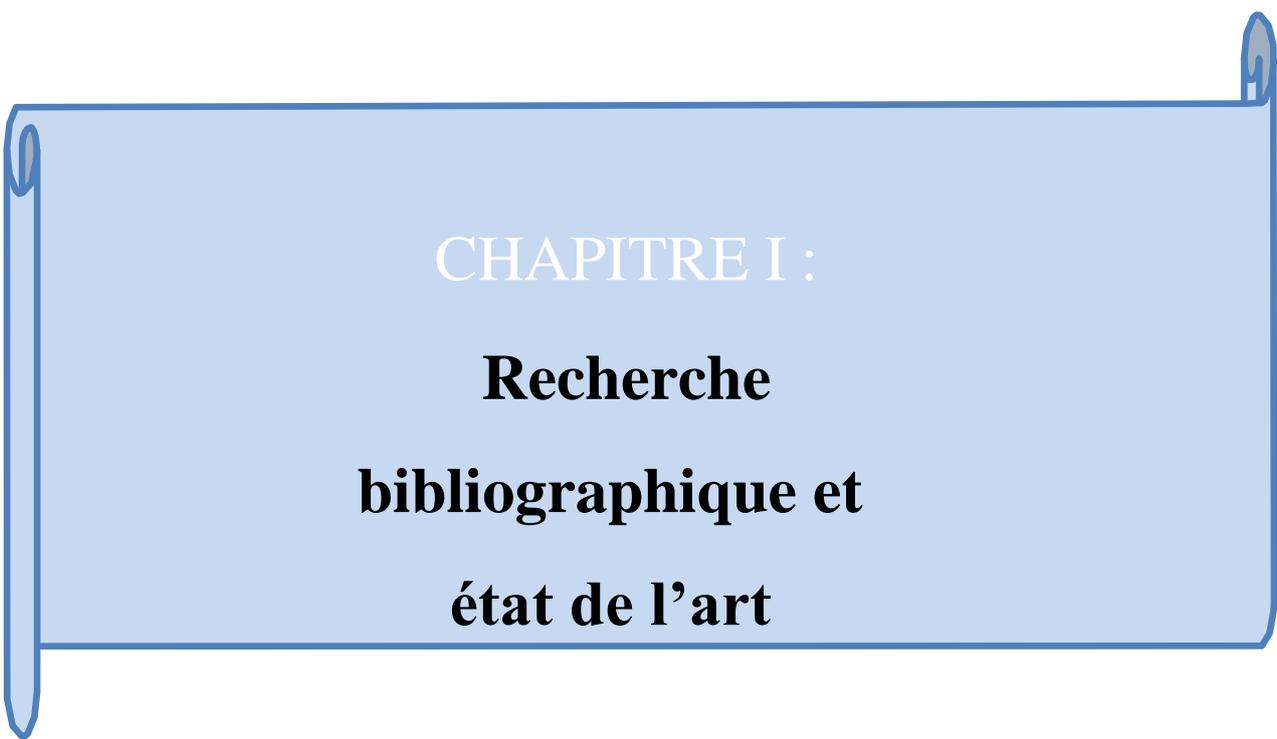
Le mémoire est structuré en quatre (4) parties :

La première partie, concerne l'aspect théorique. Il s'agit d'introduire le thème de notre recherche à travers un état de l'art sur l'étude de confort thermique, ainsi se qui influent sur ce dernier (la conception bioclimatique).

La deuxième partie concerne la présentation du cas étudié (Situation géographique, données climatologiques,...), suivie d'un bilan thermique de la cellule.

La troisième partie pratique et une modélisation à l'aide d'un logiciel informatique **pléiades+comfie** qui permettra de suivre les paramètres influent sur la cellule et son confort intérieure.

La quatrième partie, comprend une présentation des résultats obtenu après simulation, et une discussion sur le bilan énergétique de la cellule considéré.



CHAPITRE I :

**Recherche  
bibliographique et  
état de l'art**

# **Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art**

---

Le premier chapitre est divisé en deux (02) parties, une première, concerne la recherche bibliographique, et la deuxième consiste à introduire le thème de la recherche à travers un état de l'art.

## **PARTIE I :**

### **RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE**

#### **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 a 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'usager 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 a 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,...) en prenant compte notre projet d'étude (cellule à usage d'habitation). Cette analyse permettra la mise en œuvre des phases suivantes du travail de recherche.

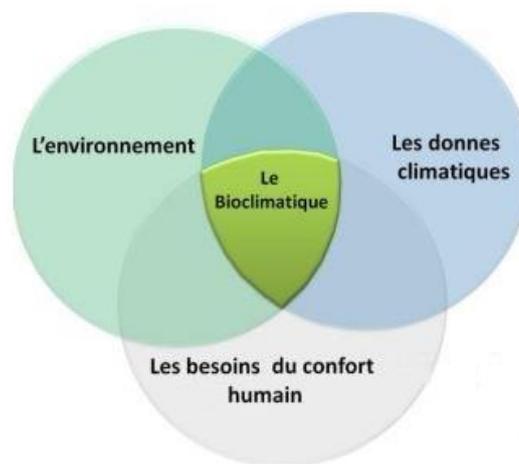
# Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art

## 1. 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.

## 2. 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]

# Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art

## 2.1 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 :

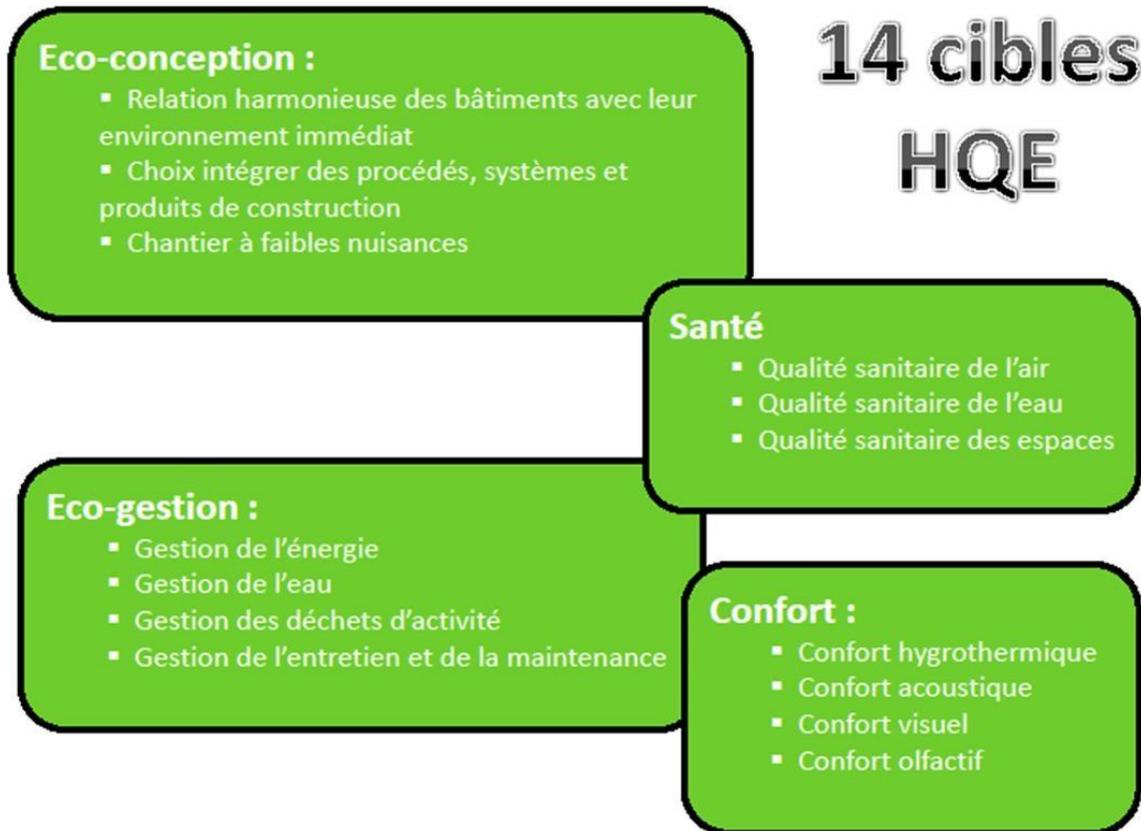


figure 1-2 : les 14 cibles du HQE

## 3. 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.

# **Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art**

---

## **3.1 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 50kWh/m<sup>2</sup> par an corrigé par un facteur de 0.8 a 1.5 selon l'habitude et la zone climatique.[5]

## **3.2 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]

## **3.3 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.

## **3.4 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.

## **3.5 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].

## **3.6 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]

## 4. 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.

### 4.1 Les paramètres affectant le confort thermique :

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

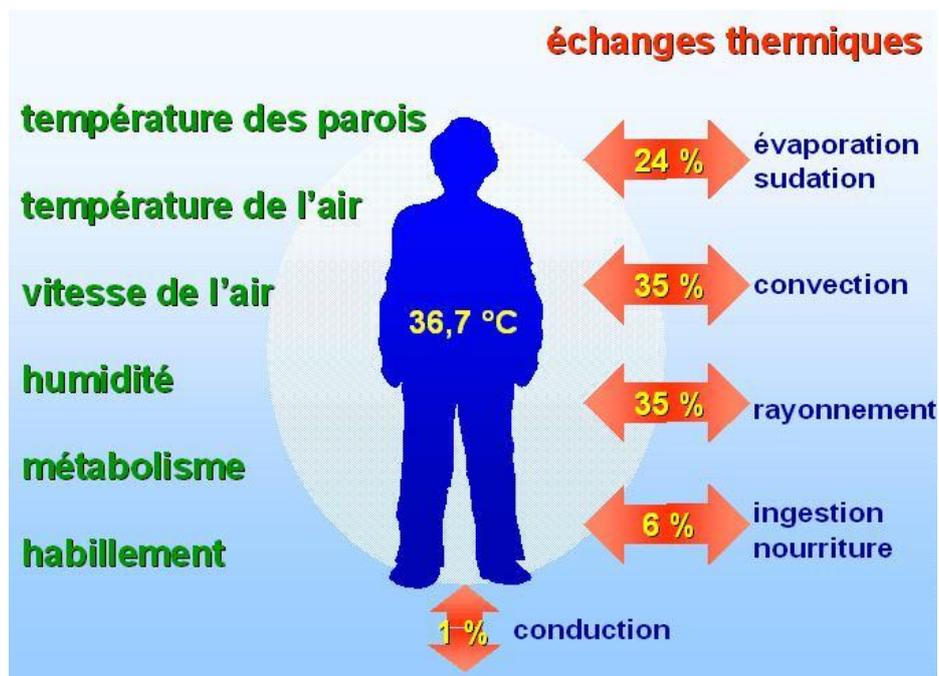


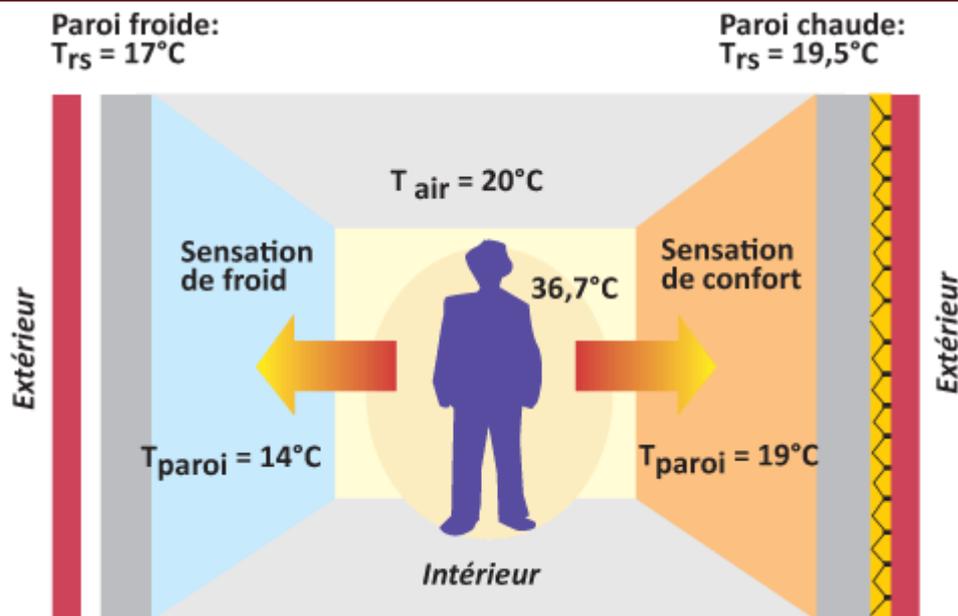
Figure 1-3 : Les pertes thermiques du corps humain avec son environnement

#### 4.1.1 Paramètres liés à l'ambiance extérieure :

##### 4.1.1.1 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].

# Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art



**Figure 1-4 :** La température de confort dépend de la température de l'air et de la température des parois

## 4.1.1.2 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.

## 4.1.1.3 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.

## 4.1.2 Paramètres liés à l'individu :

### 4.1.2.1 Les vêtements :

Les vêtements permettent de créer un microclimat sous-vestimental, 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

# Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art

acceptables, été comme hiver.

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

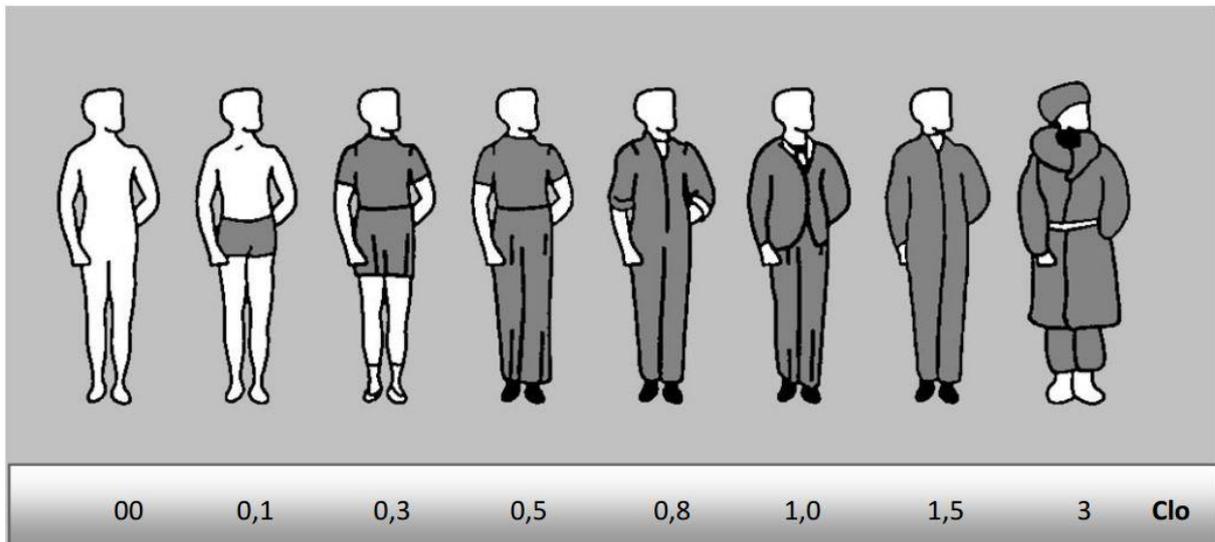


Figure 1-5 : valeurs exprimées en Clo des tenues vestimentaires

## 4.1.2.2 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.

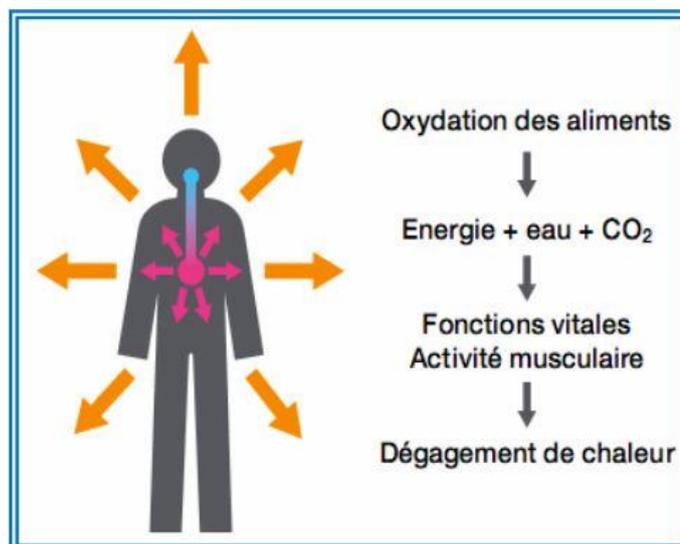


Figure 1-6 : le métabolisme humain

# Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art

## 4.1.3 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).

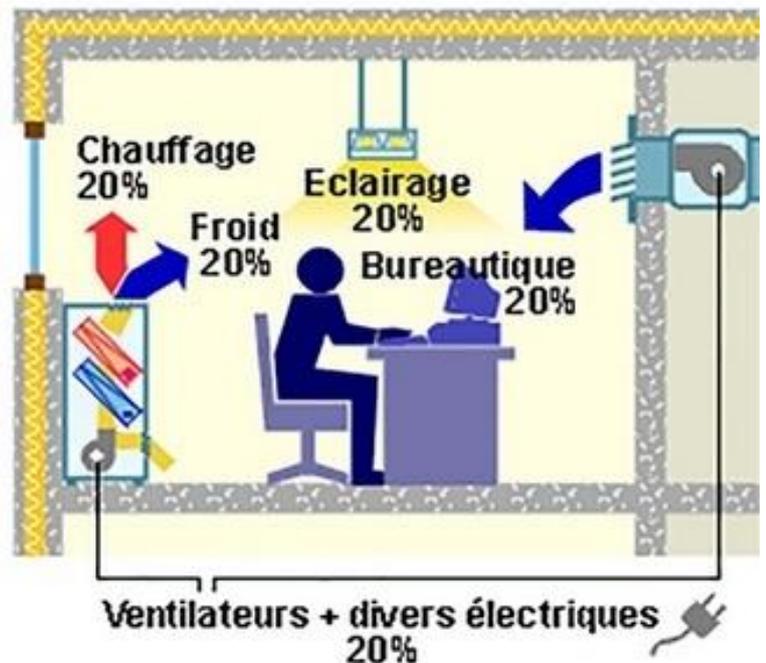


Figure 1-7 : gains de chaleur interne

## 4.1.4 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]

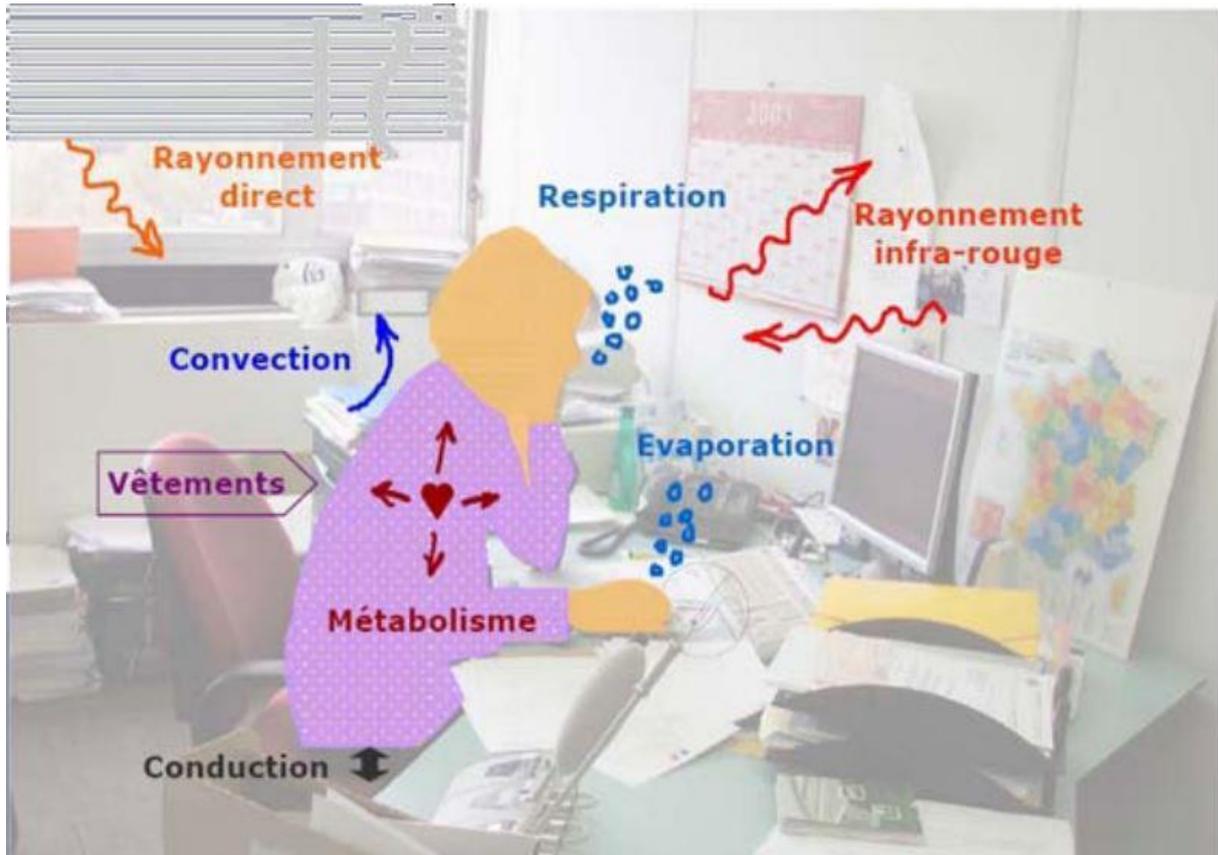


Figure 1-8 : l'interaction thermique entre le corp humain et son environnement

## **5. 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]

### **5.1 L'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.

# Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art

Environnement	Climat	Autres
- Type de région - Nature du sol - Végétation - Profil du terrain - Altitude et la latitude - Vue - Bruit ..... etc	- L'ensoleillement - Température - Type de temps - Luminosité - Précipitations - Humidité - vent .....etc	- <i>le contexte urbain</i> - <i>législation</i> - <i>Matériaux locaux</i> - <i>Eau, gaz, électricité</i> - <i>Alimentation en eau.....etc</i>

**Tableau 1** : Eléments d'analyse pour identifier un bâtiment bioclimatique

## **5.2 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 de 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].

## **5.3 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].

# Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art

Orientation pour un meilleur gain :

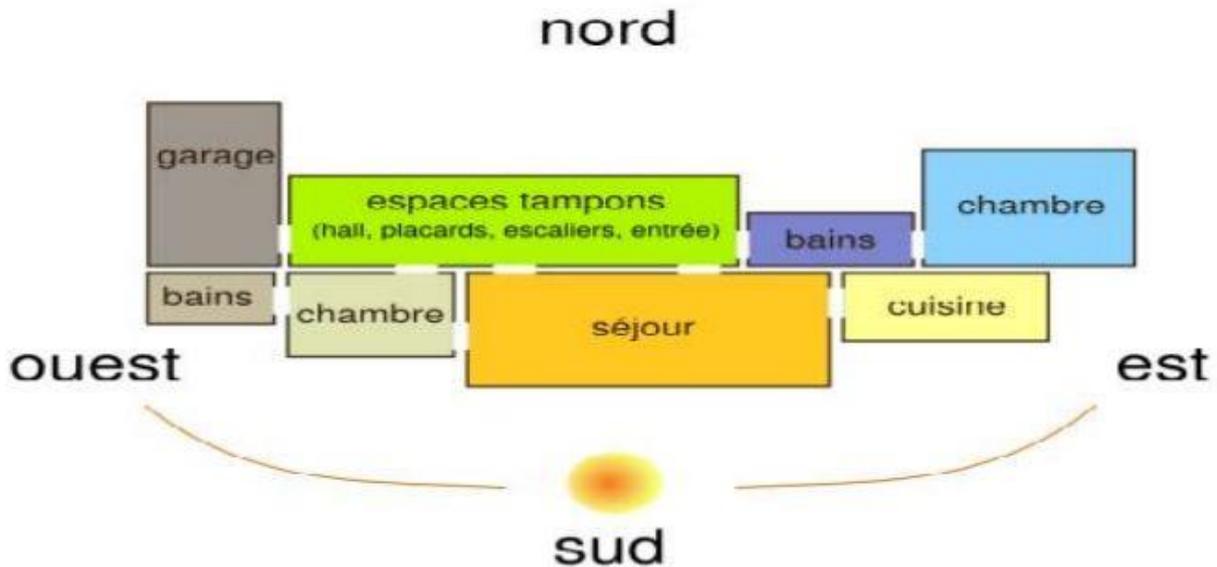


figure 1-9 : distribution des espaces intérieurs source ademe

- 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]

## **5.4 .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.

# Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art

## 5.4.1 Les types de ventilation :

### 5.4.1.1 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

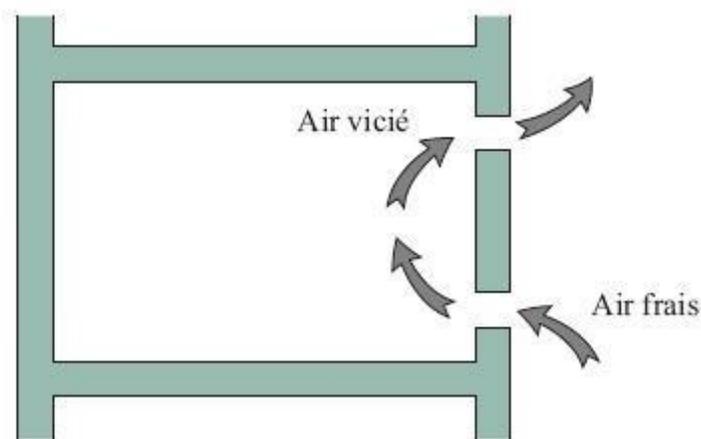


Figure 1-10: principe de la ventilation naturelle

### 5.4.1.2 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.

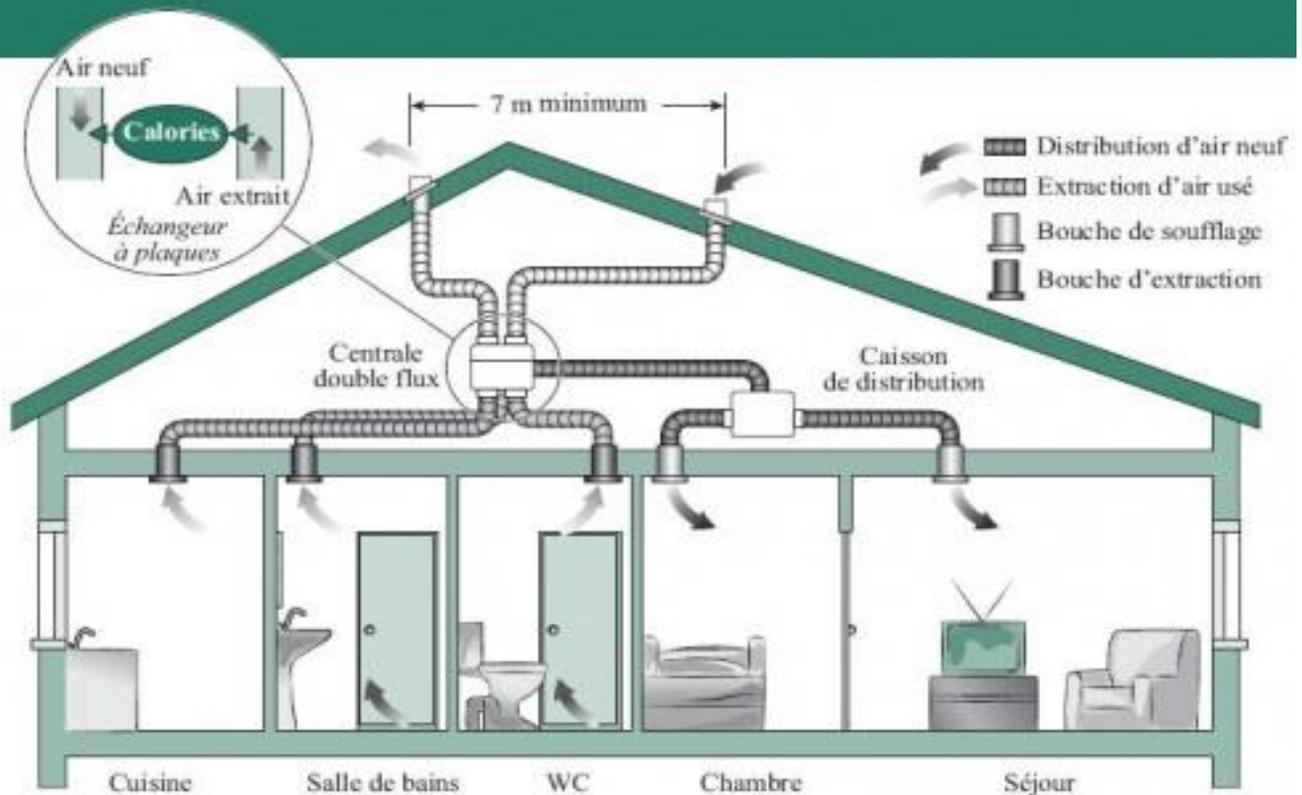


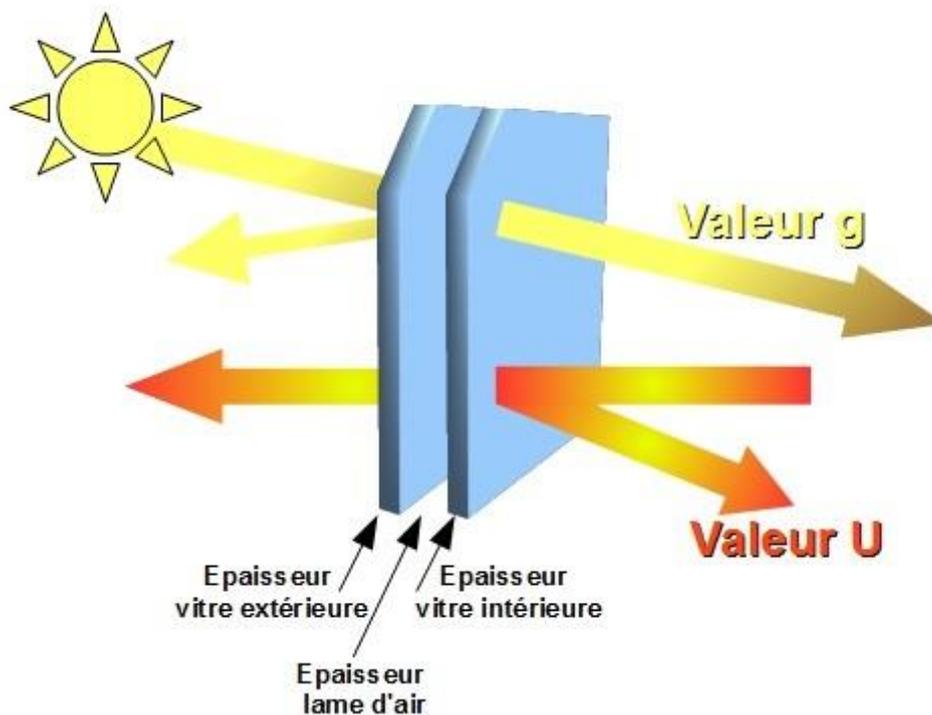
Figure 1-11 : principe de la ventilation mécanique contrôlée

## 5.5 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

## **5.6 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]

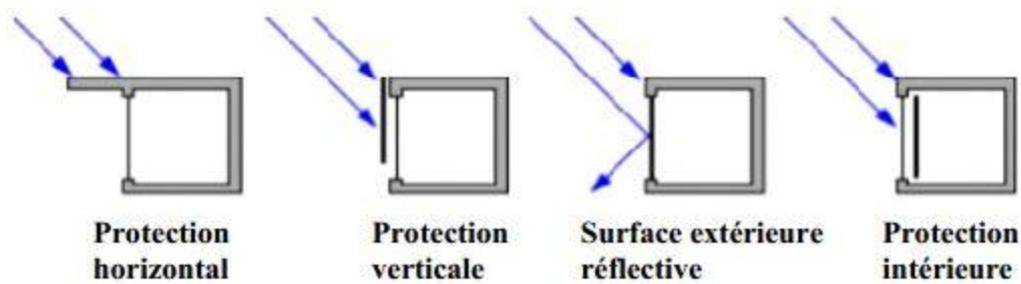


Figure 1-13 : stratégies d'ombrages

## 5.7 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.

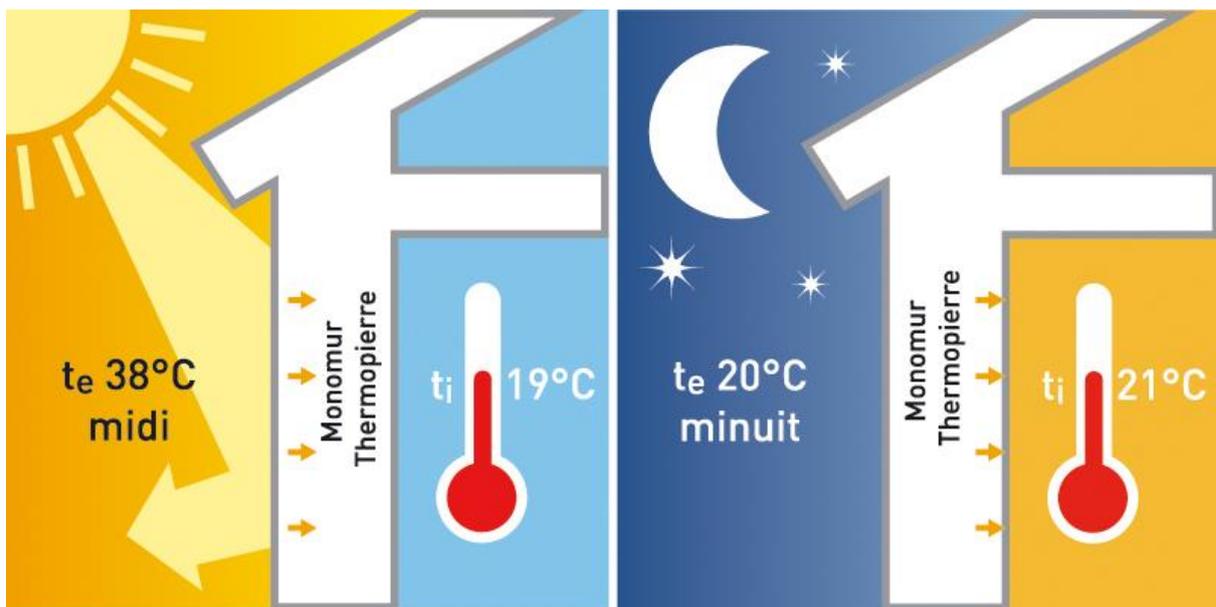


Figure 1-14 : capacité de l'inertie thermique des mur

## 5.8 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]

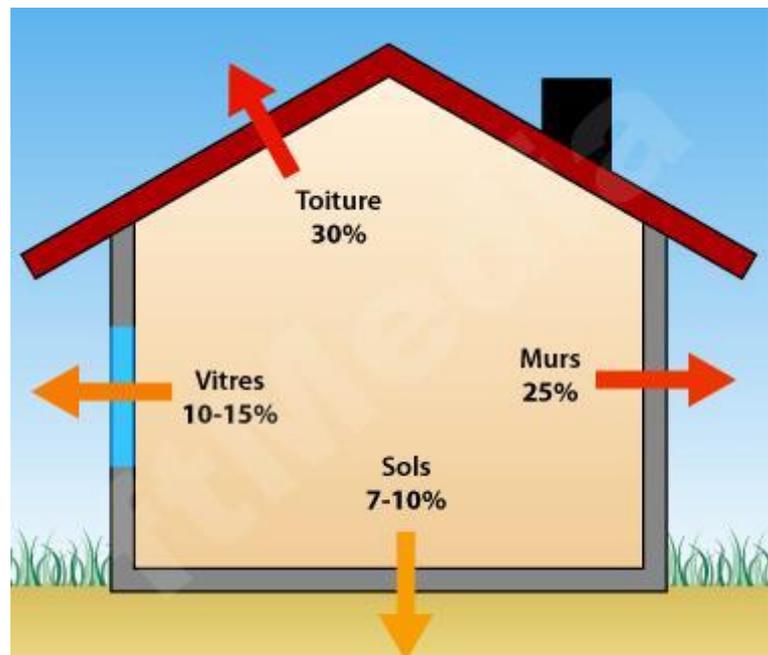


Figure 1-15 : déperditions thermiques dans le bâtiments

On distingue deux (2) types d'isolations :

**5.8.1 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

**5.8.2 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.

# Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art

---

## PARTIE II :

### ETAT DE L'ART :

L'un des premiers travaux portant sur l'orientation d'un bâtiment fut établis par B.GIVONI en 1976 depuis, d'autres études ont été faites sur différentes notions, notamment celle de :

#### Articles consultés :

- **Article n°01** : « le programme ECO-BAT 2009 »

Les stratégies de conceptions adoptées pour ce programme sont : la limitation des déperditions thermiques à travers une orientation et conception adéquates des façades et aussi l'emploi des stratégies conceptuels et de matériaux adéquats.

- **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 Energétique (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.

- **Article n°03**: Bulletin trimestriel de l'aprue, septembre 2010:

Ce projet pilote est déjà lancé par l'APRUE (Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie) 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%.

# Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art

---

## Mémoires consultés :

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

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

- **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 à 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.

- **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 le 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 exposées 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

# Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art

---

- **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.

## Thèses consultés :

- **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.

- **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).

- **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.

# **Chapitre 01 : Recherche bibliographique et état de l'art**

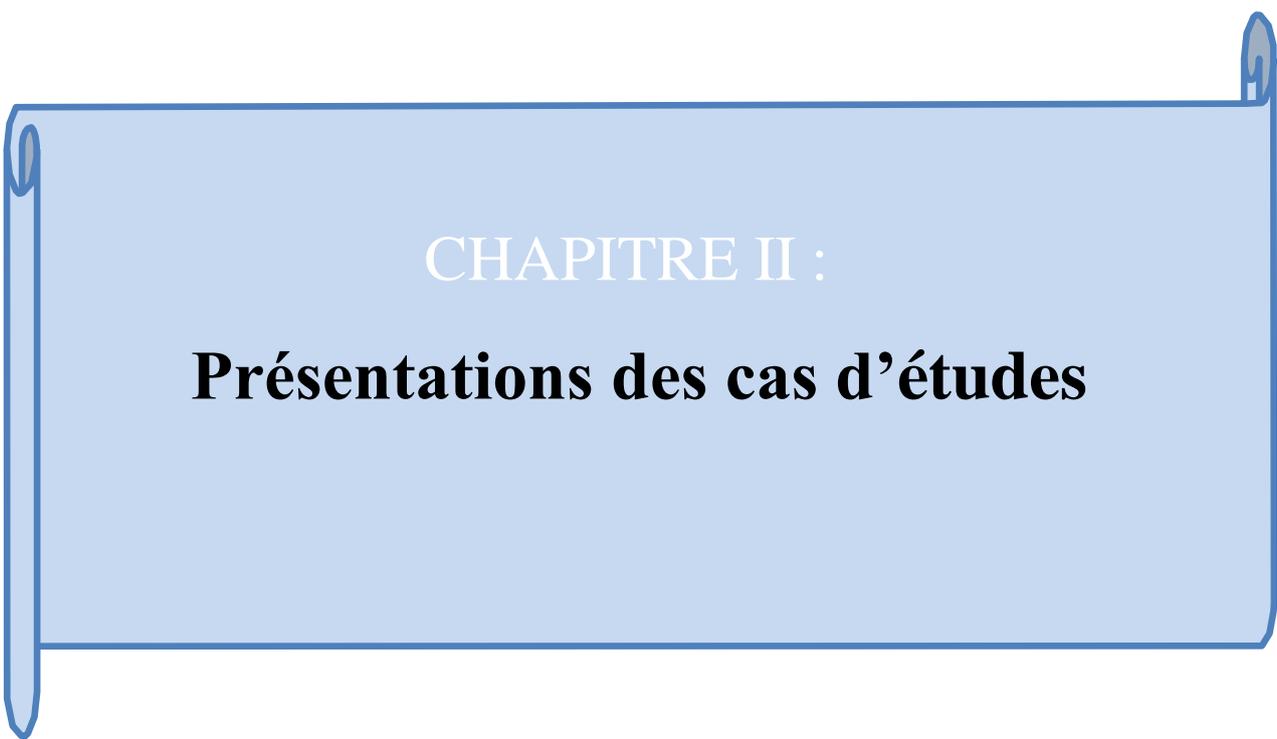
---

## **Conclusion :**

Le confort thermique abordé dans ce chapitre, nous apprend qu'avant de concevoir un projet d'habitat, il est impérativement nécessaire de faire une vision globale du lieu de conception de notre habitation, notamment, le respect des concepts bioclimatiques, qui apparaît comme l'une des solutions pour réduire les consommations énergétiques, et donc les émissions de gaz à effet de serre en profitant au maximum des apports bénéfiques de l'environnement et plus particulièrement du soleil comme source d'énergie inépuisable.

L'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment, qui est le premier des éléments sur lequel le concepteur doit intervenir, pour créer, à l'intérieur de son ouvrage des conditions de confort satisfaisantes, ainsi, l'inertie thermique, qui joue un rôle important dans l'habitat et contribue à l'isolation.

De façon générale, la conception d'un habitat bioclimatique avec des techniques passives est indispensable pour minimiser les besoins énergétique. Donc a fin de connaitre quelle méthode appliqué, un bilan thermique est nécessaire pour connaitre les déperdition énergétique frigorifiques et calorifiques que nous aborderons dans le chapitre suivant.



CHAPITRE II :

**Présentations des cas d'études**

# Chapitre 02 : Présentation des cas d'études

---

## Introduction

L'objectif de ce second chapitre est de mettre en évidence les conditions des cas d'études et les besoins thermique de la cellule.

La première partie est une présentation globale des sites (Localisation géographique et données climatologiques) ainsi que les données générales du cas d'étude (Typologie de l'habitat, surfaces et volumes).

Dans une seconde partie, nous calculerons les besoins énergétiques de la cellule afin de vérifier sa conformité par rapport a la réglementation thermique des bâtiments d'habitation (DTR C3-2).

## 2.1 Présentation du site de Blida:

### 2.1.1 Localisation géographique :

- Longitude : Greenwich EST 2°83
- Latitude : NORD 36°42
- Altitude : 341 m

Selon la classification thermique du DTR (3-2) des communes de l'Algérie, la ville de Blida est répertorié dans la zone B

La wilaya de Blida qui s'étend sur une superficie de 1482,8 Km<sup>2</sup>, se situe dans la partie nord du pays. Elle est limitée au nord par la wilaya de Tipaza et la wilaya d'Alger, à l'ouest par la wilaya de Ain Defla, au sud par la wilaya de Médéa et à l'Est par les wilaya de Boumerdes et de Bouira.

La ville de Blida se trouve au sud ouest de la ville d'Alger distante de celle-ci de 35 Km. Elle se situe aussi au pied du versant Nord de l'Atlas Blidéen et se prolonge jusqu'a la rive sud de la plaine de la Mitidja. L'altitude du bassin versant, source de l'oued Sidi El Kebir est de 270 m. La surface de la commune de Blida est de : 53,29 km<sup>2</sup>.

## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études



Figure 2-1 : Position de la wilaya de Blida

### 2.1.2 Données climatiques de la ville de Blida :

Le climat de Blida subit un double effet. D'une part les effets de la montagne de Chr ea, et d'autre part les effets de la mer méditerranée qui d'ailleurs n'est distante que de 25 km.

Cette situation lui donne un climat particulier qui se caractérise essentiellement par deux saisons :

- une saison chaude et sèche allant du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre avec une température moyenne de 28°C.
- une saison pluvieuse et froide avec un nombre de 50 à 70 jours de pluie s'étalant de la fin du mois de Septembre jusqu'au mois de Mars avec une moyenne de température de 12°C.

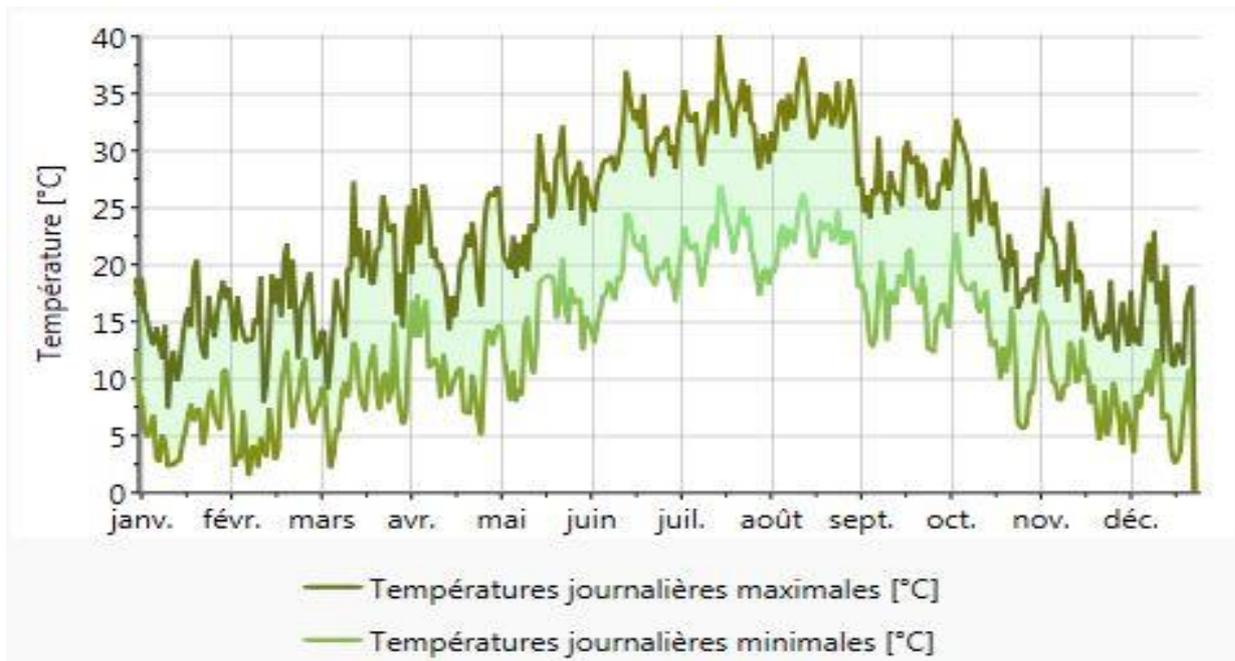


Figure 2-2 : température journalière

## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études

En ce qui concerne les vents dominants, la ville de Blida est exposée à des courants d'airs surtout au printemps avec des vents du Nord Nord-ouest et en été avec des vents Ouest Sud-ouest, communément appelé le sirocco.

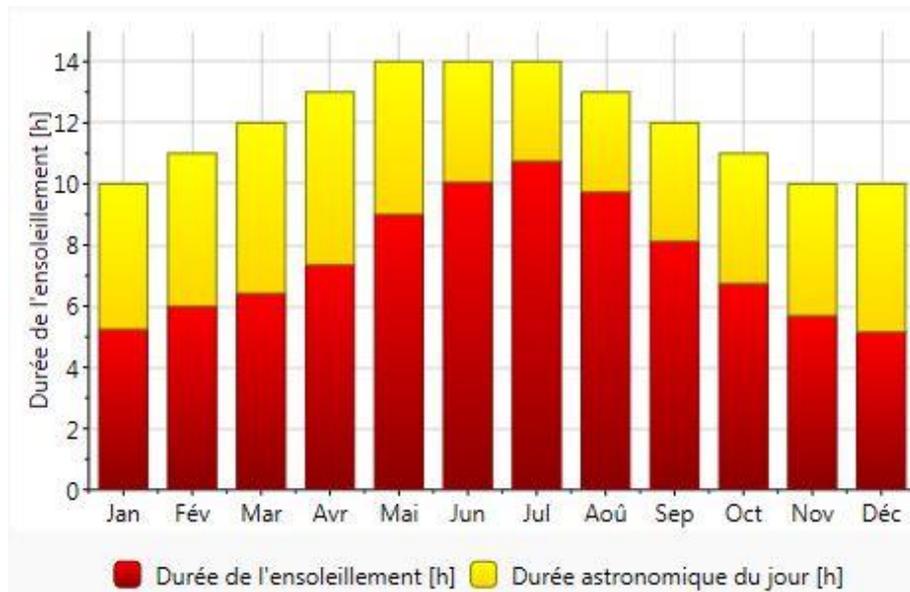


Figure 2-3 : Durée d'insolation

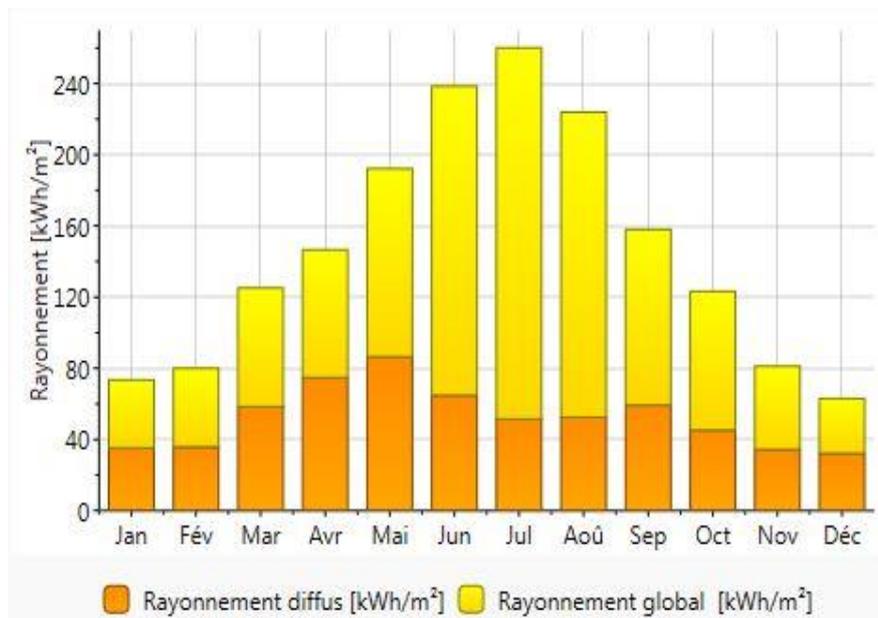


Figure 2-4 : Irradiation solaire mensuelle

Avec une durée d'ensoleillement moyenne de 11 heures par jour et un rayonnement de 260 kWh/m<sup>2</sup>. Le mois de juillet constitue le plus grand gisement de l'année en terme d'irradiation solaire.

## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études

	Gh kWh/m <sup>2</sup>	Dh kWh/m <sup>2</sup>	Bn kWh/m <sup>2</sup>	Ta °C	Td °C	FF m/s	
Janvier	73	35	93	9,8	5,6	2,2	
Février	80	36	95	10,7	5,9	2,5	
Mars	125	58	113	13,5	7,7	2,8	
Avril	147	75	110	15,5	9,4	3,1	
Mai	192	86	155	19,6	12,4	3,2	
Juin	239	65	251	24,5	14,8	3,3	
Juillet	260	51	286	27,4	17	3,1	
Août	224	53	248	27,4	17,3	3	
Septembre	158	59	160	23,6	15,8	2,9	
Octobre	123	45	147	20,3	13,5	2,4	
Novembre	81	34	105	14,2	9	2,4	
Décembre	63	32	80	11,2	6,8	2,4	
Année	1761	630	1843	18,1	11,3	2,8	

**Tableau 2-1 :** Données climatiques de Blida

**Légende :**

**Gh:** Irradiation solaire global sur un plan horizontal

**Dh:** Irradiation solaire diffus sur un plan horizontal

**Bn:** Irradiation solaire direct normal

**Ta:** Température de l'air ambiant

**Td:** Température de rosée

**FF:** Vitesse du vent



## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études

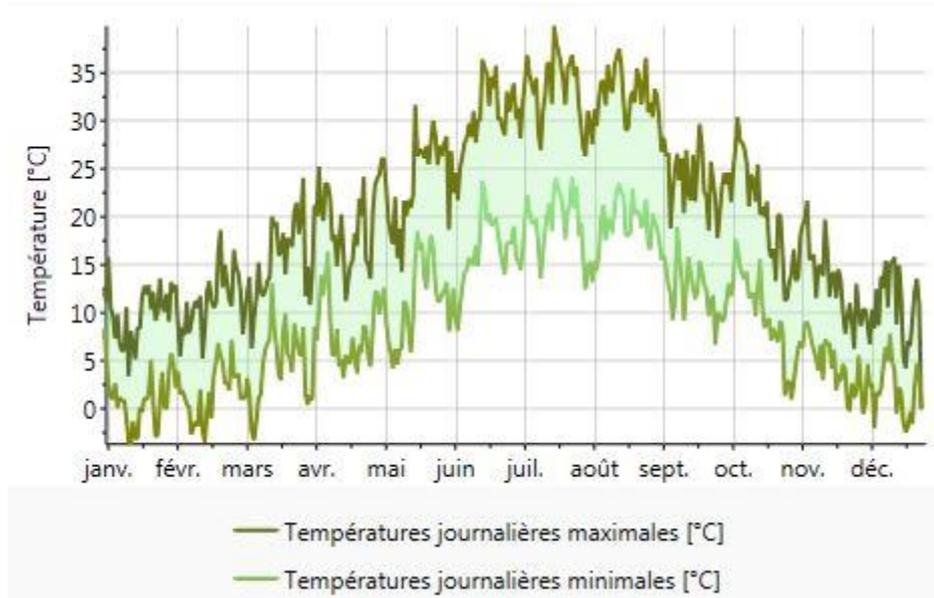


Figure 2-6 : Températures journalières

Au mois de **juillet**, la température moyenne est de **32°C**, de ce fait, c'est le mois le plus chaud de l'année. **Janvier** est le mois le plus froid de l'année. La température moyenne est de **5°C** à cette période

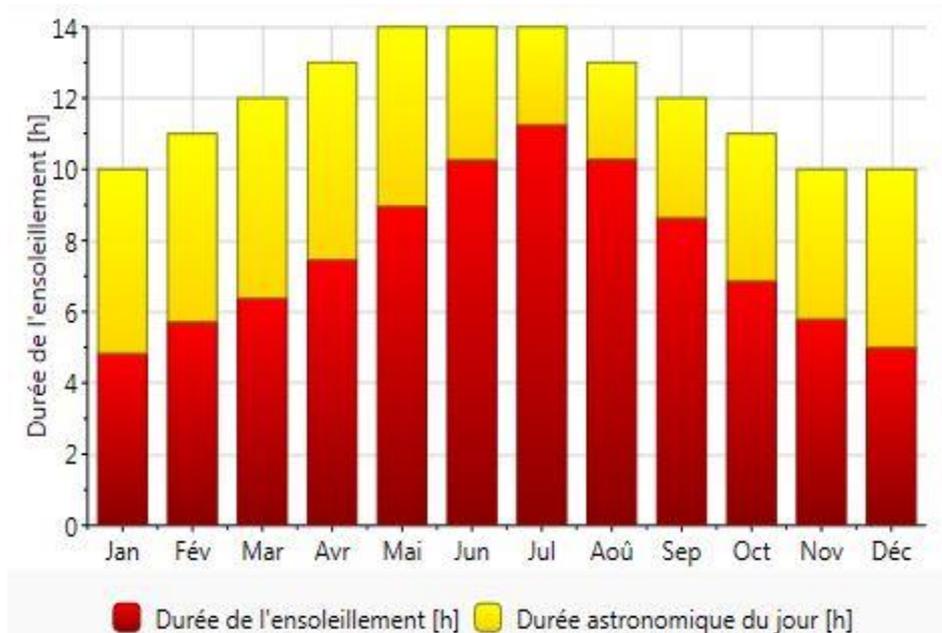
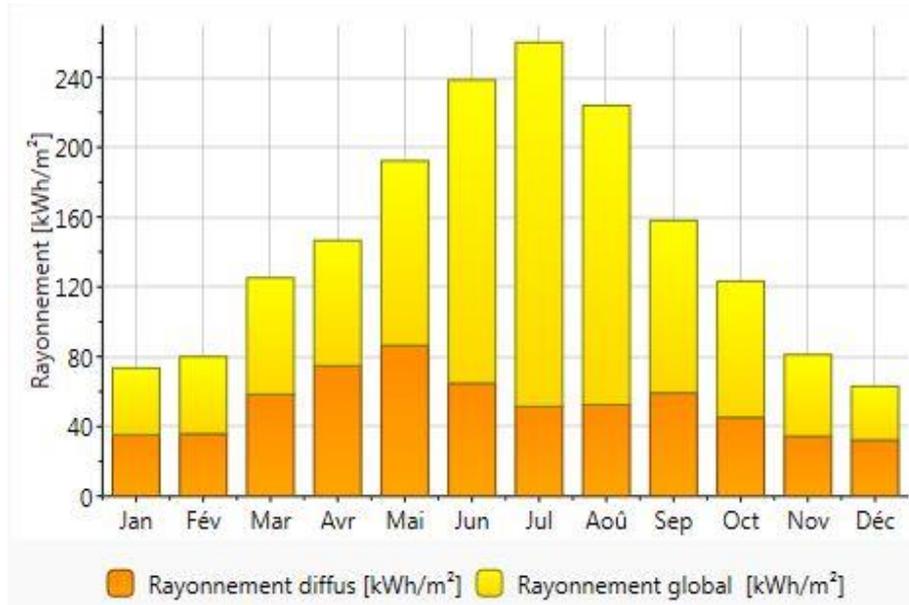


Figure 2-7 : Durée d'isolation

## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études



**Figure 2-8 : Irradiation solaire mensuelle**

Avec une durée d'ensoleillement de 11 heures par jour et une irradiation solaire de 250 kWh/m<sup>2</sup>. Le mois de juillet constitue le plus grand gisement de l'année en terme d'éclairement.

	Gh kWh/m <sup>2</sup>	Dh kWh/m <sup>2</sup>	Bn kWh/m <sup>2</sup>	Ta °C	Td °C	FF m/s
Janvier	89	28	148	5	0,9	3,5
Février	97	34	132	6,2	0,9	3,8
Mars	152	49	175	9,7	2,9	3,9
Avril	177	57	187	12,3	4,9	4,2
Mai	217	67	224	17,3	7,6	3,8
Juin	235	66	240	22,7	8,3	3,8
Juillet	253	51	289	26,6	9,7	3,7
Août	222	49	260	25,5	10,7	3,7
Septembre	166	53	182	20,1	10,7	3,5
Octobre	132	42	174	16,2	8,7	3,4
Novembre	94	31	140	9,3	4,4	3,7
Décembre	76	28	131	5,9	2,4	3,6
Année	1906	555	2281	14,7	6	3,7

**Tableau 2-2 : Données climatiques de Sétif**

Pour les vents dominants, la ville de Setif fait face a des courants d'airs venant de l'ouest pendant la saison chaude et froide

## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études

### 2.3 Présentation du site de Tamanrasset:

#### 2.3.1 Localisation géographique :

- Longitude : EST 5°51
- Latitude : NORD 22°78
- Altitude : 1377 m

Selon la classification thermique du DTR (3-2) des communes de l'Algérie, la ville de Tamanrasset est répertorié dans la zone D.

La wilaya de Tamanrasset est au sud de l'Algérie, dans la chaîne montagneuse du Hoggar à 1377 m d'altitude. Cette ville se situe en plein cœur du Sahara qui est d'ailleurs le plus grand désert chaud au monde. C'est la plus grande wilaya de l'Algérie en termes de superficie (superficie équivalente à celle de la France). Elle est délimitée :

- au nord, par les wilayas de Ghardaïa et de Ouargla.
- à l'est, par la wilaya d'Ilizi.
- à l'ouest, par la wilaya d'Adrar.
- au sud, par le Mali et le Niger.



**Figure 2-9 :** position de la wilaya de Tamanrasset

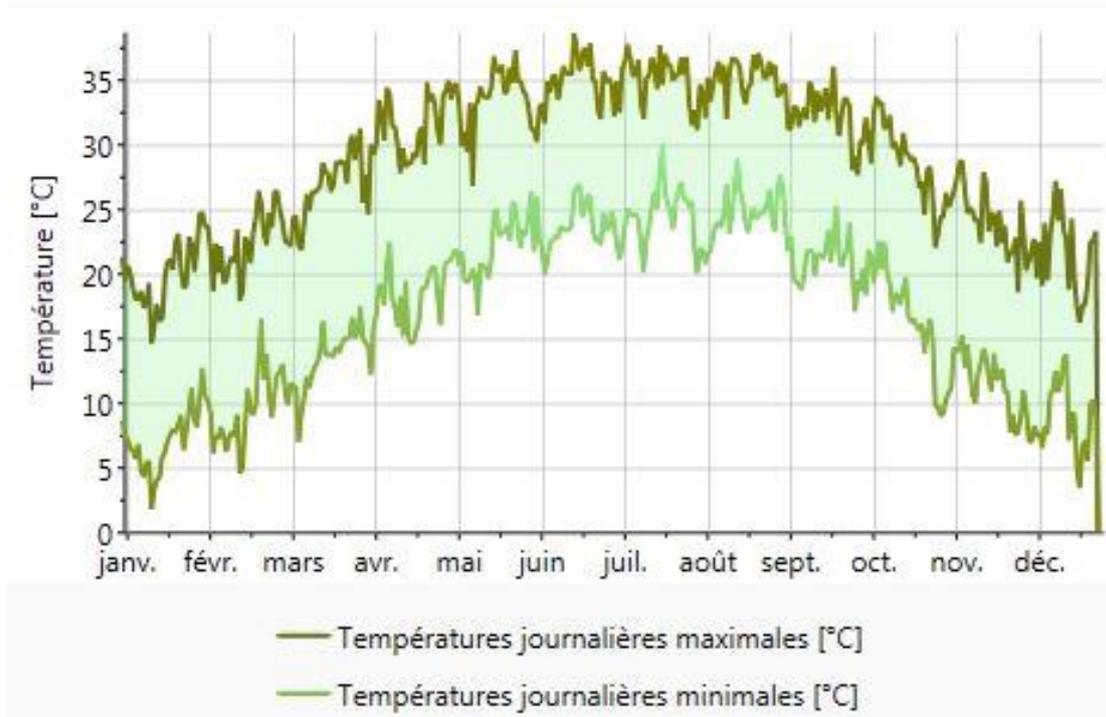
## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études

### 2.3.2 Données climatiques de la ville de Tamanrasset :

Tamanrasset possède un climat désertique chaud avec des étés longs et très chauds et hivers courts et modérément chauds.

L'altitude élevée (1377 m) modère beaucoup les températures maximales moyennes rencontrées tout au long de l'année.

Néanmoins, le climat y est considéré comme extrêmement chaud et sec pour une telle altitude.



**Figure 2-10** : températures journalières

En été, la chaleur est très forte et prend un caractère persistant : les températures moyennes maximales tournent autour de 35 °C en juillet (le mois le plus chaud) mais peuvent dépasser les 40 °C entre juin et septembre.

En hiver, les températures sont très agréables et élevées mais seulement la journée car dans les étendues désertiques, il n'y a rien pour retenir la chaleur et les températures minimales moyennes avoisinent les 7 °C.

Le climat y est hyper-aride et extrêmement sec toute l'année puisque les précipitations annuelles moyennes sont environ de 6 mm.

## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études

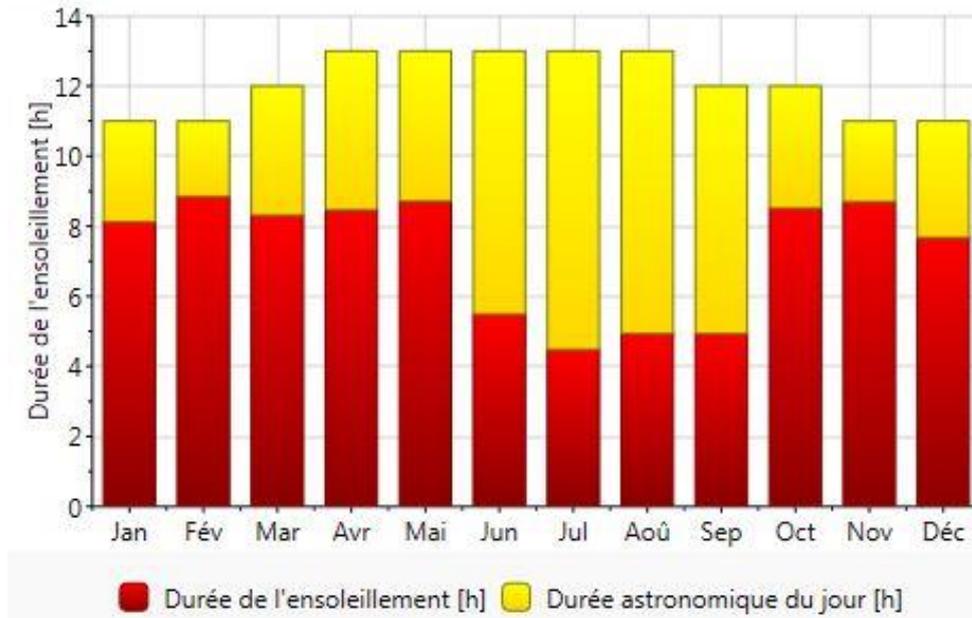


Figure 2-11 : Durée d'insolation

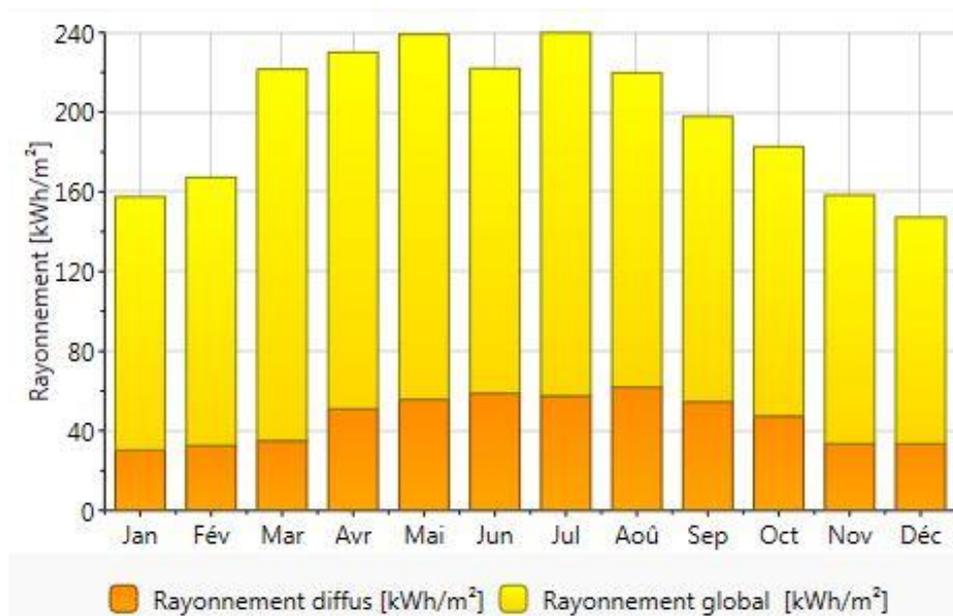


Figure 2-12 : Irradiation solaire mensuelle

Le ciel est dégagé et clair toute l'année et les journées couvertes restent très rares de sorte que l'humidité relative y est exceptionnellement faible toute l'année avec une moyenne annuelle d'environ 23 % à cause de la très forte irradiation solaire et donc de l'intense échauffement produit..

Les vents sont assez réguliers. En hiver les vents sont surtout nord-ouest, par contre en été ils sont plutôt sud-ouest.

## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études

	Gh kWh/m <sup>2</sup>	Dh kWh/m <sup>2</sup>	Bn kWh/m <sup>2</sup>	Ta °C	Td °C	FF m/s	
Janvier	89	28	148	5	0,9	3,5	
Février	97	34	132	6,2	0,9	3,8	
Mars	152	49	175	9,7	2,9	3,9	
Avril	177	57	187	12,3	4,9	4,2	
Mai	217	67	224	17,3	7,6	3,8	
Juin	235	66	240	22,7	8,3	3,8	
Juillet	253	51	289	26,6	9,7	3,7	
Août	222	49	260	25,5	10,7	3,7	
Septembre	166	53	182	20,1	10,7	3,5	
Octobre	132	42	174	16,2	8,7	3,4	
Novembre	94	31	140	9,3	4,4	3,7	
Décembre	76	28	131	5,9	2,4	3,6	
Année	1906	555	2281	14,7	6	3,7	

Tableau 2-3 : Données climatiques de Tamanrasset

### 2.4 Evaluation du bilan thermique :

L'exigence réglementaire, sur laquelle s'appuie le (DTR C3-2 ) consiste à limiter les déperditions calorifiques des logements en fixant un seuil à ne pas dépasser appelé déperditions de référence.

Le DTR a pour objectif de fixer les méthodes de Vérification de la conformité des bâtiments à la réglementation thermique.

#### 2.4.1 cellule carrée :

- **Surface de la toiture :**

$$S1 = 10 \times 10 = 100\text{m}^2$$

$$S1 = 100 \text{ m}^2$$

- **Surface du plancher :**

$$S2 = 10 \times 10 = 100\text{m}^2$$

$$S2 = 100 \text{ m}^2$$

- **Surface des murs :**

$$S3 = [(10 \times 3) \times 4] - [((1.15 \times 1) \times 4) + (0.83 \times 2.04)]$$

$$S3 = 120 - (4.6 + 1.69) = 113.71 \text{ m}^2$$

$$S3 = 113.71 \text{ m}^2$$

## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études

- **Surface des portes :**

$$S4 = 083 \times 2.04 = 1.69 \text{ m}^2$$

$$S4 = 1.69 \text{ m}^2$$

- **Surface des ouvrants :**

$$S5 = [(1.15 \times 1) \times 4] = 4.6 \text{ m}^2$$

$$S5 = 4.6 \text{ m}^2$$

### **2.4.1.1 Vérification des déperditions de références pour la zone B et C (Blida et Setif) :**

$$a = 1.10 \quad b = 2.40 \quad c = 1.20 \quad d = 3.50 \quad e = 4.50$$

Selon le DTR C3-2, les coefficients a, b, c, d et e dépendent de la nature du logement et de la zone climatique.

$$D_{ref} = 1.1(100) + 2.4(100) + 1.2(113.71) + 3.5(1.69) + 4.5(4.6)$$

$$D_{ref} = 110 + 240 + 136.452 + 5.915 + 20.7 = 513.067 \quad D_{ref} = 513.067 \text{ W/C}^\circ$$

### **2.4.1.1.1 Calcul des déperditions surfaciques par transmission à travers les parois :**

$$D_s = K \times A$$

**K** est donné par la formule suivante :  $1/k = \sum R + 1/h_e + 1/h_i$

**R** est donné par la formule suivante :  $R = e / \lambda$

- **Déperditions à travers les murs :**

$$\text{Enduit extérieur : } R = 0.01 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^\circ / \text{W}$$

$$\text{Parpaing : } R = 0.19 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^\circ / \text{W}$$

$$\text{Polystyrène expansé : } R = 2.05 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^\circ / \text{W}$$

$$\text{Placoplatre BA 13 : } R = 0.03 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^\circ / \text{W}$$

$$\text{Résistance superficielle : } 1/h_i + 1/h_e = 0.17 \text{ W/ m}^2 \text{C}^\circ$$

$$\rightarrow 1/k = 2.45 \rightarrow K = 0.408 \text{ [W/m}^2 \text{ C}^\circ]$$

$$D_{murs} = K_{mur} \times A_{mur} = 0.408 \times 113.71 = 46.4 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_{murs} = 46.4 \text{ W/C}^\circ$$

- **Déperditions à travers la toiture :**

$$\text{Feutre bitumeux : } R = 0.02 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^\circ / \text{W}$$

$$\text{Béton lourd : } R = 0.11 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^\circ / \text{W}$$

## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études

Placoplatre BA 13 :  $R = 0.04 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^\circ/\text{W}$

Resistance superficielle :  $1/h_i + 1/h_e = 0.22 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^\circ/\text{W}$

$$\rightarrow 1/k = 0.39 \rightarrow k = 2.56 [\text{W}/\text{m}^2 \text{ C}^\circ]$$

Dtoiture =  $K_{\text{toiture}} \times A_{\text{toiture}} = 2.56 \times 100 = 256 \text{ W}/\text{C}^\circ$

**Dtoiture = 256 W/C°**

- **Déperditions à travers le plancher :**

Polystyrène expansé :  $R = 2.05 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^\circ/\text{W}$

Hourdis en béton :  $R = 0.13 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^\circ/\text{W}$

Béton lourd :  $R = 0.02 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^\circ/\text{W}$

Mortier :  $R = 0.03 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^\circ/\text{W}$

Carrelage :  $R = 0.01 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^\circ/\text{W}$

Resistance superficielle :  $1/h_i + 1/h_e = 0.22 \text{ m}^2 \cdot \text{c}^\circ/\text{W}$

$$\rightarrow 1/k = 2.46 \rightarrow k = 0.406 [\text{W}/\text{m}^2 \text{ C}^\circ]$$

Dplancher =  $K_{\text{plancher}} \times A_{\text{plancher}} = 0.406 \times 100 = 40.6 \text{ W}/\text{C}^\circ$

**Dplancher = 40.6 W/C°**

- **Déperditions à travers les fenêtres :**

Dfenêtres =  $K_{\text{fenêtres}} \times A_{\text{fenêtres}} = 2.5 \times 4.6 = 11.5 \text{ W}/\text{C}^\circ$

**Dfenêtres = 11.5W/C°**

- **Déperditions à travers les portes :**

Dportes =  $K_{\text{portes}} \times A_{\text{portes}} = 5.8 \times 1.69 = 9.8 \text{ W}/\text{C}^\circ$

**Dportes = 9.8 W/C°**

### **2.4.1.1.2 Déperditions à travers les Ponts Thermiques (linéiques) :**

Déperditions linéiques = 20% des déperditions surfaciques =  $364.3 \times 0.2 = 72.86 \text{ W}/\text{C}^\circ$

**Dli = 72.86W/C°**

**DT = DS + DLI = 364.3 + 72.86 = 437.16 W/C°**

**Dt ≤ 1.05 Dref ( D.T.R. C3-2)**

**Dt ≤ 1.05 Dref = 437.16 ≤ 538.72 W/C° (différence de 101.56 W/C°)**

- Cette cellule vérifie les exigences recommandées par le DTR

## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études

### 2.4.1.2 Vérification des déperditions de références pour la zone D (Tamanrasset) :

$$a = 2.40 \quad b = 3.40 \quad c = 1.40 \quad d = 3.50 \quad e = 4.50$$

Selon le DTR C3-2, les coefficients a, b, c, d et e dépendent de la nature du logement et de la zone climatique.

$$D_{ref} = 2.4(100) + 3.4(100) + 1.2(113.71) + 3.5(1.69) + 4.5(4.6)$$

$$D_{ref} = 240 + 340 + 136.452 + 5.915 + 20.7 = 743.067 \quad \mathbf{D_{ref} = 743.067 \text{ W/C}^\circ}$$

#### 2.4.1.2.1 Calcul des déperditions surfaciques par transmission à travers les parois :

$$D_s = K \times A$$

K est donné par la formule suivante :  $1/k = \sum R + 1/h_e + 1/h_i$

- **Déperditions à travers les murs :**

$$D_{murs} = K_{mur} \times A_{mur} = 0.408 \times 113.71 = 46.4 \text{ W/C}^\circ \quad \mathbf{D_{murs} = 46.4 \text{ W/C}^\circ}$$

- **Déperditions à travers la toiture :**

$$D_{toiture} = K_{toiture} \times A_{toiture} = 2.56 \times 100 = 256 \text{ W/C}^\circ \quad \mathbf{D_{toiture} = 256 \text{ W/C}^\circ}$$

- **Déperditions à travers le plancher :**

$$D_{plancher} = K_{plancher} \times A_{plancher} = 0.406 \times 100 = 40.6 \text{ W/C}^\circ \quad \mathbf{D_{plancher} = 40.6 \text{ W/C}^\circ}$$

- **Déperditions à travers les fenêtres :**

$$D_{fen\hat{e}tres} = K_{fen\hat{e}tres} \times A_{fen\hat{e}tres} = 2.5 \times 4.6 = 11.5 \text{ W/C}^\circ \quad \mathbf{D_{fen\hat{e}tres} = 11.5 \text{ W/C}^\circ}$$

- **Déperditions à travers les portes :**

$$D_{portes} = K_{portes} \times A_{portes} = 5.8 \times 1.69 = 9.8 \text{ W/C}^\circ \quad \mathbf{D_{portes} = 9.8 \text{ W/C}^\circ}$$

#### 2.4.1.2.2 Déperditions à travers les Ponts Thermiques (linéiques) :

$$\text{Déperditions linéiques} = 20\% \text{ des déperditions surfaciques} = 364.3 \times 0.2 = 72.86 \text{ W/C}^\circ$$

$$\mathbf{D_{li} = 72.86 \text{ W/C}^\circ}$$

## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études

$$DT = DS + DLI = 364.3 + 72.86 = 437.16 \text{ W/C}^\circ$$

$$Dt \leq 1.05 Dref \text{ ( D.T.R. C3-2)}$$

$$Dt \leq 1.05 Dref = 437.16 \leq 780.22 \text{ W/C}^\circ \quad (\text{différence de } 343.06 \text{ W/C}^\circ)$$

- Cette cellule vérifie les exigences recommandées par le DTR

### 2.4.2 cellule rectangulaire :

- **Surface de la toiture :**

$$S1 = 12.5 \times 8 = 100 \text{ m}^2$$

$$S1 = 100 \text{ m}^2$$

- **Surface du plancher :**

$$S2 = 12.5 \times 8 = 100 \text{ m}^2$$

$$S2 = 100 \text{ m}^2$$

- **Surface des murs :**

$$S3 = [((12.5 \times 3) \times 2) + ((8 \times 3) \times 2)] - [((1.15 \times 1) \times 4) + (0.83 \times 2.04)]$$

$$S3 = 123 - (4.6 + 1.69) = 116.71 \text{ m}^2$$

$$S3 = 116.71 \text{ m}^2$$

- **Surface des portes :**

$$S4 = 0.83 \times 2.04 = 1.69 \text{ m}^2$$

$$S4 = 1.69 \text{ m}^2$$

- **Surface des ouvrants :**

$$S5 = [(1.15 \times 1) \times 4] = 4.6 \text{ m}^2$$

$$S5 = 4.6 \text{ m}^2$$

#### 2.4.2.1 Vérification des déperditions de références pour la zone B et C (Blida et Setif) :

$$a = 1.10 \quad b = 2.40 \quad c = 1.20 \quad d = 3.50 \quad e = 4.50$$

Selon le DTR C3-2, les coefficients a, b, c, d et e dépendent de la nature du logement et de la zone climatique.

$$Dref = 1.1(100) + 2.4(100) + 1.2(116.71) + 3.5(1.69) + 4.5(4.6)$$

$$Dref = 110 + 240 + 140.052 + 5.915 + 20.7 = 5163.667$$

$$Dref = 516.667 \text{ W/C}^\circ$$

## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études

### 2.4.2.1.1 Calcul des déperditions surfaciques par transmission à travers les parois :

$$D_s = K \times A$$

**K** est donné par la formule suivante :  $1/k = \sum R + 1/h_e + 1/h_i$

- **Déperditions à travers les murs :**

$$D_{\text{murs}} = K_{\text{mur}} \times A_{\text{mur}} = 0.408 \times 116.71 = 46.4 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_{\text{murs}} = 47.61 \text{ W/C}^\circ$$

- **Déperditions à travers la toiture :**

$$D_{\text{toiture}} = K_{\text{toiture}} \times A_{\text{toiture}} = 2.56 \times 100 = 256 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_{\text{toiture}} = 256 \text{ W/C}^\circ$$

- **Déperditions à travers le plancher :**

$$D_{\text{plancher}} = K_{\text{plancher}} \times A_{\text{plancher}} = 0.406 \times 100 = 40.6 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_{\text{plancher}} = 40.6 \text{ W/C}^\circ$$

- **Déperditions à travers les fenêtres :**

$$D_{\text{fenêtres}} = K_{\text{fenêtres}} \times A_{\text{fenêtres}} = 2.5 \times 4.6 = 11.5 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_{\text{fenêtres}} = 11.5 \text{ W/C}^\circ$$

- **Déperditions à travers les portes :**

$$D_{\text{portes}} = K_{\text{portes}} \times A_{\text{portes}} = 5.8 \times 1.69 = 9.8 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_{\text{portes}} = 9.8 \text{ W/C}^\circ$$

### 2.4.2.1.2 Déperditions à travers les Ponts Thermiques (linéiques) :

$$\text{Déperditions linéiques} = 20\% \text{ des déperditions surfaciques} = 365.51 \times 0.2 = 73.1 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_{\text{li}} = 73.1 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_T = D_S + D_{LI} = 365.51 + 73.1 = 437.16 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_t \leq 1.05 D_{\text{ref}} \text{ ( D.T.R. C3-2)}$$

$$D_t \leq 1.05 D_{\text{ref}} = 438.61 \leq 542.5 \text{ W/C}^\circ \quad (\text{différence de } 103.56 \text{ W/C}^\circ)$$

- Cette cellule vérifie les exigences recommandées par le DTR

### 2.4.2.2 Vérification des déperditions de références pour la zone D (Tamanrasset) :

$$a = 2.40 \quad b = 3.40 \quad c = 1.40 \quad d = 3.50 \quad e = 4.50$$

Selon le DTR C3-2, les coefficients a, b, c, d et e dépendent de la nature du logement et de la zone climatique.

$$D_{\text{ref}} = 2.4(100) + 3.4(100) + 1.2(116.71) + 3.5(1.69) + 4.5(4.6)$$

## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études

$$D_{ref} = 240 + 340 + 140.052 + 5.915 + 20.7 = 743.067$$

$$D_{ref} = 746.667 \text{ W/C}^\circ$$

### 2.4.2.2.1 Calcul des déperditions surfaciques par transmission à travers les parois :

$$D_s = K \times A$$

**K** est donné par la formule suivante :  $1/k = \sum R + 1/h_e + 1/h_i$

- **Déperditions à travers les murs :**

$$D_{murs} = K_{mur} \times A_{mur} = 0.408 \times 116.71 = 46.4 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_{murs} = 47.61 \text{ W/C}^\circ$$

- **Déperditions à travers la toiture :**

$$D_{toiture} = K_{toiture} \times A_{toiture} = 2.56 \times 100 = 256 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_{toiture} = 256 \text{ W/C}^\circ$$

- **Déperditions à travers le plancher :**

$$D_{plancher} = K_{plancher} \times A_{plancher} = 0.406 \times 100 = 40.6 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_{plancher} = 40.6 \text{ W/C}^\circ$$

- **Déperditions à travers les fenêtres :**

$$D_{fenêtres} = K_{fenêtres} \times A_{fenêtres} = 2.5 \times 4.6 = 11.5 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_{fenêtres} = 11.5 \text{ W/C}^\circ$$

- **Déperditions à travers les portes :**

$$D_{portes} = K_{portes} \times A_{portes} = 5.8 \times 1.69 = 9.8 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_{portes} = 9.8 \text{ W/C}^\circ$$

### 2.4.2.2.2 Déperditions à travers les Ponts Thermiques (linéiques) :

$$\text{Déperditions linéiques} = 20\% \text{ des déperditions surfaciques} = 365.51 \times 0.2 = 72.86 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_{li} = 73.1 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_T = D_S + D_{LI} = 365.51 + 73.1 = 438.61 \text{ W/C}^\circ$$

$$D_t \leq 1.05 D_{ref} \text{ ( D.T.R. C3-2)}$$

$$D_t \leq 1.05 D_{ref} = 438.61 \leq 780.22 \text{ W/C}^\circ \quad (\text{différence de } 341.61 \text{ W/C}^\circ)$$

- Cette cellule vérifie les exigences recommandées par le DTR

### 2.4.3 Calcul des déperditions par renouvellement d'air :

$$D_r = 0.34 \times (Q_v + Q_s)$$

Calcul de  $Q_v$  :

$$Q_v = \text{Max} ( 0.6 \times V_h ; Q_{vref} ) \quad (\text{M3/h})$$

## Chapitre 02 : Présentation des cas d'études

---

Selon DTR :

Nombre de pièces principales : 3

$$Q_{vmin} = 75 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{vmax} = 150 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{vref} = (5 Q_{v \min} + Q_{v \max}) / 6 \quad Q_{vref} = (5 \times 75 + 150) / 6 \text{ m}^3/\text{h} = 87.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Calcul du volume habitable :

$$V_h = 300 - (10 \times 0.3 \times 2.77 \times 2) - ((10 - 0.6) \times 0.3 \times 2.77 \times 2) = 300 - 16.62 - 15.62 = 265.08 \text{ m}^3$$

$$Q_v = 0.6 \times 265.08 = 159.048 \text{ m}^3$$

$$Q_s = \sum (P_{pi} \times E_{vi})$$

$$P_{pi} = \sum (P_{oj} \times A_j)$$

$$P_{pi} = [(6 \times 1.69) + (4 \times 4.6)] \times 1.47 = 10.14 \times 18.4 \times 1.47 = 274.266 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_s = 274.266 \times 1.47 = 403.17 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D_r = 0.34 \times (159.048 + 403.17) = 191.15 \text{ W}$$

**Déperditions Totale = Déperditions Surfaceutes + Déperditions Lineiques +**

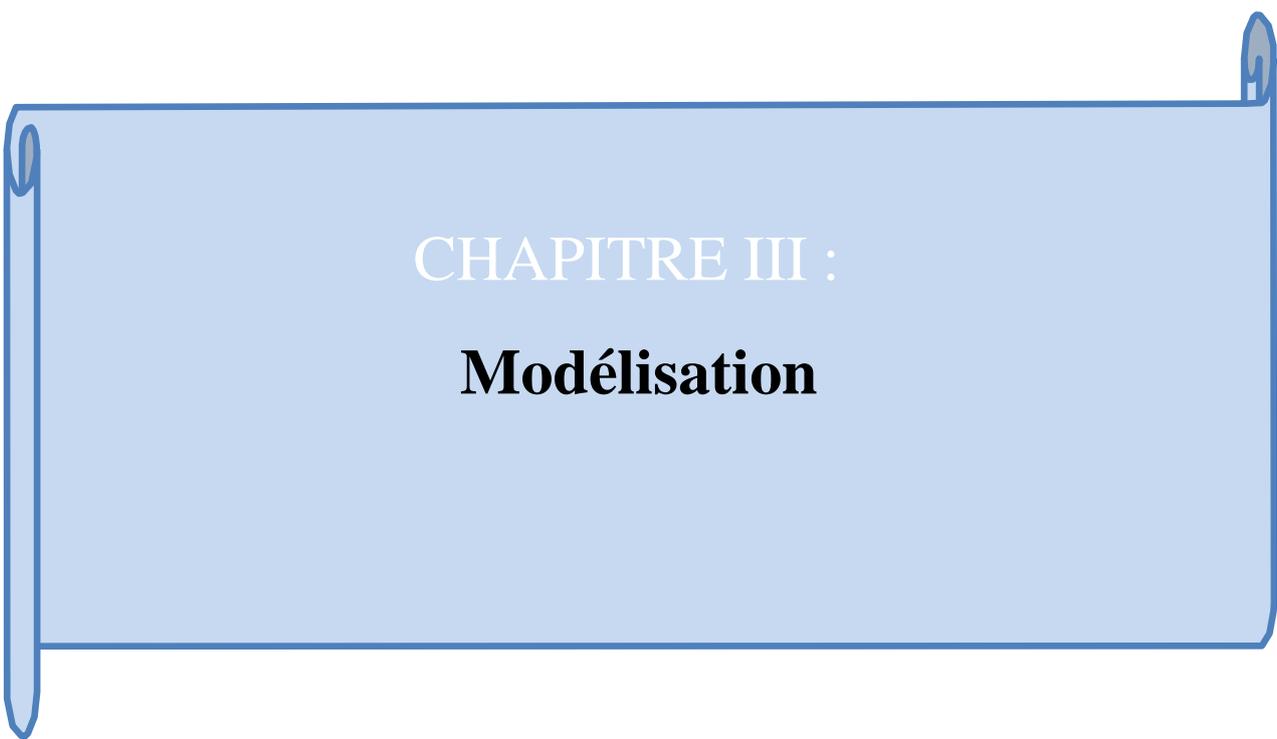
**Déperditions par renouvellement d'air**

$$DT = DS + DL + DR = 365.51 + 73.1 + 191.15$$

$$DT = 629.76 \text{ W}$$

### Conclusion

cette étude nous a permis de valider la conformité de notre cellule dans les trois cas d'étude et afin de faire vivre notre bâtis tout au long de la période d'étude, on va recourir à un outil de simulation thermique dynamique (STD) . qui sera présenté dans le chapitre suivant.



CHAPITRE III :

**Modélisation**

### **INTRODUCTION:**

Dans ce chapitre ; nous allons présenter le logiciel d'étude en introduisant les paramètres et la composition des parois pour établir un modèle de la cellule étudiée, ainsi que le fichier de donnée météorologique et les différents scénarios de fonctionnements.

### **3. Présentation de la méthode de simulation :**

#### **3.1 Choix du logiciel pour effectuer l'étude thermique :**

On a utilisé la simulation thermique dynamique(STD) avec logiciel pléiades+comfie ce qui permet de faire vivre virtuellement le bâtiment sur une année entière afin d'étudier son comportement prévisionnel pour des résultats proches de la réalité.

Cette étude va être basée sur le changement des paramètres ou bien les solutions passives proposées afin d'avoir le cas le plus favorable.

#### **3.2 Présentation du logiciel :**

L'ensemble logiciel PLEIADES + COMFIE permet la conception de projets bioclimatiques en régime dynamique, l'analyse des performances et des ambiances, la formation et l'enseignement sur le comportement thermique de l'habitat.

**3.2.1 PLEIADES :** est le module de préparation de la saisie grâce à des bibliothèques d'éléments et de composition préenregistrées, nous avons aussi la possibilité de créer de nouvelles compositions et de nouveaux types de vitrages.

**3.2.2 COMFIE :** le logiciel repose sur le moteur de calcul Comfie. 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, en tenant compte de l'influence de l'inertie sur les besoins en énergie et sur le confort.

Il est indispensable de savoir utiliser pleiades+comfie avant de passer à Alcyone, car ce dernier ne fait que générer un pré projet qu'il faudra ouvrir avec pléiades.

**3.2.3 Alcyone1.0 :** est un module de saisie graphique qui permet de dessiner le bâtiment à partir de plan 2D, de lui associer des masques proches, des compositions, des vitrages, de le découper en zones thermique.

**3.2.4 MeteoNorm7.1x :** Le pack Stations MeteoNorm comporte plus de 400 stations météo complémentaires pour la simulation thermique dynamique, il nous donne accès à des données météorologiques pour diverses applications pour n'importe quel endroit dans le monde.

### 3.3 Choix des Paramètres d'étude :

**3.3.1 Orientation :** étude comparative entre différentes orientations afin de choisir l'orientation la plus favorable.

**3.3.2 Forme et compacité :** pour cette étape d'étude, on va comparer entre deux cellules de même surface et volume mais de forme différentes (carré et rectangle).

**3.3.3 Altitude :** dans cette étape, on mettra notre cellule a différente hauteur donc altitude pour connaitre les variations en températures et en besoins énergétique a l'intérieur de la cellule

### 3.4 Processus d'application des logiciels :

#### 3.4.1 Sous meteonorm 7.1x :

##### 3.4.1.1 Création d'un fichier météorologique :

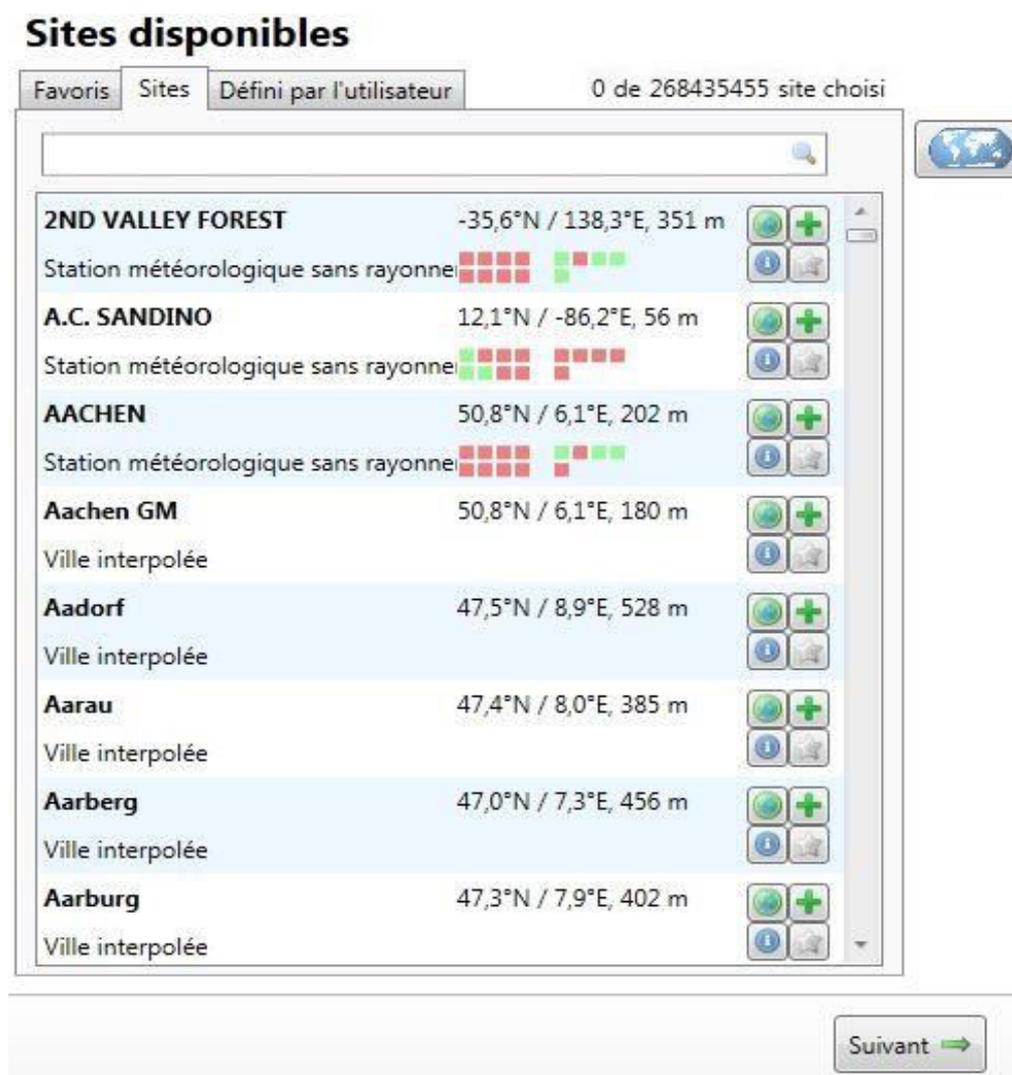


Figure 3-1 : les sites disponibles

## 3.4.1.2 Choix de la période d'études :

### Données

**Série de données**

- Employer les données climatiques
- Données importées

**Période de rayonnement**

- 1991-2010
- 1981-1990
- Futur

**IPCC scénario pour les périodes futures**

- B1
- A1B
- A2

2020

**Période de température**

- 2000-2009
- 1961-1990
- Futur

Figure 3-2 : choix de la période d'études

## 3.4.1.3 Choix du format du fichier :

pour avoir un fichier lisible par notre logiciel, il faut choisir son nom c.-à-d PLEIADES + COMFIE.

### Format de sortie

**Meteonorm**

- Standard
- Meteo
- Standard minute
- Humidity
- Science
- Spectral / UV
- Standard opt.

**Simulation bâtiment**

- TRNSYS
- CH Meteo
- HELIOS-PC
- DOE
- Suncode
- Match
- sia 380/1
- LESOSAI
- EnergyPlus (.epw)
- DYNBIL
- WaVE/PHPP/WPP
- PHPP 8
- Pleiades/Comfie
- sia 2028
- WUFI / WAC
- PHLuft
- IDA ICE
- IBK-CCM
- VIP-Energy

**PV**

- Polysun
- PVSOL
- PVSyst
- PVS
- Meteo matrix (TISO)
- PVScout
- Solinvest

**Energie solaire thermique**

- Polysun
- TSOL
- Solar-Ripp

**Diverse**

- TMY2
- TRY (DWD)
- TMY3

**Utilisateur**

- Défini par l'utilisateur

Modifier données

+ Nouveau

Figure 3-3 : choix du format de sortie

## 3.4.2 Sous pléiades :

### 3.4.2.1 Composition des éléments de construction :

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$	R	Extérieur ↓ Intérieur
Enduit extérieur	M	1.0	17	1.15	0.01	
Parpaing de 20	E	20.0	260	1.05	0.19	
Polystyrène expansé	M	8.0	2	0.04	2.05	
Placoplatre BA 10	E	1.0	8	0.33	0.03	
Total		30.0	287		2.28	

Figure 3-4 : composition du mur extérieur

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$	R	Extérieur ↓ Intérieur
Polystyrène expansé	M	8.0	2	0.04	2.05	
Hourdis de 16 en béton	E	16.0	208	1.23	0.13	
Béton lourd	M	4.0	92	1.75	0.02	
Mortier	M	4.0	80	1.15	0.03	
Carrelage	M	2	46	1.70	0.01	
Total		34.0	428		2.24	

Figure 3-5 : composition du plancher

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$	R	Extérieur ↓ Intérieur
Feutre bitumeux	M	1.0	17	0.50	0.02	
Béton lourd	M	20.0	460	1.75	0.11	
Placoplatre BA 13	E	1.3	10	0.32	0.04	
Total		22.3	487		0.17	

Figure 3-6 : composition de la toiture

### 3.4.2.2 Types d'ouverture :

- 4 fenêtres en PVC double vitrage (Fen PVC DV 4.12.4 )
- 1 porte métallique

The screenshot shows a software interface for configuring a window. The 'Nom' field contains 'Fen PVC DV 4.12.4'. The 'Origine' field contains 'Ouvrage "Conception Thermique de l'Habitat"+ règles TH-'. The 'Nombre de vitrages' dropdown is set to '2 Vitrages'. A 'Changer les caractéristiques' button is visible. The 'Facteur solaire moyen' is 0.57, 'Coeff U moyen' is 2.47 W/(m2.K), and '% de vitrage' is 70%. The 'Vitrage' section shows 'Facteur solaire' as 0.81 and 'Coeff U Vitrage' as 2.80 W/(m2.K). The 'Cadre' section shows 'Coeff U Opaque' as 1.70 W/(m2.K).

Figure 3-7 : choix de la fenêtre

The screenshot shows a software interface for configuring a door. The 'Nom' field contains 'Porte métallique'. The 'Origine' field contains 'Guide de la thermique dans l'habitat neuf'. The 'Nombre de vitrages' dropdown is set to 'Opaque'. A 'Changer les caractéristiques' button is visible. The 'Facteur solaire moyen' is 0.00, 'Coeff U moyen' is 5.80 W/(m2.K), and '% de vitrage' is 0%. The 'Vitrage' section shows 'Facteur solaire' as 0.00 and 'Coeff U Vitrage' as 3.50 W/(m2.K). The 'Cadre' section shows 'Coeff U Opaque' as 5.80 W/(m2.K).

Figure 3-8 : choix de la porte

### Identification de la station météorologique :

Cette étape permet d'utiliser les paramètres météorologiques du site d'étude et comme on a 3 sites, on prend l'exemple de Blida.

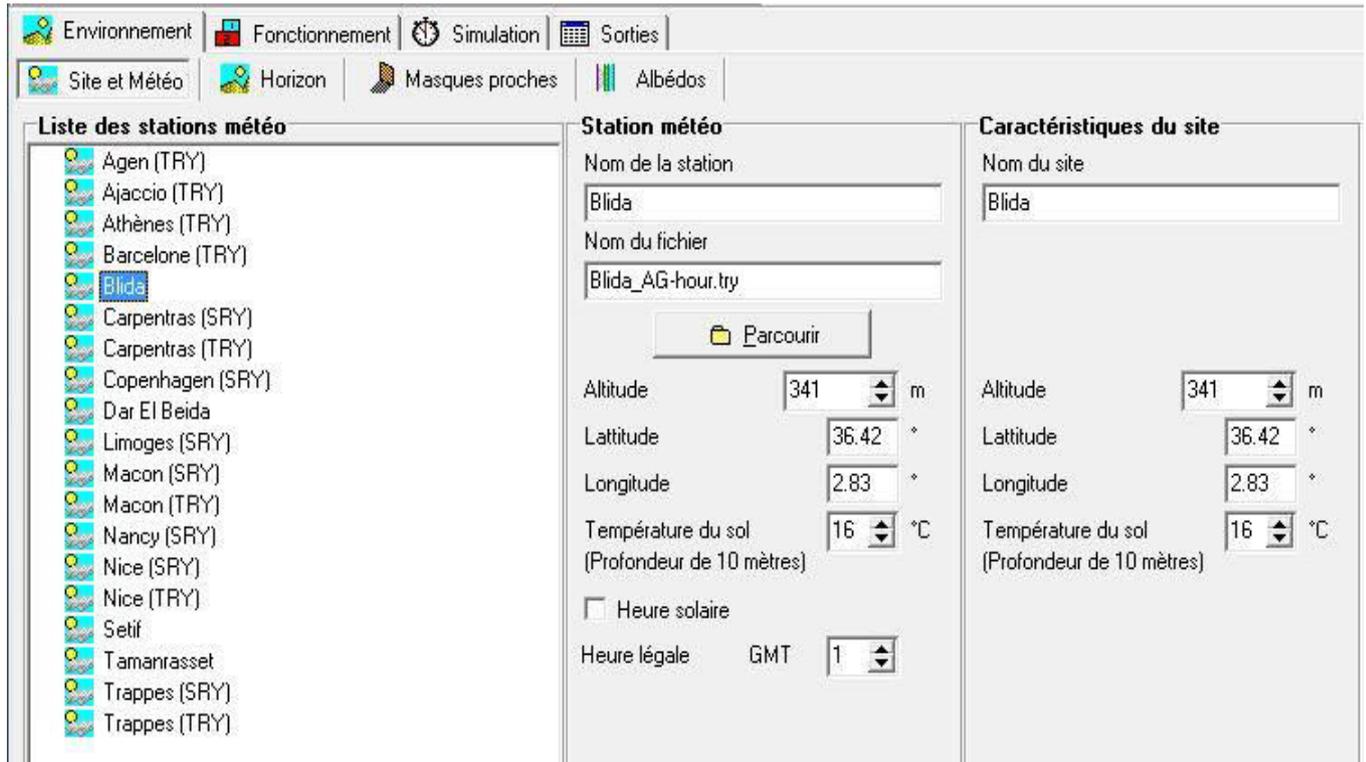


Figure 3-9 : identification de la station météorologique

## 3.4.3 Sous alcyone :

### 3.4.3.1 Définition des paramètres de construction :

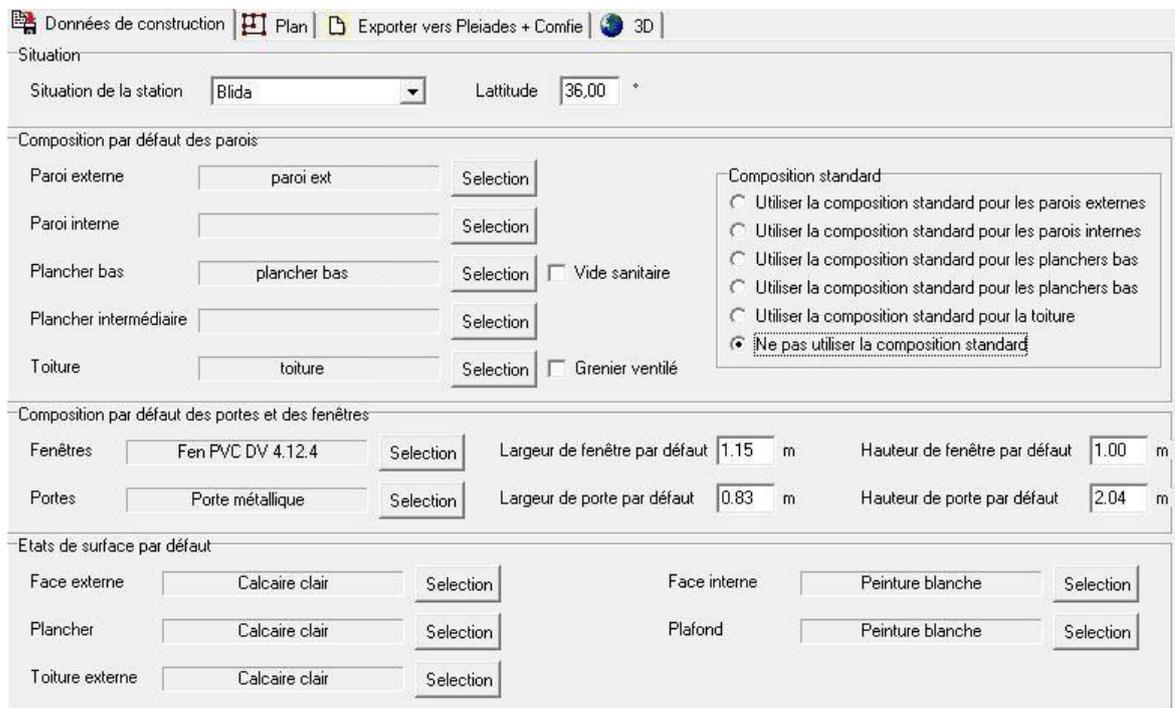


Figure 3-10 : les données de construction

## 3.4.3.2 Dessin du plan sous Alcyone :

- Caractéristiques des murs.
- Caractéristiques des ouvrants.
- Identification de la position du Nord.

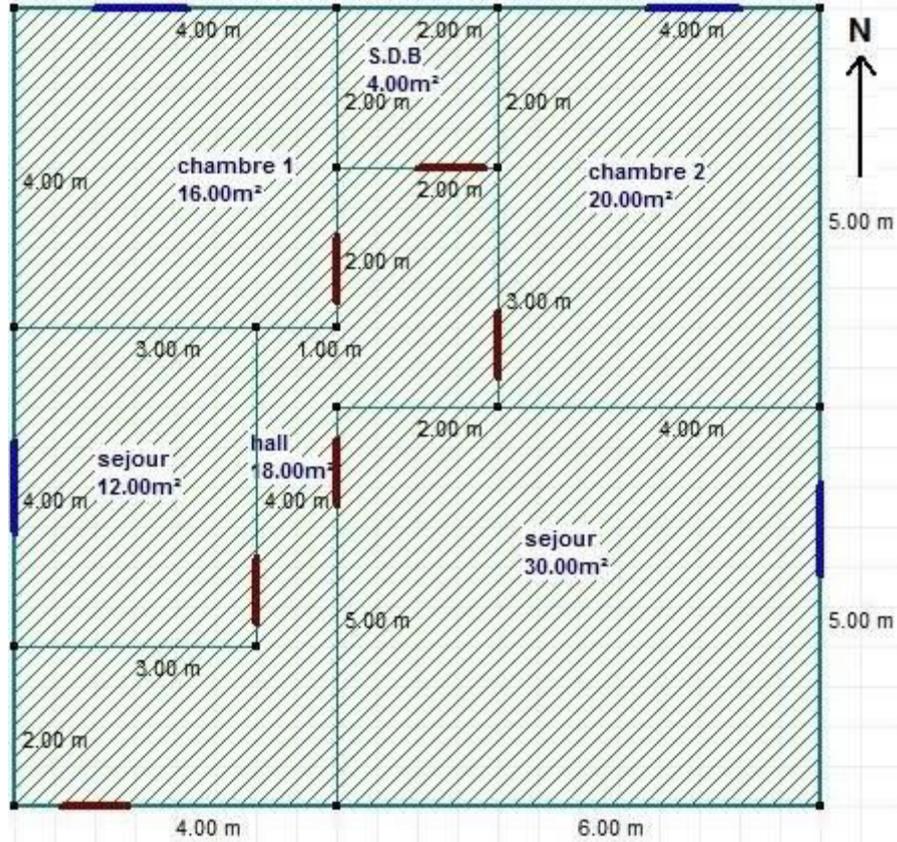


Figure 3-11 : cellule carrée

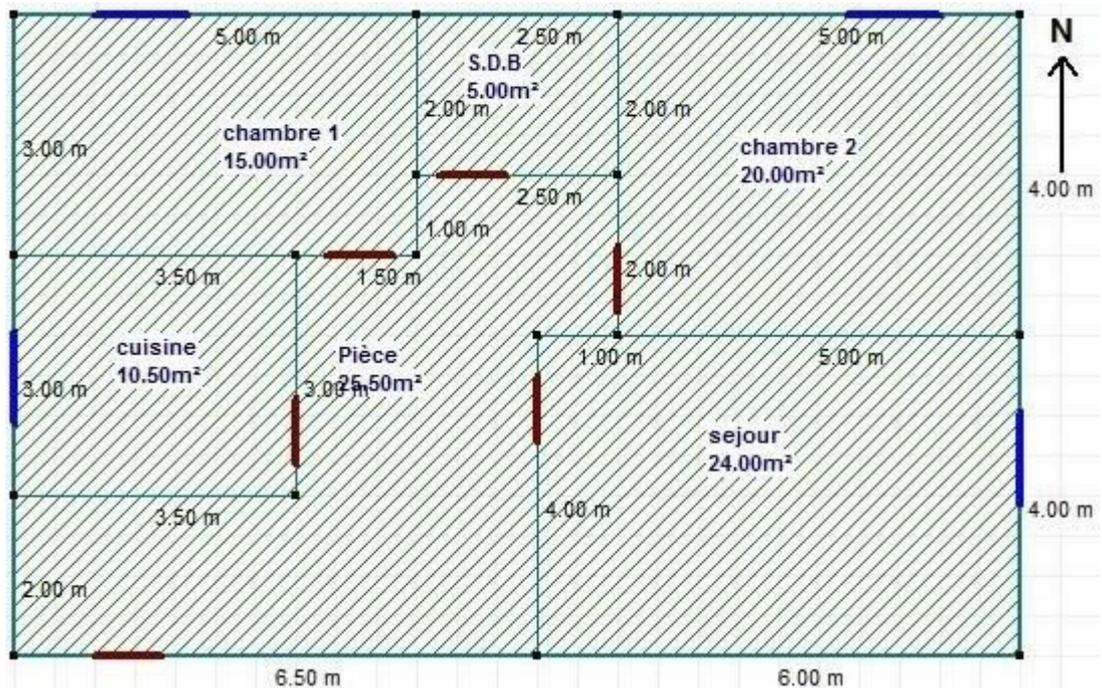


Figure 3-12 : cellule rectangulaire

### 3.5 Exportation vers pléiades :

Après avoir définis les données de construction et dessiner le plan sous alcyone , on exporte le tout vers pleiades pour introduire les scenarios de fonctionnement afin d'identifier les besoins en chauffage et climatisation, ainsi que l'évolution des températures.

### 3.6 Définition des scenarios de fonctionnement:

- Scenario de Ventilation.
- Scenario d'occultation.
- Scenario d'occupation.
- Scenario de consigne de thermostat.

#### 3.6.1 Scenario de Ventilation:

En ce qui concerne le taux de renouvellement, on propose un débit standard de 0.6 du volume habitable.

%	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	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	0	0	0	0	0	0	0
19 H	0	0	0	0	0	0	0
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

Figure 3-13 : Scenario de ventilation pour l'été

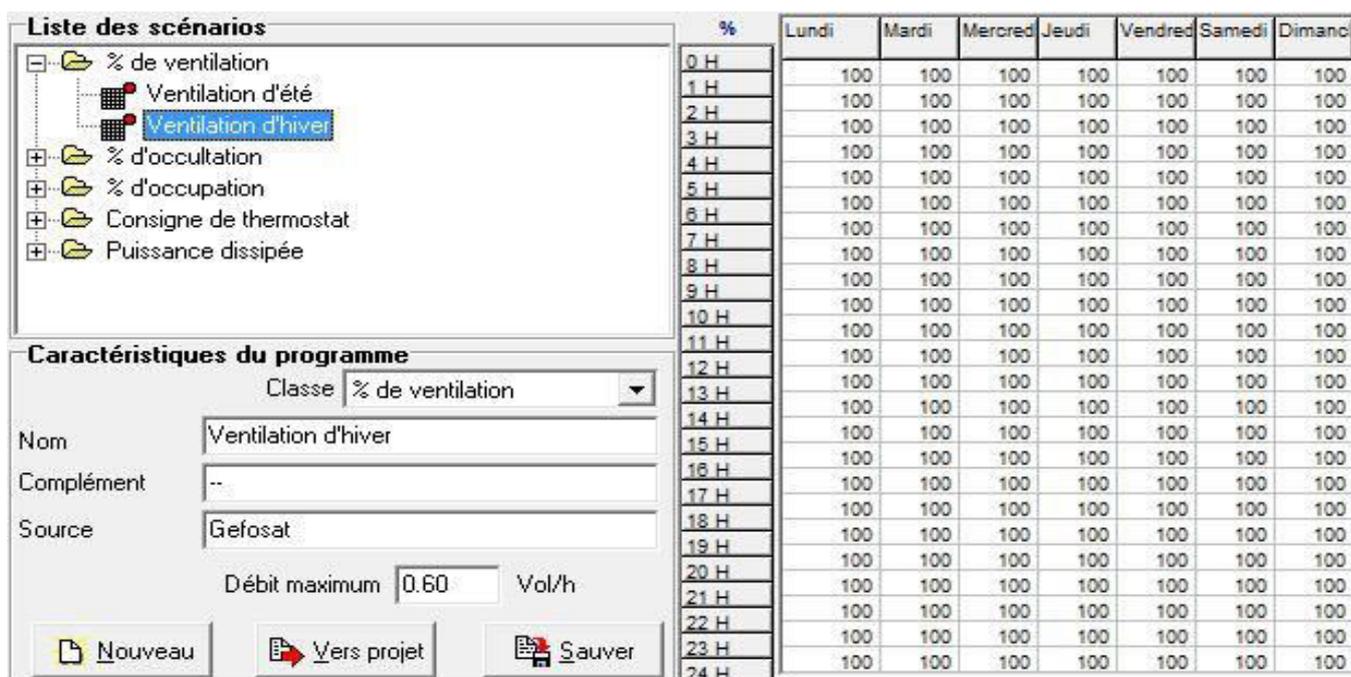


Figure 3-14 : Scenario de ventilation pour l'hiver

### 3.6.2 Scenario d'occultation:

Pour le cas d'été, on propose que les volets soient fermés à 95% durant la journée et ouverts à 100% pendant la nuit.

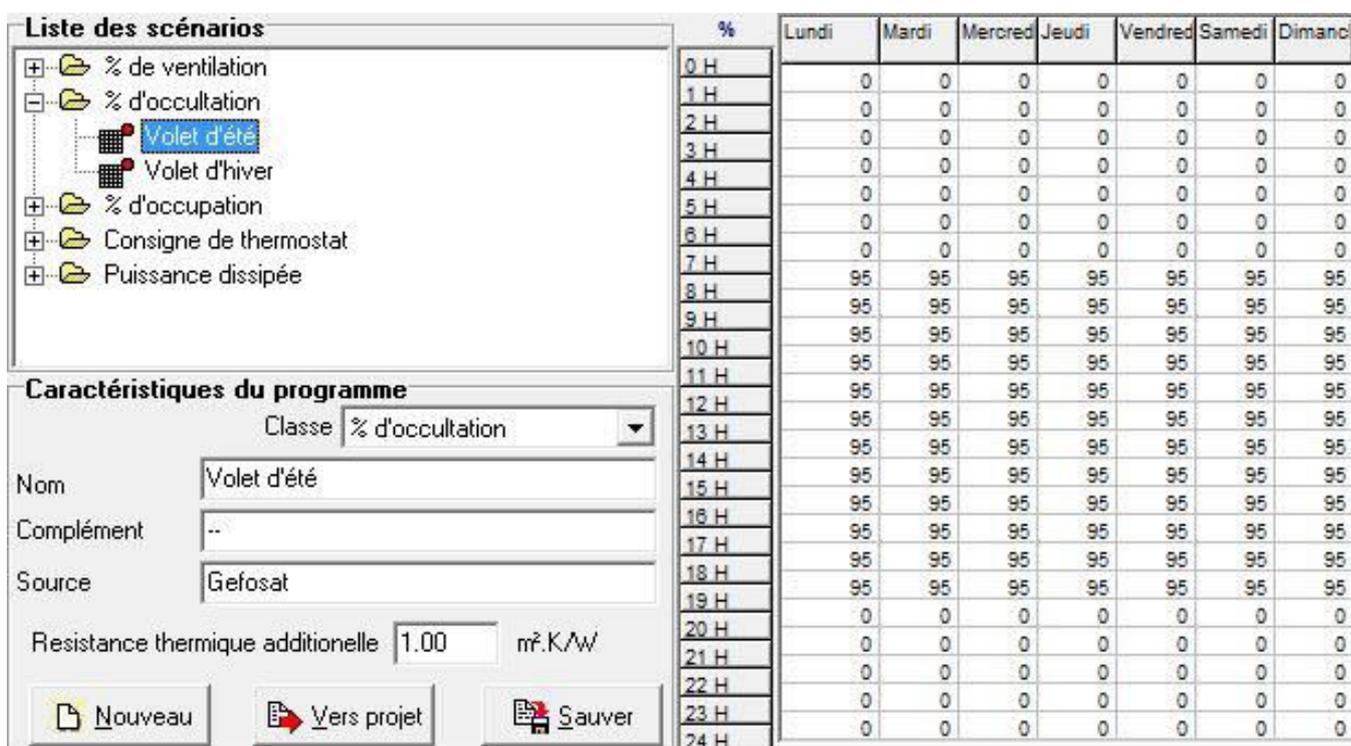
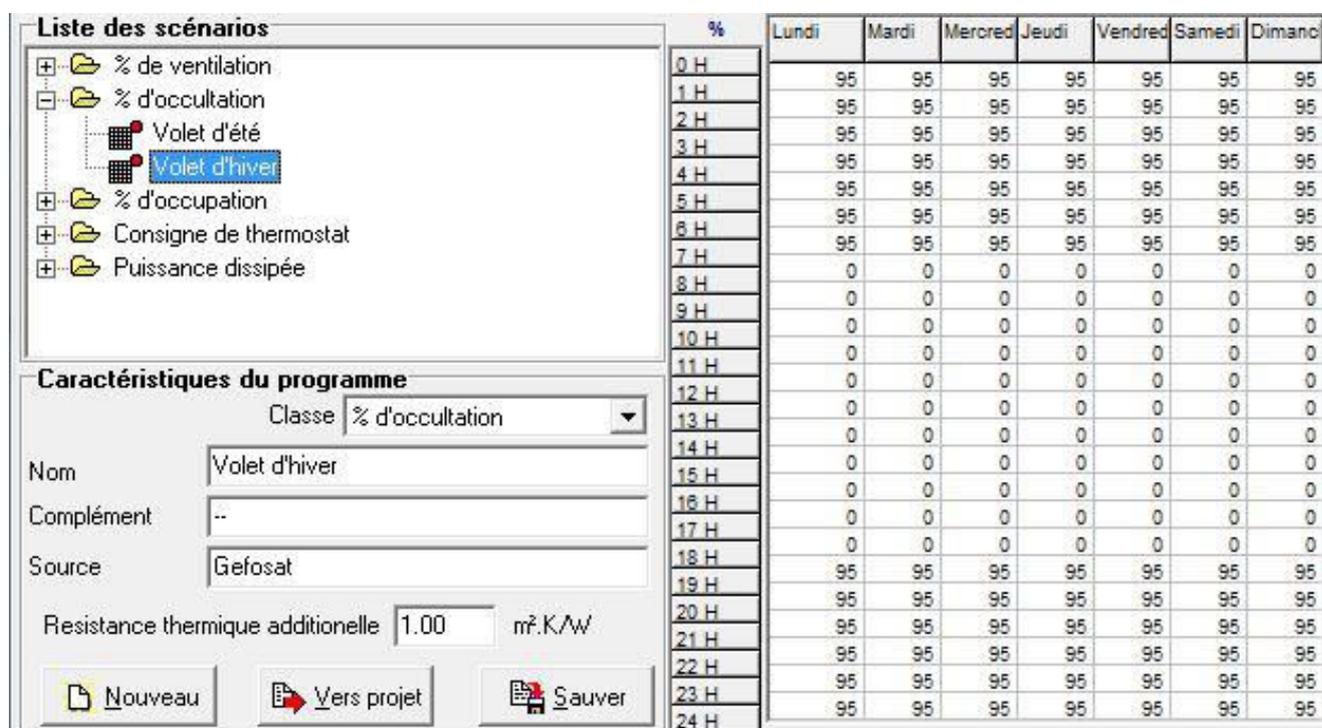


Figure 3-15 : Scenario d'occultation pour l'été

## Chapitre 03 : Modélisation

Pour le cas d'hiver, on propose que les volets soient fermés à 95% pendant la nuit et ouverts à 100% durant la journée.



%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	95	95	95	95	95	95	95
1 H	95	95	95	95	95	95	95
2 H	95	95	95	95	95	95	95
3 H	95	95	95	95	95	95	95
4 H	95	95	95	95	95	95	95
5 H	95	95	95	95	95	95	95
6 H	95	95	95	95	95	95	95
7 H	95	95	95	95	95	95	95
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	0	0	0	0	0	0	0
19 H	95	95	95	95	95	95	95
20 H	95	95	95	95	95	95	95
21 H	95	95	95	95	95	95	95
22 H	95	95	95	95	95	95	95
23 H	95	95	95	95	95	95	95
24 H	95	95	95	95	95	95	95

Figure 3-16 : Scenario d'occultation pour l'hiver

### 3.6.3 Scenario d'occupation:

Le scénario d'occupation : permet de déterminer le nombre d'utilisateurs du logement ainsi que le taux de fréquentation de l'espace par heure, le but de ce scénario est de déterminer les apports internes produits par les occupants du logement étudié.

pour notre simulation, nous avons décidé d'effectuer des scénarios d'occupation différents entre la semaine et le weekend selon l'occupation de l'espace par heure :

Nombre d'occupants : 07 personne.

Scénario de 7 personnes durant la : semaine (de dimanche à jeudi)

Scénario de 7 personnes durant le : weekend (vendredi et samedi)

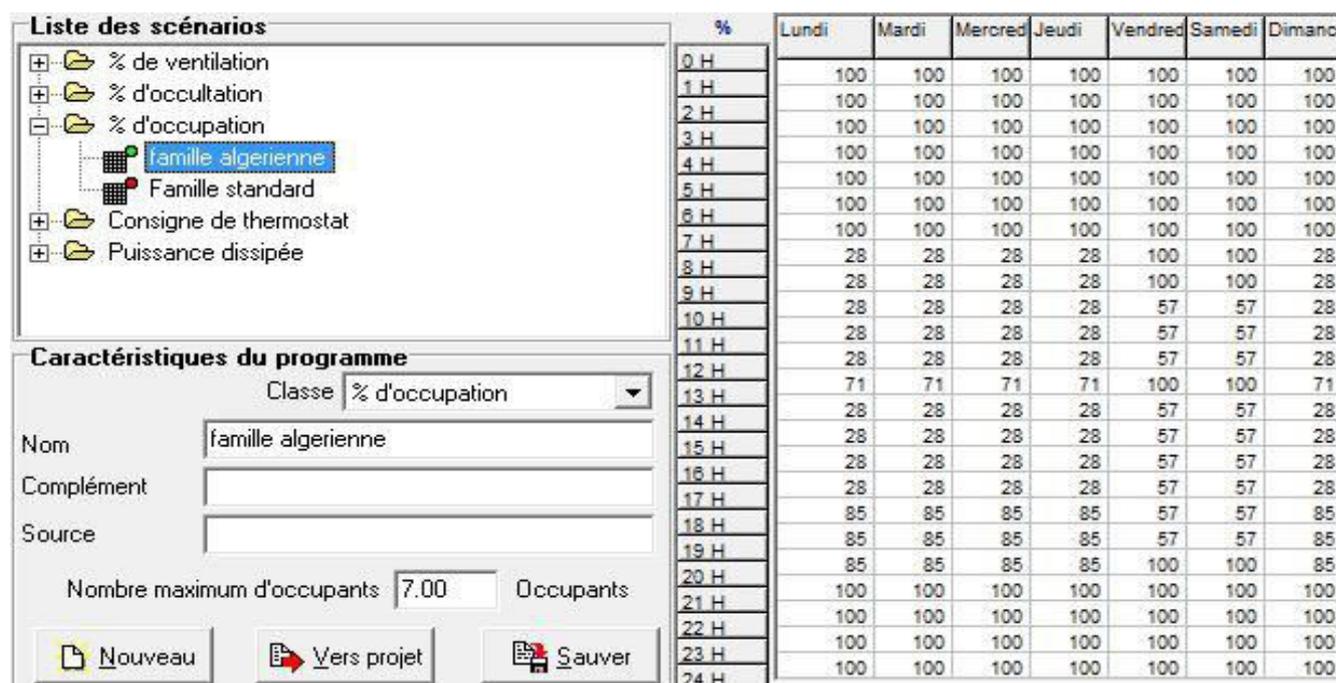


Figure 3-17 : scenario d'occupation

### 3.6.4 Scenario de consigne de thermostat :

#### 3.6.4.1 Pour l'été :

afin de déterminer les besoins en climatisation, on doit intégrer la consigne de thermostat, la zone de confort est fixée à 24°, et ceci permet de déclencher la climatisation automatiquement si la température augmente au dessus de la température fixée

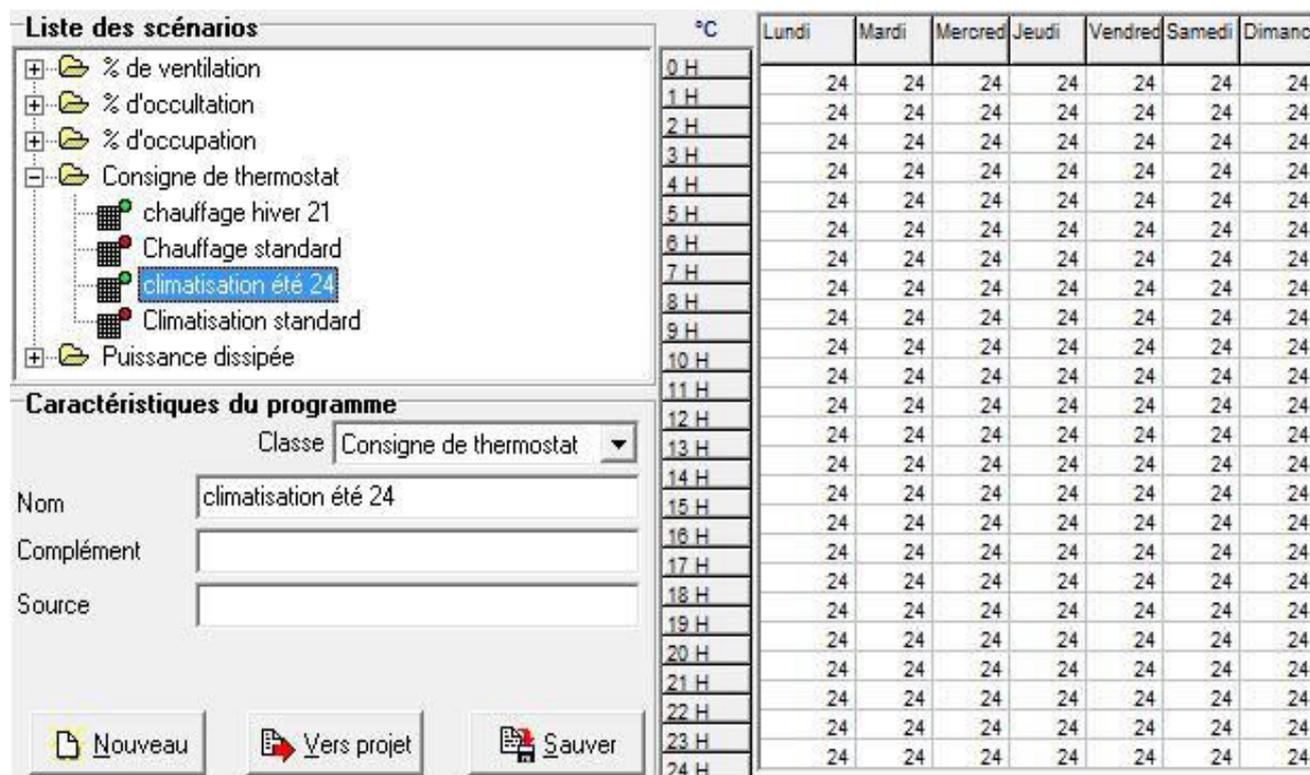


Figure 3-18 : consigne de thermostat pour l'été

## 3.6.4.2 Pour l'hiver :

afin de déterminer les besoins en chauffage, on doit intégrer la consigne de thermostat, la zone de confort est fixée à 21°, et ça permet de déclencher le chauffage automatiquement si la température descend au dessous de la température fixée.

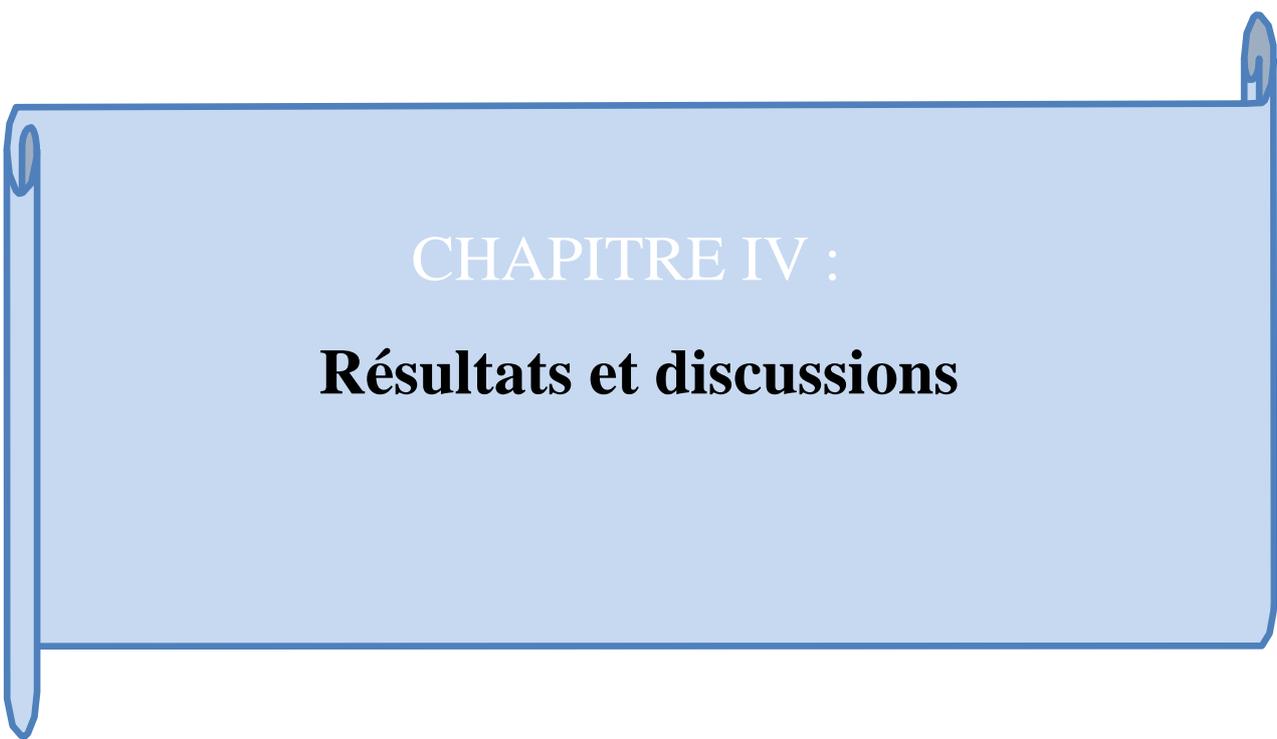
°C	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	21	21	21	21	21	21	21
2 H	21	21	21	21	21	21	21
3 H	21	21	21	21	21	21	21
4 H	21	21	21	21	21	21	21
5 H	21	21	21	21	21	21	21
6 H	21	21	21	21	21	21	21
7 H	21	21	21	21	21	21	21
8 H	21	21	21	21	21	21	21
9 H	21	21	21	21	21	21	21
10 H	21	21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

Figure 3-19 : consigne de thermostat pour l'hiver

## Conclusion :

Grace à l'outil de simulation thermique dynamique (STD), nous avons préparé les outils pour l'étude du comportement thermique de la cellule et évalué les besoins en chauffage et en climatisation et identifier l'évolution des températures.

Après lancement des simulations, on a obtenu les résultats qui sont présentés au niveau du quatrième chapitre.



CHAPITRE IV :

**Résultats et discussions**

## Introduction :

Afin de déterminer l'orientation la plus favorable, une comparaison a été effectuée sur la variation de la température intérieure et extérieure et les besoins énergétiques pour chaque orientation et ainsi évaluer son impact sur le degré de confort intérieur.

## 1. CONDITIONS DE DEROULEMENT DES MESURES:

A partir des données architecturales et des propriétés thermo physiques du matériau, une analyse du comportement thermique de l'habitat est effectuée à l'aide du logiciel «pléiades+comfie».

Le déroulement de la simulation a pris comme cheminement :

1. Première étape: concerne l'introduction des données climatique des régions.
2. Deuxième étape concerne la description détaillée du bâtiment et les scénarios de la pratique de l'espace.

Les mesures se sont déroulées sur deux périodes l'une estivale et l'autre hivernale.

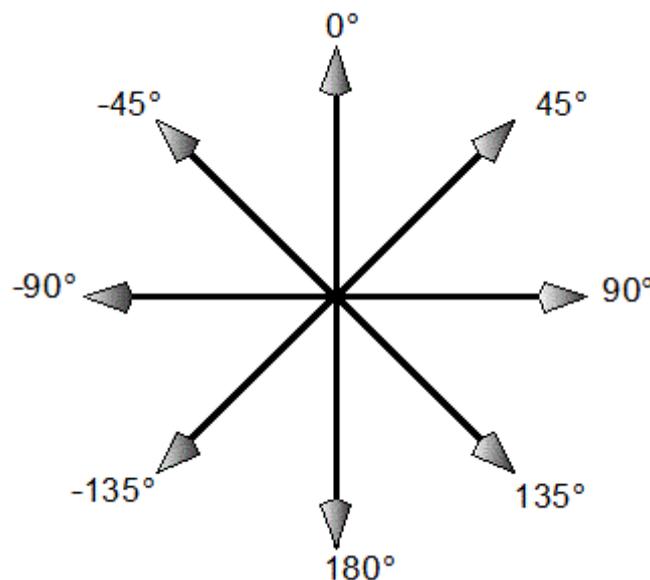
### 1.1 période estivale:

La première période de mesure s'est déroulée sur deux mois, juillet et aout et cela durant soixante trois jours (2 juillet jusqu'au 2 septembre).

### 1.2 période hivernale :

La deuxième période de mesures s'est déroulée sur deux mois de décembre à janvier, et cela pour une durée de cinquante six jours (3 décembre jusqu'au 28 janvier).

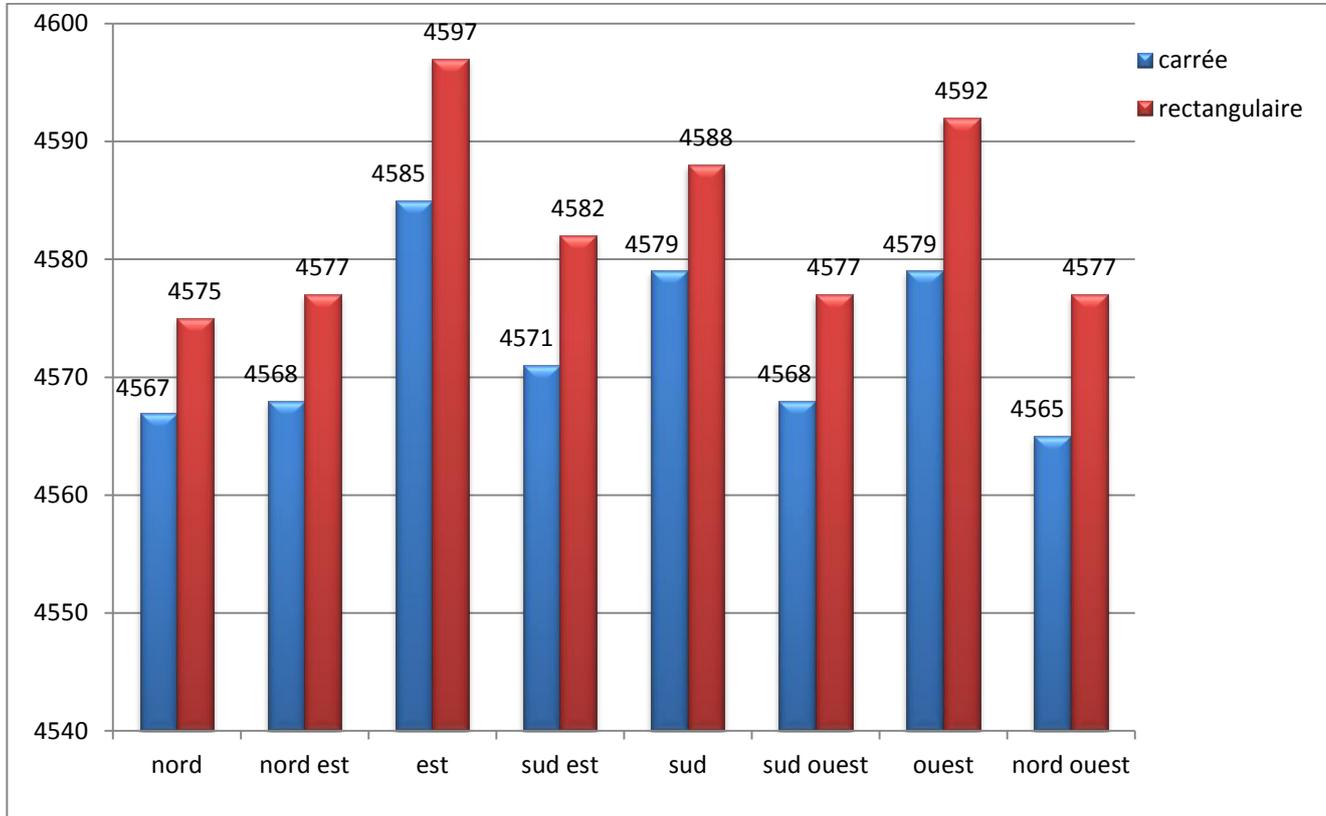
Cependant dans le but de chercher l'orientation optimale, une évaluation des différentes orientations a été faite en pivotant l'axe de l'orientation de la face externe suivant un angle de 45° à partir du Nord



**Figure 4-1 : Azimut des différentes orientations simulées**

### 2. Site de Blida :

#### 2.1 Evolution des besoins en période estivale pour la cellule carrée et rectangulaire :



**Figure 4-2 :** besoins de climatisation suivant l'orientation (kWh)

- **Synthèse :**

Les simulations sont effectuées avec consigne de thermostat (climatisation) afin de tester le besoin des deux cellules en énergie pour le refroidissement.

D'après la figure 4-2, on constate que la consommation énergétique est en fonction de l'orientation et que durant la période estivale la consommation d'électricité est plus élevée pour les orientations Sud-est, Sud, Ouest et surtout Est qui sont à éviter. Il reste l'orientation Nord, Nord-est, Ouest et le Nord-ouest qui présentent une consommation très réduite par rapport aux autres orientations.

Pour cela on peut déduire que durant la période estivale la meilleure orientation est celle qui consomme moins d'énergie et se concrétise par l'orientation Nord pour la cellule rectangulaire et Nord-ouest pour la cellule carrée.

# Chapitre 04 : Résultats et discussions

## 2.1.2 Variation de la température :

Afin de connaître la variation de la température pour chaque orientation, on doit faire les simulations sans consigne de thermostat pour que la différence se voie sinon on aura une évolution de température uniforme de la cellule pour tout les cas d'études (figure 4-3).

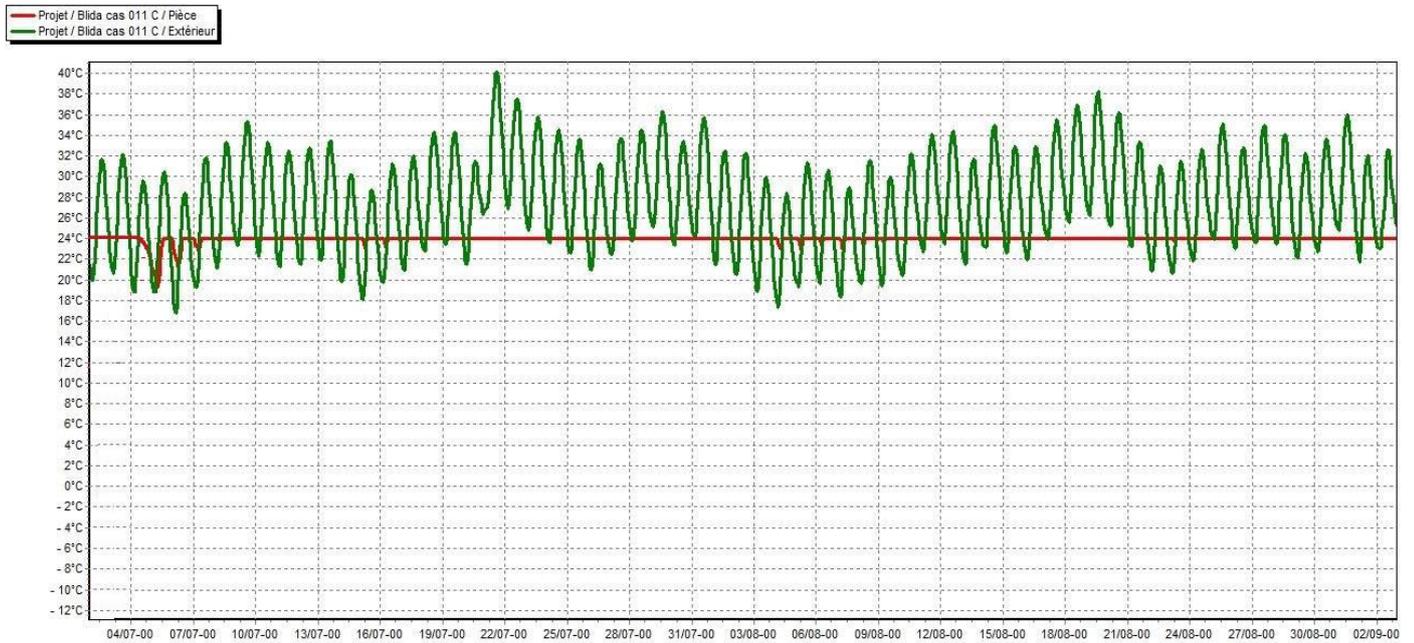


Figure 4-3 : variation de la température avec consigne de thermostat

### 2.1.2.1 Cellule carrée :

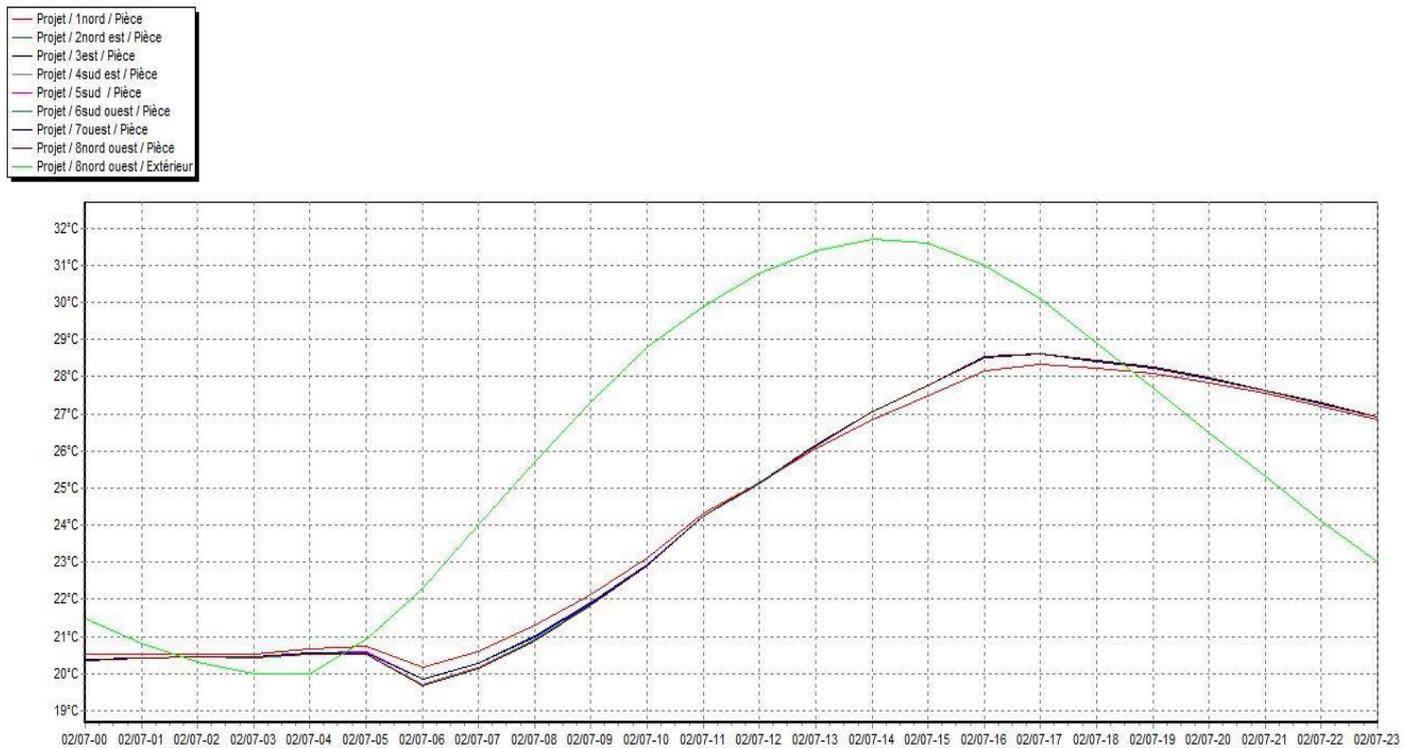


Figure 4-4 : variation de la température sans consigne de thermostat

## Chapitre 04 : Résultats et discussions

- **Commentaires :**

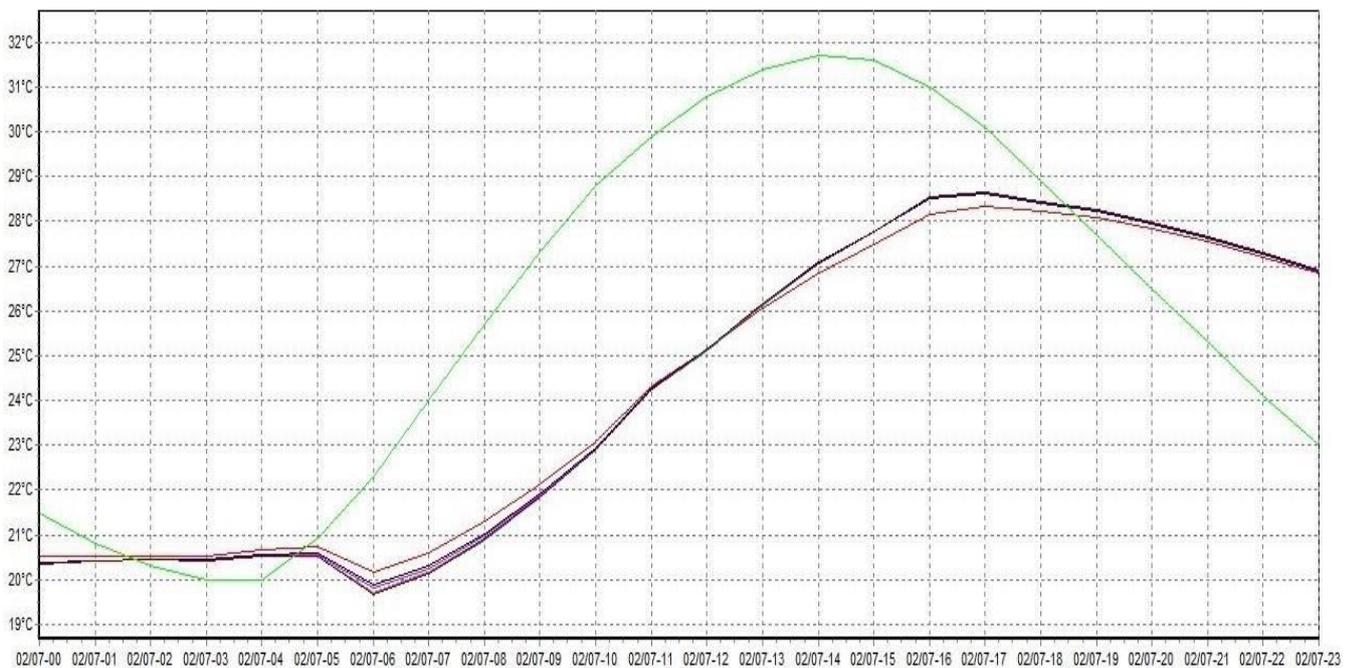
La lecture du graphe fait sortir que les températures internes des deux cellules sont inférieures aux températures externes de 5h jusqu'à 19h et que la courbe des températures intérieures suit la courbe des températures extérieures.

La température interne atteint sa valeur minimale de 19.8°C à 6h00, par contre la température extérieure atteint un minimum de 20°C à 4h00 c'est à dire un déphasage de 2 heures.

La valeur maximale de la température intérieure est de 28.5°C. Cette dernière est atteinte à 16h, alors que la température extérieure atteint un maximum de 31.8°C à 14h.

Les fluctuations des températures intérieures entre les différentes orientations ne sont pas très grandes et estimée à 0.6°C, cela est dû d'une part à une bonne isolation et d'autre part à l'espace d'étude qui est maintenu fermé toute la journée

### **2.1.2.2 Cellule rectangulaire :**



**Figure 4-5 :** variation de la température sans consigne de thermostat

- **Commentaires :**

La variation de la température pour la cellule rectangulaire est la même que pour la cellule carrée sauf pour l'orientation Sud qui diffère de 0.2°C pour sa température minimale.

## Chapitre 04 : Résultats et discussions

### 2.2 Evolution des besoins en période hivernale pour la cellule carrée et rectangulaire :



**Figure 4-6 :** besoins de chauffage suivant l'orientation (kWh)

- **Synthèse :**

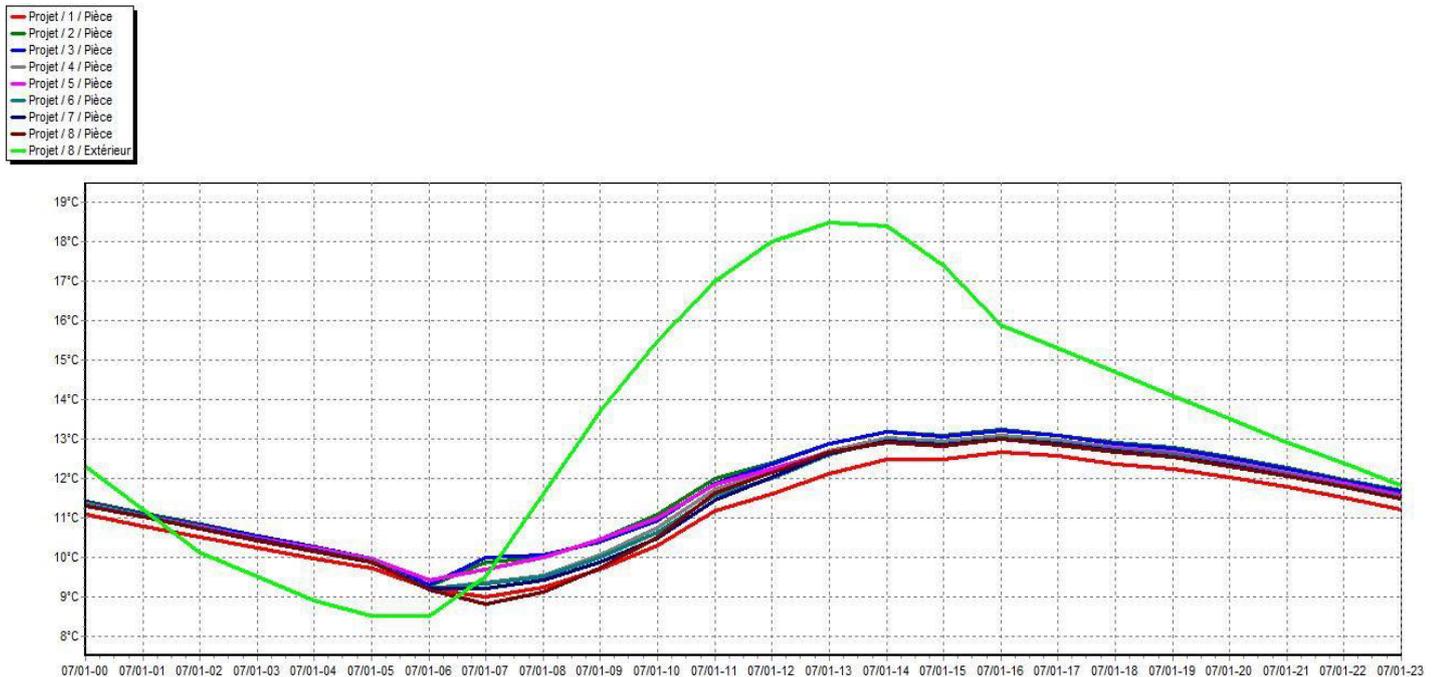
Les simulations sont effectuées avec consigne de thermostat afin de tester le besoin des deux cellules en énergie pour le chauffage.

D'après la figure 4-6, on constate que la consommation énergétique est fonction de l'orientation et que durant la période hivernale la demande en énergie est plus élevée, surtout pour l'orientation Nord avec une cellule carrée et Nord-ouest avec une cellule rectangulaire qui sont à éviter. Reste l'orientation Est pour la cellule carrée et l'orientation Nord-est pour la cellule rectangulaire qui présentent une consommation très réduite par rapport à d'autres orientations.

Pour cela on peut déduire que durant la période hivernale la meilleure orientation est celle qui consomme moins d'énergie et se concrétise par l'orientation Nord-est ou Est.

### 2.2.1 Variations de la température :

#### 2.2.1.2 Cellule carrée :



- Commentaires :

L'analyse des deux cellules montre que la température intérieure est toujours inférieure à la température extérieure de 7h à 23h.

La température atteint la valeur minimale de 8.9°C à 7h00. Alors que la température extérieure atteint la valeur minimale de 8.5°C à 5h00 donc le temps du déphasage est toujours de 2 heures.

D'autre part, le maximum de la température intérieure est de 13.2°C enregistré à 16h, cette augmentation s'explique par l'augmentation de la température extérieure qui atteint un maximum de 18.4°C à 13h.

Les fluctuations des températures intérieures entre les différentes orientations sont estimée à 1.1°C.

## 2.2.1.3 Cellule rectangulaire :

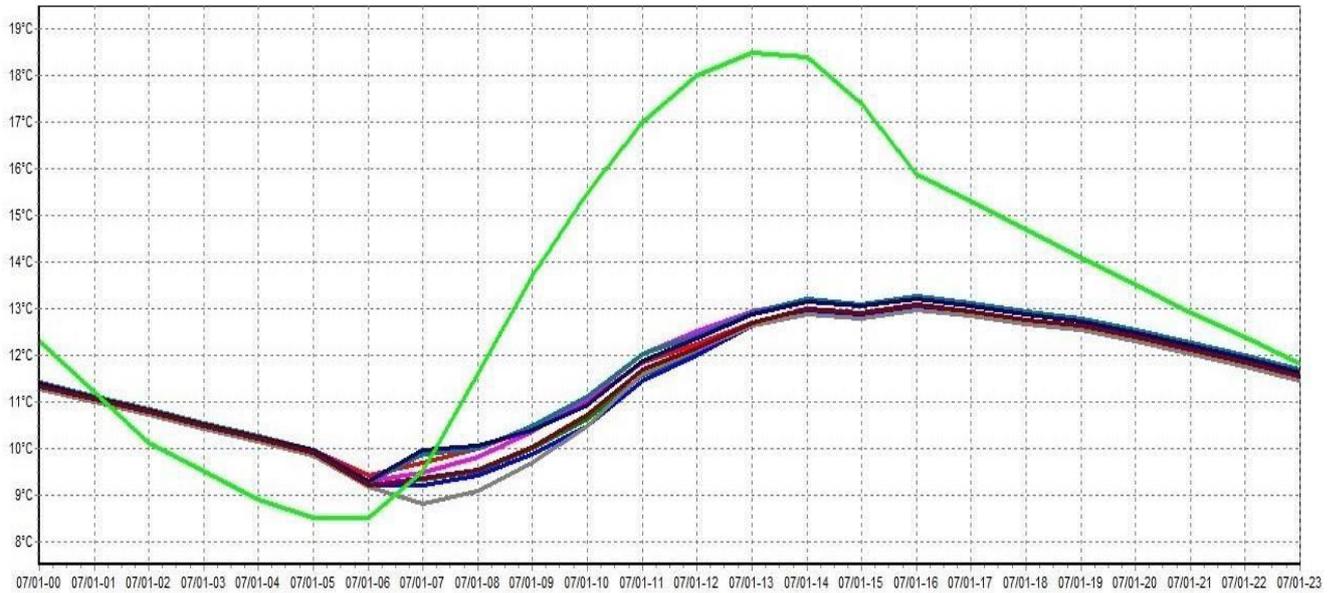


Figure 4-8 : variation de la température sans consigne de thermostat

- **Commentaires :**

Pour la cellule rectangulaire, on remarque une légère augmentation de température pour toutes les orientations sauf pour l'Est et le Sud-est qui stagne à une même température que celle de la cellule carrée mais les fluctuations restent toujours de 1.1°C.

### 3. Site de Sétif :

#### 3.1 Evolution des besoins en période estivale pour la cellule carrée et rectangulaire :

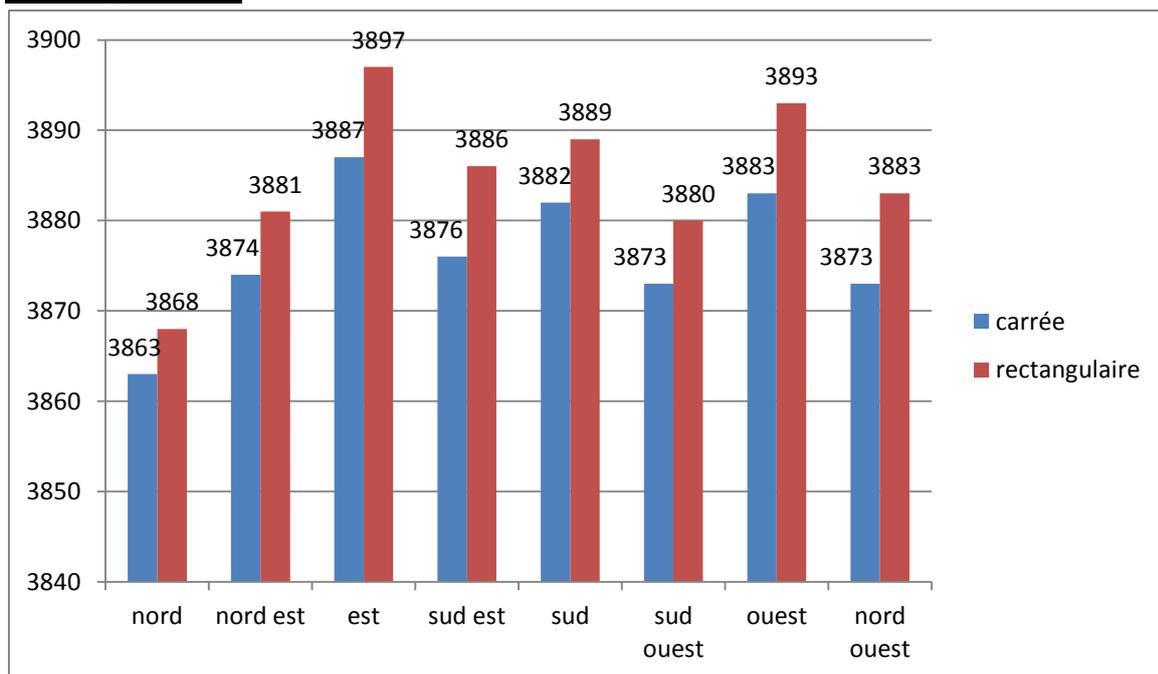


Figure 4-9 : besoins de climatisation suivant l'orientation (kWh)

# Chapitre 04 : Résultats et discussions

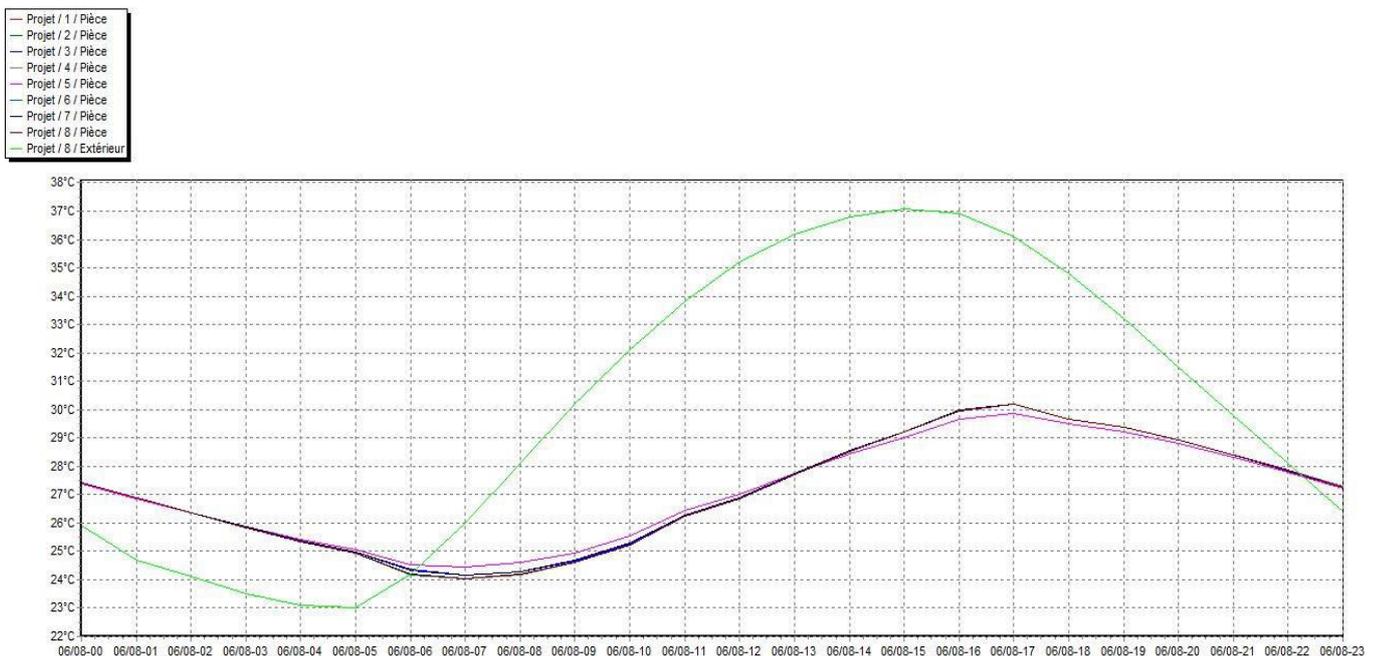
- **Synthèses :**

La lecture de la figure 4-9 montre que la consommation énergétique est en fonction de l'orientation et que durant la période estivale la consommation d'électricité est plus élevée surtout pour l'orientations Est qui est à éviter. Cependant l'orientation Nord présentent une consommation moindre par rapport aux autres orientations.

Pour cela on peut déduire que durant la période estivale la meilleure orientation est celle qui consomme moins d'énergie et se concrétise par l'orientation Nord pour les deux cellules.

## **3.1.2 Variations de la température :**

### **3.1.2.1 Cellule carrée :**



**Figure 4-10 :** variation de la température sans consigne de thermostat

- **Commentaires :**

La lecture du graphe fait sortir que les températures internes des deux cellules sont inférieures aux températures externes de 6h jusqu'à 22h et que la courbe des températures intérieures suit la courbe des températures extérieures.

La température interne atteint sa valeur minimale de 24°C à 7h00, par contre la température extérieures atteint un minimum de 23°C à 5h00 c'est à dire un déphasage de 2 heures.

La valeur maximale de la température intérieure est de 30,2°C. Cette dernière est atteinte à 17h, alors que la température extérieure atteint son maximum de 37°C à 15h.

## Chapitre 04 : Résultats et discussions

Les fluctuations des températures intérieures entre les différentes orientations ne sont pas très grandes et estimées à 0.5°C. Cela est dû, d'une part à une bonne isolation et d'autres part, à l'espace d'étude qui est maintenu fermé toute la journée

### 3.1.2.2 Cellule rectangulaire :

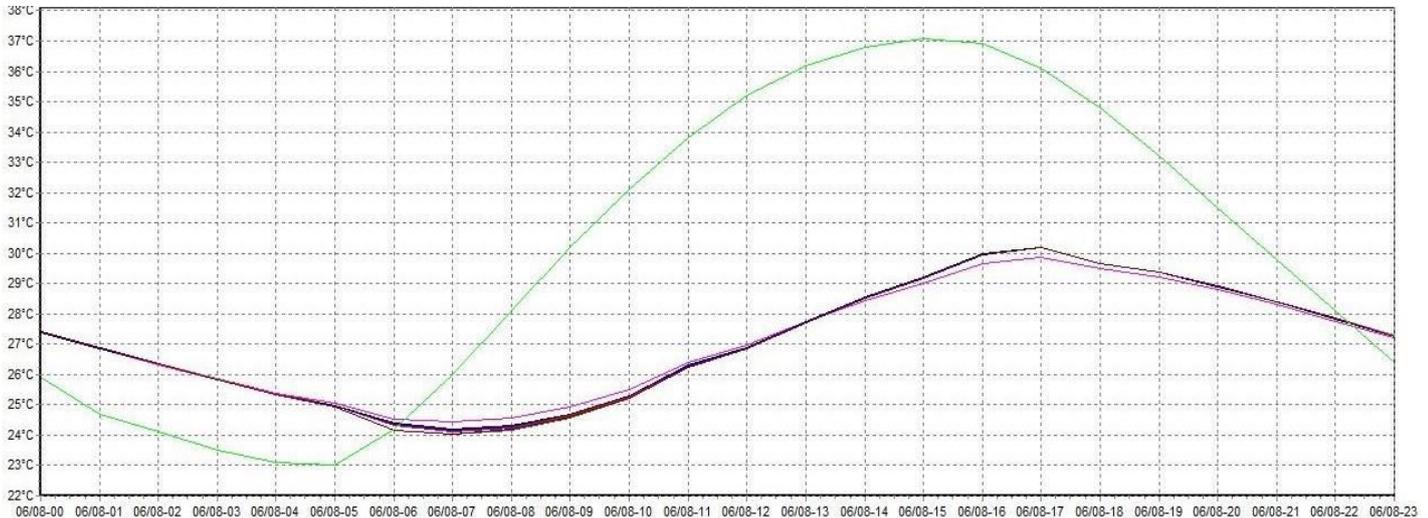


Figure 4-11 : variation de la température sans consigne de thermostat

- Commentaires :

La variation de la température pour la cellule rectangulaire est la même que pour la cellule carrée sauf pour l'orientation Est qui diffère de 0.1°C pour sa température minimale.

### 3.2 Evolution des besoins en période hivernale pour la cellule carrée et rectangulaire :

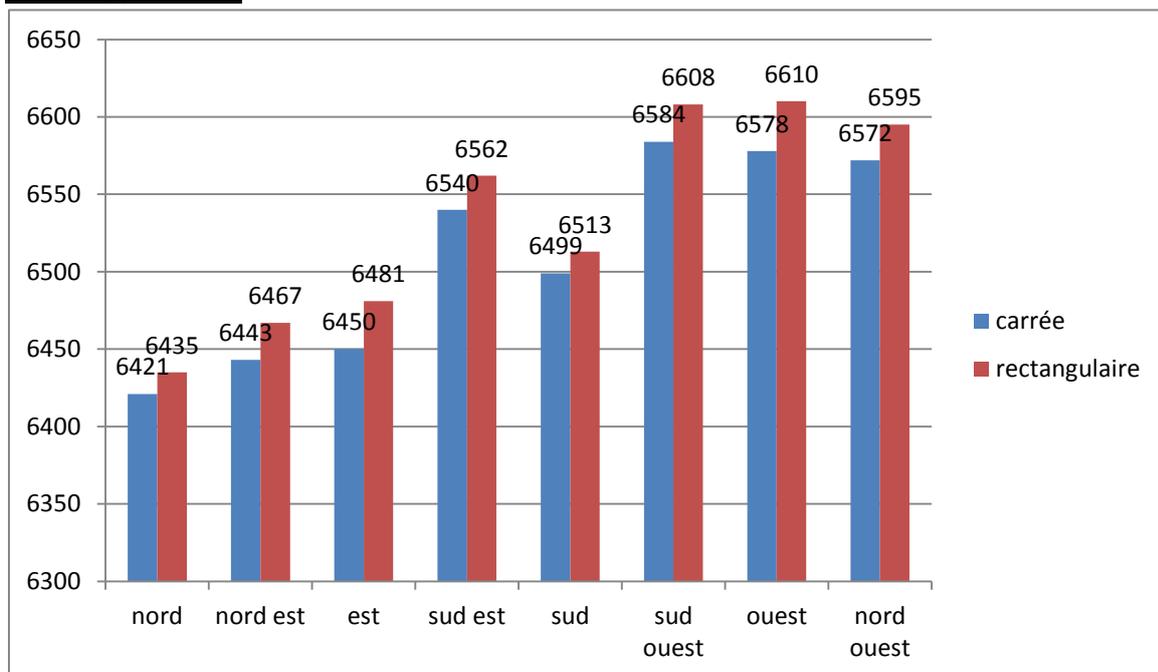


Figure 4-12 : besoins de chauffage suivant l'orientation (kWh)

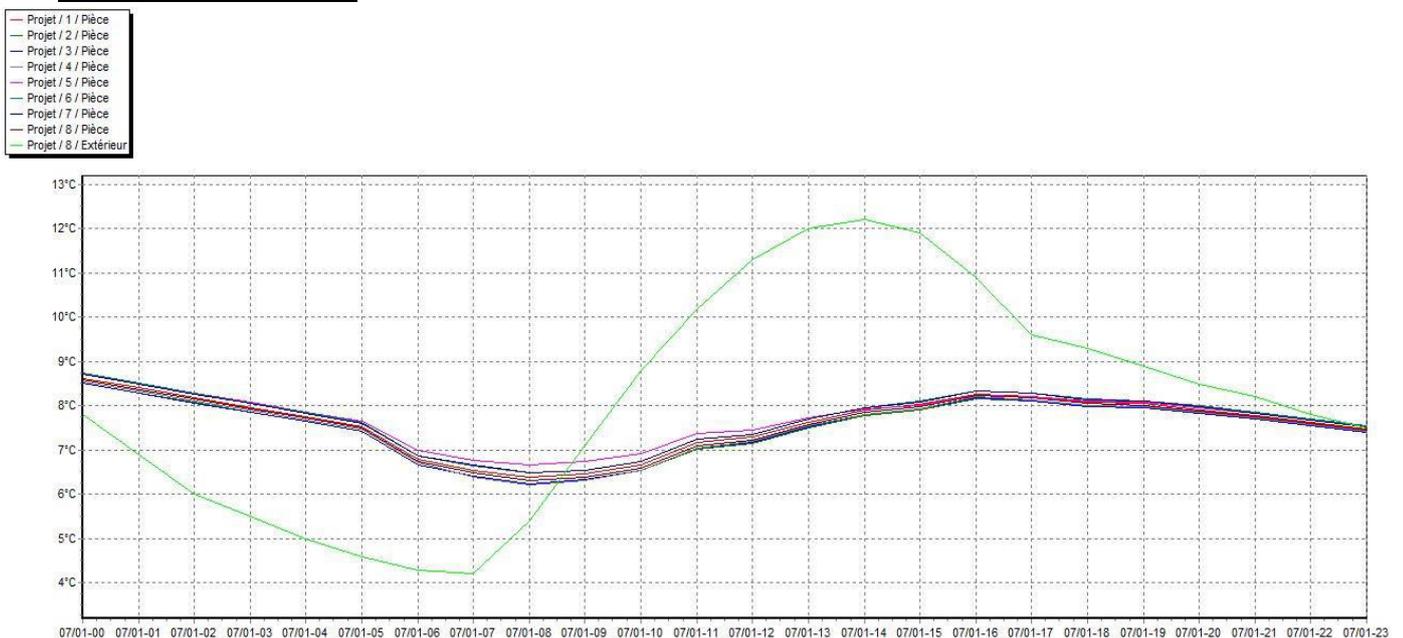
- **Synthèse :**

La lecture de la figure 4-12 montre que la consommation énergétique est fonction de l'orientation et que durant la période hivernale la demande en énergie est plus élevée surtout l'orientation Sud-ouest pour la cellule carrée et Ouest pour la cellule rectangulaire qui sont à éviter. Or l'orientation Nord pour les deux cellules présente une consommation très réduite par rapport aux autres orientations.

Pour cela, on peut déduire que durant la période hivernale, la meilleure orientation est celle qui consomme moins d'énergie et se concrétise par l'orientation Nord.

### **3.2.1 Variations de la température :**

#### **3.2.1.1 Cellule carrée :**



**Figure 4-13 : variation de la température sans consigne de thermostat**

- **Commentaires :**

L'analyse des deux cellules montre que la température intérieure est inférieure à la température externe entre 8h30 et 23h.

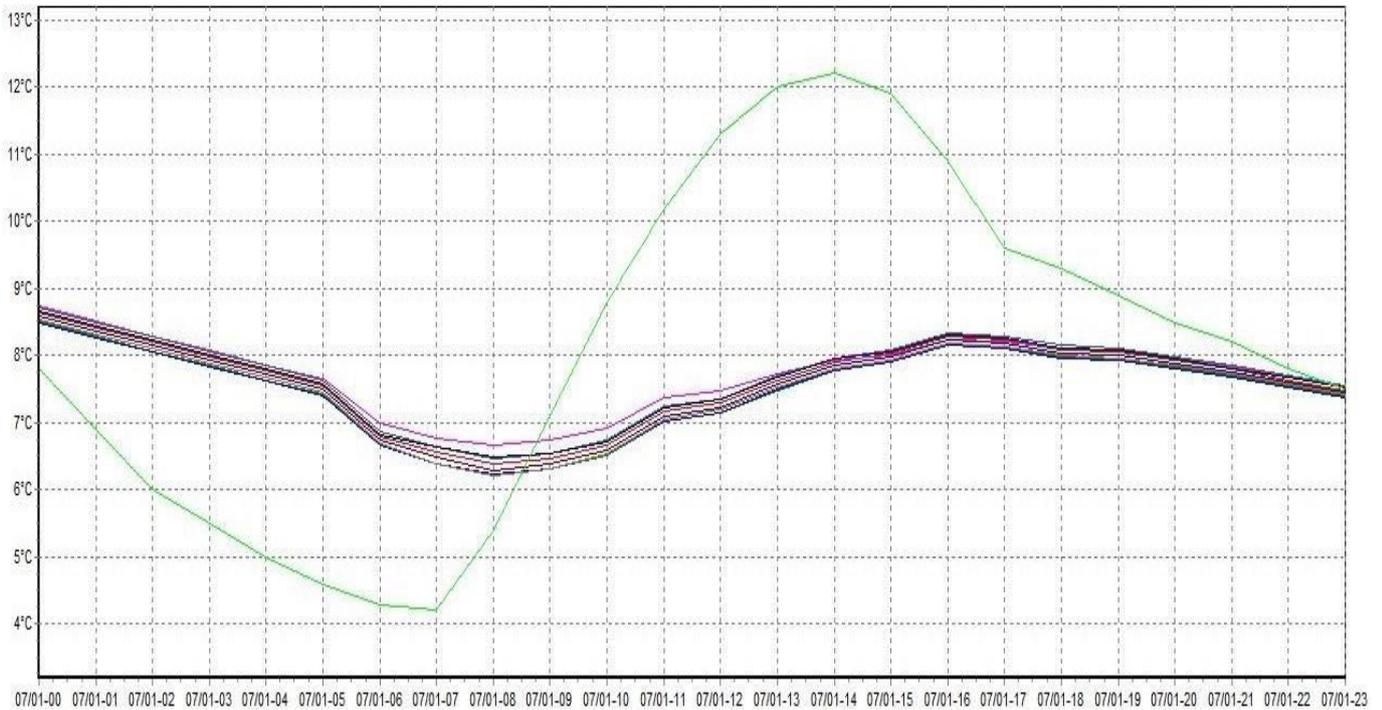
La température atteint la valeur minimale de 6.2°C à 8h00. Alors que la température extérieure atteint la valeur minimale de 4.2°C à 7h00 donc le temps du déphasage est de 1 heures.

D'autre part, le maximum de la température intérieure est de 8.5°C enregistré à 16h, cette augmentation s'explique par l'augmentation de la température extérieure qui atteint son maximum de 12.2°C à 14h.

Les fluctuations des températures intérieures entre les différentes orientations sont estimée à 0.6°C.

# Chapitre 04 : Résultats et discussions

## 3.2.1.2 Cellule rectangulaire :



- **Commentaires :**

La variation de la température pour la cellule rectangulaire est la même que pour la cellule carré sauf pour l'orientation Est qui diffère de 0.2°C pour sa température minimale.

## 4. Site de Tamanrasset :

### 4.1 Evolution des besoins en période estivale pour la cellule carrée et rectangulaire :

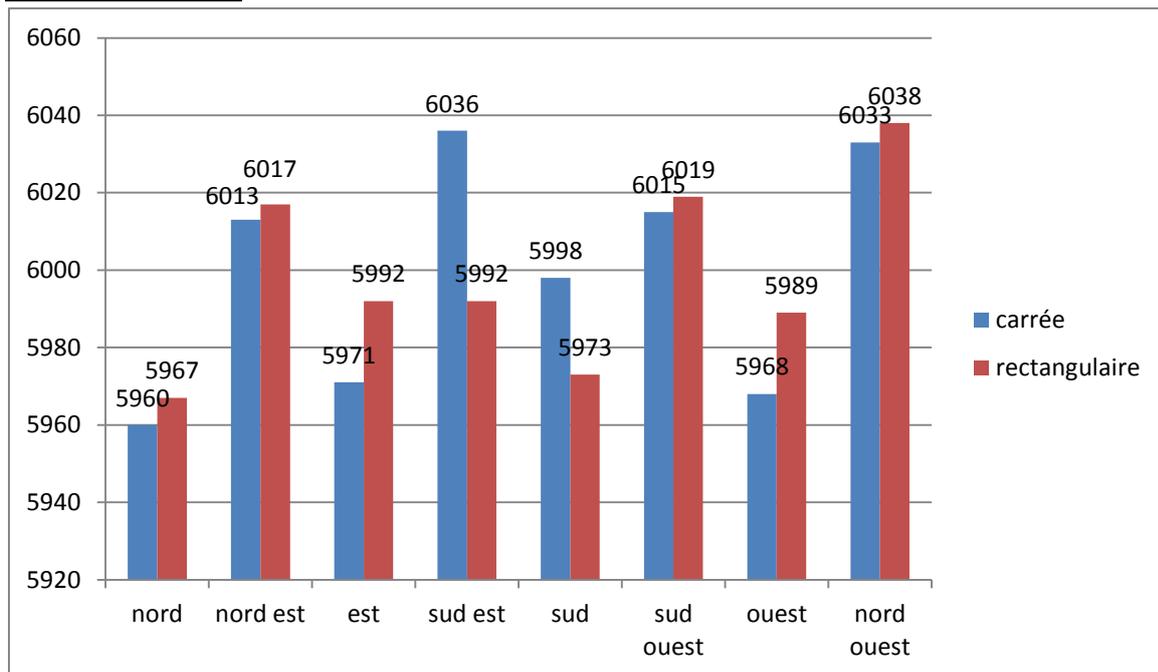


Figure 4-15 : besoins de climatisation suivant l'orientation (kWh)

- **Synthèses :**

La lecture de la figure 4-9 montre que la consommation énergétique est fonction de l'orientation et que durant la période estivale la consommation d'électricité est plus importante surtout pour l'orientations Sud-est pour la cellule carrée et nord-ouest pour la cellule rectangulaire qui sont à éviter.

Cependant l'orientation Nord présente une consommation très réduite pour les deux cellules par rapport aux autres orientations.

Pour cela on peut déduire que durant la période estivale la meilleure orientation est celle qui ne consomme pas beaucoup d'énergie et se concrétise par l'orientation Nord pour les deux cellules.

### **4.1.1 Variations de la température :**

#### **4.1.1.1 Cellule carrée et rectangulaire :**

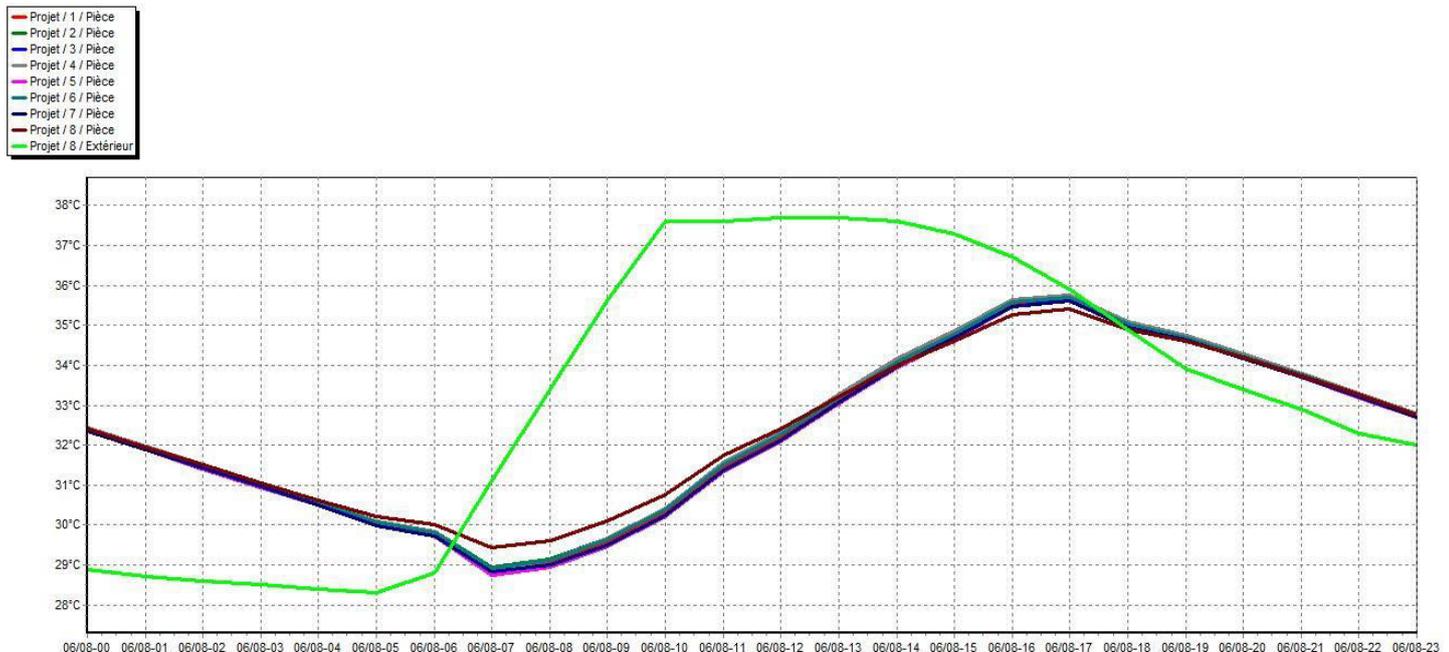


Figure 4-16 : variation de la température sans consigne de thermostat

- **Commentaires :**

La lecture du graphique fait ressortir que les températures internes des deux cellules sont inférieures aux températures externes de 6h20 jusqu'à 18h et que la courbe des températures intérieures suit la courbe des températures extérieures.

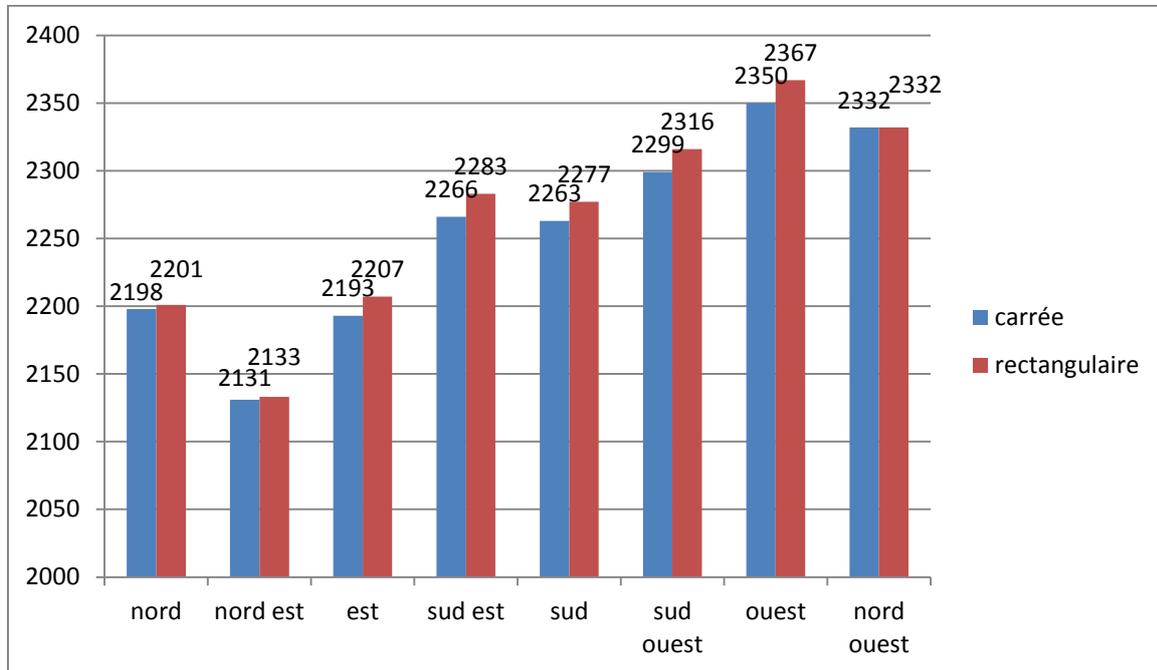
La température interne atteint une valeur minimale de 28.9°C à 7h00. Par contre la température extérieure atteint un minimum de 28.5°C à 5h00 c'est à dire un déphasage de 2 heures.

La valeur maximale de la température intérieure est de 35.8°C. Cette dernière est atteinte à 17h, alors que la température extérieure atteint son maximum de 37.8°C à 13h.

## Chapitre 04 : Résultats et discussions

Les fluctuations des températures intérieures entre les différentes orientations ne sont pas très grandes et estimée à 0.8°C. Cela est dû d'une part, à une bonne isolation et d'autre part l'espace d'étude est maintenu fermé toute la journée

### 4.2 Evolution des besoins en période hivernale pour les deux cellule :



**Figure 4-17:** besoins de chauffage suivant l'orientation (kWh)

- **Synthèse :**

D'après la figure 4-17, on constate que la consommation énergétique est en fonction de l'orientation et que durant la période estivale la consommation d'électricité est plus élevée surtout pour l'orientations Ouest qui est donc à éviter. Quant à l'orientation Nord-est, elle présentent une consommation très réduite par rapport aux autres orientations.

Pour cela on peut déduire que durant la période hivernale la meilleure orientation est celle qui consomme moins d'énergie et se concrétise par l'orientation Nord-est pour les deux cellules.

## 4.2.1.1 Cellule carrée et rectangulaire :

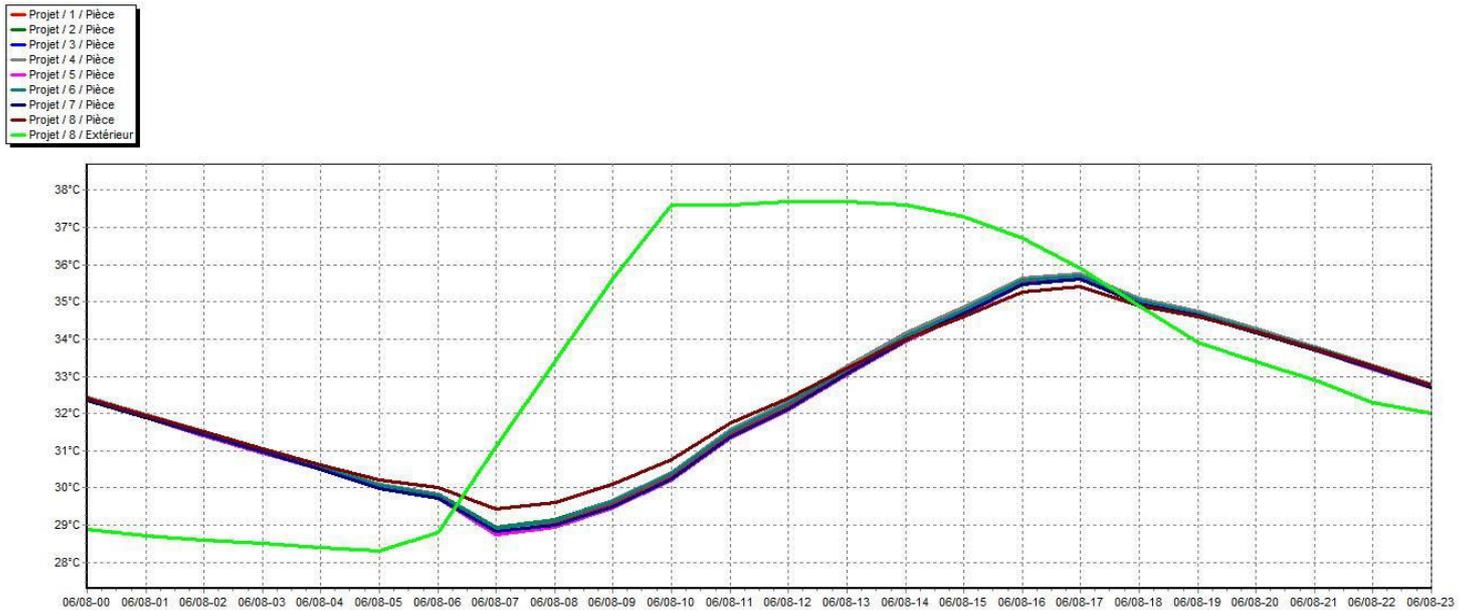


Figure 4-18 : variation de la température sans consigne de thermostat

### Commentaires :

L'analyse des deux cellules montre que la température intérieure est inférieure à la température extérieure de 7h30 à 20h30.

La température atteint la valeur minimale de 12.5°C à 7h00. Alors que la température extérieure atteint la valeur minimale de 11°C à 6h00 donc le temps du déphasage est de 1 heure.

D'autre part, le maximum de la température intérieure est de 18.8°C enregistré à 16h, cette augmentation s'explique par l'augmentation de la température extérieure qui atteint son maximum de 24°C à 14h.

Les fluctuations des températures intérieures entre les différentes orientations pour les deux cellules sont estimées à 1°C et cela est dû d'une part à une bonne isolation et d'autre part l'espace d'étude qui est maintenu fermé toute la journée.

### Conclusion

Selon les résultats obtenus, la maison sous forme rectangulaire consomme plus d'énergie que la maison carrée ce qui est expliqué par l'exposition de ces façades qui ont une plus grande surface aux radiations solaires.

Pour le climat de Blida l'orientation idéale est l'Est, elle fournira les meilleurs résultats, mais l'orientation Nord-ouest est aussi acceptable.

Pour le climat de Sétif l'orientation idéale est évidemment le Nord dans tous les cas.

Pour le climat de Tamanrasset l'orientation idéale est aussi le Nord, elle fournira de meilleurs résultats, mais l'orientation Nord-est est aussi acceptable.

### **CONCLUSION GENERALE :**

Une maison doit utiliser au mieux l'exposition au soleil et l'orientation vis-à-vis du vent. La conception passive semble être la solution la mieux adaptée, car fournissant des résultats meilleurs en terme d'énergie et d'argent économisé. Notamment pour créer des conditions de confort, surtout liées à la distribution de la chaleur et aux risques de surchauffes.

le choix de l'orientation dès les phases primaires de la conception a un impacte primordial pour créer des espaces intérieures plus confortables et plus performants associé à certains dispositifs architecturaux et techniques passifs.

Ces résultats montrent que la prise en compte du critère orientation fait participer le bâtiment à une conception plus performante du point de vue thermique et énergétique.

## **Nomenclature :**

Q : Apport de chaleur par rayonnement a travers les parois (W)  
Qr : Apport de chaleur par renouvellement d'air (W)  
Dp : Apport de chaleur par transmission a travers les parois (W)  
Cf : Coefficient de forme ( $m^2/m^3$ )  
F : Coefficient de rayonnement solaire  
K : Coefficient de transmission surfacique ( $W/m^2.K$ )  
 $\psi$  : Coefficient de transmission linéique ( $W/m.K$ )  
Kvn : Coefficient de transmission surfacique du vitrage nu ( $W/m^2°C$ )  
 $\lambda$  : Conductivité thermique ( $W/m°C$ )  
qv : Débit d'air extérieur de renouvellement ( $m^3/h$ )  
 $\Delta T$  : Différence de température ( $°C$ )  
Tl : Facteur lumineux  
g : Facteur solaire  
U : Facteur thermique  
Q : Flux thermique  
P : Masse volumique ( $Kg/m^3$ )  
R : Résistance thermique d'une paroi ( $m^2°C/W$ )  
Rs : Résistance superficielle ( $m^2.°C/W$ )  
S échange : Surface d'échange ( $m^2$ )  
 $e/\lambda$  : Somme des rapports des différentes couches de la paroi ( $m^2°C/W$ )  
A : Surface ( $m^2$ )  
Ta : Température ambiante de l'air ( $°C$ )  
Tp : Température des parois ( $°C$ )  
Dréf : déperditions de références  
Ds : déperditions surfaciques  
Vh : Volume habitable ( $m^3$ )  
Qvréf : le débit extrait de référence ( $m^3/h$ )  
Qvmax : le débit extrait maximal de référence  
Qvmin : le débit extrait minimal de référence  
Ppi : la perméabilité à l'air de la paroi ( $m^3/h$ )  
Evi : coefficient d'exposition au vent affecté à la paroi  
Poj : la perméabilité surfacique à l'air de l'ouvrant ( $m^3/h$ )  
Aij : c'est la surface de l'ouvrant ( $m^2$ )

## **Références :**

- [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 Ghandounou(nouvelles édition du cours donne par Claude-Alain Roulet et Arnaud Dauriat-Edition 2009)
- [4] Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation par Mr. boursas abderrahmane
- [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.
- [12] MAZARI M., 2012, Mémoire magistère architecture, Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments a 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. ElHassarGrp

[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

## Annexes

### **Résistance thermique R (m<sup>2</sup>.K/W):**

Inverse du flux thermique à travers un mètre carré d'un système pour une différence de température d'un kelvin entre les deux faces de ce système :  $R = 1/K$ .

### **Résistance superficielle R<sub>s</sub> (m<sup>2</sup>.K/W):**

Inverse du flux thermique passant par mètre carré de l'ambiance à une paroi, pour une différence de température d'un kelvin entre celles-ci.

### **Flux thermique f (W) :**

Quantité de chaleur transmise à (ou fournie par) un système par unité de temps.

### **Coefficient de transmission surfacique K (W/m<sup>2</sup>.C) :**

Flux thermique en régime stationnaire par unité de surface, pour une différence de température d'un kelvin entre les milieux situés de part et d'autre d'un système.

### **Coefficient de transmission linéique $\psi$ (W/m.C) :**

Flux thermique en régime stationnaire par unité de longueur, pour une différence de température d'un kelvin entre les milieux situés de part et d'autre d'un système.

### **Conductivité thermique $\lambda$ (W/m.C):**

Flux thermique traversant un mètre d'épaisseur de matériau pour une différence de température d'un degrés Celsius entre les deux faces du matériau