

*République Algérienne Démocratique Et Populaire.*  
*Ministère De L'enseignement Supérieure Et De Recherche Scientifique.*



**UNIVERSITE DE BLIDA1 SAAD DAHLAB**  
**INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME.**

***En Vue De l'obtention Du Diplôme De Master En Architecture***

***OPTION « ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE »***

***Thème: Evaluation Du Confort Thermique Dans Le  
Cadre Du Logement Collectif Mono-orienté Cas  
d'Ain Malha.***

---

**Réalisé par:**

**Melle. LAISSAOUI Ahlem**

**Melle. REKKEL Badia Nesrine**

**Sous la direction de:**

**Mme Maachi Ismahane**

**Mme Oukaci Soumia**

**Jury:**

**Mr. ATIK.**

**Mr. SAMMAR.D**

**Mr. HAMID.AEK**

**Université Saad Dahleb de Blida1.**

**Université Saad Dahleb de Blida1.**

**Université Saad Dahleb de Blida1.**

## REMERCIEMENTS

ربي أوزعني أن اشكر نعمتك التي أنعمت علي و على والدي و أن اعمل صالحا ترضاه  
و أدخلني برحمتك في عبادك الصالحين. الحمد لله رب العالمين الذي بنعمته تتم  
الصالحات و الصلاة والسلام على سيدنا محمد خاتم الأنبياء و المرسلين و على اله و  
صحابه أجمعين. أما بعد

*Au terme de ce travail réalisé à l'institut d'architecture Saad Dahleb-Blida-  
nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements d'abord au bon Dieu le  
tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté de terminer notre  
travail, à toutes les personnes qui ont contribuées à la réalisation de ce travail,  
plus particulièrement :*

*Nos chers parents de nous avoir soutenus, supporter et qui nous ont  
accompagné durant notre chemin d'études. Que dieu leurs procure bonne santé  
et longue vie.*

*nos frères ; nos sœurs.*

*Nos promotrices Mme Maachi Et Mme Ouqaci pour le suivi, tout le savoir  
que nous a apportés ainsi que pour leurs conseils, et l'originalité de leurs idées  
lors de la réalisation de ce travail .*

*Nos remerciements vont également à nos amis et collègues et surtout Mr  
Habbiche et Mme Mokrani pour les conseils, aides, et encouragements.*

*À toute personne qui nous a aidé de près ou de loin.*

*En espérant que ce travail est à la hauteur.*

*Aussi les membres de jury de bien vouloir évaluer notre travail.*



# SOMMAIRE

---

## CHAPITRE INTRODUCTIF.

- 1. INTRODUCTION: ..... Erreur ! Signet non défini.
- 2. PROBLEMATIQUE GENERALE :..... Erreur ! Signet non défini.
- 3. PROBLEMATIQUE SPECIFIQUE : ..... Erreur ! Signet non défini.
- 4. HYPOTHESE: ..... Erreur ! Signet non défini.
- 5. L'OBJECTIF DU TRAVAIL: ..... Erreur ! Signet non défini.
- 6. METHODOLOGIE DE RECHERCHE:..... Erreur ! Signet non défini.

## CHAPITRE I: ETAT DE L'ART.

- I.1 Introduction :..... Erreur ! Signet non défini.
- I .2.Principes de base de l'architecture bioclimatique: ..... Erreur ! Signet non défini.
  - I.2.1. L'orientation :..... **Erreur ! Signet non défini.**
  - I .2.2. Ventilation :..... **Erreur ! Signet non défini.**
  - I .2.3. Les matériaux adéquats :..... **Erreur ! Signet non défini.**
    - Matériaux d'isolation thermique :..... **Erreur ! Signet non défini.**
      - a-Isolation intérieure : ..... **Erreur ! Signet non défini.**
      - b-Isolation extérieure : ..... **Erreur ! Signet non défini.**
    - La qualité d'un isolant : ..... **Erreur ! Signet non défini.**
    - Différents type d'isolant : ..... **Erreur ! Signet non défini.**
  - I .2.5. Solutions d'amélioration des performances thermiques des fenêtres : **Erreur ! Signet non défini.**
  - I.2.6. Façades végétalisées :..... **Erreur ! Signet non défini.**
    - Avantages du mur végétalisé extérieur ..... **Erreur ! Signet non défini.**
- I.3. L'éco-construction ..... Erreur ! Signet non défini.
- I.4. Bâtiment Basse consommation..... Erreur ! Signet non défini.
  - I.4.1. La maison passive ..... **Erreur ! Signet non défini.**
  - I.4.2. Le diagnostic de performance énergétique (DPE) ..... **Erreur ! Signet non défini.**
- I.5. La politique énergétique en Algérie :..... Erreur ! Signet non défini.
- I.6. Les mémoires et les articles scientifiques consultés :..... Erreur ! Signet non défini.
  - I.6.1. Les mémoires : ..... **Erreur ! Signet non défini.**
  - I .6.2. Les articles consultés:..... **Erreur ! Signet non défini.**
- I.7. Conclusion : ..... Erreur ! Signet non défini.

# SOMMAIRE

---

## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE.

II. Présentation de la ville : .....	Erreur ! Signet non défini.
II.1. Situation géographique de la ville d'Alger: .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.2. Situation géographique de site : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.3. Les données climatiques de la ville: .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.3.2. Les Précipitations : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.3.3. Les vents : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.4. Présentation du cas d'étude : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.5. Caractéristiques constructifs de projet : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.5.1. Les éléments constructifs: .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.6. Modélisation et Simulation du projet : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.6.1. Présentation des logiciels: .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.6.2. Processus d'application du logiciel : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.6.2.1. Sous météoforme : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
□ Création d'un fichier météorologique : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.6.2.2. Sous pléiade : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.6.2.3. Sous Alcyone : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.6.2.4. Sous PLEIADES : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS.

III. Résultats et Discussions : .....	Erreur ! Signet non défini.
III.1. Simulation sans consigne de thermostat : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.1.1. Les résultats de la simulation hivernale des quatre mono-orientations Nord, Sud, Est et Ouest sans consigne de thermostat: .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.1.2. Simulation Estivale sans consigne de thermostat : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.2. Les résultats de la simulation avec consigne de thermostat: .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.3. Synthèse de comparaison des résultats obtenus après simulation avec consigne de thermostat : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.4. Conclusion : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>



## SOMMAIRE

---

III.4.1. Hypothèse opérationnelle: .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.4.2. Méthodologie : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.5. Calcul du bilan thermique : « Mur extérieure en brique creuse » ..	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.6.Simulation thermique dynamique :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.6.1. Évaluation de la mono-orientation favorable après renforcement de l'enveloppe extérieure par une isolation thermique et ouvertures performantes : ...	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.6.1.1.Sous pléiade : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.6.2. Sous PLEIADE : Intégration des Scenarios de fonctionnement.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Les résultats : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.6.2. Simulation de la mono-orientation Sud avec isolation extérieure et choix d'ouvertures performantes Avec Consigne De Thermostat : ...	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.6.3.La vérification « Murs avec isolation » par rapport au DTRC 3-2 :	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.6.3. Conclusion : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.6.4. Intégration de la végétation :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.6.4.3. Sous PLEIADES : Intégration des scénarios du fonctionnement.	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.6.5. Simulation De La Mono-orientation Sud Après L'intégration Du Mur Végétal Avec Consigne De Chauffage :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.6.5. Synthèse générale :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Conclusion : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

# LISTE DES FIGURES

## CHAPITRE INTRODUCTIF

Figure 1: Organigramme d'une méthodologie de recherche (Auteur). ..... **Erreur ! Signet non défini.**

## CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

Figure 1: variation des besoins annuels de chauffage d'une habitation en fonction de l'orientation et de la proportion de la surface vitrée ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 2: Schéma d'orientation recommandé des espaces ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 3: Isolation thermique ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 4: Conductivité thermique d'un mur ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 5: Points singuliers en isolation par l'intérieur. .... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 6: Points singuliers en isolation par l'extérieur. .... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 7: Exemple de matériaux d'isolation..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 8: Coupe d'un profile en PVC pour un double vitrage ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 9: schéma de principe d'un mur végétal simple..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 10: mur simple de lierre ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 11: Mur Végétal Complexe de végétal Patrick Blanc

Figure 12 : Schéma de principe d'un mur

58.complexe. .... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 13: Quatre types différents de façades végétalisées : (a) végétalisation directe ; (b) végétalisation indirecte ; (c) système de mur vivant avec modules de plantation ; (d) système de mur vivant avec une couche feutre hydroponique..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 14: Maison passive..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 15: l'étiquette énergie pour connaître la consommation d'énergie primaire ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 17: plan RDC

Figure 18: plan Etage

..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 16: Maison écologique Vue sud et sud-est ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 19: L'orientation des trois séjours. .... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 20: consommation énergétique en Kwh/m<sup>2</sup>.an ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 21 : les différents plans et photo du projet de logements HPE de Ain Romana. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 22: Le premier bâtiment passif au monde..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 23: différents plans du projet de Bechar ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 24: La nouvelle installation d'exposition in-situ des murs de l'IRC ..... 34

## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE.

Figure 1: La situation de la wilaya d'Alger..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 2: Situation géographique du site. (Google earth) ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 3: carte géographique de la ville d'Ain Malha. (Google map). ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 4: Température mensuelle (météonome V7.1.319872). ..... **Erreur ! Signet non défini.**

## LISTE DES FIGURES

---

- Figure 5: Irradiation global journalier (meteonome V7.1.319872). **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 6: Graphe de précipitation annuelle (meteonom V7.1.319872).....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 7: Plan de masse (Source: Auteur)..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 8: Volumétrie de projet. .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 9: Façade de projet. .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 10: Plan Etage courant. .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 11: Photo sur un mur extérieur..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 12: Coupe d'une dalle (Source : Auteur). .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 13: Schématisation de la méthode de recherche N°01 (source auteur)... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 14 : Schématisation du Processus d'application du logiciel pléiades+comfie (source : auteur)..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 15: Création du fichier météorologique (Source : Météonorme).....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 16: Identification de la station sous pléiade (Source : Météonorme). .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 17:Détail constructif du mur extérieur..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 18:Détail constructif du mur intérieur (source : auteur). .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 19:Détail constructif du plancher (source : auteur)..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 20: Composition de fenêtre en bois simple vitrage..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 21: Composition de la porte extérieure en bois. .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 23: Insertion des éléments constructifs. .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 22: Composition de la porte intérieure en bois. .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 26: Identification des zones thermiques..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 24: Volumétrie dessinée sous Alcyone. .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 25: Plan du cas d'étude. dessiné. .... **Erreur ! Signet non défini.**

### CHAPITRE III : INTERPRETATION ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

- Figure 1 : Histogramme n°05 des Besoins En Chauffage (source : auteur)..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 2: Histogramme n°06 de Besoins En Chauffage (source : auteur). **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 3: Histogramme N°07 de Besoins En Climatisation (source auteur)..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 4: Histogramme N°08 de Besoins En Climatisation (source : auteur). .. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 6: Label énergétique N°01. .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 5: Histogramme N°09 de comparaison des Besoins énergétiques /an (source : auteur).  
..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 7: Schématisation de la méthode de recherche N°03 (source auteur)..... **Erreur ! Signet non défini.**

## LISTE DES FIGURES

---

- Figure 8: Laine de roche..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 9: Détail constructif du mur extérieur avec isolation (source : auteur)... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 10: Composition de la porte en bois isolante performante. . **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 11: Composition de la fenêtre en PVC double vitrage. .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 12: Insertion des éléments constructifs sous Alcyone. .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 13: Histogramme N°11 des Besoins En Chauffage (source : auteur)..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 14: Histogramme N°12 des Besoins En Climatisation (source : auteur).**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 16: Label énergétique N°02. .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 15: Histogramme N°13 de comparaison des Besoins Energétiques /An.**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 17: Schématisation de la méthode de recherche N°04 (source auteur)... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 19 : Le lierre..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 18: Détail de composition du mur végétal. .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 20: Insertion des éléments constructifs sous Alcyone. .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 21: Histogramme N°16 des besoins en chauffage (source : auteur). .... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 23: Histogramme N°18 de comparaison des besoins énergétiques (source : auteur).  
..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 22: Histogramme N°17 des besoins en climatisation (source : auteur).. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 24: Histogramme N°19 de comparaison des besoins énergétique/An (source : auteur).  
..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 25: Label énergétique  
N°03.....**Er**  
**reur ! Signet non défini.**

# LISTE DES TABLEAUX

---

## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE.

Tableau 1 : Tableau des surfaces habitables. ....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 2: Composition du mur extérieur en maçonnerie. ....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 3: Composition du mur intérieur en maçonnerie.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 4: Composition du plancher. ....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 9: Scenario d'occupation proposé pour la 1 ère zone.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 10: Scenario d'occupation proposé pour la 2 ème zone..	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 11: Scenario d'occupation proposé pour la 3 eme zone...	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 12: Scenario d'occupation proposé pour la 5 eme zone...	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 13: Scenarios de Ventilation Hivernale.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 14: Scenarios de Ventilation Estivale.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 15: Scénarios d'occultation hivernale. ....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 16: Scenarios d'occultation estivale. ....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 17: Scenarios de puissance dissipée (séjour).....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 18: scenarios de puissance dissipée (chambres).....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 19: Scenarios de puissance dissipée (cuisine). ....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 20: Scenarios de puissance dissipée (sanitaire).....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 21: Scenarios de puissance dissipée (Hall). ....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 22: Scenarios de consigne de thermostat en chauffage. ...	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 23: Scenarios de consigne de thermostat en climatisation. ....	Erreur ! Signet non défini.

## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS.

Tableau 1 : Tableau des surfaces habitables. ....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 2: Composition du mur extérieur en maçonnerie. ....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 3: Composition du mur intérieur en maçonnerie.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 4: Composition du plancher. ....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 9: Scenario d'occupation proposé pour la 1 ère zone.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 10: Scenario d'occupation proposé pour la 2 ème zone..	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 11: Scenario d'occupation proposé pour la 3 eme zone...	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 12: Scenario d'occupation proposé pour la 5 eme zone...	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 13: Scenarios de Ventilation Hivernale.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 14: Scenarios de Ventilation Estivale.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 15: Scénarios d'occultation hivernale. ....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 16: Scenarios d'occultation estivale. ....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 17: Scenarios de puissance dissipée (séjour).....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 18: scenarios de puissance dissipée (chambres).....	Erreur ! Signet non défini.

## LISTE DES TABLEAUX

---

<b>Tableau 19:</b> Scenarios de puissance dissipée (cuisine). .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Tableau 20:</b> Scenarios de puissance dissipée (sanitaire). .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Tableau 21:</b> Scenarios de puissance dissipée (Hall). .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Tableau 22:</b> Scenarios de consigne de thermostat en chauffage. ...	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Tableau 23:</b> Scenarios de consigne de thermostat enclimatisation.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

## LISTE DES ACRONYMES

---

**ADEME:** Agence française de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

**APRUE:** Agence pour la promotion de la rationalisation de l'utilisation de l'énergie.

**BBC:** Bâtiment à basse consommation.

**CIME:** Comité sectoriel de maîtrise de l'énergie.

**FNME:** Fond national de maîtrise d'énergie.

**GES:** Gaz à effet de serre.

**HPE:** Haute performance énergétique.

**MEM:** Ministère des énergies et des mines.

**OPGI:** Office de promotion et de gestion immobilière.

**PNME:** Programme national de maîtrise d'énergie.

**THPE:** Très haute performance énergétique.

**DTR :** Document Technique Réglementaire.

## **Résumé :**

Afin de répondre aux besoins en matière de logements, la typologie du logement mono-orienté a été créée, mais sans prendre en considération les exigences du confort thermique dans le cadre du logement mono-orienté situé à Ain Malha, afin d'atteindre cet objectif, on a opté pour la modélisation thermique dynamique de notre cas d'étude à l'aide d'un logiciel **Pléiade+comfie 2.3** et d'après les résultats obtenus le logement mono-orienté sud est le plus favorable mais il reste énergivore, d'où la nécessité du traitement de l'enveloppe extérieure. Afin d'améliorer son efficacité énergétique, des solutions passives ont été proposées et qui ont été vérifiées, à travers une étude statique qui a permis de vérifier la conformité de notre cas d'étude par rapport au DTRC3-2 pour le chauffage et une modélisation thermique dynamique. Suite aux résultats obtenus, on a pu réduire la consommation énergétique jusqu'à 30.5% en intégrant l'isolation, ouvertures performantes et la végétation dans notre logement mono-orienté Sud.

***Mots Clés :** Logement collectif - Confort thermique - Efficacité énergétique - Mono-orientation - Isolation thermique - Maitrise d'énergie - Mur végétal.*

## **Abstract:**

In order to answer housing needs, the typology of single-oriented housing has been created, but without taking consideration the requirements of thermal comfort. The aim of our work is to evaluate the thermal comfort in the context of the mono-oriented housing located in Ain Malha, in order to touch this objective, we opted for the dynamic thermal modeling of our case study Using the software **Pléiades+comfie 2.3** and according to the results obtained housing mono-oriented south is the best, but it remains energy intensive, hence the need for treatment of the outer envelope. To improve its energy efficiency, passive solutions have been proposed and verified through a static study that verified the compliance of our case study with the DTRC3-2 for heating and modeling dynamic thermal. Following the results obtained, was possible to reduce energy consumption by up to 30.5% by integrating insulation, efficient openings and vegetation into our single-oriented South housing.

***Key Words:** Multi-storey building flats - thermal Comfort - Energetic efficiency - Mono-orientation - Ambiance comfort - Bio climatic - Thermal Insulation - Mastery of energy - Green wall.*



### نبذة مختصرة:

من أجل تلبية احتياجات السكن، تم إنشاء تصنيف الإسكان المنحى واحد، ولكن دون النظر في متطلبات الراحة الحرارية. الهدف من عملنا هو تقييم الراحة الحرارية في سياق السكن أحادي المنحى الموجود في عين ملحة، من أجل تحقيق هذا الهدف، اخترنا النموذج الحراري الديناميكية لدراستنا حالة استخدام البرنامج **Pléiade+comfie 2.3** ووفقا للنتائج التي تم الحصول عليها الإسكان أحادي المنحى الجنوب هو الأفضل، لكنه لا يزال مكثفا للطاقة، وبالتالي الحاجة إلى علاج المغلف الخارجي. لتحسين كفاءة الطاقة، تم اقتراح الحلول السلبية والتحقق منها من خلال دراسة ثابتة التي تحققت من الامتثال لدراستنا حالة مع **DTRC3-2** للتدفئة والنمذجة الحرارية الديناميكية. بعد النتائج التي تم الحصول عليها، كان من الممكن للحد من استهلاك الطاقة بنسبة تصل إلى 30.5% من خلال دمج العزل، وفتحات فعالة والغطاء النباتي في منطقتنا جنوب المنحى واحد الإسكان.

الكلمات الرئيسية: بناء طوابق متعددة الطوابق - الراحة الحرارية - كفاءة حيوية - مونو التوجه - أجواء الراحة - المناخ الحيوي - العزل الحراري - إتقان الطاقة - الجدار الأخضر.

## **1- Présentation du Master ARCHIBIO :**

### **1-1-Préambule :**

Pour assurer la qualité de vie des générations futures, la maîtrise du développement durable et des ressources de la planète est devenue indispensable. Son application à l'architecture, à l'urbanisme et à l'aménagement du territoire concerne tous les intervenants : décideurs politiques, maitres d'ouvrage, urbaniste, *architecte*, ingénieurs, paysagiste,... etc.

La prise en compte des enjeux environnementaux ne peut se faire qu'à travers une démarche globale, ce qui implique la nécessité de sensibiliser chaque intervenant aux enjeux du développement durable et aux tendances de l'architecture écologique et bioclimatique.

Pour atteindre les objectifs de la qualité environnementale, la réalisation de bâtiments bioclimatique associe une bonne *intégration au site, économie d'énergie* et emploi de *matériaux sains et renouvelable* ce-ci passe par une bonne connaissance du site afin de faire ressortir les potentialités bioclimatiques liées au climat et au microclimat, sans perdre de vue l'aspect fonctionnel, et l'aspect constructif.

La spécialité proposée permet aux étudiants d'approfondir leurs Connaissances de l'environnement physique (chaleur, éclairage, ventilation, acoustique) et des échanges établis entre un environnement donnée et un site urbain ou un projet architectural afin d'obtenir une conception en harmonie avec le climat.

La formation est complétée par la maîtrise de logiciels permettant la prédétermination du comportement énergétique du bâtiment, ainsi que l'établissement de bilan énergétique permettant l'amélioration des performances énergétique d'un bâtiment existant.

### **1-2-Objectifs pédagogiques:**

Le master ARCHIBIO est un master académique visant la formation d'architectes, la formation vise à la fois une initiation à la recherche scientifique et la formation de professionnels du bâtiment, pour se faire les objectifs se scindent en deux parties complémentaires :

- la méthodologie de recherche : initiation à l'approche méthodologique de recherche problématique; hypothèse, objectifs, vérification, analyse et synthèse des résultats.

- la méthodologie de conception : concevoir un projet en suivant une démarche assurant une qualité environnementale, fonctionnelle et constructive.

# PRESENTATION DU MASTER ARCHIBIO

---

## **1-3-Méthodologie :**

Après avoir construit l'objet de l'étude, formulé la problématique et les hypothèses, Le processus méthodologique peut être regroupé en cinq grandes phases:

1- *Elaboration d'un cadre de référence* dans cette étape il s'agit de recenser les écrits et autres travaux pertinents. Expliquer et justifie les méthodes et les instruments utilisés pour appréhender et collecter les données

2- *Connaissance du milieu physique et des éléments urbains et architecturaux d'interprétation appropriés*: connaissance de l'environnement dans toutes ses dimensions climatiques, urbaine, réglementaire;... pour une meilleur intégration projet.

3- *Dimension humaine, confort et pratiques sociale* : la dimension humaine est indissociable du concept de développement durable, la recherche de la qualité environnementale est une attitude ancestrale visant à établir un équilibre entre l'homme et son environnement, privilégier les espaces de socialisation et de vie en communauté pour renforcer l'identité et la cohésion sociale.

4- *Conception appliquées" projet ponctuel "*: l'objectif est de rapprocher théorie et pratique, une approche centré sur le cheminement du projet, consolidé par un support théorique et scientifique, la finalité recherchée un projet bioclimatique viable d'un point de vue fonctionnel, constructif et énergétique.

5- *Evaluation environnementale et énergétique* : vérification de la conformité du projet aux objectifs environnementaux et énergétique à travers différents outils : référentiel HQE, bilan thermique, bilan thermodynamique, évaluation du confort, thermique, visuel,...etc.

# **CHAPITRE INTRODUCTIF**

## 1. INTRODUCTION:

*« Le logement incontestablement est un moyen indispensable à la production du ménage et sans doute, de sa qualité que dépend en partie l'épanouissement ou l'équilibre de la famille ... »<sup>1</sup>.*

La politique de l'habitat en Algérie est orientée récemment principalement vers la production massive de logements avec l'objectif d'atteindre des résultats d'ordre quantitatif. Cette politique qui donne "peu" de considération aux standards de base, surtout ceux liés à la qualité du bâti, reste confrontée à un certain nombre de problèmes dont la qualité du cadre de vie, du foncier, et des questions techniques de production de logements.<sup>2</sup>

En outre, a-t-il poursuivi, la pénurie numérique du logement a provoqué des risques les plus manifestes dont la stagnation et la régression de la qualité notamment celle liée à l'environnement, l'insatisfaction des habitants et donc un écart important entre la qualité et la réalisation y compris les finitions et la durabilité.

Il a tenu à souligner que la notion "habitat" en Algérie se limitait à des préoccupations liées aux logements. "Or parler de l'habitat c'est aussi développer un discours sur la qualité de vie des citoyens de la ville".<sup>2</sup>

Face à la nécessité d'augmenter le nombre de logements, l'habitat collectif apparaît comme une solution privilégiée, il est l'instrument d'une politique volontariste qui permet la mutualisation du cout du foncier, la densification de la ville et la valorisation des espaces publics et des espaces verts, malheureusement ce dernier n'est pas également construit selon les normes thermique, ce qui peut engendrer des impacts sur l'environnement.

Sur le plan architectural, la conception des logements collectifs est soumise à un nombre d'exigences pour assurer le bien-être des occupants, selon les instructions du ministre de l'habitat surtout le confort des habitants, de la qualité du logement en terme d'amélioration des surfaces habitables, de matériaux et techniques de construction, d'efficacité énergétique, de réseaux d'assainissement, d'électricité, de gaz, d'eau potable mais malheureusement le confort thermique à souvent été négligé par les concepteurs le souci de construire rapidement et en grande quantité.

---

<sup>1</sup> L'université, revue trimestrielle, action et communication du colloque international sur les besoins sociaux, OPU Alger, 1983 p24.

<sup>2</sup><http://portail.cder.dz/spip.php?article4254>

# CHAPITRE INTRODUCTIF

---

Pour conforter la conviction selon laquelle la maîtrise définitive de la crise de logements passe par la diversification de l'offre, le Gouvernement a pris l'engagement de poursuivre la réalisation de différentes formules de logements pour répondre à l'ensemble des candidats éligibles notamment les jeunes, retenant un programme neuf sur la période 2015-2019 de 1,6 millions de logements.<sup>3</sup>

Pour illustrer l'amélioration, « L'amélioration, pour un meilleur confort des habitants, de la qualité du logement en termes de matériaux et techniques de construction, d'efficacité énergétique, de réseaux d'assainissement, d'électricité, de gaz, d'eau potable » ; il est intéressant de rappeler que le parc national de logements a atteint à fin 2014 à 8.325.186 logements. Il atteindra à fin 2019 un nombre de 9.900.000 logements enregistrant une augmentation de 18,9%. Comparativement au parc à fin 2009 évalué à 7.281.121 logements, cette augmentation n'était que de 14,3% entre 2009 et 2014. Parallèlement à cette évolution du parc logements, il est important de souligner que l'indice de confort que représente le taux d'occupation du logement (TOL), est passé de 4,89 personnes par logement à la fin de l'année 2009 à 6 à fin 2014.<sup>3</sup>

Le confort thermique est défini comme un état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son environnement.<sup>4</sup>

« Le confort thermique est un état d'esprit qui exprime une satisfaction de son environnement ; le sujet ne peut pas dire s'il veut avoir plus chaud ou plus froid »<sup>5</sup>

Un bâtiment incluant sa structure, son éclairage, son système de production énergétique, etc., se doit d'offrir les conditions intérieures les plus confortables pour l'être humain. La notion du confort thermique est dès lors étroitement liée à la performance énergétique dans le bâtiment. Cependant, cette notion est difficile à appréhender étant donné son caractère subjectif. Il est en effet hasardeux d'imposer des conditions climatiques strictes en espérant que ces dernières satisfassent tous les occupants du bâtiment. Cela est d'autant plus vrai qu'une ambiance thermique est influencée par une multitude de paramètres auxquels les individus sont plus ou moins sensibles selon le contexte.<sup>5</sup>

Malgré tout, la volonté de satisfaire une majorité de personnes est envisageable. Des méthodes sont ainsi développées pour définir, interpréter et optimiser les ambiances thermiques.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> file:///C:/Users/USER/Downloads/Documents/habitat.pdf

<sup>4</sup> <http://www-energie2.arch.ucl.ac.be/confort/2.1.htm>

<sup>5</sup> Thématique : la planification énergétique sectorielle, fiche technique prisme n°5

# CHAPITRE INTRODUCTIF

---

L'enjeu quand à la résolution de cette problématique est de prévoir le plus précisément possible la sensation thermique dans un bâtiment afin de minimiser les consommations énergétiques indispensables à l'établissement de conditions satisfaisantes.<sup>5</sup>

Quel que soit l'environnement dans lequel il se trouve, l'homme est une machine thermique qui doit maintenir sa température interne la plus constante possible. Ainsi à partir de ces réactions physiologiques perçues puis interprétées de façon subjective en faisant intervenir ses préférences psycho-socio- affectives individuelles, l'homme essaie de limiter l'amplitude des sensations de désagrément en développant des processus de régulation comportement et adaptative.<sup>5</sup>

L'habitat collectif contribue à une consommation énergétique, et la plupart des programmes sont construits sans prendre en considération des mesures d'efficacité énergétique dont elle est devenue l'un des grands enjeux de l'heure, l'efficacité énergétique commence à être prise au sérieux par les pouvoirs public.

« L'efficacité énergétique est rapidement devenu l'un des grand enjeux de notre époque et les bâtiments sont une des composantes majeurs.ils consomment plus d'énergie que tout autre secteur et contribuent donc dans une large mesure au changement climatique » souligne Bjorn Stigson, président du WBCSD (World Business Council for Sustainable Développement, WBBSD).<sup>6</sup>

« Sans mesures immédiates, des milliers de nouveaux bâtiments seront construits sans aucune considération pour l'efficacité énergétique et des millions de bâtiments existants consommant plus d'énergie que nécessaire seront toujours présents en 2050. Agir maintenant implique de réduire leur consommation énergétique et de faire de réel progrès en faveur de la lutte contre le changement climatique ». <sup>6</sup>

« Le marché ne pourra pas à lui seul introduire les changements nécessaires. La plupart des propriétaires et occupants de bâtiments ne sont pas assez informés sur la consommation d'énergie et ne s'en soucient pas suffisamment. Cette inertie est renforcée par les affirmations selon lesquelles les coûts sont trop élevés et les économies trop faibles. C'est pourquoi nous appelons à fournir un effort important, coordonné et mondial. Si nous pouvons faire cela, nous réduirons les émissions de gaz à effet de serre et stimulerons parallèlement la croissance économique ». <sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Efficacité Energétique dans les bâtiments, Transformer le marché, World Business Council for sustainable Développement, rapport international du WBCSD 2009, URL : [c durable info/Efficacité-Energétique -dans -les-Bâtiments-Rapport-International-WBCSD, 1698.html](http://c.durable.info/Efficacité-Energétique -dans -les-Bâtiments-Rapport-International-WBCSD,1698.html)

## 2. PROBLEMATIQUE GENERALE :

On parle de conception bioclimatique lorsque l'architecture du projet est adaptée en fonction des caractéristiques et particularités du lieu d'implantation, afin d'en tirer le bénéfice des avantages et de se prémunir des désavantages et contraintes. L'objectif principal est **d'obtenir le confort thermique recherché de manière la plus naturelle possible** en utilisant les moyens architecturaux, les énergies renouvelable disponible et en utilisant le moins possible les moyens techniques mécanisés et les énergies extérieures au site. Ces stratégies et techniques architecturales cherchent à profiter au maximum du soleil en hiver et de s'en protéger durant l'été. C'est pour cela que l'on parle également d'architecture «solaire» ou «passive».<sup>7</sup>

Le choix d'une démarche de conception bioclimatique favorise les économies d'énergies et permet de réduire les dépenses de chauffage et de climatisation, tout en bénéficiant d'un cadre de vie très agréable.<sup>6</sup>

Donc, à travers cette recherche nous allons essayer de répondre à la préoccupation suivante :

**Comment peut-on améliorer les conditions du confort à l'intérieur des bâtiments en introduisant les concepts de l'architecture bioclimatique ?**

**Avec le besoin d'économie d'énergie comment peut-on assurer le confort thermique dans un logement collectif en Algérie?**

## 3. PROBLEMATIQUE SPECIFIQUE :

« Du fait de la crise aiguë en matière de logements, le législateur favorise « l'habitat de type collectif et semi collectif, particulièrement en milieu urbain ». <sup>8</sup>

Une orientation arbitraire des bâtiments ou le même prototype peut être soumis à diverses orientations avec des façades percées de larges bays vitrées. Sans prendre en considération les quantités d'énergies à consommer. Le confort thermique à l'intérieur de l'habitat collectif (réchauffement excessif en été, bourdonnement de vents froids qui soufflent sur la paroi en hiver) et cela augmente ses déperditions dont le besoin en chauffage sera plus important. Cette façade peut être modérée par le choix d'une bonne orientation et le bon emplacement

---

<sup>7</sup> <http://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>

<sup>8</sup> Article 5 alinéa 2.



# CHAPITRE INTRODUCTIF

---

Afin d'optimiser le confort des occupants tout en préservant le cadre naturel de la construction, de nombreux paramètres sont à prendre en compte. Une attention toute particulière sera portée à l'orientation du bâtiment.<sup>9</sup>

L'objectif est de récupérer au maximum les apports solaires passifs en hiver et de les réduire pour respecter le confort d'été.

Cette règle est très importante car la bonne maîtrise des apports solaires peut représenter un gain gratuit de 15 à 20 % de besoins d'énergie (réduction de la consommation).<sup>10</sup>

Vu que le même prototype se répète dans les bâtiments des divers logements collectifs en Algérie, on constate que la plupart des logements ayant une seule orientation, à travers cette étude nous allons essayer de répondre à la problématique suivante :

**Quel est l'impact de la mono-orientation sur le confort thermique et la consommation énergétique dans un logement collectif ?**

## 4. HYPOTHESE:

Pour répondre aux problématiques posées, nous avons construit l'hypothèse suivante :

- La bonne mono-orientation du bâtiment, permet de garantir *le confort thermique* et réduire la *consommation énergétique*.

## 5. L'OBJECTIF DU TRAVAIL:

L'habitat collectif en Algérie connaît plusieurs problèmes surtout ce qui concerne le confort thermique et la consommation énergétique.

- Notre recherche a pour objectif d'évaluer l'impact de la mono-Orientation sur le confort thermique ainsi que la consommation énergétique.

## 6. METHODOLOGIE DE RECHERCHE:

Notre méthode consiste à faire une étude comparative entre différentes mono-orientations d'un logement collectif choisis et l'évaluer à travers une simulation thermique dynamique. D'où la comparaison des résultats obtenus et choix de la bonne mono-orientation, selon les critères suivants : *Le confort thermique et la consommation énergétique*.

---

<sup>9</sup> Mémoire de magister en architecture. « Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective cas de la nouvelle ville Ali Mendjeli Constantine. Présenté par : Mme Bellara (Née Louafi) Samira (2004-2005).

<sup>10</sup> <http://www.asder.asso.fr/info-energie/eco-batiment/construction-et-renovation/conception-bioclimatique>

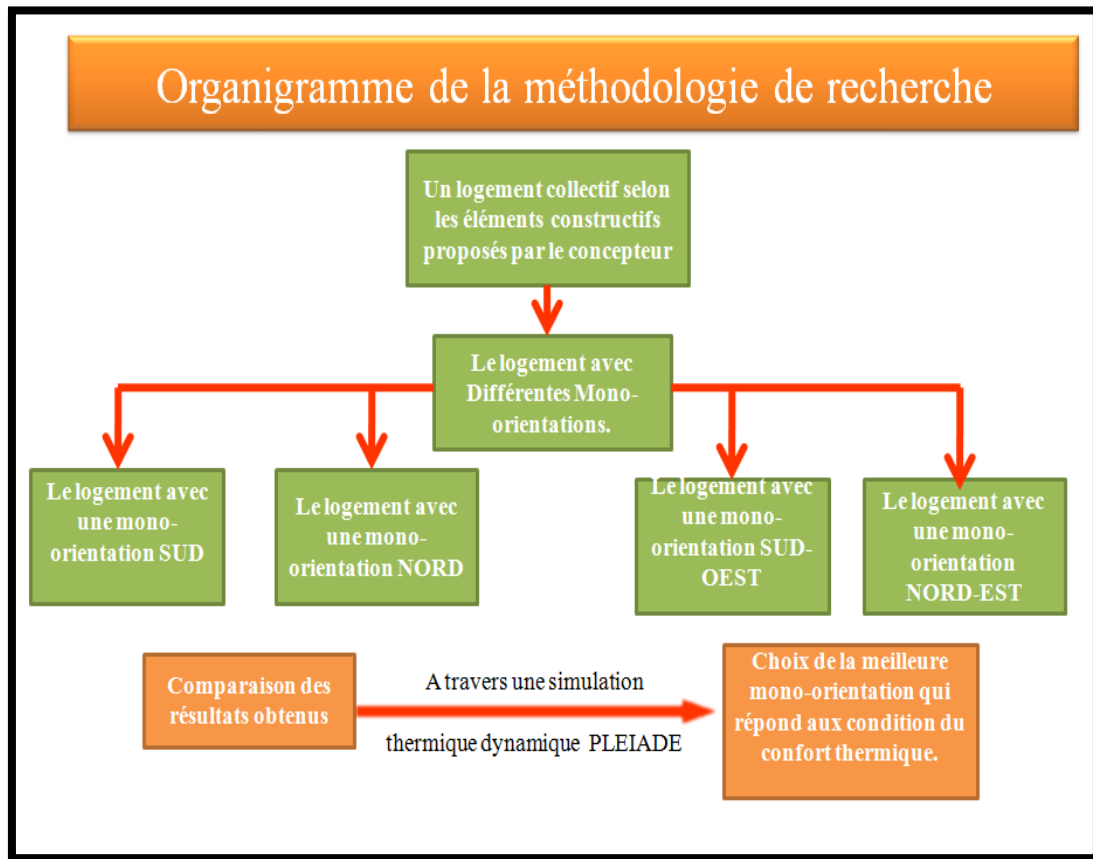


Figure 1: Organigramme d'une méthodologie de recherche (Auteur).

# CHAPITRE INTRODUCTIF

---

# **CHAPITRE I**

## **ETAT DE L'ART**

## I.1 Introduction :

« La réalisation des logements hauts performants énergétiques permettra, selon le ministère de l'habitat, de réduire la consommation d'énergie des ménages de près de 40% »<sup>11</sup>. Pour le premier responsable du secteur « la question énergétique est une priorité de toutes les stratégies économiques et politiques au niveau mondial. L'Algérie a adapté ses textes de loi pour mettre en place tous les moyens et techniques pour une meilleure maîtrise de l'énergie » Mr. Chakib Khalil, l'ex ministre de l'énergie et des mines a indiqué que « Le choix des wilayas tend à cibler l'ensemble des zones climatiques du pays afin de réaliser des variantes de logements bioclimatiques en fonction des conditions de chaque région ». M. Chakib Khalil a précisé que ce programme engageant les deux secteurs de l'habitat et de l'énergie, à travers l'APRUE et les OPGI, « vise à encourager des stratégies conceptuelles passives d'économie d'énergie pour l'habitat ». Il vise à permettre « l'intégration de l'efficacité énergétique que dans le secteur du bâtiment avec pour objectif d'améliorer le confort intérieur des logements, tout en utilisant moins d'énergie ».<sup>11</sup>

## I.2. Principes de base de l'architecture bioclimatique:

La démarche bioclimatique vise à concevoir une architecture à coût énergétique le plus bas possible, mais qui peut assurer **le confort** à ses habitants. Une démarche bioclimatique se développe sur trois axes : **capter la chaleur, la transformer/diffuser et la conserver**. Trouver un équilibre entre ces trois exigences, sans en négliger aucune, c'est suivre une démarche bioclimatique cohérente<sup>12</sup>.

Une maison bioclimatique vise, par sa conception architecturale, à optimiser les ressources du milieu pour en profiter de façon passive. Cela permet de limiter les équipements techniques « actifs », consommateurs d'énergie primaire : les systèmes de chauffage, de transformation de l'énergie solaire en électricité, etc. Les options architecturales diffèrent en fonction du climat, de la latitude, des savoir-faire locaux, des besoins, voire des cultures.

L'autre aspect de l'architecture « bio »-climatique concerne la prise en compte de critères environnementaux dans le choix des procédés de construction et des matériaux.<sup>13</sup>

La conception d'une maison bioclimatique est très importante, il faut veiller en premier lieu à son orientation vis à vis du terrain dont on dispose.

---

<sup>11</sup> La Revue d'Information du Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme N°04, P14.

<sup>12</sup> <http://fr.wikipedia.org/wiki/Architecture-bioclimatique>.

<sup>13</sup> Louise Ranck (2009) maison écologique cas pratique, Paris éditions EYROLLES, p 06 (ISBN 978-2-212-12228-2)

## I.2.1. L'orientation :

L'orientation d'un édifice répond à sa destination : les besoins en lumière naturelle, l'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour chauffer le bâtiment ou, au contraire, la nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffe, l'existence de vents pouvant refroidir le bâtiment en hiver ou le rafraîchir en été, sont autant de paramètres importants dans le choix de l'orientation.

Parfois agréable l'été, le vent est toujours source d'inconfort l'hiver. Par conséquent, protéger les façades des vents froids est toujours souhaitable, voir prioritaire, pour minimiser la consommation de chauffage.

Le soleil intervient pour dispenser lumière et chaleur, une orientation adaptée aux contraintes du bâtiment permet ainsi de réduire les consommations de chauffage et d'éclairage (la figure 1) illustre ce dernier point en comparant les besoins annuels de chauffage d'une habitation selon l'orientation et la proportion de ces vitrages (rapport de la surface vitrée à la surface de la façade). On constate une sensible diminution des besoins de chauffage pour une orientation sud alors qu'ils ne cessent d'augmenter pour une orientation nord. L'écartement progressif des courbes reflète le bilan thermique de la fenêtre : capture de la chaleur au sud, elle devient surface déprédative au nord.

Une projection cylindrique de la course solaire permet de rapprocher orientation et hauteur solaire au fil des saisons l'azimut est donné par les points cardinaux et la hauteur solaire est mesurée par les cercles concentriques. En regard des 8 orientations principales, un pourcentage indique la fraction du rayonnement solaire disponible par rapport au sud, considéré égale à 100%.

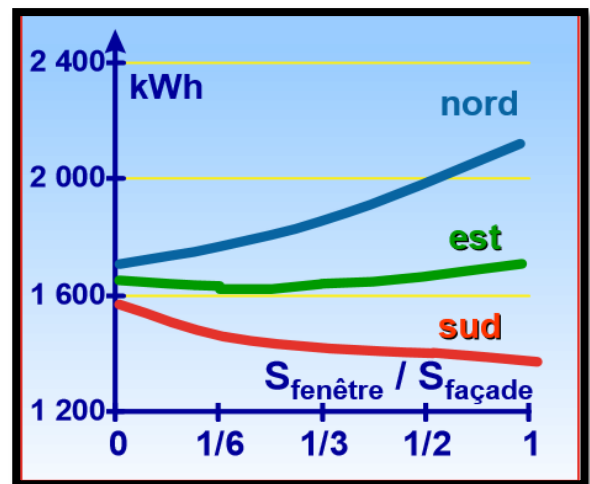


Figure 1: variation des besoins annuels de chauffage d'une habitation en fonction de l'orientation et de la proportion de la surface vitrée<sup>14</sup>

## CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

Les pièces orientées au nord bénéficient toute l'année d'une lumière égale et du rayonnement solaire diffus. Pendant l'été elles peuvent souffrir d'un rayonnement direct au petit matin et en soirée car le soleil est bas et ses rayons provoquent un éblouissement difficile à contrôler.

Les pièces orientées à l'est bénéficient du soleil le matin, mais la lumière est difficile à maîtriser car les rayons sont au bas de l'horizon. L'exposition solaire y est faible en hiver mais, en été elle est supérieure à l'orientation sud, ce qui est peu intéressant.

Les pièces orientées à l'ouest présentent des caractéristiques identiques : possibilité d'inconfort visuel par éblouissement et surexposition en été. De plus en été, ces pièces étant exposées à un rayonnement solaire intense qui s'additionne à la température déjà élevées en fin de journée, il devient difficile de contrôler les surchauffes.

Les pièces orientées au sud bénéficient d'une lumière plus facile à contrôler et d'un ensoleillement maximal en hiver et minimal en été. En effet, en hiver, le soleil bas ( $\pm 17^\circ$ ) pénètre profondément dans la maison tandis qu'en été, la hauteur solaire est plus élevée ( $\pm 60^\circ$ ) et la pénétration du soleil est donc moins profonde. Le sud est l'orientation qui permet le meilleur contrôle passif de l'ensoleillement. Les apports solaires sur une surface verticale (fenêtre) sont également nettement inférieurs au sud car ils sont diminués par un facteur égal au cosinus de l'angle d'incidence.<sup>14</sup>

Dans le cas d'une habitation, les pièces occupées en permanence sont orientées plus ou moins au sud, les chambres sont orientées sud-est pour bénéficier des apports solaires le matin et garder leur fraîcheur en fin de journée, la cuisine sera plutôt située au sud-ouest voir même au nord pour éviter les surchauffes dues à la préparation des plats.

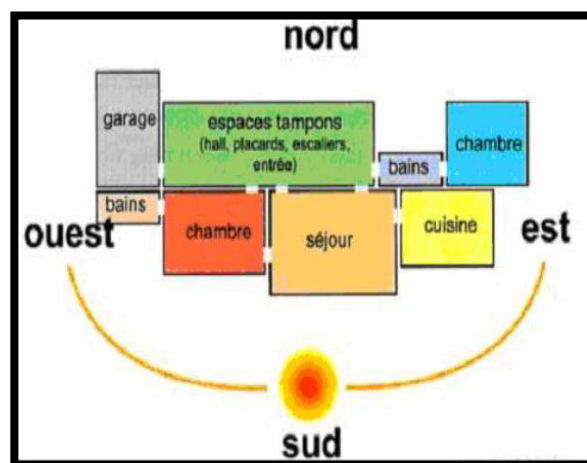


Figure 2: Schéma d'orientation recommandé des espaces

<sup>14</sup> Livre Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique 2005, construire avec le climat les outils architecturaux l'orientation ; p64a. (Alain Liébard et André de Herde )

# CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

---

«Le choix d'une orientation est soumis d'après **Baruch Givoni** à de nombreuses considérations telles que la vue, dans différentes directions, la position du bâtiment par rapport aux voies, la topographie du site, la position des sources de nuisances.»<sup>15</sup>

« Tout immeuble de logements, ou maison individuelle, sera optimisé par rapport à son environnement climatique si le maître d'œuvre a tenu compte des vents amenant le froid et la pluie, de l'orientation des pièces en fonction de leurs usagers pour un meilleur confort thermique et visuel »<sup>16</sup>.

## **I .2.2. Ventilation :**

La ventilation a pour vocation d'évacuer l'air vicié et l'excès d'humidité des logements en le renouvelant par de l'air frais.

Seul le renouvellement permanent et régulier de l'air permet de maintenir et d'éliminer l'humidité grâce à la circulation de l'air dans le bâtiment, en général des locaux secs vers les locaux humides.

Elle est nécessaire pour la santé et le confort:

1-Satisfaction des besoins en O<sub>2</sub>.

2-Evacuation des polluants des odeurs.

3-Régulation hygrométrique pour éviter la condensation et formation des moisissures et des bactéries<sup>17</sup>.

## **I .2.3. Les matériaux adéquats :**

Propriétés et activités thermique des matériaux de façade :

Une fois la forme et l'orientation du bâtiment définies, nous devons réfléchir aux matériaux de façades et comprendre leur interaction avec l'énergie reçue du soleil : comment celle-ci agit, s'emmagasine ? Où placer les ouvertures ? Comment se protéger des déperditions ? ...etc.

L'énergie reçue par le rayonnement solaire sur la façade poursuivra trois destinations différentes. Elle peut-être partiellement réfléchi, partiellement absorbée ou partiellement transmise à travers un matériau.<sup>18</sup>

Il assure le confort des occupants : en captant la chaleur ou en préservant la fraîcheur et en évitant les sensations de « parois froides » et favorise les économies d'énergie.<sup>19</sup>

---

<sup>15</sup> thèse Architecture et développement durable 2012, étude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public : Cas de département d'Architecture de Tizi Ouzou; Mr Mazari M; p38.

<sup>16</sup> Eric Durand-Habitat solaire et maîtrise de l'énergie-Revue système solaire n° 17/18-oct.-nov. 1986 p.10.

<sup>17</sup> Chauffage, isolation ventilation écologique ,les clés pour économiser Pal de Haut, Editeur:Eyrolles.

<sup>18</sup> <http://www.ecologs.org/energie/construction-bioclimatique-concevoir-une-enveloppe-performante.html>

<sup>19</sup> <http://www.asder.asso.fr/info-energie/eco-batiment/construction-et-renovation/conception-bioclimatique>



# CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

Les matériaux utilisés sont respirant (non étanche). Ils assurent la régulation de l'humidité, contribuent au confort en empêchant les problèmes liés à celle-ci (condensation, moisissure, concentration de polluants qui peuvent occasionner rhume à répétition, asthme, allergies...)

Tout en assurant une meilleure régulation thermique.

Les matériaux de gros œuvre doivent conférer aux murs de bonnes qualités d'isolation et d'accumulation de la chaleur pour atténuer les variations de température extérieure au cours de la journée.<sup>20</sup>

## I .2.4. L'isolation :

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.<sup>21</sup>

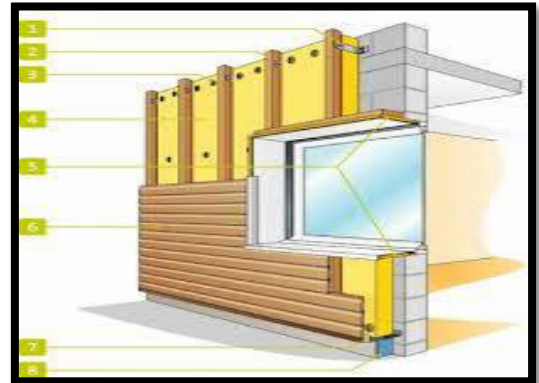


Figure 3: Isolation thermique<sup>22</sup>

Une bonne isolation est le meilleur moyen statique de faire de substantielles économies d'énergie tout en maintenant un bon niveau de confort et une protection efficace contre le bruit.

La première réglementation thermique française, rendant obligatoires les isolations en ce domaine, remonte à 1974, suivantes ont permis de réduire considérablement les dépenses énergétiques des logements.<sup>22</sup>

L'isolation thermique d'une construction est la première clé pour augmenter la performance énergétique de celle-ci. Des études ont prouvé qu'environ 40 % de la consommation d'énergie pour le chauffage.<sup>23</sup>

	sec	hum.		Conductivité thermique des matériaux $\lambda$ en W/m.K
Matériaux isolants	0,028 0,040 0,058 0,065		polyuréthane laine minérale, liège vermiculite perlite	
Bois et dérivés	0,17 0,12	0,19 0,13	feuillus durs résineux	
Maçonneries	0,27 0,54 0,90	0,41 0,75 1,1	briques 700-1000 kg/m <sup>3</sup> briques 1000-1600 kg/m <sup>3</sup> briques 1600-2100 kg/m <sup>3</sup>	
Verre	1,0	1,0		
Béton armé	1,7	2,2		
Pierres naturelles	1,40 2,91	1,69 3,49	tuft, pierre tendre granit, marbres	
Métaux		45 203 384	acier aluminium cuivre	

Figure 4: Conductivité thermique d'un mur<sup>23</sup>

### •Matériaux d'isolation thermique :

Un matériau est généralement considéré comme étant un isolant thermique lorsque la valeur de sa conductivité thermique est inférieure à  $0.065 \text{ W/m}^\circ \text{C}$ .<sup>24</sup>

<sup>21</sup> ADEME (2006) le guide d'éco- construction, Metz

## CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

•**Définition de la conductivité thermique** : Est la quantité de chaleur qui passe en une seconde à travers 1m<sup>2</sup> de surface d'une couche de matériau de 1 mm d'épaisseur, soumise à un gradient de température de 1°C.<sup>24</sup>

•**Types d'isolation** :

**a-Isolation intérieure** :

L'isolation des murs est réalisée côté intérieur. Il s'agit de doublages isolants comportant une couche isolante et un parement intérieur (plaques de plâtre ou briques).

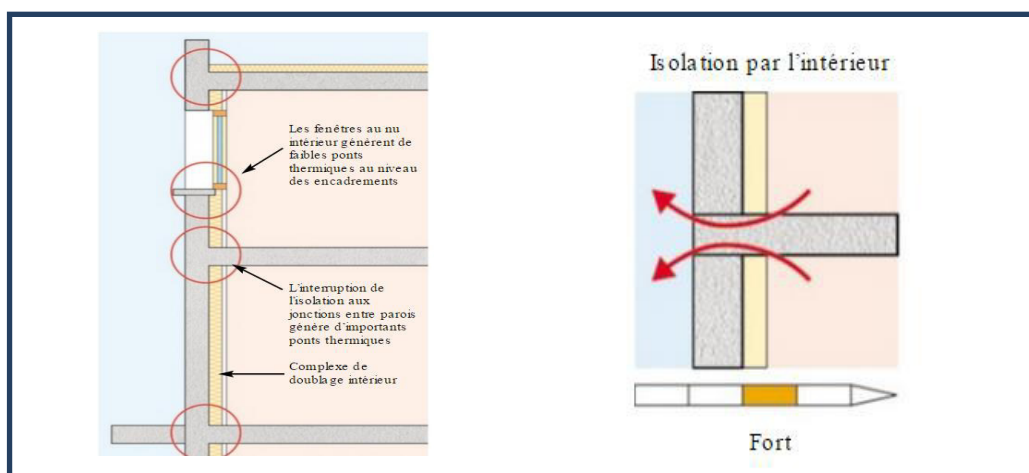


Figure 5: Points singuliers en isolation par l'intérieur.<sup>27</sup>

Ce système d'isolation présente l'avantage d'une mise en œuvre aisée. Il est actuellement le plus répandu. Cependant, le respect des objectifs de la réglementation nécessite le renforcement de l'isolation qui pourrait se traduire par une augmentation de l'épaisseur des isolants et donc par une réduction de la surface habitable. Dans ce cas, l'utilisation de matériaux isolants performants prend tout son intérêt.

En cas d'isolation thermique par l'intérieur de bâtiments neufs, comportant un ou plusieurs planchers intermédiaires lourds, les ponts thermiques générés au niveau des jonctions ne pourront pas être traités par une isolation intérieure.<sup>21</sup>

**b-Isolation extérieure** :

L'isolation des murs est réalisée côté extérieur. Elle est munie d'un parement pour la protéger des sollicitations climatiques.

L'isolation thermique par l'extérieur permet de traiter efficacement les ponts thermiques entre planchers intermédiaires (ou refends) et murs de façade. La réduction des ponts thermiques est proche de 90 %.

<sup>21</sup> Les ponts thermiques dans le bâtiment, mieux les connaître pour mieux les traiter. Editeur: Eyrolles.

# CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

L'isolation thermique par l'extérieur verra sans doute sa part de marché évoluer dans un futur proche.

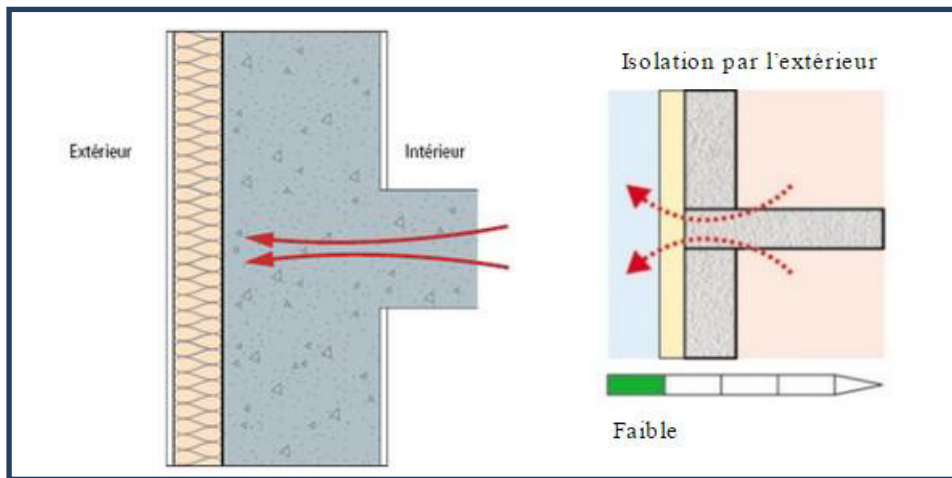


Figure 6: Points singuliers en isolation par l'extérieur.<sup>27</sup>

Les bâtiments qui se prêtent le plus à cette technique d'isolation, sont les bâtiments de plusieurs étages à condition de traiter également les encadrements de baies.<sup>27</sup>

## •La qualité d'un isolant :

- 1-Doit être résistant au feu.
- 2-Resistance mécanique : l'isolation des dalles, des planchers nécessitent des matériaux qui résistent à la compression.
- 3-Etanchéité à l'air : doit résister à la diffusion de la vapeur d'eau.
- 4- Absorption d'eau : un matériau humide perd son pouvoir isolant .les isolants en contact avec l'eau
- 5-Stabilité dimensionnelle.
- 6-Prix.
- 7-Disponibilité.<sup>24</sup>

## •Différents type d'isolant :

- 1) Isolant minéral : on peut citer la laine de verre, la laine de roche, verre cellulaire, perlite, argile expansé et la vermiculite.

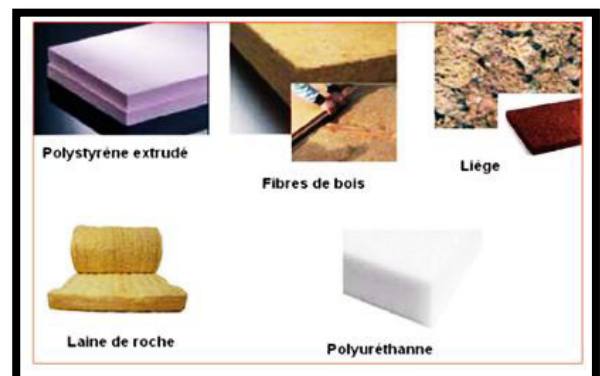


Figure 7: Exemple de matériaux d'isolation<sup>28</sup>

# CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

2) Isolant naturel : liège , fibre de bois , chanvre , fibre de lin , laine de mouton , plume de canard , fibre de coco , roseaux , laine de coton , fibre de coco , laine de coton, ouate de cellulose, paille, torchis toiture végétalisée.

3) Isolant synthétique : polystyrène expansé et la mousse polyuréthane.<sup>23</sup>

4) Isolant écologique : Les isolants, de par leur effet réducteur de la consommation d'énergie participent par définition à la préservation de l'environnement et des ressources naturelles mais pour être vraiment écologique, ils doivent en plus avoir un impact le plus faible possible au cours des phases de production, de mise en œuvre, d'utilisation et de recyclage.<sup>24</sup>

## I.2.5. Solutions d'amélioration des performances thermiques des fenêtres :

- Pose de double-vitrages isolants, séparés de deux feuilles de verre séparées par une lame d'air, l'épaisseur est habituellement égale à (6, 8, et 10), cette épaisseur permet de réduire la valeur du facteur solaire. Cette solution est efficace sur le plan thermique et acoustique.

- On peut remplacer l'air par un gaz moins conducteur comme l'argon.<sup>24</sup>



Figure 8: Coupe d'un profil en PVC pour un double vitrage<sup>29</sup>

## I.2.6. Façades végétalisées :

« Les plantes n'ont pas besoin du sol (support mécanique). Seul l'eau, la lumière et les éléments nutritifs sont indispensables ». Inventeur: Patrick Blanc – Botaniste au CNRS.<sup>22</sup>

“Le « mur vert » ou « mur végétalisé » ou encore le « jardin vertical » sont des termes utilisés pour décrire toute forme de végétalisation verticale les motivations qui ont mené à leur invention ou à leur restauration sont diverses : souci esthétique, isolation, protection du bâtiment, ect. A l'image de ces différentes motivations, les formes de végétalisation sont nombreuses et diversifiées.<sup>23</sup>

### •Avantages du mur végétalisé extérieur

Un rapport d'Arup « bureau d'études et de conseil en ingénierie britannique spécialisé dans la construction » s'est intéressé aux bénéfices des murs végétaux, qui sont nombreux :

- les plantes vertes absorbent du dioxyde de carbone et relâchent du dioxygène grâce à la photosynthèse.

<sup>22</sup>[https://www.confederatiebouw.be/Portals/19/Cellule%20Energie%20Environnement/2.%20Plant%20Design%20-pr%C3%A9sentation\\_Confederation%20Batiment\[1\].pdf](https://www.confederatiebouw.be/Portals/19/Cellule%20Energie%20Environnement/2.%20Plant%20Design%20-pr%C3%A9sentation_Confederation%20Batiment[1].pdf)

<sup>23</sup> Anne- marie Bernier, 2011, Livre les plantes grimpantes une solution rafraichissantes, p12.

# CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

---

- les plantes aident à dépolluer l'air : l'étude d'Arup montre que, entre deux immeubles recouverts de plantes, les polluants de l'air peuvent être réduits de 20 %.
- les immeubles végétaux limitent la chaleur urbaine. Ainsi, dans une ville comme Hong Kong, des bâtiments verts pourraient réduire les températures de 10 °C De manière générale, les murs végétalisés permettent de réduire les températures intérieures en été.
- les murs végétaux apportent une protection contre le bruit.
- les murs végétalisés favorisent le drainage de l'eau : les plantes ralentissent l'arrivée de l'eau sur le sol.<sup>24</sup>

## •Effet thermique des murs végétaux :

Plusieurs études ont soulignées l'effet des murs végétaux sur les températures de surface des bâtiments qu'ils recouvrent. Elles démontrent qu'ils ont tendance à les diminuer par rapport à une façade témoin, vierge de toute végétalisation.<sup>25</sup>

Il a également été relevé que plusieurs paramètres influençaient le gain d'énergie observé. Ils sont regroupés autour de trois mécanismes fondamentaux:<sup>26</sup>

- l'interception des rayons solaire par l'effet d'ombre mis en place par la végétation :
  - densité du feuillage (nombre de couches).
  - répartition homogène du feuillage sur l'ensemble de la surface porteuse.
- l'isolation thermique fournie par la végétation et le substrat :
  - densité du feuillage (nombre de couches).
  - mouvement d'air dans l'espace intermédiaire.
  - effet de barrière contre le vent.
  - substrat : épaisseur, densité et humidité.
- la variation de l'effet du vent sur les façades du bâtiment :
  - Orientation de la façade.
  - Direction et vitesse du vent.
  - Densité du feuillage (nombre de couches).

---

<sup>24</sup> Le journal : Futura santé (Marie-Céline Jacquier) <http://www.futura-sciences.com/maison/questions-reponses/batiment-construire-mur-vegetal-exterieur-faire-avantages-6996/>

<sup>25</sup> Sternberg T., Viles H., Cathersides A., "Evaluating the role of ivy (*Hedera helix*) in moderating wall surface microclimates and contributing to the bioprotection of historic buildings" *Building and Environment*, N°46, pp293-297, 2011

<sup>26</sup> Hien Wong N., Yong Kwang Tan A., Chen Y. and al, "Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls", *Building and Environment*, N°45, pp663-672, 2011

# CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

## •Types de murs végétalisés :

Il existe deux types de murs végétalisés assez différents l'un de l'autre du point de vue de la mise en œuvre et de la nature des végétaux utilisés : les murs simples (extensifs) et les murs complexes (Intensifs).

**a• Les murs simples (extensifs) :** Les murs simples (figure 9), le plus généralement extensifs utilisent des végétaux grimpants de type lierre qui viennent « envahir » le mur. Il faut donc souvent attendre plusieurs années avant d'obtenir le résultat souhaité.

Les murs extensifs permettent de laisser place au développement naturel des plantes et nécessitent une intervention humaine réduite. Ce type de mur doit être colonisé à l'aide de plantes grimpantes et nécessite donc de la patience quant au résultat final.

Comme montré sur ce schéma (figure 10), ce type de mur peut être mis en place de la façon suivante, le mur est utilisé comme élément porteur sur lequel est placée une isolation extérieure. Puis, une structure de soutien est fixée dans laquelle se situera une lame d'air permettant d'éviter le contact direct entre l'isolation et la végétation. Les végétaux plantés à la base du mur vont croître de leur propre chef. Cette armature peut exister en bois, avec une durée de vie d'environ 25 ans, ou alors en métal, avec une durée de vie plus longue, mais qui capte plus facilement la chaleur et dessèche les végétaux<sup>34</sup>.

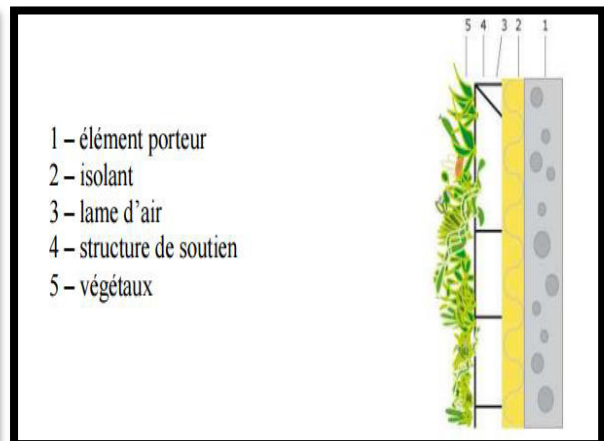
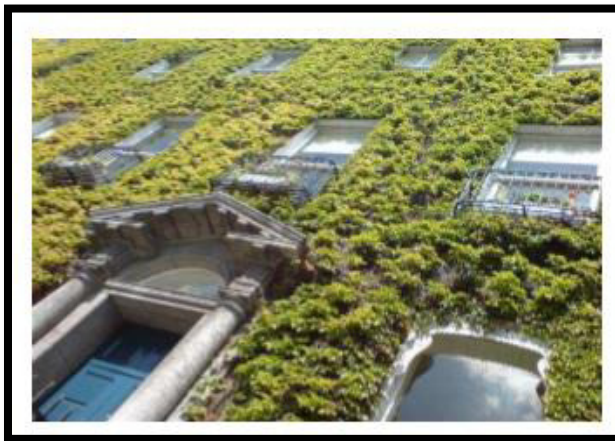


Figure 9: schéma de principe d'un mur végétal simple<sup>34</sup>

Figure 10: mur simple de lierre<sup>34</sup>

**b. Les murs complexes (intensifs) :** Les murs complexes (figure 11), réclamant généralement un entretien intensif sont techniquement les plus travaillés en termes de conception. En fait, il existe plusieurs procédés de mise en œuvre. Plusieurs constructeurs se disputent le marché et proposent différents procédés de construction. Mais globalement, le principe reste le même : un système d'armature<sup>34</sup> est fixé sur le mur laissant une lame d'air entre celui-ci et le mur (figure 12). Ces armatures permettent de placer un substrat dans la structure pour accueillir les plantes.



# CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

Généralement, les concepteurs de murs végétaux complexes ont recours à des substrats d'origine organique allégés (billes d'argile expansée, polystyrène, etc...). Ils y insèrent également éléments à forte capacité de rétention en eau (hydro-rétenteurs, sphaigne, tourbe, etc...).

Contrairement de permettre l'apport hydrique suffisant pour le développement des plantes, permet d'apporter les aux murs simples, le mur complexe nécessite un système de ferti-irrigation qui, en plus éléments nutritifs nécessaires à leur croissance. Les substrats utilisés dans les murs complexes doivent être alors régulièrement irrigués d'un courant de solution qui apporte les sels minéraux et nutriments essentiels à la plante<sup>34</sup>.

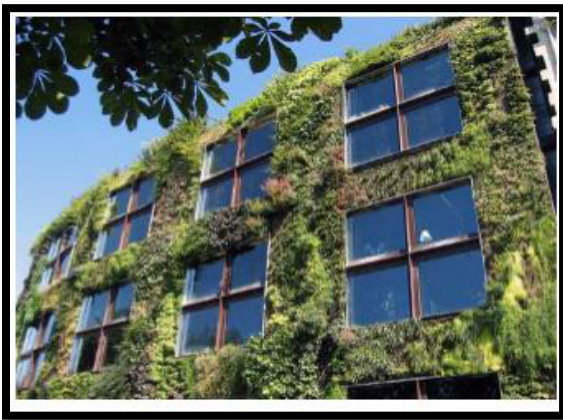


Figure 11: Mur Végétal Complexe de Patrick Blanc<sup>34</sup>

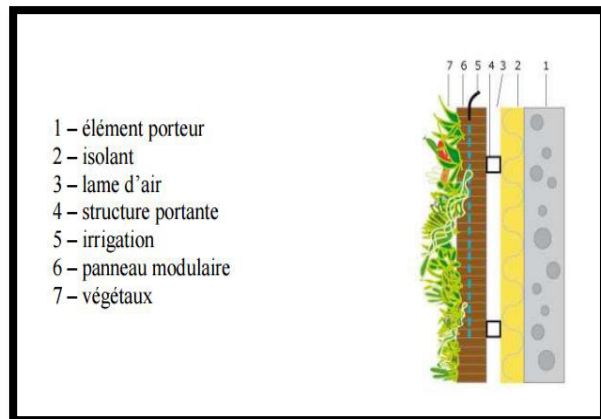


Figure 12 : Schéma de principe d'un mur végétal complexe<sup>34</sup>.

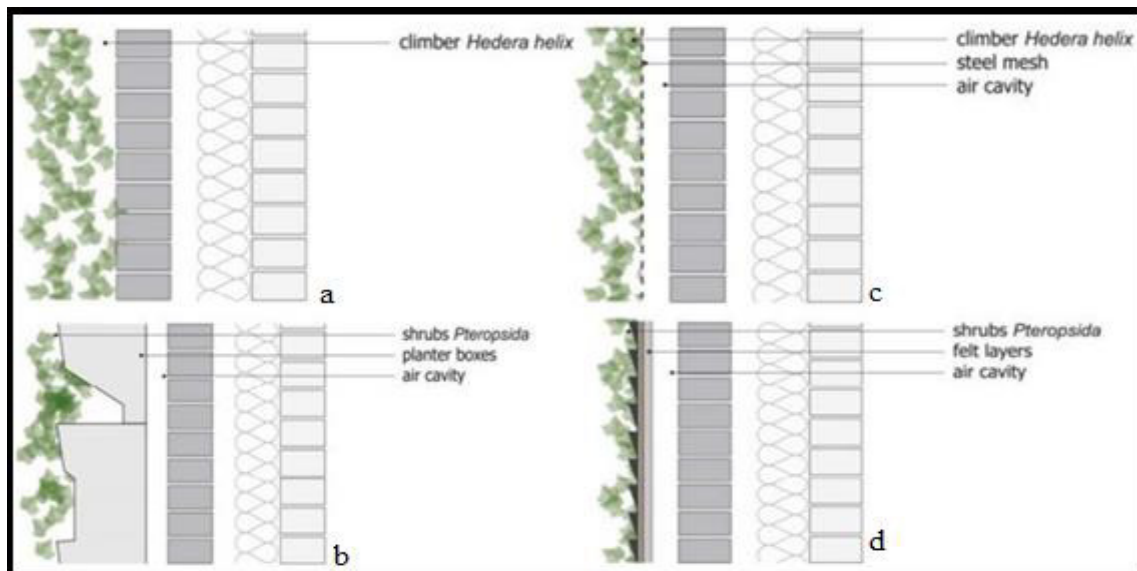


Figure 13: Quatre types différents de façades végétalisées : (a) végétalisation directe ; (b) végétalisation indirecte ; (c) système de mur vivant avec modules de plantation ; (d) système de mur vivant avec une couche feutre hydroponique.<sup>27</sup>

<sup>27</sup> Ottelé et al. 2011.

## CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

---

**I.3. L'éco-construction:** est la création, la restauration, la rénovation ou la réhabilitation d'un bâtiment pour le doter des technologies lui permettant de respecter, en premier lieu, l'environnement. Pour cela, il est nécessaire que l'ensemble des étapes : conception, construction, fonctionnement (chauffage, consommation d'énergie, déchets, eau, ...) et déconstruction soient pensées en respectant cahier des charges rigoureux<sup>28</sup>.

**I.4. Bâtiment Basse consommation :** Le concept de bâtiment basse consommation (BBC) met l'accent sur les économies d'énergie et l'aspect thermique. Selon certains, le plus important est de commencer par améliorer l'enveloppe du bâtiment pour limiter les déperditions thermiques. Cette démarche est depuis peu référenciée sous la forme d'un label dénommé « BBC-Effinergie », qui atteste d'une consommation de 50 kWh/ m<sup>2</sup>/an d'énergie primaire (avec des variantes selon la zone climatique et l'altitude).

D'après l'association Effinergie, ces objectifs peuvent être atteints sans difficulté et à des coûts raisonnables avec des techniques et des matériaux actuels éprouvés.<sup>13</sup>

**I.4.1. La maison passive :** Vu l'objectif ambitieux fixé par le Grenelle de l'environnement d'avoir un tiers des bâtiments neufs à basse consommation, la maison passive est un concept d'actualité, venu d'Allemagne. Elle est souvent définie par sa performance énergétique, Selon le site Internet Lamaisonpassive.fr, « au-dessous de cette valeur, une maison n'a plus besoin d'avoir de système de chauffage indépendant : les apports du soleil et ceux des habitants suffisent à maintenir une température agréable toute l'année ». Mais, selon le professeur Wolfgang Feist, de l'institut Passivhaus de Darmstadt en Allemagne, la maison passive est bien plus que cela : c'est un « concept global pour un confort élevé dans lequel le bien-être thermique est réalisé uniquement par le réchauffement ou le refroidissement de l'air entrant nécessaire pour que la qualité de l'air soit respectée, sans qu'une aération supplémentaire soit nécessaire ». Pour atteindre cette performance, une très bonne isolation n'est pas suffisante Il faut la combiner avec une conception architecturale adaptée : orientation du bâtiment au sud pour bénéficier d'apports solaires passifs, et compacité du bâtiment pour limiter les surfaces de façades et donc les pertes thermiques. Une excellente étanchéité à l'air est également indispensable, ainsi que la suppression des ponts thermiques. Les fenêtres doit être de triple vitrage haute performance (argon et faiblement émissif) et un cadre isolé ; elles doivent être bien orientées<sup>14</sup>.

---

<sup>28</sup> <http://www.ecoconstruction-seineaval.com/lepole/pole-d-excellence-regional/>



# CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

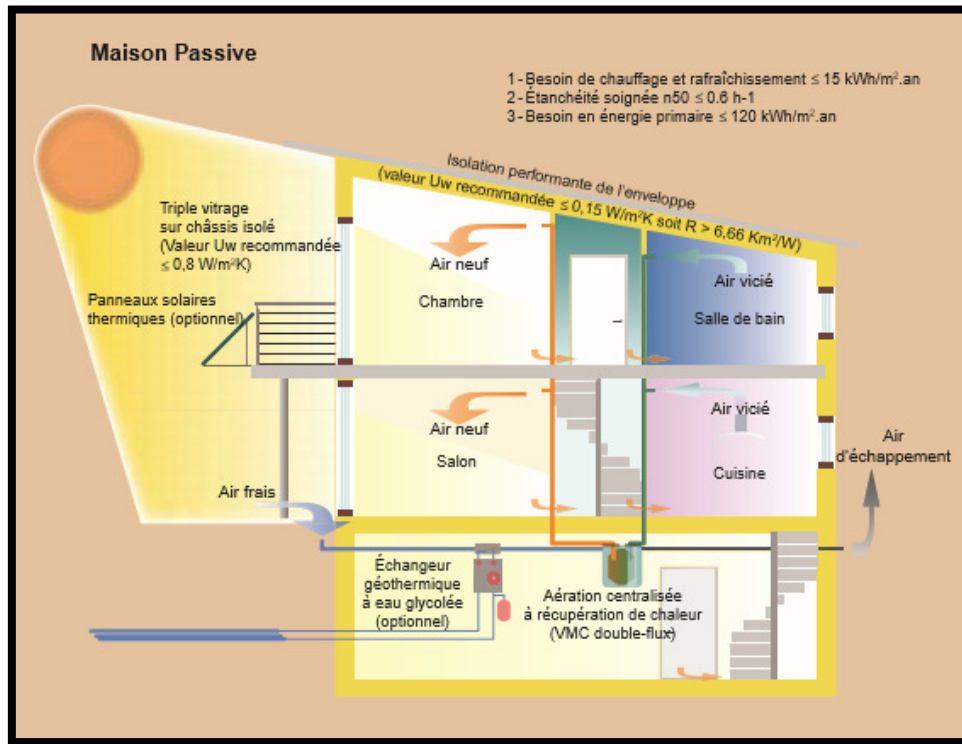


Figure 14: Maison passive<sup>13</sup>.

## I.4.2. Le diagnostic de performance énergétique (DPE) :

Renseigne sur la performance énergétique d'un logement ou d'un bâtiment, en évaluant sa consommation d'énergie et son impact en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Il s'inscrit dans le cadre de la politique énergétique définie au niveau européen afin de réduire la consommation d'énergie des bâtiments et de limiter les émissions de gaz à effet de serre.<sup>29</sup>

Le DPE décrit le bâtiment ou le logement (surface, orientation, murs, fenêtres, matériaux, etc.), ainsi que ses équipements de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, de refroidissement et de ventilation.

Il indique, suivant les cas, soit la quantité d'énergie effectivement consommée (sur la base de factures), soit la consommation d'énergie estimée pour une utilisation standardisée du bâtiment ou du logement. Le classement énergétique d'un appartement ou d'une maison est présenté sous la forme d'une lettre, qui va de A (bâtiment économe en énergie) à G (bâtiment gourmand en énergie).<sup>30</sup>

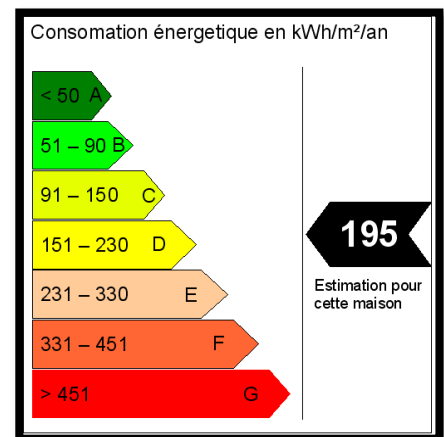


Figure 15: l'étiquette énergie pour connaître la consommation d'énergie primaire<sup>37</sup>

<sup>29</sup> <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/diagnostic-performance-energetique-dpe>

<sup>30</sup> <https://www.lisolation.fr/comprendre-classe-energie-maison-appartement>

### **I.5. La politique énergétique en Algérie :**

La politique algérienne en terme d'efficacité énergétique, essentiellement dans le secteur du bâtiment se traduit par les actions de quelques entités : l'APRUE soutenu par son bras financier le Fonds National pour la Maîtrise de l'Energie (FNME) et le Programme National de Maîtrise de l'Energie (PNME). A cela il faudra ajouter la collaboration des centres de recherches liés au domaine des bâtiments comme le centre du développement des énergies renouvelables (CDER) et le Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment (CNERIB) et bien évidemment le ministère de l'Energie et des Mines. Il s'agit de voir dans le détail l'état des lieux de ces politiques et éventuellement le suivi et les prémices de résultat où le cas contraire les obstacles qui entravent leurs exécutions.

L'Algérie est un grand pays exportateur de pétrole et de gaz, a vu sa politique énergétique changé après le premier choc pétrolier, ainsi la diminution des cours du pétrole a vidé les caisses de l'état et par la même ses capacités à financer l'économie du pays. La politique énergétique algérienne, repose aujourd'hui sur quatre axes , une agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie ; un cadre réglementaire assuré par la loi de 1999 ; un fonds national pour la maîtrise de l'énergie et des mesures d'incitations et d'accompagnement.

Le PNME constitue le cadre d'exercice de la politique algérienne d'efficacité énergétique, puisqu'il définit ses objectifs et les moyens de sa mise en œuvre sur la base d'études de perspectives énergétiques et de données socioéconomiques. Le programme se décline sous forme d'un plan d'action qui s'intéresse à l'ensemble des secteurs de consommation, notamment celui du bâtiment.

Aussi, pour assurer l'animation et la coordination de la politique de maîtrise de l'énergie, l'Algérie met en place en 2004 le Comité intersectoriel de la maîtrise de l'énergie. Ce Comité a notamment pour mission d'organiser la concertation et le développement des partenariats public privé.

Dans les années 1990, l'Algérie développe plusieurs dispositifs réglementaires quant à l'efficacité énergétique dans l'habitat. Suite à une réflexion sur la consommation des logements neufs initiée en 1995, le ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme met en place des documents techniques réglementaires (DTR) en 1997. Ceux-ci déterminent notamment les valeurs de référence relatives aux déperditions et aux apports calorifiques concernant les bâtiments neufs à usage d'habitation et tertiaire, les méthodes de calcul des déperditions et des apports calorifiques, les valeurs limitées pour le climat intérieur des locaux, il détermine aussi

# CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

---

les zones climatiques. Ces DTR ont par la suite été approuvés par le ministère de l'Énergie et des Mines, et ils ont fait l'objet, en 2000, d'un décret portant sur la réglementation thermique dans les bâtiments neufs en application à la loi relative à la maîtrise de l'énergie adoptée le 28 juillet 1999.

Outre les normes et exigences d'efficacité énergétique portant sur l'isolation thermique dans les bâtiments neufs, la loi sur la maîtrise de l'énergie introduit des normes de performance énergétique des appareils fonctionnant à l'électricité, au gaz et aux produits pétroliers. Cette loi prévoit également le financement des actions relatives à la maîtrise de l'énergie par la mise en place d'un Fonds national, qui permettra notamment de mettre en œuvre les différentes mesures incitatives financières prévues par cette même loi.

Le FNME est alimenté par des taxes sur la consommation énergétique (électricité et gaz) prélevées auprès des gros consommateurs (hors PME et ménages), et peut être abondé par des fonds internationaux<sup>31</sup>.

L'APRUE dispose d'un certain nombre de programmes et d'initiative visant la maîtrise de l'énergie dans le secteur du bâtiment :

## **I -5-1) Le programme ECO-BAT.**

Le programme prévoit l'amélioration du confort thermique dans les logements et la réduction de la consommation énergétique pour le chauffage et la climatisation par :

- La mobilisation des acteurs du bâtiment autour de la problématique de l'efficacité énergétique.
- La réalisation d'une action démonstrative, preuve de la faisabilité des projets à haute performance énergétique en Algérie.
- La provocation d'un effet d'entraînement des pratiques de prise en considération des aspects de maîtrise de l'énergie dans la conception architecturale.<sup>39</sup>

## **Stratégie de conception adoptée pour le projet Eco -Bat:**

-Limitation des déperditions thermiques.

-Orientation et conception adéquates des façades.

-Emploi des stratégies conceptuels et de matériaux adéquats.<sup>25</sup>

## **I -5-2) Financement de la maîtrise de l'énergie**

Le FNME est l'instrument public spécifique d'incitation de la politique de maîtrise de l'énergie. Il a pour objet de contribuer à l'impulsion et au développement, à terme, d'un marché de la maîtrise de l'énergie à travers, des mesures financières.

---

<sup>31</sup> Boutaouna Ryma, Master génie mécanique (évaluation et préparation d'amélioration du confort thermique dans un projet d'habitat collectif situé à Alger).

## CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

---

### •Programme Triennal d'efficacité énergétique «2011-2013» :

Le programme Triennal d'efficacité énergétique « 2011-2013 » émane lui-même du programme national des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique, adopté par le Conseil des Ministres en février 2011.

Le programme d'efficacité énergétique, obéit à la volonté de l'Algérie de favoriser une utilisation plus responsable de l'énergie et d'explorer toutes les voies concourant à la préservation des ressources et la systématisation d'une consommation utile et optimale (APRUE, 2011).

En Algérie, le secteur du bâtiment est le secteur le plus énergivore. Sa consommation représente plus de 42% de la consommation finale.<sup>39</sup>

### •La coopération internationale :

La coopération internationale revêt une importance particulière pour l'Agence, notamment en termes d'expérience pour l'élaboration et le pilotage des programmes de maîtrise de l'énergie, de mise à disposition de l'expertise internationale et de transfert de savoir-faire aux cadres-ingénieurs de l'APRUE.

A travers les actions inscrites au titre de la coopération internationale, l'APRUE se charge de la promotion et de la politique algérienne de maîtrise de l'énergie au niveau international et du marché algérien de la maîtrise de l'énergie.

L'APRUE a développé un tissu de relations, tant dans le cadre bilatéral que multilatéral (APRUE, 2011).<sup>39</sup>

### •MED-ENEC :

L'efficacité énergétique dans le secteur de la construction dans les pays méditerranéens MED-ENEC est un projet méditerranéen financé par l'union Européenne. Il a pour objectif :

- ✓ Donner une impulsion aux mesures d'efficacité énergétique et d'énergie solaire dans le secteur de la construction.
- ✓ Sensibiliser et informer les décideurs des pays bénéficiaires sur les procédés de construction soucieux des économies d'énergie et sur les technologies des équipements efficaces.
- ✓ Proposer des solutions rentables soucieuses de l'impact sur l'environnement.<sup>39</sup>

### •Coopération APRUE- MED-ENEC II Project :

Formation d'auditeurs énergétiques dans le bâtiment en collaboration avec le **MED-ENEC Project** et le Département de l'Energie de la Ligue Arabe, l'APRUE a organisé une formation de consultants algériens pour la réalisation d'audits énergétiques dans le secteur du bâtiment, et ce du 29 Janvier au 02 Février 2012,

## CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

---

Le but de cette formation était de qualifier ces consultants capables de réaliser des audits énergétiques détaillés dans le secteur du bâtiment et d'établir un programme de travail adéquat pour leur réalisation.<sup>39</sup>

### •Les 80 logements HPE d'Ain Romana à Blida :

Parmi les opérations résidentielles mises en place pour réduire la consommation énergétique, figurent les logements HPE dont la consommation en énergie primaire est inférieure de 10% à la référence. L'Algérie étant un pays qui se base économiquement sur les énergies fossiles a lancé, en 1990, un programme national qui vise la maîtrise d'énergie, et pour son secteur résidentiel en 2011, le programme ECO-BAT

La rentabilité économique est une autre notion utilisée dans le domaine du bâtiment pour mesurer la performance de ce dernier. Elle constitue le rapport entre l'investissement initial d'une construction et les gains qui peuvent être générés sur le long terme. La rentabilité des actions de maîtrise d'énergie n'est pas exclusivement économique. Elle concerne plusieurs autres aspects : énergétique, confort thermique, bien être...etc.

Après une étude comparative du coût global élémentaire des deux opérations de constructions (80 logements HPE et 300 logements LPL à Blida qui a été faite par l'architecte Nour El Houda BABA SLIMANE a démontré que les 80 logements HPE coûtent certes plus chers en coût global élémentaire d'environ 40% que 80 logements du projet des 300 logements LPL. Cependant, la rentabilité se ressent sur les courts, moyen et long termes La différence revient au prix élevé des dispositifs techniques tels que l'isolation et le double vitrage, qui sont mis en place dans les logements à haute performance énergétique, Ces mêmes logements HPE vont avoir rarement recours à des opérations de remplacements des appareils de chauffage et de climatisation puisque leur durée de vie sera plus longue grâce à la demande modérée de leur utilisation

Assurer le confort thermique d'un logement permet donc d'augmenter la rentabilité économique et énergétique au cours de toutes les phases de vie du bâtiment. Cette recherche a démontré que grâce au projet ECO-BAT, non seulement APRUE pourra gagner sur le volet énergétique et économique, mais cette expérience aura des retombés positifs sur l'environnement.<sup>32</sup>

---

<sup>32</sup> Nour El Houda BABA SLIMANE (2016), intitulé : Master Evaluation de la rentabilité économique des actions de maîtrise d'énergie dans le secteur résidentiel en Algérie. Cas des 80 logements HPE

## I.6. Les mémoires et les articles scientifiques consultés :

### I.6.1. Les mémoires :

D'après l'étude qui a été faite par (M.A Boukali Hacene et N.E Chabane,2009) une maison écologique est d'environ **15% plus chère** à l'investissement qu'une maison conventionnelle. Construire écologiquement est donc une opération rentable qui est plus, une question de choix que de moyens, et qui rentre dans le cadre du développement durable.<sup>33</sup>



Figure 16: Maison écologique  
Vue sud et sud-est

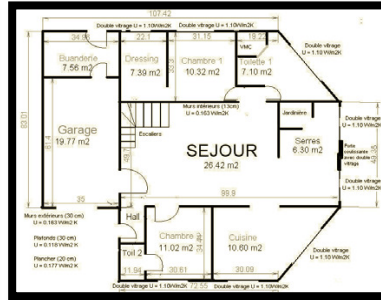


Figure 17: plan RDC

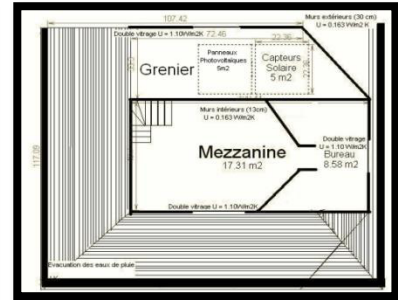


Figure 18: plan Etagé

La maison est d'une superficie d'assiette de 150 m<sup>2</sup> conçue en R+1 étage. Le rez-de chaussée comporte un hall, un garage, un séjour, deux salles de bain, deux chambres, une cuisine une buanderie et un dressing. A l'étage, il y a un bureau, un grenier, ainsi qu'une mezzanine, les pièces. Les superficies de ces espaces sont représentées sur les figures 1, 2 et 3.

L'architecture et la disposition de la maison lui permettent de mieux capter le rayonnement solaire, puisque les pièces à vivre sont orientées au sud est et au sud ouest, ce principe de l'architecture bioclimatique est exigé pour la conception écologique.

L'équipe des architectes ont choisi le bois comme matériau de conception, pour ses différentes caractéristiques avantageuses: puisque le bois a une faible inertie thermique, son coût de construction est plus économique, il dégage uniquement du CO<sub>2</sub> atmosphérique, enfin, son coefficient de transmission thermique est assez bas, par rapport à d'autres matériaux écologiques (comme la brique mono-mur), ce qui lui permet d'être considéré comme étant un super isolant.

Ils ont répertorié les différentes déperditions dues au chauffage pour chaque élément de la maison ensuite ils ont calculé le bilan énergétique à travers logiciel K55, Donc ils ont remarqué que la consommation énergétique est due principalement à la ventilation, aux vitrages et qu'aux portes ainsi aux pertes dues au chauffage ensuite ils ont calculé les bilans

<sup>33</sup> Mémoire Conception d'un habitat écologique, durable et économe, utilisant les énergies renouvelables ». Présenté par : M.A Boukali Hacene, N.E. Chabane Sari

## CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

---

énergétiques exacts de la maison, les apports solaires, ainsi que les apports internes ils ont constaté que les apports internes et solaires, contribuent largement à réduire les besoins énergétiques, à la fin ils ont comparé entre une maison écologique et une classique répondant au même descriptif d'architecture, et différents dans les matériaux de constructions, d'isolations(liège ,chanvre ,bois...), et équipements de chauffage et de refroidissement. Notons que l'habitat passif après 15 ans sera rentabilisé.<sup>41</sup>

### **Synthèse :**

- Trouver des matériaux qui ne se contredisent pas beaucoup et qui aide, à réduire les coûts énergétiques dans le temps et à utiliser des énergies renouvelables, telles que la terre ou le soleil.
- Ces maisons demandent un coût plus important lors de la réalisation. De plus, dans le temps, ces bâtiments auront besoin de moins d'énergie pour chauffer, éclairé .....ect.

•Une autre étude à porté sur l'Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective cas de la nouvelle ville Ali Mendjeli Constantine présentée par : Bellara 2005, afin de comparer et de chercher la relation entre les éléments du climat et de l'orientation.

La crise économique a soulevé la problématique de l'économie d'énergie dans toute construction. Pour cela, la prise en considération de l'aspect climatique, dépend du respect des facteurs du site qui peuvent être utile : orientation, ensoleillement, protection contre les intempéries, vents dominants.

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 intérieure et de rechercher l'orientation optimale.<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> Bellara Samira (2004-2005),Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective cas de la nouvelle ville Ali Mendjeli Constantine.



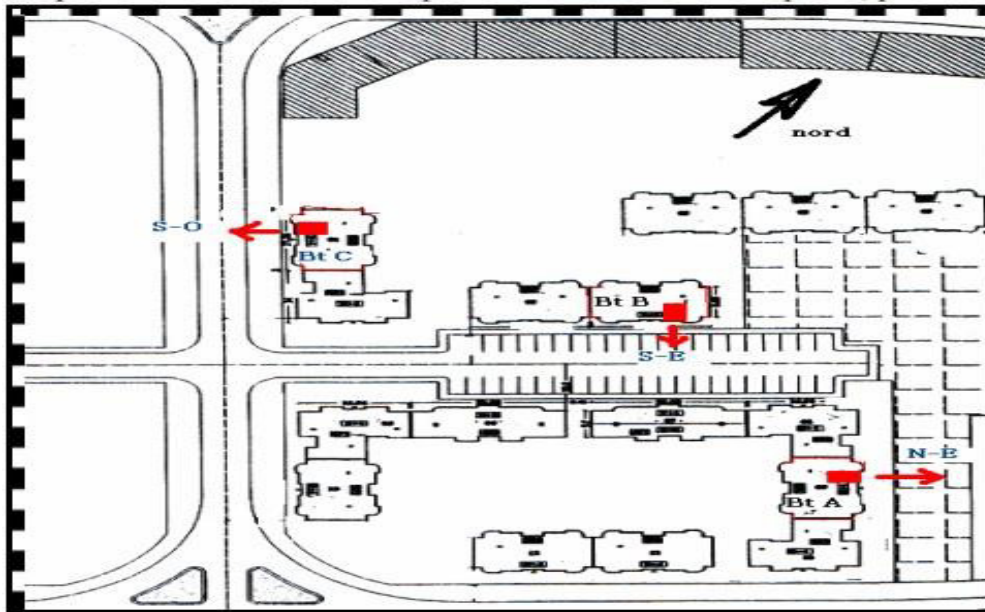


Figure 19: L'orientation des trois séjours.<sup>42</sup>

Les trois bâtiments choisis ont la même conception architecturale.

L'orientation **Nord-est** présente des températures moyennes les plus basses comparativement aux autres orientations. Cette différence s'explique par le degré d'exposition des deux façades. Cependant l'orientation **Sud-ouest** présente des fluctuations dans la température interne qui marque deux périodes distinctes ; ce qui explique l'effet des radiations solaires sur la paroi Sud-ouest qui reçoit une quantité importante de radiations de  $3150\text{w/m}^2$ . La température moyenne intérieure du séjour orienté **Nord-est** reste inférieure à la température moyenne intérieure du séjour orienté **Sud-est** de l'ordre de  $2^\circ\text{C}$  de 8h00 jusqu'à 12h00 ; cela est dû à l'effet des radiations sur les deux orientations, l'effet de la brise du vent qui vient du **Nord-est** et qui participe à cette diminution, cependant la durée de l'ensoleillement est réduite de l'ordre de la moitié par rapport à l'orientation **Sud-est**. Pour la température moyenne interne de la façade **Sud-ouest**, elle reste inférieure à celle des deux autres orientations de l'ordre de  $3^\circ\text{C}$  durant la période matinale qui s'explique par l'absence totale des radiations solaires sur cette façade et par l'effet de la ventilation naturelle. Ce qui rejoint les résultats de B.GIVONI qui confirme que la température intérieure est largement conditionnée par la ventilation naturelle et le degré d'efficacité des protections solaires.

### Synthèse :

Il ressort que l'impact de l'orientation est perceptible dans la création du confort intérieur, et suivant le degré d'exposition de la façade au rayonnement solaire direct qui influence directement sur l'élévation de la température intérieure. Les résultats ont révélé que la radiation solaire directe a participé dans la performance des séjours analysés, le fait est dû à l'inefficacité des protections utilisées et par le manque d'ombrage.



# CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

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.

**La haute performance énergétique (HPE) :** est un ensemble de labels officiels français qui rend compte des performances énergétiques, sanitaires et environnementales d'un bâtiment au niveau de sa conception et de son entretien. Les labels HPE et BBC ne sont pas des marques déposées mais des labels publics. Ils sont décernés aux bâtiments certifiés sur la sécurité, la durabilité et les conditions d'exploitation des installations de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, de climatisation et d'éclairage ou encore sur la qualité globale du bâtiment<sup>36</sup>.

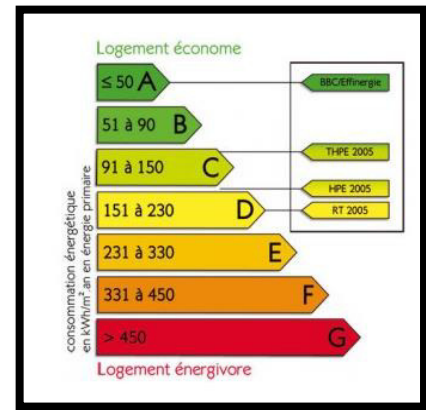


Figure 20: consommation énergétique en Kwh/m².an<sup>43</sup>

- Une recherche a été faite par (Sakki Hania 2016) dont l'objectif est la vérification de l'impact de l'isolation thermique dans les performances énergétiques d'un logement HPE, Cas des 80 logements d'Ain Romana à Blida.

## Présentation du projet :

Les 80 logements HPE se situent à AIN ROMANA plus précisément à BORDJ EL AMIR, dans la ville de BLIDA, l'assiette de l'opération a une superficie de 9200m<sup>2</sup>, les logements sont de type F3 d'une surface de 77 m<sup>2</sup> habitable.

Elle comprend une étude statique qui a permis de vérifier la conformité du logement HPE par rapport au document technique réglementaire (DTR C3-2), une simulation thermique dynamique qui a permis d'étudier le comportement thermique de ce logement HPE et l'intégration des énergies renouvelables afin d'améliorer son efficacité thermique.

Les résultats de l'étude statique ont approuvé la conformité du logement HPE par rapport au DTRC3-2 et les résultats de la modélisation thermique dynamique ont permis de vérifier l'impact de l'isolation sur la consommation énergétique après une comparaison qui a été faite sur ce logement en changeant la constitution des murs constructifs, ce qui prouve le rôle de l'isolation dans la réduction de la consommation énergétique pour le chauffage.

<sup>35</sup> <http://www.projetvert.fr/labels-energetique/label-hpe-thpe/>

<sup>36</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Haute\\_performance\\_%C3%A9nerg%C3%A9tique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Haute_performance_%C3%A9nerg%C3%A9tique).

# CHAPITRE I : ETAT DE L'ART



Figure 21 : les différents plans et photo du projet de logements HPE de Ain Romana<sup>37</sup>

## Synthèse :

D'après les résultats de cette étude l'isolation a un rôle très important dans l'amélioration de l'efficacité énergétique d'un bâtiment et qui peut être optimisée par l'intégration des énergies renouvelables.

## I.6.2. Les articles consultés:

### ❖ Article 01 : Le premier bâtiment passif au monde : Darmstadt-Kranichstein

La 20ème Conférence internationale du Passif ne s'est pas tenue à Darmstadt sans raison. Elle marquait les **25 ans de la création du standard passif et de la construction du bâtiment emblématique de Darmstadt-Kranichstein.**

### Un long travail de maturation

Construit entre 1990 et 1991 à Darmstadt, le premier bâtiment passif est le fruit d'un travail commencé des années plus tôt.



Figure 22: Le premier bâtiment passif au

<sup>37</sup> Sakki Hania (2016): mémoire vérification de l'impact de l'isolation thermique dans les performances énergétiques d'un logement HPE.

## CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

---

C'est au milieu des années 80 que les recherches du professeur Bo Adamson, spécialiste de la construction pour l'université de Lund, en Suède, ont commencé à connaître leur petit succès. Guidées par les pré-requis à la construction en vigueur dans les pays scandinaves (isolation renforcée, éradication des ponts thermiques, ventilation contrôlée, vitrage isolé et étanchéité à l'air), ces recherches prouvent qu'un autre type d'habitat, peu énergivore, est possible. Ces recherches inspirent un certain Wolfgang Feist, à l'époque chercheur pour l'Institut du Logement et de l'Environnement de Darmstadt. Ce dernier étudie la recherche et le développement de maisons à basse énergie en Allemagne. Après plusieurs séjours à l'université de Lund, les travaux de Bo Adamson et Wolfgang Feist connaissent leur apogée en mai 1988 avec la création du concept de Bâtiment Passif. **Le projet a un surcoût d'environ 50%** par rapport à une construction traditionnelle des années 90. En effet, les composants sont à l'époque faits à la main et spécifiquement pour le projet, et donc très coûteux<sup>38</sup>.

### ❖ Article 02 : Efficacité énergétique des logements à haute performance énergétique, 'HPE': Application au site de Béchar « 1 » :

Résumé - L'énergie est l'un des facteurs déterminants communs liés aux problèmes sociaux, environnementaux et économiques, mais elle peut aussi contribuer à leur solution. Parmi les secteurs où les études pourraient être faites en vue de réduire la demande énergétique, est le secteur du bâtiment

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<sup>39</sup>

Présentation du projet de Bechar :

Réalisation de 30 logements HPE à Bechar', une ville située au Sud-Ouest de l'Algérie à 1115 km de la capitale. Les logements sont de type F3 Duplex, Rez-de-Chaussée plus un étage (70 m<sup>2</sup> habitable).

Dans le cadre de cette étude, le logement est considéré passif (sans aucun apport de climatisation et de réchauffement).

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 :

1-L'orientation : afin de minimiser les pertes de chaleur et favoriser les apports solaires pendant la période hivernale.

---

<sup>38</sup> Darmstadt, 25 ans après : toujours vaillant Posté le 16/06/2016 par La Maison Passive La 20e Conférence internationale

<sup>39</sup> Sami-Mécheri, D. Semmar et A. Hamid, Revue des Energies Renouvelables Vol. 15 N°2 (2012) 357– 364, Efficacité énergétique des logements à haute performance énergétique, « HPE » : Application au site de Béchar

# CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

2- L'isolation: une bonne isolation intérieure et même des planchers hauts afin d'avoir une maison passive ; choix de l'isolant ainsi que l'épaisseur qui donne un meilleur rendement au logement étudié.

3-Choix du vitrage: utilisant des fenêtres performantes.

4-Choix des matériaux de construction.



Figure 23: différents plans du projet de Bechar<sup>47</sup>

Une simulation dynamique sous logiciel « Pléiades + Comfie » a permis d'étudier le comportement thermique du bâtiment et d'identifier les besoins en chauffage et en climatisation.

Selon la simulation qui a été faite dans le cadre de l'étude : les besoins en chauffage ont réduit grâce à une bonne isolation du bâtiment, Aussi les besoins estimés par la simulation ont permis la recommandation d'installer un système de climatisation passif, et cela pour garder un confort thermique.

**Synthèse:** on peut garantir le confort pour l'habitant en appliquant les principes de la conception bioclimatique : orientation, isolation, choix des matériaux, et ventilation qui peuvent contribuer à la réduction de la consommation énergétique pour le chauffage.



## CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

### ❖ Article 03 : la maison expérimentale No 3 : installation est située sur le campus du CNRC aux 1200 chemins Montréal à Ottawa.

Les chercheurs peuvent étudier la réponse comparative d'échantillons muraux placés cote à cote et soumis simultanément à des conditions naturelles d'exposition au climat extérieur et à des conditions intérieures de température, d'humidité et de pression d'air contrôlées selon le type d'occupation et l'opération des systèmes mécaniques .

L'installation servira aussi à l'étude de l'interaction entre l'environnement intérieur et l'enveloppe du bâtiment, pour des questions telles que le confort thermique et la qualité de l'air.

Les données recueillies permettront de connaître les similarités et les différences de réponse des trois échantillons identiques afin d'estimer l'effet de l'orientation et de l'emplacement de l'échantillon sur la façade de la maison– un facteur d'importance lorsque des échantillons différents seront mis à l'essai et comparés l'année suivante.



Figure 24: La nouvelle installation d'exposition in-situ des murs de l'IRC <sup>48</sup>

Murs avec des enduits et des membranes novatrices mis au point pour accomplir plusieurs fonctions hygrothermiques selon les périodes de l'année (par exemple les pare vapeurs intelligents), systèmes d'isolants innovateurs qui contribuent non seulement à satisfaire les besoins d'isolation thermique mais aussi d'autres fonctions comme la résistance à la vapeur d'eau et la résistance à l'air , stratégies innovatrices d'installation de fenêtres.<sup>40</sup>

### I.7. Conclusion :

L'état de l'art présenté dans ce chapitre nous a permis de mieux connaître et comprendre notre problématique par rapport aux recherches effectuées et de tirer les recommandations nécessaire et de répondre a nos hypothèses dans un premier temps, et d'évaluer notre cas d'étude, même si qu'il ya peu de recherches thermique qui ont été faite sur l'orientation et particulièrement sur la mono-orientation ce qui nous a poussé à s'intéressé au cas des constructions mono orientés (le cas qui reflète la quantité architecturale des logements algériens).

<sup>40</sup> Darmstadt, 25 ans après : toujours vaillant Posté le 16/06/2016 par La Maison Passive La 20e Conférence internationale

**CHAPITRE II**  
**PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET**  
**METHODOLOGIE**

# CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

## II. Présentation de la ville :

Notre choix s'est porté sur un logement mono orienté situé à AIN NAADJA plus précisément à AIN MALHA, dans la ville d'ALGER, l'assiette du projet a une superficie de 25438.68m<sup>2</sup>, l'emprise au sol est de 6505m<sup>2</sup>.

### II.1. Situation géographique de la ville d'Alger:

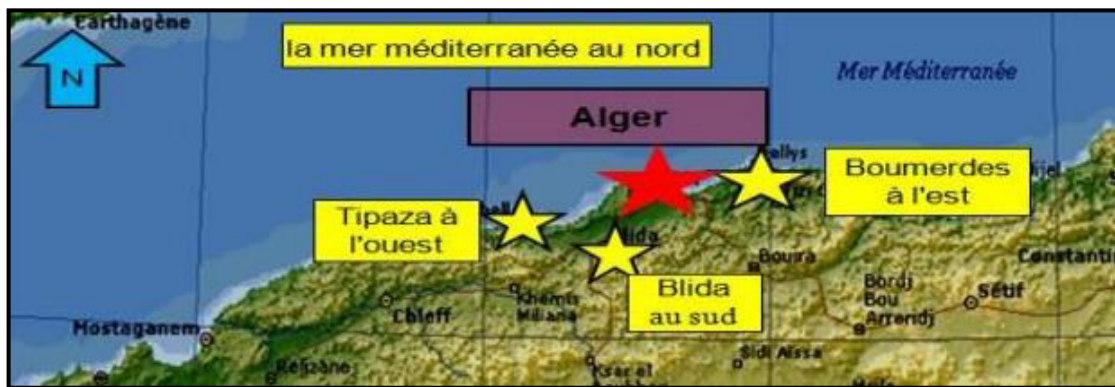


Figure 1: La situation de la wilaya d'Alger.

Alger, capitale politique, administrative et économique" est située au nord –centre du pays et occupe une position géostratégique intéressante, aussi bien, du point de vue des flux et échanges économiques avec le reste du monde, que du point de vue géopolitique. Elle s'étend sur plus de 809 Km<sup>2</sup>.

Elle est limitée par: -**Au Nord** La mer méditerranée. - **Au Sud** La Wilaya de Blida. - **A l'Ouest**. La Wilaya de Tipaza. - **A l'Est** la Wilaya de Boumerdes.

### II.2. Situation géographique de site :



Figure 3: carte géographique de la ville d'Ain Malha. (Google map).



Figure 2: Situation géographique du site. (Google earth)

## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

### II.3. Les données climatiques de la ville:

Alger se caractérise par un climat méditerranéen tempéré. Elle est connue par ses longs étés chauds et humides. Les hivers sont doux et humides, la neige est rare.

Les pluies sont abondantes et peuvent être diluviennes. Il fait généralement chaud de la mi-juillet à la mi-août.

#### II.3.1. Température :

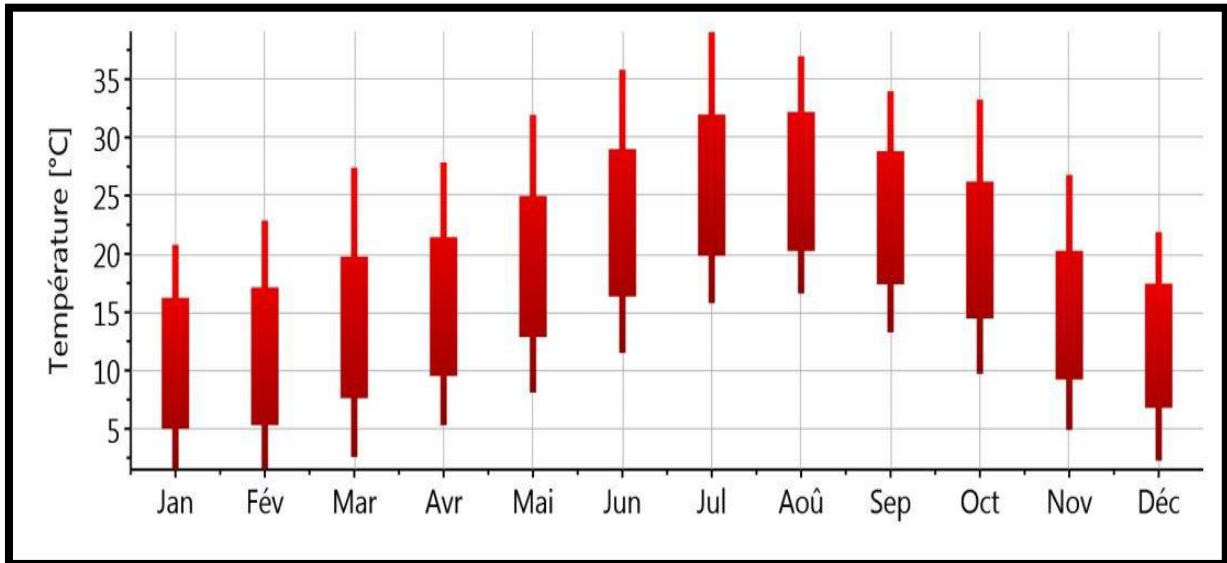


Figure 4: Température mensuelle (météonome V7.1.319872).

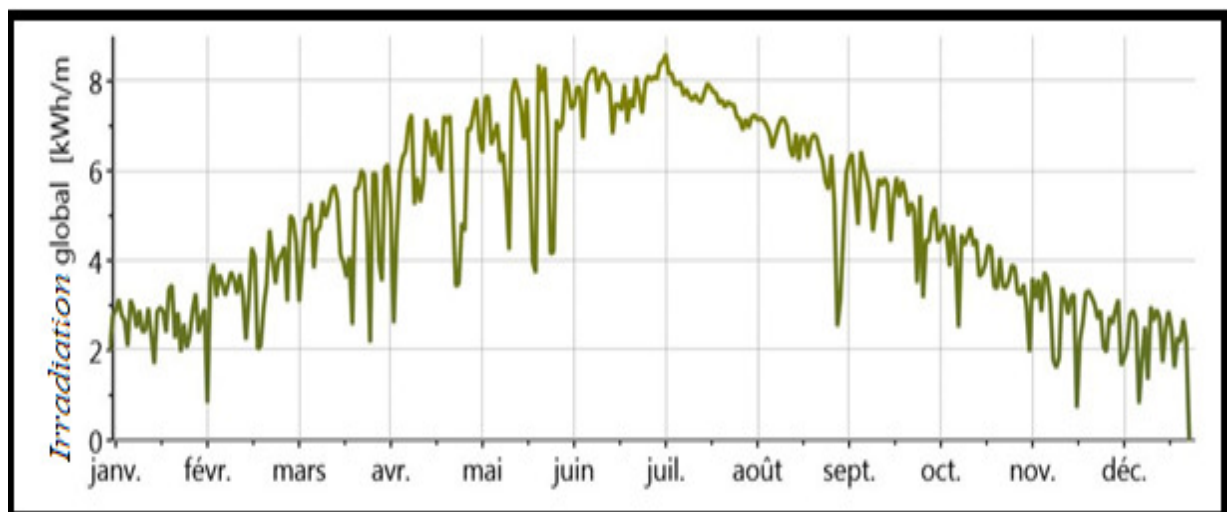


Figure 5: Irradiation global journalier (meteonome V7.1.319872).



## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

### II.3.2. Les Précipitations :

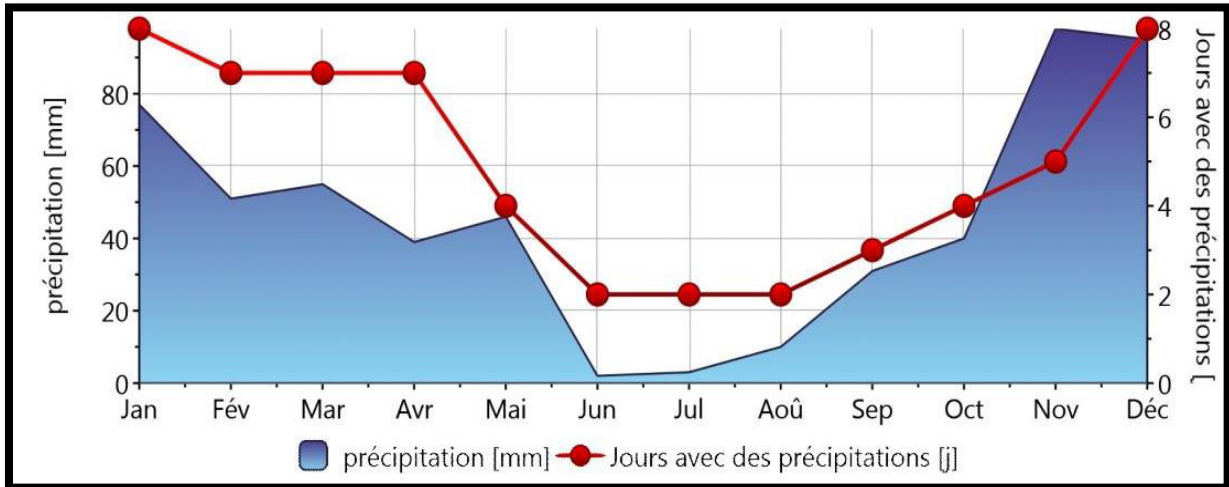


Figure 6: Graphe de précipitation annuelle (meteonom V7.1.319872).

### II.3.3. Les vents :

Les vents dominants sont de direction Ouest - Nord-Ouest. Les jours de Sirocco sont repartis les mois de Juillet-Aout.

### II.4. Présentation du cas d'étude :

Notre choix s'est porté sur un logement mono-orienté afin de faire une Etude comparative entre deux cellules type F4 d'une surface de 104.5 m<sup>2</sup>, qui ont une mono orientation différente (Sud, Nord, l'Est et l'Ouest) mais ayant la même conception architecturale.



Figure 7: Plan de masse (Source: Auteur).



## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

---



Figure 8: Volumétrie de projet.



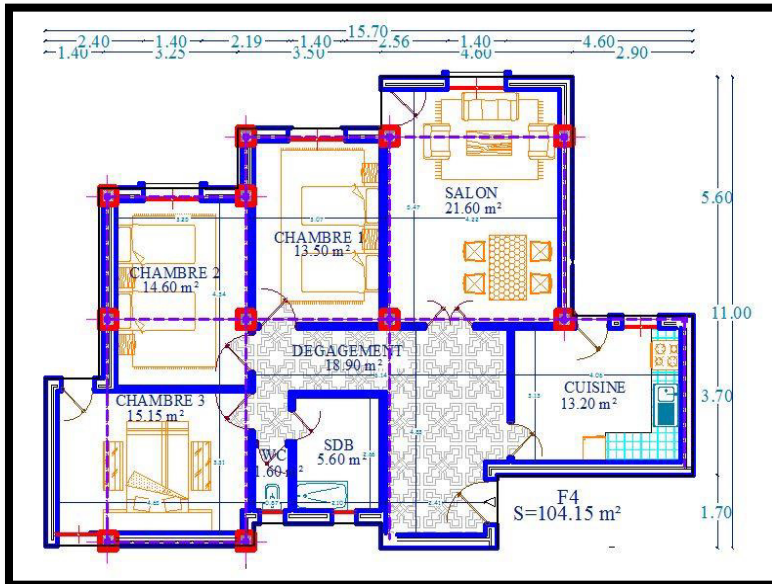
Figure 9: Façade de projet.

### Logement étudié :

Les logements est de type F4 d'une surface de 104.5 m<sup>2</sup> habitable comprend : un séjour; deux chambres; une cuisine; un hall, une Salle de bain et une toilette.

# CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

Tableau 1 : Tableau des surfaces habitables.



Désignation	Surfaceprojetée
Séjour	21.60 m <sup>2</sup>
Chambre 01	13.5 m <sup>2</sup>
Chambre 02	14.60 m <sup>2</sup>
Chambre 03	15.15 m <sup>2</sup>
Cuisine	13.20 m <sup>2</sup>
Salle d'eau	5.60 m <sup>2</sup>
WC	1.60 m <sup>2</sup>
Hall	18.90 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>104.15 m<sup>2</sup></b>

Figure 10: Plan Etage courant.

(Source: Auteur).

## II.5. Caractéristiques constructifs de projet :

### II.5.1. Les éléments constructifs:

#### •Composition de Mur extérieur:

Le mur est constitué de :

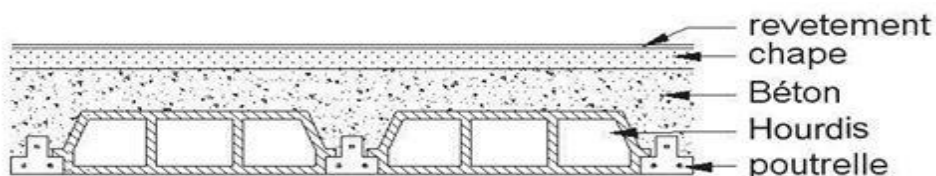
- Mortier de ciment ép.1.5cm.
- La brique creuse ép.15 cm.
- La lame d'air ép.5cm.
- La brique creuse ép. 10 cm.
- Mortier de plâtre ép. 2 cm.



Figure 11: Photo sur un mur extérieur.

Source : Auteur.

#### • Composition de plancher :





## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

Figure 12: Coupe d'une dalle (Source : Auteur).

La dalle est constitué de :

- Le plâtre : 2 cm.
- Les planchers en corps creux 16+5 (hourdis+dalle de compression) épaisseur : 21 cm.
- La Chappe dalle en ciment épaisseur : 5 cm.
- Les carreaux céramiques épaisseur: 1 cm.

### •Type d'ouverture :

- Fenêtre en Bois simple vitrage.
- Porte fenêtre en bois simple vitrage.
- Portes en bois.

### II.6. Modélisation et Simulation du projet :

Notre recherche porte sur l'évaluation du confort thermique et la consommation énergétique dans un logement collectif mono-orienté à AIN MALHA.

Cette évaluation a été faite sur un type mono-orienté à l'aide d'une simulation thermique dynamique avec le logiciel PLEIADES +COMFIE version 2.3.

L'utilisation de ce logiciel permet d'avoir les réponses suivantes:

- Evolution des températures.
- Puissances de chauffage et climatisation.
- Taux d'inconfort ; avec prise en considération de tous les scénarios de fonctionnement.<sup>1</sup>

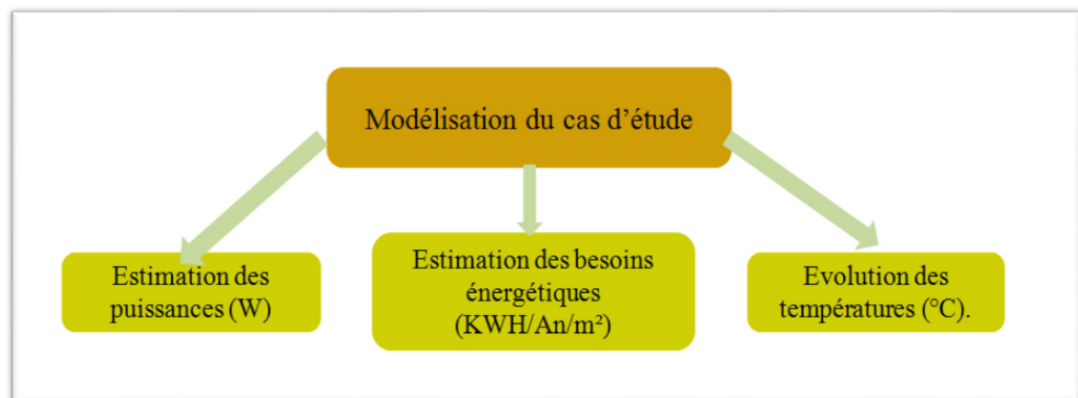


Figure 13: Schématisation de la méthode de recherche N°01 (source auteur).

<sup>1</sup> IZUBA Energie.

## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

---

### II.6.1. Présentation des logiciels:

#### II.6.1.1. PLEIADES+ COMFIE (version 2.3):

.PLEIADES : est le module de préparation de la saisie grâce à des bibliothèques d'éléments et de Composition préenregistrées, la possibilité de créer des compositions et des vitrages.<sup>2</sup>

.COMFIE : le logiciel repose sur le moteur de calcul Confie développé par le laboratoire des Mines de paris, Il calcule de façon précise et rapide les flux thermiques entre zones thermiques à partir du descriptif du bâtiment, de son environnement et des occupants et en tenant compte de l'influence de l'inertie sur les besoins de chauffage et sur le confort. Il est indispensable de savoir utiliser pléiades+comfie avant de passer à Alcyone, car ce dernier ne fait que générer un pré projet qu'il faudra ouvrir avec pléiades.<sup>1</sup>

.Alcyone 1.0 : 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.<sup>1</sup>

#### II.6.1.2. METEONOME 7:

Il permet l'accès à des données météorologiques pour n'importe quel endroit dans le monde et générer le fichier météorologique.

---

<sup>2</sup> OUKACI .S, Intégration du système actif dans le bâtiment, mémoire de master, génie mécanique, 2014-2015, Blida1, P58.

# CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

## II.6.2. Processus d'application du logiciel :

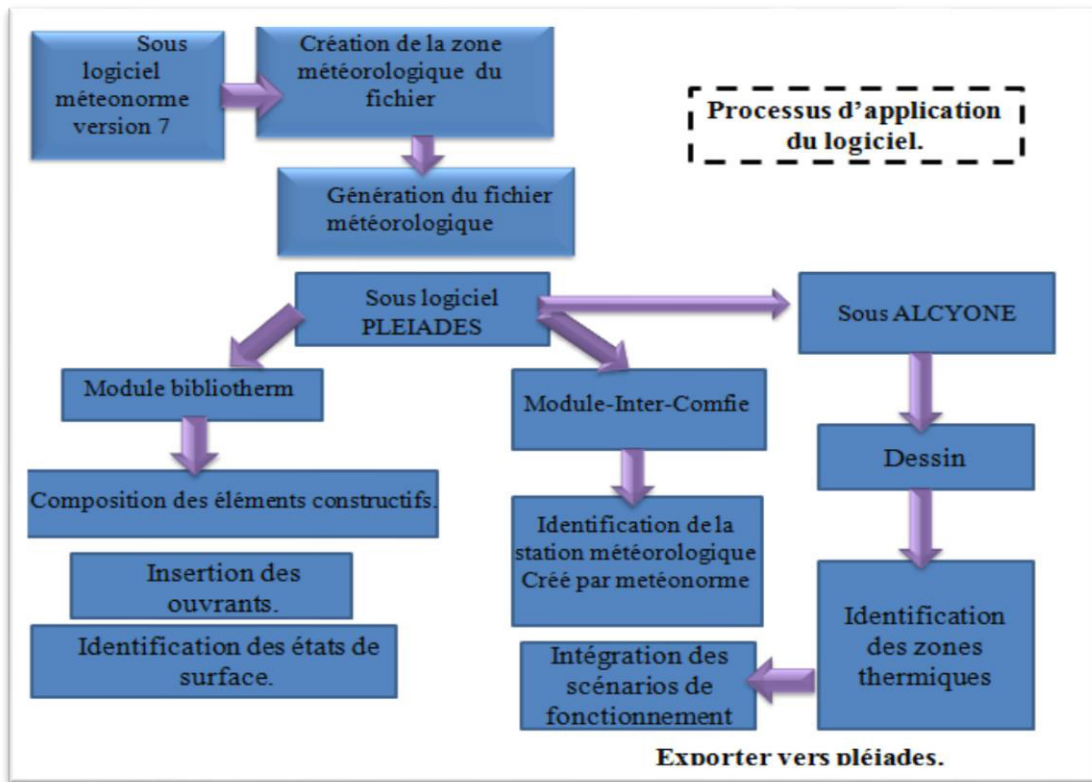


Figure 14 : Schématisation du Processus d'application du logiciel pléiades+comfie (source : auteur).

### II.6.2.1. Sous météonorme :

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

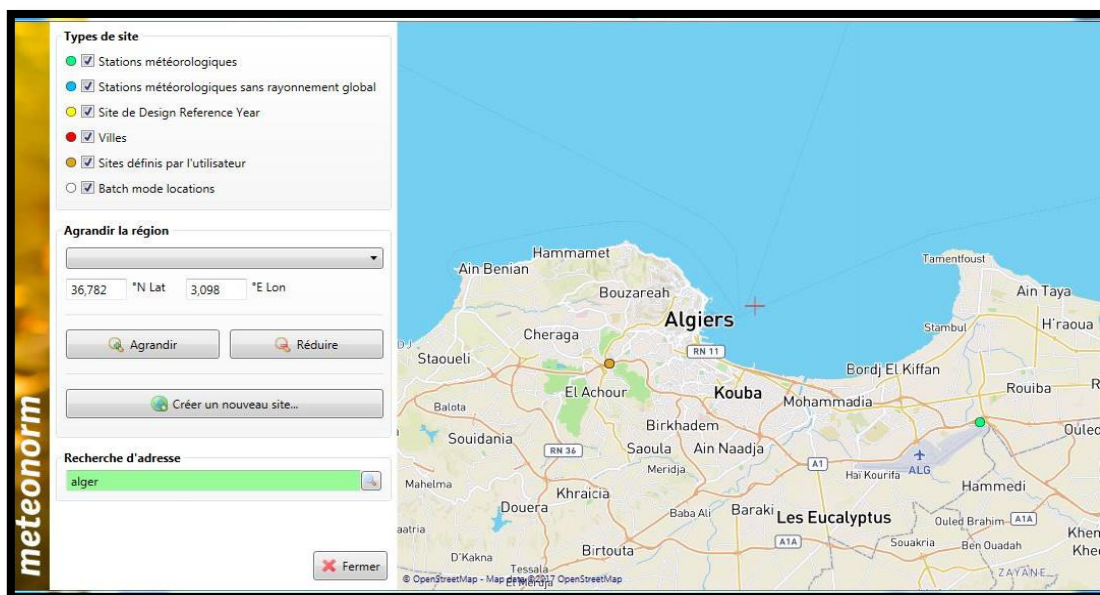


Figure 15: Création du fichier météorologique (Source : Météonorme).

# CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

## II.6.2.2. Sous pléiade :

### 1. Identification de la station météorologique :

Cette étape permet d'utiliser les paramètres météorologiques du site d'étude.

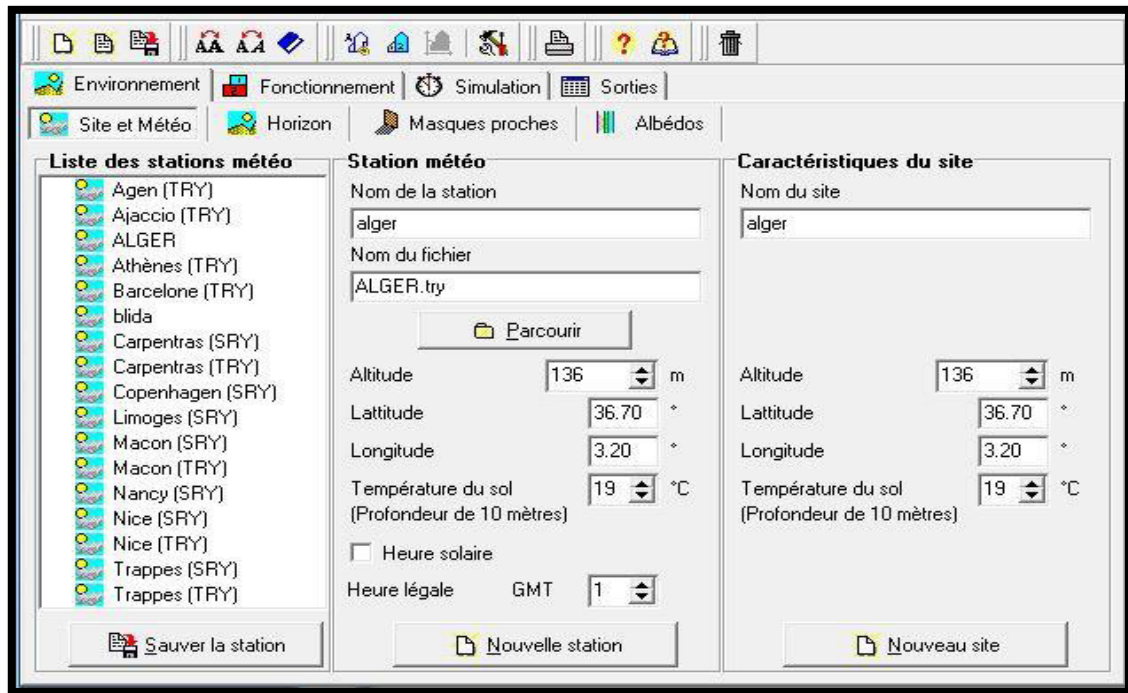


Figure 16: Identification de la station sous pléiade (Source : Météonorme).

### 2. Composition des éléments constructifs :

#### 1. Composition des murs:

Tableau 2: Composition du mur extérieur en maçonnerie.

Caractéristiques de la composition					
Classe					Murs
Nom					
mur extérieur					
Complément					
Origine					
Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R
Enduit extérieur	M	1.0	17	1.15	0.01
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
LAME D'AIR	E	5.0	0	0.45	0.11
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Enduit plâtre	M	1.0	15	0.35	0.03
Total		27.0	170		0.57

Extérieur  
↓  
Intérieur

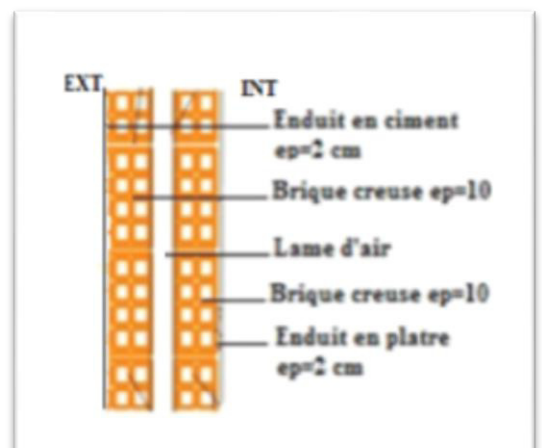


Figure 17: Détail constructif du mur extérieur

(Source : auteur).

# CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

**Tableau 3:** Composition du mur intérieur en maçonnerie.

**Caractéristiques de la composition**

Classe: Murs

Nom: mur interieur

Complément:

Origine:

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

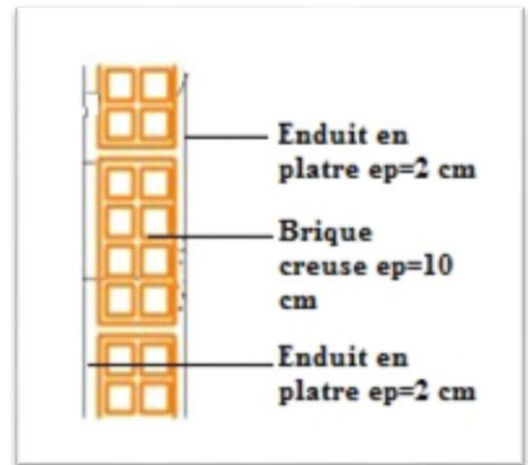


Figure 18: Détail constructif du mur intérieur (source : auteur).

## 2. Composition du plancher :

**Tableau 4:** Composition du plancher.

**Caractéristiques de la composition**

Classe: Planchers

Nom: Pl. courant en hourdis

Complément: --

Origine:

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R
Enduit plâtre	M	1.5	23	0.35	0.04
Hourdis de 16 en béton	E	16.0	208	1.23	0.13
Béton lourd	M	5.0	115	1.75	0.03
Mortier	M	5.0	100	1.15	0.04
Carrelage	M	1.0	23	1.70	0.01
Extérieur ↓ Intérieur					
Total		28.5	469		0.25

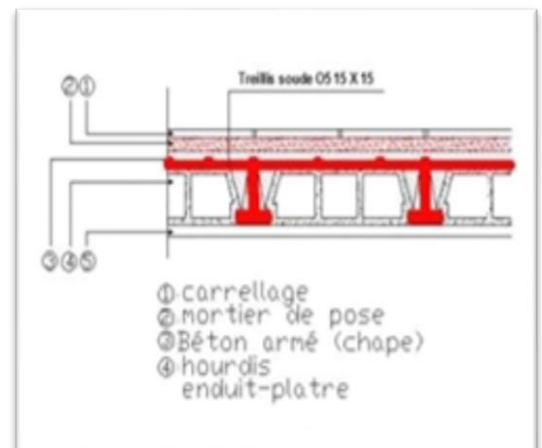


Figure 19: Détail constructif du plancher (source : auteur).

## 3. Menuiseries et ouvrants :

**Caractéristiques du vitrage**

Classe: Portes

Nom: Porte bois extérieure

Complément: opaque avec seuil et joint d'étanchéité

Origine: Règles ThK

Nombre de vitrages: Opaque

Facteur solaire moyen: 0.00

Coeff U moyen: 5.00 W/(m<sup>2</sup>.K)

% de vitrage: 0 %

Changer les caractéristiques

Vitrage	Facteur solaire: 0.00	Coeff U Vitrage: 3.50 W/(m <sup>2</sup> .K)
Cadre	Coeff U Opaque: 5.00 W/(m <sup>2</sup> .K)	

Figure 21: Composition de la porte extérieure en bois.

**Caractéristiques du vitrage**

Classe: Fenêtres

Nom: Fen bois SV

Complément: Simple vitrage non classée huisserie bois

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

Nombre de vitrages: 1 vitrage

Facteur solaire moyen: 0.63

Coeff U moyen: 4.36 W/(m<sup>2</sup>.K)

% de vitrage: 70 %

Changer les caractéristiques

Vitrage	Facteur solaire: 0.90	Coeff U Vitrage: 4.95 W/(m <sup>2</sup> .K)
Cadre	Coeff U Opaque: 3.00 W/(m <sup>2</sup> .K)	

Figure 20: Composition de fenêtre en bois simple vitrage.



## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

**Caractéristiques du vitrage**

Classe:

Nom:

Complément:

Origine:

Nombre de vitrages:

Facteur solaire moyen:

Coeff U moyen:  W/(m<sup>2</sup>.K)

% de vitrage:  %

Changer les caractéristiques

**Vitrage**

Facteur solaire:

Coeff U Vitrage:  W/(m<sup>2</sup>.K)

**Cadre**

Coeff U Opaque:  W/(m<sup>2</sup>.K)

Figure 22: Composition de la porte intérieure en bois.

### II.6.2.3. Sous Alcyone :

#### 1. Insertion et dessin des éléments constructifs:

- Caractéristiques des murs.
- Caractéristiques des ouvrants.
- Identification des pièces et des zones.

Situation de la station:  Latitude:  °

**Composition par défaut des parois**

Paroi externe:  Selection

Paroi interne:  Selection

Plancher bas:  Selection  Vide sanitaire

Plancher intermédiaire:  Selection

Toiture:  Selection  Grenier ventilé

**Composition standard**

Utiliser la composition standard pour les parois externes

Utiliser la composition standard pour les parois internes

Utiliser la composition standard pour les planchers bas

Utiliser la composition standard pour les planchers bas

Utiliser la composition standard pour la toiture

Ne pas utiliser la composition standard

**Composition par défaut des portes et des fenêtres**

Fenêtres:  Selection Largeur de fenêtre par défaut:  m Hauteur de fenêtre par défaut:  m

Portes:  Selection Largeur de porte par défaut:  m Hauteur de porte par défaut:  m

**Etats de surface par défaut**

Face externe:  Selection

Face interne:  Selection

Plancher:  Selection

Plafond:  Selection

Toiture externe:  Selection

Figure 23: Insertion des éléments constructifs.

# CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

## 1. Dessin du plan :

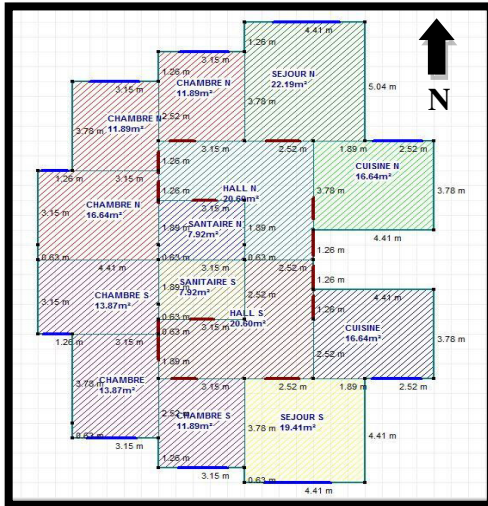


Figure 25: Plan du cas d'étude.

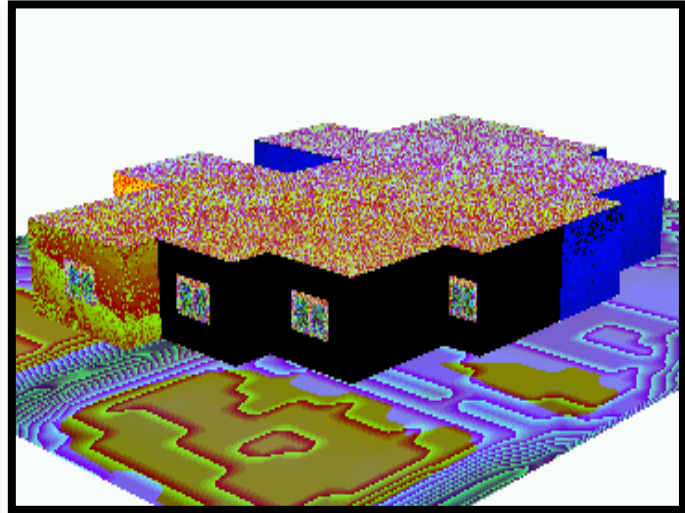


Figure 24: Volumétrie dessinée sous Alcyone.

## 2. Identification des volumes thermiques :

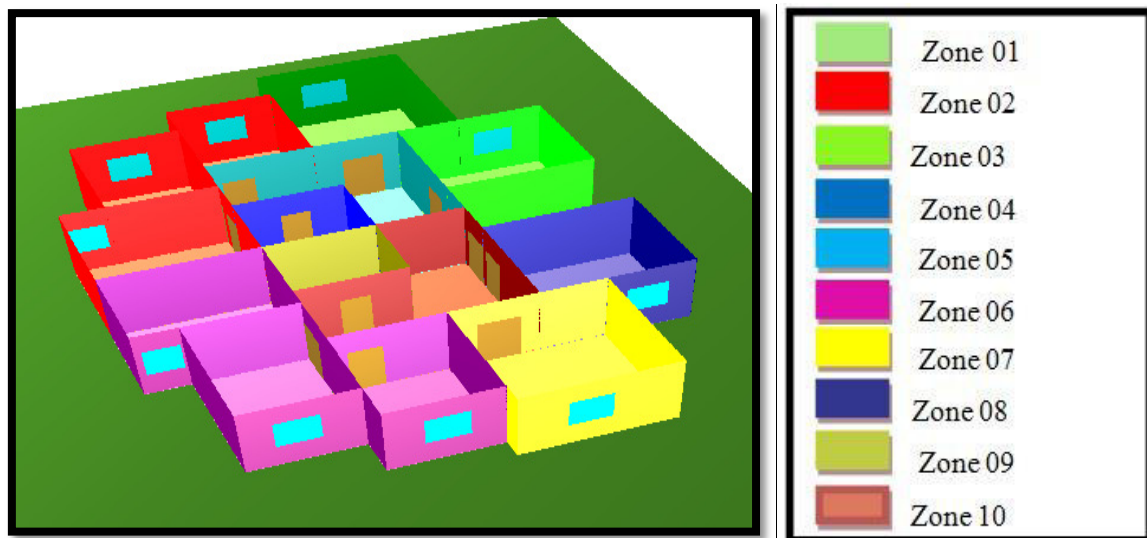


Figure 26: Identification des zones thermiques.

Zone01 : Séjour1 ; Zone02 : Chambres1 ; Zone03 : cuisine 1; Zone 04 : Sanitaire1; Zone05 : Hall1 ; Zone06 : Séjour2 ; Zone07 : Chambres 2 ; Zone08 : cuisine 2; Zone 09 : Sanitaire2; Zone10 : Hall 2.

**Remarque :** Pour lancer la simulation on doit exporter le fichier sous Alcyone vers pléiades.

## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

---

- **Exporter vers PLEIADES :**

### II.6.2.4. Sous PLEIADES :

Dans le cadre de cette étude des scénarios de fonctionnement ont été intégrés, pour évaluer le comportement thermique de notre cas d'étude.

#### II.6.2.4.1. *Intégration des Scénarios de fonctionnement :*

On doit intégrer les scénarios selon le fonctionnement de chaque zone thermique.

- *Scenario de ventilation.*
- *Scenario d'occultation.*
- *Scenario d'occupation.*
- *Scenario de puissance dissipée.*
- *Scenario de consigne de thermostat.*

#### **Scenario d'occupation :**

Il permet de déterminer le taux de fréquentation des utilisateurs des espaces par heure. Pour notre cas nous avons choisi un TOL<sup>3</sup> de 6, le but de ce scénario est de déterminer les apports internes produits par les occupants du logement étudié.

Nous avons décidé d'effectuer des scénarios d'occupation différents pour chaque zone selon l'occupation de l'espace par heure.

---

<sup>3</sup> TOL: taux d'occupation du logement (référence: cahier des charges de l'APRUE)

# CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

## ❖ Scenario d'occupation proposé pour la 1 ère zone : séjour

Tableau 5: Scenario d'occupation proposé pour la 1 ère zone.

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	50	50	0
10 H	16	16	16	16	33	33	16
11 H	0	0	0	0	16	16	0
12 H	0	0	0	0	83	83	0
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	33	33	0
15 H	0	0	0	0	33	33	0
16 H	0	0	0	0	50	50	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	83	83	83	0	0	0	0
21 H	0	0	0	0	0	0	0
22 H	83	83	83	83	83	83	83
23 H	66	66	66	66	66	66	66
24 H	0	0	0	0	50	50	0

## ❖ Scenario d'occupation propose pour la 2 ème zone : chambres

Tableau 6: Scenario d'occupation proposé pour la 2 ème zone.

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	100	100	100	100	100	100	100
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	83	83	83	83	83	83	83
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	0	0	0
10 H	16	16	16	16	16	16	16
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	16	16	16	16	66	66	16
16 H	16	16	16	16	0	0	16
17 H	66	66	66	66	0	0	66
18 H	83	83	83	83	0	0	83
19 H	16	16	16	16	16	16	16
20 H	0	0	0	0	0	0	0
21 H	0	0	0	0	0	0	0
22 H	33	33	33	33	33	33	33
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100



## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

### ❖ Scenario d'occupation propose pour la 3<sup>ème</sup> zone : Cuisine

Tableau 7: Scenario d'occupation proposé pour la 3<sup>ème</sup> zone.

The screenshot shows a software interface with a menu bar (Fichier, Affichage, Outils, ?), toolbars, and a main workspace. The workspace is divided into several panes: 'Liste des scénarios' (Scenario List), 'Caractéristiques du programme' (Program Characteristics), and a data table. The 'Liste des scénarios' pane shows a tree view with 'zone 03 cuisine' selected. The 'Caractéristiques du programme' pane shows 'zone 03 cuisine' as the selected scenario, with a maximum number of occupants set to 6.00. The data table shows the percentage of occupancy for each hour of the day across the week.

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	16	16	16	16	0	16	16
8 H	100	100	100	100	100	100	100
9 H	16	16	16	16	0	0	16
10 H	0	0	0	0	0	0	0
11 H	16	16	16	16	16	16	16
12 H	16	16	16	16	16	16	16
13 H	83	83	83	83	100	100	83
14 H	16	16	16	16	16	16	16
15 H	0	0	0	0	0	0	0
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	0	0	0	0	0	0	0
18 H	100	100	100	100	100	100	100
19 H	0	0	0	0	0	0	0
20 H	33	33	33	33	33	33	33
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	16	16	16	16	16	16	16
23 H	0	0	0	0	0	0	0
24 H	0	0	0	0	0	0	0

### ❖ Scenario d'occupation propose pour la 5<sup>ème</sup> zone : Hall

Tableau 8: Scenario d'occupation proposé pour la 5<sup>ème</sup> zone.

## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	16	16	16	16	0	0	16
8 H	100	100	100	100	0	0	100
9 H	16	16	16	16	16	16	16
10 H	16	16	16	16	100	100	16
11 H	16	16	16	16	16	16	16
12 H	16	16	16	16	16	16	16
13 H	100	100	100	100	100	100	100
14 H	0	0	0	0	33	33	0
15 H	0	0	0	0	50	50	0
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	16	16	16	16	0	0	16
18 H	100	100	100	100	100	100	100
19 H	83	83	83	83	83	83	83
20 H	66	66	66	66	66	66	66
21 H	33	33	33	33	33	33	33
22 H	33	33	33	33	33	33	33
23 H	16	16	16	16	33	33	16
24 H	0	0	0	0	33	33	0

### ✚ Scenario de Ventilation :

On propose un taux de renouvellement standard de 0.6 du volume habitable.

Tableau 9: Scenarios de Ventilation Hivernale.

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

# CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

**Tableau 10:** Scenarios de Ventilation Estivale.

The screenshot shows the 'VENTILATION ESTIVALE' scenario configuration. The 'Liste des scénarios' tree on the left includes: % de ventilation, Ventilation d'été, Ventilation d'hiver, VENTILATION ESTIVALE, VENTILATION HIVERNALE, % d'occultation, % d'occupation, Consigne de thermostat, and Puissance dissipée. The 'Caractéristiques du programme' section shows: Classe: % de ventilation, Nom: VENTILATION ESTIVALE, Complément: (empty), Source: (empty), and Débit maximum: 0.60 Vol/h.

%	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	100	100	100	100	100	100	100
9 H	100	100	100	100	100	100	100
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

**Scenario d'occultation :**

**Tableau 11:** Scénarios d'occultation hivernale.

The screenshot shows the 'occultation logement hivernale' scenario configuration. The 'Liste des scénarios' tree on the left includes: % de ventilation, % d'occultation, occultation logement estivale, occultation logement hivernale, Volet d'été, Volet d'hiver, % d'occupation, Consigne de thermostat, and Puissance dissipée. The 'Caractéristiques du programme' section shows: Classe: % d'occultation, Nom: occultation logement hivernale, Complément: (empty), Source: (empty), and Resistance thermique additionnelle: 1.00 m².K/W.

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



## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

**Tableau 12:** Scenarios d'occultation estivale.

The screenshot shows a software interface with a menu bar (Fichier, Affichage, Outils), a toolbar, and several tabs (Matériaux, Éléments, Compositions, Etats de surface, Albedos, Ecran végétal, Scénarios, Menuiseries, Equipement). The 'Scénarios' tab is active, displaying a tree view of scenarios and a table of their characteristics.

**Liste des scénarios**

- % de ventilation
- % d'occultation
  - occultation logement estivale
  - occultation logement hivernale
  - Volet d'été
  - Volet d'hiver
- % d'occupation
- Consigne de thermostat
- Puissance dissipée

**Caractéristiques du programme**

Classe: % d'occultation

Nom: occultation logement estivale

Complément:

Source:

Resistance thermique additionelle: 1.00 m<sup>2</sup>.K/W

Buttons: Nouveau, Vers projet, Sauver

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	0	0	0	0	0	0	0
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	100	100	100	100	100	100	100
8 H	100	100	100	100	100	100	100
9 H	100	100	100	100	100	100	100
10 H	100	100	100	100	100	100	100
11 H	100	100	100	100	100	100	100
12 H	100	100	100	100	100	100	100
13 H	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	0	0	0	0	0	0	0
21 H	0	0	0	0	0	0	0
22 H	0	0	0	0	0	0	0
23 H	0	0	0	0	0	0	0
24 H	0	0	0	0	0	0	0

### **Scenario de puissance dissipée :**

Ce scenario permet de déterminer la chaleur émise par les appareils électriques pour la simulation thermique dynamique et toujours dans le but d'identifier les apports internes.

#### **❖ Scenario de puissance dissipée propose pour la 1 ère zone : séjour**

- 6 lampes (33 watts pour chaque espace).
- TV+ démodulateur (100+100 watts).
- Pc (100 watts).



## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

**Tableau 13:** Scenarios de puissance dissipée (séjour).

The screenshot shows a software interface with a menu bar (Fichier, Affichage, Outils, ?) and several toolbars. The main window is divided into several sections:

- Matériaux**: Ecran végétal
- Eléments**: Scénarios
- Compositions**: Menuiseries
- Etats de surface**: Equipement
- Albédos**: (empty)

The **Liste des scénarios** section shows a tree view with the following items:

- % de ventilation
- % d'occultation
- % d'occupation
- Consigne de thermostat
- Puissance dissipée
  - 3 chambres
  - Puissance dissipée standard
  - sejour
  - zone 04 hall

The **Caractéristiques du programme** section shows:

- Classe: Puissance dissipée
- Nom: sejour
- Complément: (empty)
- Source: (empty)

The **Watts** table shows power dissipation values for each hour of the day (0 H to 24 H) across the days of the week (Lundi to Dimanche).

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	0	0	0	0	0	0	0
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	398	398	0
10 H	200	200	200	200	200	200	200
11 H	0	0	0	0	200	200	0
12 H	0	0	0	0	200	200	0
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	200	200	0
15 H	0	0	0	0	200	200	0
16 H	0	0	0	0	200	200	0
17 H	0	0	0	0	0	0	0
18 H	200	200	200	200	0	0	200
19 H	0	0	0	0	0	0	0
20 H	398	398	398	398	398	398	398
21 H	0	0	0	0	0	0	0
22 H	398	398	398	398	398	398	398
23 H	398	398	398	398	398	398	398
24 H	0	0	0	0	398	398	0

❖ **Scenario de puissance dissipée propose pour la 1 ère zone : chambres :**

- 4 Lampes de 33 watts.
- TV+ démodulateur (100+100 watts).
- Pc (100 watts).

**Tableau 14:** scenarios de puissance dissipée (chambres).

The screenshot shows the same software interface as above, but with the scenario list and data table updated for a bedroom.

The **Liste des scénarios** section shows:

- % de ventilation
- % d'occultation
- % d'occupation
- Consigne de thermostat
- Puissance dissipée
  - 3 chambres
  - Puissance dissipée standard
  - sejour
  - zone 04 hall

The **Caractéristiques du programme** section shows:

- Classe: Puissance dissipée
- Nom: 3 chambres
- Complément: (empty)
- Source: (empty)

The **Watts** table shows power dissipation values for each hour of the day (0 H to 24 H) across the days of the week (Lundi to Dimanche).

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	0	0	0	0	0	0	0
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	132	132	132	132	0	0	132
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	132	132	132	132	132	132	132
21 H	0	0	0	0	0	0	0
22 H	332	332	332	332	432	432	332
23 H	432	432	432	432	432	432	432
24 H	332	332	332	332	332	332	332

## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

### ❖ Scenario de puissance dissipée proposé pour la 3<sup>ème</sup> zone : Cuisine :

- Lampe de 33 watts
- Réfrigérateur : 77 watts.
- Four a gaz : 300watts.

**Tableau 15:** Scenarios de puissance dissipée (cuisine).

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	77	77	77	77	77	77	77
1 H	77	77	77	77	77	77	77
2 H	77	77	77	77	77	77	77
3 H	77	77	77	77	77	77	77
4 H	77	77	77	77	77	77	77
5 H	77	77	77	77	77	77	77
6 H	77	77	77	77	77	77	77
7 H	410	410	410	410	77	77	410
8 H	110	110	110	110	77	77	110
9 H	77	77	77	77	410	410	77
10 H	77	77	77	77	110	110	77
11 H	410	410	410	410	410	410	410
12 H	410	410	410	410	410	410	410
13 H	110	110	110	110	110	110	110
14 H	110	110	110	110	110	110	110
15 H	77	77	77	77	77	77	77
16 H	77	77	77	77	77	77	77
17 H	410	410	410	410	410	410	410
18 H	110	110	110	110	110	110	110
19 H	77	77	77	77	77	77	77
20 H	110	110	110	110	110	110	110
21 H	410	410	410	410	410	410	410
22 H	110	110	110	110	110	110	110
23 H	77	77	77	77	77	77	77
24 H	77	77	77	77	77	77	77

### ❖ Scenario de puissance dissipée propose pour la 4<sup>ème</sup> zone : sanitaire

- 2 lampes de 33 watts.

**Tableau 16:** Scenarios de puissance dissipée (sanitaire).

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	0	0	0	0	0	0	0
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	66	66	66	66	0	0	66
8 H	66	66	66	66	0	0	66
9 H	0	0	0	0	66	66	0
10 H	0	0	0	0	66	66	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	66	66	66	66	66	66	66
19 H	0	0	0	0	0	0	0
20 H	0	0	0	0	0	0	0
21 H	0	0	0	0	0	0	0
22 H	0	0	0	0	0	0	0
23 H	66	66	66	66	66	66	66
24 H	0	0	0	0	0	0	0

## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

### ❖ Scenario propose pour la 5<sup>ème</sup> zone : Hall

- 2 lampes de 33 watts.

Tableau 17: Scenarios de puissance dissipée (Hall).

Watts	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	0	0	0	0	0	0	0
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	66	66	66	66	0	0	66
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	66	66	66	66	66	66	66
21 H	66	66	66	66	66	66	66
22 H	66	66	66	66	66	66	66
23 H	66	66	66	66	66	66	66
24 H	0	0	0	0	0	0	0

✚ **Scenario de consigne de thermostat:** afin de déterminer les besoins en chauffage, et en climatisation on doit intégrer la consigne de thermostat.

❖ **la consigne de chauffage proposée :** la zone du confort est fixée à 21°, et ça permet de déclencher le chauffage automatiquement si la température descend en dessous de la température déterminée au préalable.



## CHAPITRE II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE

**Tableau 18:** Scenarios de consigne de thermostat en chauffage.

°C	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	21	21	21	21	21	21	21
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

- ❖ **la consigne de chauffage proposée :** la zone du confort est fixée à 27°.

**Tableau 19:** Scenarios de consigne de thermostat en climatisation.

°C	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	27	27	27	27	27	27	27
1 H	27	27	27	27	27	27	27
2 H	27	27	27	27	27	27	27
3 H	27	27	27	27	27	27	27
4 H	27	27	27	27	27	27	27
5 H	27	27	27	27	27	27	27
6 H	27	27	27	27	27	27	27
7 H	27	27	27	27	27	27	27
8 H	27	27	27	27	27	27	27
9 H	27	27	27	27	27	27	27
10 H	27	27	27	27	27	27	27
11 H	27	27	27	27	27	27	27
12 H	27	27	27	27	27	27	27
13 H	27	27	27	27	27	27	27
14 H	27	27	27	27	27	27	27
15 H	27	27	27	27	27	27	27
16 H	27	27	27	27	27	27	27
17 H	27	27	27	27	27	27	27
18 H	27	27	27	27	27	27	27
19 H	27	27	27	27	27	27	27
20 H	27	27	27	27	27	27	27
21 H	27	27	27	27	27	27	27
22 H	27	27	27	27	27	27	27
23 H	27	27	27	27	27	27	27
24 H	27	27	27	27	27	27	27

### II.6.2.4.2. Lancement de la simulation.

Sous pléiades+Comfie, il n'est pas possible de créer dans la simulation, des caractéristiques constructives différentes. On a donc fait plusieurs simulations avec variation paramétrique.

Après lancement des simulations, on a obtenu les résultats qui seront présentés pour discussions et analyse.

**CHAPITRE III**  
**INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES**  
**RESULTATS**

# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

---

## **III. Résultats et Discussions :**

Cette simulation permet d'évaluer le comportement thermique du logement cas d'étude et d'en apprécier l'impact de la mono-orientation sur le confort thermique et la consommation énergétique de celui-ci.

### **III.1.Simulation sans consigne de thermostat :**

Dans cette étape les simulations ont été faites sur les quatre mono-orientations : Nord, Sud, Est et Ouest. Dont le but est de comparer l'évolution des températures.

#### *Scenarios de fonctionnement intégrés :*

- Scenario d'occupation.
- Scenario de ventilation
- Scenario d'occultation.
- Scenario de puissance dissipée.

#### **Résultats:**

- Voici ci-dessous les résultats obtenus après lancement de simulation avec Pléiades+comfie.

# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

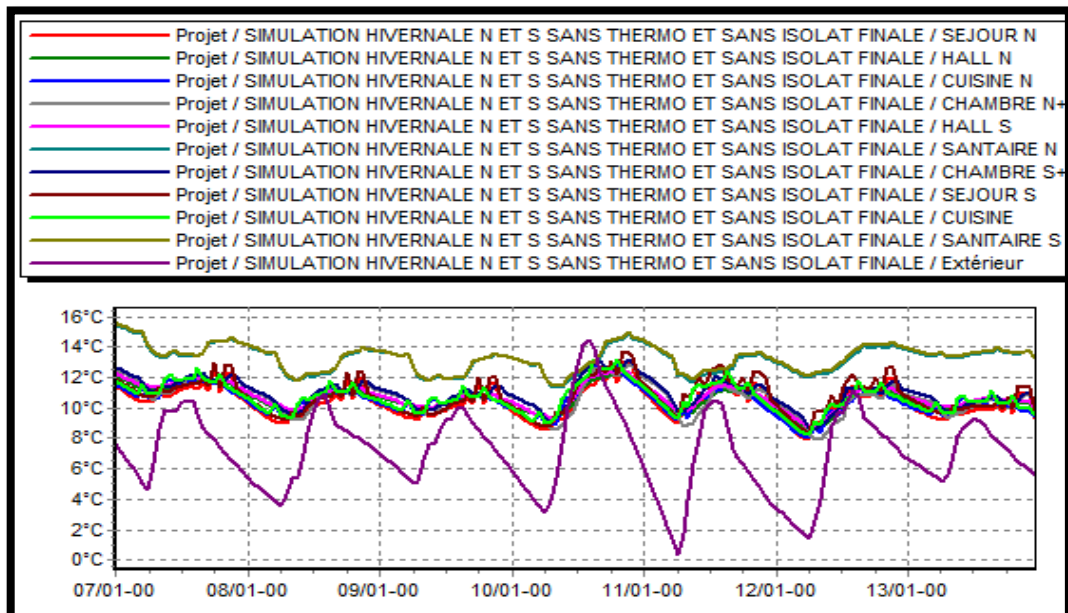
## III.1.1. Les résultats de la simulation hivernale des quatre mono-orientations Nord, Sud, Est et Ouest sans consigne de thermostat:

### ✚ Hivernale Nord et Sud :

- **Tableau 1:** Résultats de la simulation n°01 sous pléiades.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
SEJOUR N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	6.50 °C	13.48 °C	22.61 °C
HALL N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	7.04 °C	13.59 °C	21.96 °C
CUISINE N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	6.63 °C	13.55 °C	22.53 °C
CHAMBRE N+CHAMBRE	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	6.49 °C	13.61 °C	22.12 °C
HALL S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	7.15 °C	13.70 °C	22.09 °C
SANTAIRE N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	8.49 °C	15.02 °C	23.26 °C
CHAMBRE S+CHAMBRE	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	6.84 °C	13.91 °C	22.50 °C
SEJOUR S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	6.86 °C	13.83 °C	23.00 °C
CUISINE	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	6.87 °C	13.73 °C	22.68 °C
SANITAIRE S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	8.56 °C	15.09 °C	23.35 °C
Total	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W			

### Visualisation graphique :



Graph 01 : Evolution de la température en hiver pendant la semaine la plus froide n° 01.



## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

### *Interprétation :*

D'après les résultats obtenus nous remarquons que les besoins en chauffage sont nuls car la consigne de thermostat n'est pas intégrée dans cette simulation.

Quand on n'a pas de consigne on constate une légère augmentation de température dans le logement mono-orienté sud par rapport à celui du nord qui est due aux apports solaires sur la façade Sud.

Suite aux résultats ; la température moyenne dans les espaces intérieurs du logement mono-orienté du Nord et celui du Sud est de **14°C**. Cette température est supérieure à celle de l'extérieur mais n'est pas conforme à la plage du confort (**20°C-24°C**).

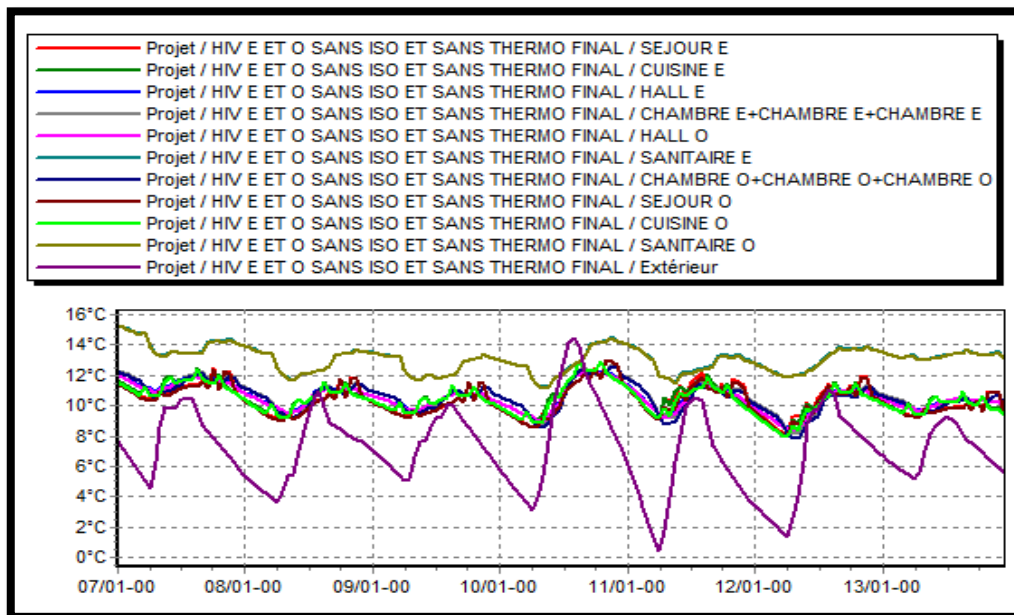
### *Hivernale Est et Ouest :*

- **Tableau 2:** Résultats de la simulation n°02 sous pléiades.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
<i>Année</i>							
SEJOUR E	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	6.99 °C	14.21 °C	24.09 °C
CUISINE E	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	7.26 °C	14.33 °C	23.87 °C
HALL E	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	7.45 °C	14.23 °C	22.84 °C
CHAMBRE E+CHAMBRE E+CHAMBRE E	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	7.13 °C	14.36 °C	23.35 °C
HALL O	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	7.33 °C	14.13 °C	22.63 °C
SANITAIRE E	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	9.82 °C	16.69 °C	25.10 °C
CHAMBRE O+CHAMBRE O+CHAMBRE I	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	6.72 °C	14.17 °C	23.07 °C
SEJOUR O	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	6.84 °C	13.98 °C	23.80 °C
CUISINE O	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	7.09 °C	14.13 °C	23.64 °C
SANITAIRE O	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	9.76 °C	16.62 °C	24.94 °C
Total	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W			

## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

### Visualisation graphique :



Graph02 : Evolution de la température en hiver pendant la semaine la plus froide n° 02.

### Interprétation :

D'après les résultats obtenus nous remarquons que les besoins en chauffage sont nuls car la consigne de thermostat n'est pas intégrée dans cette simulation.

La température moyenne dans les pièces de vie (séjour et chambres) est de **14°C** dans le logement mono-orienté Est et dans le logement mono-orienté Ouest mais n'atteint pas la température du confort.

# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

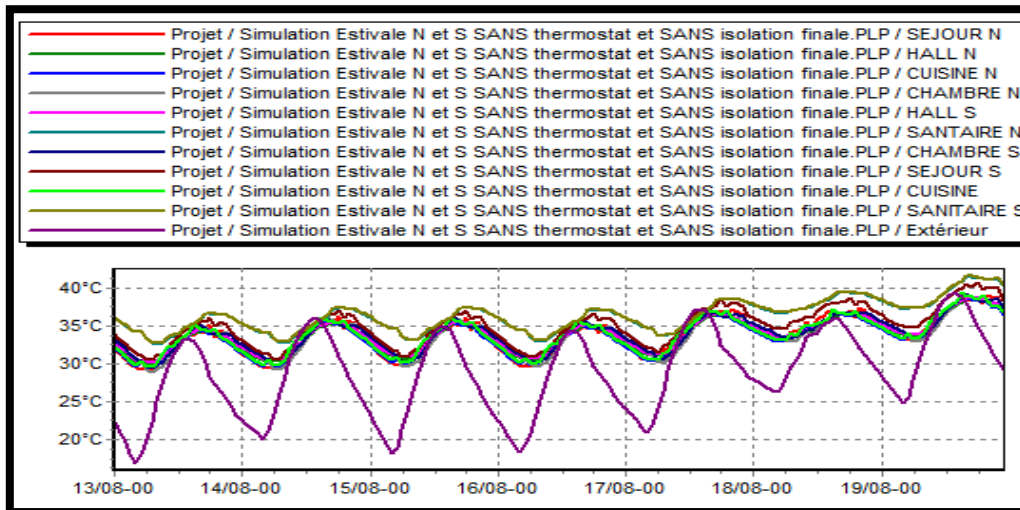
## III.1.2. Simulation Estivale sans consigne de thermostat :

✚ *Estivale Nord et Sud :*

- **Tableau3** : Résultats de la simulation n°03 sous pléiades.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T* Min	T* Moyenne	T* Max
Année							
SEJOUR N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	17.83 °C	28.24 °C	39.02 °C
HALL N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	18.50 °C	28.40 °C	38.54 °C
CUISINE N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	17.97 °C	28.26 °C	39.13 °C
CHAMBRE N+CHAMBRE N+CHAMBRE I	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	17.72 °C	28.51 °C	39.30 °C
HALL S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	18.68 °C	28.68 °C	38.76 °C
SANTAIRE N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	20.94 °C	31.08 °C	41.50 °C
CHAMBRE S+CHAMBRE+CHAMBRE S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	18.37 °C	28.84 °C	39.20 °C
SEJOUR S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	19.19 °C	29.80 °C	40.73 °C
CUISINE	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	18.17 °C	28.63 °C	39.39 °C
SANITAIRE S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.01 °C	31.22 °C	41.62 °C
Total	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W			

*Visualisation graphique :*



Graph03 : Evolution de la température en été pendant la semaine la plus chaude n° 03.

*Interprétation :*

D'après les résultats obtenus nous remarquons que les besoins en climatisation sont nuls car la consigne de thermostat n'est pas intégrée dans cette simulation.

## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

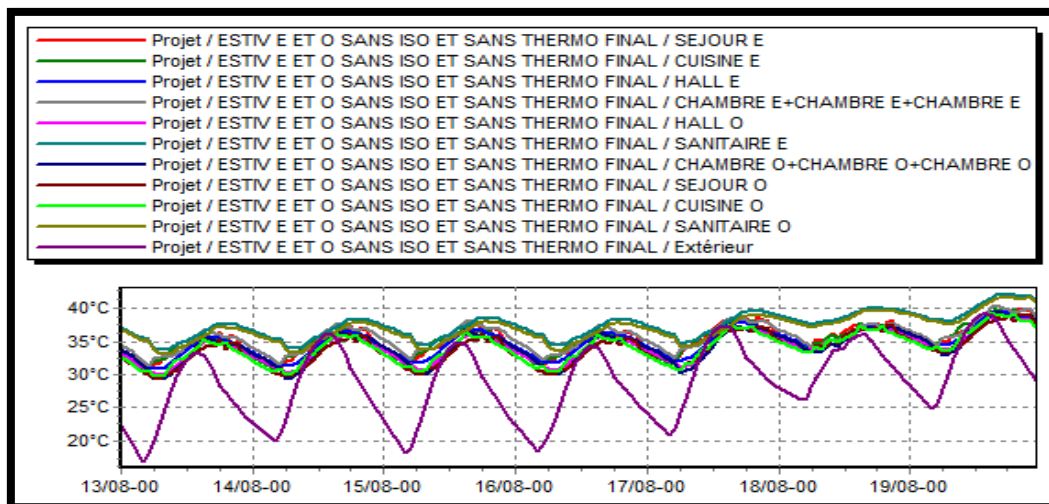
La température moyenne à l'intérieur des espaces est de **28°C** dans le logement mono-orienté Nord ; peut atteindre **39°C** et la température moyenne est presque **30°C** dans celui du sud et peut atteindre **41°C** qui n'est pas conforme à la plage du confort (27°C).

### Estivale Est et Ouest :

- **Tableau4:** Résultats de la simulation n°04 sous pléiades.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
SEJOUR E	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	18.36 °C	29.48 °C	40.00 °C
CUISINE E	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	18.47 °C	29.49 °C	40.21 °C
HALL E	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	18.67 °C	29.39 °C	39.61 °C
CHAMBRE E+CHAMBRE E+CHAMBRE E	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	18.67 °C	29.89 °C	40.58 °C
HALL O	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	18.51 °C	28.90 °C	39.05 °C
SANITAIRE E	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.23 °C	32.03 °C	42.22 °C
CHAMBRE O+CHAMBRE O+CHAMBRE O	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	17.84 °C	28.92 °C	39.56 °C
SEJOUR O	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	18.14 °C	28.57 °C	39.22 °C
CUISINE O	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	18.29 °C	28.73 °C	39.52 °C
SANITAIRE O	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	21.18 °C	31.66 °C	41.75 °C
Total	0 kWh	0 kWh	0 W	0 W			

### Visualisation graphique :



Graph 04 : Evolution de la température en été pendant la semaine la plus chaude n° 04.

## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

### *Interprétation :*

D'après les résultats obtenus nous remarquons que les besoins en chauffage sont nuls car la consigne de thermostat n'est pas intégrée dans cette simulation.

La température moyenne à l'intérieur des espaces est presque **30°C** et peut atteindre **40.5°C** dans le logement mono-orienté Est et de **29°C** et qui peut atteindre **39.5°C** dans le logement mono-orienté Ouest. Cette différence est due aux apports solaires en été toute la matinée dans l'est et l'après midi dans l'ouest.

### *Synthèse :*

Nous constatons que les températures à l'intérieur des espaces n'atteignent pas la température du confort pour l'occupant sans l'intégration de consigne de thermostat en été et en hiver.

### **III.2. Les résultats de la simulation avec consigne de thermostat:**

Cette simulation a été faite avec intégration de consigne de thermostat, dans le but d'évaluer la consommation énergétique dans les quatre mono-orientations : Nord, Sud, Est et Ouest afin de choisir la cellule la plus favorable.

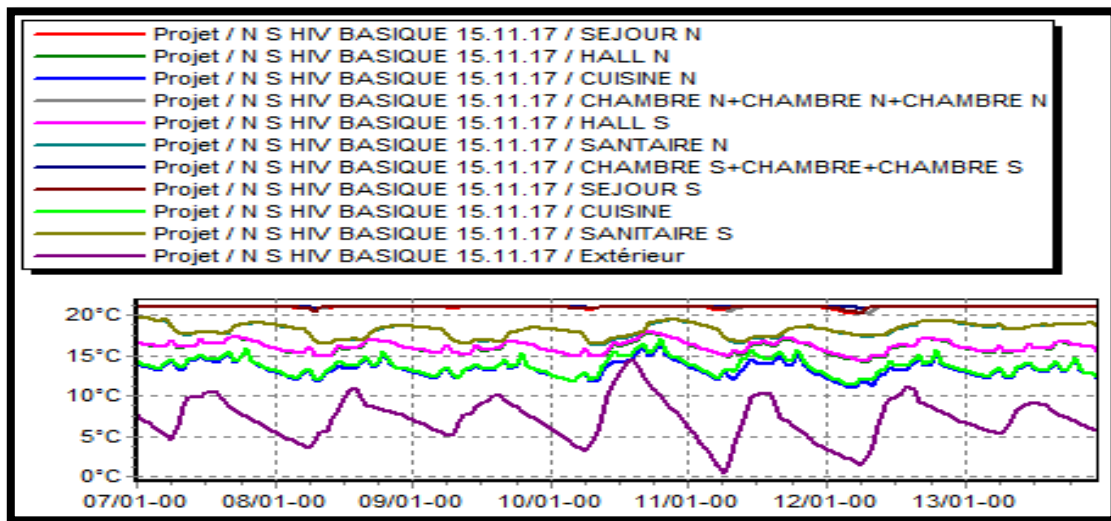
#### *Hivernale Nord et Sud :*

- **Tableau5:** Résultats de la simulation n°05 sous pléiades.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
SEJOUR N	3163 kWh	0 kWh	2037 W	-0 W	19.41 °C	21.07 °C	25.98 °C
HALL N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.75 °C	18.22 °C	25.54 °C
CUISINE N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	10.20 °C	16.53 °C	26.36 °C
CHAMBRE N+CHAMBRE N	4902 kWh	0 kWh	3710 W	-0 W	19.99 °C	21.08 °C	25.22 °C
HALL S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.87 °C	18.36 °C	25.89 °C
SANTAIRE N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.49 °C	20.42 °C	27.73 °C
CHAMBRE S+CHAMBRE S	4200 kWh	0 kWh	3637 W	-0 W	20.29 °C	21.19 °C	25.76 °C
SEJOUR S	2340 kWh	0 kWh	1782 W	-0 W	19.91 °C	21.23 °C	26.89 °C
CUISINE	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	10.55 °C	17.02 °C	26.84 °C
SANITAIRE S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.57 °C	20.50 °C	27.93 °C

# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

*Visualisation graphique :*



Graphe05 : Evolution de la température en hiver pendant la semaine la plus froide n° 05.

*Interprétation :*

Après l'intégration de la consigne de chauffage nous remarquons que la température intérieure des espaces atteint la température du confort dans les deux mono-orientations, ce qui a été assuré par une puissance énergétique de chauffage de **5747 W** dans la mono-orientation Nord et de **5419 W** dans le logement mono-orienté Sud. Pour les besoins en chauffage sont estimés à **8065 KWh** dans le nord et **6540 KWh** dans le sud.

Les besoins en chauffage sont importants pour la mono-orientation Nord par rapport à celles du Sud ; et cela est due à l'absence des apports solaires sur la façade nord.

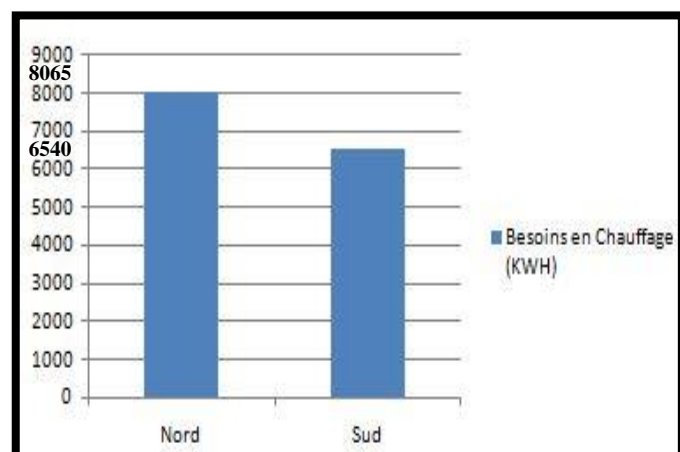


Figure 1 : Histogramme n°05 des Besoins En Chauffage (source : auteur).

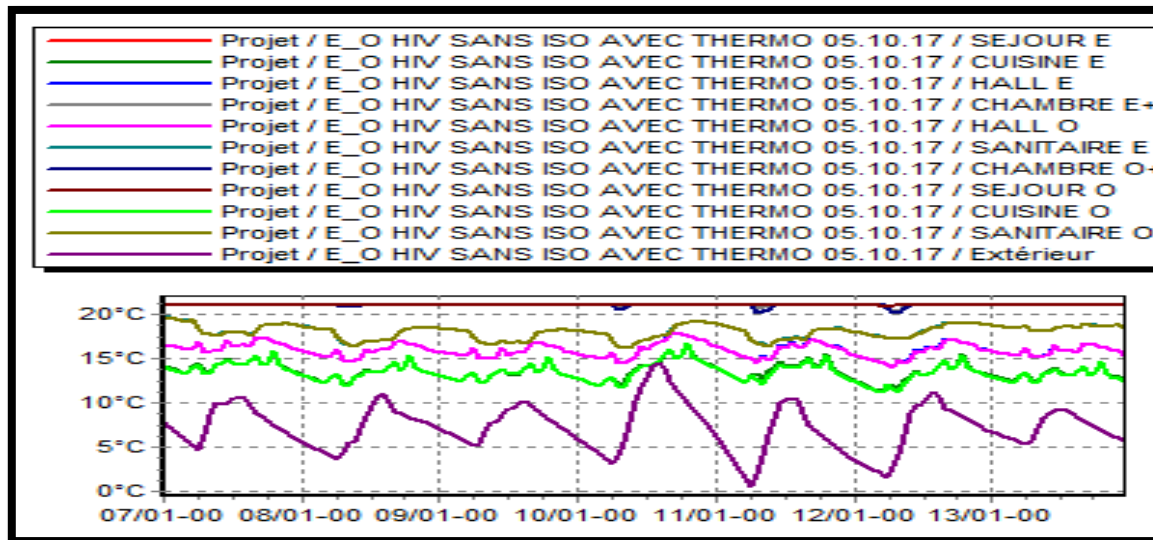
## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

### *Hivernale Est et Ouest :*

**Tableau 6:** Résultats de la simulation n°06 sous pléiades.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
SEJOUR E	3075 kWh	0 kWh	2277 W	-0 W	20.39 °C	21.10 °C	25.90 °C
CUISINE E	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	10.44 °C	16.68 °C	26.41 °C
HALL E	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.41 °C	18.14 °C	25.57 °C
CHAMBRE E+CHAMBRE E-	5093 kWh	0 kWh	4023 W	-0 W	20.01 °C	21.12 °C	25.38 °C
HALL O	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.29 °C	18.10 °C	25.48 °C
SANITAIRE E	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.32 °C	20.26 °C	27.25 °C
CHAMBRE O+CHAMBRE O-	5279 kWh	0 kWh	4023 W	-0 W	19.65 °C	21.10 °C	25.34 °C
SEJOUR O	3190 kWh	0 kWh	2277 W	-0 W	20.08 °C	21.09 °C	25.80 °C
CUISINE O	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	10.23 °C	16.51 °C	26.22 °C
SANITAIRE O	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.28 °C	20.23 °C	27.19 °C

### *Visualisation graphique :*



Graph6 : Evolution de la température en hiver pendant la semaine la plus froide n° 06.



## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

### *Interprétation :*

Après l'intégration de la consigne de chauffage on constate que les températures atteignent la température du confort à l'intérieur des pièces séjour et chambres des deux mono-orientations, la puissance énergétique de chauffage a été estimée à **6300 W** dans les deux mon-orientations Est et Ouest.

Nous remarquons que les besoins en chauffage sont estimés à **8181 KWH** pour la mon-orientation Est et à **8469 KWH** pour la mono-orientation Ouest.

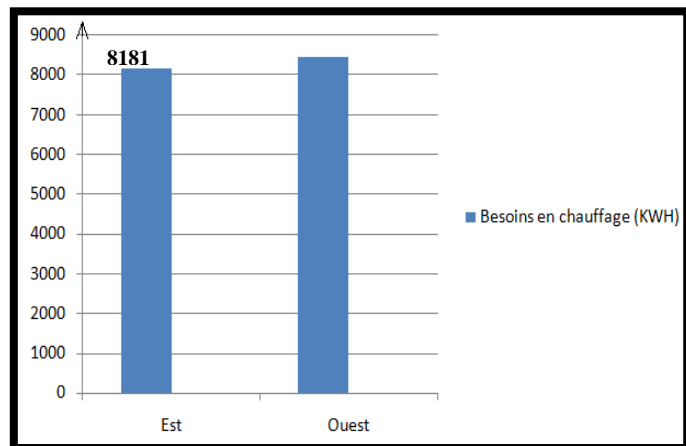


Figure 2: Histogramme n°06 de Besoins En Chauffage (source : auteur).

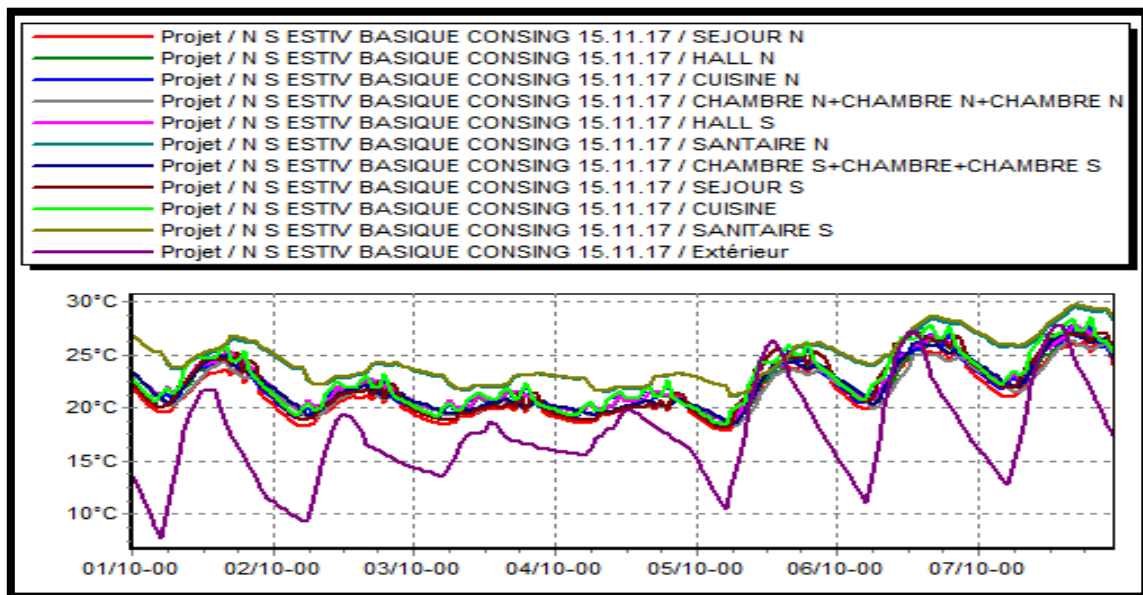
### *Estivale Nord et Sud :*

**Tableau 7:** Résultats de la simulation n°07 sous pléiades.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
SEJOUR N	0 kWh	814 kWh	0 W	2037 W	-17.99 °C	25.08 °C	28.64 °C
HALL N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	3.63 °C	27.59 °C	36.10 °C
CUISINE N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.70 °C	28.53 °C	39.29 °C
CHAMBRE N+CHAMBRE N	0 kWh	1347 kWh	0 W	3710 W	-20.03 °C	25.15 °C	28.55 °C
HALL S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	3.62 °C	27.72 °C	36.18 °C
SANTAIRE N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	10.26 °C	29.94 °C	38.52 °C
CHAMBRE S+CHAMBRE+C	0 kWh	1498 kWh	0 W	3637 W	-20.02 °C	25.33 °C	28.74 °C
SEJOUR S	0 kWh	851 kWh	0 W	1782 W	-18.29 °C	25.35 °C	29.09 °C
CUISINE	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.69 °C	28.90 °C	39.41 °C
SANITAIRE S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	10.26 °C	30.01 °C	38.56 °C

# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

*Visualisation graphique :*



Graphe07 : Evolution de la température en été pendant la semaine la plus chaude n° 07.

*Interprétation :*

D'après les résultats obtenus, et l'intégration de la consigne de climatisation la température intérieure atteint la température du confort dans les espaces (séjour et chambres) des logements mono-orienté Nord et Sud.

La puissance énergétique de climatisation a été estimée à **5747 W** dans le nord et à **5419 W** dans le Sud.

On a constaté que les besoins en climatisation dans les pièces du confort sont estimés à **2161 KWH** pour la mono-orientation Nord et à **2349 KWH** pour la mono-orientation Sud.

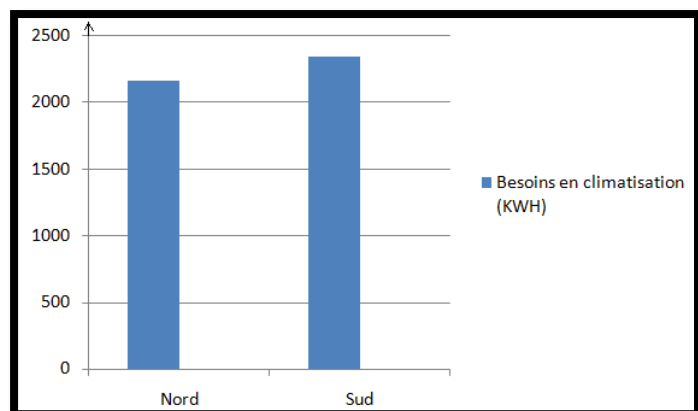


Figure 3: Histogramme N°07 de Besoins En Climatisation (source auteur).

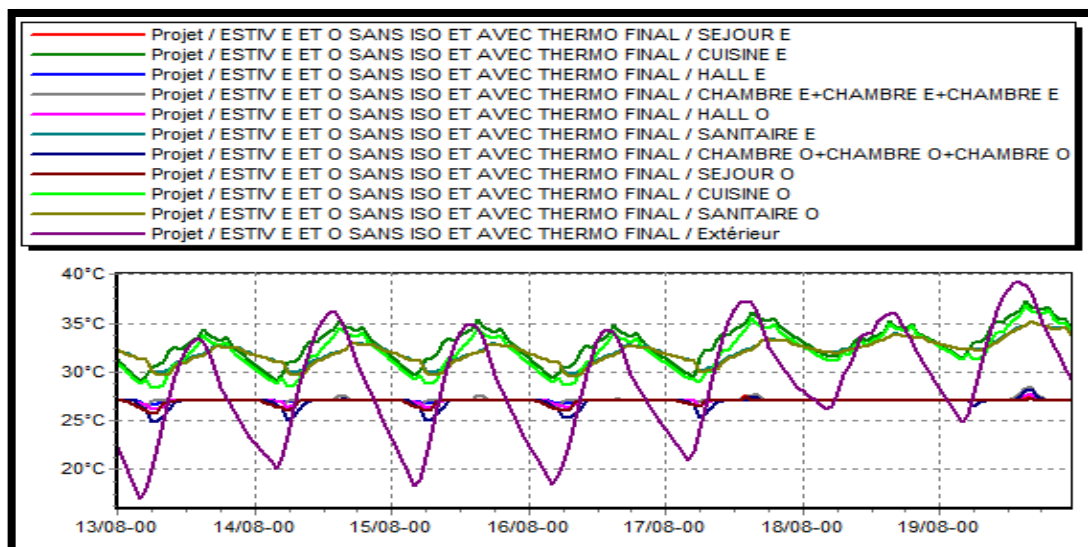
## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

### Estivale Est et Ouest :

- **Tableau 8:** Résultats de la simulation n°08 sous pléiades.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
<b>Année</b>							
SEJOUR E	0 kWh	929 kWh	0 W	2277 W	-19.49 °C	25.17 °C	27.98 °C
CUISINE E	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.31 °C	29.02 °C	39.46 °C
HALL E	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	3.37 °C	27.63 °C	36.45 °C
CHAMBRE E+CHAMBRE E-	0 kWh	1758 kWh	0 W	4023 W	-20.77 °C	25.25 °C	28.98 °C
HALL O	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	3.37 °C	27.42 °C	36.27 °C
SANITAIRE E	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	9.90 °C	29.85 °C	38.36 °C
CHAMBRE O+CHAMBRE O	0 kWh	1399 kWh	0 W	4023 W	-20.81 °C	24.95 °C	28.76 °C
SEJOUR O	0 kWh	748 kWh	0 W	2277 W	-19.49 °C	24.92 °C	27.80 °C
CUISINE O	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.31 °C	28.40 °C	39.05 °C
SANITAIRE O	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	9.87 °C	29.69 °C	38.23 °C

### Visualisation graphique :



Graph08 : Evolution de la température en été pendant la semaine la plus chaude n° 08.

### Interprétation :

Suite aux résultats obtenus et après l'intégration de la consigne de climatisation nous constatons que la température moyenne à l'intérieur atteint la plage du confort dans le séjour et les chambres des deux mono-orientations.

## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

La puissance énergétique de climatisation a été estimée à **6300 W** dans les deux mono-orientations Est et Ouest.

Nous avons constaté que les besoins en climatisation dans les pièces du confort sont estimés à **2687 KWH** pour la mono-orientation Est et à **2147 KWH** pour la mono-orientation Ouest.

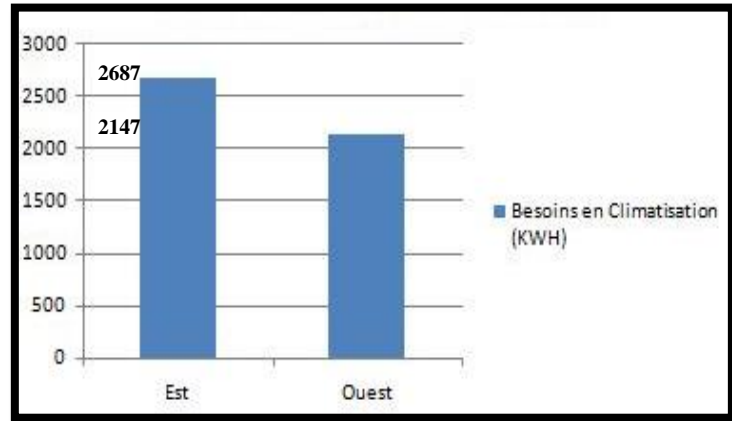


Figure 4: Histogramme N°08 de Besoins En Climatisation (source : auteur).

### III.3.Synthèse de comparaison des résultats obtenus après simulation avec consigne de thermostat :

**Tableau 9** : Les Besoins énergétiques annuels :

La mono-orientation	Nord	Sud	Est	Ouest
Besoins énergétiques kWh/an	10226	8889	10868	10616
Besoins énergétiques/m <sup>2</sup> /An.	94,887	85,307	93,439	91,273

## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

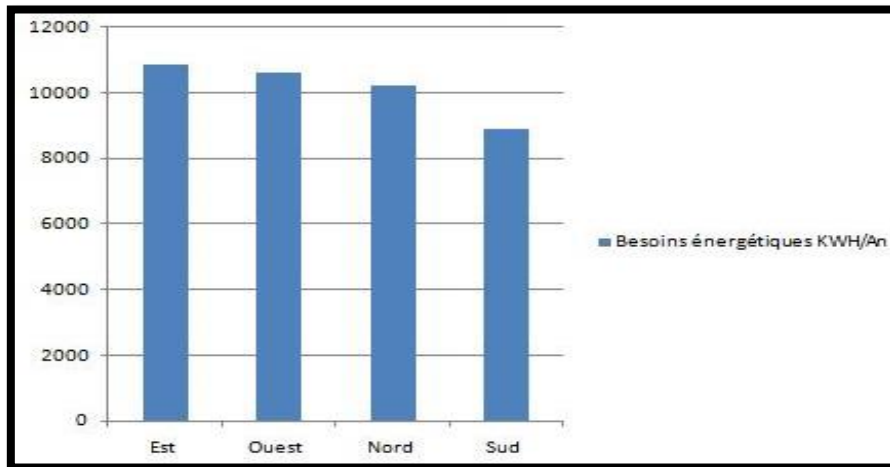


Figure 5: Histogramme N°09 de comparaison des Besoins énergétiques /an (source : auteur).

D'après les résultats obtenus, On constate que le logement mono-orienté sud consomme moins d'énergie par rapport aux autres logements mono-orientés.

Afin d'évaluer l'impact de la mono-orientation sur la consommation énergétique on a comparé les résultats obtenus avec le label énergétique.

➤ **Comparaison avec la référence énergétique :**

- La Consommation énergétique (KWH/An/m<sup>2</sup>)  
Nord est de : 91 < 94,887 kWh/m<sup>2</sup>/an < 150.  
Ce logement est classé dans la catégorie **C**.
- La Consommation énergétique (KWH/An/m<sup>2</sup>)  
Sud : 91 < 85,307 kWh/m<sup>2</sup>/an < 150.  
Ce logement est classé dans la catégorie **B**.
- La Consommation énergétique (KWH/An/m<sup>2</sup>)  
Est : 91 < 93,439 kWh/m<sup>2</sup>/an < 150.  
Ce logement est classé dans la catégorie **C**.
- La Consommation énergétique (KWH/An/m<sup>2</sup>)  
Ouest : 91 < 91,273 kWh/m<sup>2</sup>/an < 150.  
Ce logement est classé dans la catégorie **C**.

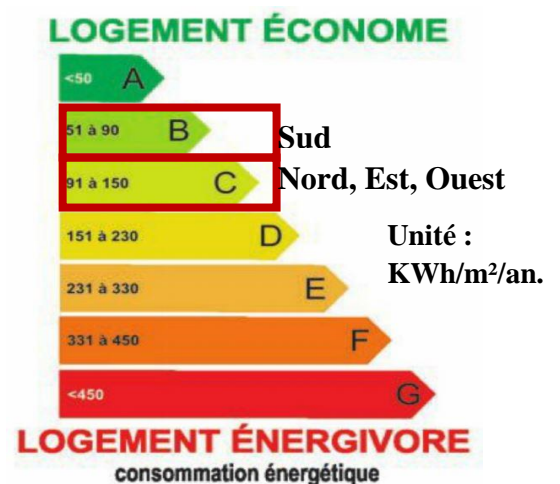


Figure 6: Label énergétique N°01<sup>1</sup>.

# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

D'après les résultats obtenus ; on constate que la puissance de chauffage et climatisation ainsi que les besoins énergétiques du logement mono-orienté Sud sont moins importants a ceux des logements mono-orientés : Nord, Est, Ouest ; mais il ressort que la consommation énergétique pour atteindre le confort est très importante.

## III.4. Conclusion :

Après la comparaison des quatre mono-orientations par rapport a la référence énergétique nous avons déduit que la mono-orientation **Sud** est la plus favorable cependant ; elle reste insuffisante du point de vue de la consommation énergétique ; dont le but d'améliorer l'efficacité du logement nous avons introduit une hypothèse opérationnelle suivante :

### III.4.1. Hypothèse opérationnelle:

*Isolation thermique* additionnée à une mono-orientation favorable permet de réduire la consommation énergétique.

### III.4.2. Méthodologie :

Afin d'améliorer l'efficacité énergétique de notre cas d'étude « logement mono-orienté Sud » nous avons opté en premier lieu pour la vérification de sa conformité par rapport au DTR C3-2 pour le chauffage dont le but de proposer des solutions passives.

## III.5. Calcul du bilan thermique : « Mur extérieure en brique creuse »

### ➤ Calcul de déperditions thermiques d'après le DTR C2-3 :

$DT \leq 1.05 D \text{ réf}$  → à vérifier

$$D \text{ réf} = a \times S1 + b \times S2 + c \times S3 + d \times S4 + e \times S5. \quad (2.6)$$

$$\left. \begin{array}{l} a=1.10 \\ b=2.40 \\ c=1.20 \\ d=3.50 \\ e=4.50 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Sont des coefficients liés à la zone} \rightarrow \text{tableau (2.1)} \\ \text{D'après le zonage climatique sur le DTR C3-2 (zone d'Alger).} \end{array}$$

S1 : Surface du plancher1 ; S2 : Surface du plancher2. (m<sup>2</sup>)



## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

---

(Étage intermédiaire S1etS2=0).

S3 : Surface des murs extérieurs. (m<sup>2</sup>)

S4 : surface des portes extérieures. (m<sup>2</sup>)

S5: Surface des fenêtres.

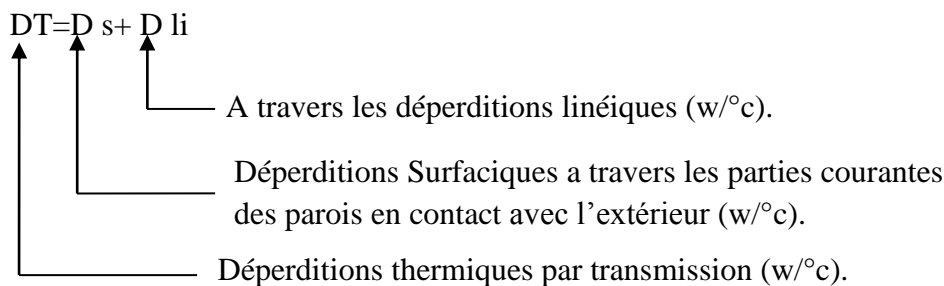
$$S3=P \times h. \quad h=H-e=3.06-0.21= 2.85 \text{ m d'ou: } S3= 46 \times 2.85=131.10\text{m}^2$$

$$S4=1.05 \times 2.17=2.28 \text{ m}^2$$

$$S5=7.92 \text{ m}^2$$

$$D_{ref}=1.10 \times 0+2.40 \times 0+1.20 \times 131.10+3.50 \times 2.28+4.50 \times 7.92. \quad (w/^{\circ}c); \quad D_{ref}=200.94 \text{ w}/^{\circ}c$$

$$DT \leq 1.05 D_{ref} \text{ d'ou } DT \leq 1.05 \times 200.94 \quad DT \leq 210.98 \text{ w}/^{\circ}c$$



$$D_i = 20\% D_s \quad D_i = 0.2 \times D_s \quad (w/^{\circ}c) \quad \longrightarrow \quad \text{Tableau 4.3}$$

$$D_s = D_{mur} + D_{toiture} + D_{fenetre} + D_{porte} + D_{sol}. \quad (W/^{\circ}c)$$

$$D_{fenetre} = K_{fenetre} \times S_{fenetre} = 3.8 \times 7.92 = 30.1 \quad (w/^{\circ}c)$$

$$D_{Porte} = 3.5 \times 2.27 = 7.97 \quad (w/^{\circ}c). \quad \longrightarrow \quad \text{Tableau 3.3}$$

$$D_{mur} = K_{mur} \times S_{mur} \quad K_{mur} = ? \quad \text{DTR C3-2 Tableau 1.5}$$

$K=1/R$  le coefficient K est donné par la formule :

$$1/K = \sum R + 1/h_e + 1/h_i. \quad (m^2. ^{\circ}c/w) \quad (3.3)$$

## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

$$\sum R + 1/h_e + 1/h_i = R_{\text{enduit}} + R_{\text{brique}} + R_{\text{lame d'air}} + R_{\text{brique}} + R_{\text{enduit de ciment}} + 0.17. \quad (1/h_e + 1/h_i = 0.17)$$

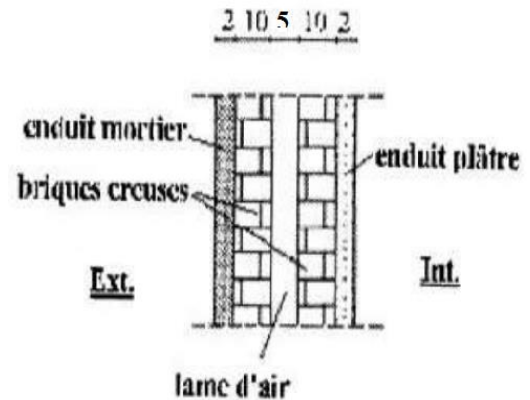
Plâtre : 2 cm

Brique : 10 cm

La lame d'air : 5 cm

Brique : 10 cm

Enduit de ciment : 2 cm



- $R_{\text{Enduit de ciment}} = e/\lambda = 0.02/2 = 0.01 \text{ c/w}$      $R_i = e_i/\lambda_i$     selon le DTR C3-2    (3.4)
- $R_{\text{brique ép.10cm}} = 0.2$  (d'après le DTR).
- $R_{\text{lame d'air ép.5cm}} = 0.11$  (selon le tableau 3.1 DTR C3-2).
- $R_{\text{enduit plâtre}} = e/\lambda = 0.02/0.35 = 0.057$ .
- $R = 0.17 + 0.01 + 0.2 + 0.11 + 0.2 + 0.057 = 1.26$      $K = 1/1.26 = 1.35$

$$D_{\text{mur}} = 1.35 \times 131.1 = 176.98 \text{ w/}^\circ\text{C} \quad D_s = 30.1 + 7.97 + 176.98 = 215.05 \text{ w/}^\circ\text{C}$$

$$D_{li} = 20 \% D_s = 0.20 \times D_s \quad D_{li} = 0.2 \times 215.05 = 43.01 \text{ w/}^\circ\text{C}.$$

$$D_T = D_s + D_{li} = 215.05 + 43.01 = 258.06 \text{ W/}^\circ\text{C}.$$

$D_T \leq 258.06$ .    **Résultat non Conforme au DTR.**

# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

## III.6.Simulation thermique dynamique :

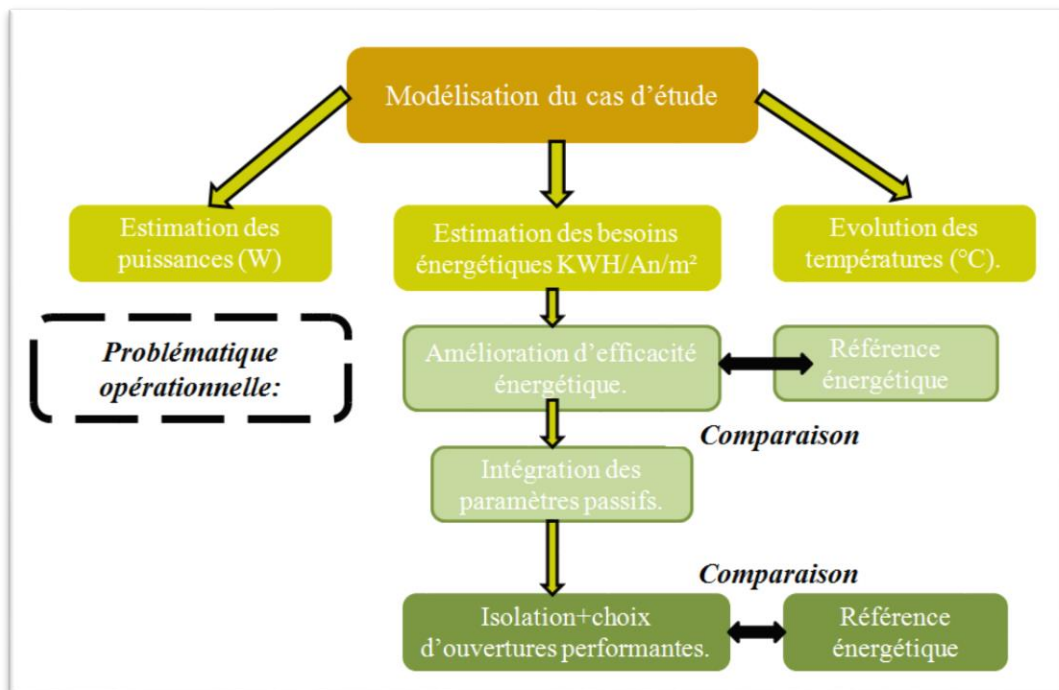


Figure 7: Schématisation de la méthode de recherche N°03 (source auteur).

### III.6.1. Évaluation de la mono-orientation favorable après renforcement de l'enveloppe extérieure par une isolation thermique et ouvertures performantes :

Il s'agit d'une intégration d'isolation thermique en laine de roche et ouvertures performantes en pvc double vitrage.

#### *Les critères du choix de l'isolation :*

- La laine de roche est l'un des matériaux d'isolation courants en Algérie.
- Moins de risque d'irritation allergique.
- Coût faible de ce matériau au m<sup>2</sup>.
- Son coefficient de conductivité thermique est en moyenne de 0,032 à 0,04 W/m.K.
- Non consommables par les rongeurs.<sup>2</sup>
- la mise en pose d'isolation entre les deux cloisons afin de préserver les surfaces habitables, est aisé et facile.



Figure 8: Laine de roche.<sup>1</sup>

<sup>2</sup> Guide pratique ADEME, L'Isolation thermique une maison plus hermétique)

# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

## III.6.1.1. Sous pléiade :

### III.6.1.1.1. Composition des éléments constructifs :

#### 1. Composition du mur extérieur avec isolation :

Tableau 10: Composition du mur extérieur avec isolation.

Caractéristiques de la composition

Classe: Murs

Nom: Mur extérieur avec isolation 70 MM

Complément: ..

Origine:

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R
Enduit extérieur	M	2.0	34	1.15	0.02
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Brique creuse de 5 cm	E	5.0	36	0.50	0.10
Laine de roche	M	7.0	21	0.04	1.71
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Enduit plâtre	M	2.0	30	0.35	0.06
Total		36.0	259		2.31

Extérieur ↓ Intérieur

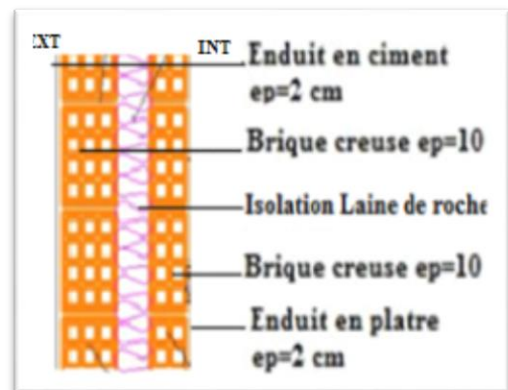


Figure 9: Détail constructif du mur extérieur avec isolation (source : auteur).

#### 2. Menuiserie :

Caractéristiques du vitrage

Classe: Fenêtres

Nom: Fen PVC DV 4.12.4

Complément: ..

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

Nombre de vitrages: 2 Vitrages

Changer les caractéristiques

Facteur solaire moyen: 0.57

Coef U moyen: 2.47 W/(m2.K)

% de vitrage: 70 %

Vitrage: Facteur solaire: 0.81, Coef U Vitrage: 2.80 W/(m2.K)

Cadre: Coef U Opaque: 1.70 W/(m2.K)

Figure 11: Composition de la fenêtre en PVC double vitrage.

Caractéristiques du vitrage

Classe: Portes

Nom: Porte bois isolante performante

Complément: Huisserie bois

Origine: Guide de la thermique dans l'habitat neuf

Nombre de vitrages: Opaque

Changer les caractéristiques

Facteur solaire moyen: 0.00

Coef U moyen: 0.80 W/(m2.K)

% de vitrage: 0 %

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

Cadre: Coef U Opaque: 0.80 W/(m2.K)

Figure 10: Composition de la porte en bois isolante performante.

### III.6.1.1.2. Sous Alcyone :

#### 1. Insertion des éléments constructifs :

- Caractéristiques des murs.
- Caractéristiques des ouvrants.
- Etats de surface.

# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

Situation  
Situation de la station **ALGER** Latitude **36,70** °

Composition par défaut des parois

Paroi externe	Mur extérieur avec isolation 70	Selection
Paroi interne	Cloison brique	Selection
Plancher bas	Pl. courant en hourdis	Selection
Plancher intermédiaire	Pl. courant en hourdis	Selection
Toiture	Pl. courant en hourdis	Selection

Vide sanitaire  Grenier ventilé

Composition standard

- Utiliser la composition standard pour les parois externes
- Utiliser la composition standard pour les parois internes
- Utiliser la composition standard pour les planchers bas
- Utiliser la composition standard pour les planchers bas
- Utiliser la composition standard pour la toiture
- Ne pas utiliser la composition standard

Composition par défaut des portes et des fenêtres

Fenêtres	Fen PVC DV 4.12.4	Selection	Largeur de fenêtre par défaut	1.40	m	Hauteur de fenêtre par défaut	1.20	m
Portes	Porte bois isolante performante	Selection	Largeur de porte par défaut	0.94	m	Hauteur de porte par défaut	2.04	m

Etats de surface par défaut

Face externe	Peinture blanche	Selection	Face interne	Couleur lisse blanc	Selection
Plancher	Couleur lisse blanc	Selection	Plafond	Plâtre blanc	Selection
Toiture externe	Ciment	Selection			

Figure 12: Insertion des éléments constructifs sous Alcyone.

- **Exporter vers PLEIADES.**

## III.6.2. Sous PLEIADE : Intégration des Scenarios de fonctionnement.

### Les résultats :

- Voici ci-dessous les résultats obtenus après lancement de simulation avec Pléiades+Comfie.

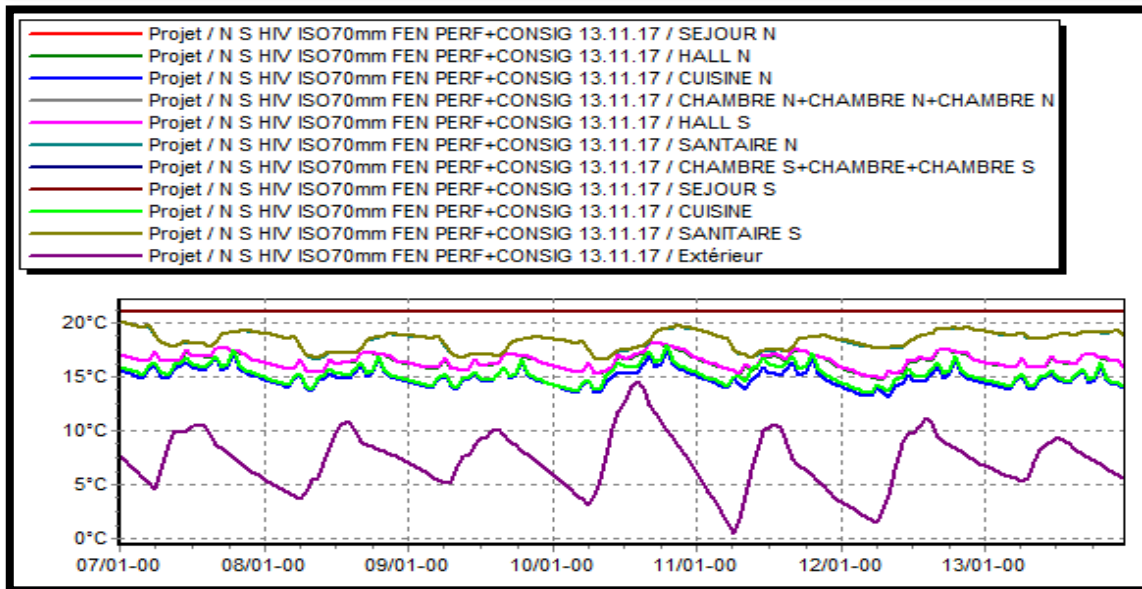
# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

## III.6.2. Simulation de la mono-orientation Sud avec isolation extérieure et choix d'ouvertures performantes Avec Consigne De Thermostat :

*Hivernale :*

**Tableau 11:** Résultats de la simulation n°11 sous pléiades.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
SEJOUR N	2216 kWh	0 kWh	2037 W	-0 W	21.00 °C	21.13 °C	25.80 °C
HALL N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.37 °C	18.52 °C	25.50 °C
CUISINE N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	12.21 °C	17.78 °C	26.12 °C
CHAMBRE N+CHAMBRE N	3538 kWh	0 kWh	3710 W	-0 W	20.82 °C	21.13 °C	25.15 °C
HALL S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.44 °C	18.64 °C	25.74 °C
SANTAIRE N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.76 °C	20.57 °C	27.74 °C
CHAMBRE S+CHAMBRE+C	3081 kWh	0 kWh	3519 W	-0 W	20.98 °C	21.21 °C	25.54 °C
SEJOUR S	1615 kWh	0 kWh	1643 W	-0 W	21.00 °C	21.25 °C	26.47 °C
CUISINE	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	12.77 °C	18.26 °C	26.66 °C
SANITAIRE S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.81 °C	20.63 °C	27.88 °C
Total	10450 kWh	0 kWh	10909 W	0 W			



Graphe11 : Evolution de la température en hiver pendant la semaine la plus froide n° 11.



# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

**Interprétation :**

Suite aux résultats obtenus et après l'intégration de la consigne de thermostat, les températures sont acceptables et le confort est atteint dans toutes les zones et qui a été assuré par une puissance de chauffage estimée à **5162 W**.

Selon les résultats obtenus ; on constate que la puissance de chauffage afin d'atteindre le confort à l'intérieur du logement isolé a diminué pour les besoins en chauffage, cette diminution est estimée à (28.2%) par rapport au logement mal isolé.

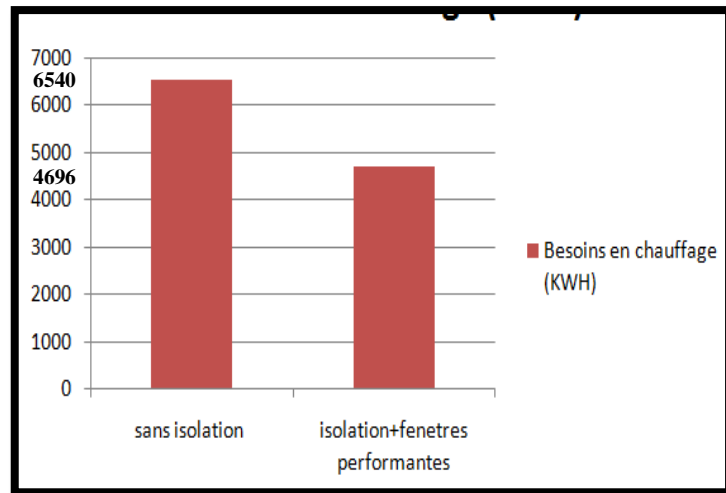


Figure 13: Histogramme N°11 des Besoins En Chauffage (source : auteur).

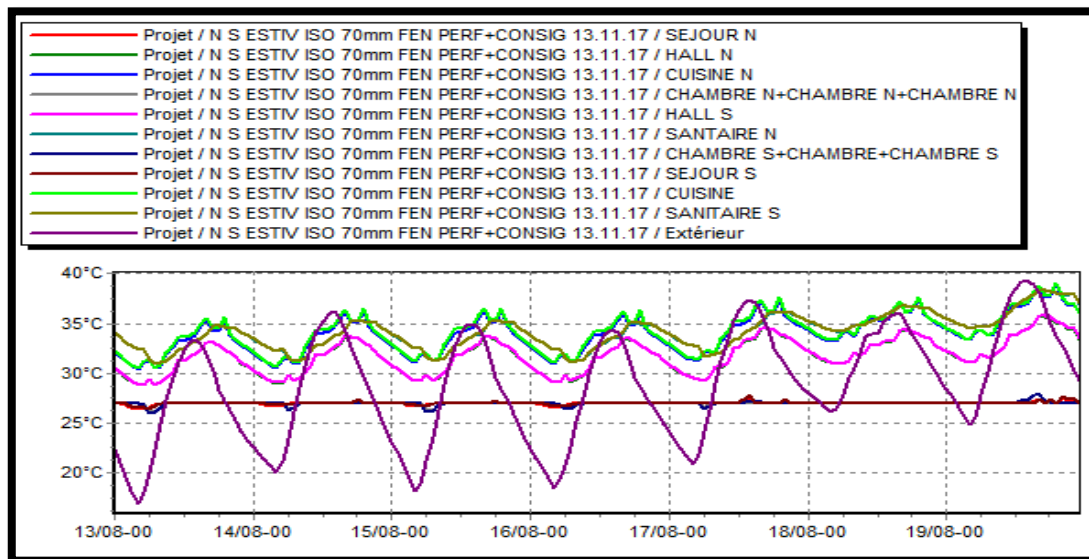
**Estivale :**

**Tableau 12:** Résultats de la simulation n°12 sous pléiades.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
SEJOUR N	0 kWh	740 kWh	0 W	2037 W	-22.46 °C	25.17 °C	27.59 °C
HALL N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	2.96 °C	27.72 °C	35.80 °C
CUISINE N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.60 °C	29.24 °C	38.95 °C
CHAMBRE N+CHAMBRE N+CH	0 kWh	1291 kWh	0 W	3710 W	-22.84 °C	25.22 °C	27.81 °C
HALL S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	2.95 °C	27.82 °C	35.84 °C
SANTAIRE N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	9.29 °C	30.00 °C	38.40 °C
CHAMBRE S+CHAMBRE+CHAI	0 kWh	1333 kWh	0 W	3637 W	-22.66 °C	25.34 °C	27.30 °C
SEJOUR S	0 kWh	727 kWh	0 W	1782 W	-22.93 °C	25.34 °C	27.78 °C
CUISINE	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.58 °C	29.60 °C	39.08 °C
SANITAIRE S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	9.28 °C	30.06 °C	38.42 °C
Total	0 kWh	4157 kWh	0 W	11165 W			

# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

## Visualisation graphique :



Graph12 : Evolution de la température en été pendant la semaine la plus chaude n° 12.

## Interprétation :

D'après les résultats obtenus et après l'intégration de la consigne de thermostat, les températures sont acceptables et le confort est atteint dans les zones du confort et qui a été assuré par une puissance de climatisation estimée à **2126 w** ; qui est moins de la puissance estimée dans le logement sans isolation.

On constate que les besoins en climatisation dans les pièces de confort du logement isolé sont moins a ceux du logement mal isolé ; passant de **2349 kWh** à **2126kwh** (diminution de 9.5%).

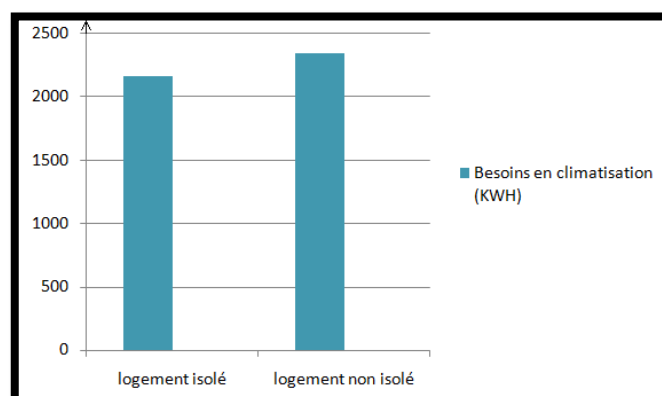


Figure 14: Histogramme N°12 des Besoins En Climatisation (source : auteur).

# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

## Synthèse:

Grace aux solutions passives proposées on a pu réduire les besoins énergétiques jusqu'à **23.25%** de la consommation du logement mal isolé.

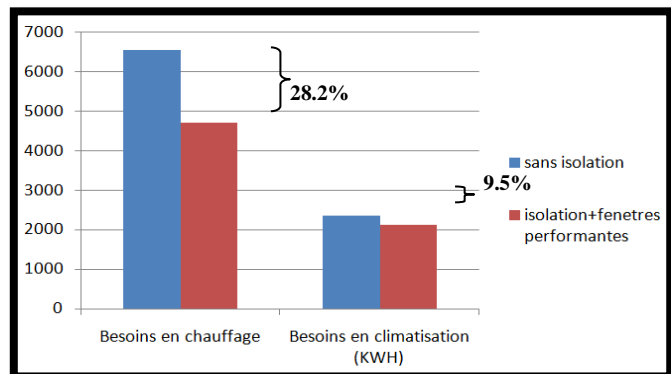


Figure 15: Histogramme N°13 de comparaison des Besoins Energétiques /An.

➤ *Comparaison des résultats obtenus avant le renforcement et après le renforcement avec la référence énergétique :*

● La consommation énergétique /an après l'intégration de l'isolation est de :  $51 < 65,470$  kWh/m<sup>2</sup>/an < 90.

● On constate que le logement est classé dans la catégorie B.

● Taux de réduction d'énergie= 23.25%.

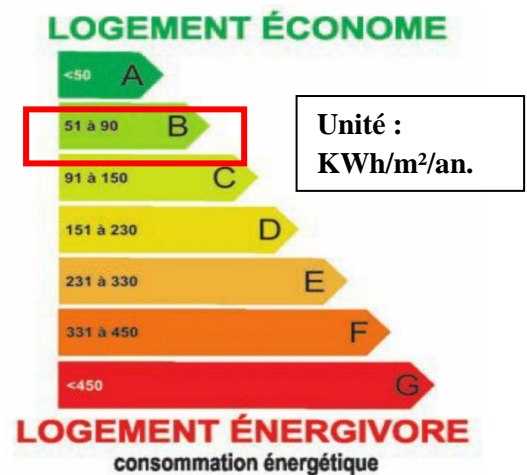


Figure 16: Label énergétique N°02.3

### III.6.3.La vérification « Murs avec isolation » par rapport au DTRC 3-2 :

*Calcul du bilan thermique :*

$DT \leq 1.05 D \text{ réf}$  → à vérifier

$D \text{ réf} = a \times S1 + b \times S2 + c \times S3 + d \times S4 + e \times S5$ . La Formule (2.6) selon le DTR C3-2

$\left. \begin{array}{l} a=1.10 \\ b=2.40 \\ c=1.20 \\ d=3.50 \end{array} \right\}$  Sont des coefficients liés à la zone → tableau (2.1)  
 D'après le zonage climatique sur le DTR C3-2 (zone d'Alger).

## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

---

$e=4.50$

S1= Surface du plancher 1 et S2 : Surface du plancher 2. (m<sup>2</sup>)

(Étage intermédiaire S1etS2=0).

S3 : Surface des murs extérieurs. (m<sup>2</sup>)

S4 : surface des portes extérieures. (m<sup>2</sup>)

S5: Surface des fenêtres.

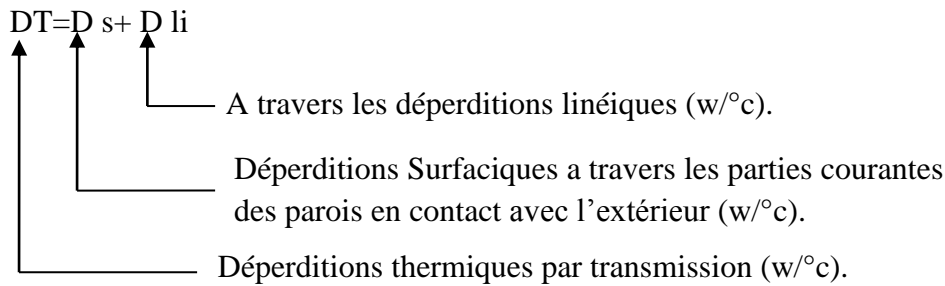
$S3=P \times h.$                        $h=H-e=3.06-0.21= 2.85 \text{ m}$     d'ou:  $S3= 46 \times 2.85=131.10\text{m}^2$

$S4=1.05 \times 2.17=2.28 \text{ m}^2$

$S5=7.92 \text{ m}^2$

$D_{ref}=1.10 \times 0+2.40 \times 0+1.20 \times 131.10+3.50 \times 2.28+4.50 \times 7.92.$  (w/°c);     $D_{ref}=200.94$   
(w/°c)

$DT \leq 1.05 D_{ref}$  d'ou  $DT \leq 1.05 \times 200.94$                        $DT \leq 210.98 \text{ (w/°c)}$



$D_i=20\% D_s$      $D_i=0.2 \times D_s$  (w/°c)     $\longrightarrow$  Tableau 4.3.

$D_s=D_{mur}+D_{toiture}+D_{fenetre}+D_{porte}+D_{sol}.$  (W/°c)

$D_{fenetre} =K_{fenetre} \times S_{fenetre}= 3.8 \times 7.92 =30.1$  (w/°c)

$D_{Porte}= 3.5 \times 2.27 =7.97$  (w/°c).  $\longrightarrow$  Tableau 3.3                       $D_{mur}=K_{mur} \times S_{mur}$

$K_{mur}=?$  DTR C3-2 Tableau 1.5                       $K=1/R$  le coefficient K est donné par la formule

$1/K= \sum R+1/h_e+1/h_i.$  (m<sup>2</sup>. °c/w)    ( $1/h_e+1/h_i=0.17$ )

## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

$\sum R+1/h_e+1/h_i = R \text{ enduit} + R \text{ brique} + R \text{ lame}$   
 d'air + R brique + R enduit de ciment + 0.17.

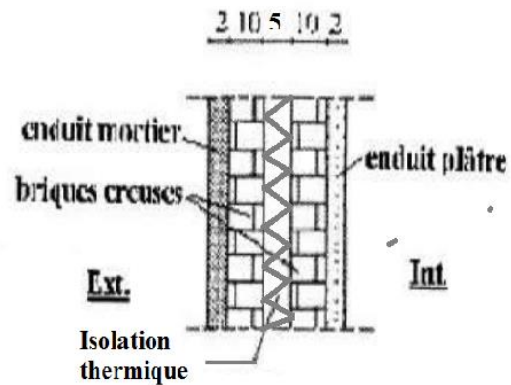
Plâtre : 2 cm

Brique : 10 cm

La lame d'air : 5 cm

Brique : 10 cm

Enduit de ciment : 2 cm



- $R \text{ Enduit de ciment} = e/\lambda = 0.02/2 = 0.01 \text{ c/w}$      $R_i = e_i/\lambda_i$     selon le DTR C3-2    (3.4)
- $R \text{ brique ép.} 10\text{cm} = 0.2$  (d'après le DTR).
- $R \text{ laine de roche ép.} 7\text{cm} = 1.75$     Tableau 3.1
- $R \text{ enduit plâtre} = e/\lambda = 0.02/0.35 = 0.057$ .
- $R = 0.17 + 0.01 + 0.2 + 1.75 + 0.2 + 0.057 = 2.49$      $K = 1/2.49 = 0.401 \text{ (w/m}^2 \cdot \text{°C)}$

$D_{\text{mur}} = 0.4 \times 131.1 = 52.65 \text{ w/°C}$                    $D_s = 30.1 + 7.97 + 52.65 = 90.72 \text{ w/°C}$

$D_{li} = 20 \% D_s = 0.20 \times D_s$                    $D_{li} = 0.2 \times 90.72 = 18.14 \text{ w/°C}$ .

$D_T = D_s + D_{li} = 90.72 + 18.14 = 108.86 \text{ W/°C}$ .

$D_T \leq 210.98$         **Résultat Conforme au DTR.**

**Tableau 13:** Tableau comparatif des deux bilans thermique.

Logement	Logement non isolé	Logement isolé
Déperditions (w/°c)	258.06 (DT ≤ 210.98)	108.86 (DT ≤ 210.98)
Vérification a la conformité	Résultat non vérifié	Résultat vérifié

### III.6.3. Conclusion :

On a conclu que la consommation énergétique pour le chauffage a diminué dans le logement après l'intégration de l'isolation thermique et les ouvertures performantes par rapport au logement sans isolation ; Et après la vérification des déperditions calorifiques de

## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

notre cas d'étude par rapport aux déperditions de référence selon le DTR C3-2 avant et après l'intégration de l'isolation thermique des murs extérieures, nous avons trouvé que le logement est devenu conforme suite à l'intégration de l'isolation et d'ouvertures performantes. Mais la consommation énergétique en climatisation reste une problématique en été ; à cet effet nous allons proposer l'intégration de la végétation.

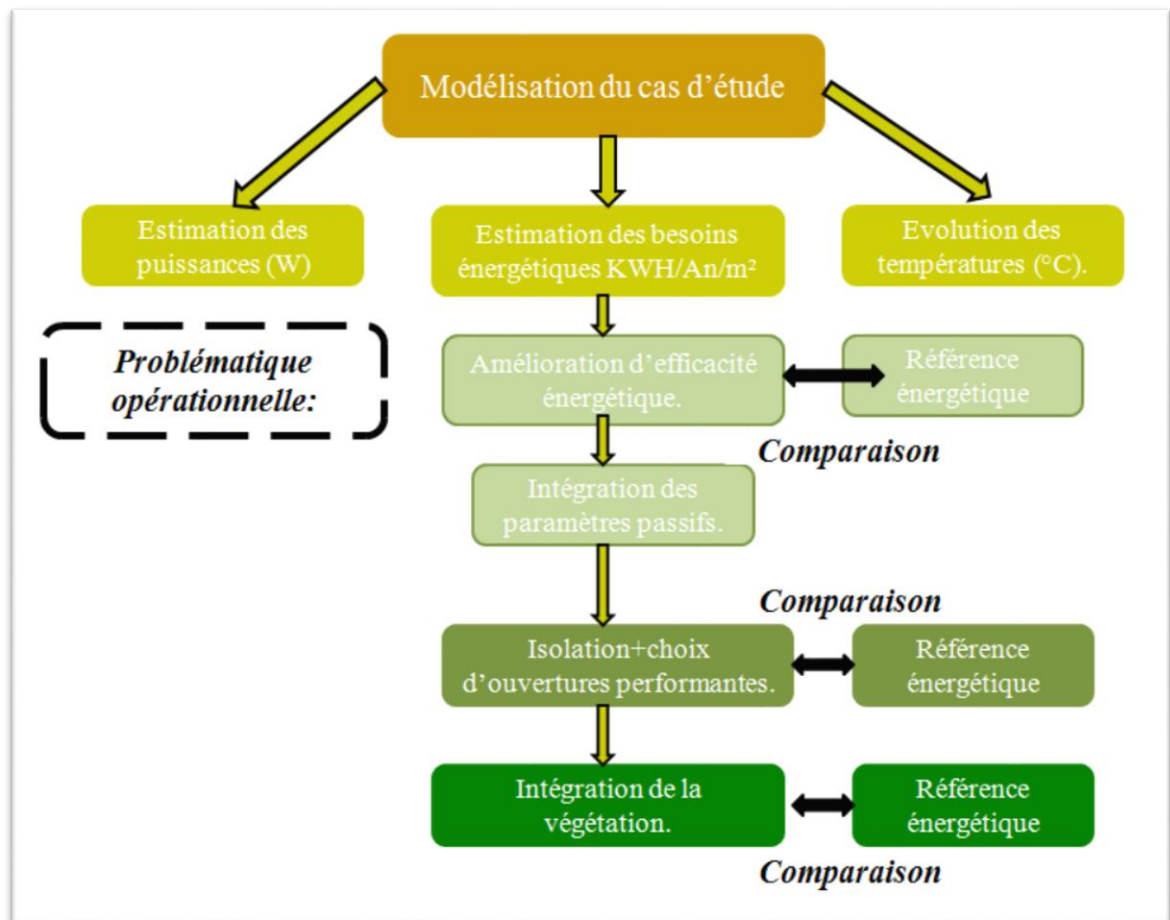


Figure 17: Schématisation de la méthode de recherche N°04 (source auteur).

### III.6.4. Intégration de la végétation :

Dans le but de réduire la consommation énergétique pour la climatisation, on a opté pour l'intégration des murs végétaux.

Notre intégration a été faite sur la façade Sud dont le but de minimiser les apports solaires durant la période estivale.



# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

## III.6.4.1. Sous pléiade :

### 1. Composition des murs végétaux :

Tableau 14: composition du mur végétal.

Caractéristiques de la composition

Classe: Murs

Nom: MUR VEGETAL

Complément:

Origine:

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R
Lierre	M	15.0	0	0.05	3.00
Fibre de bois	M	10.0	80	0.15	0.67
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Brique creuse de 5 cm	E	5.0	36	0.50	0.10
Laine de roche	M	7.0	21	0.04	1.71
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Enduit plâtre	M	2.0	30	0.35	0.06
Total		59.0	305		5.96

Extérieur

Intérieur

Nouveau Vers projet Sauver

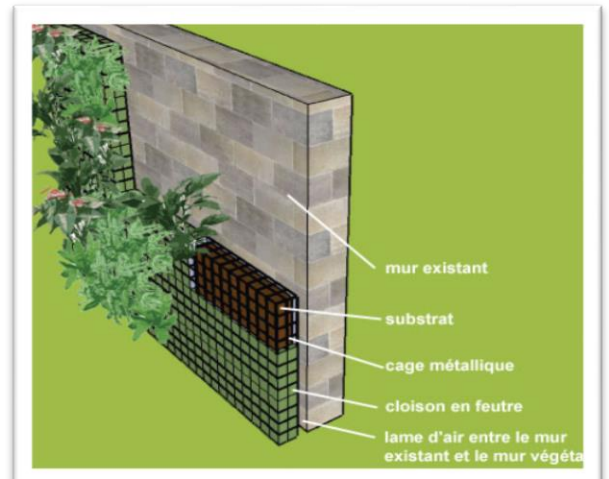


Figure 18: Détail de composition du mur végétal<sup>1</sup>.

### Critère du choix :

- **Le lierre** est une plante particulièrement bien adaptée au verdissement des façades ; Il reste vert toute l'année.
- Résistant au froid et à la sécheresse.
- S'accroche au mur à l'aide de crampons qui secrètent une sorte de colle.
- Il protège le mur de l'humidité et des intempéries grâce à son feuillage dense.



<sup>3</sup> Rapport bbp (bati et biodiversité& positive)-mesures thermiques.

# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

## III.6.4.2. Sous Alcyone :

### 1. Insertion des éléments constructifs :

Figure 20: Insertion des éléments constructifs sous Alcyone.

### ▪ Exporter vers PLEIADES.

## III.6.4.3. Sous PLEIADES : Intégration des scénarios du fonctionnement.

## III.6.5. Simulation De La Mono-orientation Sud Après L'intégration Du Mur Végétal Avec Consigne De Chauffage :

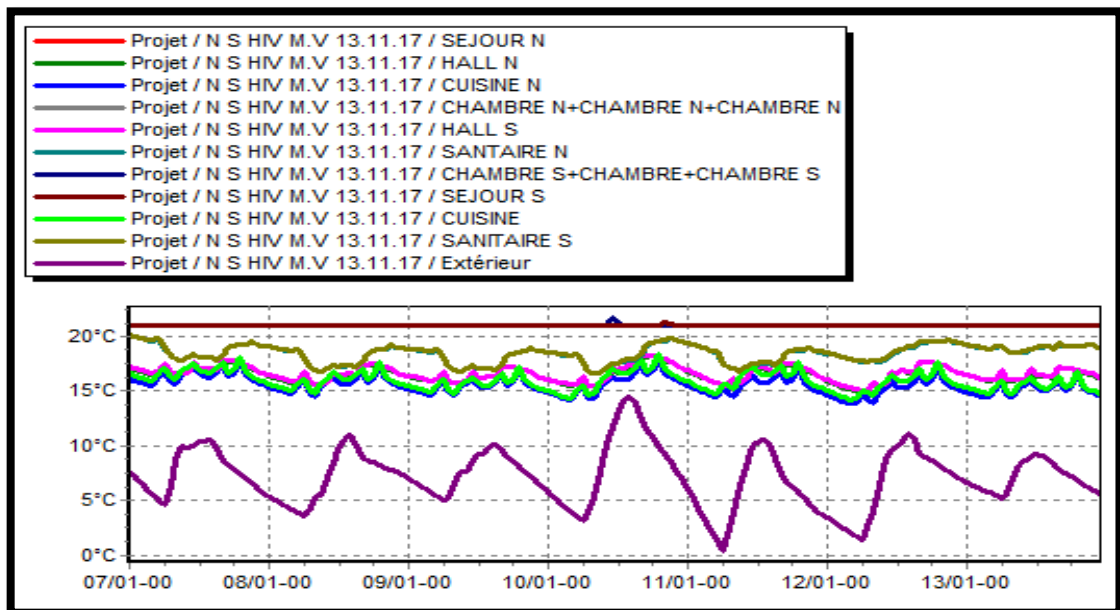
### 🌈 Hivernale :

Tableau 15: Résultats de la simulation n°15 sous pléiades.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
SEJOUR N	1983 kWh	0 kWh	1878 W	-0 W	21.00 °C	21.15 °C	25.49 °C
HALL N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.54 °C	18.61 °C	25.37 °C
CUISINE N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.10 °C	18.22 °C	25.68 °C
CHAMBRE N+CHAMBRE N+C	3139 kWh	0 kWh	2872 W	-0 W	20.96 °C	21.09 °C	25.03 °C
HALL S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	14.61 °C	18.74 °C	25.65 °C
SANTAIRE N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.84 °C	20.61 °C	27.61 °C
CHAMBRE S+CHAMBRE+CHA	2722 kWh	0 kWh	2883 W	-0 W	20.98 °C	21.21 °C	25.78 °C
SEJOUR S	1404 kWh	0 kWh	1497 W	-0 W	21.00 °C	21.29 °C	26.16 °C
CUISINE	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.53 °C	18.76 °C	26.27 °C
SANITAIRE S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	15.89 °C	20.68 °C	27.77 °C
Total	9248 kWh	0 kWh	9049 W	0 W			

## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

*Visualisation graphique :*



Graphe15 : Evolution de la température en hiver pendant la semaine le plus froid n° 15.

*Interprétation :*

D'après les résultats obtenus et l'intégration de la consigne de chauffage, la température du confort dans les pièces qui a été assurée par une puissance énergétique de chauffage estimée à **4300 W** ; et moins de celle du logement avec isolation et fenestres performantes. On constate que la puissance de chauffage afin d'atteindre le confort a l'intérieur du logement isolé a diminué.

Pour les besoins en chauffage sont estimés à **4126 KWH** après avoir intégrer un mur végétal.

Cette diminution est estimée à (37%) par rapport au logement mal isolé.

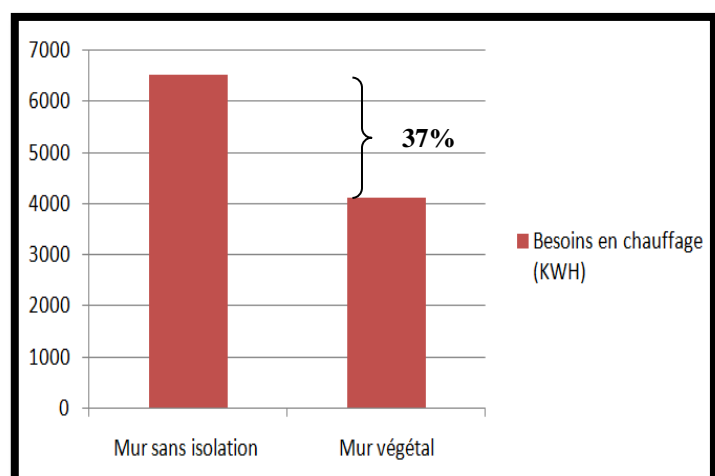


Figure 21: Histogramme N°16 des besoins en chauffage (source : auteur).

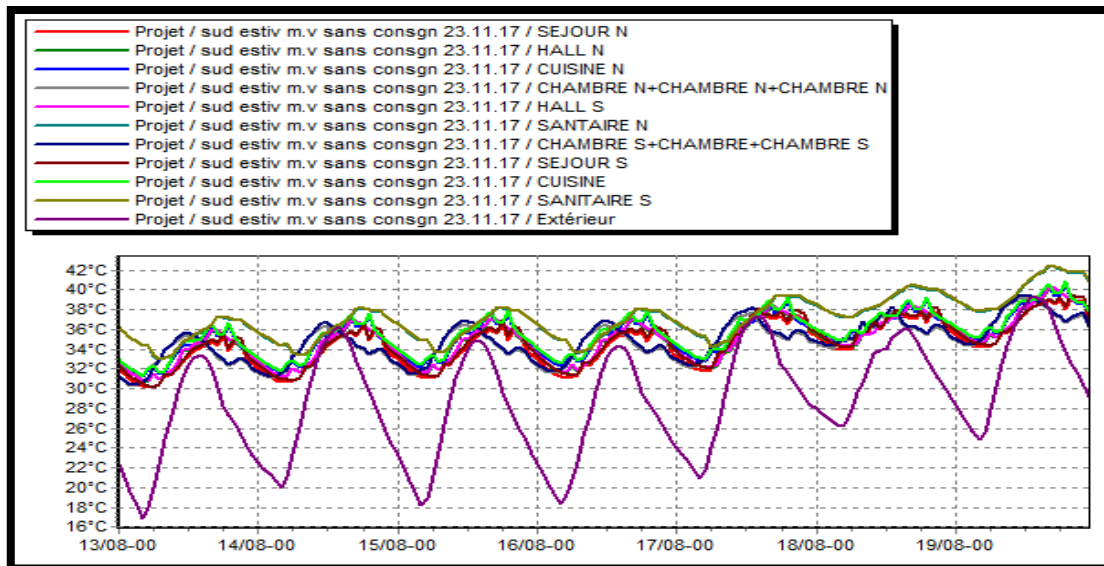
# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

 *Estivale :*

**Tableau 16:** Résultats de la simulation n°16 sous pléiades.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année							
SEJOUR N	0 kWh	714 kWh	0 W	2037 W	-23.35 °C	25.07 °C	27.38 °C
HALL N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	3.08 °C	27.74 °C	35.66 °C
CUISINE N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.25 °C	29.44 °C	38.53 °C
CHAMBRE N+CHAMBRE N	0 kWh	1233 kWh	0 W	3710 W	-19.25 °C	25.21 °C	27.23 °C
HALL S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	3.06 °C	27.83 °C	35.69 °C
SANTAIRE N	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	9.56 °C	30.01 °C	38.33 °C
CHAMBRE S+CHAMBRE+C	0 kWh	1356 kWh	0 W	3637 W	-19.28 °C	25.30 °C	27.50 °C
SEJOUR S	0 kWh	706 kWh	0 W	1782 W	-23.84 °C	25.22 °C	27.55 °C
CUISINE	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	13.23 °C	29.84 °C	38.67 °C
SANITAIRE S	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W	9.55 °C	30.06 °C	38.36 °C
Total	0 kWh	4010 kWh	0 W	11165 W			

*Visualisation graphique :*



Graph16 : Evolution de la température en été pendant la semaine le plus chaud n° 16.

# CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

## Interprétation :

D'après les résultats obtenus, la température est favorable dans les pièces du confort après avoir intégré la consigne de climatisation qui a été assurée par une puissance énergétique de climatisation de **5419 W**.

Nous constatons que les besoins en climatisation ont diminué de **2126 KWH** à **2062 KWH** après l'intégration du mur végétal (diminution de 12.25% par rapport à un logement mal isolé).

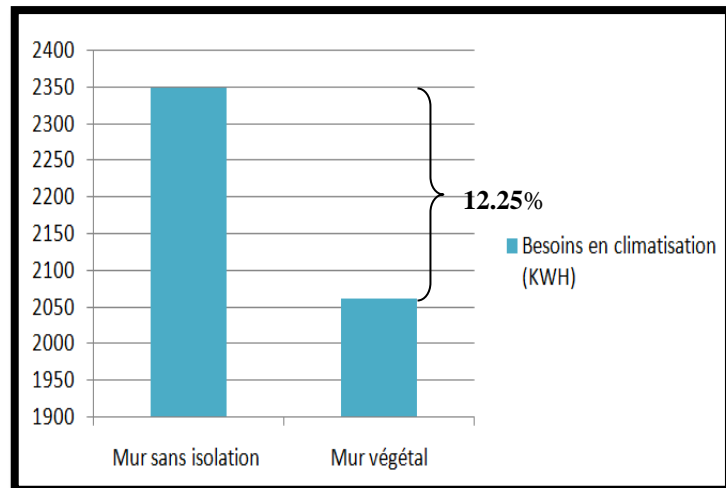


Figure 22: Histogramme N°17 des besoins en climatisation (source : auteur).

## Synthèse :

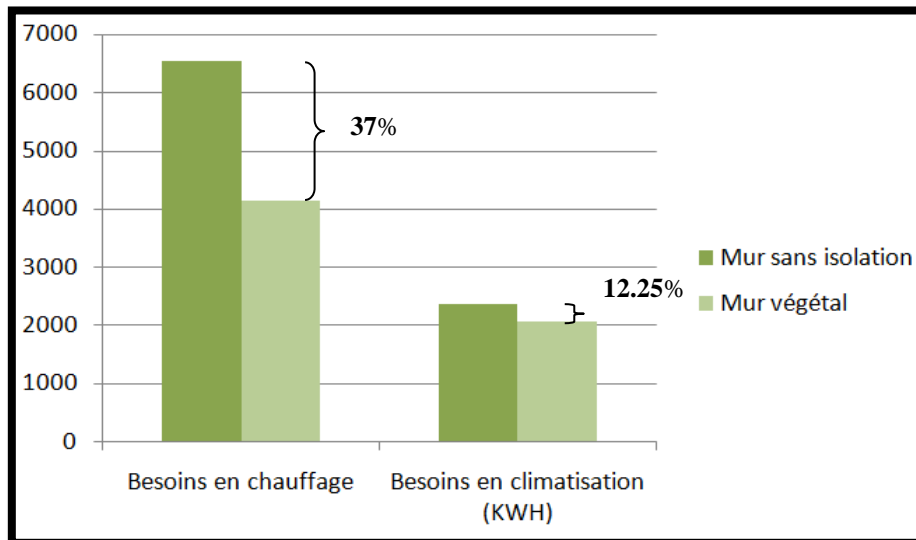


Figure 23: Histogramme N°18 de comparaison des besoins énergétiques (source : auteur).

## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

### III.6.5. Synthèse générale :

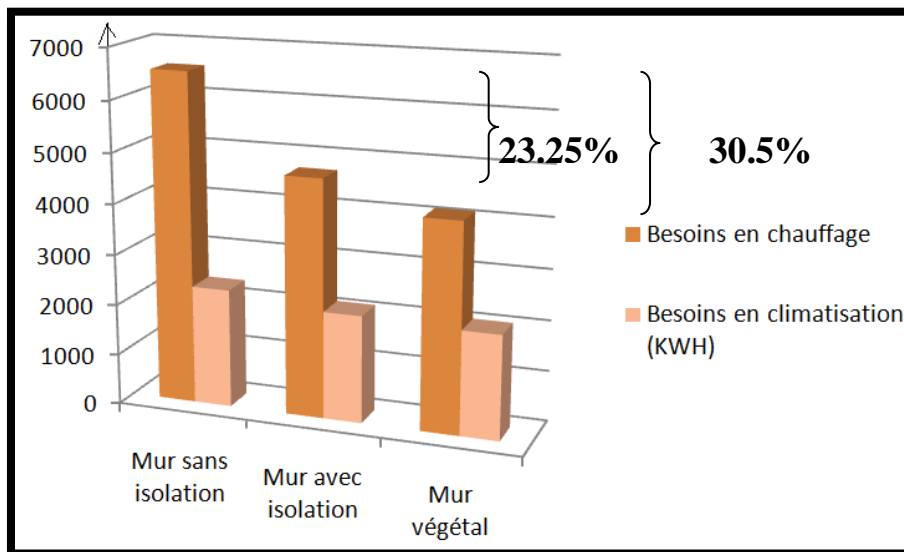


Figure 24: Histogramme N°19 de comparaison des besoins énergétique/An (source : auteur).

\*Grace à l'intégration de l'isolation thermique et fenêtres performantes en PVC double vitrage dans notre cas d'étude, la consommation énergétique a diminué jusqu'à 23.25% ; Et après l'addition de la végétation, les besoins ont diminué jusqu'à 30.5% par rapport au cas initial (logement mono-orienté Sud mal isolé).

#### ➤ Comparaison avec la référence énergétique :

- La consommation énergétique /an après l'intégration de la végétation est de :  $51 < 59,385 \text{ kWh/m}^2/\text{an} < 90$
- On constate que le logement est classé dans la catégorie B mais il est près de la classification A.
- Taux de réduction d'énergie = 30.38% par rapport au cas initial.

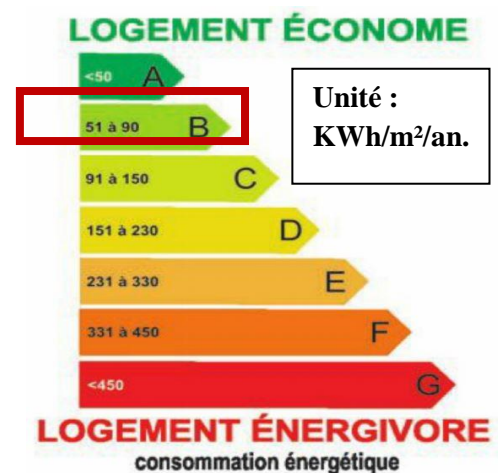


Figure 25: Label énergétique N°03.



## CHAPITRE III : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

---

### III.7. Conclusion :

Dans ce chapitre et après une présentation de la méthode de recherche préconisée de modélisation et simulation dont le but d'évaluer le comportement thermique de la mono-orientation dans le cadre de logement collectif en premier lieu autant qu'un paramètre passif (évaluation des températures, estimation des puissances, identification des besoins énergétiques en chauffage et en climatisation) et cela après l'intégration de tous les scénarios de fonctionnement, les éléments constructifs de composition afin de choisir la plus favorable, nous avons procédé aussi à un calcul statique pour vérifier les déperditions thermiques de notre cas d'étude par rapport à la réglementation de DTR C3-2 qui nous a donné un résultat non conforme au DTR; avant de contribuer à l'amélioration de son efficacité énergétique grâce aux solutions passives.

Le renforcement de l'enveloppe extérieure par une isolation thermique en laine de roche et choix d'ouvertures performantes PVC double vitrage nous a permis de réduire la consommation énergétique jusqu'à **23.25%**; et après ses résultats obtenus nous avons procédé à un autre calcul de vérification du logement avec isolation par rapport au DTR C3-2 qui nous a donné un résultat conforme à la réglementation du DTR.

Et afin de réduire la consommation pour la climatisation, on a opté pour l'intégration de la végétation au mur extérieur de la façade sud exposée à l'ensoleillement défavorable de l'été, qui nous a permis de réduire la consommation énergétique jusqu'à **30.5%** par rapport à un logement mal isolé.

## BIBLIOGRAPHIE

---

### V. Bibliographie :

[1]-L'université, revue trimestrielle, action et communication du colloque international sur les besoins sociaux, OPU Alger, 1983 p24

[2]-Thématique : la planification énergétique sectorielle, fiche technique prisme n°5

[3]-Efficacité Energétique dans les bâtiments, Transformer le marché, World Business Council for sustainable Développement, rapport international du WBCSD 2009, URL : [c durable info/Efficacité-Energétique -dans -les-Bâtiments-Rapport-International-WBCSD, 1698.html](http://c.durable.info/Efficacité-Energétique -dans -les-Bâtiments-Rapport-International-WBCSD,1698.html)

[4]-Bellara Samira (2004-2005),mémoire Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective cas de la nouvelle ville Ali Mendjeli Constantine. La Revue d'Information du Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme N°04, P14

[5]-Louise Ranck(2009) maison écologique cas pratique, paris éditions EYROLLES,p 06 (ISBN 978-2-212-12228-2)

[6] -Livre Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique 2005, construire avec le climat les outils architecturaux l'orientation ; p64a. (Alain Liébard et André de Herde )

[7] Ademe 2002: Eau chaude solaire, manuel pour la conception, le dimensionnement et la réalisation des installations

[8]-thèse Architecture et développement durable 2012, étude et évaluation du confort thermique des bâtiment a caractère public : Cas de département d'Architecture de Tandi (Tizi ouzou);Mr mazari m; p38.

[9]-Eric Durand-Habitat solaire et maîtrise de l'énergie-Revue système solaire n°17/18-oct.-nov. 1986 p.10

[10]-Chauffage, isolation ventilation écologique, les clés pour économiser Pal de Haut, Editeur:Eyrolles.

[11]-ADEME (2006) le guide de éco- construction, Metz

[12]-Dutreix Armand, Bioclimatisme et performances énergétique des bâtiments,Editeur:Eyrolles.

[13]- Dr Astrid Denker Dr. S.M.K. El HassarGrp, Guide pour une construction Eco-énergétique. d'experts spécialiste en efficacité énergétique et durabilité sous la direction de Dr.-Ing Saad Baradiy.

[14]- Haut,paulde, Chauffage, isolation, et ventilation écologique ,Editeur:Eyrolles.

[15]-Bulletin trimestriel de l'aprué, septembre 2010, Programme triennal d'efficacité énergétique" 2011-2013" revue des énergies renouvelables.

[16]-Les ponts thermiques dans le bâtiment, mieux les connaitre pour mieux les traiter. Editeur:Eyrolles.

[17] GIZ 2012.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- [18]-Anne- marie Bernier,2011,Livre les plantes grimpantes une solution rafraichissantes, p12.
- [19]-Le journal : Futura santé (Marie-Céline Jacquier) <http://www.futura-sciences.com/maison/questions-reponses/batiment-construire-mur-vegetal-exterieur-faire-avantages-6996/>
- [20]-Sternberg T., Viles H., Cathersides A., “Evaluating the role of ivy (*Hedera helix*) in moderating wall surface microclimates and contributing to the bioprotection of historic buildings” *Building and Environment* ,N°46, pp293-297, 2011
- [21]-Hien Wong N., Yong Kwang Tan A., Chen Y. and al, “Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls”, *Building and Environment*, N°45, pp663-672, 201
- [22]-libessart,HEI Sébastien Gavory Revue évaluation des conductivité thermique des matériaux consistants des murs végétalisés,Laurent ,groupe ISA-ITIAPE
- [23]-Ottelé et al., 2011
- [24]-Boutaouna Ryma, Master génie mécanique (évaluation et préparation d’amélioration du confort thermique dans un projet d’habitat collectif situé à Alger).
- [25] Nour El Houda BABA SLIMANE (2016), intitulé : Master Evaluation de la rentabilité économique des actions de maîtrise d’énergie dans le secteur résidentiel en Algérie. Cas des 80 logements HPE
- [26]-M.A Boukli Hacene, N.E. Chabane Sari (2010) : mémoire Conception d’un habitat écologique, durable et économe, utilisant les énergies renouvelables »:
- [27]-Bellara Samira (2004-2005), mémoire Impact de l’orientation sur le confort thermique intérieur dans l’habitation collective cas de la nouvelle ville Ali Mendjeli Constantine.
- [28]-Sakki Hania (2016): mémoire vérification de l’impact de l’isolation thermique dans les performances énergétiques d’un logement HPE.
- [29]-Darmstadt, 25 ans après : toujours vaillant Posté le 16/06/2016 par La Maison Passive La 20e Conférence internationale
- [30] Sami-Mécheri, D. Semmar et A. Hamid, *Revue des Energies Renouvelables* Vol. 15 N°2 (2012) 357– 364, Efficacité énergétique des logements à haute performance énergétique, « HPE » : Application au site de Béchar
- [31]-IZUBA Energie
- [32]-OUKACI .S, Intégration du système actif dans le bâtiment, mémoire de master, génie mécanique, 2014-2015, Blida1, P58.
- [33]-TOL: taux d'occupation du logement (référence: cahier des charges de l'APRUE)
- [34]-Roger Cadiergues MémoCad nR14.a PERFORMANCE ET ÉTIQUETTES ÉNERGÉTIQUES, P06.

## BIBLIOGRAPHIE

---

[35]-Guide pratique ADEME, L'Isolation thermique une maison plus hermétique)

[36]-PDF Jardin Vertical ou Mur végétal.

[37]-Rapport bbp (bati et biodiversité& positive)-mesures thermiques.

### **Webographie :**

[38]-<http://portail.cder.dz/spip.php?article4254>

[39]-file:///C:/Users/USER/Downloads/Documents/habitat.pdf

[40]-<http://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>

[41]-<http://www.asder.asso.fr/info-energie/eco-batiment/construction-et-renovation/conception-bioclimatique>

[42]-<http://fr.wikipedia.org/wiki/Architecture-bioclimatique>.

[43]-<http://www.ecologs.org/energie/construction-bioclimatique-concevoir-une-enveloppe-performante.html>

[44]-<http://www.asder.asso.fr/info-energie/eco-batiment/construction-et-renovation/conception-bioclimatique>

[45]-[www.energie2.arch.ucl](http://www.energie2.arch.ucl)

[46][https://www.confederatiebouw.be/Portals/19/Cellule%20Energie%20Environnement/2.%20Plant%20Design%20-pr%C3%A9sentation\\_Confederation%20Batiment\[1\].pdf](https://www.confederatiebouw.be/Portals/19/Cellule%20Energie%20Environnement/2.%20Plant%20Design%20-pr%C3%A9sentation_Confederation%20Batiment[1].pdf).

[47]-<http://www.ecoconstruction-seineaval.com/lepole/pole-d-excellence-regional/>

[48]-<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/diagnostic-performance-energetique-dpe>

[49]-<https://www.lisolation.fr/comprendre-classe-energie-maison-appartement>

[50]-<http://www.projetvert.fr/labels-energetique/label-hpe-thpe/>

[51]-[https://fr.wikipedia.org/wiki/Haute\\_performance\\_%C3%A9nerg%C3%A9tique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Haute_performance_%C3%A9nerg%C3%A9tique).

[52]-[http://app.bruxellesenvironnement.be/guide\\_batiment\\_durable/docs/MAT05\\_FR.pdf](http://app.bruxellesenvironnement.be/guide_batiment_durable/docs/MAT05_FR.pdf).